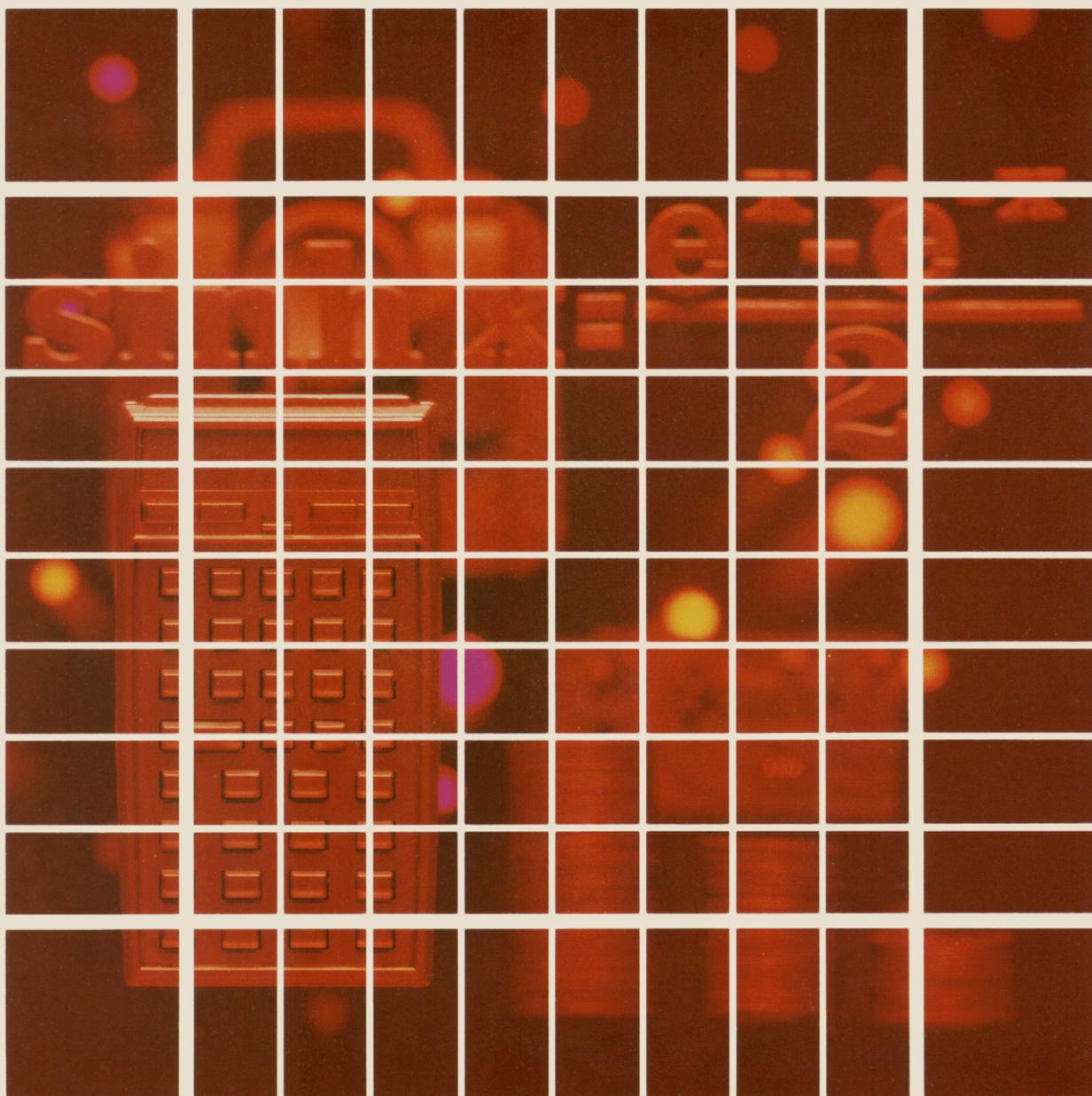


HEWLETT-PACKARD

HP-41C

LIVRET D'APPLICATIONS

# Statistiques appliquées II



## NOTE

**Les programmes de ce manuel sont fournis sans aucune garantie. La Société Hewlett-Packard n'assume donc aucune responsabilité quant aux conséquences directes ou non de l'utilisation de ces programmes.**

## PRESENTATION

Ce livret d'applications du HP-41C est destiné à vous aider à utiliser à fond les possibilités de votre calculateur. Les programmes choisis couvrent la plupart des problèmes que vous devez résoudre quotidiennement.

Ils vous offrent des possibilités de calcul immédiates et vous présentent des suggestions utiles pour la programmation de votre propre logiciel. Les commentaires accompagnant les listages des programmes décrivent l'approche adoptée pour parvenir à la solution ; ils vous aident à suivre la logique du programmeur et à maîtriser parfaitement votre calculateur Hewlett-Packard.

## INTRODUCTION D'UN PROGRAMME DANS LE HP-41C

Avant d'introduire dans votre HP-41C un des programmes contenus dans ce manuel, rappelez-vous quelques points importants. L'imprimante HP 82143A offre un moyen extrêmement pratique de lister des programmes et montre clairement la marche à suivre pour introduire un programme sans faire apparaître toutes les séquences de touches. C'est ce type de sortie qui a été présenté dans ce manuel. La méthode est simple et rapide puisqu'il suffit de suivre le listage pour comprendre les étapes de l'introduction du programme. La procédure est la suivante :

1. A la fin de chaque listage de programme se trouve une liste d'informations d'état nécessaires à la bonne exécution du programme. Cette liste comprend une indication de TAILLE (SIZE). Avant de commencer à introduire le programme, appuyez sur **XEQ** **ALPHA** SIZE **ALPHA** et spécifiez la taille en trois chiffres. Par exemple, introduisez 010 pour spécifier 10.

Ces informations d'état comprennent également le format de l'affichage et l'état des indicateurs utilisés par le programme. Pour assurer la bonne exécution du programme, vérifiez si l'état de l'affichage du HP-41C a été correctement programmé et si tous les indicateurs utilisés sont positionnés ou mis à zéro, suivant les besoins.

2. Mettez le HP-41C en mode PRGM (appuyez sur la touche **PRGM**) et appuyez sur **■** **GTO** **□** **□** pour préparer le calculateur pour le nouveau programme.
3. Commencez à introduire le programme. Voici quelques conseils qui vous aideront dans cette opération en partant des listages de programmes contenus dans ce manuel.
  - a. Si un caractère ou un groupe de caractères est entouré de guillemets (") dans le programme, ce caractère ou groupe de caractères est alphabétique. Pour les caractères alphabétiques, il suffit d'appuyer sur **ALPHA**, de taper les caractères, puis d'appuyer à nouveau sur **ALPHA**. Par exemple, pour introduire "SAMPLE", la séquence est la suivante : **ALPHA** "SAMPLE" **ALPHA**
  - b. Le losange qui précède chaque instruction LBL est un signe dont le seul but est de montrer l'emplacement des labels dans les listages. Ne tenez pas compte de ce signe quand vous introduisez votre programme.
  - c. Sur l'imprimante, le signe de la division est /. Quand vous voyez un / dans le listing, appuyez sur **□**.
  - d. De même, l'imprimante remplace le signe normal de la multiplication par \*. Quand vous voyez un \*, appuyez sur **□**.
  - e. Dans le listing, le caractère †- indique la fonction **APPEND**. Quand vous voyez †-, appuyez sur **■** **APPEND** en mode ALPHA (appuyez sur **■** puis sur la touche K).
  - f. Toutes les opérations faisant appel à des adresses de registres acceptent ces adresses sous la forme suivante :

nn (nombre de deux chiffres)

IND nn (INDIRECTE : **■**, suivi d'un nombre de deux chiffres).

X, Y, Z, T, ou L (adresse de registre opérationnel : **□** suivi de X, Y, Z, T ou L)

IND X, Y, Z, T ou L (INDIRECTE registre opérationnel : **■** **□** suivi de X, Y, Z, T ou L)

Pour spécifier une adresse indirecte, appuyez sur **■**, puis sur l'adresse indirecte. Pour spécifier une adresse de registre opérationnel, appuyez sur **□**, suivi de X, Y, Z, T ou L. Pour spécifier une adresse indirecte de registre opérationnel, appuyez sur **■** **□**, puis sur X, Y, Z, T ou L.

TABLES DES MATIERES

VOLUME II

N°	Titre	Initialisa- tion	Nbre modules mémoires	Nbre cartes & pistes
STAT.11	ANVA trois facteurs	ANVA 7	2	3 (1 à 6)
12	Trois, quatre ou cinq facteurs à deux niveaux	ANVA 8	2	4 (1 à 7)
13	Coefficient corrélation	CORR.	1	3 (1 à 6)
14	Régression linéaire	REGR.	2	4 (1 à 8)
15	Analyse de covariance	ANCOVA	2	4 (1 à 8)
16				
17	Tests non paramétriques de rangs	RANG	2	3 (1 à 6)
18	Tests non paramétriques de fréquences	FREQ	2	4 (1 à 7)

Nota

Certains programmes contiennent des instructions qui ne peuvent être introduites au clavier sans connecter le lecteur de cartes.

Si vous ne possédez pas le lecteur, veuillez introduire les instructions suivantes:

avec lecteur

7 ISZ  
7 DSZ  
7 DSP 3  
7 DSP 2

sans lecteur

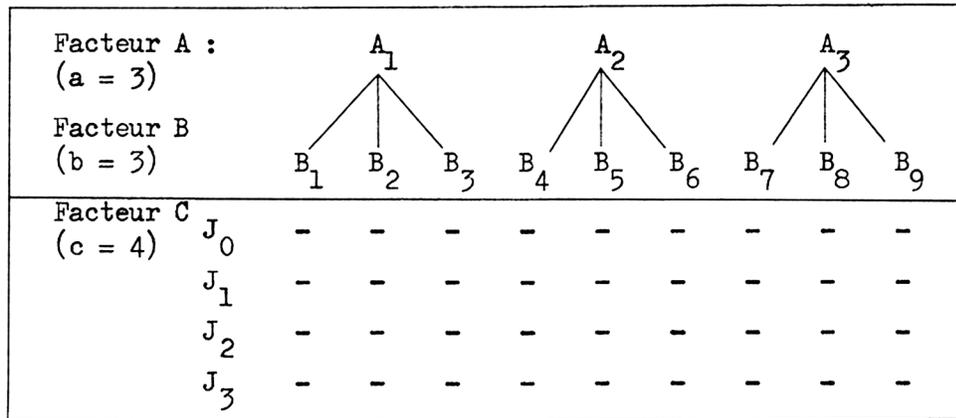
ISG 25  
DSE 25  
FIX 3  
FIX 2

ANALYSE DE VARIANCE A TROIS FACTEURS

B emboité dans A, C croisé avec A et B

DESCRIPTION

On rencontre fréquemment ce type d'ANVA, dans lequel plusieurs traitements (a niveaux du facteur A) sont étudiés dans des sous-groupes B (animaux, malades), chaque individu faisant l'objet de mesures répétées dans le temps. Le programme peut traiter jusqu'à 12 niveaux du facteur C (périodes); si c est supérieur à 12, affichage de ERROR.

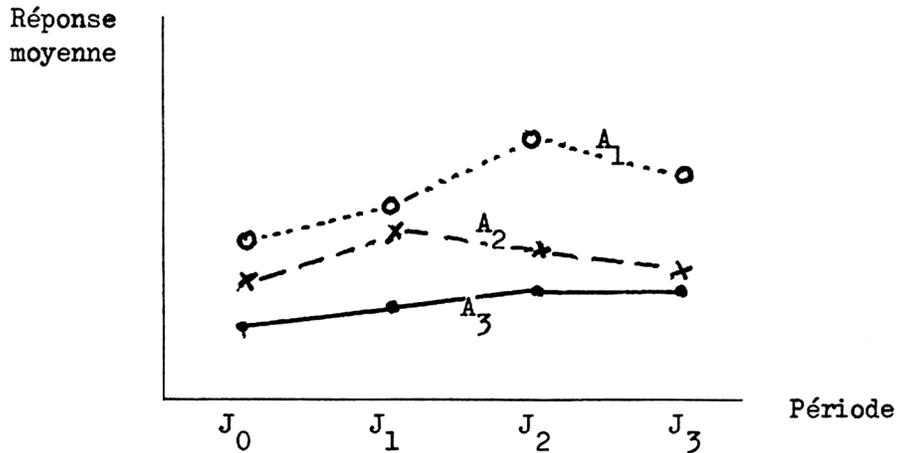


Chaque niveau du Facteur A peut être considéré comme un essai en blocs complet, donnant a tables telles que :

Facteurs B (blocs)	Facteur C			
	J <sub>0</sub>	J <sub>1</sub>	J <sub>2</sub>	J <sub>3</sub>
B <sub>1</sub>	-	-	-	-
B <sub>2</sub>	-	-	-	-
B <sub>3</sub>	-	-	-	-

T<sub>b</sub>

Ces a tables sont entrées successivement, et le programme calcule, pour chaque table, les moyennes des différentes périodes. Les résultats expérimentaux peuvent être représentés graphiquement, ces moyennes représentant les points de a courbes :



Il y a, dans l'ANVA, deux termes pour l'erreur :

- l'Erreur I, qui est la variation entre sous-groupes dans les groupes (comme dans l'ANVA emboîtée); elle sert à vérifier la différence entre les groupes.
- l'Erreur II, qui est l'interaction BxC dans les groupes, sert à vérifier la différence entre les mesures répétées (C) et l'interaction AxC.

La table d'ANVA est la suivante :

Source de variation	Nombre de	Somme des	Carré moyen	F
A - Entre groupes	(a - 1)		$s_A^2$	$s_A^2/s_{B(A)}^2$
B - Entre s/groupes dans les groupes (Erreur I)	a(b - 1)		$s_{B(A)}^2$	
C - Entre périodes	(c - 1)		$s_C^2$	$s_C^2/s_{BC(A)}^2$
Interaction AxC	(a-1)(c-1)		$s_{AC}^2$	$s_{AC}^2/s_{BC(A)}^2$
Interaction BxC dans les groupes (Erreur II)	a(b-1). (c-1)		$s_{BC(A)}^2$	
Total	(abc - 1)			

Le test du Factor A vérifie s'il y a une différence entre les traitements dans leur ensemble (sur toutes les périodes); le test du Facteur C, la différence entre les périodes (sur tous les niveaux de A); le test de l'interaction AxC est un test de parallélisme entre les a courbes. L'ANVA peut être complétée par des comparaisons entre les points des courbes, avec l'Erreur II comme carré moyen de l'erreur.



EXEMPLE 1 - Deux traitements, mesures répétées dans le temps.

A Produits	B Sujets	C - Période			
		J <sub>1</sub>	J <sub>2</sub>	J <sub>3</sub>	J <sub>4</sub>
A <sub>1</sub>	1	3,37	3,11	3,23	3,12
	3	4,47	3,79	3,94	3,14
	4	4,66	4,40	3,76	4,35
	6	5,13	4,28	3,79	3,53
A <sub>2</sub>	2	7,27	6,86	5,99	5,54
	5	6,60	5,98	6,02	5,47
	7	7,74	5,87	6,60	6,73

$\Sigma T=21.61$   
 MOY=7.28  
 $\Sigma T=19.71$   
 MOY=6.57  
 $\Sigma T=18.61$   
 MOY=6.28  
 $\Sigma T=17.74$   
 MOY=5.91

```

ANVA
A
D.L.=1.00
S.C.=46.11
C.M.=46.11
F=48.48
P=0.002

ERR. B(A)
D.L.=5.00
S.C.=4.76
C.M.=0.95

C
D.L.=3.00
S.C.=4.37
C.M.=1.46
F=13.31
P=3.214E-4

A*C
D.L.=3.00
S.C.=0.17
C.M.=0.06
F=0.52
P=0.343

ERR. B*C(A)
D.L.=15.00
S.C.=1.64
C.M.=0.11

TOT
D.L.=27.00
S.C.=57.04

XFQ "ANVA7"
2.00 RUN
4.00 RUN
Trait. 4.00 RUN
A1 3.37 RUN
3.11 RUN
3.23 RUN
3.12 RUN
SigmaB=12.83
XEQ B
4.47 RUN
3.79 RUN
3.94 RUN
3.14 RUN
SigmaB=15.34
XEQ B
4.66 RUN
4.40 RUN
3.76 RUN
4.35 RUN
SigmaB=17.17
XEQ B
5.13 RUN
4.28 RUN
3.79 RUN
3.53 RUN
SigmaB=16.73
XEQ B

SigmaT=17.63
MOY=4.41
SigmaT=15.58
MOY=3.90
SigmaT=14.72
MOY=3.68
SigmaT=14.14
MOY=3.54

Trait. 3.00 RUN
A2 7.27 RUN
6.86 RUN
5.99 RUN
5.54 RUN
SigmaB=25.66
XEQ B
6.60 RUN
5.98 RUN
6.02 RUN
5.47 RUN
SigmaB=24.07
XEQ B
7.74 RUN
6.87 RUN
6.60 RUN
6.73 RUN
SigmaB=27.94
XEQ B
  
```

## PROGRAM LISTING

PROGRAMMAUFLISTUNG  
LISTAGE DU PROGRAMME  
LISTATO DI PROGRAMMA

01*LBL "ANVA7"	57 X↑2	113 STO 24	169 "ERR.B(A)"	225 RCL 28
02*LBL A	58 ST+ 24	114 STO 25	170 AVIEW	226 ST+ 08
03 CLRG	59 7ISZ	115 CLΣ	171 RCL 04	227 STO 03
04 STOP	60 RCL 25	116 XEQ 07	172 ST+ 09	228 XEQ 05
05 STO 20	61 RCL 21	117 1	173 STO 02	229 ADV
06 STOP	62 X>Y?	118 ST+ 32	174 RCL 26	230 "TOT"
07 STO 21	63 GTO 02	119 RCL 32	175 ST+ 08	231 AVIEW
08 13	64 RCL 22	120 RCL 20	176 STO 03	232 RCL 09
09 X<=Y?	65 X↑2	121 X>Y?	177 XEQ 05	233 "D.L."
10 GTO 09	66 RCL 21	122 GTO 08	178 ADV	234 XEQ 11
11 XEQ 07	67 RCL 30	123 0	179 RCL 21	235 RCL 08
12 ADV	68 *	124 STO 00	180 1	236 "S.C."
13*LBL 08	69 /	125 STO 01	181 -	237 XEQ 11
14 STOP	70 STO 22	126*LBL 06	182 STO 02	238 RTN
15 STO 30	71 ST+ 29	127 RCL IND 27	183 ST+ 09	239*LBL 07
16 ST+ 31	72 RCL 13	128 ST+ 00	184 RCL 01	240 35.050
17 ADV	73 RCL 22	129 X↑2	185 RCL 31	241 STO 27
18*LBL 01	74 -	130 ST+ 01	186 /	242 RTN
19 STOP	75 STO 13	131 ISG 27	187 RCL 10	243*LBL 05
20 ST+ IND 25	76 RCL 23	132 RCL 27	188 -	244 RCL 02
21 7ISZ	77 RCL 21	133 35	189 STO 03	245 "D.L."
22 ΣREG 14	78 /	134 -	190 ST+ 08	246 XEQ 11
23 Σ+	79 RCL 22	135 RCL 21	191 RCL 28	247 RCL 03
24 GTO 01	80 -	136 X>Y?	192 RCL 04	248 "S.C."
25*LBL B	81 STO 23	137 GTO 06	193 RCL 02	249 XEQ 11
26 RCL 15	82 ST+ 26	138 ADV	194 *	250 X<>Y
27 ST+ 13	83 RCL 24	139 RCL 00	195 STO 04	251 /
28 RCL 14	84 RCL 30	140 X↑2	196 /	252 "C.M."
29 "ΣB"	85 /	141 RCL 21	197 STO 11	253 XEQ 11
30 XEQ 11	86 RCL 22	142 /	198 "C"	254 RTN
31 ADV	87 -	143 RCL 31	199 AVIEW	255*LBL 04
32 ST+ 22	88 STO 24	144 /	200 XEQ 05	256 RCL 11
33 X↑2	89 ST+ 33	145 STO 10	201 XEQ 04	257 /
34 ST+ 23	90 RCL 13	146 RCL 20	202 "A*C"	258 STO 05
35 CLΣ	91 RCL 23	147 1	203 AVIEW	259 "F"
36 0	92 RCL 24	148 -	204 RCL 20	260 XEQ 11
37 STO 25	93 +	149 STO 02	205 1	261 XEQ 10
38 1	94 -	150 ST+ 09	206 -	262 RTN
39 ST+ 24	95 ST+ 28	151 RCL 29	207 RCL 21	263*LBL 10
40 RCL 24	96 0	152 RCL 10	208 1	264 2
41 RCL 30	97 STO 00	153 -	209 -	265 ENTER↑
42 X>Y?	98 STO 01	154 STO 03	210 *	266 9
43 GTO 01	99 STO 02	155 ST+ 08	211 STO 02	267 /
44 0	100 STO 03	156 RCL 26	212 ST+ 09	268 STO 35
45 STO 24	101 STO 04	157 RCL 31	213 RCL 33	269 RCL 02
46*LBL 02	102 STO 05	158 RCL 20	214 RCL 03	270 /
47 RCL IND 25	103 STO 06	159 -	215 -	271 STO 36
48 "ΣT"	104 STO 07	160 STO 04	216 STO 03	272 RCL 35
49 XEQ 11	105 STO 08	161 /	217 ST+ 08	273 RCL 04
50 RCL 30	106 STO 09	162 STO 11	218 XEQ 05	274 /
51 /	107 STO 10	163 "ANVA"	219 XEQ 04	275 STO 35
52 "MOY"	108 STO 11	164 AVIEW	220 "ERR.B*C(A)"	276 1
53 XEQ 11	109 STO 12	165 "A"	221 AVIEW	277 -
54 RCL IND 25	110 STO 13	166 AVIEW	222 RCL 04	278 CHS
55 ST+ IND 27	111 STO 22	167 XEQ 05	223 ST+ 09	279 RCL 05
56 ISG 27	112 STO 23	168 XEQ 04	224 STO 02	280 3

## PROGRAM LISTING

PROGRAMMAUFLISTUNG  
LISTAGE DU PROGRAMME  
LISTATO DI PROGRAMMA

281 1/X	337 FS?C 02
282 Y↑X	338 XE0 12
283 *	339 "P"
284 1	340 XE0 11
285 RCL 36	341 FIX 2
286 -	342 ADV
287 -	343 RTN
288 STO 37	344*LBL 12
289 RCL 35	345 1
290 RCL 05	346 X<>Y
291 2	347 -
292 ENTER↑	348 RTN
293 3	349*LBL 11
294 /	350 "+="
295 Y↑X	351 ARCL X
296 *	352 AVIEW
297 RCL 36	353 RTN
298 +	354*LBL E
299 S0RT	355 RCL 25
300 RCL 37	356 1
301 X<>Y	357 -
302 /	358 STO 25
303 STO 38	359 STOP
304 X>0?	360 ST- IND 25
305 SF 02	361 Σ-
306 ABS	362 GTO 01
307 1	363 .END.
308 RCL 38	
309 .196854	
310 *	
311 +	
312 RCL 38	
313 X↑2	
314 .115194	
315 *	
316 +	
317 RCL 38	
318 3	
319 Y↑X	
320 .000344	
321 *	
322 +	
323 RCL 38	
324 4	
325 Y↑X	
326 .019527	
327 *	
328 +	
329 -4	
330 Y↑X	
331 2	
332 /	
333 CHS	
334 1	
335 +	
336 FIX 3	

# REGISTERS, STATUS, FLAGS

REGISTERBELEGUNG, FLAGS, BETRIEBSARTEN  
 REGISTRES, INDICATEURS, MODES OPÉRATOIRES  
 REGISTRI, MODI OPERATIVI, FLAGS

Registers Datenspeicher Registres de données Registri				Status Betriebsart Modes opératoires Modi operativi			
00	$T_c$	50		Size <u>050</u>	Total Reg. _____	User Mode	
	.			Eng <input type="checkbox"/>	Fix <input checked="" type="checkbox"/>	Sci <input type="checkbox"/>	On <input checked="" type="checkbox"/>
	.			Deg <input type="checkbox"/>	Rad <input type="checkbox"/>	Grad <input type="checkbox"/>	Off <input type="checkbox"/>
	.			Purpose Bedeutung Signification Scopo		Flags	
05		55				SET	CLEAR
				00			
				01	S/prog. P(F)	X	
				02			
10		60		03			
				04			
	$\Sigma y^2$			05			
				06			
15		65		07			
				08			
				09			
				10			
				11	Audio execute		
				12			
20	a	70		13			
	c			14			
	$\Sigma y$			15			
	$\Sigma T_b^2$			16			
	$\Sigma T_c^2$			17			
25		75		18			
	S.C. blocs			19			
				20			
	S.C. BC(A)			21	Printer Enable		
	S.C. A			22	Number Input		
30	b	80		23	Alpha Input		
	$\Sigma b$			24	Range Ignore		
				25	Error Ignore		
				26	Audio Enable		
				27	User Mode		
35	$T_c$	85		28	Decimal Point		
	moyenne			29	Digit Grouping		
	.			Assignments Tastenbelegung / Assignations / Assegnamenti			
	.			Function	Key	Function	Key
	.			Funktion	Taste	Funktion	Taste
	.			Fonction	Touche	Fonction	Touche
	.			Funzione	Tasto	Funzione	Tasto
40		90					
45		95					
		99					

EXPERIMENTATION FACTORIELLEDESCRIPTION

Une expérimentation factorielle est un plan expérimental dans lequel plusieurs facteurs à un petit nombre de niveaux varient ensemble pour étudier l'influence de chaque facteur et pour déceler les interactions entre eux. La taille de ces essais croît rapidement avec le nombre de facteurs. En conséquence, dans les investigations préliminaires, on n'utilise généralement que deux niveaux pour chaque facteur, le niveau témoin et un niveau expérimental supposé bénéfique. Le nombre total de traitements est :

$$2^3 = 8 \text{ pour 3 facteurs}$$

$$2^4 = 16 \text{ pour 4 facteurs}$$

$$2^5 = 32 \text{ pour 5 facteurs}$$

et chaque traitement doit être répété  $n$  fois pour avoir une estimation de l'erreur expérimentale. Par convention, chaque facteur est désigné par une lettre majuscule : A,B,... aux niveaux 0 et 1. Chaque traitement est désigné par un groupe de lettres minuscules : lorsqu'un facteur est à son niveau 1, la lettre minuscule correspondante figure dans la désignation; lorsqu'il est au niveau 0, elle est omise. Par exemple :

$$A_0 B_1 C_1 D_0 = bc \quad A_1 B_1 C_1 D_1 = abcd \quad A_0 B_0 C_0 D_0 = (1)$$

Pour calculer l'effet total et l'effet moyen de chaque facteur ou interaction et les sommes de carrés correspondantes, les traitements sont classés dans un ordre systématique :

(1)	a	b	ab	;	c	ac	bc	abc	;	d	ad	bd	abd	cd	acd	bcd	abcd
e	ae	be	abe	ce	ace	bce	abce	de	ade	bde	abde	cde	acde	bcde	abcde	abcde	abcde

(après avoir combiné A et B, les lettres suivantes sont introduites et les traitements correspondants obtenus par le produit du groupe précédent et de la nouvelle lettre).

Le programme peut analyser jusqu'à 5 facteurs; les données sont introduites en ordre systématique, et la moyenne et la S.C. calculées par

## STAT.12

la méthode de Yates. Dans l'ANVA, chaque facteur ou interaction a un degré de liberté. Lorsque chaque traitement a été répété, on utilise l'estimation de la variance de l'erreur calculée à partir des répétitions pour tester les différents facteurs et interactions. Avec plus de trois facteurs, on ne répète pas chaque traitement, et on prend, comme variance de l'erreur, les carrés moyens combinés des interactions de plus de deux facteurs : par exemple, dans un essai  $2^4$ , ABC + ABD + ACD + BCD + ABCD, avec 5 d.l.

Le programme affiche : l'effet moyen de chaque facteur ou interaction, le carré moyen et la valeur de F. Il n'a pas été possible, par manque de place, d'inclure le sous-programme de calcul de  $P(F)$ .

# USER INSTRUCTIONS

## PROGRAMMABLAUF INSTRUCTIONS D'EMPLOI NORME OPERATIVE

STAT.12

Step Schritt Pas Passo	Instructions Operation Instructions Istruzioni	Variables Dateneingabe Données Dati	Function(s) Taste(n) Touche(s) Tasti	Result Resultat Risultato
1	Passer le programme STAT.12, pistes 1 à 7			
2	Initialiser		XEQ "ANVA 8"	
3	Entrer : nombre de facteurs nbre de répétitions	f n	R/S R/S	
	<u>n = 1</u>			
4	Entrer les données en ordre systéma- tique <u>n supérieur à 1</u>	$y_i \dots$	R/S	
4'	Entrer les n données du ler traite- ment (1) puis appeler	$y_i \dots$	R/S B	
4"	Répéter le pas 4' pour les autres traitement en ordre systématique			
5	Après le dernier traitement, impression de l'ANVA :			
	Moyenne			MOY.
	Carré moyen			C.M.
	F			F
	de chaque facteur ou interaction de deux facteurs			
	puis : Erreur nbre de d.l. carré moyen			D.L. C.M.
6	Pour un autre essai, appeler et retourner au pas 3		A	

(\*)

EXEMPLE 1 - Quatre facteurs; n = 1.

	XEQ "ANVA3"		ANVA
	4.0000	RUN	A
	1.0000	RUN	MOY=0.6125
			CM=1.5006
(1)	.6000	RUN	F=10.9037
a	1.0000	RUN	B
b	.3000	RUN	MOY=0.4875
ab	1.7000	RUN	CM=0.9506
c	2.0000	RUN	F=6.9074
ac	1.5000	RUN	C
bc	1.7000	RUN	MOY=1.2375
abc	2.4000	RUN	CM=6.1256
d	-.4000	RUN	F=44.5095
ad	1.1000	RUN	D
bd	.7000	RUN	MOY=0.0125
abd	1.3000	RUN	CM=0.0006
cd	1.6000	RUN	F=0.0045
acd	1.9000	RUN	AB
bcd	2.3000	RUN	MOY=0.1875
abcd	2.8000	RUN	CM=0.1406
			F=1.0210
			AC
			MOY=-0.3625
			CM=0.5256
			F=3.8193
			BC
			MOY=0.0625
			CM=0.0156
			F=0.1135
			AD
			MOY=0.1125
			CM=0.0506
			F=0.3670
			BD
			MOY=0.2375
			CM=0.2256
			F=1.6394
			CD
			MOY=0.2375
			CM=0.2256
			F=1.6394
			ERR
			D.L.=5.0000
			C.M.=0.1376

(11)

EXEMPLE 2 - Trois facteurs; n = 2.

		XEQ "ANVA2"		ANVA
		3.0000	RUN	A
		2.0000	RUN	MOY=0.6125
(1)		.6000	RUN	CM=1.5006
		-.4000	RUN	F=11.0645
			XEQ B	B
a		1.0000	RUN	MOY=0.4875
		1.1000	RUN	CM=0.9506
			XEQ B	F=7.0092
b		.3000	RUN	C
		.7000	RUN	MOY=1.2375
			XEQ B	CM=6.1256
ab		1.7000	RUN	F=45.1659
		1.3000	RUN	AB
			XEQ B	MOY=0.1875
c		2.0000	RUN	CM=0.1406
		1.6000	RUN	F=1.0369
			XEQ B	AC
ac		1.5000	RUN	MOY=-0.3625
		1.9000	RUN	CM=0.5256
			XEQ B	F=3.8756
bc		1.7000	RUN	BC
		2.3000	RUN	MOY=0.0625
			XEQ B	CM=0.0156
abc		2.4000	RUN	F=0.1152
		2.8000	RUN	ERR
			XEQ B	D.L.=0.0000
				C.M.=0.1356

01*LBL "ANVA8"	57 X=Y?	113 SF 00	169 XEQ 15	225 RCL 58
02*LBL A	58 GTO 21	114 XEQ 07	170 RCL 74	226 XEQ 19
03 CLRG	59 XEQ 08	115 CF 00	171 XEQ 15	227 RCL 58
04 CF 00	60 SF 02	116 RTN	172 RCL 73	228 XEQ 23
05 CF 01	61 GTO 20	117*LBL 09	173 XEQ 15	229 RCL 54
06 CF 02	62*LBL 02	118 XEQ 02	174 RCL 72	230 X=0?
07 2	63 10	119 XEQ 05	175 XEQ 15	231 GTO 24
08 ENTER↑	64 RCL 00	120 XEQ 07	176 RCL 71	232 "D"
09 STOP	65 +	121 XEQ 05	177 XEQ 15	233 AVIEW
10 STO 08	66 1000	122 SF 00	178 RCL 69	234 XEQ 19
11 Y↑X	67 /	123 XEQ 07	179 XEQ 15	235 RCL 54
12 STO 00	68 11	124 CF 00	180 RCL 68	236 XEQ 23
13 STOP	69 +	125 RTN	181 XEQ 15	237 RCL 62
14 STO 01	70 FS? 02	126*LBL 21	182 RCL 67	238 X=0?
15 ADV	71 GTO 10	127 XEQ 02	183 XEQ 15	239 GTO 24
16 1	72 STO 05	128 XEQ 05	184 RCL 65	240 "E"
17 X=Y?	73 GTO 11	129*LBL 25	185 XEQ 15	241 AVIEW
18 SF 01	74*LBL 10	130 RCL IND 05	186 RCL 61	242 XEQ 19
19 XEQ 02	75 STO 06	131 STO IND 06	187 XEQ 15	243 RCL 62
20*LBL 01	76*LBL 11	132 ISG 05	188 RCL 60	244 XEQ 23
21 0	77 RTN	133 1	189 XEQ 15	245*LBL 24
22 STO 02	78*LBL 05	134 ISG 06	190 RCL 59	246 "AB"
23 FS? 01	79 45	135 GTO 25	191 XEQ 15	247 AVIEW
24 GTO 04	80 RCL 00	136*LBL 20	192 RCL 57	248 RCL 49
25*LBL 03	81 +	137 RCL 00	193 XEQ 15	249 XEQ 19
26 STOP	82 1000	138 RCL 01	194 RCL 53	250 RCL 49
27 ST+ 02	83 /	139 *	195 XEQ 15	251 XEQ 23
28 X↑2	84 46	140 2	196 3	252 "AC"
29 ST+ 03	85 +	141 /	197 RCL 08	253 AVIEW
30 GTO 03	86 FS? 02	142 STO 04	198 X=Y?	254 RCL 51
31*LBL B	87 GTO 12	143 RCL 00	199 XEQ 16	255 XEQ 19
32 RCL 02	88 STO 06	144 RCL 01	200 4	256 RCL 51
33 X↑2	89 GTO 13	145 *	201 RCL 08	257 XEQ 23
34 ST+ 09	90*LBL 12	146 STO 07	202 X=Y?	258 "BC"
35*LBL 04	91 STO 05	147 FS? 01	203 XEQ 17	259 AVIEW
36 RCL 02	92*LBL 13	148 GTO 22	204 5	260 RCL 52
37 FS? 01	93 RTN	149 RCL 03	205 RCL 08	261 XEQ 19
38 STOP	94*LBL 07	150 RCL 09	206 X=Y?	262 RCL 52
39 STO IND 05	95*LBL 06	151 RCL 01	207 XEQ 18	263 XEQ 23
40 ISG 05	96 RCL IND 05	152 /	208*LBL 14	264 RCL 55
41 GTO 01	97 FS? 00	153 -	209 "ANVA"	265 X=0?
42 ADV	98 CHS	154 RCL 00	210 AVIEW	266 GTO 26
43 XEQ 08	99 ISG 05	155 RCL 01	211 "A"	267 "AD"
44 SF 02	100 RCL IND 05	156 1	212 AVIEW	268 AVIEW
45 XEQ 09	101 +	157 -	213 RCL 47	269 XEQ 19
46 CF 02	102 STO IND 06	158 *	214 XEQ 19	270 RCL 55
47 XEQ 08	103 ISG 06	159 STO 13	215 RCL 47	271 XEQ 23
48 SF 02	104 1	160 /	216 XEQ 23	272 "BD"
49 3	105 ISG 05	161 STO 03	217 "B"	273 AVIEW
50 RCL 08	106 GTO 06	162 GTO 14	218 AVIEW	274 RCL 56
51 X=Y?	107 RTN	163*LBL 22	219 RCL 48	275 XEQ 19
52 GTO 20	108*LBL 08	164 RCL 77	220 XEQ 19	276 RCL 56
53 XEQ 09	109 XEQ 02	165 XEQ 15	221 RCL 48	277 XEQ 23
54 CF 02	110 XEQ 05	166 RCL 76	222 XEQ 23	278 "CD"
55 4	111 XEQ 07	167 XEQ 15	223 "C"	279 AVIEW
56 RCL 08	112 XEQ 02	168 RCL 75	224 AVIEW	280 RCL 58

## USER INSTRUCTIONS

PROGRAMMABLAUF  
INSTRUCTIONS D'EMPLOI  
NORME OPERATIVE

281 XEQ 19	337 STO 03
282 RCL 58	338 RTN
283 XEQ 23	339*LBL 18
284 RCL 63	340 RCL 10
285 X=0?	341 16
286 GTO 26	342 STO 13
287 "AE"	343 /
288 AVIEW	344 STO 03
289 XEQ 19	345 RTN
290 RCL 63	346*LBL 19
291 XEQ 23	347 RCL 04
292 "BE"	348 /
293 AVIEW	349 "MOY"
294 RCL 64	350 XEQ 11
295 XEQ 19	351 RTN
296 RCL 64	352*LBL 23
297 XEQ 23	353 X+2
298 "CE"	354 RCL 07
299 AVIEW	355 /
300 RCL 66	356 "CM"
301 XEQ 19	357 XEQ 11
302 RCL 66	358 RCL 03
303 XEQ 23	359 /
304 "DE"	360 "F"
305 AVIEW	361 XEQ 11
306 RCL 70	362 RTN
307 XEQ 19	363*LBL 11
308 RCL 70	364 "I="
309 XEQ 23	365 ARCL X
310*LBL 26	366 AVIEW
311 "ERR"	367 RTN
312 AVIEW	368 XEQ "ANVAG"
313 "D.L."	369 .END.
314 RCL 13	
315 XEQ 11	
316 "C.M."	
317 RCL 03	
318 XEQ 11	
319 RTN	
320*LBL 15	
321 X+2	
322 RCL 07	
323 /	
324 ST+ 10	
325 RTN	
326*LBL 16	
327 1	
328 STO 13	
329 RCL 10	
330 STO 03	
331 RTN	
332*LBL 17	
333 RCL 10	
334 5	
335 STO 13	
336 /	



COEFFICIENT DE CORRELATION

DESCRIPTION

Pour étudier la corrélation, on recherche si deux variables  $y_1$  et  $y_2$  sont interdépendantes et covariant. Si ces deux variables sont distribuées normalement, la mesure la plus courante de cette covariation est le coefficient de corrélation linéaire de Bravais-Pearson. Si, sur un échantillon de taille  $n$ , on mesure, sur chaque unité, deux variables  $y_1$  et  $y_2$ , on obtient  $n$  paires de valeurs, qui peuvent être représentées sur un graphique d'axes  $y_1$  et  $y_2$ . Si le nuage de points a la forme d'une ellipse ascendante ou descendante, on peut soupçonner une corrélation positive ou négative.

Le coefficient de corrélation calculé à partir des données est :

$$r_{12} = s_{12} / s_1 \cdot s_2$$

$s_1$  et  $s_2$  étant les écart-types de  $y_1$  et  $y_2$ , et  $s_{12}$  la covariance :

$$\text{covar.} = s_{12} = (\sum y_1 y_2 - \sum y_1 \sum y_2 / n) / (n - 1)$$

Si l'échantillon est important, le coefficient de corrélation peut être calculé à partir d'une table de fréquences à double entrée; chaque centre de classe est codé  $y'_1$  et  $y'_2$  et la fréquence dans chaque case est  $f_i$ . Les écart-types et la covariance sont calculés avec :

$$s_1 = \sqrt{\frac{\sum f y_1'^2 - (\sum f y_1')^2 / \sum f}{\sum f - 1}}$$

$$s_{12} = \frac{\sum f y_1' y_2' - \sum f y_1' \sum f y_2' / \sum f}{\sum f - 1}$$

Le coefficient  $r$  calculé à partir de l'échantillon est une estimation du coefficient paramétrique  $\rho$ . Si  $\rho = 0$ , il n'y a pas de corrélation entre les variables; si  $\rho = 1$ , il y a une corrélation positive parfaite; si  $\rho = -1$ , la corrélation est négative.

On peut vérifier si le coefficient de corrélation calculé  $r$  peut provenir d'un échantillon tiré d'une population dont le coefficient paramétrique serait zéro.

STAT.13

$H_0 : \rho = 0$ . Si c'est le cas, l'erreur standard du coefficient est :

$$s_r = \sqrt{(1 - r^2)/(n - 2)}$$

et l'hypothèse peut être vérifiée par un test "t" à  $(n - 2)$  degrés de liberté :

$$t = \frac{r - 0}{\sqrt{(1 - r^2)/(n - 2)}} = r \sqrt{(n - 2)/(1 - r^2)}$$

Si la probabilité  $P(t)$  est inférieure à  $\alpha$ , on peut conclure que  $\rho \neq 0$ .

Lorsque la taille de l'échantillon est supérieure à 25, on peut transformer  $\underline{r}$  en une fonction  $\underline{z}$  (transformation de Fisher) :

$$z = \frac{1}{2} \ln \left( \frac{1 + r}{1 - r} \right)$$

qui est distribuée normalement avec comme variance  $\sigma^2 = \frac{1}{(n - 3)}$

Avec cette transformation, il est possible de vérifier si une valeur de  $\underline{r}$  calculée est égale à une valeur paramétrique différente de 0.  $H_0 : \rho = \rho_1$

La variable

$$u = \frac{z_1 - z_2}{1/\sqrt{n - 3}}$$

est une variable normale,  $z_1$  et  $z_2$  étant la transformation de  $r$  et  $\rho_1$ .

Avec la même transformation, on peut vérifier si deux coefficients de corrélation calculés,  $r_1$  et  $r_2$  diffèrent significativement.

$$H_0 : \rho_1 = \rho_2 \text{ contre } H_1 = \rho_1 \neq \rho_2$$

$$u = \frac{z_1 - z_2}{\sqrt{\frac{1}{n_1 - 3} + \frac{1}{n_2 - 3}}}$$

Si la probabilité  $P(u)$  est inférieure à  $\alpha$ , on peut rejeter  $H_0$ .

# USER INSTRUCTIONS

STAT.13

## PROGRAMMABLAUF INSTRUCTIONS D'EMPLOI NORME OPERATIVE

Step Schritt Pas Passo	Instructions Operation Instructions Istruzioni	Variables Dateneingabe Données Dati	Function(s) Taste(n) Touche(s) Tasti	Result Resultat Risultato
1	Passer le programme STAT.13, pistes 1 à 6			
2	Initialiser		XEQ "CORR"	
	a - <u>Données non groupées</u>			
3	Appeler		A	
4	Entrer les données par paires	$y_{i1}$ $y_{i2}$	R/S R/S	
5	<u>Correction</u> Compléter l'entrée de la paire et appeler		E	
	entrer à nouveau la paire erronée	$y_{1E}$ $y_{2E}$	R/S R/S	
	puis la paire correcte			
6	Après la dernière paire, appeler impression : moyennes		B	MOY.1 MOY.2
	écart-types			D.S.1 D.S.2
	covariance			COV.1.2.
	coeff.de corrélation			r 1.2
	b - <u>Données groupées</u>			
7	Appeler		C	
8	Entrer $y'_1$ , centre de classe de la lère colonne	$y'_1$	R/S	
9	Entrer : $y'_2$ , centre de classe de la lère rangée f, fréquence de la case correspondante	$y'_2$ f	R/S R/S	
10	Répéter le pas 9 pour les autres rangées			
11	Après la dernière rangée, appeler		B	
12	Répéter les pas 8 à 11 pour les autres colonnes			
13	<u>Correction</u> Compléter l'entrée du groupe erroné et appeler		E	
	Entrer à nouveau :	$y'_{1E}$ $y'_{2E}$ $f_E$	R/S R/S R/S	
	puis le groupe correct :	$y'_{1C}$ $y'_{2C}$ $f_C$	R/S R/S R/S	
14	Après la dernière colonne, appeler impression : taille échantillon coeff.corrélation		D	$\Sigma f$ r 1.2

# USER INSTRUCTIONS

STAT.13

## PROGRAMMABLAUF INSTRUCTIONS D'EMPLOI NORME OPERATIVE

N° Ligne	Instructions Operation Instructions Istruzioni	Variables Dateneingabe Données Data	Function(s) Taste(n) Touche(s) Tasti	Result Resultat Résultat Risultato
	<u>Test : <math>\rho = 0 ?</math></u>			
15	Appeler		F	
	Impression : $t$ $P(t)$			$t$ P
	Si $P(t) < \alpha$ , $\rho$ est différent de 0			
	<u>Test : <math>\rho = \rho_1 ? (n &gt; 25)</math></u>			
16	Appeler		G	
	Entrer la valeur de $\rho_1$	$\rho_1$	R/S	
	Impression : $u$ $P(u)$			$u$ P
	Si $P(u) < \alpha$ , $\rho$ est différent de la valeur $\rho_1$			
	<u>Comparaison entre <math>r_1</math> et <math>r_2</math></u>			
17	Appeler		H	
18	Entrer : premier coefficient	$r_1$	R/S	
	second coefficient	$r_2$	R/S	
	taille échant. 1	$n_1$	R/S	
	taille échant. 2	$n_2$	R/S	
19	Impression : $u$ $P(u)$			$u$ P
	Si $P(u) < \alpha$ , $\rho_1$ et $\rho_2$ diffèrent significativement			
20	Pour un autre essai, retourner au pas 3 ou 7			

EXEMPLE 1 - Données non groupées. (⊛)

	XEQ "CORR"	62.00	RUN	50.00	RUN
	40.00	RUN	105.00	RUN	45.00
	95.00	RUN			
(erreur)		5.00	RUN	45.00	RUN
	8.00	RUN	20.00	RUN	55.00
	35.00	RUN			
		60.00	RUN	20.00	RUN
	XEQ E	70.00	RUN	45.00	RUN
	8.00	RUN			
	35.00	RUN	43.00	RUN	XEQ B
	-8.00	RUN	90.00	RUN	
	35.00	RUN			
		70.00	RUN		
	27.00	RUN	100.00	RUN	MOY.1=30.00
	15.00	RUN			MOY.2=63.85
		5.00	RUN		D.S.1=26.40
	75.00	RUN	45.00	RUN	D.S.2=33.05
	110.00	RUN			COV.1.2=600.42

r.1.2=0.78

$\rho = 0 ?$

XEQ F

t=4.10  
P=0.002

EXEMPLE 2 - Données groupées (⊛⊛)

$y_2$	$y_1$	5 000	5 100	5 200	5 300	5 400	5 500	5 600	5 700	5 800	5 900	6 000	6 100	6 200
3 500	5						1							
3 400	4							2						3
3 300	3							1			2	3		
3 200	2					1	1	1	2	4	2	2		
3 100	1				1	2	3	2	5	3	1			
3 000	0			1	2	2	4	4	2	3	2			
2 900	-1			1	3	3	4	2	1					
2 800	-2		1	3	3	1	1							
2 700	-3			2	1	2	1	1						
2 600	-4		1	1	2	1								
2 500	-5	1	2											

XEQ "CORR"

XEQ C

5.00

0.00

1.00

XEQ B

4.00

1.00

2.00

6.00

3.00

XEQ B

3.00

1.00

1.00

(⊛) PHILIPPE p.153 (⊛⊛) p.158

EXEMPLE 2 - (Suite)

4.00 RUN  
2.00 RUN

5.00 RUN  
3.00 RUN

XEQ B  
2.00 RUN  
-1.00 RUN  
1.00 RUN

0.00 RUN  
1.00 RUN

1.00 RUN  
1.00 RUN

2.00 RUN  
2.00 RUN

3.00 RUN  
4.00 RUN

4.00 RUN  
2.00 RUN

5.00 RUN  
2.00 RUN

XEQ B  
1.00 RUN  
-2.00 RUN  
1.00 RUN

-1.00 RUN  
2.00 RUN

0.00 RUN  
3.00 RUN

1.00 RUN  
2.00 RUN

2.00 RUN  
5.00 RUN

3.00 RUN  
3.00 RUN

4.00 RUN  
1.00 RUN

XEQ B  
0.00 RUN  
-3.00 RUN  
1.00 RUN

-2.00 RUN  
2.00 RUN

-1.00 RUN  
2.00 RUN

XEQ B  
-4.00 RUN  
-5.00 RUN  
1.00 RUN

-4.00 RUN  
1.00 RUN

-3.00 RUN  
2.00 RUN

-2.00 RUN  
1.00 RUN

XEQ B  
-5.00 RUN  
-6.00 RUN  
1.00 RUN

-5.00 RUN  
2.00 RUN

XEQ B

$\Sigma f = 100.00$   
 $r.1.2 = 0.78$

$\rho = 0 ?$

$t = 12.43$   
 $P = 9.000E-10$

$\rho = \rho_1 ?$

$u = 3.53$   
 $P = 0.001$

$r_1 = r_2 ?$

$u = -1.18$   
 $P = 0.239$

XEQ D

XEQ F

XEQ G  
.60 RUN

XEQ H  
.6213 RUN  
.8817 RUN  
36.00 RUN  
17.00 RUN

## PROGRAM LISTING

PROGRAMMAUFLISTUNG  
LISTAGE DU PROGRAMME  
LISTATO DI PROGRAMMA

01+LBL "CORR"	57 SF 00	113 -	169 X=Y?	225 PI
02+LBL A	58+LBL 02	114 RCL 06	170 GTO 08	226 /
03 CF 00	59 STOP	115 RCL 04	171 /	227 RCL 07
04 CLRG	60 STO 20	116 *	172 1	228 +
05+LBL 01	61+LBL 07	117 SORT	173 -	229 GTO 06
06 STOP	62 STOP	118 /	174 STO 25	230 RTN
07 STOP	63 STO 21	119 STO 00	175 1	231+LBL 09
08 X<>Y	64 STOP	120 "R.1.2"	176 STO 06	232 RCL 07
09 SREG 14	65 STO 22	121 XEQ 11	177+LBL 03	233 GTO 06
10 Σ+	66 ST+ 19	122 ADV	178 RCL 03	234+LBL 08
11 ADV	67 RCL 20	123 CF 00	179 *	235 RCL 04
12 GTO 01	68 *	124 CF 13	180 RCL 05	236 GTO 06
13+LBL B	69 *	125 RTN	181 1	237 RTN
14 MEAN	70 ST+ 02	126+LBL F	182 +	238+LBL 06
15 "MOY.1"	71 RCL 21	127 RCL 00	183 *	239 1
16 XEQ 11	72 RCL 22	128 RCL 19	184 LASTX	240 X<>Y
17 STO 20	73 *	129 2	185 1	241 -
18 X<>Y	74 ST+ 03	130 -	186 +	242 FS?C 02
19 "MOY.2"	75 RCL 21	131 STO 01	187 STO 05	243 XEQ 05
20 XEQ 11	76 *	132 1	188 /	244 FIX 3
21 ADV	77 ST+ 04	133 RCL 00	189 ST+ 06	245 "P"
22 SDEV	78 RCL 22	134 X↑2	190 7DSZ	246 XEQ 11
23 "D.S.1"	79 RCL 20	135 -	191 GTO 03	247 FIX 2
24 XEQ 11	80 *	136 /	192 RCL 06	248 RTN
25 STO 22	81 ST+ 05	137 SORT	193 RCL 04	249+LBL 05
26 X<>Y	82 RCL 20	138 *	194 *	250 2
27 "D.S.2"	83 *	139 SF 13	195 FS? 01	251 /
28 XEQ 11	84 ST+ 06	140 "T"	196 GTO 15	252 RTN
29 STO 23	85 ADV	141 XEQ 11	197 GTO 06	253+LBL 12
30 RCL 18	86 GTO 07	142 CF 13	198+LBL 15	254 RCL 02
31 RCL 14	87+LBL E	143 ABS	199 RTN	255 SIN
32 RCL 16	88 GTO 02	144 RCL 01	200+LBL 04	256 GTO 13
33 *	89+LBL D	145 RAD	201 RCL 02	257 RTN
34 RCL 19	90 RCL 06	146 SORT	202 2	258+LBL 11
35 /	91 RCL 05	147 /	203 *	259 "I="
36 -	92 X↑2	148 ATAN	204 PI	260 ARCL X
37 RCL 19	93 RCL 19	149 STO 02	205 /	261 AVIEW
38 1	94 /	150 RCL 01	206 STO 07	262 RTN
39 -	95 -	151 2	207 3	263+LBL E
40 /	96 STO 06	152 /	208 RCL 01	264 FS? 00
41 "COV.1.2"	97 RCL 04	153 INT	209 X=Y?	265 GTO 10
42 XEQ 11	98 RCL 03	154 LASTX	210 GTO 12	266 STOP
43 ADV	99 X↑2	155 X*Y?	211 1	267 STOP
44 RCL 22	100 RCL 19	156 GTO 04	212 STO 05	268 X<>Y
45 RCL 23	101 /	157 0	213 ST- 01	269 Σ-
46 *	102 -	158 STO 05	214 X=Y?	270 GTO 01
47 /	103 STO 04	159+LBL 16	215 GTO 09	271+LBL 10
48 STO 00	104 RCL 02	160 RCL 02	216 SF 01	272 STOP
49 SF 13	105 RCL 03	161 COS	217 XEQ 16	273 STO 20
50 "R.1.2"	106 RCL 05	162 X↑2	218 CF 01	274 STOP
51 XEQ 11	107 *	163 STO 03	219+LBL 13	275 STO 21
52 CF 13	108 RCL 19	164 RCL 02	220 RCL 02	276 STOP
53 ADV	109 SF 13	165 SIN	221 COS	277 STO 22
54 RTN	110 "ΣF"	166 STO 04	222 *	278 ST- 19
55+LBL C	111 XEQ 11	167 RCL 01	223 2	279 *
56 CLRG	112 /	168 2	224 *	280 *

## PROGRAM LISTING

PROGRAMMAUFLISTUNG  
LISTAGE DU PROGRAMME  
LISTATO DI PROGRAMMA

281 ST- 02	337 -	393 *
282 RCL 21	338 /	394 "P"
283 RCL 22	339 LN	395 XEQ 11
284 *	340 2	396 FIX 2
285 ST- 03	341 /	397 RTN
286 RCL 21	342 1	398 .END.
287 *	343 STOP	
288 ST- 04	344 +	
289 RCL 22	345 LASTX	
290 RCL 20	346 1	
291 *	347 X<>Y	
292 ST- 05	348 -	
293 RCL 20	349 /	
294 *	350 LN	
295 ST- 06	351 2	
296 GTO 02	352 /	
297*LBL G	353 -	
298 XEQ 18	354 RTN	
299 RCL 19	355*LBL 19	
300 3	356 RCL 20	
301 -	357 ABS	
302 SQRT	358 STO 20	
303 *	359 1	
304 SF 13	360 RCL 20	
305 "U"	361 .196854	
306 XEQ 11	362 *	
307 STO 20	363 +	
308 CF 13	364 RCL 20	
309 GTO 19	365 X+2	
310*LBL H	366 .115194	
311 STOP	367 *	
312 STO 00	368 +	
313 XEQ 18	369 RCL 20	
314 STOP	370 3	
315 3	371 Y+X	
316 -	372 .000344	
317 1/X	373 *	
318 STOP	374 +	
319 3	375 RCL 20	
320 -	376 4	
321 1/X	377 Y+X	
322 +	378 .019527	
323 SQRT	379 *	
324 /	380 +	
325 STO 20	381 -4	
326 SF 13	382 Y+X	
327 "U"	383 2	
328 XEQ 11	384 /	
329 CF 13	385 CHS	
330 GTO 19	386 1	
331*LBL 18	387 +	
332 1	388 1	
333 RCL 00	389 X<>Y	
334 +	390 -	
335 1	391 FIX 3	
336 RCL 00	392 2	



REGRESSION LINEAIREDESCRIPTION

Quand on étudie une relation fonctionnelle entre deux variables, on essaie d'ajuster les données à une fonction qui est une équation de régression. La plus couramment utilisée est :

$$Y = a + bX$$

qui décrit une relation linéaire entre X, supposée fixée et mesurée sans erreur, et Y, variable aléatoire. X est appelée la variable indépendante et Y la variable dépendante. a est l'ordonnée à l'origine et b la pente de la droite, ou coefficient de régression.

Pour chacune des k valeurs de X, on peut avoir soit une seule valeur de Y, soit n réponses Y pour chaque X. Dans le premier cas, la droite est ajustée sur les Y points; dans le second cas, sur les moyennes des n réponses à chaque X. La droite passe par le point  $(\bar{x}, \bar{y})$ , et peut être calculée par la méthode des moindres carrés. Le coefficient de régression est calculé avec :

$$b = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sum (x - \bar{x})^2} = \frac{\text{S.P. } xy}{\text{S.C. } x}$$

L'ordonnée à l'origine est donnée par :

$$a = \bar{y} - bx$$

On peut vérifier la qualité de l'ajustement des points expérimentaux à la droite calculée; chaque point diffère, du point  $\hat{y}$  calculé avec l'équation, d'une quantité  $(y - \hat{y}) = d$ . La méthode des moindres carrés fait que  $\sum d^2$  est minimum. La somme des carrés totale sur Y est égale à la somme de ces  $\sum d^2$ , appelée S.C. résiduelle, et la S.C. expliquée par la régression. On calcule :

$$\text{S.C. totale} = \sum y^2 - (\sum y)^2/k$$

$$\text{S.C. due à la régression} = b \cdot \text{S.P. } xy$$

La somme des carrés des déviations de la régression (résiduelle) est obtenue par différence, et les résultats présentés sous forme de table d'ANVA.

## STAT.14

Source de variation	Nbre d.l.	S.C.	Carré moyen	F
Régression	1	-	$s_R^2$	$s_R^2 / s_d^2$
Déviaton de la régression	(k - 2)	-	$s_d^2$	
Total	(k - 1)			

Cette ANVA est utilisée pour vérifier  $H_0 : \beta = 0$

$\beta$  étant la valeur paramétrique du coefficient de régression estimé b.

quand on a  $k$  groupes de  $n$  mesures, de moyenne  $\bar{y}$ ,  $d$  est la déviation des moyennes expérimentales à partir des  $\hat{y}$  calculés pour chaque valeur de X; une autre source de variation est la dispersion des points expérimentaux autour de chaque moyenne  $\bar{y}$  (erreur expérimentale). On calcule, comme précédemment, la S.C. totale (1) et la somme des carrés due à la régression (2), puis la S.C. entre les groupes, à partir des totaux par groupe  $T_g$  :

$$\text{S.C. groupes} : \sum T_g^2 / n - \text{C.F.} \quad (3)$$

$$\text{S.C. déviation} : (3) - (2)$$

$$\text{S.C. erreur} : (1) - (3)$$

La table d'ANVA devient :

Source de variation	Nbre d.l.	S.C.	Carré moyen	F
Régression	1	-	$s_R^2$	$s_R^2 / s_d^2$
Déviaton de la régression	<u>(k - 2)</u>	-	$s_d^2$	$s_d^2 / s_E^2$
Entre groupes	(k - 1)	-		
Dans les groupes (erreur)	k(n-1)	-	$s_E^2$	
Total	(kn - 1)			

Le premier F vérifie l'hypothèse  $H_0 : \beta = 0$

Le second F est le quotient du C.M. de la déviation par celui de l'erreur; s'il est significatif, cela signifie que la relation entre X et Y n'est pas linéaire. Dans ce cas, une transformation convenable d'une ou des deux variables peut linéariser au moins une portion de la courbe. Le programme

STAT.14

permet la transformation de X en  $\log X$ , transformation adaptée à de nombreux problèmes biologiques. Si  $s_d^2$  n'est pas significatif, le programme le combine à la variance de l'erreur  $s_E^2$ , pour obtenir un plus grand nombre de degrés de liberté.

#### Utilisation de la régression

1 - L'équation de régression peut être utilisée pour prédire une valeur  $\hat{Y}$ , pour une valeur donnée de X. L'erreur standard  $s_{\hat{y}}$  est :

$$s_{\hat{y}} = \sqrt{s_d^2 \left[ \frac{1}{N} + \frac{(X - \bar{x})^2}{\sum (x - \bar{x})^2} \right]}$$

et les limites de confiance :  $\hat{Y} \pm t_{0,05} s_{\hat{y}}$

En calculant les limites de confiance pour plusieurs valeurs de X, on peut établir les limites de confiance de la droite de régression.

2 - On utilise fréquemment la régression pour estimer X à partir d'une valeur Y, ou de la moyenne  $\bar{y}$  de  $m$  mesures (droite étalon). On utilise alors l'équation sous la forme :

$$\hat{X} = (Y - a)/b$$

L'erreur standard de  $\hat{X}$  est :

$$s_{\hat{x}} = \sqrt{\frac{s_d^2}{b^2} \left[ \left( \frac{1}{m} + \frac{1}{N} \right) + \frac{(Y - \bar{y})^2}{b^2} \cdot \frac{1}{\sum (x - \bar{x})^2} \right]}$$

Les limites de confiance approchées sont :  $\hat{X} \pm t_{0,05} s_{\hat{x}}$

Le programme permet de calculer ces deux valeurs et leur intervalle de confiance à 95 %.

# USER INSTRUCTIONS

## PROGRAMMABLAUF INSTRUCTIONS D'EMPLOI NORME OPERATIVE

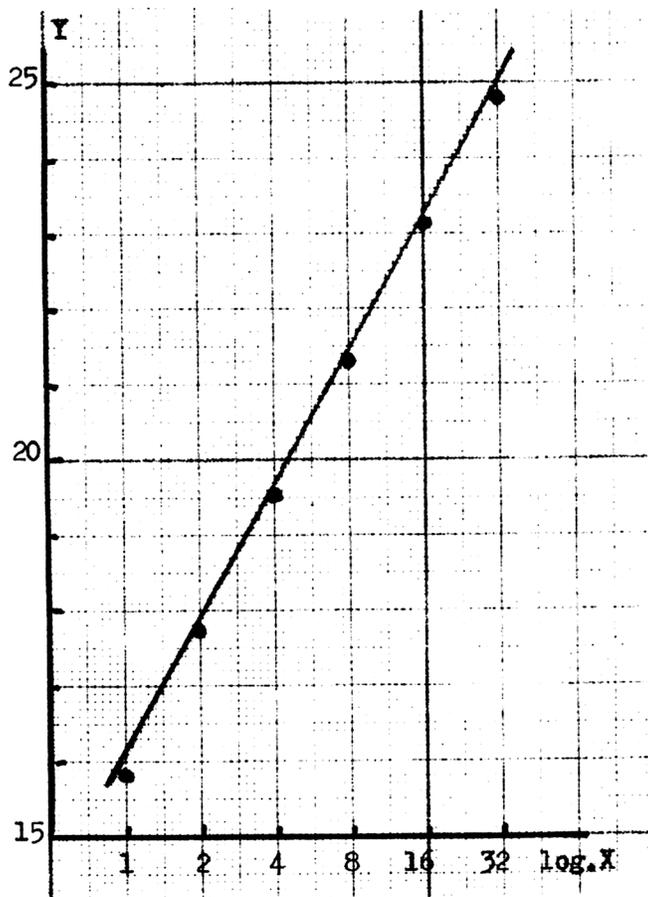
STAT.14

Step Schritt Pas Passo	Instructions Operation Instructions Istruzioni	Variables Dateneingabe Données Dati	Function(s) Taste(n) Touche(s) Tasti	Result Resultat Risultato
1	Passer le programme STAT.14, pas 1 à 8			
2	Initialiser		XEQ "REGR"	
3	- x non transformés Appeler - ou log.x Appeler		A F	
	<u>1 - une seule valeur de Y par X</u>			
4	Appeler		D	
5	Entrer les données par paires	$x_i$ $y_i$	R/S R/S	
6	<u>Correction</u> Finir d'entrer la paire fausse et appeler Entrer la paire erronée	$x_E$ $y_E$	E R/S R/S	
	puis la paire correcte			
7	Après la dernière paire, appeler Impression : ordonnée à l'origine coeff.de régression ANVA		G	a b
	<u>2 - n réponses Y par X</u>			
8	Appeler		C	
9	Entrer : nombre de groupes	k	R/S	
10	Entrer le premier X	x	R/S	
11	Entrer les n réponses	$y_i \dots$	R/S	
12	Appeler Impression : Total groupe $T_g$		B	$\Sigma Y$
13	Répéter les pas 10 à 12 pour $g$ les autres valeurs de X			
14	<u>Correction</u> (de y) Appeler Entrer le y faux puis le y correct	$y_E$	E R/S	
15	Après le dernier groupe, appeler Impression : ordonnée à l'origine coeff.de régression ANVA		G	a b
	<u>Estimation de <math>\hat{Y}</math></u>			
16	Appeler		H	
17	Entrer la valeur de X Impression : $\hat{Y}$ calculé intervalle de confiance	x	R/S	Y L.I.- L.S.
18	Répéter le pas 17 pour d'autres valeurs de X			



EXEMPLE 1 - Une réponse Y par valeur de X; transformation log.

X :	1	2	4	8	16	32
Y :	15,87	17,78	19,52	21,35	23,13	24,77



```

XEQ "REGR"
XEQ F
XEQ D
1.00 RUN
15.87 RUN
2.00 RUN
17.78 RUN
4.00 RUN
19.52 RUN
18.00 RUN
21.35 RUN
XEQ E
18.00 RUN
21.35 RUN
8.00 RUN
21.35 RUN
16.00 RUN
23.13 RUN
32.00 RUN
24.77 RUN
    
```

a=15.95  
b=5.92

ANVA

REG.  
D.L.=1.00  
S.C.=55.59  
C.M.=55.59  
F=9.908.16  
P=1.421E-4

DEV.  
D.L.=4.00  
S.C.=0.02  
C.M.=0.01

TOT.  
D.L.=5.00  
S.C.=55.61

Estimation  $\hat{Y}$  XEQ H  
10.00 RUN  
Y=21.87  
S.E.Y=0.03  
L.I.=21.77  
L.S.=21.96

Estimation  $\hat{X}$  XEQ I  
20.00 RUN  
X=4.84  
S.E.X=0.01  
L.I.=4.43  
L.S.=5.28



**EXEMPLE 2 - Mêmes données; transformation log.X**

			1.00	RUN		
			96.00	RUN		
			91.00	RUN		
	XEQ F		97.00	RUN		
	XEQ C		85.00	RUN		
	6.00	RUN	92.00	RUN		
				XEQ B		
	.0625	RUN	$\Sigma Y.=461.00$			
	22.00	RUN				
	22.00	RUN	2.00	RUN		Estimation $\hat{Y}$
	27.00	RUN				
	23.00	RUN	109.00	RUN		XEQ H
	21.00	RUN	114.00	RUN		.55
		XEQ B	111.00	RUN		Y=78.43
$\Sigma Y.=115.00$			104.00	RUN		S.E.Y=0.67
			109.00	RUN		L.I.=77.04
				XEQ B		L.S.=79.81
	.125	RUN	$\Sigma Y.=547.00$			
	47.00	RUN				
	41.00	RUN	a=93.12			Estimation $\hat{X}$
	44.00	RUN	b=56.59			
	38.00	RUN				
	45.00	RUN				
$\Sigma Y.=215.00$		XEQ B	ANVA			
			REG.			XEQ I
	.25	RUN	D.L.=1.00		80.00	RUN
			S.C.=25.389.60		82.00	RUN
	58.00	RUN	C.M.=25.389.60		83.00	RUN
	63.00	RUN	F=2.040.00		85.00	RUN
	58.00	RUN	P=2.097E-4		89.00	RUN
	58.00	RUN				XEQ J
	66.00	RUN	DEV.		X=0.68	
$\Sigma Y.=303.00$		XEQ B	D.L.=4.00		S.E.X=0.03	
			S.C.=49.76			
	.50	RUN	C.M.=12.44		L.I=0.59	
			F=1.04		L.S=0.79	
			P=0.406			
	78.00	RUN				
	79.00	RUN	ERR.			
	78.00	RUN	D.L.=24.00			
	77.00	RUN	S.C.=286.00			
	74.00	RUN	C.M.=11.92			
$\Sigma Y.=306.00$		XEQ B				
			TOT.			
			D.L.=29.00			
			S.C.=25.725.37			

## PROGRAM LISTING

PROGRAMMAUFLISTUNG  
LISTAGE DU PROGRAMME  
LISTATO DI PROGRAMMA

01*LBL "REGR"	57 STO 00	113 RCL 13	169 RCL 06	225 GTO 00
02*LBL a	58 X<>Y	114 FS? 01	170 "C.M."	226 STOP
03 CF 00	59 STO 01	115 RCL 12	171 XEQ 11	227 ST- 00
04 CF 01	60 RCL 15	116 RCL 04	172 FS? 01	228 RCL 21
05 RTN	61 RCL 14	117 -	173 GTO 05	229 Z-
06*LBL F	62 X↑2	118 STO 05	174 RCL 22	230 RCL 25
07 SF 00	63 RCL 19	119 XEQ 06	175 /	231 1
08*LBL A	64 /	120 RCL 05	176 STO 16	232 -
09 CLRG	65 -	121 X<>Y	177 "F"	233 STO 25
10 RTN	66 STO 10	122 /	178 XEQ 11	234 GTO 00
11*LBL D	67 RCL 18	123 STO 06	179 RCL 08	235*LBL 08
12 SF 01	68 RCL 14	124 FS? 01	180 STO 26	236 STOP
13*LBL 01	69 RCL 16	125 GTO 04	181 XEQ 10	237 FS? 00
14 STOP	70 *	126 RCL 12	182 "ERR."	238 LOG
15 FS? 00	71 RCL 19	127 RCL 13	183 AVIEW	239 STOP
16 LOG	72 /	128 -	184 RCL 08	240 X<>Y
17 STOP	73 -	129 STO 07	185 "D.L."	241 Z-
18 ADV	74 STO 11	130 RCL 19	186 XEQ 11	242 GTO 01
19 X<>Y	75 RCL 10	131 RCL 20	187 RCL 07	243*LBL 11
20 ZREG 14	76 /	132 -	188 "S.C."	244 "f="
21 Z+	77 STO 21	133 STO 08	189 XEQ 11	245 ARCL X
22 GTO 01	78 RCL 16	134 /	190 "C.M."	246 AVIEW
23*LBL C	79 RCL 21	135 STO 22	191 RCL 22	247 RTN
24 CLRG	80 RCL 14	136*LBL 04	192 XEQ 11	248*LBL 06
25 STOP	81 *	137 ADV	193 ADV	249 RCL 20
26 STO 20	82 -	138 "ANVA"	194*LBL 05	250 FS? 01
27 ADV	83 RCL 19	139 AVIEW	195 FS? 01	251 RCL 19
28*LBL 02	84 /	140 ADV	196 ADV	252 2
29 STOP	85 STO 23	141 "REG."	197 "TOT."	253 -
30 FS? 00	86 SF 13	142 AVIEW	198 AVIEW	254 RTN
31 LOG	87 "A"	143 1	199 RCL 19	255*LBL 10
32 STO 21	88 XEQ 11	144 "D.L."	200 1	256 2
33 ADV	89 RCL 21	145 XEQ 11	201 -	257 ENTER↑
34*LBL 00	90 "B"	146 STO 24	202 "D.L."	258 9
35 STOP	91 XEQ 11	147 RCL 04	203 XEQ 11	259 /
36 ST+ 00	92 CF 13	148 "S.C."	204 RCL 12	260 STO 28
37 RCL 21	93 ADV	149 XEQ 11	205 "S.C."	261 RCL 24
38 ZREG 14	94 RCL 17	150 "C.M."	206 XEQ 11	262 /
39 Z+	95 RCL 16	151 XEQ 11	207 RCL 09	263 STO 25
40 7ISZ	96 X↑2	152 RCL 06	208 .05	264 RCL 28
41 GTO 00	97 RCL 19	153 /	209 X>Y?	265 RCL 26
42*LBL B	98 /	154 STO 16	210 GTO 00	266 /
43 RCL 00	99 STO 22	155 "F"	211 7	267 STO 28
44 "ZY."	100 -	156 XEQ 11	212 RCL 05	268 1
45 XEQ 11	101 STO 12	157 XEQ 06	213 RCL 07	269 -
46 ADV	102 FS? 01	158 STO 26	214 +	270 CHS
47 X↑2	103 GTO 03	159 XEQ 10	215 RCL 19	271 RCL 16
48 RCL 25	104 RCL 02	160 "DEV."	216 2	272 3
49 /	105 RCL 22	161 AVIEW	217 -	273 1/X
50 ST+ 02	106 -	162 XEQ 06	218 STO 24	274 Y↑X
51 0	107 STO 13	163 STO 24	219 /	275 *
52 STO 00	108*LBL 03	164 "D.L."	220 STO 06	276 1
53 STO 25	109 RCL 11	165 XEQ 11	221*LBL 07	277 RCL 25
54 GTO 02	110 RCL 21	166 RCL 05	222 RTN	278 -
55*LBL G	111 *	167 "S.C."	223*LBL E	279 -
56 MEAN	112 STO 04	168 XEQ 11	224 FS? 01	280 STO 27

## PROGRAM LISTING

PROGRAMMAUFLISTUNG

LISTAGE DU PROGRAMME

LISTATO DI PROGRAMMA

281 RCL 28	337*LBL 12	393*LBL J	449 X<>Y
282 RCL 16	338 1	394 ADV	450 ST+ 18
283 2	339 X<>Y	395 RCL 17	451 -
284 ENTER†	340 -	396 RCL 25	452 FS? 00
285 3	341 RTN	397 /	453 10†X
286 /	342*LBL H	398 STO 17	454 "L.I."
287 Y†X	343*LBL 13	399 GTO 16	455 XEQ 11
288 *	344 RCL 23	400*LBL 14	456 RCL 18
289 RCL 25	345 RCL 21	401 STOP	457 FS? 00
290 +	346 STOP	402 STO 17	458 10†X
291 SQRT	347 FS? 00	403*LBL 16	459 "L.S."
292 RCL 27	348 LOG	404 RCL 23	460 XEQ 11
293 X<>Y	349 STO 15	405 -	461 ADV
294 /	350 *	406 RCL 21	462 GTO I
295 STO 28	351 +	407 /	463*LBL 19
296 X>0?	352 "Y"	408 STO 18	464 2.3777
297 SF 02	353 XEQ 11	409 FS? 00	465 RCL 24
298 ABS	354 STO 16	410 10†X	466 /
299 1	355 RCL 15	411 "X"	467 E†X
300 RCL 28	356 RCL 00	412 XEQ 11	468 .96
301 .196854	357 -	413 FS? 01	469 +
302 *	358 X†2	414 GTO 17	470 RTN
303 +	359 RCL 10	415 RCL 25	471 ADV
304 RCL 28	360 /	416 1/X	472 .END.
305 X†2	361 RCL 19	417 RCL 19	
306 .115194	362 1/X	418 1/X	
307 *	363 +	419 +	
308 +	364 RCL 06	420 GTO 18	
309 RCL 28	365 *	421*LBL 17	
310 3	366 SQRT	422 1	
311 Y†X	367 "S.E.Y"	423 RCL 19	
312 .00034	368 XEQ 11	424 1/X	
313 *	369 XEQ 19	425 +	
314 +	370 *	426*LBL 18	
315 RCL 28	371 RCL 16	427 RCL 17	
316 4	372 X<>Y	428 RCL 01	
317 Y†X	373 ST+ 16	429 -	
318 .019527	374 -	430 X†2	
319 *	375 "L.I."	431 RCL 21	
320 +	376 XEQ 11	432 X†2	
321 -4	377 RCL 16	433 /	
322 Y†X	378 "L.S."	434 RCL 10	
323 2	379 XEQ 11	435 /	
324 /	380 ADV	436 +	
325 CHS	381 GTO 13	437 RCL 06	
326 1	382*LBL I	438 RCL 21	
327 +	383 0	439 X†2	
328 FIX 3	384 STO 17	440 /	
329 FS?C 02	385 STO 25	441 *	
330 XEQ 12	386 FS? 01	442 SQRT	
331 "P"	387 GTO 14	443 "S.E.X"	
332 XEQ 11	388*LBL 15	444 XEQ 11	
333 STO 09	389 STOP	445 ADV	
334 FIX 2	390 ST+ 17	446 XEQ 19	
335 ADV	391 71SZ	447 *	
336 RTN	392 GTO 15	448 RCL 18	

# REGISTERS, STATUS, FLAGS

REGISTERBELEGUNG, FLAGS, BETRIEBSARTEN  
REGISTRES, INDICATEURS, MODES OPÉRATOIRES  
REGISTRI, MODI OPERATIVI, FLAGS

Registers Datenspeicher Registres de données Registri			Status Betriebsart Modes opératoires Modi operativi					
00	$\bar{x}$	50	Size	030		Total Reg. _____	User Mode	
	$\bar{y}$		Eng	<input type="checkbox"/>	Fix	<input checked="" type="checkbox"/>	Sci	<input type="checkbox"/>
			Deg	<input type="checkbox"/>	Rad	<input type="checkbox"/>	Grad	<input type="checkbox"/>
							On	<input checked="" type="checkbox"/>
							Off	<input type="checkbox"/>
	S.C. régression		<b>Purpose</b> Bedeutung Signification Scopo		<b>Flags</b>			
05	S.C. déviation	55			SET	CLEAR		
	C.M. déviation							
	S.C. erreur		00	log. X	X			
	d.l. erreur		01	un Y par X	X			
	P		02	S/progr. P(F)	X			
10	S.C. x	60	03					
	S.P. xy		04					
	S.C. totale		05					
	S.C. groupes		06					
	$\Sigma x$		07					
15	$\Sigma x^2$	65	08					
	F		09					
	$\Sigma y^2$		10					
	$\Sigma xy$		11	Audio execute				
	$\Sigma n$		12					
20	k	70	13					
	b		14					
	C.M. erreur		15					
	a		16					
	d.l. 1		17					
25	d.l. 2	75	18					
	S/progr. F		19					
	.		20					
	.		21	Printer Enable				
			22	Number Input				
30		80	23	Alpha Input				
			24	Range Ignore				
			25	Error Ignore				
			26	Audio Enable				
			27	User Mode				
35		85	28	Decimal Point				
			29	Digit Grouping				
			<b>Assignments</b> Tastenbelegung / Assignations / Assegnamenti					
40		90	<b>Function</b> Funktion Fonction Funzione	<b>Key</b> Taste Touche Tasto	<b>Function</b> Funktion Fonction Funzione	<b>Key</b> Taste Touche Tasto		
45		95						
		99						

ANALYSE DE COVARIANCEDESCRIPTION

L'analyse de covariance allie les avantages de l'analyse de variance et ceux de la régression. Lorsqu'une variable Y, qui sera analysée par une analyse de variance randomisée, risque d'être liée à une variable X, qu'on ne peut maintenir constante expérimentalement, mais qui peut être mesurée, il est possible, par l'analyse de covariance (ANCOVA), d'évaluer l'influence de X sur Y. Si X, la variable concomitante, est liée à Y par une régression linéaire de coefficient  $\beta$ , on utilise l'ANCOVA pour "ajuster" les moyennes des a traitements,  $\bar{y}$ .

Pour chaque observation, on dispose d'une paire de données  $x_i$  et  $y_i$ , à partir desquelles on calcule les sommes des carrés de X et de Y, pour établir une table d'ANVA de ces deux variables, et la somme des produits XY, pour compléter la table d'ANCOVA. Les sommes de produits sont calculées avec :

$$\begin{aligned} \text{S.P. totale} & : \sum_a (x - \bar{x})(y - \bar{y}) = \sum xy - \sum x \sum y / \sum n \\ \text{S.P. traitements} & : \sum \left( \sum x \sum y \right) - \sum x \sum y / \sum n \\ \text{S.P. erreur} & : \text{par différence.} \end{aligned}$$

Source de variation	Nbre de d.l.	S.C. X	S.P. XY	S.C. Y
Total	(an - 1)	$\sum xx$	$\sum xy$	$\sum yy$
Traitements	(a - 1)	Txx	Txy	Tyy
Erreur	a(n - 1)	Exx	Exy	Eyy
Régression	1		$(Exy)^2 / Exx =$	$L^2$
Erreur ajust.	a(n-1)-1		$Eyy - L^2 =$	$Ex.y$

La relation entre X et Y est estimée en calculant un coefficient de régression, à partir des S.C. et S.P. de l'erreur de l'ANCOVA, pour éliminer l'influence possible des traitements, à l'aide de :

$$b_x = Exy / Exx$$

## STAT.15

La somme des carrés due à la régression, qui a un degré de liberté, est:

$$L^2 = (Exy)^2 / E_{xx}$$

En soustrayant cette quantité de la somme des carrés de l'erreur  $E_{yy}$ , on obtient une S.C. de l'erreur ajustée par la régression. Cette nouvelle S.C. ( $Ex.y$ ) a un d.l. de moins que la S.C. de l'erreur non ajustée; on calcule avec ces données une variance de l'erreur  $s_{x.y}^2$

On peut vérifier l'hypothèse  $H_0: \beta = 0$  (il n'y a pas de relation entre X et Y) par le test :

$$F = L^2 / s_{x.y}^2$$

Si  $\beta$  ne diffère pas significativement de 0, l'ANCOVA ne présente aucun avantage par rapport à une simple ANVA de Y. Si b est significatif, la S.C. due aux traitements est ajustée pour vérifier l'existence d'une différence entre traitements :

$$F = C.M. \text{ trait.aj.} / s_{x.y}^2$$

et les moyennes des a traitements sont ajustées :

$$\bar{y}_{aj.} = \bar{y} - b(\bar{x} - \bar{\bar{x}})$$

Ces  $\bar{y}_{aj.}$  sont les moyennes que l'on aurait observées, si on avait pu maintenir toutes les valeurs de  $x_i$  constantes au niveau  $\bar{\bar{x}}$ .

On peut comparer les moyennes ajustées entre elles, en utilisant une erreur légèrement plus importante que  $s_{x.y}^2$ , pour tenir compte de l'erreur d'estimation de b :

$$s'^2 = s_{x.y}^2 \left( 1 + \frac{t_{xx}}{E_{xx}} \right)$$

$t_{xx} = T_{xx} / (a - 1)$ . Le programme permet un test "t" utilisant cette erreur.

STAT.15

## USER INSTRUCTIONS

PROGRAMMABLAUF  
INSTRUCTIONS D'EMPLOI  
NORME OPERATIVE

Step Schritt Pas Passo	Instructions Operation Instructions Istruzioni	Variables Dateneingabe Données Dati	Function(s) Taste(n) Touche(s) Tasti	Result Resultat Risultato
1	Passer le programme STAT.15, pistes 1 à 8			
2	Initialiser		XEQ "ANCOVA"	
3	Entrer : nombre de traitements	a	R/S	
4	Entrer les données du 1er groupe par paires	$x_i$ $v_i$	R/S R/S	
5	Correction Finir d'entrer la paire fautive, puis appeler Entrer la paire erronée	$x_E$ $v_E$	E R/S R/S	
6	puis la paire correcte Après la dernière paire du groupe, appeler		B	
	Impression : somme des X			$\Sigma X$
	moyenne $\bar{x}$			MOY.X
	somme des Y			$\Sigma Y$
	moyenne $\bar{y}$			MOY.Y
7	Répéter les pas 4 à 6 pour les autres groupes			
8	Après le dernier groupe, impression de l'ANCOVA			
9	Impression : coeff. de régression			b
	Test $\beta = 0$ ? F			F
	P(F)			P
10	Test : différence entre traitements S.C. de y ajustée C.M. de y ajusté			S.C. C.M.
	F			F
	P(F)			P
11	Impression : moyennes ajustées			MOY.
12	Test : différence entre moyennes Impression : erreur corrigée			s
	Entrer : les moyennes à comparer	$\bar{v}_1$	R/S	
		$\bar{v}_2$	R/S	
	les tailles d'échantillon	$n_1$	R/S	
		$n_2$	R/S	
	Impression : "t" calculé			t
	valeur limite $t_{0,05}$			$t_{0,05}$
13	Répéter 12 pour une autre comparaison			
14	Pour un autre essai, appeler et retourner au pas 3		A	

EXEMPLE 1 - ANCOVA (\*)

XEQ "ANCOVA"					
3.00	RUN		1.00	RUN	REGR
			32.50	RUN	D.L.=1.00
1.50	RUN		2.30	RUN	S.C.Y=107.50
26.00	RUN		29.20	RUN	
3.00	RUN		7.00	RUN	ERR.2
24.20	RUN		30.40	RUN	D.L.=20.00
4.20	RUN		11.90	RUN	S.C.=173.49
25.00	RUN	(erreur)	22.50	RUN	C.M.=8.67
3.10	RUN		13.40	RUN	
23.50	RUN		27.30	RUN	b=-0.87702
7.60	RUN			XEQ E	F=12.40
19.90	RUN		13.40	RUN	P=0.002
2.50	RUN		27.30	RUN	
25.30	RUN		3.40	RUN	TRAIT.AJ.
2.20	RUN		27.30	RUN	S.C.=167.86
26.20	RUN		2.60	RUN	F=1.15E10
1.40	RUN		37.90	RUN	P=0.001
24.00	RUN		2.00	RUN	
	XEQ B		30.00	RUN	MOY=24.00
			3.10	RUN	
ΣX=25.50			29.50	RUN	MOY=28.30
MOY.X=3.19				XEQ B	
ΣY=196.50		ΣX=34.90			MOY=30.56
MOY.Y=24.56		MOY.X=4.36			
		ΣY=240.10			s=2.97
3.40	RUN	MOY.Y=30.01			24.00
29.30	RUN	ANVA			28.30
2.60	RUN				8.00
27.90	RUN	TOT.			8.00
2.40	RUN	D.L.=23.00			t=2.89
32.10	RUN	S.C.X=145.44			
4.90	RUN	S.C.Y=406.93			t.0.05=2.09
24.10	RUN	S.P.XY=-97.66			
1.00	RUN				
24.60	RUN	TRAIT			24.00
8.20	RUN	D.L.=2.00			30.56
24.40	RUN	S.C.X=5.50			8.00
2.90	RUN	S.C.Y=125.86			8.00
29.70	RUN	S.P.XY=25.00			t=4.36
3.20	RUN				
35.40	RUN	ERR.			t.0.05=2.09
	XEQ B	D.L.=21.00			
ΣX=29.40		S.C.X=139.86			
MOY.X=3.68		S.C.Y=281.07			
ΣY=227.50		S.P.XY=-122.66			
MOY.Y=28.44					

## PROGRAM LISTING

PROGRAMMAUFLISTUNG  
LISTAGE DU PROGRAMME  
LISTATO DI PROGRAMMA

01+LBL "ANCOVA"	57 XEQ 11	113 XEQ 11	169 "ERR.2"	225 "F"
02+LBL A	58 RCL 19	114 "S.C.Y"	170 AVIEW	226 XEQ 11
03 CLRG	59 /	115 RCL 12	171 RCL 07	227 STO 09
04 STOP	60 "MOY.Y"	116 RCL 22	172 1	228 XEQ 13
05 STO 08	61 STO IND 26	117 XEQ 07	173 -	229 RCL 20
06 XEQ 12	62 ISG 26	118 STO 12	174 STO 07	230 RCL 00
07 ADV	63 XEQ 11	119 XEQ 11	175 "D.L."	231 /
08+LBL 02	64 RCL 19	120 "S.P.XY"	176 XEQ 11	232 STO 24
09 SREG 14	65 STO IND 26	121 RCL 05	177 RCL 13	233 XEQ 12
10 CLZ	66 ISG 26	122 XEQ 04	178 RCL 09	234+LBL 05
11 71SZ	67 ADV	123 STO 06	179 -	235 RCL 27
12 RCL 25	68 RCL 25	124 XEQ 11	180 "S.C."	236 RCL IND
13 CF 13	69 RCL 08	125 ADV	181 XEQ 11	237 RCL 24
14+LBL 01	70 X*Y?	126 "ERR."	182 STO 29	238 -
15 STOP	71 GTO 02	127 AVIEW	183 X<>Y	239 *
16 STOP	72 "ANVA"	128 "D.L."	184 /	240 ISG 26
17 X<>Y	73 AVIEW	129 RCL 00	185 "C.N."	241 RCL IND
18 Z+	74 ADV	130 RCL 25	186 XEQ 11	242 X<>Y
19 STO 09	75 "TOT."	131 -	187 STO 23	243 -
20 GTO 01	76 AVIEW	132 STO 07	188 ADV	244 "MOY"
21+LBL B	77 RCL 00	133 XEQ 11	189 RCL 27	245 XEQ 11
22 RCL 14	78 1	134 "S.C.X"	190 FIX 5	246 ADV
23 ST+ 20	79 -	135 RCL 01	191 SF 13	247 ISG 26
24 RCL 15	80 "D.L."	136 RCL 02	192 "B"	248 ISG 26
25 ST+ 21	81 XEQ 11	137 -	193 XEQ 11	249 GTO 05
26 RCL 16	82 "S.C.X"	138 STO 03	194 CF 13	250+LBL D
27 ST+ 22	83 RCL 21	139 XEQ 11	195 FIX 2	251 RCL 23
28 RCL 17	84 RCL 20	140 "S.C.Y"	196 "F"	252 RCL 02
29 ST+ 23	85 XEQ 07	141 RCL 11	197 RCL 09	253 RCL 25
30 RCL 18	86 STO 01	142 RCL 12	198 RCL 23	254 1
31 ST+ 24	87 XEQ 11	143 -	199 /	255 -
32 RCL 09	88 "S.C.Y"	144 STO 13	200 STO 19	256 /
33 ST+ 00	89 RCL 23	145 XEQ 11	201 XEQ 11	257 RCL 03
34 RCL 14	90 RCL 22	146 "S.P.XY"	202 1	258 /
35 XEQ 08	91 XEQ 07	147 RCL 14	203 STO 16	259 1
36 ST+ 02	92 STO 11	148 RCL 06	204 XEQ 13	260 +
37 RCL 16	93 XEQ 11	149 -	205 "TRAIT.AJ."	261 *
38 XEQ 08	94 "S.P.XY"	150 STO 16	206 AVIEW	262 SQRT
39 ST+ 12	95 RCL 24	151 XEQ 11	207 RCL 14	263 SF 13
40 RCL 14	96 XEQ 04	152 ADV	208 X↑2	264 "S"
41 RCL 16	97 STO 14	153 RCL 16	209 RCL 01	265 XEQ 11
42 *	98 XEQ 11	154 RCL 03	210 /	266 STO 23
43 RCL 19	99 ADV	155 /	211 RCL 11	267+LBL 03
44 /	100 "TRAIT"	156 STO 27	212 -	268 CF 13
45 ST+ 05	101 AVIEW	157 "REGR"	213 CHS	269 STOP
46 RCL 14	102 RCL 25	158 AVIEW	214 RCL 29	270 STOP
47 "2X"	103 1	159 "D.L."	215 -	271 -
48 XEQ 11	104 -	160 1	216 "S.C."	272 ABS
49 RCL 19	105 STO 04	161 XEQ 11	217 XEQ 11	273 RCL 23
50 /	106 "D.L."	162 RCL 27	218 RCL 04	274 STOP
51 "MOY.X"	107 XEQ 11	163 RCL 16	219 STO 16	275 1/X
52 XEQ 11	108 "S.C.X"	164 *	220 /	276 STOP
53 STO IND 26	109 RCL 02	165 "S.C.Y"	221 "C.N."	277 1/X
54 ISG 26	110 RCL 20	166 XEQ 11	222 1 E11	278 +
55 RCL 16	111 XEQ 07	167 STO 09	223 RCL 23	279 SQRT
56 "2Y"	112 STO 02	168 ADV	224 /	280 *

PROGRAMMAUFLISTUNG  
 LISTAGE DU PROGRAMME  
 LISTATO DI PROGRAMMA

281 /	337 +	393 +
282 SF 13	338 STO 26	394 RCL 22
283 "T"	339 RTN	395 3
284 XEQ 11	340*LBL 13	396 Y↑X
285 ADV	341 2	397 .000344
286 2.3777	342 ENTER↑	398 *
287 RCL 07	343 9	399 +
288 /	344 /	400 RCL 22
289 E↑X	345 STO 15	401 4
290 .96	346 RCL 16	402 Y↑X
291 +	347 /	403 .01952
292 "T.0.05"	348 STO 17	404 *
293 XEQ 11	349 RCL 15	405 +
294 ADV	350 RCL 07	406 -4
295 GTO 03	351 /	407 Y↑X
296 RTN	352 STO 15	408 2
297*LBL 04	353 1	409 /
298 RCL 20	354 -	410 CHS
299 RCL 22	355 CHS	411 1
300 *	356 RCL 19	412 +
301 RCL 00	357 3	413 FIX 3
302 /	358 1/X	414 FS?C 02
303 -	359 Y↑X	415 XEQ 14
304 RTN	360 *	416 "P"
305*LBL 06	361 1	417 XEQ 11
306 RCL 02	362 RCL 17	418 FIX 2
307 RCL 25	363 -	419 ADV
308 1	364 -	420 RTN
309 -	365 STO 21	421*LBL 14
310 /	366 RCL 15	422 1
311 RTN	367 RCL 19	423 X<>Y
312*LBL 07	368 2	424 -
313 X↑2	369 ENTER↑	425 RTN
314 RCL 00	370 3	426*LBL E
315 /	371 /	427 STOP
316 -	372 Y↑X	428 STOP
317 RTN	373 *	429 X<>Y
318*LBL 08	374 RCL 17	430 Σ-
319 X↑2	375 +	431 GTO 01
320 RCL 19	376 S0RT	432 END
321 /	377 RCL 21	
322 RTN	378 X<>Y	
323*LBL 11	379 /	
324 "I="	380 STO 22	
325 ARCL X	381 X)0?	
326 AVIEW	382 SF 02	
327 RTN	383 ABS	
328*LBL 12	384 1	
329 RCL 08	385 RCL 22	
330 3	386 .196854	
331 *	387 *	
332 29	388 +	
333 +	389 RCL 22	
334 1000	390 X↑2	
335 /	391 .115194	
336 30	392 *	



TESTS NON PARAMETRIQUES DE RANGSDESCRIPTION

Quand les conditions de validité des tests paramétriques ne sont pas remplies, c'est à dire lorsque les données sont :

- sur une échelle ordinale (scores)
- ou des variables mesurées que l'on sait ne pas être normalement distribuées
- ou lorsque les variances des différents groupes ne sont pas les mêmes (hétéroscédasticité)

ces tests (tests "t" et analyses de variance) peuvent être remplacés par des tests non paramétriques, dans lesquels les données sont remplacées par leur rang.

Les données sont rangées par ordre de grandeur croissante; lorsque deux ou plusieurs observations ont la même valeur (ex aequo), on leur donne la moyenne des rangs qu'elles auraient eu s'il n'y avait pas eu d'ex aequo.

TEST "U" DE MANN-WHITNEY

C'est l'équivalent du test "t" pour deux groupes indépendants.

Les observations des deux groupes sont réunies et rangées, en tenant compte des signes algébriques. Si les deux échantillons proviennent de populations A et B,

$H_0$  : les deux groupes proviennent de la même distribution

$H_1$  : a - la population A est supérieure à la population B (quelle que soit leur forme (ou  $B > A$ ) Test unilatéral

b - A est différente de B Test bilatéral

Si  $n_1$  est la taille du plus petit échantillon et  $n_2$  celle du plus grand,  $R_1$  et  $R_2$  les sommes des rangs des groupes correspondants, la statistique calculée est :

$$U = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - R_1$$

$$\text{ou } U' = n_1 n_2 - U$$

La plus faible de ces deux valeurs est utilisée pour le test; sa distribution d'échantillonnage est connue et figure dans des tables (\*)

(\*) par exemple dans S.SIEGEL

STAT.17

Si  $n_2$  est supérieur à 20, la statistique :

$$z = \frac{U - (n_1 n_2 / 2)}{\sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12}}}$$

est distribuée normalement avec pour moyenne 0 et pour variance l'unité. Le programme calcule les valeurs de U et (lorsque  $n_2$  est supérieur à 20) celles de z et de P(z).

#### TEST DES SIGNES ORDONNES DE WILCOXON

C'est l'équivalent du test "t" pour échantillons appariés. Les différences  $d_i$  entre chaque paire d'observations sont rangées sans tenir compte de leur signe. Puis le signe de la différence est affecté à chaque rang. On fait la somme, d'une part des rangs portant le signe +, d'autre part de ceux de signe -. La statistique "T" est la plus petite (en valeur absolue) de ces deux sommes. Quand une différence d est nulle, on élimine la paire d'observations de l'analyse. Quand deux ou plusieurs rangs sont identiques, on leur donne la moyenne de la somme de leurs rangs respectifs.

Si  $H_0$  (la somme des  $d_i$  est nulle) est vérifiée, on peut s'attendre à ce que les deux sommes de rangs soient sensiblement égales. La distribution de "T" se trouve dans des tables. Si N, le nombre de paires d'observations est supérieur à 25, la statistique

$$z = \frac{T - N(N - 1)/4}{\sqrt{\frac{N(N + 1)(2N + 1)}{24}}}$$

est distribuée normalement. Le programme calcule les valeurs de "T" et (lorsque N est supérieur à 25) de z et de P(z).

#### ANALYSE DE VARIANCE N.P. DE KRUSKALL-WALLIS

C'est l'équivalent non paramétrique de l'ANVA randomisée. Les observations (ou les scores) des  $a$  groupes sont combinées et rangées, puis on calcule les sommes des rangs  $R_j$  de chaque échantillon (colonne). La statistique

$$H = \frac{12}{N(N + 1)} \cdot \sum \frac{R_j^2}{n_j} - 3(N - 1)$$

a sensiblement une distribution de chi-carré à  $(a - 1)$  degrés de liberté.

$H_0$ : les  $a$  échantillons proviennent de la même population ou de populations ayant la même moyenne.

STAT.17

Le programme calcule "H" et P(H). Si cette probabilité est inférieure au seuil de signification, on peut rejeter  $H_0$

ANALYSE DE VARIANCE N.P. EN BLOCS DE FRIEDMAN

C'est l'équivalent non paramétrique de l'ANVA en blocs randomisés. Dans un essai à a colonnes et b rangées (blocs), les observations sont rangées à l'intérieur de chaque bloc. On calcule la somme de chaque colonne  $R_j$  et la statistique :

$$X_r^2 = \frac{12}{ba(a+1)} \sum (R_j)^2 - 3b(a+1)$$

a sensiblement une distribution de chi-carré à  $(a - 1)$  degrés de liberté. Le programme calcule  $X_r^2$  et la probabilité correspondante. Si P est inférieur au seuil de signification,  $H_0$  (les rangs moyens des colonnes sont égaux) peut être rejeté.

# USER INSTRUCTIONS

## PROGRAMMABLAUF INSTRUCTIONS D'EMPLOI NORME OPERATIVE

STAT.17

Step Schritt Pas Passo	Instructions Operation Instructions Istruzioni	Variables Dateneingabe Données Dati	Function(s) Taste(n) Touche(s) Tasti	Result Resultat Résultat Risultato
1	Passer le programme STAT.17, pistes 1 à 6			
2	Initialiser		XEQ "RANG"	
	<u>MANN-WHITNEY</u>			
3	Appeler		A	
4	Entrer : nombre de groupes	2	R/S	
5	Entrer les rangs du 1er groupe	$x_i \dots\dots$	R/S	
6	Après le dernier rang, appeler impression : total des rangs n		B	R n
	<u>Correction</u>			
7	Appeler		E	
	Entrer le rang erroné	$x_E$	R/S	
	puis le rang correct	$x_C$	R/S	
8	Pour le second groupe, répéter les pas 5 et 6			
9	Impression : "U" si $n_2 > 20$ z P(z)			U z P
10	Pour un autre essai, retourner au pas 3			
	<u>WILCOXON</u>			
11	Appeler		D	
12	Entrer les rangs positifs	$+ x_i \dots\dots$	R/S	
13	Appeler		B	
	Impression : total des rangs n			R n
14	Entrer les rangs négatifs	$- x_i \dots\dots$	R/S	
15	Appeler		B	
	Impression: total des rangs n statistique "T" z P(z) unilatéral p(z) bilatéral			R n T z P.UNI P.BIL.
16	Pour un autre essai, retourner au pas 11			
	<u>KRUSKAL-WALLIS</u>			
17	Appeler		A	
18	Entrer : nombre de groupes	a	R/S	
19	Entrer les rangs du 1er groupe	$x_i \dots\dots$	R/S	
20	Après le dernier rang, appeler Impression : total des rangs n		B	R n

# USER INSTRUCTIONS

## PROGRAMMABLAUF INSTRUCTIONS D'EMPLOI NORME OPERATIVE

STAT.17

Step Schritt Pas Passo	Instructions Operation Instructions Istruzioni	Variables Dateneingabe Données Dati	Function(s) Taste(n) Touche(s) Tasti	Result Resultat Risultato
21	Répéter les pas 19 et 20 pour les autres groupes			
22	<u>Correction</u> voir pas 7			
23	Après le dernier groupe, impression : statistique "H" P(H)			H P
24	Pour un nouvel essai, retourner au pas 17			
	<u>FRIEDMAN</u>			
25	Appeler		C	
26	Entrer : nombre de colonnes nombre de rangées	a b	R/S R/S	
27	Entrer les rangs de la 1re colonne	$x_i$ .....	R/S	
28	Appeler impression : total des rangs n		B	R n
29	Pour les autres groupes, répéter les pas 27 et 28			
30	<u>Correction</u> voir pas 7			
31	A la fin du dernier groupe, impression : $\chi^2$ P( $\chi^2$ )			$\chi^2$ P
32	Pour un autre essai, retourner au pas 25			

EXEMPLE 1 - MANN-WHITNEY (⊗)

Petit échantillon

XEQ "RANG"  
2.00 RUN  
  
7.00 RUN  
4.00 RUN  
6.00 RUN  
1.00 RUN  
8.00 RUN  
XEQ B

R=26.00  
n=5.00

9.00 RUN  
5.00 RUN  
3.00 RUN  
2.00 RUN  
XEQ B

R=19.00  
n=4.00

U=9.00

Grand échantillon

XEQ A  
2.00 RUN  
  
29.50 RUN  
24.50 RUN  
24.50 RUN  
16.00 RUN  
16.00 RUN  
16.00 RUN  
16.00 RUN  
12.00 RUN  
9.50 RUN  
9.50 RUN  
5.00 RUN  
5.00 RUN  
5.00 RUN  
5.00 RUN  
5.00 RUN  
5.00 RUN  
1.50 RUN  
XEQ B

R=200.00  
n=16.00

39.00 RUN  
38.00 RUN  
36.00 RUN  
36.00 RUN  
36.00 RUN  
33.00 RUN  
33.00 RUN  
33.00 RUN  
33.00 RUN  
29.50 RUN  
29.50 RUN  
29.50 RUN  
24.50 RUN  
24.50 RUN  
24.50 RUN  
24.50 RUN  
20.50 RUN  
20.50 RUN  
16.00 RUN  
16.00 RUN  
16.00 RUN  
9.50 RUN  
9.50 RUN  
1.50 RUN  
XEQ B

R=580.00  
n=23.00

U=64.00  
z=3.43  
P.UNI=4.63E-4  
P.BIL=9.27E-4

(⊗) S.SIEGEL pp. 120 et 122

(\*)  
**EXEMPLE 2 - WILCOXON**

Petit échantillon

XEQ D  
 7.00 RUN  
 8.00 RUN  
 4.00 RUN  
 5.00 RUN  
 6.00 RUN  
 2.00 RUN  
 XEQ B  
 R=32.00  
 n=6.00

-1.00 RUN  
 -3.00 RUN  
 XEQ B  
 R=-4.00  
 n=2.00  
 T=-4.00

Grand échantillon

XEQ D  
 4.50 RUN  
 20.00 RUN  
 20.00 RUN  
 4.50 RUN  
 4.50 RUN  
 23.00 RUN  
 16.50 RUN  
 23.00 RUN  
 16.50 RUN  
 4.50 RUN  
 23.00 RUN  
 25.50 RUN  
 11.50 RUN  
 11.50 RUN  
 11.50 RUN  
 4.50 RUN  
 20.00 RUN  
 25.50 RUN  
 11.50 RUN  
 16.50 RUN

R=298.00  
 n=28.00

-11.50 RUN  
 -4.50 RUN  
 -4.50 RUN  
 -16.50 RUN  
 -11.50 RUN  
 -4.50 RUN

XEQ B  
 R=-53.00  
 n=6.00

T=-53.00  
 z=3.11  
 P.UNI=1.15E-3  
 P.BIL=2.30E-3

EXEMPLE 3 - KRUSKALL-WALLIS (\*)

```

XEQ A
3.00  RUN
14.00 RUN
5.00  RUN
4.00  RUN
10.00 RUN
3.00  RUN
1.00  RUN
6.00  RUN
2.00  RUN

```

R=45.00  
n=8.00

```

XEQ B
15.00 RUN
8.00  RUN
11.00 RUN
12.00 RUN
18.00 RUN
7.00  RUN

```

R=71.00  
n=6.00

```

XEQ C
9.00  RUN
16.00 RUN
13.00 RUN
17.00 RUN

```

R=55.00  
n=4.00

H=7.90  
P=0.019

(\*) Données de l'exemple 1, Programme STAT.05 - Les observations ont été remplacées par leur rang.

EXAMPLE 4 - FRIEDMAN

(\*)

	XEQ C		2.00	RUN	
3.00	RUN		1.00	RUN	
18.00	RUN		2.00	RUN	
			3.00	RUN	
1.00	RUN		2.00	RUN	
2.00	RUN		1.00	RUN	
1.00	RUN		1.00	RUN	
1.00	RUN		2.00	RUN	
3.00	RUN		2.00	RUN	
2.00	RUN		2.00	RUN	
3.00	RUN		1.00	RUN	
1.00	RUN		1.00	RUN	
3.00	RUN		1.00	RUN	
3.00	RUN		1.00	RUN	
2.00	RUN		1.00	RUN	
2.00	RUN		1.00	RUN	
3.00	RUN		1.00	RUN	
2.00	RUN		1.00	RUN	
2.50	RUN				XEQ B
3.00	RUN	F=26.00			
3.00	RUN	n=18.00			
2.00	RUN				

R=39.50  
n=18.00

X2=8.58  
P=0.014

3.00	RUN
3.00	RUN
3.00	RUN
2.00	RUN
1.00	RUN
3.00	RUN
2.00	RUN
3.00	RUN
1.00	RUN
1.00	RUN
3.00	RUN
3.00	RUN
2.00	RUN
3.00	RUN
2.50	RUN
2.00	RUN
2.00	RUN
3.00	RUN

R=42.50  
n=18.00

XEQ B

(\*) S.SIEGEL p.171

## PROGRAM LISTING

PROGRAMMAUFLISTUNG  
LISTAGE DU PROGRAMME  
LISTATO DI PROGRAMMA

01+LBL "RANG"	57 STO 27	113+LBL 05	169 RCL 28	225 RCL 28
02+LBL A	58 RCL 26	114 12	170 *	226 2
03 CLRG	59 -	115 RCL 26	171 RCL 20	227 *
04 XEQ 22	60 CHS	116 RCL 26	172 1	228 1
05 STOP	61 RCL 27	117 1	173 +	229 +
06 STO 20	62 X>Y?	118 +	174 *	230 *
07+LBL 01	63 X<>Y	119 *	175 -	231 24
08 ADV	64 STO 27	120 /	176 "X2"	232 /
09+LBL 02	65 "U"	121 RCL 27	177 XEQ 11	233 SQRT
10 STOP	66 XEQ 11	122 *	178 STO 22	234 /
11 ST+ 21	67 RCL 11	123 3	179 RCL 20	235 XEQ 23
12 7ISZ	68 RCL 12	124 RCL 26	180 1	236 RTN
13 GTO 02	69 X<=Y?	125 1	181 -	237+LBL 22
14+LBL B	70 X<>Y	126 +	182 STO 20	238 1
15 RCL 21	71 20	127 *	183 XEQ 14	239 STO 22
16 "R"	72 X>Y?	128 -	184 CF 00	240 11
17 XEQ 11	73 RTN	129 "H"	185 RTN	241 STO 23
18 STO IND 22	74 RCL 27	130 XEQ 11	186+LBL D	242 RTN
19 RCL 25	75 RCL 11	131 STO 22	187 CLRG	243+LBL 23
20 SF 13	76 RCL 12	132 RCL 20	188 XEQ 22	244 ABS
21 "N"	77 *	133 1	189 SF 01	245 SF 13
22 XEQ 11	78 2	134 -	190 2	246 "Z"
23 CF 13	79 /	135 STO 20	191 STO 20	247 XEQ 11
24 ADV	80 -	136 XEQ 14	192 GTO 01	248 CF 13
25 STO IND 23	81 RCL 11	137 RTN	193+LBL 20	249 STO 21
26 0	82 RCL 12	138+LBL C	194 CF 01	250 XEQ 12
27 STO 21	83 *	139 CLRG	195 RCL 11	251 "P.UNI"
28 STO 25	84 RCL 11	140 XEQ 22	196 RCL 12	252 XEQ 11
29 1	85 RCL 12	141 SF 00	197 +	253 2
30 ST+ 24	86 +	142 STOP	198 STO 20	254 *
31 ST+ 22	87 1	143 STO 20	199 RCL 01	255 "P.BIL"
32 ST+ 23	88 +	144 STOP	200 RCL 02	256 XEQ 11
33 RCL 20	89 *	145 STO 20	201 X>Y?	257 RTN
34 RCL 24	90 12	146 GTO 01	202 X<>Y	258 2
35 X#Y?	91 /	147+LBL 18	203 "T"	259+LBL 14
36 GTO 02	92 SQRT	148 RCL IND 22	204 XEQ 11	260 RCL 22
37 2	93 /	149 X=0?	205 STO 27	261 SQRT
38 RCL 20	94 XEQ 23	150 GTO 19	206 RCL 28	262 STO 21
39 X>Y?	95 RTN	151 X#2	207 25	263 RCL 20
40 GTO 03	96+LBL 03	152 ST+ 27	208 X>Y?	264 1
41 RCL 11	97 XEQ 22	153 1	209 RTN	265 X=Y?
42 FS? 01	98 FS? 00	154 ST+ 22	210 RCL 27	266 GTO 16
43 GTO 20	99 GTO 18	155 GTO 18	211 ABS	267 RCL 20
44 RCL 12	100+LBL 04	156+LBL 19	212 RCL 28	268 2
45 *	101 RCL IND 22	157 12	213 RCL 28	269 X=Y?
46 STO 26	102 X=0?	158 RCL 28	214 1	270 GTO 17
47 RCL 11	103 GTO 05	159 RCL 20	215 +	271 RCL 20
48 RCL 11	104 X#2	160 *	216 *	272 2
49 1	105 RCL IND 23	161 RCL 20	217 4	273 /
50 +	106 ST+ 26	162 1	218 /	274 INT
51 *	107 /	163 +	219 -	275 LASTX
52 2	108 ST+ 27	164 *	220 RCL 28	276 X#Y?
53 /	109 1	165 /	221 RCL 28	277 GTO 06
54 +	110 ST+ 22	166 RCL 27	222 1	278 SF 01
55 RCL 01	111 ST+ 23	167 *	223 +	279 RCL 20
56 -	112 GTO 04	168 3	224 *	280 2

## PROGRAM LISTING

PROGRAMMAUFLISTUNG  
LISTAGE DU PROGRAMME  
LISTATO DI PROGRAMMA

281 -	337 -	393 X<>Y
282 2	338 STO 25	394 -
283 /	339 XEQ 12	395 STO 07
284 STO 25	340 XEQ 13	396 RTN
285 XEQ 13	341 1	397+LBL 16
286 0	342 STO 05	398 XEQ 12
287 STO 05	343 RCL 21	399 2
288 1	344 STO 06	400 *
289 STO 06	345 GTO 08	401 GTO 10
290+LBL 08	346+LBL 13	402+LBL 17
291 RCL 22	347 PI	403 XEQ 13
292 *	348 2	404 RCL 01
293 RCL 05	349 *	405 RCL 02
294 2	350 SORT	406 *
295 +	351 STO 01	407 GTO 10
296 STO 05	352 RCL 22	408+LBL 11
297 /	353 2	409 "+="
298 ST+ 06	354 /	410 ARCL X
299 7DSZ	355 CHS	411 RVIEW
300 GTO 08	356 E1X	412 RTN
301 FS? 01	357 RCL 01	413+LBL E
302 GTO 09	358 1/X	414 STOP
303 RCL 07	359 *	415 ST- 21
304 2	360 STO 02	416 7DSZ
305 *	361 RTN	417 GTO 02
306 RCL 02	362+LBL 12	418 RTN
307 2	363 1	419 .END.
308 *	364 RCL 21	
309 RCL 06	365 .196854	
310 *	366 *	
311 +	367 +	
312+LBL 10	368 RCL 21	
313 FIX 3	369 X+2	
314 "P"	370 .115194	
315 XEQ 11	371 *	
316 FIX 2	372 +	
317 RTN	373 RCL 21	
318+LBL 09	374 3	
319 RCL 01	375 Y+X	
320 RCL 02	376 .000344	
321 RCL 06	377 *	
322 *	378 +	
323 *	379 RCL 21	
324 FIX 3	380 4	
325 "P"	381 Y+X	
326 XEQ 11	382 .019527	
327 FIX 2	383 *	
328 CF 01	384 +	
329 RTN	385 -4	
330+LBL 06	386 Y+X	
331 RCL 20	387 2	
332 1	388 /	
333 -	389 CHS	
334 2	390 1	
335 /	391 +	
336 1	392 1	

**REGISTERS, STATUS, FLAGS**  
**REGISTERBELEGUNG, FLAGS, BETRIEBSARTEN**  
**REGISTRES, INDICATEURS, MODES OPÉRATOIRES**  
**REGISTRI, MODI OPERATIVI, FLAGS**

STAT.17

Registers Datenspeicher Registres de données Registri			Status Betriebsart Modes opératoires Modi operativi			
00		50	<b>Size</b> <u>030</u>	Total Reg. _____		<b>User Mode</b>
	1 à 10		Eng <input type="checkbox"/>	Fix <input checked="" type="checkbox"/>	Sci <input type="checkbox"/>	On <input checked="" type="checkbox"/>
	R <sub>j</sub>		Deg <input type="checkbox"/>	Rad <input type="checkbox"/>	Grad <input type="checkbox"/>	Off <input type="checkbox"/>
			<b>Purpose</b> Bedeutung Signification Scopo			
05		55	<b>Flags</b>			
				SET	CLEAR	
			00	Friedman	X	
			01	Wilcoxon	X	
			02			
10		60	03			
	11 à 19		04			
	n <sub>j</sub>		05			
			06			
15		65	07			
			08			
			09			
			10			
			11	Audio execute		
			12			
20	a	70	13			
			14			
			15			
			16			
			17			
25		75	18			
			19			
	U ; R <sup>2</sup> /n		20			
			21	Printer Enable		
			22	Number Input		
30		80	23	Alpha Input		
			24	Range Ignore		
			25	Error Ignore		
			26	Audio Enable		
			27	User Mode		
35		85	28	Decimal Point		
			29	Digit Grouping		
			<b>Assignments</b> Tastenbelegung/Assignations/Assegnamenti			
			<b>Function</b> Funktion Fonction Funzione	<b>Key</b> Taste Touche Tasto	<b>Function</b> Funktion Fonction Funzione	<b>Key</b> Taste Touche Tasto
40		90				
45		95				
		99				

TESTS NON PARAMETRIQUES DE FREQUENCESDESCRIPTION

Lorsqu'une variable, au lieu d'être mesurée, est qualitative, et distribuée en deux ou plusieurs classes, en ce qui concerne un critère donné, les tests se font sur des fréquences. Ils sont basés sur une comparaison entre les fréquences réellement observées et les fréquences théoriques (ou attendues) qu'on devrait observer si une hypothèse nulle  $H_0$  est vérifiée.

I - Tests d'ajustement

Lorsqu'un groupe de fréquences  $f_o$ , distribuées en  $k$  classes, est comparé aux fréquences théoriques correspondantes  $f_t$  calculées à partir de l'hypothèse  $H_0$  (par exemple, l'échantillon provient d'une population normale, ou binomiale,...), on calcule une statistique dont la distribution est voisine de celle de chi-carré.

a - Test  $X^2$  de Pearson

La statistique 
$$X^2 = \sum \frac{(f_o - f_t)^2}{f_t}$$
 a une distribution de chi-carré à  $n'$  d.l.

Aucune des classes ne doit avoir de fréquence théorique  $f_t$  inférieure à 5.

b - Test du Maximum de vraisemblance ou test G.

La statistique 
$$G = 2 \left( \sum f_o \ln f_o - \sum f_o \ln f_t \right)$$
 a une distribution de chi-carré à  $n'$  d.l. Ce test est moins sensible aux faibles fréquences théoriques, et, avec une calculatrice, plus simple à exécuter que le précédent. Le nombre de degrés de liberté varie en fonction du nombre de paramètres estimés à partir des données; lorsqu'aucune valeur n'est calculée (hypothèse extrinsèque aux données),  $n' = (k - 1)$ ; lorsque deux valeurs sont estimées (par exemple moyenne et variance),  $n' = (k - 3)$ .

Le programme utilise l'approximation du Maximum de vraisemblance.

## II - Tests d'indépendance

On les utilise pour savoir si deux variables sont associées. Dans un échantillon aléatoire de taille  $n$ , chaque observation peut être classée selon deux critères, de façon à ce qu'elle appartienne à un niveau de chaque critère. Les données sont disposées en table de contingence.

Second critère Niveaux	Premier critère Niveaux				Total
	1	2	3 .....	c	
1	-	-	- .....	-	-
2	-	-	- .....	-	-
3	-	-	- .....	-	-
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
r	-	-	-	-	-
Total	-	-	-	-	N

Une telle table est une table ( $r \times c$ ) avec  $r$  rangées et  $c$  colonnes

### 1 - Table (2 x 2)

C'est le cas le plus simple de deux critères à chacun deux niveaux, qui donne une table de contingence ( $2 \times 2$ ) telle que :

	Traitements		Totaux
	1	2	
Groupe I	A	B	(A + B)
Groupe II	<u>C</u>	<u>D</u>	(C + D)
Totaux	(A + C)	(B + D)	N

Par convention, les fréquences des quatre cases sont dénommées A, B, C, D et les totaux marginaux (A + B),...

L'hypothèse  $H_0$  à vérifier est que les deux critères sont indépendants.

#### a - Test exact de Fisher

Lorsque N est petit (inférieur à 25), ou lorsque la fréquence attendue  $f_t$  dans une case est inférieure à 5, on doit utiliser le test exact de Fisher.

Il est basé sur la distribution hypergéométrique, les totaux marginaux étant considérés comme fixes. La probabilité exacte d'observer un groupe de fréquences donné est :

$$p = \frac{(A+B)! (C+D)! (A+C)! (B+D)!}{N! A! B! C! D!}$$

(le signe ! signifie: factorielle de..)

STAT.18

La probabilité, sous  $H_0$ , est la somme P des probabilités p de rencontrer les données observées, ou des résultats encore plus extrêmes (c'est à dire toutes les combinaisons dans les quatre cases, les totaux marginaux étant fixes, jusqu'à la fréquence zéro dans une des cases).

Le programme donne la probabilité exacte pour un test unilatéral ou bilatéral.

#### b - Test $X^2$ de Pearson

Lorsque N est supérieur à 20, le test classique est le test  $X^2$  avec correction de continuité (correction de Yates). La statistique

$$X^2 = \frac{N ( |AD - BC| - N/2 )^2}{(A+B)(C+D)(A+C)(B+D)}$$

a une distribution de chi-carré à un degré de liberté.

#### 2 - Tables (r x c)

Pour une table de contingence à r rangées et c colonnes, le programme effectue un test G basé sur la formule :

$$G = 2 \left[ ( \sum f_o \ln f_o ) - ( \sum T_c \ln T_c ) - ( \sum T_r \ln T_r ) + N \ln N \right]$$

dans laquelle  $f_o$  sont les fréquences dans chaque case,  $T_c$  et  $T_r$  les totaux marginaux. G a une distribution de chi-carré à  $(r - 1)(c - 1)$  degrés de liberté.  $H_0$  étant : "les rangées et les colonnes sont indépendantes", si  $P(G)$  est inférieure au seuil de signification  $\alpha$ ,  $H_0$  peut être rejeté.

# USER INSTRUCTIONS

## PROGRAMMABLAUF INSTRUCTIONS D'EMPLOI NORME OPERATIVE

STAT.18

Step Schritt Pas Passo	Instructions Operation Instructions Istruzioni	Variables Dateneingabe Données Dati	Function(s) Taste(n) Touche(s) Tasti	Result Resultat Résultat Risultato
1	Passer le programme STAT.18, pistes 1 à 7			
2	Initialiser		XEQ "FREQ"	
	1 - <u>Tests d'ajustement</u>			
3	Appeler		A	
4	Entrer les données par paires : fréquence observée fréquence théorique	$f_o$ $f_t$	R/S R/S	
5	Après la dernière paire, appeler		B	
6	Entrer : nombre de d.l. impression : G P(G) Si $P(G) < \alpha$ , $H_0$ est rejeté.	d.l.	R/S	G P
7	Pour un nouvel essai, retourner au pas 3.			
	2 - <u>Table (2 x 2)</u>			
8	Appeler		C	
9	Entrer les fréquences	A B C D	R/S R/S R/S R/S	
	impression :			(A+B) (C+D) (A+C) (B+D) N
	a - <u>Test exact de Fisher</u>			
10	Appeler impression : prob. unilatéral prob. bilatéral		D	P.UNI P.BIL
	b - <u>Test <math>X^2</math> (avec correction)</u>			
11	Appeler		F	
12	Impression : $X^2$ calculé P( $X^2$ ) Si $P(X^2) < \alpha$ , $H_0$ est rejeté			X2 P
13	Pour un nouvel essai, retourner au pas 8			



**EXEMPLE 1 - Test d'ajustement**

Nombre de garçons dans 2 000 familles de quatre enfants. Les données s'ajustent-elles à  $H_0$  : distribution binomiale avec  $p = 0,50$

	0	1	2	3	4
$f_o$	118	485	750	515	132
$f_t^o$	125	500	750	500	125

```

                                XEQ A
                                118.000  RUN
                                125.000  RUN

                                485.000  RUN
                                500.000  RUN

                                750.000  RUN
                                750.000  RUN

                                515.000  RUN
                                500.000  RUN

                                132.000  RUN
                                125.000  RUN

                                XEQ B
                                G=1.685
                                4.000  RUN
                                P=0.794

```

**EXEMPLE 2 - Test des probabilités exactes de FISHER (⊛)**

```

                                XEQ "FREQ"
                                XEQ C
                                1.00  RUN
                                6.00  RUN
                                4.00  RUN
                                1.00  RUN

                                A+B=7.00
                                C+D=5.00
                                A+C=5.00
                                B+D=7.00
                                N=12.00

                                XEQ D
                                P.UNI=0.0455
                                P.BIL=0.0909

```

(⊛) S.SIEGEL p.98

EXEMPLE 4 - Table (r x c) (⊗)

XEQ C  
 90.00 RUN  
 10.00 RUN  
 97.00 RUN  
 3.00 RUN

A+B=100.00  
 C+D=100.00  
 A+C=187.00  
 B+D=13.00  
 N=200.00

XEQ F

X<sup>2</sup>=2.96  
 P=0.085

EXEMPLE 3 - Table (2 x 2) Test X<sup>2</sup> (⊗)

XEQ G  
 4.00 RUN  
 3.00 RUN

125.00 RUN  
 53.00 RUN  
 18.00 RUN  
 4.00 RUN

ΣR=200.00

XEQ H

112.00 RUN  
 59.00 RUN  
 22.00 RUN  
 7.00 RUN

ΣR=200.00

XEQ H

128.00 RUN  
 157.00 RUN  
 XEQ E  
 157.00 RUN  
 57.00 RUN  
 10.00 RUN  
 5.00 RUN  
 XEQ H

ΣR=200.00

ΣC=365.00  
 ΣC=169.00  
 ΣC=50.00  
 ΣC=16.00

N=600.00

G=7.17  
 D.L.=6.00  
 P=0.306

## PROGRAM LISTING

PROGRAMMAUFLISTUNG  
LISTAGE DU PROGRAMME  
LISTATO DI PROGRAMMA

01*LBL "FREQ"	57 XEQ 11	113 FIX 4	169 X $\uparrow$ 2	225 /
02*LBL A	58 RCL 30	114 "P.UNI"	170 *	226 ST+ 06
03 CLRG	59 RCL 32	115 XEQ 11	171 RCL 35	227 7DSZ
04*LBL 01	60 +	116 2	172 /	228 GTO 03
05 STOP	61 STO 37	117 *	173 RCL 36	229 FS? 01
06 STO 20	62 "A+C"	118 "P.BIL"	174 /	230 GTO 06
07 LN	63 XEQ 11	119 XEQ 11	175 RCL 37	231 RCL 07
08 RCL 20	64 RCL 31	120 FIX 2	176 /	232 2
09 *	65 RCL 33	121 RTN	177 RCL 38	233 *
10 ST+ 00	66 +	122*LBL 05	178 /	234 RCL 02
11 STOP	67 STO 38	123 30	179 ADV	235 2
12 LN	68 "B+D"	124 STO 25	180 "X2"	236 *
13 RCL 20	69 XEQ 11	125 RCL IND 25	181 XEQ 11	237 RCL 06
14 *	70 RCL 34	126 FACT	182 STO 24	238 *
15 ST+ 01	71 "N"	127 STO 12	183 1	239 +
16 ADV	72 XEQ 11	128*LBL 16	184 STO 22	240 FIX 3
17 GTO 01	73 RTN	129 7ISZ	185 XEQ 10	241 "P"
18*LBL B	74*LBL D	130 RCL IND 25	186 RTN	242 XEQ 11
19 RCL 00	75 XEQ 05	131 FACT	187*LBL 10	243 FIX 2
20 RCL 01	76 RCL 30	132 ST* 12	188 RCL 24	244 RTN
21 -	77 X=0?	133 34	189 SQRT	245*LBL 06
22 2	78 GTO 12	134 RCL 25	190 STO 26	246 RCL 10
23 *	79 RCL 31	135 X*Y?	191 RCL 22	247 RCL 02
24 "G"	80 X=0?	136 GTO 16	192 1	248 RCL 06
25 XEQ 11	81 GTO 12	137 7ISZ	193 X=Y?	249 *
26 STO 24	82 RCL 32	138 RCL IND 25	194 GTO 00	250 *
27 STOP	83 X=0?	139 FACT	195 RCL 22	251*LBL 09
28 STO 22	84 GTO 12	140 STO 13	196 2	252 FIX 3
29 XEQ 10	85 RCL 33	141*LBL 13	197 X=Y?	253 "P"
30 RTN	86 X=0?	142 7ISZ	198 GTO 17	254 XEQ 11
31*LBL C	87 GTO 12	143 RCL IND 25	199 RCL 22	255 FIX 2
32 CLRG	88 RCL 30	144 FACT	200 2	256 CF 01
33 STOP	89 RCL 33	145 ST* 13	201 /	257 RTN
34 STO 30	90 *	146 38	202 INT	258*LBL 07
35 STOP	91 RCL 31	147 RCL 25	203 LASTX	259 RCL 22
36 STO 31	92 RCL 32	148 X*Y?	204 X*Y?	260 1
37 STOP	93 * -	149 GTO 13	205 GTO 07	261 -
38 STO 32	94 -	150 RCL 13	206 SF 01	262 2
39 STOP	95 X<0?	151 RCL 12	207 RCL 22	263 /
40 STO 33	96 GTO 14	152 /	208 2	264 1
41 +	97 1	153 ST+ 14	209 -	265 -
42 +	98 ST+ 30	154 RTN	210 2	266 STO 25
43 +	99 ST+ 33	155*LBL F	211 /	267 XEQ 04
44 STO 34	100 ST- 31	156 RCL 34	212 STO 25	268 XEQ 02
45 RCL 30	101 ST- 32	157 RCL 30	213 XEQ 02	269 1
46 RCL 31	102 GTO 15	158 RCL 33	214 0	270 STO 05
47 +	103*LBL 14	159 *	215 STO 05	271 RCL 26
48 STO 35	104 1	160 RCL 31	216 1	272 STO 06
49 ADV	105 ST- 30	161 RCL 32	217 STO 06	273 GTO 03
50 "A+B"	106 ST- 33	162 *	218*LBL 03	274*LBL 02
51 XEQ 11	107 ST+ 31	163 -	219 RCL 24	275 PI
52 RCL 32	108 ST+ 32	164 ABS	220 *	276 2
53 RCL 33	109*LBL 15	165 RCL 34	221 RCL 05	277 *
54 +	110 XEQ 05	166 2	222 2	278 SQRT
55 STO 36	111*LBL 12	167 /	223 +	279 STO 10
56 "C+D"	112 RCL 14	168 -	224 STO 05	280 RCL 24

PROGRAMMAUFLISTUNG  
 LISTAGE DU PROGRAMME  
 LISTATO DI PROGRAMMA

281 2	337 "+="	393 LASTX
282 /	338 ARCL X	394 *
283 CHS	339 AVIEW	395 RCL 16
284 ETX	340 RTN	396 +
285 RCL 10	341*LBL G	397 RCL 17
286 1/X	342 CLRG	398 -
287 *	343 STOP	399 2
288 STO 02	344 STO 23	400 *
289 RTN	345 13	401 "G"
290*LBL 04	346 X<=Y?	402 XEQ 11
291 1	347 GTO 19	403 STO 24
292 RCL 26	348 STOP	404 RCL 23
293 .196854	349 STO 21	405 1
294 *	350 ADV	406 -
295 +	351 ADV	407 RCL 21
296 RCL 26	352*LBL 20	408 1
297 X↑2	353 STOP	409 -
298 .115194	354 X#0?	410 *
299 *	355 SF 02	411 STO 22
300 +	356 ST+ 13	412 "D.L."
301 RCL 26	357 ST+ IND 25	413 XEQ 11
302 3	358 7ISZ	414 XEQ 10
303 Y↑X	359 XEQ 21	415 RTN
304 .000344	360 GTO 20	416*LBL 21
305 *	361*LBL H	417 FS?C 02
306 +	362 RCL 13	418 LN
307 RCL 26	363 "ΣR"	419 LASTX
308 4	364 XEQ 11	420 *
309 Y↑X	365 ADV	421 ST+ 16
310 .019527	366 ST+ 14	422 RTN
311 *	367 XEQ 22	423*LBL 22
312 +	368 0	424 LN
313 -4	369 STO 13	425 LASTX
314 Y↑X	370 STO 25	426 *
315 2	371 1	427 ST+ 17
316 /	372 ST+ 15	428 RTN
317 CHS	373 RCL 21	429*LBL E
318 1	374 RCL 15	430 7DSZ
319 +	375 X#Y?	431 STOP
320 1	376 GTO 20	432 X#0?
321 X(>)Y	377*LBL 23	433 SF 02
322 -	378 RCL IND 25	434 ST- 13
323 STO 07	379 "ΣC"	435 ST- IND 25
324 RTN	380 XEQ 11	436 FS?C 02
325*LBL 08	381 XEQ 22	437 LN
326 XEQ 04	382 7ISZ	438 LASTX
327 2	383 RCL 23	439 *
328 *	384 RCL 25	440 ST- 16
329 GTO 09	385 X#Y?	441 GTO 20
330*LBL 17	386 GTO 23	442 .END.
331 XEQ 02	387 RCL 14	
332 RCL 10	388 ADV	
333 RCL 02	389 "N"	
334 *	390 XEQ 11	
335 GTO 09	391 ADV	
336*LBL 11	392 LN	

**REGISTERS, STATUS, FLAGS**  
**REGISTERBELEGUNG, FLAGS, BETRIEBSARTEN**  
**REGISTRES, INDICATEURS, MODES OPÉRATOIRES**  
**REGISTRI, MODI OPERATIVI, FLAGS**

STAT.18

<b>Registers</b> Datenspeicher Registres de données Registri				<b>Status</b> Betriebsart Modes opératoires Modi operativi			
00	<b>foLNfo</b>	50		<b>Size</b> <u>040</u>	Total Reg. _____	<b>User Mode</b>	
	<b>foLNft</b>			Eng <input type="checkbox"/>	Fix <input checked="" type="checkbox"/>	Sci <input type="checkbox"/>	On <input checked="" type="checkbox"/>
	<b>Σ colonnes</b>			Deg <input type="checkbox"/>	Rad <input type="checkbox"/>	Grad <input type="checkbox"/>	Off <input type="checkbox"/>
	.			<b>Purpose</b>			
	.			Bedeutung			
	.			Signification			
	.			Scopo			
05		55				SET	CLEAR
				00			
				01	S/progr. $P(\chi^2)$	<input checked="" type="checkbox"/>	
				02	f = 0	<input checked="" type="checkbox"/>	
10		60		03			
				04			
				05			
				06			
				07			
15		65		08			
				09			
				10			
				11	Audio execute		
				12			
20	<b>fo</b>	70		13			
				14			
	<b>d.l.</b>			15			
	<b>G</b>			16			
				17			
25		75		18			
				19			
				20			
				21	Printer Enable		
				22	Number Input		
30	<b>A</b>	80		23	Alpha Input		
	<b>B</b>			24	Range Ignore		
	<b>C</b>			25	Error Ignore		
	<b>D</b>			26	Audio Enable		
	<b>(A+B)</b>			27	User Mode		
35	<b>(C+D)</b>	85		28	Decimal Point		
	<b>(A+C)</b>			29	Digit Grouping		
	<b>(B+D)</b>			<b>Assignments</b> Tastenbelegung / Assignations / Assegnamenti			
				<b>Function</b>	<b>Key</b>	<b>Function</b>	<b>Key</b>
				Funktion	Taste	Funktion	Taste
				Fonction	Touche	Fonction	Touche
				Funzione	Tasto	Funzione	Tasto
40		90					
45		95					
		99					



## STATISTIQUES APPLIQUÉES II

ANVA TROIS FACTEURS  
TROIS, QUATRE OU CINQ FACTEURS A DEUX NIVEAUX  
COEFFICIENT CORRÉLATION  
RÉGRESSION LINÉAIRE  
ANALYSE DE COVARIANCE  
TESTS NON PARAMÉTRIQUES DE RANGS  
TESTS NON PARAMÉTRIQUES DE FRÉQUENCES

