

Transformez votre imprimante PC-100 en traceur de courbes

Si vous disposez d'une imprimante PC 100 A, B ou C, vous pouvez tracer des courbes avec votre TI-59. Comment ? En utilisant simplement le petit programme que nous vous présentons.

■ Sur les quarante opérations spéciales de la TI 58/59, dix sont réservées à différentes commandes de l'imprimante : ce sont les opérations 00 à 08 et 40.

La huitième (2nd Op 07) provoque l'impression d'un astérisque dans la colonne (0 à 19) dont le numéro est contenu dans le registre d'affichage. Le nombre 0 correspond à la colonne de gauche et 19 à celle de droite. Seule la partie entière du nombre affiché est prise en compte

116	76	LBL
117	16	H'
118	53	(
119	43	RCL
120	01	01
121	65	X
122	04	4
123	54)
124	39	COS
125	85	+
126	53	(
127	43	RCL
128	01	01
129	65	X
130	03	3
131	54)
132	38	SIN
133	95	=
134	42	STD
135	02	02
136	92	RTH
137	00	0

A l'aide de ces quelques lignes...

(avec 5,99999999 à l'affichage, l'astérisque demeure dans la cinquième colonne).

L'opération 07 est principalement destinée à permettre le tracé d'une courbe point par point pendant l'exécution d'un programme.

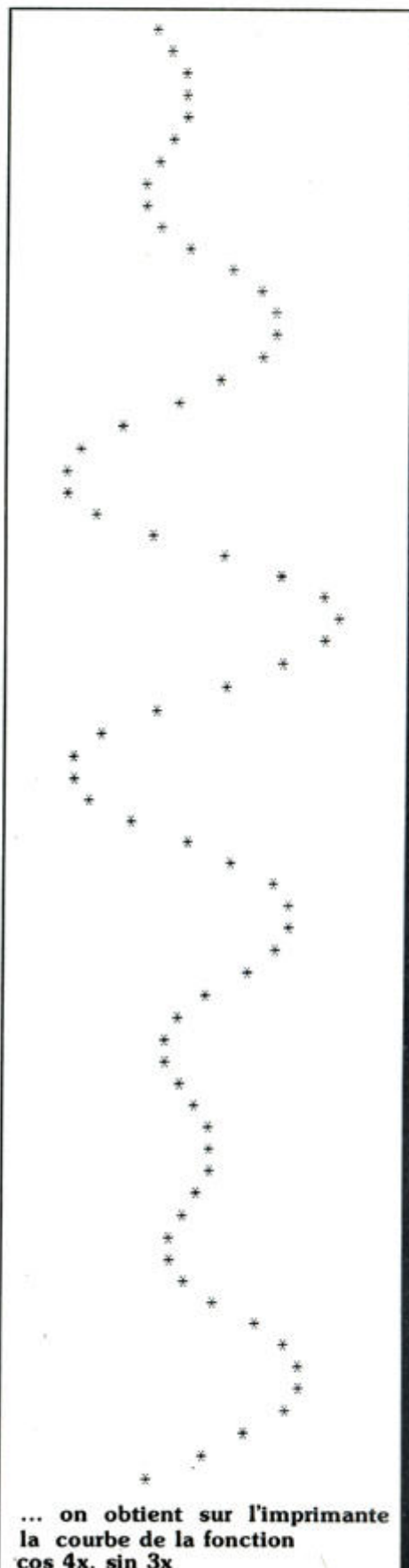
Avant de lancer un tel programme, il faut s'assurer que le nombre affiché sera toujours compris entre 0 et 19. On doit donc vérifier que les valeurs minimale et maximale de la fonction ne vont pas conduire à demander l'impression d'un astérisque en dehors de la bande de papier ! Cette erreur serait d'ailleurs signalée par un affichage clignotant.

On peut bien entendu demander à la calculatrice de déterminer l'échelle optimale avant de tracer la courbe. C'est ce que nous avons fait. Une restriction évidente : la partie de la courbe à tracer ne doit pas comporter de branches infinies. Le programme calcule donc l'échelle puis trace la courbe point par point pour les fonctions à une seule variable du type $y = f(x)$ entre deux bornes A et B. Deux remarques :

- les courbes les plus "belles" sont presque toujours celles dont l'équation est composée de cosinus et de sinus, car elles sont périodiques et leurs valeurs extrêmes sont faibles ;
- l'axe des x est vertical.

Commençons par l'introduction des données (2nd Lbl A) : Il faut fournir au programme la borne inférieure A (abscisse de départ), la borne supérieure B (abscisse de fin) et P, le pas d'incrément sur l'axe des abscisses. Si $x_0 = A$, $x_i = A + (i \cdot P)$. Le nombre d'astérisques imprimés est donc $(B - A)/P$. C'est en faisant varier P, par tâtonnements, qu'on obtiendra une courbe harmonieuse.

Il nous faut maintenant nous inquiéter de la recherche des extrema de la courbe (2nd Lbl B) : cette partie du programme calcule la valeur maximale (FMAX) et la valeur minimale (FMIN) de la fonction en appelant le sous-programme 2nd Lbl SUM qui permet de déterminer l'abscisse et l'ordonnée (nous y reviendrons). Plus l'intervalle [A,B]



sera grand, plus longue sera l'exécution de cette partie du programme.

Si l'on est certain que le maximum et le minimum de la fonction se trouvent dans un intervalle plus court que [A,B], on fera rechercher les extrema de la courbe sur ce petit intervalle : le gain de temps peut être appréciable. On réintroduira ensuite les bornes prévues avant de lancer l'impression proprement dite.

Dès que FMIN et FMAX sont déterminés, l'échelle (ECH) sur l'axe des ordonnées est calculée de la manière suivante :

$$ECH = \frac{19.9}{FMAX - FMIN}$$

L'impression peut (enfin) commencer (2nd Lbl C) : C'est dans cette partie du programme qu'est utilisée (aux pas 097 et 098) l'opération spéciale 07. Le numéro de la colonne est obtenu aux pas 086 à 095 : (RCL 02 - RCL 14) × RCL 03 =, soit (Y - FMIN) × ECH.

Registres utilisés

R 01	abscisse X
R 02	ordonnée Y
R 03	échelle sur l'axe des ordonnées
R 05	adresse du branchement indirect (ss-prg. SUM)
R 06-09	disponibles pour l'équation de la courbe
R 10	borne inférieure A
R 11	borne supérieure B
R 12	pas d'incrément P
R 13	maximum de la fonction : FMAX
R 14	minimum de la fonction : FMIN

Il ne nous reste que le calcul de l'abscisse et de l'ordonnée (2nd Lbl SUM) : l'abscisse est déterminée par incréments successifs de façon à ce que $x_i = A + i \times P$. A chaque passage, un test est effectué afin de déterminer si la fin de l'intervalle (B) est atteinte, auquel cas le programme s'arrête.

L'ordonnée est obtenue à partir de l'étiquette 2nd Lbl A' (pas 116-117). C'est sous cette étiquette que l'utilisateur doit écrire l'équation de la courbe qu'il veut tracer (cf. l'exemple). L'abscisse est rangée en

R 01 et l'ordonnée en R 02. Ne pas oublier de terminer par INV SBR : sous-programme oblige !

L'utilisation est alors la suivante : une fois introduite l'équation de la courbe sous l'étiquette A', on testera cette équation (2nd A'), puis on fournira les données de départ :

- A (abscisse de départ) : appuyer sur A
- B (abscisse de fin) : appuyer sur R/S
- P (pas d'incrément) : appuyer sur R/S

En appuyant sur B, on déclenche le calcul des extrema et de l'échelle. On pourra sauter cette étape si l'échelle est déjà connue en la plaçant directement en R 03. On lancera enfin l'impression en pressant C.

L'exemple de la page précédente résulte de l'impression de la courbe $\cos 4x \cdot \sin 3x$ avec

$$A = -2\pi$$

$$B = 4\pi/2$$

$$P = \pi/24$$

Durée d'exécution totale : 10 mn 30 s, dont la moitié pour l'impression, soit un astérisque toutes les 3 secondes.

Programme : pas 000 à 117
Equation de la courbe : pas 116 à 136

Initialement, ce programme a été réalisé pour obtenir certains effets de cinéma d'animation. La prise de vue de la caméra (super 8) était déclenchée image par image à chaque impression d'un astérisque sur le PC-100 B. La projection à vitesse normale faisait apparaître des mouvements intéressants (défilement intermittent d'une sinusoïde par exemple).

En agissant sur l'échelle des ordonnées, on arrive à donner l'illusion que la courbe s'enroule autour de l'axe des abscisses.

A vous maintenant d'obtenir les courbes qui vous intéressent en introduisant de nouvelles équations dans le programme.

□ Dominique Carteau

Liste du programme sur TI-59

000	76	LBL	039	77	GE	078	00	0
001	11	A	040	42	STD	079	01	1
002	42	STD	041	42	STD	080	42	STD
003	10	10	042	13	13	081	05	05
004	91	R/S	043	76	LBL	082	76	LBL
005	42	STD	044	42	STD	083	78	Σ+
006	11	11	045	43	RCL	084	71	SBR
007	91	R/S	046	14	14	085	44	SUM
008	42	STD	047	32	X:T	086	53	(
009	12	12	048	43	RCL	087	43	RCL
010	91	R/S	049	02	02	088	02	02
011	76	LBL	050	77	GE	089	75	-
012	12	B	051	77	GE	090	43	RCL
013	70	RAD	052	42	STD	091	14	14
014	00	0	053	14	14	092	54)
015	42	STD	054	61	GTO	093	65	×
016	13	13	055	77	GE	094	43	RCL
017	00	0	056	01	1	095	03	03
018	42	STD	057	09	9	096	95	=
019	14	14	058	93	.	097	69	DP
020	43	RCL	059	09	9	098	07	07
021	10	10	060	55	÷	099	61	GTO
022	42	STD	061	53	(100	78	Σ+
023	01	01	062	43	RCL	101	91	R/S
024	00	0	063	13	13	102	76	LBL
025	05	5	064	75	-	103	44	SUM
026	06	6	065	43	RCL	104	43	RCL
027	42	STD	066	14	14	105	12	12
028	05	05	067	54)	106	44	SUM
029	76	LBL	068	95	=	107	01	01
030	77	GE	069	42	STD	108	43	RCL
031	71	SBR	070	03	03	109	11	11
032	44	SUM	071	76	LBL	110	32	X:T
033	43	RCL	072	13	C	111	43	RCL
034	13	13	073	43	RCL	112	01	01
035	32	X:T	074	10	10	113	77	GE
036	43	RCL	075	42	STD	114	40	IND
037	02	02	076	01	01	115	05	05
038	22	INV	077	01	1	116	76	LBL
						117	16	A'