

plot

BULLETIN DES REGIONALES A.P.M.E.P.
DE POITIERS, LIMOGES ET ORLEANS-TOURS

DERNIER NUMERO DU PLOT 1984 !

Pensez à vous *réabonner* et à faire *réabonner* votre établissement. Cela vous permettra de recevoir le prochain numéro dès sa parution et nous évitera de vous envoyer une lettre de rappel.

Le dernier supplément du PLOT 1984 est en cours d'achèvement. Ne vous impatientez pas, vous n'aurez pas à attendre aussi longtemps que pour le dossier "Polyèdres dans l'espace" qui nécessitait de nombreux dessins en perspective axonométrique ou conique réalisés avec minutie par François PITOU.

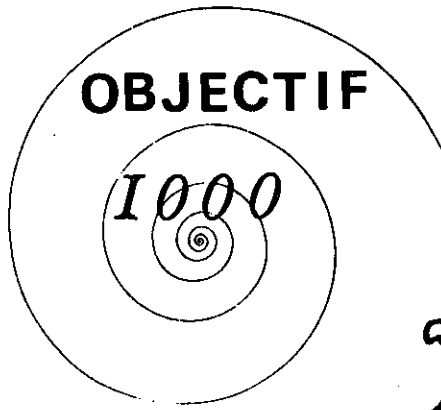
En attendant de plier vos copies dans tous les sens, nous vous proposons ici deux idées pour les fêtes :

- l'une d'André Duthilleul et Pierre Nury vous permettra de décorer vos arbres de Noël, et
- l'autre, qui nous a été suggérée par des japonaises de l'Association Mathématique du Japon (A. M. I. et oui !) au congrès d'Adélaïde, vous permettra d'envoyer des cartes de voeux originales à vos amis pour 1985 !

1985 pour l'équipe du PLOT s'annonce sous de bons auspices. L'année se termine avec 700 abonnés et nous espérons toujours atteindre les 1000. Pensez à faire réabonner votre établissement. Les suppléments 1985 apporteront encore de nouvelles idées de manipulations mathématiques basées sur les symétries du plan et de l'espace, symétries régulières ou brisées des pavages plans, symétries euclidiennes ou hyperboliques en dimension deux et trois. Alors gens de Poitiers, Limoges, Orléans, Tours et ailleurs **ABONNEZ-VOUS** et **SOUSCRIVEZ** aux deux suppléments 1985.

Joyeuses fêtes et Bonne Année 1985 !

L'équipe d'animation.



ABONNEZ-VOUS
au PLOT
ABONNEZ-VOUS
ABONNEZ-VOUS
au SUPPLEMENT du PLOT
ABONNEZ-VOUS
ABONNEZ-VOUS
(voir en dernière page)
ABONNEZ-VOUS

Mais surtout → **ABONNEZ VOTRE C.D.I**

SOUSCRIVEZ
SOUSCRIVEZ
au supplément de PLOT
SOUSCRIVEZ
au supplément de PLOT
SOUSCRIVEZ
SOUSCRIVEZ

Mais surtout → **FAITES**
SOUSCRIRE VOTRE C.D.I

SAVEZ - VOUS QUE :

Un routage postal pour plus de 1000 abonnés nous coûte, vous coûte, coûte moitié moins cher qu'un semi-routage ! d'où la possibilité de mettre plus de matériel.
en 1982 nous avons (semi) routé 600 pochettes "polyèdres"
en 1983 nous en avons (semi) routé 650
en 1984 nous en avons routé 700 !
en 1985 routons-en 1000 et plus.

plot

BULLETIN DES REGIONALES APMEP DE POITIERS, LIMOGES ET ORLEANS-TOURS

Sommaire du n° 29

L'ensemble triadique de Cantor (JP. Delahaye)	5
Cartes de voeux Polyédriques (Joshiko Kimura)	15
"Pliage chevrons" et Polyèdres (P.Nury et A.Duthilleul)	17
Réflexions d'un technologue (Patrat)	21
Problèmes CHOCS	27
Tous à vos micros (J.Cl. Lebreton)	31
Les produits énigmatiques démocratisés... (M.Clinard)	33
Complétez votre collection du PLCT	35
Réabonnez-vous pour 1985 au PLOT	37
Nos régionales	37
Objectif 1000	2
Mosaique Mathématique	4
Mots Croisés	13
Les suppléments 1985	14
Pochettes Rétroprojecteur n° 11 et 12	30
Mots croisés (solution)	34

Equipe d'animation :

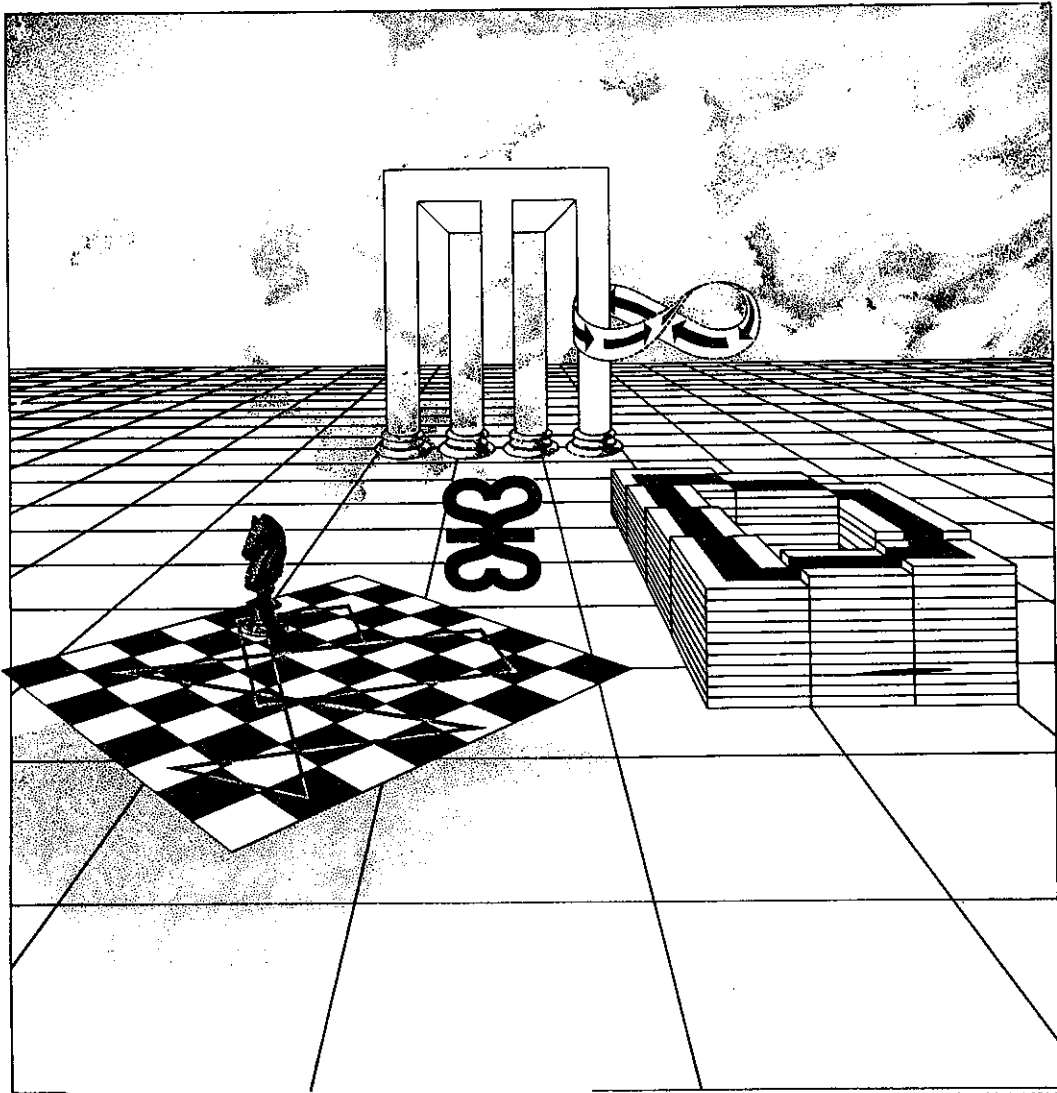
Michel Clinard, Roger Crépin, Michel Darche,
Marie-Laure Darche, Patrick Marthe, Michel Mirault
Pascal Monsellier, Serge Parpay.

Dactylographie : Madeleine Schlienger
Contrôle ventes et publicité : Pascal Monsellier
Montage : Michel Mirault
Fichier et routage : Patrick Marthe

..... Adresse du journal : IREM. Université, 45046 Orléans Cedex.... Directrice
de publication : ... Marie-Laure Darche/Giorgi numéro CPPAP : 63181..
Imprimé par le Centre Régional de Documentation Pédagogique, 55, rue ND. de Re-
couvrance, 45000 Orléans..... Dépôt légal : 4^e trimestre 1984.

(Toutes les publicités contenues dans le PLOT le sont à titre gratuit).

MOSAIQUE MATHÉMATIQUE



Jean-Michel JOUY

(Voir bon de commande "Matériel")

L'ensemble triadique de CANTOR

J. Paul DELAHAYE - Lille

L'ensemble triadique de Cantor (que nous noterons C) est intéressant à bien des titres et malgré sa simplicité (sa définition peut tenir sur une ligne) il est assez difficile à imaginer. Outre l'intérêt mathématique qu'il présente comme source d'exemples et de contre-exemples, B. Mandelbrot a montré que ce qu'il appelle "La poussière de Cantor" pouvait servir à modéliser un certain nombre d'objets naturels et à représenter certaines situations physiques. C'est pourquoi il me semble important aujourd'hui d'avoir une image mentale de C aussi précise que possible.

Je vais ici rappeler la définition de C (de 5 façons équivalentes), en donner quelques propriétés, puis ensuite fournir diverses représentations d'objets permettant de mieux appréhender C et $C \times C$, et pouvant servir de support à de nombreux exercices dans pratiquement toutes les classes de collège et de lycée. Ces diverses représentations indirectes de C sont fascinantes et constituent des objets fractals tout comme C lui-même ; pour les mathématiciens elles sont un peu comme les flammes d'un feu de bois ou les tourbillons d'un torrent de montagne : on n'a jamais fini de les regarder.

1. DEFINITIONS DE L'ENSEMBLE TRIADIQUE DE CANTOR C.

Définition 1.

C'est l'ensemble des nombres réels obtenus en enlevant son tiers médian à l'intervalle $[0,1]$, puis en recommençant la même opération à partir des deux intervalles restants et ainsi de suite, indéfiniment. (Voir figures 1 et 8).

Définition 2.

(formalisation de la définition 1).

Pour tout $n \in \mathbb{N}$ on considère les deux suites finies :

$$(a_n(0), a_n(1), \dots, a_n(2^n-1)) \in \mathbb{R}^{2^n}$$

$$(b_n(0), b_n(1), \dots, b_n(2^n-1)) \in \mathbb{R}^{2^n}$$

définies par récurrence en posant :

$$a_0(0) = 0, b_0(0) = 1$$

$$\forall n \in \mathbb{N}, \forall i \in \{0, 1, \dots, 2^n-1\} :$$

$$a_{n+1}(2i) = a_n(i), b_{n+1}(2i) = (2a_n(i) + b_n(i))/3$$

$$a_{n+1}(2i+1) = (a_n(i) + 2b_n(i))/3, b_{n+1}(2i+1) = b_n(i)$$

$$\text{On pose : } C_n = \bigcup_{0 \leq i < 2^n} [a_n(i), b_n(i)]$$

$$C = \bigcap_{n \in \mathbb{N}} C_n$$

(voir figures 1, 8).

Définition 3.

C est l'ensemble des réels de l'intervalle $[0,1]$ admettant un développement triadique composé uniquement de 0 et de 2.

Remarque.

Les nombres réels de la forme $K/3^i$, $K \in \mathbb{Z}$, $i \in \mathbb{N}$ possèdent deux développements triadiques, l'un se terminant par une suite infinie de 0 (appelé développement triadique propre) l'autre se terminant par une suite infinie de 2 (appelé développement triadique impropre). Par exemple $1 = 1.000 \dots 1 = 0.222 \dots$

Les autres nombres réels possèdent un développement triadique unique.

Définition 4.

(formalisation de la définition 3).

$$C = \{x \in [0, 1] ; \exists a : \mathbb{N} \rightarrow \{0, 2\} x = \sum_{i \in \mathbb{N}} a(i)/3^{i+1}\}$$

Définition 5.

Pour tout $n \in \mathbb{N}$ considérons la fonction f_n définie par :

- si $|x-1/2| > 1/2$, aller en B
- poser $y := x$
- pour i variant de 1 jusqu'à n
 - si $|y-1/2| < 1/6$, aller en B
 - sinon poser $y := 3y - [\text{partie entière}](3y)$

A poser $f(x) := 1$; stop

B poser $f(x) := 0$; stop

La fonction f_n ainsi définie pour tout $x \in \mathbb{R}$ est la fonction caractéristique de

$$C_n = \{x \in \mathbb{R} ; f_n(x) = 1\}$$

$$C = \bigcap_{n \in \mathbb{N}} C_n$$

Remarque

La définition 5 permet d'écrire des programmes de dessin de C_n .

Voici par exemple le programme BASIC qui sur un écran de 1000 sur 1000 que l'on identifie à $[0,1] \times [0,1]$, dessine $C_n \times [0,1]$. (On suppose qu'on ne dispose que d'une seule instruction graphique, PSET (I,J) qui place un point noir à la I-ème colonne de J-ème ligne).

```

10 FOR I = 1 TO 1000
20 X = I/1000
30 K = 0
40 IF ABS(X - .5) < 1/6 THEN 110
50 X = 3 * X - INT(3 * X)
60 K = K+1
70 IF K < 9 THEN 40
80 FOR J = 1 TO 1000
90 PSET (I, J)
100 NEXT J
110 NEXT I

```



Georg Ferdinand Ludwig Philipp Cantor

2. PROPRIETES DE C

C est fermé : toute suite convergente de points de C a sa limite dans C.

C est borné de diamètre 1 :

$$\forall (x,y) \in C^2 : |x-y| \leq 1$$

$$\text{et } \exists (x,y) \in C^2 : |x-y| = 1$$

C est compact : fermé, borné.

C est infini non dénombrable ; plus précisément il existe une bijection entre C et \mathbb{R} .

C est sans point isolé

$$\forall x \in C, \forall \epsilon \in \mathbb{R}^+, \exists y \in C \ x \neq y \text{ et } d(x, y) \leq \epsilon.$$

C est parfait : fermé sans points isolés.

C est de mesure nulle : pour tout $\epsilon \in \mathbb{R}^+$ il existe des intervalles

$$I_0, I_1, \dots, I_n \text{ tels que } C \subset \bigcup_{i=0}^n I_i \text{ et tels que}$$

$$\text{longueur}(I_0) + \text{longueur}(I_1) + \dots +$$

$$\text{longueur}(I_n) \leq \epsilon$$

C est d'intérieur vide :

$$\forall x \in C, \forall \epsilon \in \mathbb{R}^+, \exists y \notin C : d(x, y) \leq \epsilon$$

C muni de la distance usuelle sur \mathbb{R} est topologiquement isomorphe à $\{0, 1\}^{\mathbb{N}}$

C est totalement discontinu : les composantes connexes de C sont des points.

C est scalant : $C = 3(C \cap [0, 1/3])$
 $C = 3(C \cap [2/3, 1]) - 2/3$

C est de dimension non entière $\log 2 / \log 3 = 0,6303 \dots$

3. C LA CHARPENTE DE C

Considérons \hat{C} l'ensemble des extrémités des intervalles qui interviennent dans la définition 1 et la définition 2

\hat{C} peut aussi être défini par

$$\hat{C} = \{x \in [0, 1] ; \exists n \in \mathbb{N}, \exists i \in \{0, 1, \dots, 2^n - 1\}$$

$$x = a_n(i) \text{ ou } x = b_n(i)\} \text{ (voir définition 2)}$$

$$\hat{C} = \{x \in [0, 1] ; \exists n \in \mathbb{N}, \exists (a_0, a_1, \dots, a_{n-1}) \in \{0, 2\}^n$$

$$\exists a_n \in \{0, 1, 2\}, x = \sum_{i=0}^n a_i / 3^{i+1}\}$$

\hat{C} ressemble beaucoup à C mais en fait il est plus mince, on peut dire de façon imagée que \hat{C} est la "charpente" de C .

Propriétés de C :

$\hat{C} = C$ (l'adhérence de \hat{C} est C) : une suite convergente de points de \hat{C} a sa limite dans C , et tout point de C est limite d'au moins une suite convergente de points de \hat{C} .

$\hat{C} \subset C$, $\hat{C} \neq C$ (Par exemple $0,0202 \dots 02 \dots = 1/4 \in C$ et $\notin \hat{C}$)

\hat{C} est dénombrable, sans point isolé, de mesure nulle, d'intérieur vide, totalement discontinu, scalant, de dimension 0.

Remarque

Dans un dessin fait avec des moyens finis, il n'est pas possible de représenter différemment deux ensembles dont l'un est l'adhérence de l'autre (sauf en utilisant des symboles conventionnels comme on le fait parfois pour dessiner des intervalles). C'est pourquoi à chaque fois que l'on "dessine" C en fait on dessine aussi \hat{C} (on est donc parfois tenté de les confondre).



BIBLIOGRAPHIE

a) Concernant l'ensemble triadique de Cantor on pourra consulter :

- N. BOURBAKI : Topologie Générale Ch.IV Nombres réels § 2.

Propriétés topologiques fondamentales de la droite numérique.

- B. MANDELBROT : The fractal geometry of nature. W.H. Freeman 1982. (Tout un chapitre est consacré "aux poussières de Cantor").

L.A. STEEN et J.A. SEEBACH : Counterexamples in Topology. Holt, Rinehart and Winston Inc. New York 1970.

X Un ensemble omniprésent.

Pour la Science, mars 1983 p.6-8.

b) Concernant plus généralement les objets fractals, outre le livre de B. MANDELBROT déjà cité on pourra consulter :

- M. BRIDENNE : Les suites. PLOT n°11, avril 1980.

- M. DARCHE et P. MONSELLIER : Les fractales, PLOT n° 9, octobre 1979.

- J.P. ECKMAN : Savez-vous résoudre $z^3 = 1$. La Recherche n° 141 fév. 1983.

- M. GARDNER : Musique blanche et musique brownienne, courbes fractales et musique en 1/f. Pour la Science n° 8, 1978.

L. HERRISMAN : Les fractals : des monstres mathématiques. Science et Vie n° 723, déc. 1977.

- B. MANDELBROT : Des monstres de Cantor et de Peano à la géométrie fractale de la nature, dans Penser les Mathématiques, Ed. du Seuil, Paris 1982.

- B. MANDELBROT : Les objets fractals. La Recherche n° 85, 1978.

- M. DE PRACONTAL : Les Fractales ou la géométrie du paysage. Science et Vie, juillet 1983.

- BRIDENNE, DARCHE, MONSELLIER : Suites de figures, et suites de figures, et suites de nombres Orléans, 1984. IREM.

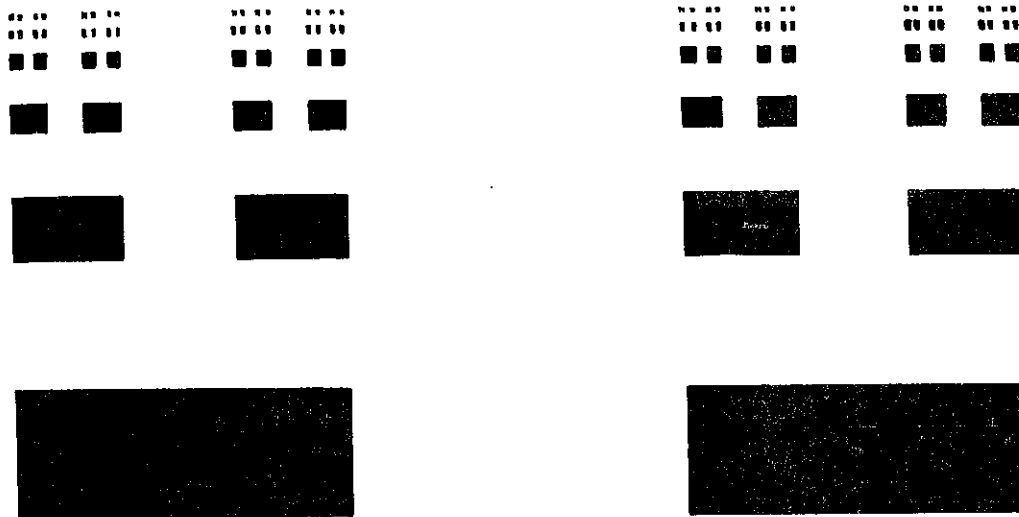


fig.1

Figure 1.

Le plus grand des rectangles représente C_0 avec une épaisseur $1/4$ (autrement dit $C_0 \times [0, 1/4]$).

Ensuite sont représentés C_1 avec une épaisseur $1/8$, C_2 avec une épaisseur $1/16$, ..., C_i avec une épaisseur $1/2^{i+2}$,

Exercice 1.

Quel est le nombre de rectangles si on admet que le dessin est suffisamment précis pour représenter

$C_0 \times [0, 1/4]$, $C_1 \times [0, 1/8]$, ..., $C_i \times [0, 1/2^{i+2}]$?

Solution

$$1+2+4+ \dots + 2^i = 2^{i+1} - 1$$

Exercice 2.

En admettant que le dessin est infiniment précis, quelle est la surface totale de tous les rectangles ?

Solution.

$$\begin{aligned} & \frac{1}{4} + 2 \frac{1}{8} \frac{1}{3} + 4 \frac{1}{16} \frac{1}{9} + \dots + 2^i \frac{1}{2^{i+2}} \frac{1}{3^i} + \dots \\ &= \frac{1}{4} (1 + \frac{1}{3} + \frac{1}{9} + \dots + \frac{1}{3^i} + \dots) \\ &= 3/8 \end{aligned}$$

Exercice 3.

En admettant que le dessin est infiniment précis, le périmètre de tous les rectangles est-il fini ou infini ?

Solution

Fini. En effet le périmètre des rectangles de

$$C_0 \times [0, 1/4], C_1 \times [0, 1/8], \dots, C_i \times [0, 1/2^{i+2}]$$

est :

$$\begin{aligned} & 2(\frac{1}{4} + 1) + 2 (\frac{1}{8} + \frac{2}{3}) + 2(\frac{1}{16} + (\frac{2}{3})^2) + \dots + 2(\frac{1}{2^{i+2}} + (\frac{2}{3})^i) \\ &= \frac{1}{2} \frac{1-(1/4)^{i+1}}{1-1/4} + 2 \frac{1-(2/3)^{i+1}}{1-2/3} \xrightarrow{i \rightarrow \infty} \frac{2}{3} + 6 = \frac{20}{3} \end{aligned}$$

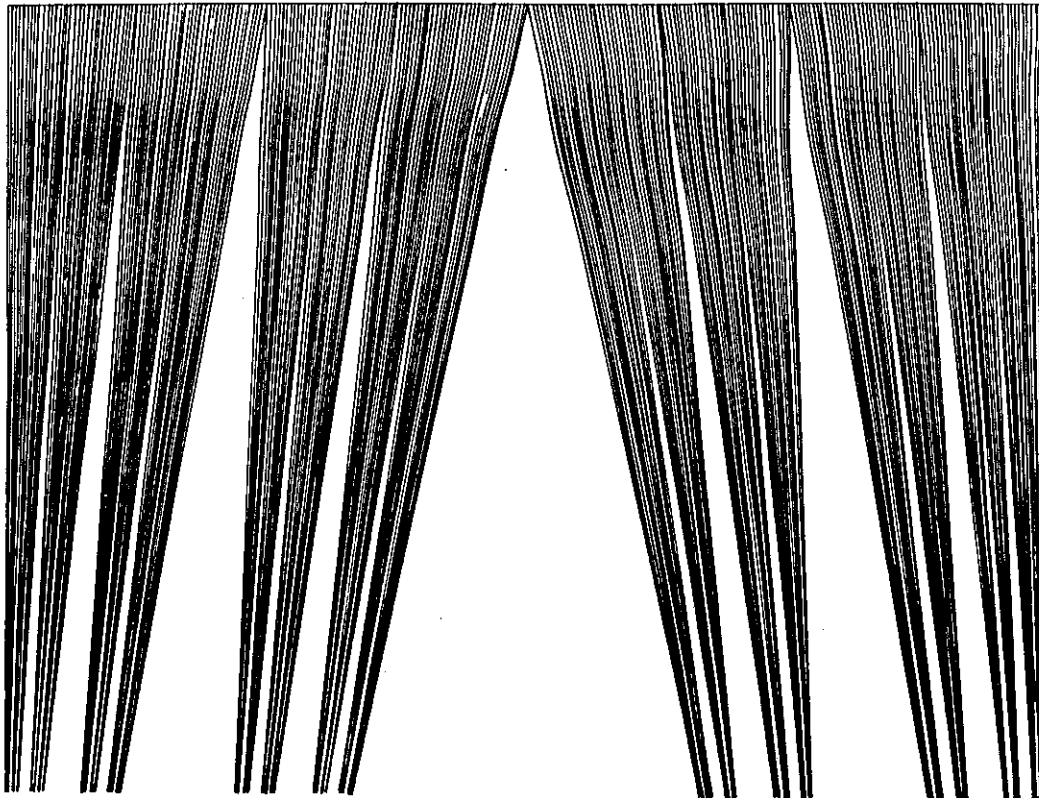


fig.2

Figure 2.

Ce dessin illustre l'application continue surjective de C sur $[0, 1]$ définie par :

$$f\left(\sum_{i \in \mathbb{N}} a(i)/3^{i+1}\right) = \sum_{i \in \mathbb{N}} a(i)/2^{i+2}$$

(notations de la définition 4)

Cette application montre que $\text{card}(C) \geq \text{card}[0,1]$
 Comme bien sûr $\text{card}(C) \leq \text{card}[0,1]$
 (car $C \subset [0,1]$) on en conclut que $\text{card}(C) = \text{card}[0,1]$ et donc C n'est pas dénombrable.

Les points qui appartiennent simultanément à une infinité de carrés sont les points de $C \times C$. En effet les points de $C \times C$ sont ceux qui appartiennent en même temps à 1 carré de l'étape 1, de l'étape 2, ..., de l'étape i .

Figure 3.

Ce dessin a été construit selon l'algorithme suivant :

Etape 0 : On dessine le périmètre du carré $[0,1] \times [0,1]$

Etape 1 : On dessine le périmètre des 4 carrés de côté $1/3$ placés dans les coins du premier carré.

Etape 2 : ...

Etape i : On dessine le périmètre des carrés de côté $1/3^i$ placés dans les coins des carrés dessinés à l'étape $i-1$.

...

Exercice 1.

Combien a-t-on dessiné de carrés à la fin de l'étape i ?

Solution

$$1+4+4^2+ \dots + 4^i = (4^{i+1}-1)/3$$

Exercice 2.

Quelle est la longueur du trait composant le dessin à la fin de l'étape i ? Faut-il une infinité de crayons pour dessiner la figure totale ?

Solution

$$\begin{aligned} \ell_i &= 4 + 2 \times 4 \times 1/3 + 2 \times 4^2 \times (1/3)^2 + \dots + 2 \times 4^i \times (1/3)^i \\ &= 2 + 8/3 \left[1 + \frac{4}{3} + \dots + \left(\frac{4}{3}\right)^{i-1} \right] \geq 2 + 8/3 \times (i-1) \end{aligned}$$

donc

$$\lim_{i \rightarrow \infty} \ell_i = +\infty.$$

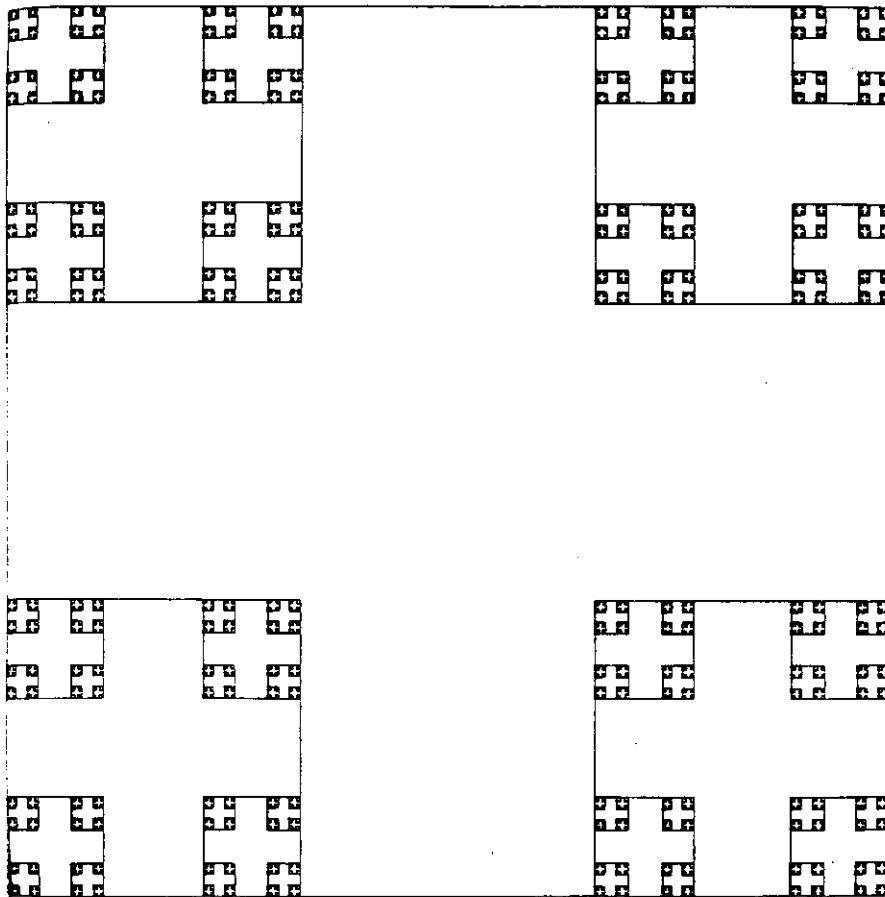


fig.3

Figures 4 et 5.

Ces dessins représentent deux arbres infinis dont les algorithmes sont faciles à deviner (exercice!). Appelons chemin infini sur un tel arbre tout parcours partant du centre du dessin sans jamais revenir en arrière, empruntant des segments de droites de plus en plus petits, indéfiniment. Alors chaque extrémité finale d'un chemin infini est un point de $C \times C$ et réciproquement chaque point de $C \times C$ est l'extrémité finale d'un chemin infini et d'un seul.

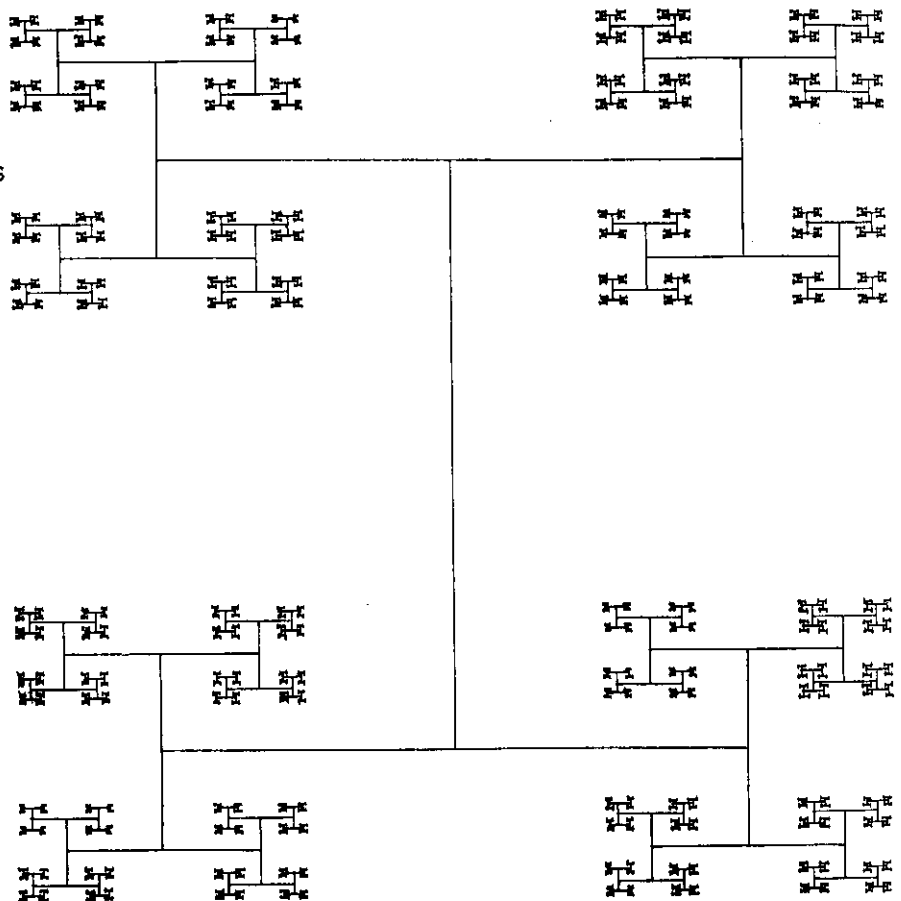


fig.4

(On peut se rendre compte de cette propriété en superposant les dessins 4 et 5 avec le dessin 3).

Tous les chemins infinis sur la figure 4 ont la même longueur (à calculer) mais ce n'est pas vrai sur la figure 5.

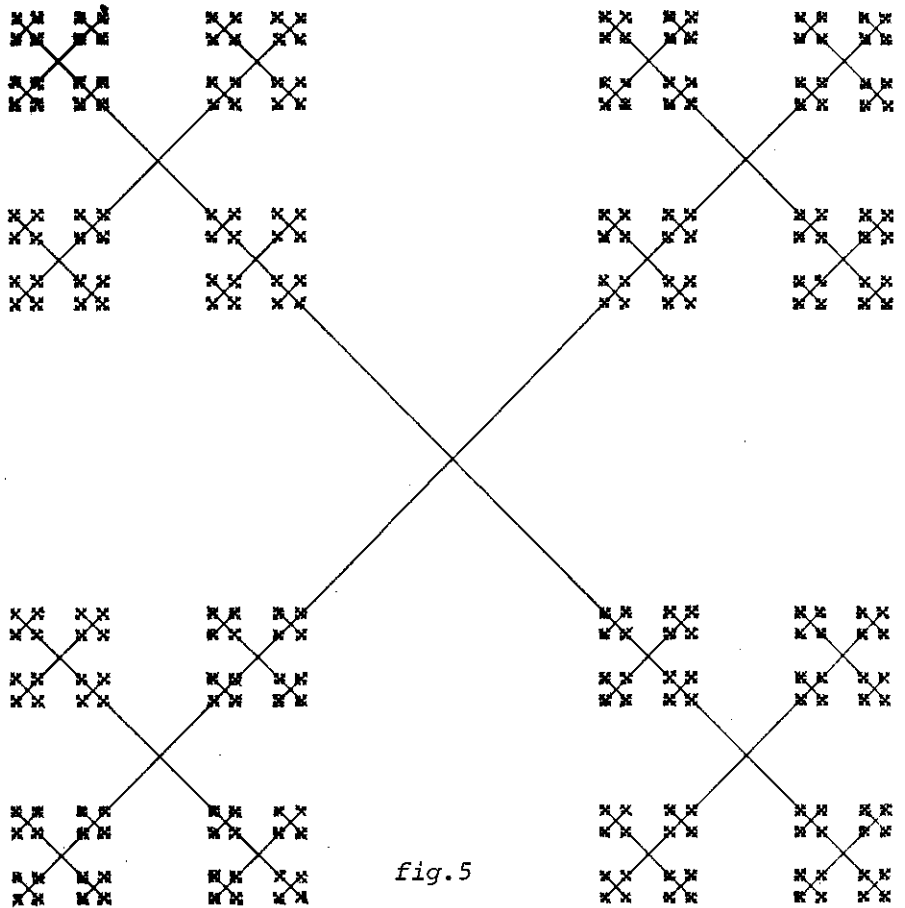


Figure 6.

La réunion de tous les carrés intérieurs au grand carré constitue $\mathbb{C} \times \mathbb{C}$.

Exercice 1.

Décrire un algorithme pour le dessin de la figure 6.

Exercice 2.

Combien y a-t-il de carrés de côté $1/3^i$?

Exercice 3.

Faut-il une infinité de crayons pour faire le dessin jusqu'au bout ?

Exercice 4.

Montrer que la somme de la surface de tous les carrés intérieurs au grand carré (identifié à $[0, 1] \times [0, 1]$) est égale à 1.

Solution

$$s = (1/3)^2 + 8 (1/3^2)^2 + 64 (1/3^3)^2 + \dots + 8^i (1/3^{i+1})^2 + \dots$$

$$= \frac{1}{9} (1 + \frac{8}{9} + \dots + (\frac{8}{9})^i + \dots) = \frac{1}{9} \frac{1}{1-8/9} = 1$$

Figure 7.

La figure 7 représente

$$\{(x, y) \in [0, 1] \times [0, 1] ; x \in \mathbb{C}, \text{ ou } y \in \mathbb{C}, \text{ ou } x+y \in \mathbb{C} \text{ ou } |x-y| \in \mathbb{C}, \text{ ou } x+y-1 \in \mathbb{C}\}$$

Exercice

Imaginez vous-même des exercices et résolvez-les !

Figure 8.

La figure 8 illustre la façon dont on peut déformer continument $[0, 1]$ pour en faire \mathbb{C} à la limite.

En désignant par A l'ensemble de $[0,1] \times [0,1]$ représenté sur la figure 8, et par $A(t) = \{x ; (x, t) \in A\}$, on a $A(1) = [0, 1]$, $A(0) = \mathbb{C}$ la fonction multivoque $t \rightarrow A(t)$ est continue.

Exercices.

Surface, périmètre, centre de gravité de A ?

fig. 8

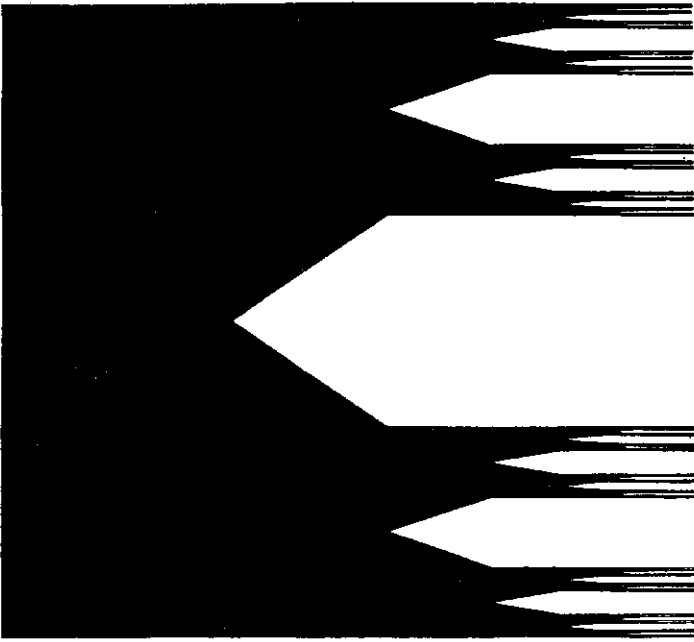


fig. 9

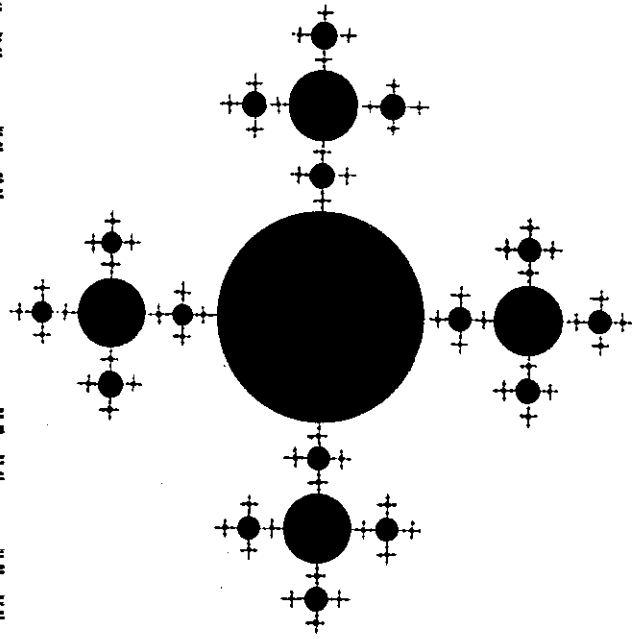


fig. 6

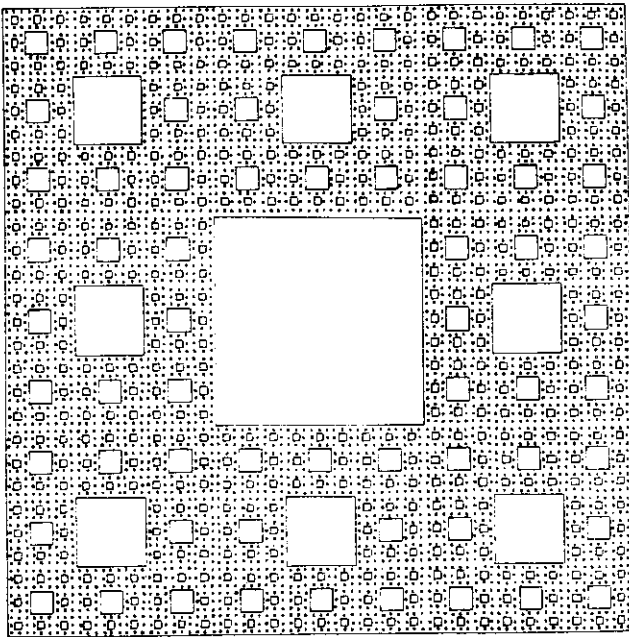
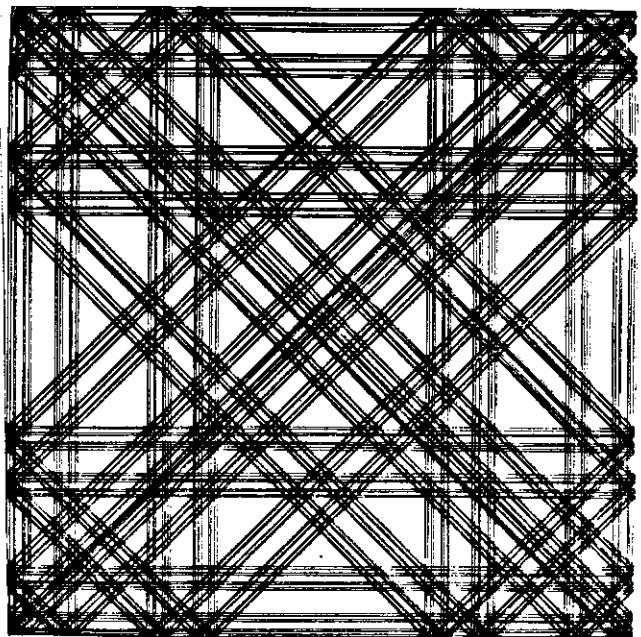


fig. 7



Figures 9 et 10

Ces dessins représentent des parties A et B de $[0, 1] \times [0, 1]$ dont l'intersection avec une infinité de droites donne des parties de $[0, 1] \times [0, 1]$ homéomorphes (et même semblables) à C.

Par exemple l'intersection de A avec les droites d'équation

$$y = 1/2$$

$$y = 1/6$$

$$y = 1/(2 \times 3^i)$$

...

redonne C ou C en "modèle réduit".

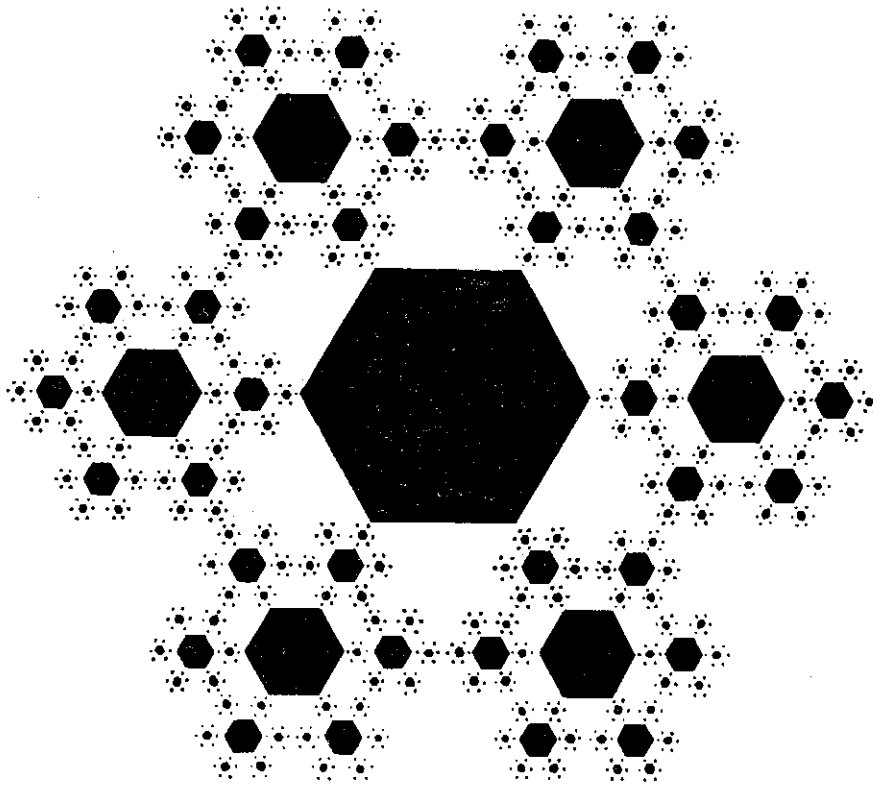


fig. 10

Mots Croisés

Michel Labrousse

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I											
II											
III											
IV											
V											
VI											
VII											
VIII											
IX											

DEFINITIONS

Horizontalement

- I. Axe de symétrie.
- II. Un tel triangle a un axe de symétrie - Solution
- III. Correspond à une révolution - Naturel premier.
- IV. Mesure entre le pouce et le petit doigt - Bête
- V. Communauté économique européenne - Organisation des Etats américains
- VI. Transit temporaire - Patrie d'Agamemnon
- VII. Irlande anglaise - A une clairette renommée
- VIII. Coule à l'envers, en Espagne - Ceux que l'on utilise en mathématiques n'ont pas de feuilles, même en été !
- IX. Bâclèrent.

Verticalement

1. La réciproque est aussi une application.
2. Un exemple du I, vertical qui conservent les longueurs.
3. Bouillon qui peut aussi être de culture - Unité de travail CGS.
4. Inversé : se découpe sur un cercle - Consonnes de mille.
5. Voyelle doublée - Délaya trop.
6. Chlore symbolique - à l'envers : cinéaste français (son prénom est le nom d'un mathématicien norvégien).
7. A quatre faces
8. Brome
9. A vingt faces
10. Muse de l'histoire - Possessif.
11. Estonie en langue du pays - Là où le soleil apparaît.

**LES
SUPPLEMENTS
1985**

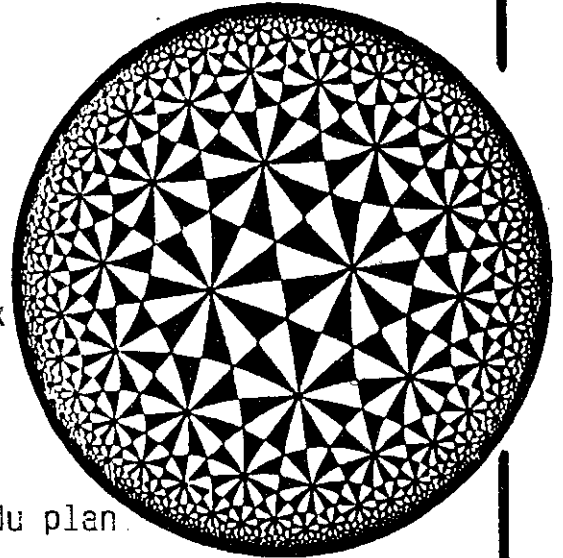
PAVAGES ET SYMETRIES

SOUSCRIVEZ et faites
souscrire votre C.D.I.
aux deux nouveaux

SUPPLEMENTS DU PLOT

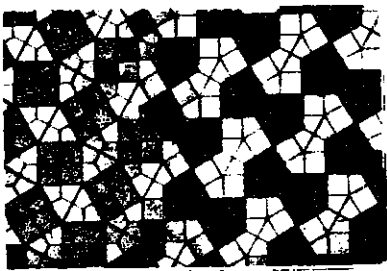
consacrés cette année aux
SYMETRIES du PLAN et de L'ESPACE.

Deux numéros permettant de
jouer, à tout âge, avec les symétries du plan
et de l'espace.



* Un numéro permettant de réaliser **FRISES, PAVAGES** ou **ENSEMBLES ARCHITECTURAUX** du plan ou de l'espace euclidien uniquement à partir de découpages et collages, des réalisations rapides à faire (et à refaire) avec du matériel prédécoupé et de la colle. Des idées de mathématiciens ou d'artistes français et étrangers.
Son titre : **PAPIERS COUPES.**

* Un numéro permettant de réaliser avec des **MIROIRS** des **PAVAGES** nouveaux et étonnants, périodiques ou non périodiques, euclidiens ou non euclidiens. Là encore, des idées originales de mathématiciens français et étrangers.
Son titre : **PAVAGES et KALEIDOSCOPES !**



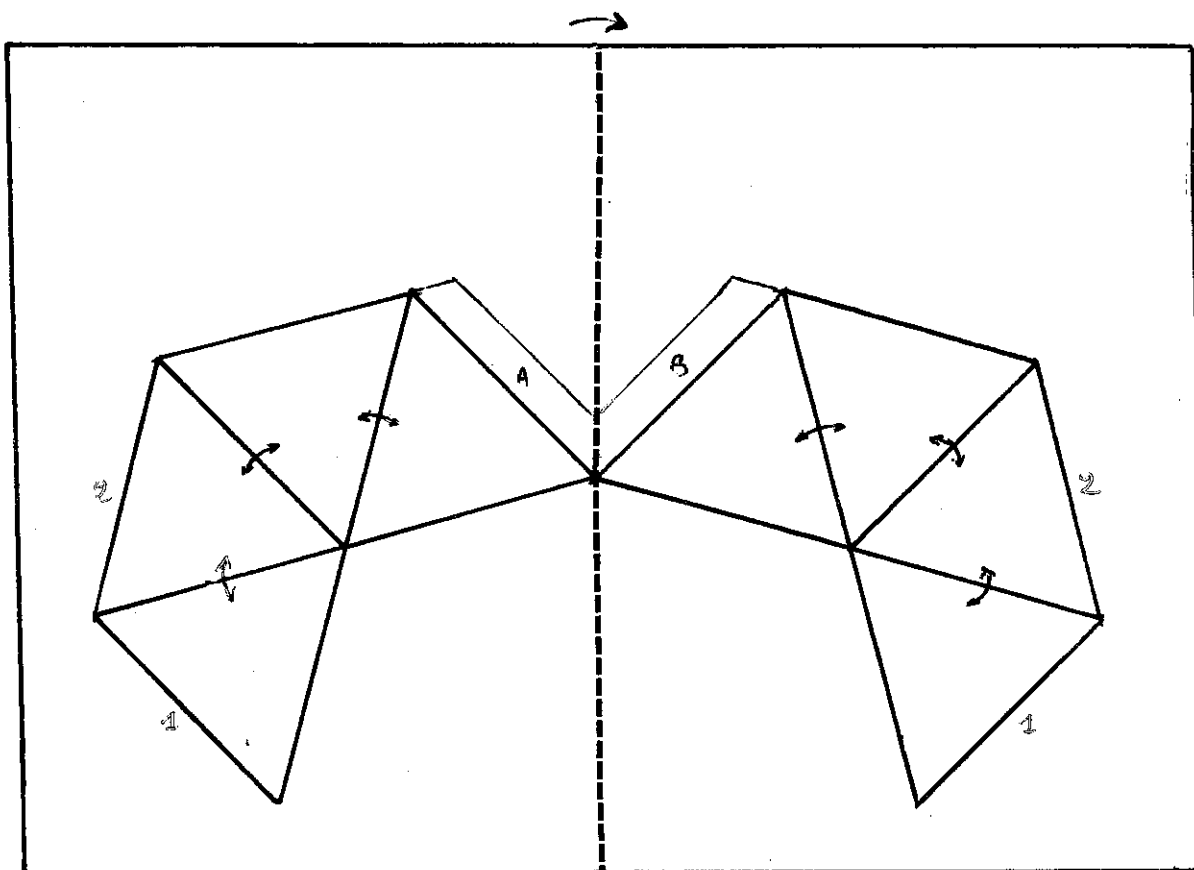
Pavage - Pavage dual

Chaque numéro sera accompagné comme les années précédentes des textes d'explication, des modes d'emploi et des idées pour réaliser soi-même d'autres matériels avec d'autres matériaux que vous trouverez dans le dossier ou dans les numéros annuels du Journal.

Cartes de voeux POLYEDRIQUES

Sur une idée de Joshiko KIMURA.
Japan - Août 1984.

Vous trouverez ici un (petit) aperçu des mille et une idées qui seront dans le premier supplément du PLOT 85 intitulé : Papiers (et cartons) coupés (et collés). Pensez à souscrire (et à faire souscrire).



Il vous faut une carte bristol format 15 x 21 (ou moins comme ici) que vous pliez ensuite en deux pour faire carte de voeux.

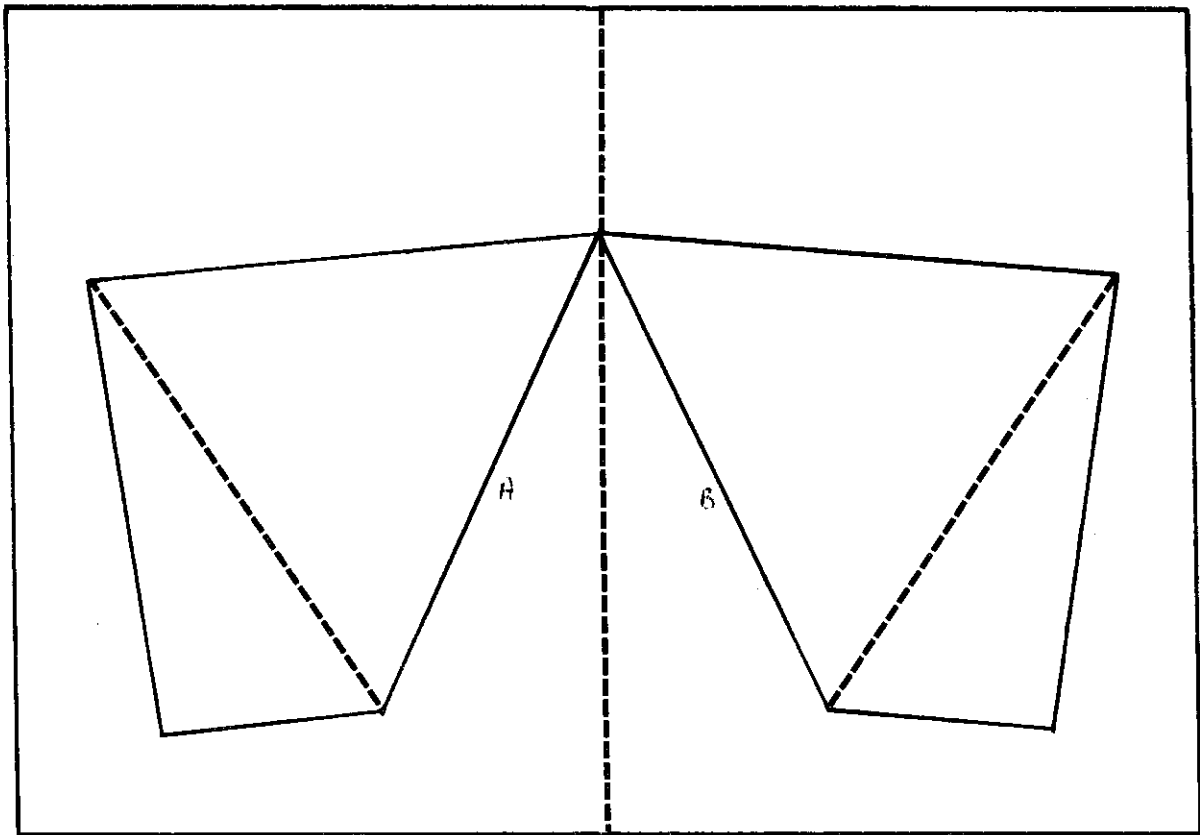
Dans un autre carton couleur découpez deux polygones comme ci-dessus faits de 4 triangles équilatéraux chacun. Pliez chacun de ces polygones, suivant les trois arêtes intérieures en passant un léger coup de cutter pour faciliter le pliage. A l'aide de languettes ou de papier collant collez chaque polygone, par les arêtes A et B, sur la carte bristol de telle sorte que ces arêtes fassent un angle de 45 degrés avec l'axe du pli de la carte. Collez ensuite, par les languettes ou avec

du papier collant, les deux polygones entre eux, par les arêtes 1-1 et 2-2. Ouvrez ensuite votre carte à 360 degrés et observez le cristal obtenu !

Autre méthode pour réaliser le polyèdre intérieur :

Au lieu de découper deux polyèdres, découpez directement un patron du polyèdre en respectant l'axe de symétrie de la carte pliée et dépliée. Vous obtenez ainsi une méthode générale pour réaliser d'autres cartes de voeux polyédriques ! Vous pouvez ainsi utiliser la dernière page couverture pour réaliser vos deux premières cartes de voeux 1985.

Autre exemple : Le Tétraèdre.



Comme précédemment, dans un carton léger, découpez deux polygones faits, chacun, d'un triangle équilatéral accolé à un demi-triangle équilatéral comme indiqué sur la figure. Pliez-les suivant l'arête commune en pointillé en incisant, à l'aide d'un cutter si nécessaire pour faciliter le pliage et dépliage.

A l'aide de languettes ou de papier collant, collez chaque polygone sur la carte bristol par les arêtes A et B de telle sorte que ces arêtes fassent 30 degrés avec l'axe du pli de la carte.

Collez ensuite, de même, les deux polygones entre eux par les arêtes 1-1 (en plaçant la languette ou le papier collant à l'intérieur).

Ouvrez ensuite cette carte à ... 180 degrés et observez du haut de la pyramide !
1985 vous attend ! avec ses suppléments !!

Vous pouvez aussi réaliser directement un patron du tétraèdre auquel il manque une face. Vous avez ainsi une nouvelle méthode pour réaliser d'autres cartes de vœux polyédriques.

Bonne Année 1985
et Joyeux pliages !



"Pliage chevron" et POLYEDRES

CONSTRUCTION DU TETRAEDRE REGULIER.

par : Pierre NURY et
André DUTHILLEUL - TOURS.

A la découverte des plis.

Nous avons découvert le "pliage chevron" à Amiens au cours des journées nationales de l'APMEP de septembre 1981. L'animateur de l'atelier auquel nous participions, après avoir exposé les points importants d'une unité pédagogique d'architecture (cf. Morphogénèse de Jean-Marie Delarue et Thierry Berthomier), nous présenta de spectaculaires et superbes polyèdres qui offraient l'avantage de dévoiler tout, ou presque, de leur structure grâce à l'originalité de leur construction. A l'époque, PLOT-Mat. n°1 puis 2 traitaient déjà de cette question, mais les structures élégantes et aérées qu'on nous montrait, provoquèrent notre enthousiasme : après les avoir observées, touchées, nous sommes rentrés à Tours persuadés ou presque d'avoir percé leur secret.....

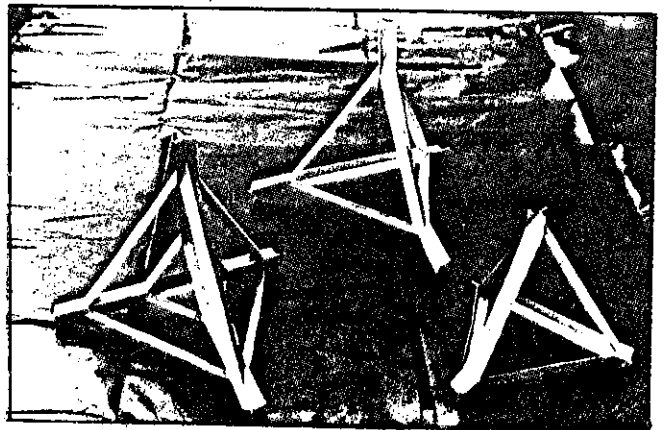
Nous nous sommes mis au travail ; on ne nous avait donné aucune explication sur la méthode de construction et il fallait, donc de mémoire, reconstituer ce que nous avons observé ou plutôt cru observer Il a fallu nous résoudre à la triste vérité : nous n'avions en fait rien compris !

L'accouchement du cube ne fut pas sans douleurs, le tétraèdre ne se laissant pas faire. Vaille que vaille pourtant la modeste collection s'agrandissait, et vint le jour où il fallut construire l'icosaèdre. Pour ce pape des polyèdres, nous construisimes des mitres de "bouts de carton" dont l'assemblage devait faire naître la merveille. Hélas, que d'efforts, de collages pour assembler l'inassemblable...

Grâce à la docilité du carton nous obtenions ce jour là le polyèdre malgré lui, avec des angles mous, des arêtes coudées, l'horreur quoi ! le CACAEDRE !

Ne doutant de rien, nous avons accepté de présenter NOS polyèdres aux journées départementales de Tours, et la veille nous nous sommes aperçus que toutes nos constructions étaient fausses.

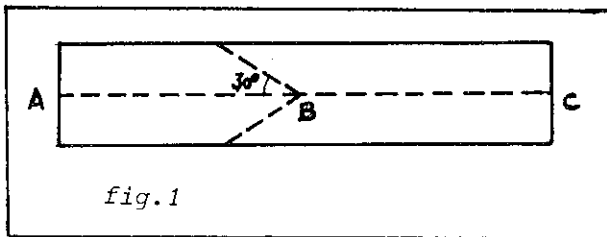
Au dernier moment, notre collègue de Château-Renault, Jean-Louis Bouquard nous sauva du déshonneur en nous faisant remarquer que bon nombre de problèmes de l'espace se résolvent par projection ! c'est donc à lui que nous devons le mariage du cosinus et de la tangente, clef de voûte des édifices que nous souhaitions obtenir non voûtés.



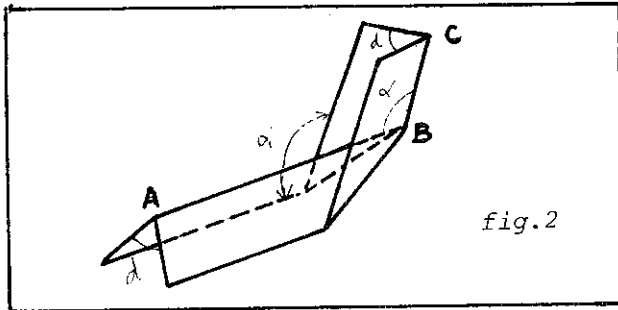
Nous proposons dans cet article un exemple de construction : celui du "tétraèdre régulier modulaire" et nous vous renvoyons au PLOT-Matériel 84 n°2, pour la construction des autres polyèdres de Platon.

LE PLIAGE CHEVRON.

Prendre une bande de bristol (ou matériau similaire) de 2 cm de large sur 10 cm de long et faire les tracés indiqués ci-dessous :



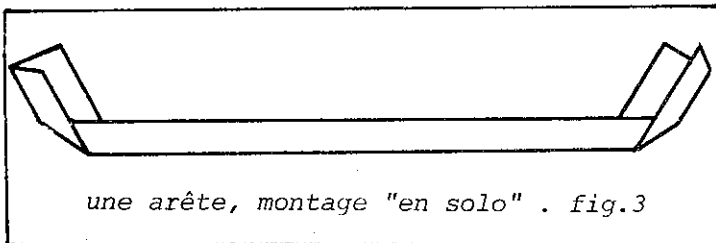
Plier suivant les pointillés de façon que AB soit un "pli montagne" et BC un "pli vallée" pour obtenir la figure suivante :



Si d (angle du dièdre) augmente α augmente aussi. La liaison de α et de d fournit une structure variable.

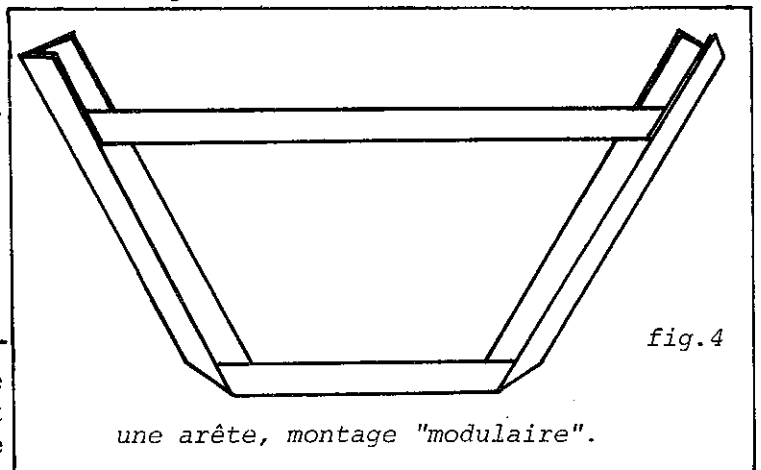
CONSTRUCTION DU TETRAEDRE.

a) Il nous faut construire par le procédé précédent les six arêtes du tétraèdre, chacune étant pourvue de deux pliages chevrons symétriques par rapport à son plan médiateur. (Voir fig.3).

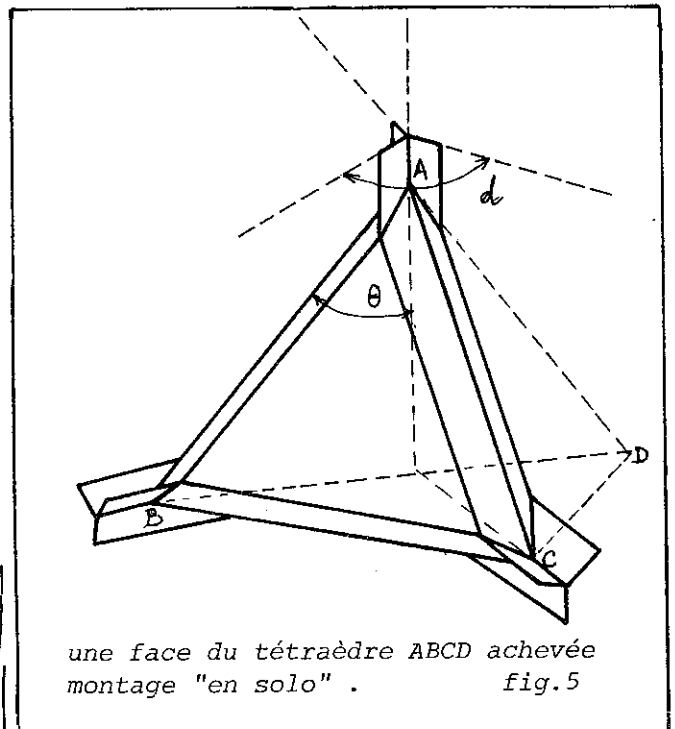


b) Une arête ainsi constituée manque, on le conçoit, de rigidité et on risque d'obtenir finalement une structure "molle". D'où l'idée de construire un module pour chaque arête ; ce module est constitué par deux bandes imbriquées l'une dans l'autre ; le travail est double, certes, mais le résultat est d'autant plus

intéressant qu'il fournit deux tétraèdres homothétiques et enrichit la structure rendant plus évidentes ses propriétés. (Voir fig. 4).



Que la solution adoptée soit la solution a) ou b), il faudra évidemment autant de bandes "solo" (ou de modules) que d'arêtes dans le polyèdre étudié. (Six par conséquent dans le cas qui nous intéresse ici).

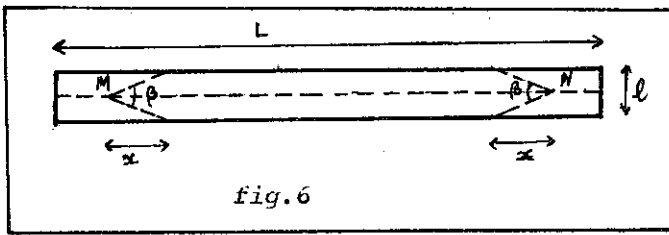


CONSTRUCTION DES ARETES CONSTITUANT LE TETRAEDRE REGULIER.

- Observer la photo et la figure 5.
- . L'angle dièdre du sommet est lié à l'ordre n du sommet (ici 3).

$$d = \frac{2 \pi}{n} \quad \text{ici } d = \frac{2 \pi}{3}$$

- Comment plier chacune des 6 bandes ?



Il est équivalent de déterminer β ou x : $\text{tg } \frac{\beta}{2} = \frac{\frac{l}{2}}{x}$ mais pour la commodité de la construction ou du nom du traçage nous avons choisi de déterminer x .

$$x = \frac{\frac{l}{2} \cos \frac{d}{2}}{\text{tg } \frac{\theta}{2}}$$

- Pour le tétraèdre régulier d'arête a , avec $l = 2 \text{ cm}$.

$$\frac{l}{2} = 1$$

$$d = 120^\circ$$

$$\theta \approx 35,26^\circ$$

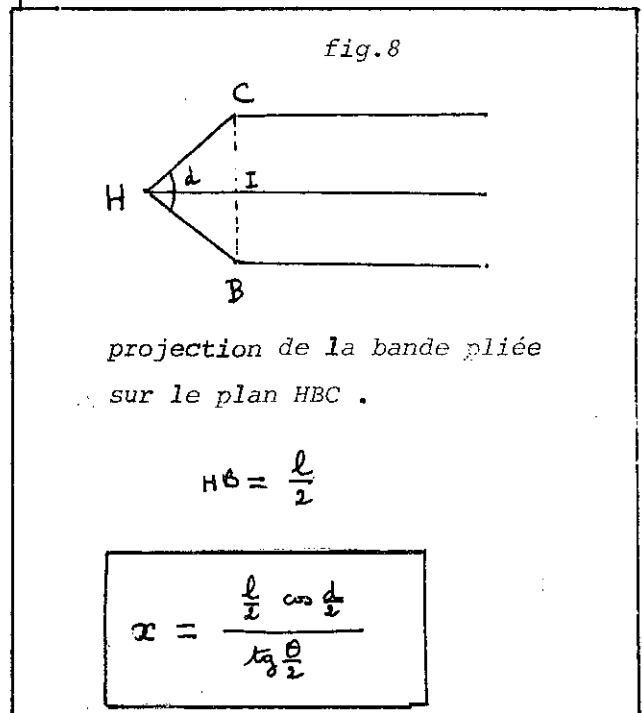
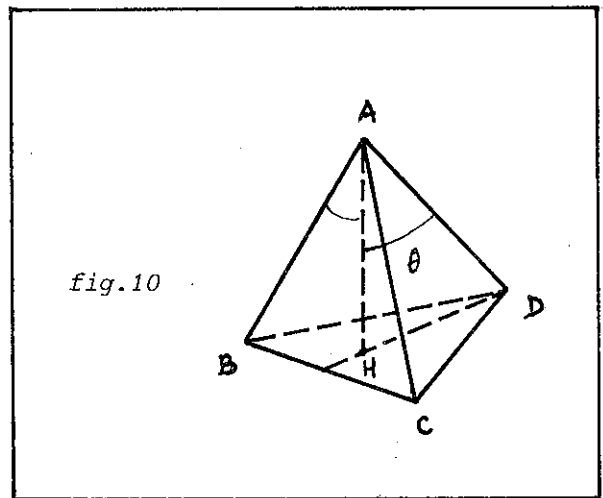
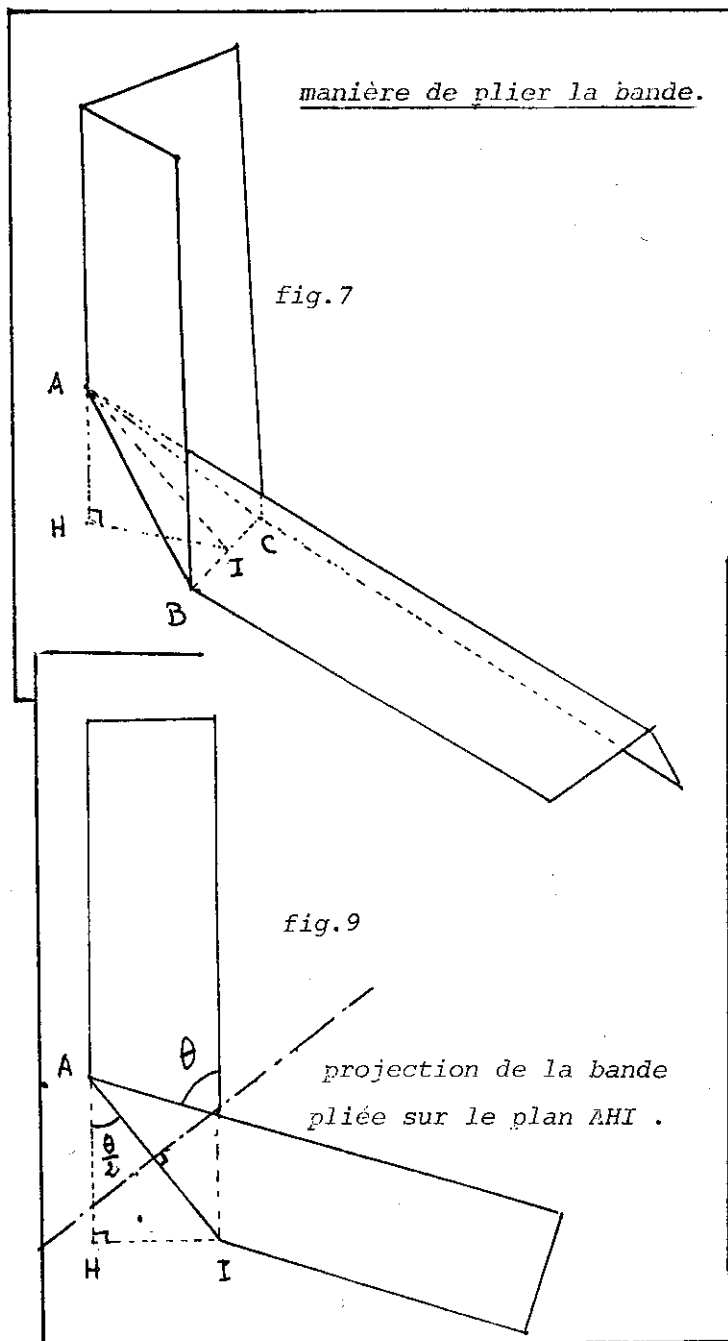
$$x \approx 1,57$$

En effet $DH = \frac{2}{3} \frac{a\sqrt{3}}{2} = \frac{a\sqrt{3}}{3}$

$$\sin \theta = \frac{\sqrt{3}}{3} \quad \theta \approx 35,2643^\circ$$

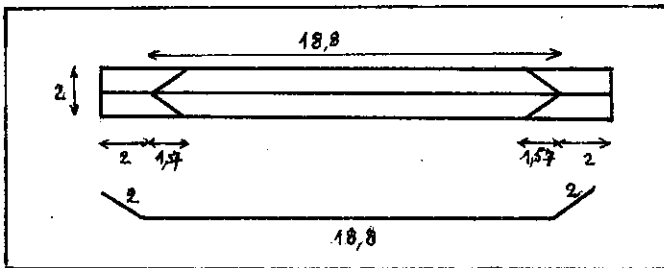
$$MN = a$$

(points M et N de la fig. 6).

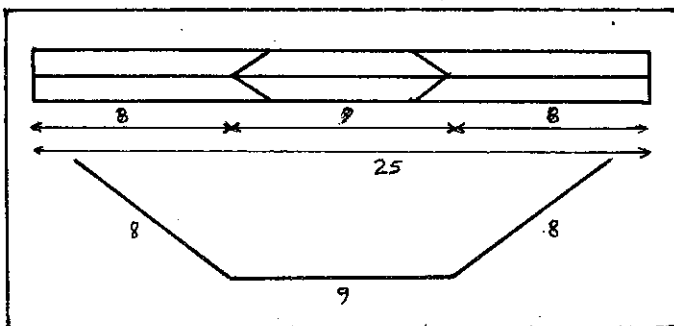


Nous laissons au lecteur le soin de vérifier que le module suivant est conforme aux calculs précédents :

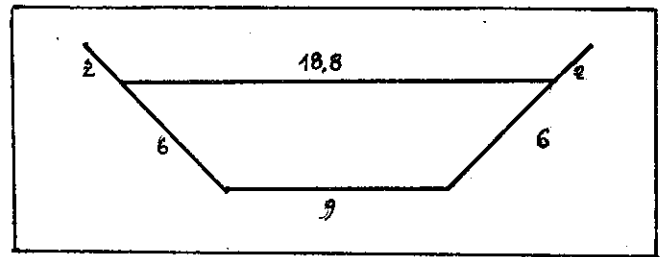
- Première partie du module : L'arête du tétraèdre mesure 18,8 cm.



- Deuxième partie du module : L'arête du "petit" tétraèdre mesure 9 cm.



- Le module (fig. 4).



Il suffit de construire 6 modules de ce type et de les assembler pour pouvoir contempler le fruit de vos efforts...

CONCLUSION PROVISOIRE.

Nous avons pensé que tout ce travail que vous venez d'effectuer pourrait vous être épargné en partie si l'on vous fournissait des bandes prédécoupées et prépliées : le PLOT-Matériel 85 n°1... va s'y employer et vous permettra de construire les 5 polyèdres de Platon...

Nous ne saurions donc trop vous conseiller de vous procurer la pochette correspondante à paraître très bientôt.

BIBLIOGRAPHIE: Morphogenèse (unité pédagogique d'architecture n°1) JM Delarue - Paris.

DES DEUX HOMMES AYANT DES PAINS.

De duobus hominibus habentibus panes.

Léonard de Pise.

Un jour, deux hommes avaient l'un trois pains et l'autre deux. Ils allèrent se promener auprès d'une source. Lorsqu'ils furent arrivés en ce lieu, ils s'assirent pour manger. Un soldat passa. Ils l'invitèrent. Il prit place à côté d'eux et il mangea avec eux, chaque convive ayant part égale.

Lorsque tous les pains furent mangés, le soldat partit en leur laissant cinq pièces pour prix de son repas. De cet argent, le premier prit trois pièces, comme il avait apporté trois pains ; l'autre, de son côté, prit les deux pièces qui restaient pour prix de ses deux pains.

On demande si le partage a été bien fait.

Quelques ignorants ont affirmé que ce partage était correct puisque chacun des deux hommes avait reçu une pièce pour un pain. Mais cela est faux. En effet, ils ont mangé à eux trois cinq pains. De là il résulte que chacun a eu un pain et deux tiers de pain. Donc, le soldat a mangé un pain et deux tiers, c'est-à-dire quatre tiers, des pains de celui qui avait trois pains. Des pains de l'autre, il n'a pas consommé plus du tiers d'un seul pain. C'est pourquoi quatre pièces devraient revenir au premier des deux hommes et une seule au second.

Réflexions d'un TECHNOLOGUE

LA GEOMETRIE A TRAVERS LE DESSIN

par J-C PATRAT . Poitiers

Suite et fin de l'article paru dans PLOT n°28 .

IV.2. Epures diverses.

Tous les tracés géométriques sur lesquels le dessinateur se livre à des mesures de longueur, d'angles, sont appelés épure. Les tracés de la géométrie descriptive constituent des épures ; ils ne sont pas les seuls. La plupart des sciences trouvent dans les tracés géométriques une résolution économique (facile et rapide) à de nombreux problèmes.

Le lecteur pourra se reporter à l'ouvrage de Lenormand et Tinel - Mémento de dessin industriel - Tome Problèmes graphiques, Librairie Foucher, pour découvrir la diversité des tracés dont quelques exemples sont présentés ci-après.

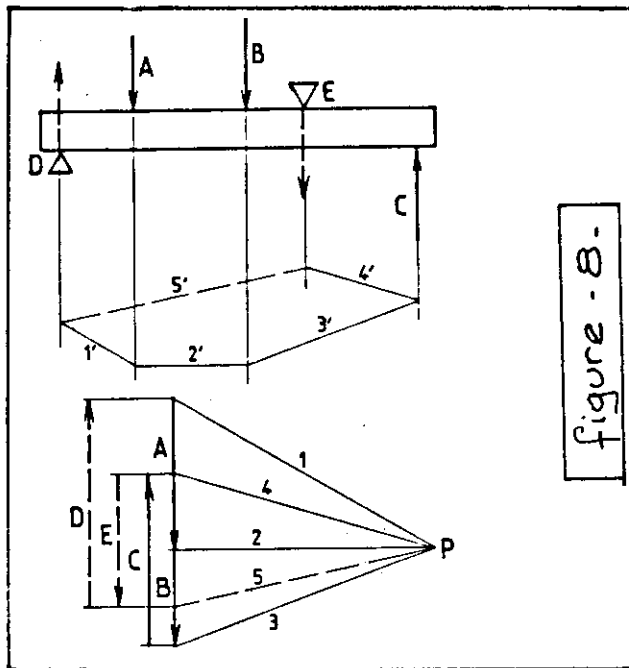


figure - 8 -

IV. 2.1. Statique graphique.

La figure 8 présente une épure de statique graphique appliquée à la recherche des forces d'appuis pour une poutre supportant les charges A, B et C.

L'épure comprend deux figures. Celle exécutée, sur le dessin de la poutre s'appelle le funiculaire, l'autre, isolée, le dynamique.

De telles constructions peuvent s'appliquer à la recherche du centre de gravité d'une plaque (figure 9) ou encore être associées entre elles pour donner des méthodes plus complexes (Crémona, Ritter.....).

Des applications pouvant intéresser le mathématicien concernent des techniques de dérivation et d'intégration graphique de fonction. (Voir encadré page suivante)

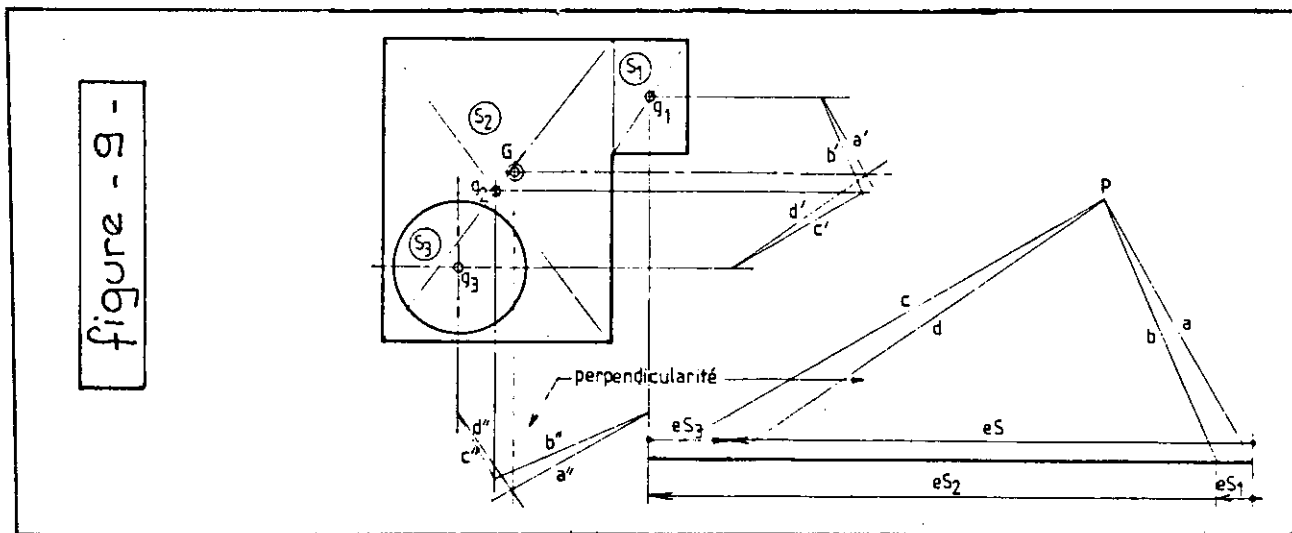
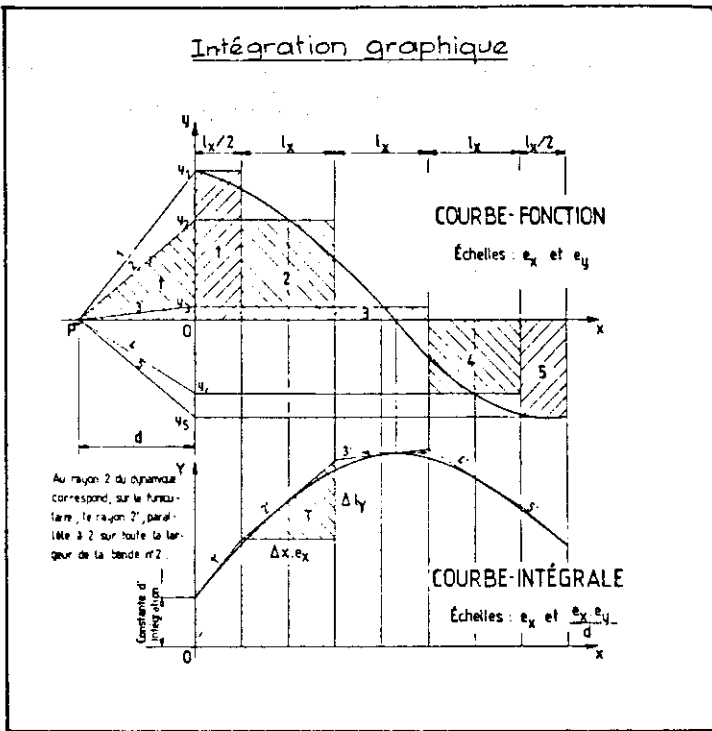


figure - 9 -



IV. 2.2. Cinématique graphique.

La cinématique offre de nombreuses applications graphiques : recherche de lieu géométrique, de trajectoire ; diagrammes des déplacements, des vitesses, des accélérations ; recherche des bases et des roulantes.

La figure 10 présente une application sur la cinématique d'un étai-limeur.

IV. 2.3. Application à la résistance des matériaux.

L'étude de la résistance des poutres offre également de nombreuses applications graphiques : détermination des moments statique et quadratique de la section de la poutre, établissement des diagrammes d'efforts tranchants et de moments fléchissants, recherche de la déformée,

La figure 11 présente un exemple d'application.

IV.3. Abaques et Nomogrammes.

Les calettes programmables remplaceront peut-être un jour les abaques et les nomogrammes mais ceux-ci ont encore de belles années devant eux tant leur emploi est ancré dans le monde industriel. Bien que difficiles à construire, ils sont rentables s'ils doivent être utilisés fréquemment.

La figure 12 donne deux exemples, mais peut être saurez-vous construire l'abaque qui donne la vitesse de rotation de la broche d'un tour (N en tr/mn) lorsque l'on connaît le diamètre (D mm) de la pièce à usiner et la vitesse de coupe (V m/mn) de l'outil, sachant que ces grandeurs sont liées par la relation :

$$V = \frac{\pi D N}{1000}$$

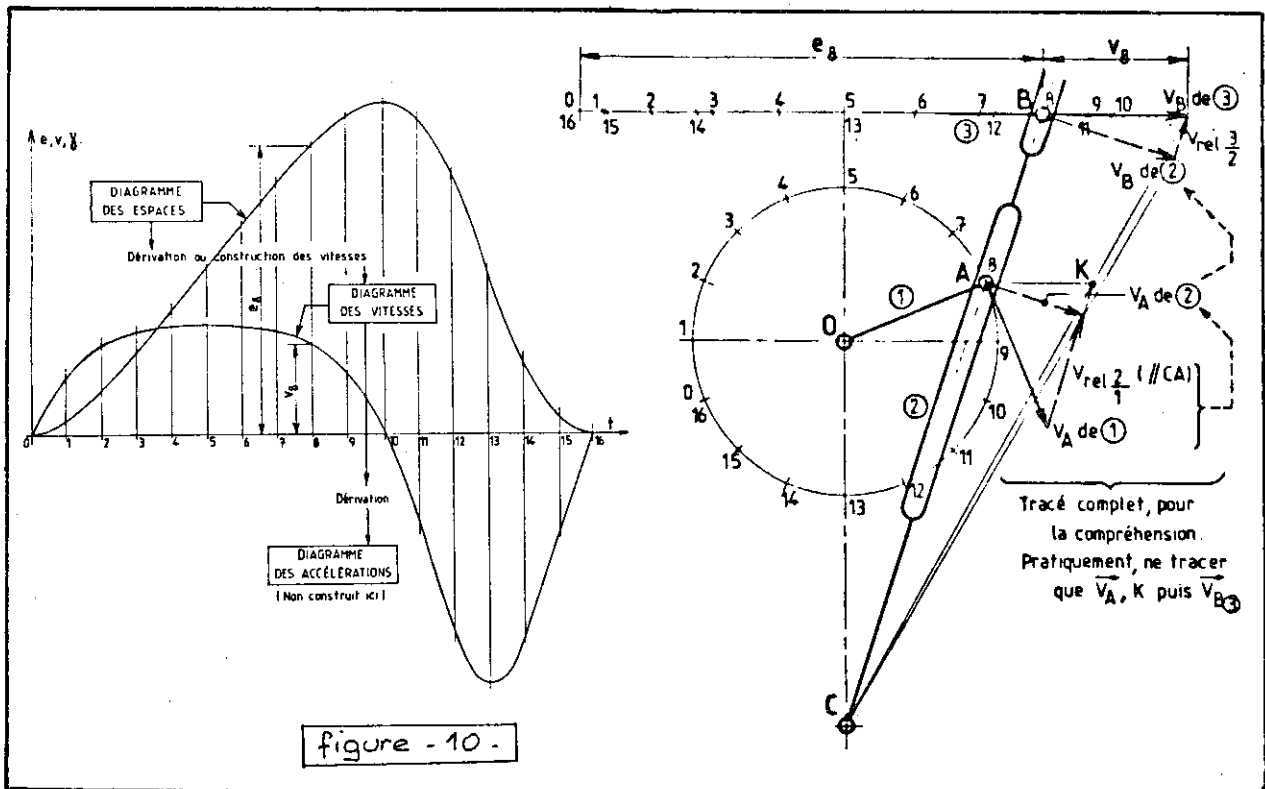
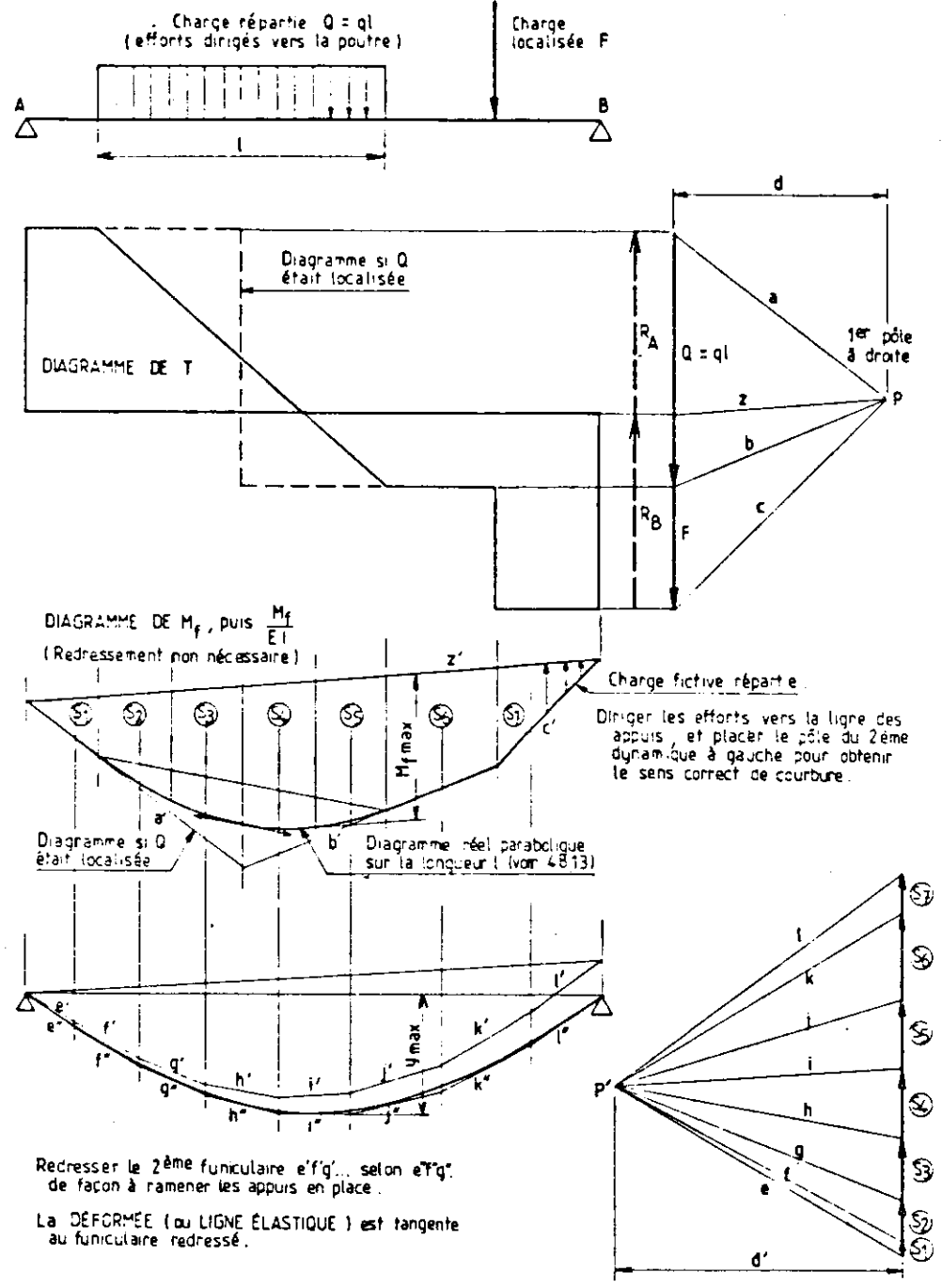


figure - 11 -



IV.4. Constructions spécifiques.

En dehors des applications générales décrites ci-dessus, les Sciences et Techniques abondent de constructions géométriques caractéristiques chacune d'un problème très particulier. Plutôt que de vous décrire quelques unes de ces applications, je vais vous soumettre un problème, d'apparence banale, que j'ai dû aborder récemment.

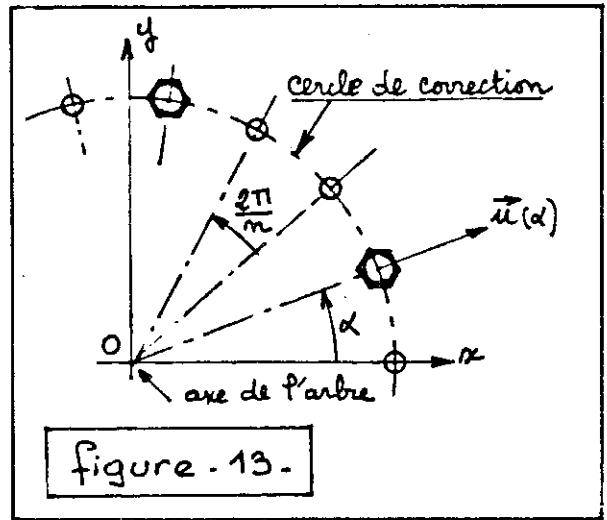
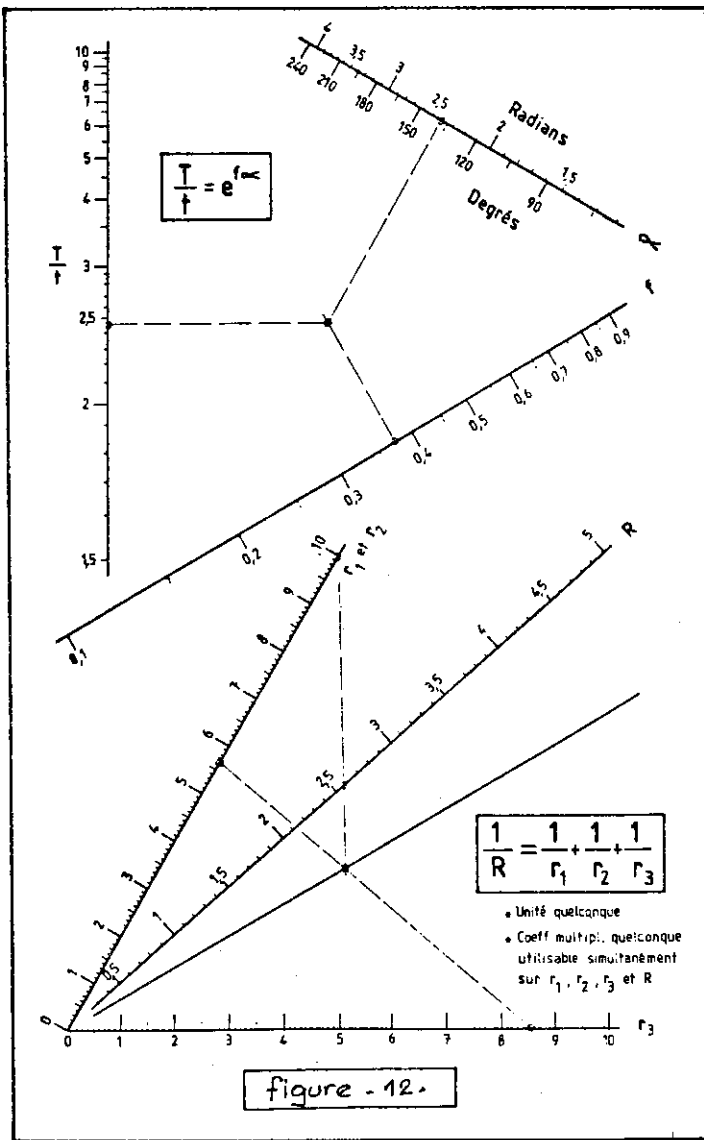
Les turbomoteurs d'avion tournant très vite, il est nécessaire de les équilibrer en ajoutant des

masselottes pour compenser le mieux possible les balourds des arbres. Une méthode de correction utilisée consiste à placer deux vis identiques aux deux sommets les plus appropriés d'un polygone régulier à n côtés centré sur l'arbre (figure 13).

Le balourd est modélisé par un vecteur du plan xy .

Si m est la masse de la vis, r le rayon du cercle de correction ; le balourd créé par la mise en place d'une vis vaut :

$$\vec{U} = m \cdot r \cdot \vec{u}(\alpha) \text{ avec } |\vec{u}(\alpha)| = 1$$



Le balourd (normé par mr) créé par la mise en place d'une vis en position k et d'une vis en position l , vaut :

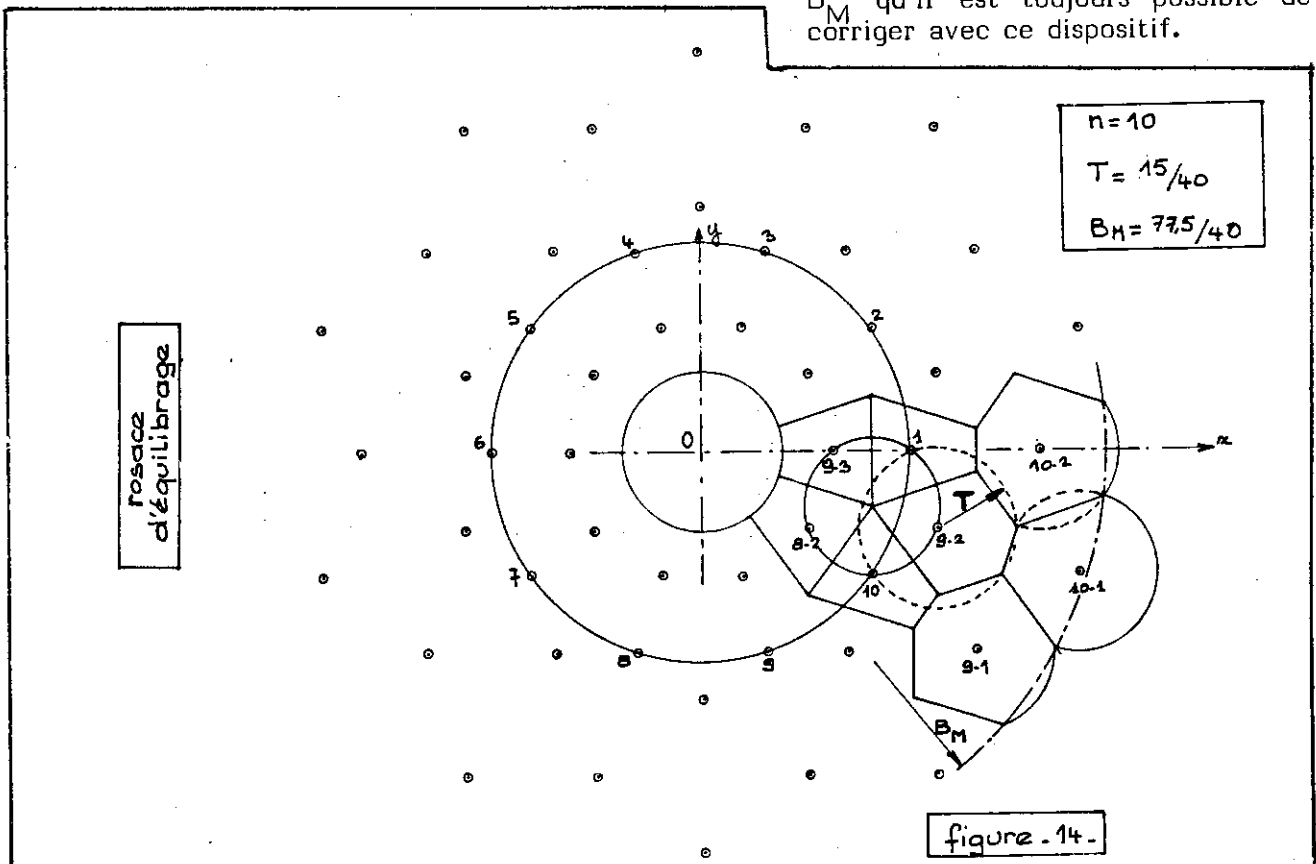
$$\vec{U}_{kl} = \vec{U}\left(\frac{2k\pi}{n}\right) + \vec{U}\left(\frac{2l\pi}{n}\right)$$

La correction d'un balourd B de l'arbre sera estimée suffisante si il existe k et l tels que :

$$|\vec{U}_{kl} + \vec{B}| < T$$

où T représente la tolérance d'équilibrage.

Le problème consiste, pour n fixé, à déterminer la tolérance T et le module du balourd maximum B_M qu'il est toujours possible de corriger avec ce dispositif.



L'étude graphique conduit pour $n = 10$ à la "rosace" de la figure 14. La construction de l'épure a demandé moins d'une demi-heure. Combien de temps demandera l'étude analytique qui permettrait de programmer la solution pour n quelconque, par exemple $n = 47$ ou $n = 63$?

J'imagine mal que l'on puisse résoudre ce problème sans se référer de très près aux propriétés de la géométrie.

V. LA GEOMETRIE A TRAVERS LE DESSIN : UN MOYEN D'EXPRESSION ET DE COMMUNICATION.

"Un bon dessin vaut mieux qu'un long discours" dit l'adage. De fait le dessin est un formidable outil d'expression et de communication.

V.1. Le dessin est un langage universel.

Le dessin technique est un langage universel possédant son vocabulaire (défini dans la technologie) sa grammaire avec sa morphologie et sa syntaxe (définies par la normalisation).

Grâce à lui, on peut "faire passer" un message :

- comprendre les formes d'une pièce ("voir dans l'espace"),
- analyser le fonctionnement d'une machine,
- déterminer la succession des opérations de montage et de démontage d'un mécanisme,

Le dessin qu'il soit technique ou non permet de communiquer, de se faire comprendre, tant qu'il reste figuratif. L'écriture est un dessin abstrait que seuls des initiés peuvent comprendre.

V.2. Le dessin est un support de la pensée, une "mémoire de masse".

Le dessin permet de stocker une énorme quantité d'informations avec restitution immédiate par vision grâce à l'extrême mobilité des yeux. Cette énorme quantité d'informations stockées et la difficulté d'informatiser simplement les concepts géométriques font que le développement de la Conception Assistée par Ordinateur est très lent car elle demande des moyens informatiques lourds.

La figure 14 montre des alignements caractéristiques et des petits cercles à cinq points. Ces informations faciles à lire sur le dessin sont elles aussi évidentes à découvrir analytiquement ? Que se passe-t-il pour d'autres valeurs de n ?

V.3. Le dessin est un puissant outil de création.

L'homme ne peut pas concevoir une machine entière uniquement par la pensée. La quantité et la diversité des problèmes à résoudre font qu'une étude par morceaux est toujours nécessaire, le dessin stockant les solutions partielles, que la mémoire humaine ne saurait retenir dans leur totalité. Le travail en équipes coordonnées est alors possible, même séparées par des milliers de kilomètres.

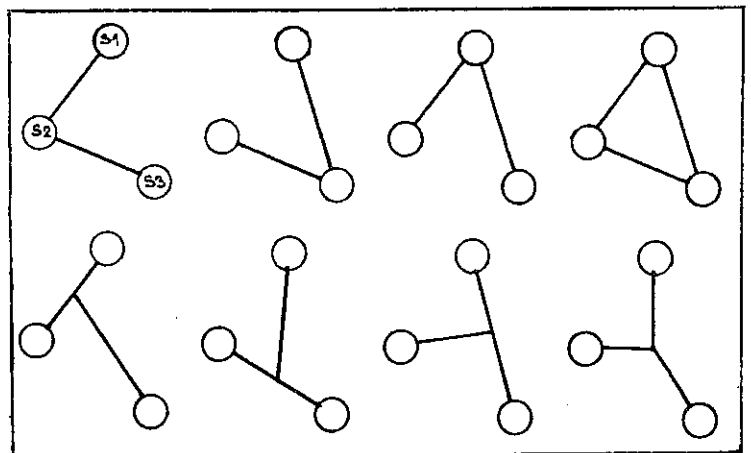
Associé à des méthodes de créativité, le dessin permet au dessinateur de franchir les frontières de sa pensée, lui donnant les moyens d'avoir de nouvelles idées quand ses idées sont taries.

Certaines de ces méthodes de créativité reposent sur des raisonnements mathématiques.

- L'analyse combinatoire trouve un intérêt marqué pour l'organisation des formes d'une pièce.

L'étude technologique conduit à définir des surfaces ayant un rôle fonctionnel dans un mécanisme. Certaines de ces surfaces doivent être reliées entre elles par de la matière pour constituer une pièce. Comment les relier entre elles ?

Les liaisons entre ces surfaces peuvent être établies indépendamment de leurs formes et de leurs positions relatives. Pour trois surfaces, voici les schémas que l'on obtient :



Ils conduisent tous à des pièces fondamentalement différentes. Des critères de fabrication, de résistance, d'aspect, de prix, ... permettent alors de choisir la disposition la plus intéressante. La mathématisation du procédé est possible. Quelles sont les solutions pour quatre, cinq surfaces ?

Une chaise ordinaire comporte quatre surfaces de contact au sol, une surface pour l'assise, une autre pour le dossier, soit six surfaces fonctionnelles au total. Essayez l'analyse combinatoire et observez toutes les chaises de votre environnement, vous serez surpris ! Compliquez le problème en ajoutant deux accoudoirs ! Faites attention vous devenez un artiste !

- La permutation des rôles trouve une application dans la recherche d'architecture d'un mécanisme ou d'une machine.

Prenons l'exemple d'un siège avant d'une voiture automobile et notons C la carrosserie, S le siège.


Pour des raisons évidentes le siège doit pouvoir se déplacer dans un mouvement de translation vers l'avant ou vers l'arrière.

Pour des raisons de fabrication et de fonctionnement, une glissière à billes est interposée entre le siège et la carrosserie. Cette glissière comprend une partie longue, notée G, et une partie courte, notée P, mobile en translation dans G.

Deux architectures sont alors possibles :

$$C + G \text{ — } P + S$$

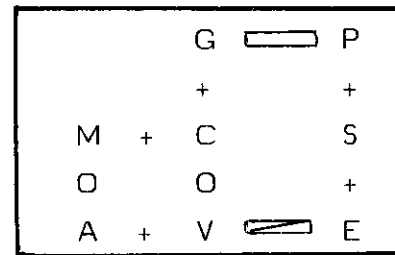
$$C + P \text{ — } G + S$$

le signe + traduit une liaison complète (zéro degré de liberté) ;
le symbole  traduit une liaison glissière (un degré de liberté en translation).


Quels sont les avantages et les inconvénients de chacune de ces solutions ?

Pour les besoins d'un myopathe (handicapé moteur) une motorisation du mouvement est décidée. Un moteur dont le carter est noté M et l'arbre A et un mécanisme de transformation de mouvement à vis V et écrou E sont utilisés.

Une architecture possible est la suivante :



le symbole O traduit la liaison pivot (un degré de liberté en rotation).

le symbole  traduit la liaison hélicoïdale (un degré de liberté).

Combien y a-t-il d'autres solutions ? Quels sont leurs avantages et inconvénients ?

VI. CONCLUSION.

Tous ces exemples décrivent assez mal et partiellement le passionnant métier de concepteur.

Enseigner la construction mécanique n'est jamais ennuyeux, mais quelle déception quand je découvre des étudiants à la "géométrie atrophiée". Dans mes cours j'ai parfois l'impression d'assister aux jeux olympiques des "handicapés géométriques", et encore s'il s'agissait toujours de jeux olympiques !

La réapparition de la géométrie au programme de mathématiques me reconforte. Je ne crois pas cependant qu'il faille refaire la géométrie d'il y a vingt ans. L'apport de l'informatique est à prendre largement en compte, mais attention à ne pas refaire l'erreur des mathématiques modernes.

Et puis, si vous manquez d'idées, venez nous voir ! Chez nous, des idées, il y en a pour tout le monde (rengaine bien connue !).

Puissent ces quelques lignes vous convaincre de la mission importante que nous attendons de vous : ouvrir les jeunes à une meilleure perception de leur environnement physique.



N'OUBLIEZ PAS ! ABONNEZ-VOUS A

PLOT 85

Problèmes



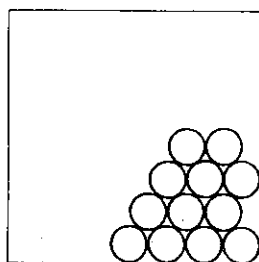
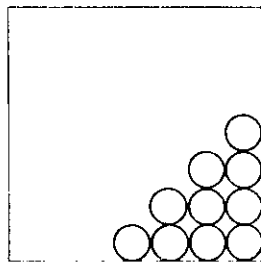
Suite des "Problèmes Chocs" des n°s 25, 26, 27.

√I

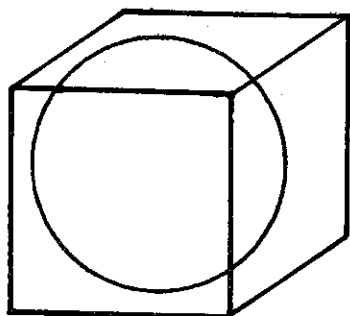
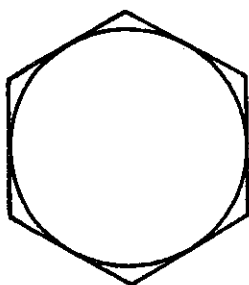
De quoi perdre la boule
(Réponse-partielle).

Ce problème est un problème.... ouvert. Les mathématiciens ne l'ont pas encore entièrement résolu ! Ce que l'on sait :

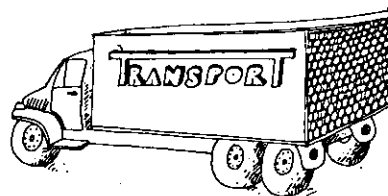
- Dans le plan, avec des disques unités l'empilement régulier le plus dense est connu. Il correspond au pavage régulier fait d'hexagones. Enveloppes convexes des disques, ces hexagones permettent de calculer facilement la densité d'empilement : c'est la fraction de l'hexagone occupée par le disque inscrit : $d = \text{aire du disque} / \text{aire de l'hexagone}$. Soit environ 90% de l'hexagone.



- Dans l'espace de dimension 3 l'empilement régulier le plus dense correspond au réseau cubique compact que tous les ... canoniers connaissent bien. Il s'obtient en disposant les uns sur les autres des boulets de canon à partir d'une base régulière dense.



Cet empilement correspond au pavage régulier de l'espace obtenu avec les dodécaèdres rhombiques, enveloppes convexes de ces boules unités. La densité d'empilement est la fraction du volume du dodécaèdre occupé par la sphère inscrite : $d = \text{volume de la sphère} / \text{volume du dodécaèdre}$. Soit environ 74%.



Pour les empilements quelconques, la densité maximale n'est pas connue. Peut-être dépasse-t-elle les densités ci-dessus. Mathématiciens et cristallographes s'intéressent encore fortement à ce problème.

Pour aller plus loin :

- 10 kg de café en grains occupent-ils plus ou moins de volume que 10 kg de café moulu ?
- Cet été, quand vous marchiez sur le sable, votre pied s'enfonçait-il ? Que devenait l'empilement des grains de sable ?
- Observez une sphère inscrite dans un cube. Quelle partie du cube occupe-t-elle ? $1/3$? $1/2$? $2/3$? plus ? moins ?

Bibliographie récente sur le sujet :

Outre le kiosque sur les empilements de sphères de l'exposition "Horizons Mathématiques" conçu avec l'aide du mathématicien Suisse : François Sigrist, vous pourrez vous reporter aux périodiques suivants :

- Pour la Science, n° 77 (Mars 1984)
- Sciences et Avenir, n° 448 (Juin 1984).
- Dossier PLOT 83 : Polyèdres dans l'espace (paru en octobre 1984).
- L'Ouvert de Strasbourg n° 36 (1984).

$\sqrt{2}$

Chat échaudé

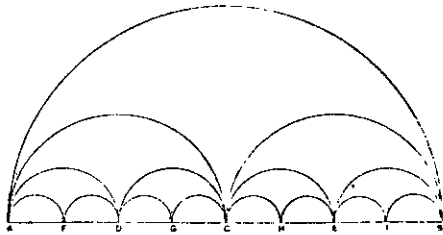
(Réponse aux n° 26 et 27).

Quelle est, à votre avis, la longueur de la courbe limite ?

Quelle est donc la courbe limite ?

Aucun doute possible, c'est le diamètre [AB] d'où la longueur, celle de [AB]. Par contre, pour la question : "Quelle est (toujours à votre avis) la limite de la longueur de la courbe ?"

Aucun doute possible, la longueur est constante et égale à sa limite soit $\pi \cdot AB/2$. La convergence de la courbe vers AB n'étant pas uniforme la limite de la longueur n'est pas égale à la longueur de la limite.



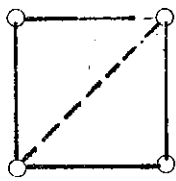
Pour aller plus loin :

- Qu'en est-il pour l'aire du domaine compris entre la courbe et le segment AB ?

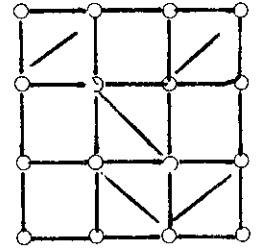
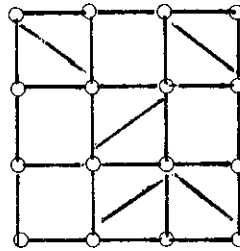
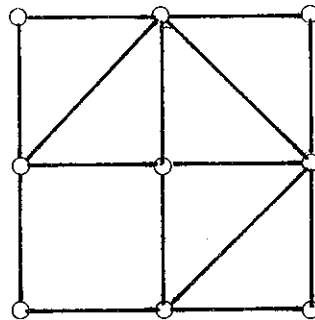
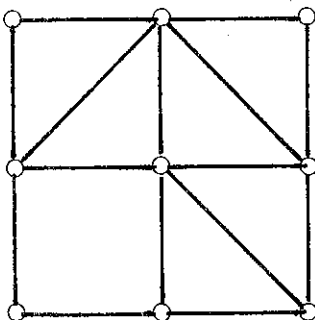
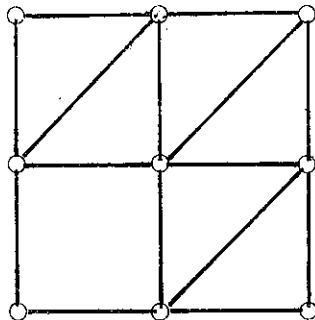
$\sqrt{3}$

Rigides les structures ?

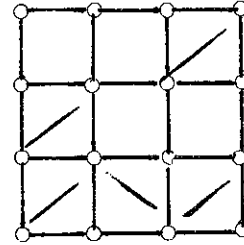
(Réponse au n° 25).



1x1 ou 2x2



ou 3x3



ou ...

Pour aller plus loin :

Comment trianguler, avec le minimum de barres de longueur $\sqrt{2}$, un réseau cubique 1 sur 1 ? 2 sur 2 ? 3 sur 3 ? et avec des barres de longueur $\sqrt{3}$?

$\sqrt{4}$

L'effet de structure

(Suite du n° 27).

Résultats au baccalauréat, Classe 11e X, du Lycée "René HABY".

Classe TX 2	1983		1984	
	Présentés	Reçus	Présentés	Reçus
Non redoublants	22	12	15	8
Redoublants	3	3	10	9
TOTAL	25	15	25	17

Le jour de la pré-rentree, pour meubler le temps, chacun y va de son commentaire :

Le Proviseur : "L'année 1984 marque une progression de 13 % dans la réussite au baccalauréat de la classe de TX ! Je félicite les professeurs de cette classe !".

Le professeur de Math : "Bonne année ! le taux de réussite a augmenté de 8 % !"

Un parent d'élève (recalé) : "Qu'on soit redoublant ou pas, cette année ça a moins bien marché pour les élèves, je ne félicite pas les profs !".

Un élève (reçu) : "En tout cas, en redoublant en 84, j'avais 35,5 % de chances de plus de réussir que l'année d'avant".

Un redoublant : "Pas du tout ! tu avais 10 % de chances en moins !".

Qui a raison ? Qui a tort ?

$\sqrt{5}$

Les hasards de la vie, ou, encore une histoire de boules !

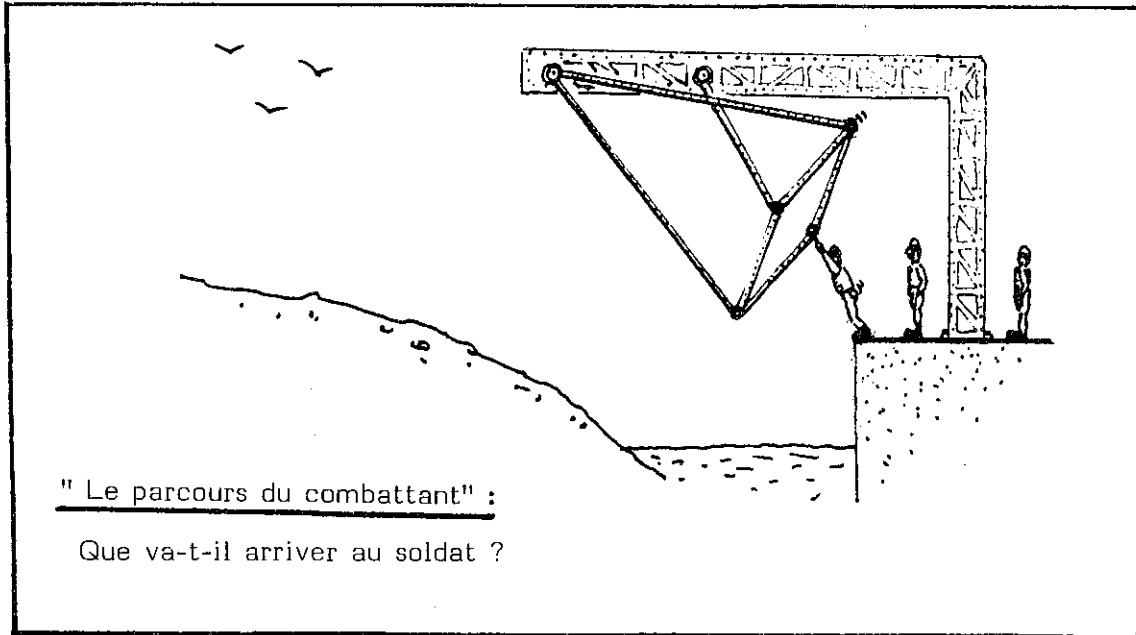
Prenez une bouteille style "orangina". Placez-y 3 boules blanches et 1 boule rouge. Bouchez la bouteille. Secouez-la, secouez-la, retournez-la. Sans faire de calcul, quelle chance avez-vous, en moyenne, d'obtenir, au bas du bouchon, deux boules de couleurs différentes ? Y a-t-il un rapport avec la génétique ? Et si vous aviez mis deux blanches et deux rouges ? Comment prolonger ce problème ?



ABONNEZ-VOUS
au PLOT • **VOUS**
ABONNEZ-VOUS
ABONNEZ-VOUS
au SUPPLEMENT du PLOT • **JS**
ABONNEZ-VOUS
ABONNEZ-VOUS
(voir en dernière page)

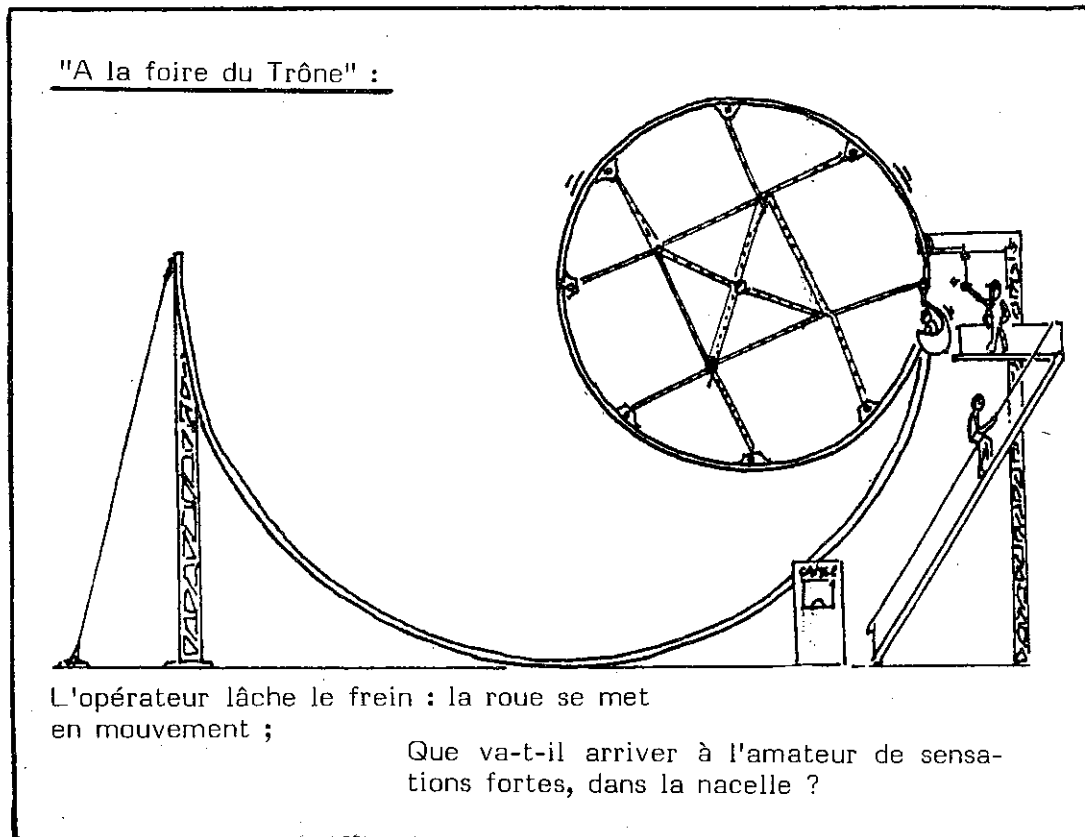
Problèmes chocs.

.... proposés par Jacques LUBCZANSKI de l'ENSET de Cachan, fidèle lecteur du PLOT à qui nous devons déjà "l'effet de structure".



"Le parcours du combattant" :

Que va-t-il arriver au soldat ?



"A la foire du Trône" :

L'opérateur lâche le frein : la roue se met en mouvement ;

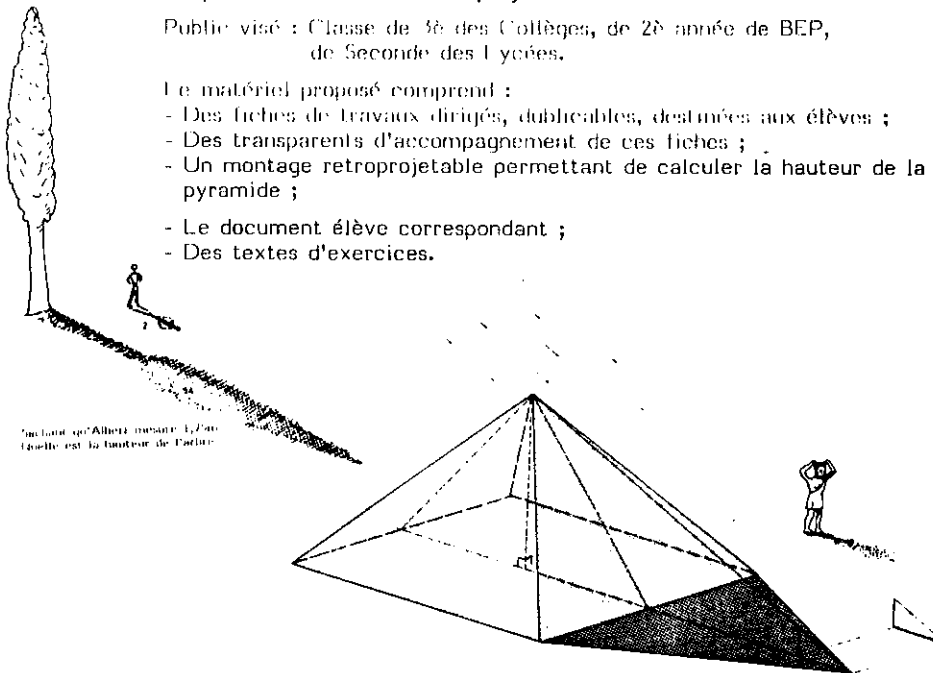
Que va-t-il arriver à l'amateur de sensations fortes, dans la nacelle ?

R11 Propriété de Thalès au rétroprojecteur.

Public visé : Classe de 5^e des Collèges, de 2^d année de BEP,
de Seconde des Lycées.

Le matériel proposé comprend :

- Des fiches de travaux dirigés, duplicables, destinées aux élèves ;
- Des transparents d'accompagnement de ces fiches ;
- Un montage rétroprojectable permettant de calculer la hauteur de la pyramide ;
- Le document élève correspondant ;
- Des textes d'exercices.



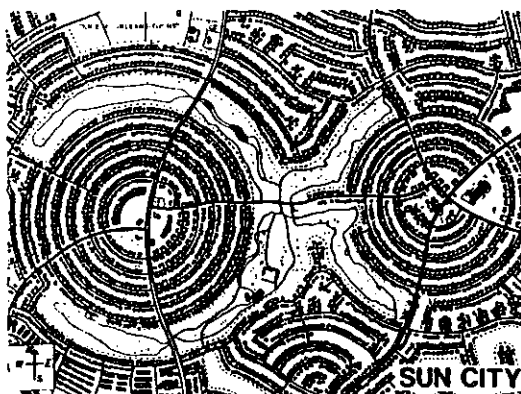
Incluant un Albert mesurant l'arbre
Quelle est la hauteur de l'arbre.

R12 Repérages dans le plan au rétroprojecteur.

Public visé : Elèves du cours moyen et du 1^{er} cycle du Secondaire,
Enseignants de maths, physique, géographie.

Ces transparents ont été conçus pour permettre une approche des systèmes de repérage dans le plan. Ils établissent une démarche qui conduit de la photographie aérienne au repérage en coordonnées cartésiennes ou polaires d'une partie de la carte d'état major associée à ce document photographique.

Les transparents représentent des villes choisies pour leur urbanisme très particulier : rectangulaire (Neuf Brisach), circulaire (Bram - Sun city).



POCHETTES EDITEES
PAR L'IREM D'ORLEANS
(25 F l'unité - Port inclus).

Tous à vos MICROS ...

Jean-Claude LEBRETON

Les produits énigmatiques.

Tel était le titre d'un article du PLOT n° 27 présentant un court listing québécois. En voici une variante plus complète puisqu'il contient plusieurs propriétés à découvrir. Ce nouveau programme tient compte des critiques faites par Bernard Monthubert (cf revue INFORMATIEM n°8).

Son écriture m'a posé quelques problèmes. En effet, il n'est pas question, dans une revue comme le PLOT d'écrire des pages et des pages de listing.

C'est pourquoi ce programme, déjà bien long, n'est pas écrit de façon modulaire. Des fautes de frappe se traduiront par un message d'erreur car je n'ai pas écrit de sous-programme de saisie.

En outre, à part 3 ou 4 instructions spécifiques à l'Apple, il essaie d'utiliser un BASIC le plus standard possible afin d'être adaptable sur divers micro-ordinateurs.

Toute remarque de lecteur sur ce programme, sur son utilisation sera la bienvenue.

§

§RUN 130

PS1:L'ordinateur peut être remplacé par un ou plusieurs élèves.

PS2:Le calcul joue un rôle secondaire dans ce programme où l'essentiel est d'émettre des hypothèses et de les tester. En fournissant des calembres, on peut l'utiliser avec des élèves, jeunes ou adultes, qui maîtrisent mal les options élémentaires.

De curieux produits.

Fais-moi multiplier 2 nombres. Essaie de deviner pour quels nombres je donne la bonne réponse ; il m'arrive, en effet, de me tromper !

Ecris, au hasard, un nombre de 3 chiffres au plus.

?12

Veux-tu que ma façon de calculer soit choisie par :

1. l'ordinateur ?

2. une deuxième personne ?

Ecris ta réponse (1 ou 2): 2

Laisse la place et ne regarde pas l'écran pendant le choix.

C'est à la deuxième personne de taper sur une touche.

Je donne la bonne réponse seulement si

1 l'un des nombres divise l'autre.

2 chaque nombre est un carré.

3 les deux nombres sont pairs.

4 les deux nombres sont impairs.

5 les deux nombres sont des multiples de 3

6 les deux nombres sont des diviseurs de 60.

7 le premier nombre est supérieur au deuxième.

8 le premier nombre est un multiple de 10.

9 le premier nombre est un multiple du deuxième.

Choix (de 1 à 9): 8

Ecris deux nombres naturels séparés par une virgule: 10,6

10 x 6 :est-ce 60 ?N

Vérifie en faisant le calcul.

10 x 6 :est-ce 60 ?O

Tu as raison.

Liste des couples de nombres dont le produit proposé était bon:

10 et 6

Ecris deux nombres naturels séparés par une virgule: 12,3

12 x 3 :est-ce 49 ?N

Tu as raison.

Liste des couples de nombres dont le produit proposé était bon:

10 et 6

Liste des couples de nombres dont le produit proposé était faux:

12 et 3

Ecris deux nombres naturels séparés par une virgule: 20,7

20 x 7 :est-ce 140 ?O

Tu as raison.

Liste des couples de nombres dont le produit proposé était bon:

10 et 6 20 et 7

Liste des couples de nombres dont le produit proposé était faux:

12 et 3

Ecris deux nombres naturels séparés par une virgule: 45,5

45 x 5 :est-ce 0 ?N

Tu as raison.

Liste des couples de nombres dont le produit proposé était bon:

10 et 6 20 et 7

Liste des couples de nombres dont le produit proposé était faux:

12 et 3 45 et 5

Ecris deux nombres naturels séparés par une virgule: 100,7

100 x 7 :est-ce 700 ?O

Tu as raison.

Liste des couples de nombres dont le produit proposé était bon:

10 et 6 20 et 7 100 et 7

Liste des couples de nombres dont le produit proposé était faux:

12 et 3 45 et 5

```

120 HOME
130 DIM A(100),B(100)
140 PRINT "Fais-moi multiplier 2 nombres.
Essaie de deviner pour quels nombres
je donne la bonne réponse;il m'arriv
e,en effet,de me tromper !"
160 PRINT : PRINT
170 PRINT "Ecris,au hasard,un nombre de 3
chiffres au plus."
180 INPUT NB
190 IF NB / 1000 > = 1 THEN 170
200 FOR M = 1 TO NB:X = RND (1): NEXT M
210 HOME
220 PRINT "Veux-tu que ma façon de calcul
er soit choisie par :"
230 PRINT "1. l'ordinateur ?"
240 PRINT "2. une deuxième personne ?"
250 INPUT "Ecris ta réponse (1 ou 2): ";R
E
260 HOME
270 GOSUB 1280
280 REM Calcul du n° R de la règle à déc
ouvrir
290 IF RE = 1 THEN R = INT ( RND (1) * 9
) + 1: HOME : GOTO 380
300 IF RE < > 2 THEN 250
310 PRINT "Laisse la place et ne regarde
pas l'écran pendant le choix."
PRINT "C'est à la deuxième personne
de taper sur une touche.": GET R$: REM
la pgr continue dès qu'une touche es
t appuivée
320 PRINT A$
330 FOR I = 1 TO 9
340 PRINT I; " ";
350 PRINT A$(I)
360 NEXT I
370 INPUT "Choix (de 1 à 9): ";R: HOME
380 INPUT "Ecris deux nombres naturels sé
parés par une virgule: ";A,B
390 IF A < > INT (A) OR B < > INT (B)
THEN 380
395 HOME
400 D = CE
410 REM Calcul du pseudo-produit
420 ON R GOSUB 880,940,980,1020,1060,1100
,1140,1170,1200
430 PRINT A; " x ";B; " :est-ce ";C; " ";
450 INPUT REP$
460 IF V > 0 THEN 500
470 REM Mise en tableau des couples de n
ombres proposés
480 IF C = A * B THEN A(K) = A:A(K + 1) =
B:K = K + 2: GOTO 500
490 B(J) = A:B(J + 1) = B:J = J + 2
500 IF LEFT$(REP$,1) = LEFT$(C$,1) THEN
PRINT "Tu as raison.": GOTO 550
510 IF V > 2 THEN PRINT "C'est pourtant
moi qui ai raison.": GOTO 550
520 REM 3 réponses fausses au plus sont
tolérées
530 V = V + 1
540 PRINT "Vérifié en faisant le calcul."
: GOTO 430
550 V = 0
560 REM Nombre d'essais faux successifs
570 E = E + 1
580 IF E < 30 THEN 630
590 E = 0
600 PRINT "Je vais t'aider.": GOSUB 1390
610 PRINT "Appuie sur une touche pour con
tinuer.": GET R$
620 HOME
630 PRINT : IF K < 2 THEN 680
640 PRINT "Liste des couples de nombres d
ont le produit proposé était bon:"
650 FOR U = 0 TO K - 2 STEP 2
660 PRINT A(U); " et ";A(U + 1); " ";
670 NEXT U
680 PRINT : IF J < 2 THEN 750
690 PRINT "Liste des couples de nombres d
ont le produit proposé était faux:"
700 FOR U = 0 TO J - 2 STEP 2
710 PRINT B(U); " et ";B(U + 1); " ";
720 NEXT U
730 PRINT
740 REM Nombre d'essais successifs just
es
750 IF D = CE + 1 THEN CE = 0: GOTO 790
760 IF CE < 10 THEN 380
770 REM Après 10 essais successifs juste
s...
780 GOSUB 1390
790 PRINT "Laquelle de ces 3 règles chois
is-tu "; INPUT L
800 IF XL = R THEN PRINT "Bravo ! "; G0
840
810 PRINT "Erreur."
820 INPUT "Veux-tu faire un autre essai "
:REP$
830 IF LEFT$(REP$,1) = "0" THEN 380
840 INPUT "Veux-tu recommencer avec une a
utre façon de calculer ";REP$
850 IF LEFT$(REP$,1) = "0" THEN 764
860 PRINT "Au revoir.": END
870 REM Sous-programmes pour calculer l
e pseudo-produit
875 REM Règle 1
880 IF B = 0 AND A = 0 THEN 1250
890 IF B = 0 THEN 960
900 IF A = 0 THEN 960
910 IF A / B = INT (A / B) THEN 960
920 IF B / A = INT (B / A) THEN GOTO 96
0
930 GOTO 1250
935 REM Règle 2
940 IF ABS ( SQR (A) - INT ( SQR (A))) >
.3 THEN 1250
950 IF ABS ( SQR (B) - INT ( SQR (B))) >
.3 THEN 1250
960 C = A * B:CE = CE + 1:D$ = "OUI":F = 1
970 RETURN
975 REM Règle 3
980 IF A / 2 < > INT (A / 2) THEN 1250
990 IF B / 2 < > INT (B / 2) THEN 1250
1000 GOTO 960
1010 REM Règle 4
1020 IF A / 2 = INT (A / 2) THEN 1250
1030 IF B / 2 = INT (B / 2) THEN 1250
1040 GOTO 960
1050 REM Règle 5
1060 IF A / 3 < > INT (A / 3) THEN 1250
1070 IF B / 3 < > INT (B / 3) THEN 1250
1080 GOTO 960
1090 REM Règle 6
1100 IF A = 0 OR B = 0 THEN 1250
1105 IF 60 / A < > INT (60 / A) THEN 12
50
1110 IF 60 / B < > INT (60 / B) THEN 12
50
1120 GOTO 960
1130 REM Règle 7
1140 IF A < = B THEN 1250
1150 GOTO 960
1160 REM Règle 8
1170 IF A / 10 < > INT (A / 10) THEN 12
50
1180 GOTO 960
1190 REM Règle 9
1200 IF B = 0 AND A = 0 THEN 1230
1210 IF B = 0 AND A < > 0 THEN 1250
1220 IF A / B < > INT (A / B) THEN 1250
1230 GOTO 960
1250 C = INT ( RND (1) * 50) + (C = A * B
)
1260 G$ = "NON"
1270 RETURN
1280 A$ = "Je donne la bonne réponse seule
ment si"
1290 A$(1) = "l'un des nombres divise l'au
tre."
1300 A$(2) = "chaque nombre est un carré."
1310 A$(3) = "les deux nombres sont pairs."
1320 A$(4) = "les deux nombres sont impair
s."
1330 A$(5) = "les deux nombres sont des mu
ltiples de 3"
1340 A$(6) = "les deux nombres sont des di
viseurs de 60."
1350 A$(7) = "le premier nombre est supéri
eur au deux-ième."
1360 A$(8) = "le premier nombre est un mul
tiple de 10."

```

Suite page 34 .

Les PRODUITS Enigmatiques démocratisés ...

par Michel CLINARD.

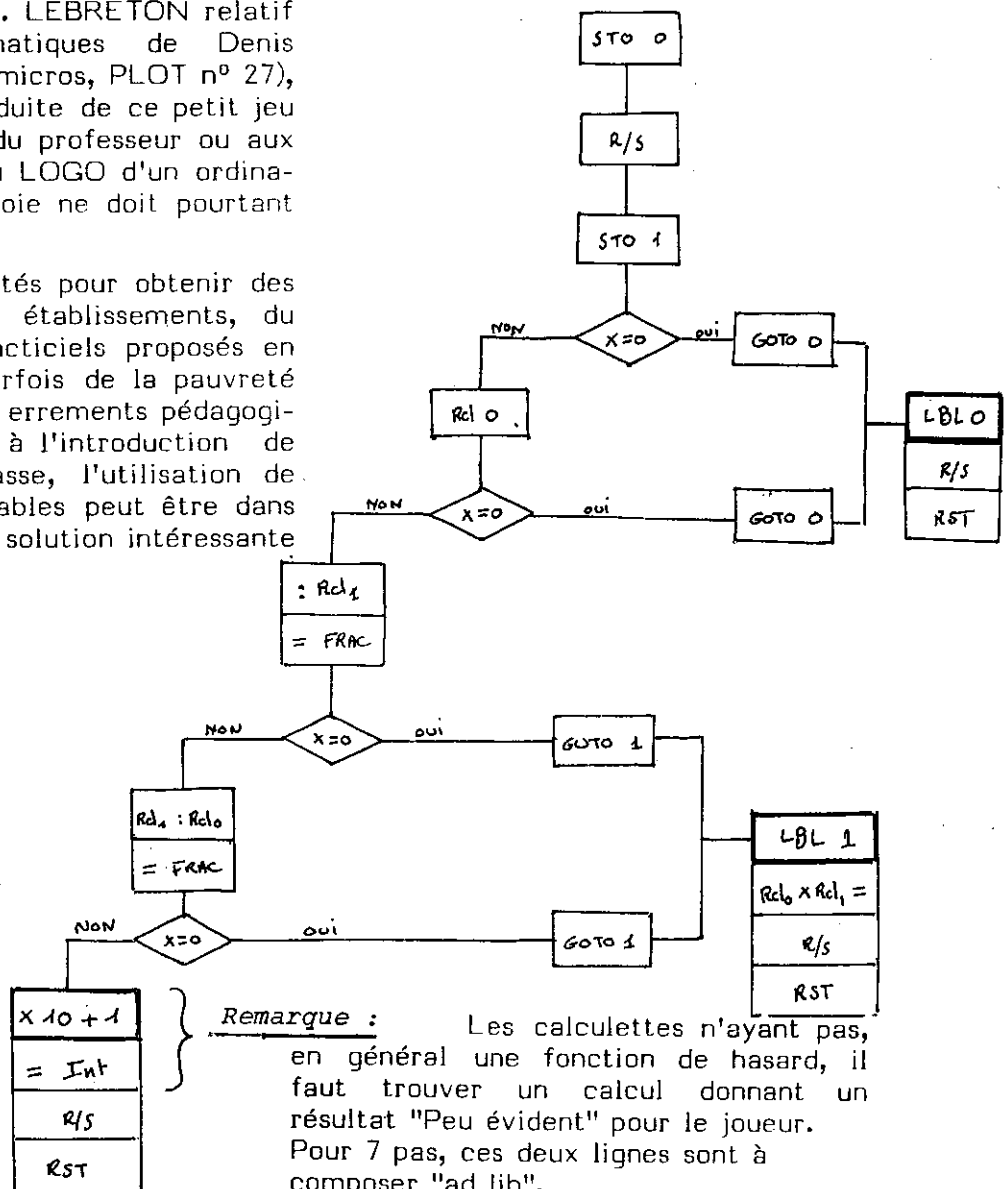
Dans le numéro 27 nous avons ouvert une rubrique "Tous à vos micros" avec l'article de Jean Claude LEBRETON sur un programme relatif aux produits énigmatiques.

Avant de vous présenter une nouvelle version de ce programme élargissant le sujet, Michel CLINARD propose ici quelques idées de réutilisation pour ceux qui n'ont pas de quoi programmer, mais qui veulent rester..... branchés.

ORGANIGRAMME.

L'article de J.C. LEBRETON relatif aux produits énigmatiques de Denis Therrien (Tous à vos micros, PLOT n° 27), semble limiter la conduite de ce petit jeu aux calculs mentaux du professeur ou aux programmes BASIC ou LOGO d'un ordinateur. Une troisième voie ne doit pourtant pas être négligée :

Au regard des difficultés pour obtenir des ordinateurs dans les établissements, du petit nombre de didacticiens proposés en mathématiques (et parfois de la pauvreté de leurs apports), des errements pédagogiques actuels quant à l'introduction de l'informatique en classe, l'utilisation de calculettes programmables peut être dans un premier temps une solution intéressante et constructive.



Ces machines, grâce à leur faible coût, peuvent être confiées simultanément à tous les élèves d'une classe, leur bagage très proche des mathématiques facilite une utilisation immédiate.

Elles permettent, dans les collèges en particulier, d'introduire le concept mathématique le plus important pour l'informatique : l'algorithmique(*).

Le jeu des "produits énigmatiques" peut être repris sans difficulté avec les mêmes enseignements en utilisant une calculatrice programmable:

Voici un exemple pour TI 57 LCD.

PROGRAMME

LISTE :

61.00	00
13	01
61.01	02
26	03
22.00	04
71.00	05
26	06
22.00	07
55	08
71.01	09
95	10
59	11
26	12
22.01	13
71.01	14
55	15
71.00	16
95	17
59	18
26	19
22.01	20
65	21
01	22
00	23
85	24
01	25
95	26
58	27
13	28
21	29
23.00	30
13	31
21	32
23.01	33
71.00	34
65	35
71.01	36
95	37
13	38
21	39



(* Voir chronique australienne PLOT n°28

"influence des ordinateurs et de l'informatique sur les mathématiques et leur enseignement.

L'inconvénient majeur reste la nécessité de programmer une douzaine de calculatrices avant la classe. Même si on peut toujours demander l'aide d'élèves motivés, le vieil adage de la langue du BASIC "Time is money" reste d'actualité ; la proposition contraposée devient dans notre système éducatif :

"Quand on n'a pas d'argent, la durée du travail s'accroît et on n'a pas de temps".

Montrons-nous toutefois optimiste pour l'avenir :

"Micros pour tous,
Calculatrices programmables pour les autres".

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I	B	I	S	S	E	C	T	R	I	C	E
II	I	S	O	C	E	L	E		C	L	E
III	J	O	U	R			T	R	O	I	S
IV	E	M	P	A	N		R		S	O	T
V	C	E	E		O	E	A		A		I
VI	T	T		M	Y	C	E	N	E	S	
VII	I	R	E	L	A	N	D		D	I	E
VIII	O	I	R			A	R	B	R	E	S
IX	N	E	G	L	I	G	E	R	E	N	T

MOTS CROISES SOLUTION

"TOUS A VOS MICROS" suite de la page 32

```

1370 A$(9) = "Le premier nombre est un multiple du deuxième."
1380 RETURN
1390 PRINT "La façon de calculer est parmi celles qui s'inscrivent sur l'écran."
1400 REM Calcul et tri des n° X(1) ,n°de règles rangés en ordre croissant
1410 X(1) = R
1420 X(2) = INT ( RND (1) * 9) + 1: IF X(1) = X(2) THEN 1420
1430 X(3) = INT ( RND (1) * 9) + 1: IF X(3) = X(2) THEN 1430
1440 IF X(1) > X(2) THEN Y = X(1):X(1) = X(2):X(2) = Y
1450 IF X(3) < X(2) THEN Y = X(2):X(2) = X(3):X(3) = Y
1460 FOR I = 1 TO 3
1470 PRINT I;" ";
1480 PRINT A$
1490 PRINT A$(X(I))
1500 PRINT
1510 IF I = 3 THEN 1540
1520 HTAB 10: PRINT "ou"
1530 PRINT
1540 NEXT I
1550 RETURN

```

Complétez votre collection du PLOT

Tous ces numéros, de même que les numéros 22 à 25 pour 1983, et 26 à 29 pour 1984, sont *disponibles* au prix unitaire de **10 F.**

Il ne reste que quelques exemplaires des numéros

(1 - 6 - 7 - 10 - 13 - 15 - 16 - 18 - 20)

que vous pouvez vous procurer, jusqu'à épuisement, au prix unitaire de **15 F** vu leur rareté.

Anciens numéros du PLOT
encore disponibles.

N° 2 (1976)

- B. Parzys - Mathématique
- M. Bouteiller - Les quaternions
- A. Lichnérowicz - Mathématiques, structuralisme et transdisciplinarité
- J.Cl. Goix - La formule de Pick en CM2
- C. Kern - La numération shadok
- J. Fromentin - Dans un club de math.

N° 4 (1977)

- A. Rouchier - Formation des maîtres au Québec.
- J.L. Nicolas - Recherche en théorie des nombres.
- J. Touillet - Activités géométriques
- S. Pigé - Biologie et mathématique
- R. Rogerie - Méthode de résolution de problèmes.
- M. Causse - Pascal et la procédure récursive

N° 8 (1979)

- G. Robin - Construction des distributions
- D. Daviaud - Histoire et probabilités
- M. Blanchard - Matériel pour la classe
- J. Cartron - La suite de Fibonacci
- S. Parpay et P. Chevrier - Les suites de Beatty
- J. Fromentin - Dominos et mathématique.

N° 11 (1980)

- G. Ferrand - Une histoire édifiante.
- M. Blanchard - Ah ! courons sous la pluie
- M. Bridenne - Les suites
- M. Darce - Autour du triangle de Pascal
- D. Fredon - Pascal et le dénombrement.

N° 3 (1976)

- R. Crépin - Les bouliers
- R. Couty - L'enseignement de la géométrie
- J. Pinaud - Calcul infinitésimal et analyse non standard
- J. Sauvy - Le plat de lentilles
- J. Briand - Le hasard à l'école élémentaire
- Le groupe de Clain - Avalanches de signes +

N° 5 (1978)

- L. Lesieur - Equations algébriques
- M. Dumont - Visualisations et mathématiques
- L. Sanchez - Vacances et oubli
- Brousset-Gouin - Quand les élèves calculent
- Batier-Labrousse - Astronomes en herbe.

N° 9 (1979)

- M. Raïs - Aires et périmètres
- Darche-Monsellier - Les fractales
- M. Blanchard - Matériel pour la classe
- C. Dumoulin - Echelles et planètes
- Dumont-Pasquier - Une journée à Rochefort.

N° 12 (1980)

- J.L. Nicolas - Ordinateurs et théorie des nombres
- G. Chauvat - Arithmétique en 5ème
- M. Blanchard - Sommes de suites périodiques
- D. et F. Labroue - Table traçante et Analyse.
- S. Gouin - Calculettes, pourcentage et vieilles idées.

N° 14 (1981)

J.P. Delahaye - Suites non convergentes
J. Rougier - Division euclidienne à l'élémentaire
Bridenne et Monsellier - Dessins arabes et applications affines
B. Duveau - Calcul de et calculette
M. Blanchard - Prenez garde à vous..... à votre santé.

N° 19 (1982)

M. Dumont - Informatique et Education Baracs-Pallascio - La perception spatiale
F. Conynck - Les kaléïdocycles
S. Parpay - et la construction de de Specht
C. Bloch - Les orthogones
M. Arcouet - Horner en Logo
J.L. Nicolas - Calcul formel et ordinateur.

N° 17 (1981)

J.P. Guichard - François Viète existe Chauvat-Nury - La rubrique à Rubik
Darche-Giorgi - Etudiez la fonction !
Prérequis en LEP
Prérequis en Seconde.

N° 21 (1982)

P. Monsellier - Histoire de la Transcendance
P. Bernat - Les nombres de Mersenne et Fermat
A. Giry - Du calendrier Grégorien Lycée de Jonzac - Groupes de niveau en Seconde
J. Touillet - Arpentage Lycée L. Limosin de Limoges - Cicéron et les Astres
F. Gaudy - Le latin de CF Gauss.

REGIONALE DE POITIERS

CCP : BORDEAUX 3852 59 D

Siège Social : CRDP, 6, rue Ste.Catherine, 86034 POITIERS

Président : J.BOROWCZYK, 3, rue de Provence, 86000 POITIERS (49) 21.81.54
Secrétaire : M.H. CHAUSSEAU, 14, rue Maurice Bedel, 86100 CHATELLERAULT (49) 21.84.51
Trésorier : Dominique PORTE, 10, rue des Grands Chênes, 86280 ST.BENOIT (49) 88.43.87
Brochures : Colette BLOCH, 138, rue de la Mèrigotte, 86000 POITIERS (49) 01.15.27

Secrétaires des Départementales

16 : R.CASES, Le Bourg de Monjeau, 16240 VILLEFAGNAN
17 : D. DAVIAUD, 12, rue des Acacias, 17500 JONZAC (46) 48.27.01 Collège de Ruffec
79 : J.P. GUICHARD, Le Chemin vert, Boisvert, Le Tallud, 79200 PARTHENAY (49) 64.21.32
86 : L.M. BONNEVAL, 12, Bld Solfèrino, 86000 POITIERS (49) 41.42.19

Responsables des Commissions

Elémentaire : J. BELLICAUD, 28, La Dinière, 86180 BUXEROLLES (49) 61.00.44
1^{er} cycle : D.GAUDE, 26, rue Pierre Verlaine, 86000 POITIERS (49) 45.13.94
2^e cycle : V. JOYEUX, 23, rue de l'Estuaire, Semussac 17120 COZES
J.L. RENAUD, 39, allée des mimosas, 86200 LOUDUN
P. CHEVRIER, 23, rue Valentin Haiiy, 79000 NIORT
Technique : M. FOURNIER, 10, avenue de Terrefort, 17100 SAINTES (46) 93.28.74
Informatique : G.BONNEFOND, MANDEGAULT, MELLERAN, 79190 SAUZE VAUSSALS (49) 29.81.65
D. DAVIAUD, 12, rue des Acacias, 17500 JONZAC / et Le Studel 487, 86000 POITIERS
Jeux : G. BORION, 12, rue Edouard Grimaud, 86000 POITIERS
Publications Régionales : S.PARPAY - Comité de lecture : C.BLOCH, D.DAVIAUD
J.P. SICRE, 7bis, rue Rougier, 79000 NIORT
Gestion du fichier : D. PORTE
Sujets d'examen : G. BORION, 12, rue E.Grimaud, 86000 POITIERS (49) 01.77.84
Supérieur et Formation Continue : C. BLOCH, 138, rue de la Mèrigotte, 86000 POITIERS (49) 01.15.27
S. PARPAY, 22, rue Rougier, 79000 NIORT (49) 24.31.76
Représentant del'APM au Conseil de Gestion de l'IREM : G. BORION (suppléant : BONNEVAL)
Autres membres du Comité Régional : J. FROMENTIN, 17, rue de la Rousille, 79000 NIORT (49) 73.43.48
G.DESENFANT, St.Gelais, 79410 ECHIRE (49) 75.01.38.