



# libérez votre calculatrice: elle vous donnera plus de chiffres significatifs

**La taille des nombres que l'on peut traiter à l'aide d'un calculateur programmable est — généralement — limitée à dix ou douze chiffres. Quel « fan » d'informatique de poche n'a jamais rêvé d'affranchir son calculateur de cette limite? Un peu de « software », quelques astuces, et voici votre cher calculateur effectuant des opérations sur des grands nombres de belle taille !**

Les registres internes d'une calculatrice programmable de poche sont toujours limités quant à leur capacité. Ceux de TI 58-59, par exemple, ont une capacité maximale de 8 octets, ce qui permet en mode calcul de stocker en format flottant : 10 chiffres significatifs (5 octets), 3 chiffres de garde (1 octet et demi), 2 chiffres d'exposant (1 octet) ainsi que le code des signes (un demi-octet).

Certaines applications peuvent exiger une précision trop grande pour que ce format soit suffisant.

Les routines, que nous présentons en page ci-contre, ont pour but de contribuer au développement d'un logiciel complet de calcul sur des nombres de grande taille. Pour être général, ce logiciel — qui incluerait le chaînage des opérations — devrait être écrit dans une macro-syntaxe commune à toutes les machines programmables.

« LIMACE » (L'O.I. n° 7) semble s'imposer, encore que l'appellation « ... Machines A Calculer Élémentaires » semble vexer ma TI 59.

En attendant ce couronnement et pour susciter la collaboration des amateurs, voici trois listes résolvant le problème pour différents types de calculs.

Nous tenons à la disposition des lecteurs intéressés d'autres routines un peu plus sophistiquées de calcul sur de grands nombres :

- . divisibilité de très grands nombres ;
- . divisibilité de très grands nombres de Mersenne (TI 59 manipule des nombres comme  $2^{21701}-1$  qui est le plus grand nombre premier connu à ce jour ! (\*);
- . algorithme de recherche du caractère premier de grands entiers.

Le langage employé est l'AOS de Texas pour TI 58-59, mais les conditionnels de HP 67-97 n'auront aucun mal à traduire.

## Division en précision infinie

Cette routine permet la division de deux nombres au format de la machine, le résultat étant donné aussi précisément qu'on le désire. Pour un seul passage en machine, le nombre de registres du calculateur est une limite (soit 99 pour TI 59 et une précision de 980 chiffres après la virgule !!). Si l'on travaille par lots avec sauvegarde des résultats intermédiaires par l'instruction

(\*). Depuis que nous avons reçu cet article, c'est en fait  $2^{23209}-1$  qui est le champion. B.S.

WRITE, alors la précision peut être infinie...

Le protocole d'utilisation est simple : pour calculer A/B, entrer A en pressant « A », entrer B en pressant « B », enfin demander la précision par groupe de 10 chiffres. Attention ! TI 59 supprime les zéros non significatifs. Si l'on obtient moins de 10 digits pour un groupe de résultats, il faut compléter à gauche par des zéros. (cf. le jeu d'essai ci-dessous).

Le résultat est en mémoire M4 pour sa partie entière et en M5 et suivantes par groupe de 10 chiffres.

## Jeu d'essai

A = 1  
B = 17  
M4 = 0,  
M5 = 0588235294  
M6 = 1176470588  
M7 = 2352941176

Précision 4 groupes = 30 chiffres après la virgule : C = 4.

## Multiplication en double longueur

Cette routine multiplie deux nombres au format de la machine et donne pour résultat un nombre au format double. L'algorithme utilisé n'est pas si simple qu'il y paraît.

Soit à effectuer A x B : on presse « A » puis « B » après avoir composé les deux nombres, le « run » est automatique et le résultat est affiché, les 10 premiers chiffres d'abord : on obtient les 10 chiffres de droite en pressant la touche x t.



PROGRAM DESCRIPTION • PROGRAMM-BESCHREIBUNG • DESCRIPTION DU PROGRAMME

DIVISION EN PRECISION INFINIE  
 POUR T158 ET T159

USER INSTRUCTIONS • BENUTZER INSTRUKTIONEN • MODE D'EMPLOI

NO. LINE	PROCEDURE PROZEDUR PROG-SEDURE	ENTER EINGABE INTRODUIRE	PRESS BEFEHL APPLUYER SUR	DISPLAY ANZEIGE AFFICHAGE
1	INTRODUCTION DE A POUR CALCULER A/B = X	A	A	A
2	INTRODUCTION DE B	B	B	B
3	DEMANDER LA PRECISION C (PAR GROUPE DE 10 CHIFFRES EX PRECI = 30 CH. DEMANDER 4 GROUPE - 30% = 3 groupes + 1 pour partie entiere)	C	C	0
4	LIRE LE RESULTAT X EN M4 : PARTIE ENTIERE M5 et suivants			

ESCAL  
 1  
 17  
 4

USER DEFINED KEYS PROGRAMM-ADRESSTASTEN TOUCHES UTILISATEUR

KEY	FUNCTION	DATA REGISTERS (OP 08) REGISTRES MEMOIRE (M4-M5)	LABELS (OP 08) LABELS (OP 08)
A	Nombre A		
B	Nombre B		
C	Precision C		

LOC. ADDR.	CODE	KEY TASTE TOUCHÉ	COMMENTS BEMERKUNGEN KOMMENTARIES	LOC. ADDR.	CODE	KEY TASTE TOUCHÉ	COMMENTS BEMERKUNGEN KOMMENTARIES
43	01	RCL 1		5	00	0	
43	55	1		5	81	RST	END
43	02	RCL 2					
43	95	2					
43	59	INT					
43	72	STO IND					
43	03	3					
43	65	RCL 2					
43	02	2					
43	55	1					
43	94	1					
43	85	RCL 1					
43	04	1					
43	95	2					
43	65	RCL 1					
43	01	1					
43	52	EE					
43	01	1					
43	00	0					
43	95	2					
43	42	STO 1					
43	01	1					
43	97	OSB 0					
43	00	0					
43	55	1					
43	25	CLR R/S					
43	91	R/S					
43	76	LBL					
43	69	OP					
43	23	RST					
43	81	LBL					
43	76	LBL					
43	11	A					
43	47	CHS					
43	02	STO 1					
43	01	1					
43	91	R/S					
43	76	LBL					
43	12	B					
43	42	STO B					
43	02	2					
43	02	2					
43	04	4					
43	42	STO 4					
43	03	3					
43	43	RCL 2					
43	02	2					
43	91	R/S					
43	76	LBL					
43	13	C					
43	42	STO 1					
43	91	R/S					
43	76	LBL					
43	12	B					
43	42	STO B					
43	02	2					
43	02	2					
43	04	4					
43	42	STO 4					
43	03	3					
43	43	RCL 2					
43	02	2					
43	91	R/S					
43	76	LBL					
43	13	C					
43	42	STO 1					

PROGRAM DESCRIPTION • PROGRAMM-BESCHREIBUNG • DESCRIPTION DU PROGRAMME

MULTIPLICATION EN DOUBLE PRECISION

USER INSTRUCTIONS • BENUTZER INSTRUKTIONEN • MODE D'EMPLOI

NO. LINE	PROCEDURE PROZEDUR PROZEDURE	ENTER EINGABE INTRODUIRE	PRESS BEFEHL APPLUYER SUR	DISPLAY ANZEIGE AFFICHAGE
1	INTRODUCTION DE A POUR CALCULER A x B = X	A	A	0
2	INTRODUCTION DE B ET RUN AU DISPLAY LES CHIFFRES DE GAUCHE DU RESULTAT	B	B	G[X]
3	AFFILAGE DES CHIFFRES DE DROITE		2>E	D[X]

Fin  
 2345678901  
 876543210

USER DEFINED KEYS PROGRAMM-ADRESSTASTEN TOUCHES UTILISATEUR

KEY	FUNCTION	DATA REGISTERS (OP 08) REGISTRES MEMOIRE (M4-M5)	LABELS (OP 08) LABELS (OP 08)
A	Nombre A		
B	Nombre B		

LOC. ADDR.	CODE	KEY TASTE TOUCHÉ	COMMENTS BEMERKUNGEN KOMMENTARIES	LOC. ADDR.	CODE	KEY TASTE TOUCHÉ	COMMENTS BEMERKUNGEN KOMMENTARIES
0	76	LBL		55	03	3	
0	55	1		55	85	OP	
0	72	STO IND		55	20	SBR	
0	00	0		55	74	C	
0	53	INT		55	95	INT	
0	24	CE		55	53	C	
0	55	1		55	43	RCL 6	
0	04	1		55	06	6	
0	52	EE		55	85	5	
0	05	5		55	43	RCL 2	
0	54	INT		55	02	2	
0	53	C		55	65	X RCL 4	
0	63	Exc Ind		55	43	RCL 4	
0	00	0		55	04	4	
0	75	OP		55	54	1	
0	53	C		55	55	1	
0	73	RCL IND		55	01	EE	
0	00	0		55	52	04	
0	00	0		55	00	0	
0	24	CE		55	95	INT	
0	58	INT		55	59	INT	
0	05	5		55	42	STO 7	
0	54	INT		55	07	7	
0	54	INT		55	43	RCL 5	
0	69	OP		55	43	RCL 5	
0	20	20		55	85	1	
0	72	STO IND		55	43	RCL 1	
0	00	0		55	01	X	
0	25	CLR INV SBR		55	43	RCL 3	
0	92	INV SBR		55	03	3	
0	76	LBL		55	32	2>E	
0	11	A		55	43	RCL 7	
0	47	CHS		55	07	7	
0	68	OP		55	43	RCL 7	
0	20	20		55	05	5	
0	71	SBR		55	85	1	
0	55	1		55	43	RCL 2	
0	91	R/S		55	02	2	
0	76	LBL		55	43	RCL 4	
0	12	B		55	04	4	
0	69	OP		55	43	RCL 4	
0	20	20		55	01	EE	
0	71	SBR		55	01	0	
0	55	1		55	00	0	
0	43	RCL 1		55	94	1	
0	65	X RCL 2		55	85	1	
0	43	RCL 4		55	43	RCL 4	
0	64	OP		55	43	RCL 4	
0	85	1		55	04	4	
0	43	RCL 2		55	85	2	
0	65	X		55	43	RCL 6	
0	43	RCL					

TITLE FACTOR N > 69  
 TITRE  
 PROGRAMMER JACQUES LAPORTE  
 PROGRAMMIERER  
 PROGRAMMEUR  
 Partitioning (Op 17) Library Module Software-Modul  
 Speicher-Bereichsverteilung Modulare Module enclenchable  
 Partition (Op 17) MASTER (N.U.F.)

TI PROGRAMMABLE  
 PROGRAM RECORD  
 PROGRAMM-BERICHT  
 FICHE PROGRAMME



TITLE  
 TITRE  
 PROGRAMMER  
 PROGRAMMIERER  
 PROGRAMMEUR  
 DATE  
 DATUM  
 DATE

PROGRAM DESCRIPTION • PROGRAMM BESCHREIBUNG • DESCRIPTION DU PROGRAMME

N! #N (N pouvant être > 69)  
 Contrainte de capacité levée.

USER INSTRUCTIONS • BENUTZER INSTRUKTIONEN • MODE D'EMPLOI

STEP NUMÉRIQUE SEQUENCE	PROCEDURE PROZEDUR PROCEDURE	ENTER EINGABE INTRODUIRE	PRESS BEFEHL APPLUYER SUR	DISPLAY ANZEIGE AFFICHAGE
1	ENTREE DU NOMBRE N	N	RST R/S	MANTISSE
2	AFFICHAGE DE LA PUISSANCE DE 10	—	R/S	EXPOSANT
	8! = 40320	8	RST R/S	4.032
	100! = 9.332621492 10 <sup>157</sup>	100	RST R/S	4 9.332621492 157

LOC ADR	CODE CODE	KEY TASTE TOUCHE	COMMENTS BEMERKUNGEN COMMENTAIRES	LOC ADR	CODE CODE	KEY TASTE TOUCHE
0	42	STO				
1	00	0				
2	28	log				
3	42	STO				
4	01	1				
5	57	DSZ				
6	00	0				
7	00	0				
8	12	12				
9	61	GTO				
10	00	0				
11	20	20				
12	43	RCL				
13	00	0				
14	28	log				
15	44	SUM				
16	01	1				
17	61	GTO				
18	00	0				
19	05	05				
20	43	RCL				
21	01	1				
22	12	INV				
23	59	Int				
24	22	INV				
25	28	log				
26	51	R/S				
27	43	RCL				
28	01	1				
29	59	Int				
30	51	R/S				
31	61	GTO				
32	00	0				
33	20	20				
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						
59						
60						
61						
62						
63						
64						
65						
66						
67						
68						
69						
70						
71						
72						
73						
74						
75						
76						
77						
78						
79						
80						
81						
82						
83						
84						
85						
86						
87						
88						
89						
90						
91						
92						
93						
94						
95						
96						
97						
98						
99						
100						

USER DEFINED KEYS PROGRAMM-ADRESSTASTEN TOUCHES UTILISATEUR	DATA REGISTERS DATENSPEICHER REGISTRES-MEMOIRE (INV: 101)	LABELS (Op 08) LABELS (Op 08) LABELS (Op 08)
A	0	0
B	1	1
C	2	2
D	3	3
E	4	4
A'	5	5
B'	6	6
C'	7	7
D'	8	8
E'	9	9

© 1977 Texas Instruments

TI 9900000 0000

© 1977 Texas Instruments

**Jeu d'essai**

A = 2345678901  
 B = 876543210  
 A x B = 2056088913511812210

**Factorielles sans contraintes de taille**

La dernière routine lève l'hypothèse de dimension liée au calcul de n! En effet, dans tous les micro-programmes calculant les factorielles, il y aura overflow pour n > 69 car 70! a plus de 100 chiffres et dépasse donc 10<sup>99</sup>.

La routine ci-contre donne des résultats exacts même pour de petits nombres entiers: ce qui est une

belle performance si l'on analyse de près son algorithme.

Le nombre est entré au display et après un « reset » (RST) on fait partir le programme par un « run » (R/S). La factorielle est affichée mantisse d'abord et exposant de 10 après un nouveau « run ». Un nouveau « run » redonne la mantisse, etc.

à : 8.16742462163 10<sup>5890</sup>.

Encore une fois, il apparaît que nos merveilleuses machines peuvent faire des miracles pour peu que l'on sache leur donner le logiciel adéquat. N'est-ce pas là toute la problématique de la micro-informatique ?

**Jeu d'essai :**

8!	8	RST	R/S	4.032	4032
			R/S	10 <sup>4</sup>	
70!	70	RST	R/S	1.197857166	Les Tables de BARLOW donnent :
			R/S	10 <sup>100</sup>	1.1978572 10 <sup>100</sup>

Nous laisserons au lecteur le soin de vérifier que 2047! est bien égal

Jacques Laporte