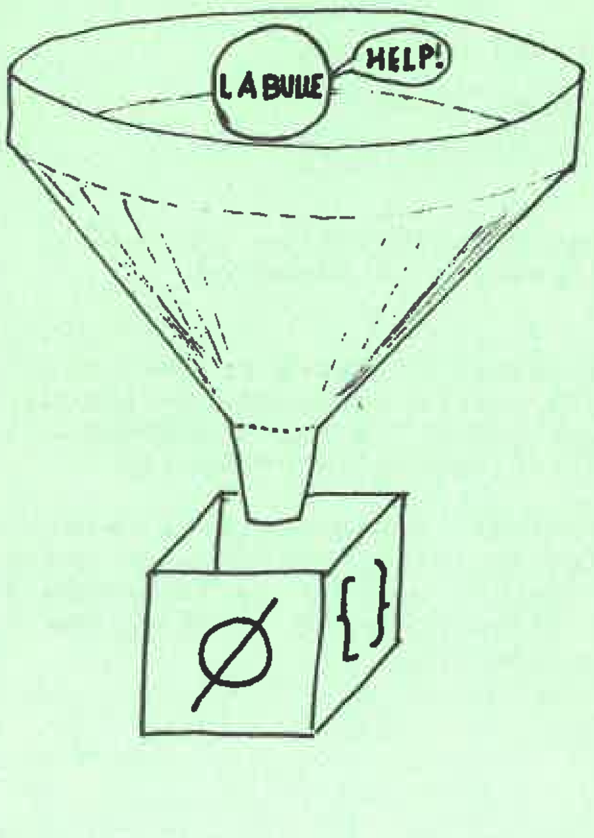
ISSN 0249-4264

LA BULLE

LA BULLE

Bulletin de liaison des Professeurs de Mathématiques de Champagne Ardennes

N° 11



Septembre 1982
Trimestriel
Prix 4 F

AVERTISSEMENT AU LECTEUR

Les articles paraissant dans la BULLE n'engagent que leur auteur et en aucun cas l'A.P.M.E.P.

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION: J-L VAN DEN HENDE

IMPRIME A LA FACULTE DES SCIENCES DE REIMS

Responsable de l'impression: MICHEL PILLET.

PERIODICITE

La BULLE est une publication trimestrielle. Les mois de parution sont: Mars, Juin, Septembre et Décembre.

ABONNEMENT

Le prix de l'abonnement est de 16 F (seize francs) par année scolaire. Pour s'abonner il suffit d'envoyer un chéque à l'ordre de " Régionale APMEP de REIMS " à J-L VANDENHENDE 1 Rue des Tuileries 51100 REIMS (N° CCP de la Régionale Châlons-sur-marne 1 262 80 L)

Cas particulier d'un adhérent de la Régionale de Reims: l'APMEP nationale fait une ristourne, à la Régionale de Reims de 25 F par adhérent (10 F en liquide et 15 F en brochures) L'abonnement de chaque adhérent est donc réglé d'office par une partie du montant de cette ristourne.

Dépot légal 3ème trimestre 1982

EDITORIAL

Comme vous pouvez le constater d'après la couverture, la BULLE a une nette tendance à devenir un ensemble vide. Une lecture du sommaire vous éclaire tout de suite: il n'y a que deux articles; un sur les calculatrices et un sur l'astronomie.

En créant un bulletin dans l'Académie de Reims, le Comité Régional de l'A.P.E.M.P. espérait une extension des échanges entre les enseignants de mathématiques. Après deux ans de mise en route, de rodage, de connaissance du "produit", l'avenir du bulletin me paraît fort compromis et je crois que l'année scolaire 1982-83 sera la dernière année de parution. En effet, il me semble inutile de prolonger une expérience d'une part coûteuse en temps et en matériel, d'autre part ne correspondant pas à un besoin.

Certains me taxeront de pessimisme, mais si je ne fais pas un " quête " permanente d'articles, je crains fort que la BULLE de décembre (devant être prête mi-novembre) ne soit réduite à sa couverture et à mon éditorial en guise d'oraison funèbre.

A vous de me faire mentir.

Jean-Loup Van Den Hende

NOMS ET ADRESSES DES MEMBRES DU COMITE REGIONAL

Membres sortant en 1982

DAVID Marcel (Président d'honneur)
9, rue Bertrand de Mun 51100 REIMS Tél 07 08 78

FONTUGNE Pierre
14, rue des Elus 51100 REIMS

GODON Marie-José
8, rue de Lorraine 52000 CHAUMONT Tél 03 52 34

HAUBRY Yves (Président)
MACEY 10300 SAINTE-SAVINE Tél 70 34 87

JURION Amand
Rue de la 42ème DBMM 08800 MONTHERME Tél 34 32 43

TURCO Bertrand (Vice-Président)
15, rue Bertrand de Mun 51100 REIMS Tél 07 25 28

VADEL Jean-Michel
Résidence de l'églantine Bt E Appt 178
52100 SAINT-DIZIER Tél 05 66 90

Membres sortant en 1984

GRANGÉ Jean-Pierre (Trésorier)
35, Allée des Jonquilles 51100 BETHENY Tél 07 11 37

MINOT Francis
Lot. La Charbonnière 08300 RETHEL Tél 39 13 89

TURLAN Bernard
9, rue Abbé de l'Epée 51100 REIMS Tél 85 02 07

VAN DEN HENDE Jean-Loup
1, rue des Tuileries 51100 REIMS Tél 85 15 59

Membres sortant en 1986

DANIEL Jean-Claude
242, Village Lafayette 52000 CHAUMONT Tél 03 21 70

DETREY Marie (Secrétaire)
39, Allée Fléchambault 51100 REIMS Tél 85 04 72

MOREAUX Patrice
22, rue Clovis 51100 REIMS

PILLET Michel (Secrétaire-Adjoint)
4, Avenue de l'Europe 51100 REIMS Tél 07 08 80

SCHACHERER Germain
26, rue du Moulin à Vent 51200 EPERNAY Tél 54 37 51

VEDRINE Jean-Michel
12, avenue Diderot 10100 ROMILLY/SEINE Tél 24 43 29

SOMMAIRE

Editorial par J-L Van Den Hende	page 3
Liste des membres du Comité Régional	page 4
Astronomie par F. Minot	page 6
Le coin des calculatrices par G. Schacherer	page 13
Service-Abonnement	page 2

La couverture est de J-L Van Den Hende.

mmmmmmmmmmmmmmmmmm

AVERTISSEMENT A TOUS LES ABONNES HORS DE L'ACADEMIE

La BULLE N°11 sera la dernière à vous parvenir sauf si vous voulez poursuivre votre abonnement. Dans ce cas il vous suffit de suivre les instructions de la page 2.

Il est bien évident que si la BULLE cessait de paraître le solde de l'abonnement vous serait remboursé.

ASTRONOMIE ...

... AU COLLEGE .

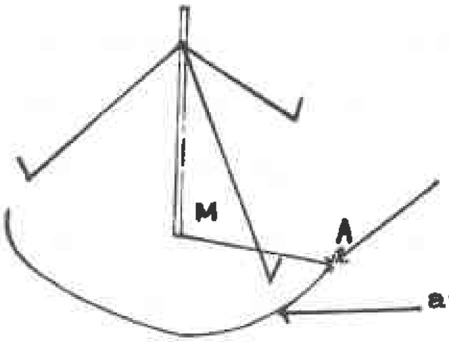
Une expérience réalisée au collège SORBON le 9 juin 1982 dans le cadre d'un P.A.E.

BUT: déterminer les coordonnées de RETHEL.

1) PREPARATION: Un piquet est installé dans la cour du collège. Il est maintenu vertical grâce à 3 haubans bien tendus. Les montres sont mises à l'heure après un appel à l'horloge parlante.

Nous commençons à 10 h 21 mn.

2) LES MESURES: L'extrémité de l'ombre du piquet (l'ombre de l'extrémité) est notée sur le sol. Ce point est appelé A. Un arc de cercle centré sur le pied du piquet et passant par ce point A est soigneusement tracé sur le sol.

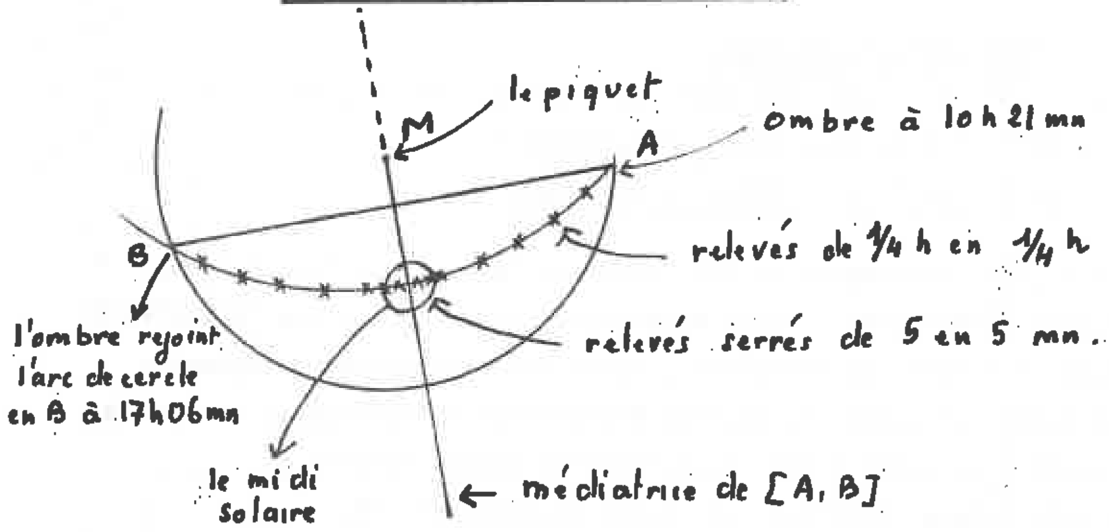


ombre au début de l'expérience

arc de cercle centré en M de rayon [A,M]

La progression de l'ombre de l'extrémité du piquet est notée sur le sol de quart d'heure en quart d'heure (de 5 en 5 minutes de 13 h 30 mn à 14 h). Puis nous guettons le moment où l'ombre va rejoindre l'arc de cercle tracé et nous essayons de donner le plus précisément possible le moment où cet évènement se produit: 17 h 06 mn (il ne nous était pas possible d'être plus précis car l'ombre n'était pas bien définie et l'arc de cercle présentait des irrégularités).

Voici la situation vue de dessus



LES PREMIERS RESULTATS

* Par symétrie la médiatrice de [AB] a une direction Nord-Sud: c'est le méridien du lieu de l'expérience. Nous l'avons matérialisé dans la cour du collège par un pointillé à la peinture blanche.
* Le midi solaire est le moment où le soleil apparaissait exactement au Sud, le moment aussi où il était le plus haut dans le ciel et où l'ombre du piquet était la plus courte:

(17 h 06 + 10 h 21) : 2 = 13 h 43 mn 30 s (à 30 s près)

Une première vérification est faite immédiatement: la médiatrice passe effectivement entre les graduations 13h40 et 13h45. Nous estimons alors à 85 cm la longueur de l'ombre à midi solaire (là encore une précision au mm était illusoire car le sol présentait quelques irrégularités). Or le piquet mesurait 172 cm à partir du sol. Un dessin à l'échelle donne la hauteur du soleil dans le ciel c'est à dire l'angle entre l'horizontale et la direction du soleil dans le plan méridien.

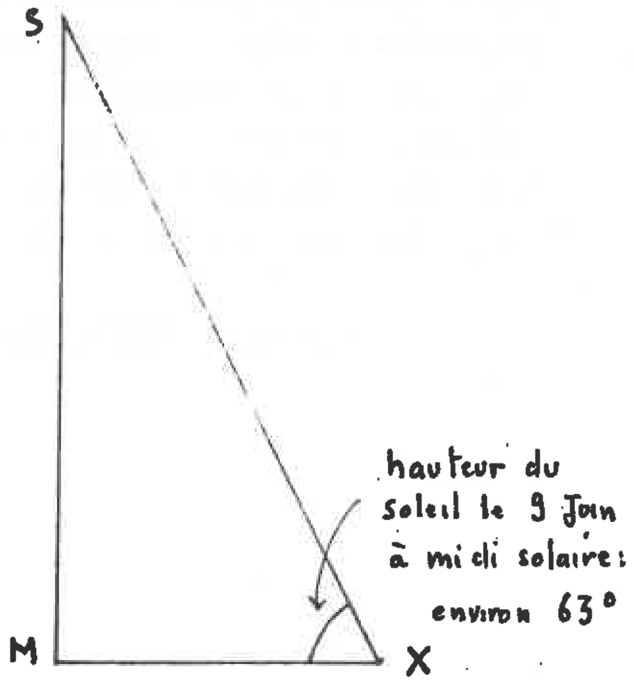
N.B. Les élèves de troisième calculent immédiatement

tangente($\widehat{SXM}$) $= \frac{SM}{MX} = \frac{172}{85}$

et avec leurs calculatrices obtiennent:

(INV)(Tg)($\frac{172}{85}$) = 63,7°

échelle du dessin 1/20



3) L'EXPLICATION DES RESULTATS

13h 43mn 30s est le midi solaire de RETHEL le 9 juin.

- MAIS CE N'EST PAS 12 HEURES ?

- NON, IL Y A A CELA 3 RAISONS.

+ La Terre a été partagée en 24 fuseaux horaires (pensez à des quartiers d'orange). Nous appartenons à celui de GREENWICH observatoire à l'est de Londres. Mais pour diverses raisons (avoir des soirées plus longues, économies d'énergie, accords avec les pays voisins) nous ajoutons à cette heure de GREENWICH une heure l'hiver et deux heures l'été.

- DONC LE MIDI DU SOLEIL CE N'EST PAS 12 MAIS 14 H!

- C'EST CELA. TU AS COMPRIS !

- OUI MAIS 14h - 13h 43mn 30s CELA FAIT 16mn 30s. QU'EST-CE QUI EXPLIQUE CELA ?

+ - TOUT SIMPLEMENT PARCE QUE RETHEL EST A L'EST DE LONDRES: cela signifie qu'il est midi à RETHEL avant qu'il soit midi à LONDRES et d'ailleurs qu'il fait jour ici alors que c'est encore la nuit là-bas.

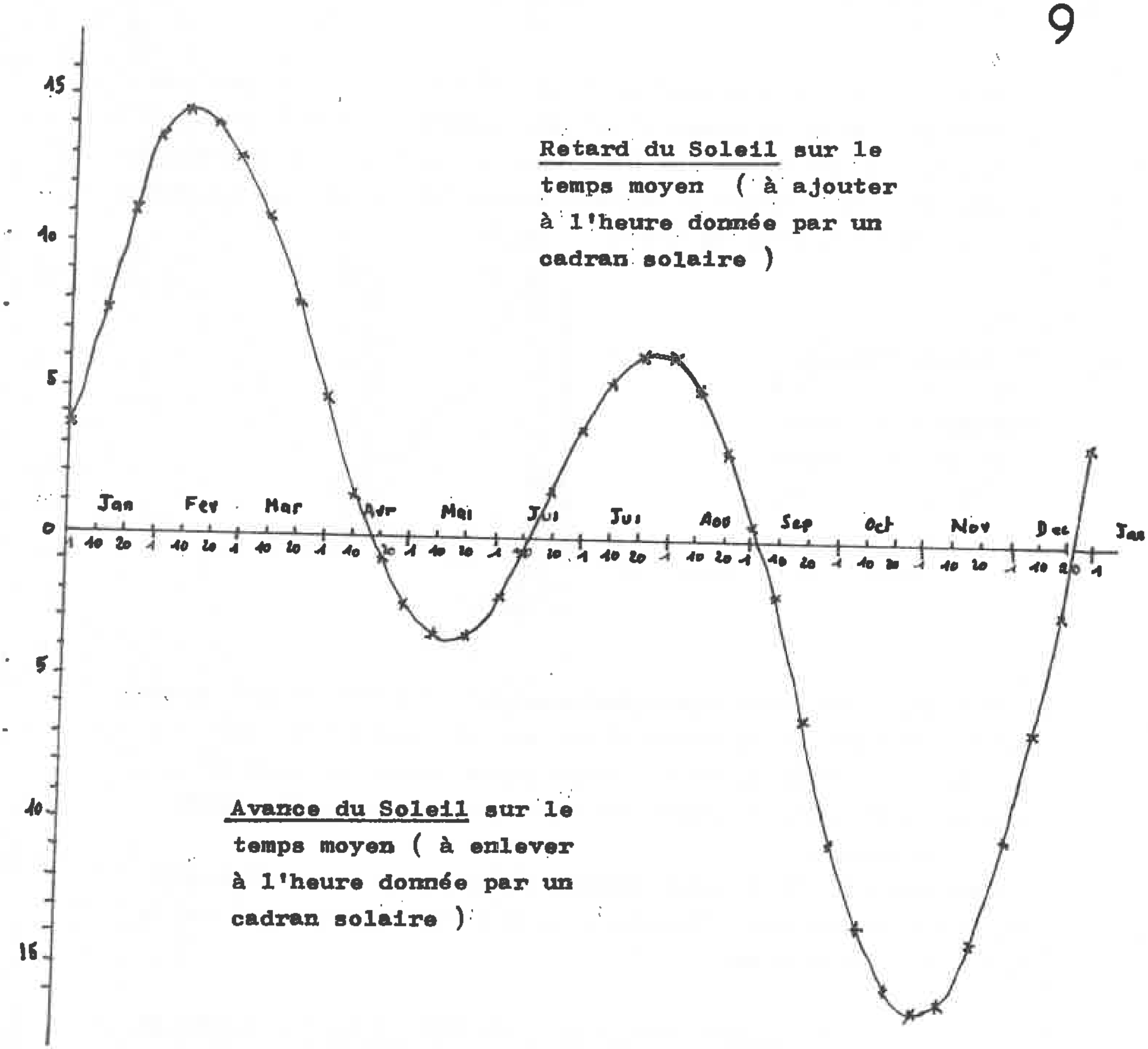
- C'EST DONC LA LONGITUDE QUI INTERVIENT ICI ? MAIS ALORS MAINTENANT ON PEUT LA CALCULER.

- PRESQUE, MAIS IL FAUT D'ABORD TENIR COMPTE DE LA TROISIEME RAISON.

+ La durée entre deux midis solaires successifs n'est pas rigoureusement constante; 24 h ce n'est qu'une moyenne: le jour varie en effet faiblement de 23h 59mn 10s à 24h 30s mais par cumul cela peut donner jusqu'à 16 minutes d'avance ou de retard entre le midi solaire et un midi régulier donné par une horloge précise. Voir ci-contre la représentation graphique de cette correction.

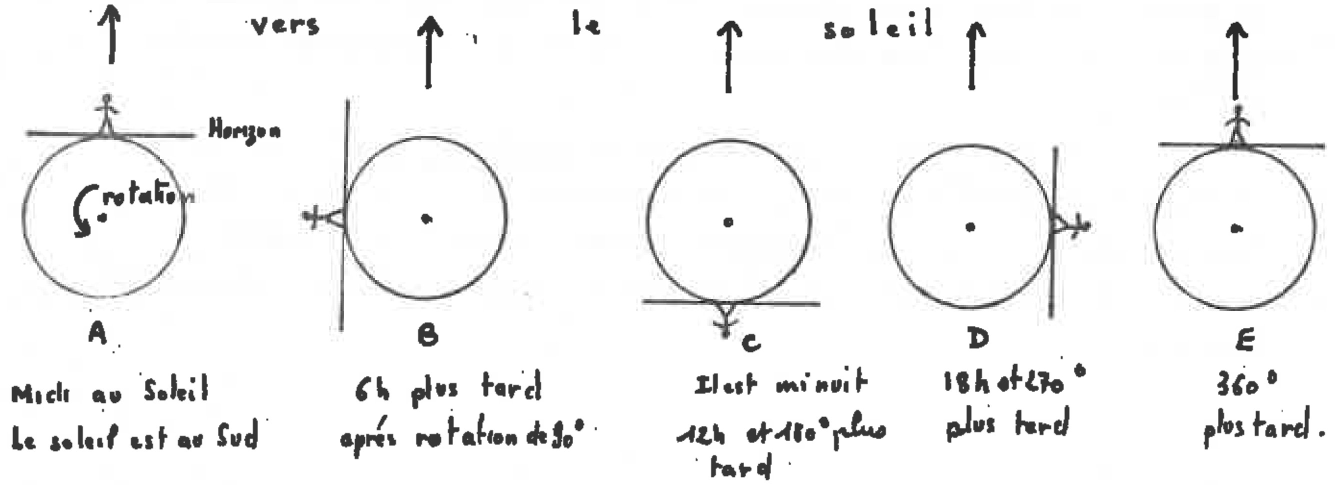
On peut constater que le 9 juin le soleil était en avance d'environ 1 mn sur un soleil moyen régulier; le décalage dû à la longitude est donc, non pas de 16mn 30s , mais de 17mn 30s.

- MAIS POURQUOI CETTE IRREGULARITE DU JOUR ?



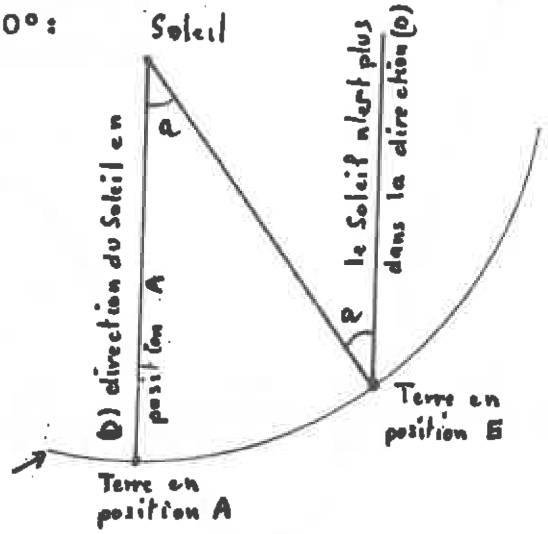
L'EQUATION DE TEMPS

Imaginons ce que peut être " un jour " pour nous: plaçons nous au-dessus du Pôle Nord.



De A à E il s'est écoulé un jour (24 h). L'ennui c'est que durant ce temps, la Terre n'est pas restée fixe dans l'espace. Elle s'est déplacée autour du Soleil et pour que en E l'observateur voit de nouveau le Soleil au Sud il faudra que la Terre tourne d'un peu plus de 360°:

UN PETIT ANGLE "a" EST A AJOUTER POUR COMPENSER LA COURBURE DE LA TRAJECTOIRE DE LA TERRE.



Cet angle "a" vaut approximativement 1° (360° en 365 jours); mais l'orbitre de la Terre n'est pas un cercle mais une ellipse: la courbure de la trajectoire varie, de plus la vitesse sur cette trajectoire varie également ce qui rend " a " variavle.

Remarque: Il faut tenir compte en outre de l' inclinaison de l'écliptique sur l'équateur ce qui modifie encore l'angle " a " par projection.

- BON IL EST DONC MIDI A RETHEL 17 mn 30s AVANT DE L'ETRE A LONDRES (AU MERIDIEN 0), COMMENT FAIT-ON POUR CALCULER LA LONGITUDE DE RETHEL ?

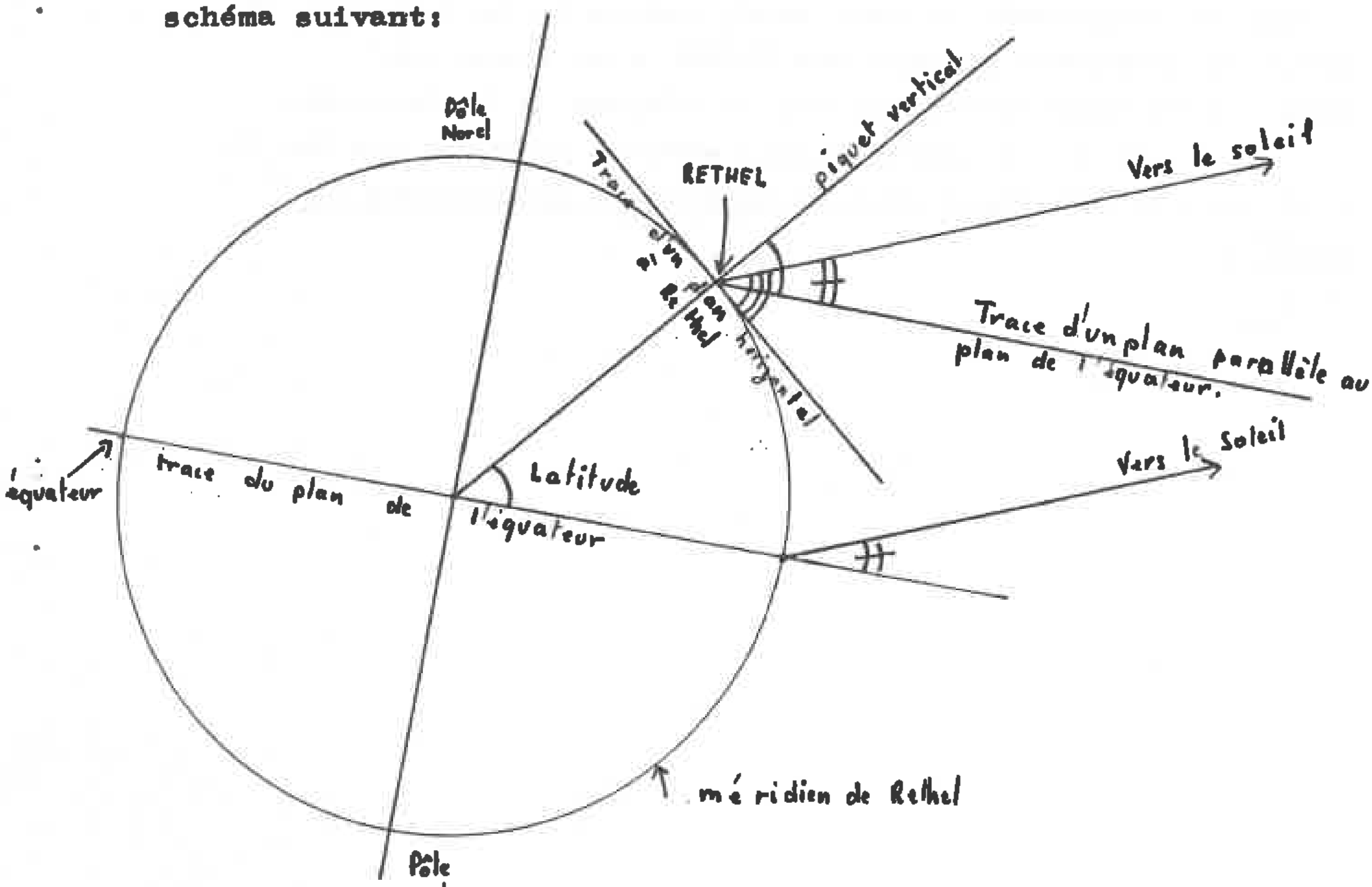
- C'EST FACILE:

La Terre tourne d'un angle de 361° en 24 h. Prenons 360° pour simplifier, cela donne 15° à l'heure soit un degré toutes les 4 mn. Une durée de 17 mn 30 s correspond donc à un angle de:

4 x 1° + 0,25° + 0,125° soit environ 4,37° (d'après cartes routières 4,365°) . Le résultat est bon mais, il faut le dire avec une certaine chance dans les mesures puisque l'incertitude de 30 s sur le midi solaire correspond à 0,125°.

- LA LATITUDE EST-ELLE AUSSI COMPLIQUEE A CALCULER?

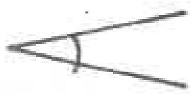
Non, mais il faut disposer d'une table donnant l'angle entre la verticale et la direction du Soleil pour un observateur placé à l'équateur (on trouve cette table dans l'annuaire du bureau des longitudes) et il faut examiner le schéma suivant:



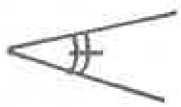
Coupe de la Terre en suivant le méridien de RETHEL.

Les 2 directions vers le Soleil sont (pratiquement) parallèles car le Soleil est très éloigné de nous.

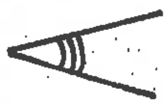
Détaillons les angles



La latitude: c'est celui que l'on cherche.



Angle lu dans les éphémérides le 9 juin à midi solaire (proche de 23°27' obtenu le 21/6)



Observé et mesuré: 63,7°

En examinant le schéma:

latitude = 90° - 63,7° + 23° = 49,3°

Les cartes (Michelin par exemple) fournissent 49,5°.

4) PRECISION DES RESULTATS

Si l'on considère que le périmètre de la Terre est environ 40 000 km, 1° de latitude correspond donc à 40 000/360 soit 111 km. L'erreur constatée de 0,20° correspond à 22 km.

Pour la longitude, il faut tenir compte de la latitude. En effet le parallèle passant par RETHEL a un rayon égal à celui de la Terre multiplié par le cosinus de la latitude.

2 x 3,14 x R x cos49,3° soit environ 40 000 x cos 49,3°, soit 72,5 km par degré et 9 km pour notre incertitude de 0,125°.

LE COIN DES CALCULATRICES

Voici quelques programmes pour H.P. 33

1) Loi de probabilité normale

Soit X une variable aléatoire satisfaisant à une loi de probabilité normale réduite et soient a et b deux réels tels que $a < b$.

Ce programme calcule la probabilité pour que X soit compris entre a et b c'est à dire:

$$Pr(a \leqslant X \leqslant b) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_a^b e^{-\frac{x^2}{2}}\, dx.$$

```
01 STO 2        14 STO÷2       27 R↓          40 1
   R/S             GSB 44         STO-0          STO-3
   STO 1           STO 0          RCL 2          RCL 2
   STO-2           GSB 42         3              STO+1
05 RCL 2        18 4           31 ÷           44 RCL 1
   4               X              g π            g x²
   X               STO+0          2              CHS
   g INT           GSB 40         X              g eˣ
   1               STO+0          f √x           f √x
10 +            23 STO+0       36 ÷           49 g RTN
   STO 3           RCL 3          STOX0
   2               g x>0          RCL 0
   X               GTO 17         GTO 00
```

Mode d'emploi:

-Préliminaires 1) Introduire le programme

2) Initialiser: GTO 00

-Début: 1) Afficher b et taper R/S.

2) Afficher a et taper R/S.

-Fin: Lorsque la HP s'arrête, elle affiche $Pr(a \leqslant X \leqslant b)$.

-Exemples: 1) Si $a = -0{,}3$ et $b = 0{,}6$, le début est:

0,6 R/S 0,3 CHS R/S et la HP s'arrête en affichant 0,343 7. Donc $Pr(-0{,}3 \leqslant X \leqslant 0{,}6) = 0{,}343\,7$.

2) On trouve de même $Pr(-1 \leqslant X \leqslant 0{,}7) = 0{,}599\,4$.

Remarques:

- Dans le calcul de $Pr(a \leqslant X \leqslant b)$ il est essentiel d'introduire d'abord b (plus grande) puis a (plus petite des deux valeurs a et b).

- Ce programme permet aussi de calculer la probabilité $Pr(a \leqslant Y \leqslant b)$ où Y est une variable aléatoire suivant une loi normale non réduite d'espérance m et d'écart-type σ. Pour cela on utilise la fonction φ telle que $\varphi(Y) = \frac{Y-m}{\sigma}$. On a $Pr(a \leqslant Y \leqslant b) = Pr(\varphi(a) \leqslant X \leqslant \varphi(b))$ où X suit une loi normale réduite.

Exemple: Soit Y une variable aléatoire suivant une loi normale d'espérance 3,5 et d'écart-type 2. Calculer $Pr(4 \leqslant Y \leqslant 5)$. On a $\varphi(5) = \frac{5-3,5}{2} = 0,75$ et $\varphi(4) = \frac{4-3,5}{2} = 2,5$ donc $Pr(4 \leqslant Y \leqslant 5) = Pr(0,25 \leqslant X \leqslant 0,75) = 0,174\ 7$

- L'intégration se fait par la méthode de Simpson. Les pas 05 à 13 du programme déterminent le nombre de subdivisions de l'intervalle d'intégration $[a,b]$.

2) Polynômes de TCHEBYCHEV

On montre que si $n \in N$ alors cos nx s'exprime en fonction de cos x: $\cos nx = f_n(\cos x)$. Les fonctions f_n sont des polynômes de tchebychev. Il est évident que $f_0(x) = 1$ et $f_1(x) = x$. D'autre part la factorisation de $\cos nx + \cos (n-2)x$ donne immédiatement la formule de récurrence:

$$f_n(x) = 2xf_{n-1}(x) - f_{n-2}(x).$$

Ce programme calcule $f_n(x)$ pour un naturel $n \geqslant 2$ et un réel x donnés.

```
01 STO 0     07 RCL 3     13 2         19 RCL 0
   R/S          CHS          X            f x>y
   STO 1        RCL 2        +            GTO 07
   STO 2        STO 3        STO 2        RCL 2
   1            RCL 1        1         23 GTO 00
06 STO 3     12 X         18 STO-0
```

Mode d'emploi:

- Préliminaires: 1) Introduire le programme.
  2) Initialiser par GTO 00.
- Début: 1) Afficher n et taper R/S.
  2) Afficher x et taper R/S.
- Fin: Lorsque la HP s'arrête, elle affiche $f_n(x)$.
- Exemple: Si n = 4 et x = 1,5 la HP donne $f_4(1,5) = 23,5$.

Remarque:

Ce programme montre un exemple d'utilisation d'une formule de récurrence de la forme $u_n = \varphi(u_{n-1}, u_{n-2})$.

3) P.G.C.D. et P.P.C.M.

Soit a et b deux nombres naturels non nuls. Ce programme calcule le P.G.C.D. d et le P.P.C.M. m de a et b, ainsi que deux nombres entiers x et y tels que ax + by = d (Relation de Bachet-Bezout).

01 STO 0	11 RCL 1	21 g x=0	31 RCL 1
STO 1	RCL 2	GTO 31	STO÷0
R/S	÷	RCL 3	R/S
STO 2	g INT	RCL 4	RCL 0
05 STOx0	15 STO 5	25 STO 3	35 R/S
0	RCL 2	RCL 5	RCL 3
STO 3	STO 1	X	R/S
1	X	-	RCL 4
STO 4	-	STO 4	39 GTO 00
10 RCL 1	20 STO 2	30 GTO 10	

Mode d'emploi:

- Préliminaires: 1) Introduire le programme.
  2) Taper f FIX 0.
  3) Initialiser par GTO 00.
- Début: 1) Afficher a et taper R/S.
  2) Afficher b et taper R/S.
- Fin: Lorsque la HP s'arrête, lire d à l'affichage. Taper ensuite 3 fois R/S et aux différents arrêts lire successivement m, x, y.
- Exemple: Si a = 75 et b = 55 alors le début devient 75 R/S 55 R/S et la fin: 5 R/S ; 825 R/S; 3 R/S; 4. La HP est alors de nouveau initialisée. Le P.G.C.D. est donc 5, le P.P.C.M. est 825 et on a: 3 x 75 - 4 x 55 = 5.

Remarques:

- Le calcul de d se fait à l'aide de l'algorithme d'Euclide.
- Le calcul de x et de y se fait également par récurrence. En effet si q_n et r_n sont le quotient et le reste d'une division de l'algorithme d'Euclide alors on a:

$$r_n = \alpha_n a + \beta_n b \quad \text{avec } \alpha_n = \beta_{n-1},\ \beta_n = \alpha_{n-1} - q_n \beta_{n-1}$$

et $r_0 = b$ donc $\alpha_0 = 0$ et $\beta_0 = 1$.

4) Opérations sur les ensembles

Soit $E = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9\}$ un ensemble de 9 éléments. Chaque partie P de E sera codée par un naturel dont les chiffres sont les indices des éléments de P. Ainsi l'ensemble $P = \{x_1, x_4, x_7\}$ pourra être codé par les naturels 147 ou 417 etc ... L'ensemble vide sera noté 0. Soit alors 2 sous-ensembles A et B de E.

Ce programme trouve les codes de $A \cap B$, $A \cup B$ et $A \setminus B$.

01 f REG	12 g FRAC	23 STO-3	34 STOX7
STO 0	X	g x=0	RCL 5
R/S	g INT	GTO 32	STO+4
STO 1	STO 5	f x≠y	STO+7
STO 4	g x=0	GTO 20	GTO 09
06 1	17 GTO 39	28 STO+6	39 RCL 6
0	RCL 1	RCL 2	R/S
STO 2	STO 3	STOX6	RCL4
RCL 2	g x̄	GTO 09	R/S
STO÷0	STO 3	RCL 2	RCL 7
11 RCL 0	22 g FRAC	33 STOX4	44 GTO 00

Mode d'emploi:

- **Préliminaires:** 1) Introduire le programme.
  2) Initialiser GTO 00.
  3) Taper f FIX 0.
- **Début:** 1) Afficher un code de A et taper R/S.
  2) Afficher un code de B et taper R/S.
- **Fin:** Lorsque la HP s'arrête elle affiche un code de $A \cap B$. Taper R/S, on obtient un code de $A \cup B$. Taper R/S, on obtient un code de $A \setminus B$ et la HP est réinitialisée.
- **Exemple:** Supposons que $A = \{x_1, x_2, x_3\}$ et $B = \{x_2, x_3, x_4\}$. Le début devient par exemple 123 R/S 234 R/S. Lorsque la HP s'arrête on lit 32 donc $A \cap B = \{x_3, x_2\}$. On tape R/S on obtient 2341 donc $A \cup B = \{x_2, x_3, x_4, x_1\}$. Enfin un nouveau R/S donne 1 donc $A \setminus B = \{x_1\}$.

5) Recherche des parties d'un ensemble

Soit un naturel n avec $1 \leqslant n \leqslant 9$ et soit l'ensemble $E = \{a_1, a2, \ldots, a_n\}$ ayant n éléments.

Ce programme permet de trouver sous forme codée toutes les parties de E. Par exemple la partie $\{a_1, a_3\}$ sera codée par 13.

```
01 STO 0      12 g x̄        23 STO+5      34 f x≤y
   STO 1         g FRAC        RCL 0         GTO 21
   1             RCL 2         RCL 5         f LASTx
   0             STOX3         f x≠y         g INT
   STO 2         X             GTO 12        STO 3
06 1          17 STO+3      28 RCL 3      39 g x≠0
   STO-1         RCL 0         f PAUSE       GTO 30
   RCL 1         f x≤y         1             RCL 1
   STO 5         GTO 41        STO-5         g x≠0
   0             1             g x̄           GTO 06
11 STO 3      22 STO+3      33 g FRAC     44 GTO 00
```

<u>Mode d'emploi:</u>

- Préliminaires: 1) Introduire le programme.
  2) Taper f FIX 0.
  3) Initialiser par GTO 00.
- Début: 1) Afficher n et taper R/S.
  2) Chaque fois que la HP affiche un nombre, noter ce nombre.
- Fin: Lorsque la machine s'arrête en affichant 0.
- Exemple: Si n = 3 alors $E = \{a_1, a_2, a_3\}$. Au début taper 3 puis R/S. La HP affiche alors successivement les codes suivants: 1, 2, 3, 12, 13, 23, 123, 0 et s'arrête. Cela signifie que l'ensemble E a pour parties: $\{a_1\}$, $\{a_2\}$, $\{a_3\}$, $\{a_1, a_2\}$, $\{a_1, a_3\}$, $\{a_2, a_3\}$, $\{a_1, a_2, a_3\}$ et $\emptyset$.

<u>Remarques:</u>

- Au pas 12 l'instruction g $\bar{x}$ remplace RCL 3, RCL 2, $\div$; au pas 32 la même instruction remplace RCL 5, RCL 2, $\div$, RCL 3, RCL 2, $\div$.
- Lorsque n est voisin de 9 on peut remplacer, au pas 29, f PAUSE par R/S. Après lecture de chaque code il faut alors relancer la HP en tapant R/S.
- Il est évident que ce programme a un intérêt beaucoup plus théorique qu'utilitaire.

6) Comptez en base non décimale

Soit n un nombre naturel tel que $2 \leqslant n \leqslant 10$.

Ce programme compte en base n, c'est à dire affiche successivement la suite des naturels codés dans le système de base n.

01 STO 5	07 RCL 1	13 STO+3	19 STOX1
1	STO÷1	g $\overline{x}$	STO÷3
STO 1	STOX3	g FRAC	R↓
STO 3	RCL 3	f $x \neq y$	STO-3
g 10^x	f PAUSE	GTO 07	23 GTO 12
06 STO 2	12 1	18 RCL 2	

Mode d'emploi:

- Préliminaires: 1) Introduire le programme.
  2) Taper f FIX 0.
- Début: 1) Initialiser par GTO 00.
  2) Afficher n et taper R/S.

La Hp affiche alors la suite des naturels non nuls écrits dans le système de numération de base n.

- Fin: Comme la suite des naturels est infinie, il faut arrêter manuellement le programme. Pour cela il suffit de taper R/S lors d'un affichage.
- Exemple: Si n = 3 le début devient 3 R/S et la HP affiche alors par des pauses successivement: 1, 2, 10, 11, 12, 20, 21, 22, 100, 101, 102, 110 etc ...

Remarques:

- Le pas 14 remplace RCL 5, RCL 2, ÷, RCL 3, RCL 2, ÷.
- On peut faire compter la HP à partir d'un naturel N quelconque. Pour cela arrêter le programme comme il est indiqué dans Fin. Afficher alors l'écriture de N en base n, taper STO 3 et relancer la HP par un R/S.

IMPRIME A L'IREM DE REIMS.FACULTE DES SCIENCES EXACTES.