

Utilisation du tableur en classe Terminale

par Serge CEYRAL
Lycée G. Bachelard, 10200 Bar-sur-Aube

PRÉSENTATION

Le tableur (ou «CALC») est un logiciel outil de plus en plus répandu sur les micro-ordinateurs dont son dotés les lycées.

Citons :

- VISICALC ou MULTIPLAN sur les machines professionnelles 8 ou 16 bits (MICRAL 30, SIL'Z 2...),
- COLORCALC sur les MO-5 des nano-réseaux.

Si ce type de logiciel est bien connu des collègues de S.T.E. qui l'utilisent couramment en classe de 1^{ère} G ou Terminale G, il l'est beaucoup moins des physiciens (au moins au niveau lycée).

LE TABLEUR

Quel que soit le type, il se présente sous la forme d'une feuille de calculs découpée en LIGNES et COLONNES délimitant des CASES hautes d'une ligne et de largeur réglable.

Dans une case (ou cellule) on peut introduire :

un texte ou LIBELLÉ

un nombre ou VALEUR

une FORMULE reliant la case à d'autres cases du tableau.

Originalité

Quand on modifie le contenu d'une case quelconque, le contenu de

toutes les cases qui lui sont reliées est **RECALCULÉ** (automatiquement ou à la demande).

Le tableur est donc un outil de **CALCUL**.

Fonctionnalités

Les tableurs disposent tous d'un mini langage de programmation (très proche de **BASIC**) comportant, entre autres :

- des **CONSTANTES MATHÉMATIQUES** (e , π ...)
- des **FONCTIONS** mathématiques, trigonométriques, statistiques...
- des **INSTRUCTIONS** de programmation (du type **SI.. ALORS.. SINON..** par exemple).

Un tableau de calcul (ou **MODÈLE**), dont certaines cases peuvent être protégées contre l'effacement accidentel, peut être sauvegardé sur disquette et est réutilisable et modifiable à volonté.

Les modèles les plus récents disposent, en outre, d'utilitaires de **GRAPHISME** fabuleux, permettant de représenter (à l'écran ou sur table traçante) un tableau de variation quelconque, sous des formes aussi variées que le «camembert», l'histogramme ou la courbe cartésienne.

APPLICATIONS PRÉSENTÉES

Les modèles présentés ci-après ont été réalisés avec le matériel suivant :

- ordinateur **APRICOT PC 256 Ko**,
- imprimante **SMITH-CORONA D 200** (compatible **IBM**),
- logiciels **SUPERCALC-3** (tableur) et **TEXTOR** (traitement de texte).

A part les représentations graphiques qui sont spécifiques du logiciel, ces modèles sont aisément adaptables à n'importe quel tableur en adaptant les règles syntaxiques.

J'espère que cette modeste contribution convaincra quelques Collègues que la programmation traditionnelle (**Basic**, **LSE**, **Pascal**...) n'est plus aujourd'hui nécessaire pour certaines applications pédagogiques.

DOMAINES D'UTILISATION

Naturellement, l'utilisation d'un tableur pose le problème de la modélisation d'une situation physique et de sa simulation : il n'est pas question que son emploi remplace une séance de travaux pratiques au cours de laquelle sera tracée une courbe expérimentale.

Ce type de logiciel est un UTILITAIRE permettant au Professeur de tracer des courbes utilisées en séance d'exercices. Dans les établissements où le laboratoire de Physique possède un micro-ordinateur, la présence d'un tel outil complète agréablement les interfaces de saisie de données.

EXEMPLE ÉLÉMENTAIRE D'UTILISATION : VARIATION DE g

On souhaite tracer la courbe de l'intensité de la pesanteur, g , en fonction de l'altitude h , par pas de 500 km, de 0 à 10 000 km.

$$g = g_0 = \frac{R^2}{(R + h)^2} \quad \text{avec } g_0 = 9,8 \text{ N/kg} \quad R = 6\,370 \text{ km}$$

Programme en Basic :

```

10 REM VARIATION DE g AVEC L'ALTITUDE
20 GO = 9.81
30 R = 6370
40 LPRINT " H (km) : g (N/kg) "
50 FOR H = 0 TO 10000 STEP 500
60 G = GO*R^2/(R + H)^2
70 LPRINT USING "###.##"; H ;
80 LPRINT USING ".###"; G
90 NEXT H
100 END

```

A l'exécution, ce petit programme affiche sur imprimante le tableau de valeurs : pour obtenir une courbe, il resterait à écrire un autre programme qui trace les axes et qui convertisse les valeurs de g en chaînes de caractères blancs terminées par le point représentatif (après avoir sauvegardé les valeurs dans un fichier)... le tout pour obtenir une courbe «tête en bas» sur la feuille !...

Avec le tableur, nous pouvons procéder avec beaucoup plus de souplesse :

	A	B	C	D	E	
1	H (km)	g (N/kg)				
2	0	9.81				
3	500					

Positionnons le curseur-cellule (visible en vidéo inversée) sur la cellule A1 et entrons y le TEXTE (titre) : "H (km).

Nous nous déplaçons vers B1 et y entrons le second titre : "g (N/kg).

Puis dans A2 nous entrons la VALEUR (numérique constante) : 0.

En nous déplaçant sur B2, nous entrons la FORMULE :

$$+9.81*6370^2/(6370+A2)^2$$

Dès que cette formule est entrée, son résultat s'affiche dans la cellule, soit 9.81 (puisque A2 contient 0).

Plaçons nous sur la cellule A3 et entrons y la FORMULE : A2 + 500.

Il apparaît dans A3 le résultat : 500 (0 + 500 !).

Nous pouvons alors DUPLIQUER la cellule B2 dans la cellule B3 ; tapons la commande : /R B2, B3, A

REPLICATE source but avec ajustement

(Il s'agit d'une recopie relative de cellule : les références contenues dans les formules sont automatiquement ajustées par le logiciel ; ainsi la cellule B3 contiendra la formule : $+9.81 * 6370^2 / (6370 + A3)^2$).

Pour terminer notre tableau, il ne nous reste plus qu'à recopier la ligne 3 vers les lignes 4 à 22, en utilisant le mode relatif : /R A4, A5:A22, A(djust) et /R B4, B5:B22, A(djust)

Après la duplication, la cellule A20 par exemple, contiendra la formule A19+500, dont la valeur (9000) s'affichera.

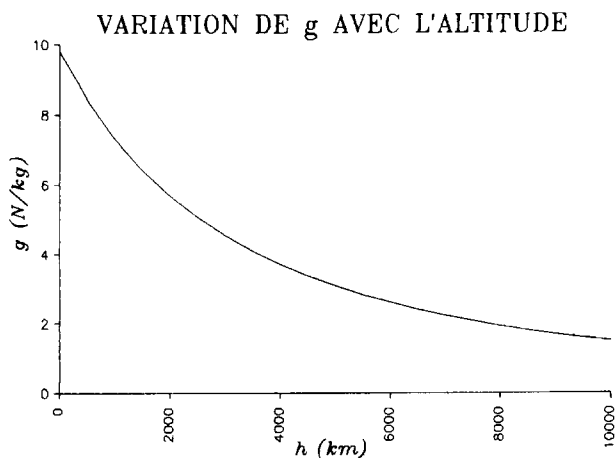
Pour imprimer le tableau, il suffit d'entrer la commande :

* Cet article a été écrit avant l'apparition des derniers tableurs qui permettent actuellement la recopie par un simple copier-coller. (N.D.L.R.).

/O , A1:B22 , P
 (output) (printer)

(la partie de la feuille à imprimer est désignée par les cellules de sa diagonale.

	A	B
1	h (km)	g (N/kg)
2	0	9.81
3	500	8.434016
4	1000	7.328463
5	1500	6.426854
•	•	•
•	•	•
•	•	•
21	9500	1.580498



22 10000 1.485424

Pour tracer la courbe correspondante, entrons la commande :

/V , 1
 (view) (n° de courbe
 tracée à partir
 de ce tableau)

Le logiciel nous demande alors

GRAPH-TYPE : BAR,PIE,X-Y ? nous répondons X-Y pour une courbe cartésienne

DATA : VARIABLE A ? nous répondons A2:A22 pour donner la liste des altitudes
 : VARIABLE B ? nous répondons B2:B22 pour donner la liste des valeurs de g

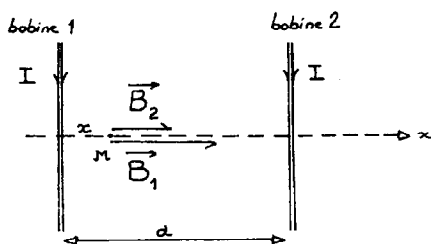
HEADING : AXE X ? nous répondons A1
 : AXE Y ? nous répondons B1

Si nous souhaitons mettre un titre principal (et un sous-titre) à notre courbe, il suffirait d'entrer ces textes dans des cases annexes et de l'indiquer au logiciel.

DEUXIÈME EXEMPLE : BOBINES DE HELMHOLTZ

a) Expression du champ

Deux bobines plates, alimentées en série, sont disposées en regard



(coaxiales) à la distance d . On étudie le champ résultant en tout point de l'axe entre les deux bobines.

$$0 \leq x \leq d \quad \vec{B}_T = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 \quad B_T = B_1 + B_2$$

$$B = \frac{\mu_0 N I R^2}{2} \cdot \left[\frac{1}{(x^2 + R^2)^{3/2}} + \frac{1}{((d-x)^2 + R^2)^{3/2}} \right]$$

b) Construction du tableau de calcul

	A	B	C	D
1	"HELMOTZ			
2	"D (m)			
3	"R (m)			
4	"I (A)			
5	"N		$B5*B4*B3 \cdot 2$	
6	"x (m)	"B1 (T)	"B2 (T)	"BT (T)
7	0	$PI*4E-7 * C5 / (2*(A7^2+B3^2)^{1.5})$	$PI*4E-7 * C5 / (2*((B2-A7)^2+B32)^{1.5})$	B7+C7
8	B2/20	$PI*4E-7 * C5 / (2*(A8^2+B32)^{1.5})$	$PI*4E-7 * C5 / (2*((B2-A8)^2+B3^2)^{1.5})$	B8+C8
9	2*B2/20	$PI*4E-7 * C5 / (2*(A9^2+B3^2)^{1.5})$	$PI*4E-7 * C5 / (2*((B2-A9)^2+B3^2)^{1.5})$	B9+C9

26	19*B2/20	$PI*4E-7 * C5 / (2*(A26^2+B3 \cdot 2)^{1.5})$	$PI*4E-7 * C5 / (2*((B2-A26)^2+B32)^{1.5})$	B26+C26
27	20*B2/20	$PI*4E-7 * C5 / (2*(A27^2+B3 \cdot 2)^{1.5})$	$PI*4E-7 * C5 / (2*((B2-A27)^2+B3 \cdot 2)^{1.5})$	B27+C27

Les données fournies par l'utilisateur sont entrées dans les cases B2 à B5.

Les formules des colonnes B C et D sont recopiées à partir de la ligne 7 en ajustant les références à cette même ligne 7 (références relatives).

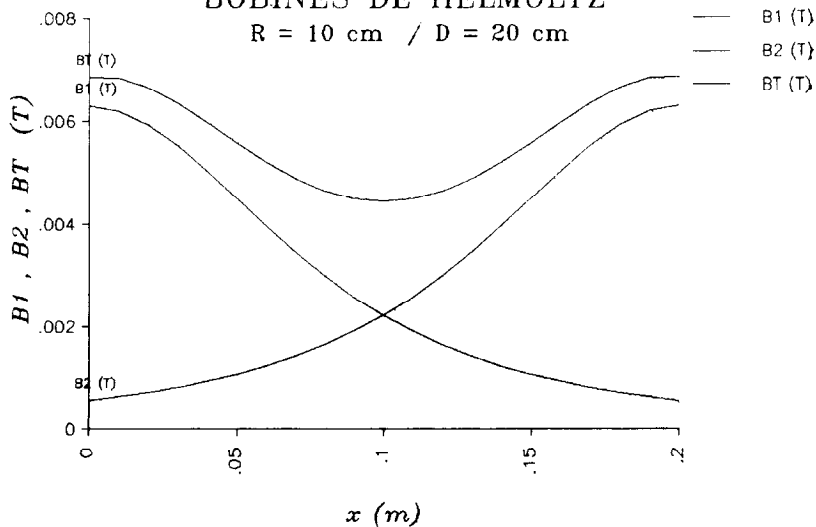
Toutes les cases du tableau sont alors protégées (rendues ineffaçables) sauf celles qui peuvent être modifiées (B2 à B5).

c) Exploitation

En faisant varier la distance mutuelle d des deux bobines, on observe la variation du champ résultant B.

Quand $d = R$, on retrouve le cas optimal d'utilisation de telles bobines : le champ magnétique est largement uniforme dans la zone centrale entre les bobines.

BOBINES DE HELMOLTZ

 $R = 10 \text{ cm} / D = 20 \text{ cm}$ 

BOBINES DE HELMOLTZ

 $R = 10 \text{ cm} / D = 10 \text{ cm}$ 