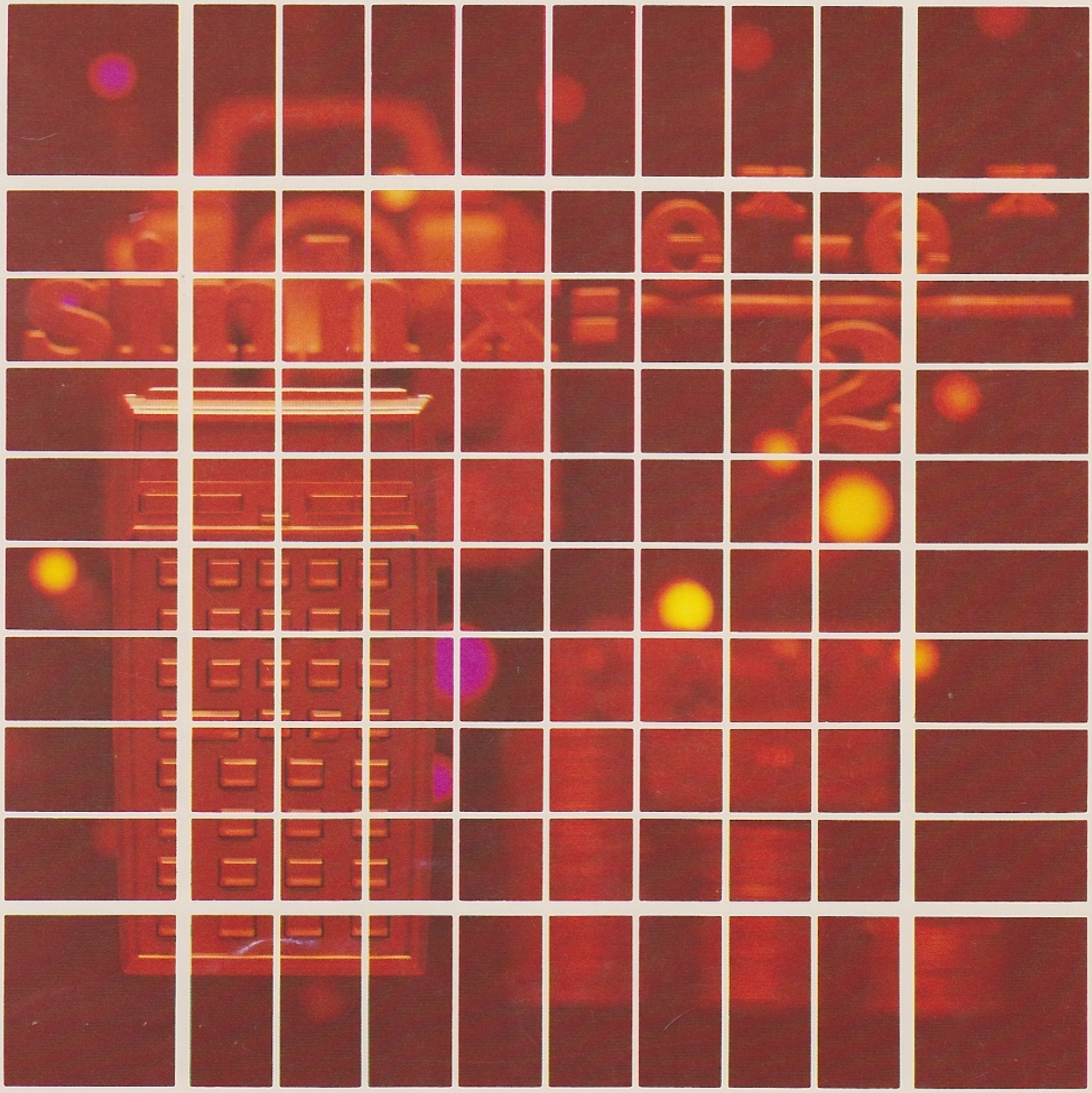
HEWLETT-PACKARD

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.

© Hewlett-Packard France, 1980
Texte protégé par la législation en vigueur en matière de propriété littéraire et dans tous les pays.

Référence du livret 00041-90293

Imprimé : Août 1980

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, vérifier 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	Initialisation	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	sans lecteur
7 ISZ	ISG 25
7 DSZ	DSE 25
7 DSP 3	FIX 3
7 DSP 2	FIX 2

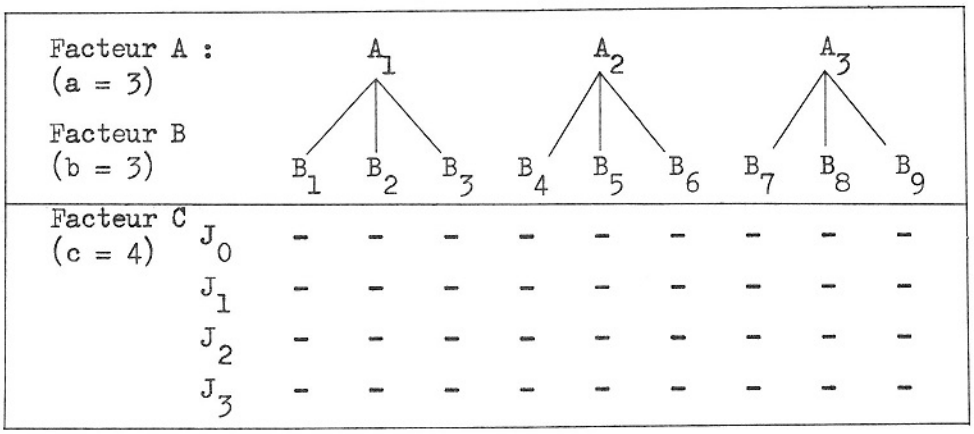
STAT.11

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.

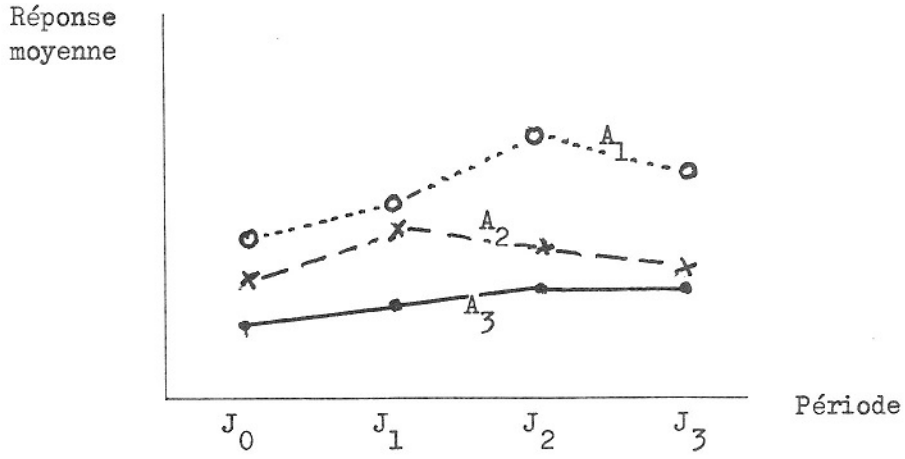


Chaque niveau du Facteur A peut être considéré comme un essai en blocs complet, donnant a tables telles que :

Facteurs B (blocs)		Facteur C		
	J_0	J_1	J_2	J_3
B_1	-	-	-	-
B_2	-	-	-	-
B_3	-	-	-	-

T_b

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 emboitée); elle sert à vérifier la différence entre les goupes.
- 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^2_A	$s^2_A/s^2_{B(A)}$
B - Entre s/groupes dans les groupes (Erreur I	a(b - 1)		$s^2_{B(A)}$	
C - Entre périodes	(c - 1)		s^2_C	$s^2_C/s^2_{BC(A)}$
Interaction AxC	(a-1)(c-1)		s^2_{AC}	$s^2_{AC}/s^2_{BC(A)}$
Interaction BxC dans les groupes (Erreur II)	a(b-1). (c-1)		$s^2_{BC(A)}$	
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.

USER INSTRUCTIONS

PROGRAMMABLAUF
INSTRUCTIONS D'EMPLOI
NORME OPERATIVE

STAT.11

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.11, pistes 1 à 6			
2	Initialiser		XEQ "ANVA 7"	
3	Entrer : niveaux du Facteur A	a	R/S	
	niveaux du Facteur C	c	R/S	
4	Pour le 1er niveau du Facteur A,			
	entrer : nbre de blocs	b	R/S	
5	Entrer les données de la 1ère rangée	y_i ...	R/S	
6	Appeler		B	
	Impression : total rangée T_b			Σ B
7	Correction			
	Si une donnée fausse est entrée,			
	appeler immédiatement		E	
	entrer la donnée erronnée	y_E	R/S	
	puis la donnée correcte	y_C	R/S	
8	Répéter les pas 5 et 6 pour les autres rangées			
9	A la fin de la dernière rangée,			
	impression : totaux colonne			Σ T
	moyennes colonne			MOY.
10	Répéter les pas 4 à 9 pour les autres niveaux de A			
11	A la fin de la dernière table,			
	impression de l'ANVA			ANVA
12	Pour un autre essai, appeler		A	
	et retourner au pas 3.			

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

A Produits	B Sujets	C - Période			
		J_1	J_2	J_3	J_4
A_1	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_2	2	7,27	6,86	5,99	5,54
	5	6,60	5,98	6,02	5,47
	7	7,74	6,87	6,60	6,73

```
                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
                      XEQ B
ΣB=12.83

                4.47    RUN
                3.79    RUN
                3.94    RUN
                3.14    RUN
                      XEQ B
ΣB=15.34

                4.66    RUN
                4.40    RUN
                3.76    RUN
                4.35    RUN
                      XEQ B
ΣB=17.17

                5.13    RUN
                4.28    RUN
                3.79    RUN
                3.53    RUN
                      XEQ B
ΣB=16.73

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

Trait.          3.00    RUN
 A2
                7.27    RUN
                6.86    RUN
                5.99    RUN
                5.54    RUN
                      XEQ B
ΣB=25.66

                6.60    RUN
                5.98    RUN
                6.02    RUN
                5.47    RUN
                      XEQ B
ΣB=24.07

                7.74    RUN
                6.87    RUN
                6.60    RUN
                6.73    RUN
                      XEQ B
ΣB=27.94

ΣT=21.61
MOY=7.20
ΣT=19.71
MOY=6.57
ΣT=18.61
MOY=6.20
ΣT=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
```

PROGRAM LISTING

PROGRAMMAUFLISTUNG
LISTAGE DU PROGRAMME
LISTATO DI PROGRAMMA

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

PROGRAM LISTING
PROGRAMMAUFLISTUNG
LISTAGE DU PROGRAMME
LISTATO DI PROGRAMMA

```
281 1/X
282 Y↑X
283 *
284 1
285 RCL 36
286 -
287 -
288 STO 37
289 RCL 35
290 RCL 05
291 2
292 ENTER↑
293 3
294 /
295 Y↑X
296 *
297 RCL 36
298 +
299 SQRT
300 RCL 37
301 X<>Y
302 /
303 STO 38
304 X>0?
305 SF 02
306 ABS
307 1
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
337 FS?C 02
338 XEQ 12
339 "P"
340 XEQ 11
341 FIX 2
342 ADV
343 RTN
344◆LBL 12
345 1
346 X<>Y
347 -
348 RTN
349◆LBL 11
350 "⊢="
351 ARCL X
352 AVIEW
353 RTN
354◆LBL E
355 RCL 25
356 1
357 -
358 STO 25
359 STOP
360 ST- IND 25
361 Σ-
362 GTO 01
363 .END.
```

REGISTERS, STATUS, FLAGS

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

Registers
Datenspeicher
Registres de données
Registri

00	T_c	50	
	•		
	•		
	•		
05		55	
10		60	
	Σy^2		
15		65	
20	a	70	
	c		
	Σy		
	ΣT_b^2		
	ΣT_c^2		
25	S.C.blocs	75	
	S.C. BC(A)		
	S.C. A		
30	b	80	
	Σb		
35	T_c moyenne	85	
	•		
	•		
	•		
40		90	
45		95	
		99	

Status
Betriebsart
Modes opératoires
Modi operativi

Size 050 Total Reg. _____ **User Mode**

Eng ☐ Fix ☒ Sci ☐ On ☒

Deg ☐ Rad ☐ Grad ☐ Off ☐

Purpose	Flags SET	CLEAR
00		
01 S/prog. P(F)	X	
02		
03		
04		
05		
06		
07		
08		
09		
10		
11 Audio execute		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21 Printer Enable		
22 Number Input		
23 Alpha Input		
24 Range Ignore		
25 Error Ignore		
26 Audio Enable		
27 User Mode		
28 Decimal Point		
29 Digit Grouping		

Assignments
Tastenbelegung/Assignations/Assegnamenti

Function (Funktion / Fonction / Funzione)	Key (Taste / Touche / Tasto)	Function (Funktion / Fonction / Funzione)	Key (Taste / Touche / Tasto)

STAT.12

EXPERIMENTATION FACTORIELLE

DESCRIPTION

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 croit 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 :

$2^3 = 8$ pour 3 facteurs

$2^4 = 16$ pour 4 facteurs

$2^5 = 32$ 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 :

$A_0B_1C_1D_0$ = bc $A_1B_1C_1D_1$ = abcd $A_0B_0C_0D_0$ = (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

(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

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 Résultat Risultato
1	Passer le programme STAT.12, pistes 1 à 7			
2	Initialiser		XEQ "ANVA 8"	
3	Entrer : nombre de facteurs	f	R/S	
	nbre de répétitions	n	R/S	
	n = 1			
4	Entrer les données en ordre systématique	y_i	R/S	
	n supérieur à 1			
4'	Entrer les n données du 1er traitement (1)	y_i	R/S	
	puis appeler		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.			D.L.
	carré moyen			C.M.
6	Pour un autre essai, appeler et retourner au pas 3		A	

(*)

EXEMPLE 1 - Quatre facteurs; n = 1.

```
      XEQ "ANVA8"
    4.0000    RUN
    1.0000    RUN

(1)  .6000    RUN
 a  1.0000    RUN
 b   .3000    RUN
 ab 1.7000    RUN
 c  2.0000    RUN
 ac 1.5000    RUN
 bc 1.7000    RUN
abc 2.4000    RUN
 d  -.4000    RUN
 ad 1.1000    RUN
 bd  .7000    RUN
abd 1.3000    RUN
 cd 1.6000    RUN
acd 1.9000    RUN
bcd 2.3000    RUN
abcd 2.8000   RUN
```

```
ANVA
A
MOY=0.6125
CM=1.5006
F=10.9037
B
MOY=0.4875
CM=0.9506
F=6.9074
C
MOY=1.2375
CM=6.1256
F=44.5095
D
MOY=0.0125
CM=0.0006
F=0.0045
AB
MOY=0.1875
CM=0.1406
F=1.0218
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=0.3678
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
```

(**)

EXEMPLE 2 - Trois facteurs; n = 2.

```
          XEQ "ANVA8"
         3.0000    RUN
         2.0000    RUN

(1)       .6000    RUN
         -.4000    RUN
                 XEQ B
 a       1.0000    RUN
         1.1000    RUN
                 XEQ B
 b        .3000    RUN
          .7000    RUN
                 XEQ B
 ab      1.7000    RUN
         1.3000    RUN
                 XEQ B
 c       2.0000    RUN
         1.6000    RUN
                 XEQ B
 ac      1.5000    RUN
         1.9000    RUN
                 XEQ B
 bc      1.7000    RUN
         2.3000    RUN
                 XEQ B
 abc     2.4000    RUN
         2.8000    RUN
                 XEQ B
```

```
ANVA
A
MOY=0.6125
CM=1.5006
F=11.0645
B
MOY=0.4875
CM=0.9506
F=7.0092
C
MOY=1.2375
CM=6.1256
F=45.1659
AB
MOY=0.1875
CM=0.1406
F=1.0369
AC
MOY=-0.3625
CM=0.5256
F=3.8756
BC
MOY=0.0625
CM=0.0156
F=0.1152
ERR
D.L.=8.0000
C.M.=0.1356
```

(**) PHILIPPE p.207

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

```
281 XEQ 19
282 RCL 58
283 XEQ 23
284 RCL 63
285 X=0?
286 GTO 26
287 "AE"
288 AVIEW
289 XEQ 19
290 RCL 63
291 XEQ 23
292 "BE"
293 AVIEW
294 RCL 64
295 XEQ 19
296 RCL 64
297 XEQ 23
298 "CE"
299 AVIEW
300 RCL 66
301 XEQ 19
302 RCL 66
303 XEQ 23
304 "DE"
305 AVIEW
306 RCL 70
307 XEQ 19
308 RCL 70
309 XEQ 23
310♦LBL 26
311 "ERR"
312 AVIEW
313 "D.L."
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 /
337 STO 03
338 RTN
339♦LBL 18
340 RCL 10
341 16
342 STO 13
343 /
344 STO 03
345 RTN
346♦LBL 19
347 RCL 04
348 /
349 "MOY"
350 XEQ 11
351 RTN
352♦LBL 23
353 X↑2
354 RCL 07
355 /
356 "CM"
357 XEQ 11
358 RCL 03
359 /
360 "F"
361 XEQ 11
362 RTN
363♦LBL 11
364 "⊢="
365 ARCL X
366 AVIEW
367 RTN
368 XEQ "ANYA8"
369 .END.
```

REGISTERS, STATUS, FLAGS

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

Registers
Datenspeicher
Registres de données
Registri

00	2^k	50	
	n		
	Σ y		
	Σ y^2		
	div. T		
05		55	
	div. T^2		
	k		
	Σ T^2 g		
10		60	
	Stockage		
15	données	65	
20		70	
25		75	
30		80	
35		85	
40		90	
	Stockage		
45	données	95	
		99	

Status
Betriebsart
Modes opératoires
Modi operativi

Size 080 Total Reg. _____ **User Mode**

Eng ☐	Fix ☒	Sci ☐	On ☒
Deg ☐	Rad ☐	Grad ☐	Off ☐

Purpose (Bedeutung / Signification / Scopo) — **Flags**

	Purpose	SET	CLEAR
00	Service	X	
01	"	X	
02	"	X	
03			
04			
05			
06			
07			
08			
09			
10			
11	Audio execute		
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21	Printer Enable		
22	Number Input		
23	Alpha Input		
24	Range Ignore		
25	Error Ignore		
26	Audio Enable		
27	User Mode		
28	Decimal Point		
29	Digit Grouping		

Assignments
Tastenbelegung/Assignations/Assegnamenti

Function (Funktion / Fonction / Funzione)	Key (Taste / Touche / Tasto)	Function (Funktion / Fonction / Funzione)	Key (Taste / Touche / Tasto)

STAT.13

COEFFICIENT DE CORRELATION

DESCRIPTION

Pour étudier la corrélation, on recherche si deux variables y_1 et y_2 sont interdépendantes et covarient. 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 :

$$r_{12} = s_{12} / s_1 . s_2$$

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

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

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 :

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

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

Le coefficient r calculé à partir de l'échantillon est une estimation du coefficient paramétrique ρ. 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 α, 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 ρ_1.

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

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

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

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

STAT.13

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 Résultat Risultato
1	Passer le programme STAT.13, pistes 1 à 6			
2	Initialiser		XEQ "CORR"	
	a - Données non groupées			
3	Appeler		A	
4	Entrer les données par paires	y_{i1} y_{i2}	R/S R/S	
5	Correction 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		B	
	impression : moyennes			MOY.1 MOY.2
	écart-types			D.S.1 D.S.2
	covariance coeff.de corrélation			COV.1.2. r 1.2
	b - Données groupées			
7	Appeler		C	
8	Entrer y'_1 , centre de classe de la 1ère colonne	y'_1	R/S	
9	Entrer : y'_2 , centre de classe de la 1ère rangée	y'_2	R/S	
	f, fréquence de la case correspondante	f	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	Correction 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		D	
	Impression : taille échantillon			Σf
	coeff.corrélation			r 1.2

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 Résultat Risultato
	Test : $\rho = 0$?			
15	Appeler		F	
	Impression : t			t
	P(t)			P
	Si $P(t) < \alpha$, ρ est différent de 0			
	Test : $\rho = \rho_1$? ($n > 25$)			
16	Appeler		G	
	Entrer la valeur de ρ_1	ρ_1	R/S	
	Impression : u			u
	P(u)			P
	Si $P(u) < \alpha$, ρ est différent de la valeur ρ_1			
	Comparaison entre r_1 et r_2			
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			u
	P(u)			P
	Si $P(u) < \alpha$, ρ_1 et ρ_2 diffèrent significativement			
20	Pour un autre essai, retourner au pas 3 ou 7			

EXEMPLE 1 - Données non groupées. (*)

```
        XEQ "CORR"
 40.00    RUN
 95.00    RUN

  8.00    RUN
 35.00    RUN

        XEQ E
  8.00    RUN
 35.00    RUN
 -8.00    RUN
 35.00    RUN

 27.00    RUN
 15.00    RUN

 75.00    RUN
110.00    RUN
```

(erreur)

```
 62.00    RUN
105.00    RUN

  5.00    RUN
 20.00    RUN

 60.00    RUN
 70.00    RUN

 43.00    RUN
 90.00    RUN

 70.00    RUN
100.00    RUN

  5.00    RUN
 45.00    RUN
```

```
 50.00    RUN
 45.00    RUN

 45.00    RUN
 55.00    RUN

 20.00    RUN
 45.00    RUN

        XEQ B

MOY.1=38.00
MOY.2=63.85

D.S.1=26.48
D.S.2=33.05
COV.1.2=680.42

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
y'_2 \ y'_1	− 6	− 5	− 4	− 3	− 2	− 1	0	1	2	3	4	5	6
3 500 5							1						
3 400 4								2					3
3 300 3								1			2	3	
3 200 2						1	1	1	2	4	2	3	
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    RUN
 0.00    RUN
 1.00    RUN

        XEQ B
 4.00    RUN
 1.00    RUN
 2.00    RUN

 6.00    RUN
 3.00    RUN

        XEQ B
 3.00    RUN
 1.00    RUN
 1.00    RUN
```

(*) 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
```

```
                    XEQ D
Σf=100.00
r.1.2=0.78
```

$\rho = 0$?

```
                    XEQ F
t=12.43
P=9.000E-10
```

$\rho = \rho_1$?

```
                    XEQ G
                .60    RUN
u=3.53
P=0.001
```

$r_1 = r_2$?

```
                    XEQ H
             .6213    RUN
             .8017    RUN
            36.00    RUN
            17.00    RUN
u=-1.18
P=0.239
```

PROGRAM LISTING
PROGRAMMAUFLISTUNG
LISTAGE DU PROGRAMME
LISTATO DI PROGRAMMA

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

PROGRAM LISTING

PROGRAMMAUFLISTUNG
LISTAGE DU PROGRAMME
LISTATO DI PROGRAMMA


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

STAT.13

REGISTERS, STATUS, FLAGS

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

Registers
Datenspeicher
Registres de données
Registri

00	r 1.2	50	
	(n - 2)		
	$\Sigma f y_1' y_2'$		
	$\Sigma f y_2'$		
	$\Sigma f y_2'^2$		
05	$\Sigma f y_1'$	55	
	$\Sigma f y_1'^2$		
10	t	60	
	Registres statistique		
15		65	
	Σf		
20	y_1' ; u	70	
	y_2'		
	f		
25		75	
30		80	
35		85	
40		90	
45		95	
		99	

Status
Betriebsart
Modes opératoires
Modi operativi

Size 026 Total Reg. _____ **User Mode**

Eng ☐	Fix ☒	Sci ☐		On ☒
Deg ☐	Rad ☒	Grad ☐		Off ☐

Purpose
Bedeutung
Signification
Scopo

Flags

	Purpose	SET	CLEAR
00	Données groupées	X	
01	S/prog. P(t)	X	
02			
03	S/prog. P(u)	X	
04			
05			
06			
07			
08			
09			
10			
11	Audio execute		
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21	Printer Enable		
22	Number Input		
23	Alpha Input		
24	Range Ignore		
25	Error Ignore		
26	Audio Enable		
27	User Mode		
28	Decimal Point		
29	Digit Grouping		

Assignments
Tastenbelegung/Assignations/Assegnamenti

Function Funktion Fonction Funzione	Key Taste Touche Tasto	Function Funktion Fonction Funzione	Key Taste Touche Tasto

STAT.14

REGRESSION LINEAIRE

DESCRIPTION

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 :

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

L'ordonnée à l'origine est donnée par :

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

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 Σd^2 est minimum. La somme des carrés totale sur Y est égale à la somme de ces Σd^2, appelée S.C. résiduelle, et la S.C. expliquée par la régression. On calcule :

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

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

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
Déviation de la régression	(k - 2)	-	s_d^2	
Total	(k - 1)			

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

β 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 parir 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 :

S.C. groupes : $\Sigma T_g^2 / n$ - C.F. (3)

S.C. déviation : (3) - (2)

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
Déviation de la régression	(k - 2)	-	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

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 :

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

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 Résultat Risultato
1	Passer le programme STAT.14, pas 1 à 8			
2	Initialiser		XEQ "REGR"	
3	- x non transformés Appeler		A	
	- ou log.x Appeler		F	
	1 - une seule valeur de Y par X			
4	Appeler		D	
5	Entrer les données par paires	x_i	R/S	
		y_i	R/S	
6	Correction			
	Finir d'entrer la paire fausse et appeler		E	
	Entrer la paire erronée	x_E	R/S	
		y_E	R/S	
	puis la paire correcte			
7	Après la dernière paire, appeler		G	
	Impression : ordonnée à l'origine			a
	coeff.de régression			b
	ANVA			
	2 - n réponses Y par X			
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	R/S	
12	Appeler		B	
	Impression : Total groupe T_g			ΣY
13	Répéter les pas 10 à 12 pour les autres valeurs de X			
14	Correction (de y)			
	Appeler		E	
	Entrer le y faux	y_E	R/S	
	puis le y correct			
15	Après le dernier groupe, appeler		G	
	Impression : ordonnée à l'origine			a
	coeff.de régression			b
	ANVA			
	Estimation de $\hat{Y}$			
16	Appeler		H	
17	Entrer la valeur de X	x	R/S	
	Impression : $\hat{Y}$ calculé			Y
	intervalle de confiance			L.I.- L.S.
18	Répéter le pas 17 pour d'autres valeurs de X			

USER INSTRUCTIONS

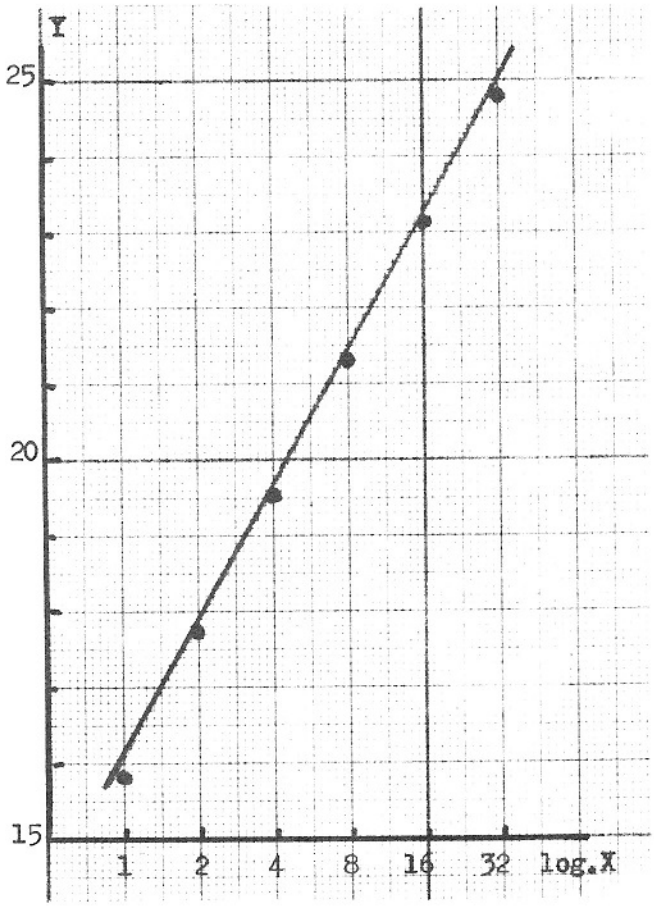
PROGRAMMABLAUF
INSTRUCTIONS D'EMPLOI
NORME OPERATIVE

STAT.14

Step Schritt Pas Passo	Instructions Operation Instructions Istruzioni	Variables Dateneingabe Données Dati	Function(s) Taste(n) Touche(s) Tasti	Result Resultat Résultat Risultato
	Estimation de $\hat{X}$			
19	Appeler		I	
20	Entrer la valeur de Y	y	R/S	
20'	ou entrer les m valeurs de Y	$y_1 \ldots . y_m$	R/S	
	puis appeler		J	
21	Impression : $\hat{X}$ calculé			X
	intervalle de confiance 95%			L.I.
				L.S.
22	Pour un autre essai, appeler		p.A	
	et retourner au pas 3			

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

                        XEQ G

a=15.95
b=5.92
```

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
```

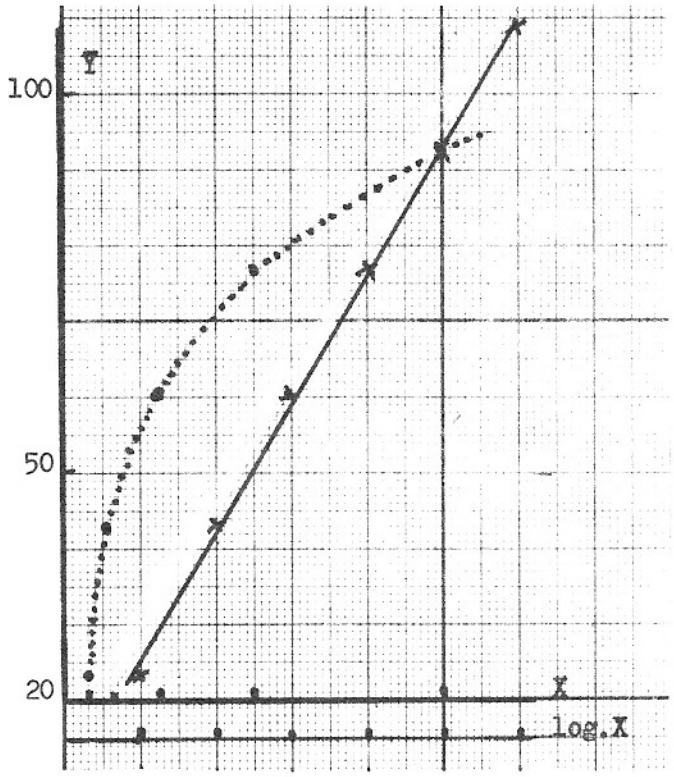
```
ANVA

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
```

EXEMPLE 2 - n réponses Y pour chaque X (*)




```
XEQ "REGR"
     XEQ A
     XEQ C
  6.00   RUN

.0625   RUN

 22.00   RUN
 22.00   RUN
 27.00   RUN
 23.00   RUN
 21.00   RUN
     XEQ B
ΣY.=115.00

  .125   RUN

 47.00   RUN
 41.00   RUN
 44.00   RUN
 38.00   RUN
 45.00   RUN
     XEQ B
ΣY.=215.00

   .25   RUN

 58.00   RUN
163.00   RUN
 58.00   RUN
 58.00   RUN
 66.00   RUN
     XEQ E
163.00   RUN
 63.00   RUN
     XEQ B
ΣY.=303.00

   .50   RUN

 78.00   RUN
 79.00   RUN
 78.00   RUN
 77.00   RUN
 74.00   RUN
     XEQ B
ΣY.=386.00

  1.00   RUN

 96.00   RUN
 91.00   RUN
 97.00   RUN
 85.00   RUN
 92.00   RUN
     XEQ B
ΣY.=461.00

  2.00   RUN

109.00   RUN
114.00   RUN
111.00   RUN
104.00   RUN
109.00   RUN
     XEQ B
ΣY.=547.00

     XEQ G
a=42.37
b=38.40

ANVA

REG.
D.L.=1.00
S.C.=20,258.40
C.M.=20,258.40
F=15.64
P=0.018

DEV.
D.L.=4.00
S.C.=5,180.97
C.M.=1,295.24
F=108.69
P=2.780E-8

ERR.
D.L.=24.00
S.C.=286.00
C.M.=11.92

TOT.
D.L.=29.00
S.C.=25,725.37
```

(*) PHILIPPE p.168

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     ΣY.=461.00

                         22.00    RUN               2.00    RUN     Estimation Ŷ
                         22.00    RUN
                         27.00    RUN             109.00    RUN                  XEQ H
                         23.00    RUN             114.00    RUN              .55   RUN
                         21.00    RUN             111.00    RUN     Y=78.43
                                 XEQ B            104.00    RUN     S.E.Y=0.67
ΣY.=115.00                                        109.00    RUN     L.I.=77.04
                                                         XEQ B       L.S.=79.81
                          .125   RUN     ΣY.=547.00

                         47.00    RUN                      XEQ G
                         41.00    RUN     a=93.12
                         44.00    RUN     b=56.59          Estimation X̂
                         38.00    RUN
                         45.00    RUN
                                 XEQ B    ANVA
ΣY.=215.00                                                                XEQ I
                                          REG.                       80.00   RUN
                           .25   RUN      D.L.=1.00                  82.00   RUN
                                          S.C.=25,389.60             83.00   RUN
                         58.00    RUN     C.M.=25,389.60             85.00   RUN
                         63.00    RUN     F=2,040.80                 89.00   RUN
                         58.00    RUN     P=2.097E-4                       XEQ J
                         58.00    RUN
                         66.00    RUN     DEV.             X=0.68
                                 XEQ B    D.L.=4.00        S.E.X=0.03
ΣY.=303.00                               S.C.=49.76
                                          C.M.=12.44       L.I=0.59
                           .50   RUN      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
                                 XEQ B
ΣY.=386.00                               TOT.
                                          D.L.=29.00
                                          S.C.=25,725.37
```

PROGRAM LISTING

PROGRAMMAUFLISTUNG
LISTAGE DU PROGRAMME
LISTATO DI PROGRAMMA


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

PROGRAM LISTING
PROGRAMMAUFLISTUNG
LISTAGE DU PROGRAMME
LISTATO DI PROGRAMMA

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

REGISTERS, STATUS, FLAGS

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

Registers
Datenspeicher
Registres de données
Registri

00	$\bar{x}$	50	
	$\bar{y}$		
	S.C.régression		
05	S.C.déviation	55	
	C.M.déviation		
	S.C.erreur		
	d.l.erreur		
	P		
10	S.C. x	60	
	S.P. xy		
	S.C.totale		
	S.C.groupes		
	Σ x		
15	Σ x^2	65	
	F		
	Σ y^2		
	Σ xy		
	Σ n		
20	k	70	
	b		
	C.M.erreur		
	a		
	d.l. 1		
25		75	
	d.l. 2		
	S/progr. F		
	•		
	•		
30		80	
35		85	
40		90	
45		95	
		99	

Status
Betriebsart
Modes opératoires
Modi operativi

Size 030 Total Reg. _____ **User Mode**

Eng ☐ Fix ☒ Sci ☐ On ☒

Deg ☐ Rad ☐ Grad ☐ Off ☐

	Purpose Bedeutung Signification Scopo	Flags SET	Flags CLEAR
00	log.X	X	
01	un Y par X	X	
02	S/progr. P(F)	X	
03			
04			
05			
06			
07			
08			
09			
10			
11	Audio execute		
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21	Printer Enable		
22	Number Input		
23	Alpha Input		
24	Range Ignore		
25	Error Ignore		
26	Audio Enable		
27	User Mode		
28	Decimal Point		
29	Digit Grouping		

Assignments
Tastenbelegung/Assignations/Assegnamenti

Function Funktion Fonction Funzione	Key Taste Touche Tasto	Function Funktion Fonction Funzione	Key Taste Touche Tasto

STAT.15

ANALYSE DE COVARIANCE

DESCRIPTION

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 β, 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 :

S.P. totale : $\sum_{a}^{n} (x - \bar{x})(y - \bar{y}) = \Sigma xy - \Sigma x \Sigma y / \Sigma n$

S.P. traitements : $\sum_{a} \left(\sum_{n} x \sum_{n} y \right) - \Sigma x \Sigma y / \Sigma n$

S.P. erreur : par différence.

Source de variation	Nbre de d.l.	S.C. X	S.P. XY	S.C. Y
Total	(an - 1)	Σxx	Σxy	Σyy
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:

$$L^2 = (Exy)^2 / Exx$$

En soustrayant cette quantité de la somme des carrés de l'erreur Eyy, 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 $s^2_{x.y}$

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

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

Si β 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 :

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

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 $s^2_{x.y}$, pour tenir compte de l'erreur d'estimation de b :

$$s'^2 = s^2_{x.y} \left(1 + \frac{txx}{Exx}\right)$$

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

USER INSTRUCTIONS

STAT.15

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 Résultat 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	R/S	
		y_i	R/S	
5	Correction			
	Finir d'entrer la paire fausse, puis appeler		E	
	Entrer la paire erronée	x_E	R/S	
		y_E	R/S	
	puis la paire correcte			
6	Après la dernière paire du groupe, appeler		B	
	Impression : somme des X			ΣX
	moyenne $\bar{x}$			MOY.X
	somme des Y			ΣY
	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			S.C.
	C.M. de y ajusté			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	$\bar{y}_1$	R/S	
		$\bar{y}_2$	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

           1.50    RUN
          26.80    RUN
           3.00    RUN
          24.20    RUN
           4.20    RUN
          25.80    RUN
           3.10    RUN
          23.50    RUN
           7.60    RUN
          19.90    RUN
           2.50    RUN
          25.30    RUN
           2.20    RUN
          26.20    RUN
           1.40    RUN
          24.80    RUN
                 XEQ B
ΣX=25.50
MOY.X=3.19
ΣY=196.50
MOY.Y=24.56

           3.40    RUN
          29.30    RUN
           2.60    RUN
          27.90    RUN
           2.40    RUN
          32.10    RUN
           4.90    RUN
          24.10    RUN
           1.80    RUN
          24.60    RUN
           8.20    RUN
          24.40    RUN
           2.90    RUN
          29.70    RUN
           3.20    RUN
          35.40    RUN
                 XEQ B
ΣX=29.40
MOY.X=3.68
ΣY=227.50
MOY.Y=28.44
```

(erreur)

```
           1.80    RUN
          32.50    RUN
           2.30    RUN
          29.20    RUN
           7.00    RUN
          30.40    RUN
          11.90    RUN
          22.50    RUN
          13.40    RUN
          27.30    RUN
                 XEQ E
          13.40    RUN
          27.30    RUN
           3.40    RUN
          27.30    RUN
           2.60    RUN
          37.90    RUN
           2.80    RUN
          30.80    RUN
           3.10    RUN
          29.50    RUN
                 XEQ B
ΣX=34.90
MOY.X=4.36
ΣY=240.10
MOY.Y=30.01
ANVA

TOT.
D.L.=23.00
S.C.X=145.44
S.C.Y=406.93
S.P.XY=-97.66

TRAIT
D.L.=2.00
S.C.X=5.58
S.C.Y=125.86
S.P.XY=25.00

ERR.
D.L.=21.00
S.C.X=139.86
S.C.Y=281.07
S.P.XY=-122.66

REGR
D.L.=1.00
S.C.Y=107.58

ERR.2
D.L.=20.00
S.C.=173.49
C.M.=8.67

b=-0.87702
F=12.40
P=0.002

TRAIT.AJ.
S.C.=167.86
F=1.15E10
P=0.001

MOY=24.08

MOY=28.38

MOY=30.56

s=2.97
                 24.08    RUN
                 28.38    RUN
                  8.00    RUN
                  8.00    RUN
t=2.89

t.0,05=2.09

                 24.08    RUN
                 30.56    RUN
                  8.00    RUN
                  8.00    RUN
t=4.36

t.0,05=2.09
```

(*) PHILIPPE p.176

PROGRAM LISTING

PROGRAMMAUFLISTUNG
LISTAGE DU PROGRAMME
LISTATO DI PROGRAMMA

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

PROGRAM LISTING
PROGRAMMAUFLISTUNG
LISTAGE DU PROGRAMME
LISTATO DI PROGRAMMA


```
281 /
282 SF 13
283 "T"
284 XEQ 11
285 ADV
286 2.3777
287 RCL 07
288 /
289 E↑X
290 .96
291 +
292 "T.0,05"
293 XEQ 11
294 ADV
295 GTO 03
296 RTN
297♦LBL 04
298 RCL 20
299 RCL 22
300 *
301 RCL 00
302 /
303 -
304 RTN
305♦LBL 06
306 RCL 02
307 RCL 25
308 1
309 -
310 /
311 RTN
312♦LBL 07
313 X↑2
314 RCL 00
315 /
316 -
317 RTN
318♦LBL 08
319 X↑2
320 RCL 19
321 /
322 RTN
323♦LBL 11
324 "├="
325 ARCL X
326 AVIEW
327 RTN
328♦LBL 12
329 RCL 08
330 3
331 *
332 29
333 +
334 1000
335 /
336 30
337 +
338 STO 26
339 RTN
340♦LBL 13
341 2
342 ENTER↑
343 9
344 /
345 STO 15
346 RCL 16
347 /
348 STO 17
349 RCL 15
350 RCL 07
351 /
352 STO 15
353 1
354 -
355 CHS
356 RCL 19
357 3
358 1/X
359 Y↑X
360 *
361 1
362 RCL 17
363 -
364 -
365 STO 21
366 RCL 15
367 RCL 19
368 2
369 ENTER↑
370 3
371 /
372 Y↑X
373 *
374 RCL 17
375 +
376 SQRT
377 RCL 21
378 X<>Y
379 /
380 STO 22
381 X>0?
382 SF 02
383 ABS
384 1
385 RCL 22
386 .196854
387 *
388 +
389 RCL 22
390 X↑2
391 .115194
392 *
393 +
394 RCL 22
395 3
396 Y↑X
397 .000344
398 *
399 +
400 RCL 22
401 4
402 Y↑X
403 .01952
404 *
405 +
406 -4
407 Y↑X
408 2
409 /
410 CHS
411 1
412 +
413 FIX 3
414 FS?C 02
415 XEQ 14
416 "P"
417 XEQ 11
418 FIX 2
419 ADV
420 RTN
421♦LBL 14
422 1
423 X<>Y
424 -
425 RTN
426♦LBL E
427 STOP
428 STOP
429 X<>Y
430 Σ-
431 GTO 01
432 END
```

STAT.15

REGISTERS, STATUS, FLAGS

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

Registers
Datenspeicher
Registres de données
Registri

00	n	50	
	S.C.totale X		
	S.C.trait. X		
	S.C.erreur X		
	d.l.trait.		
05	$(\Sigma x \Sigma y)$	55	
	S.P.trait.		
	d.l.erreur		
	a		
	L^2		
10		60	
	S.C.totale Y		
	S.C.trait. Y		
	S.C.erreur Y		
	S.P.totale		
15		65	
	S.P.erreur		
20	Σx	70	
	Σx^2		
	Σy		
	Σy^2 ; s^2err.		
	Σxy ; $\bar{\bar{x}}$		
25		75	
	b		
	S.C.trait.aj.		
30	$\bar{y}_1$	80	
	n_1		
	.		
	.		
	.		
35	.	85	
40		90	
45		95	
		99	

Status
Betriebsart
Modes opératoires
Modi operativi

Size 055 Total Reg. _____ **User Mode**

Eng ☐	Fix ☒	Sci ☐	On ☒
Deg ☐	Rad ☐	Grad ☐	Off ☐

Purpose
Bedeutung
Signification
Scopo

Flags

		SET	CLEAR	
00				
01				
02	S/progr. P(F)	X		
03				
04				
05				
06				
07				
08				
09				
10				
11	Audio execute			
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21	Printer Enable			
22	Number Input			
23	Alpha Input			
24	Range Ignore			
25	Error Ignore			
26	Audio Enable			
27	User Mode			
28	Decimal Point			
29	Digit Grouping			

Assignments
Tastenbelegung/Assignations/Assegnamenti

Function Funktion Fonction Funzione	Key Taste Touche Tasto	Function Funktion Fonction Funzione	Key Taste Touche Tasto

STAT.17

TESTS NON PARAMETRIQUES DE RANGS

DESCRIPTION

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 le 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

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 :

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

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"	
	MANN-WHITNEY			
3	Appeler		A	
4	Entrer : nombre de groupes	2	R/S	
5	Entrer les rangs du ler groupe	x_i	R/S	
6	Après le dernier rang, appeler		B	
	impression : total des rangs			R
	n			n
	Correction			
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"			U
	si $n_2 > 20$ z			z
	P(z)			P
10	Pour un autre essai, retourner au pas 3			
	WILCOXON			
11	Appeler		D	
12	Entrer les rangs positifs	+ x_i....	R/S	
13	Appeler		B	
	Impression : total des rangs			R
	n			n
14	Entrer les rangs négatifs	- x_i....	R/S	
15	Appeler		B	
	Impression: total des rangs			R
	n			n
	statistique "T"			T
	z			z
	P(z) unilatéral			P.UNI
	P(z) bilatéral			P.BIL.
16	Pour un autre essai, retourner au pas 11			
	KRUSKALL-WALLIS			
17	Appeler		A	
18	Entrer : nombre de groupes	a	R/S	
19	Entrer les rangs du ler groupe	x_i	R/S	
20	Après le dernier rang, appeler		B	
	Impression : total des rangs			R
	n			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 Résultat Risultato
21	Répéter les pas 19 et 20 pour les autres groupes			
22	Correction voir pas 7			
23	Après le dernier groupe, impression : statistique "H"			H
	P(H)			P
24	Pour un nouvel essai, retourner au pas 17			
	FRIEDMAN			
25	Appeler		C	
26	Entrer : nombre de colonnes	a	R/S	
	nombre de rangées	b	R/S	
27	Entrer les rangs de la 1re colonne	x_i	R/S	
28	Appeler		B	
	impression : total des rangs			R
	n			n
29	Pour les autres groupes, répéter les pas 27 et 28			
30	Correction voir pas 7			
31	A la fin du dernier groupe, impression :			
	X_r^2			X2
	$P(X_r^2)$			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
                             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
                            29.50    RUN
                            29.50    RUN
                            29.50    RUN
                            24.50    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
                XEQ B
R=298.00
n=20.00

        -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
```

(*) S.SIEGEL pp. 79 et 82

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
                     XEQ B
R=45.00
n=8.00

               15.00   RUN
                8.00   RUN
               11.00   RUN
               12.00   RUN
               18.00   RUN
                7.00   RUN
                     XEQ B
R=71.00
n=6.00

                9.00   RUN
               16.00   RUN
               13.00   RUN
               17.00   RUN
                     XEQ B
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.

EXEMPLE 4 - FRIEDMAN (*)

```
                XEQ C
          3.00   RUN
         18.00   RUN

          1.00   RUN
          2.00   RUN
          1.00   RUN
          1.00   RUN
          3.00   RUN
          2.00   RUN
          3.00   RUN
          1.00   RUN
          3.00   RUN
          3.00   RUN
          2.00   RUN
          2.00   RUN
          3.00   RUN
          2.00   RUN
          2.50   RUN
          3.00   RUN
          3.00   RUN
          2.00   RUN
                XEQ B
R=39.50
n=18.00

          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
                XEQ B
R=42.50
n=18.00

          2.00   RUN
          1.00   RUN
          2.00   RUN
          3.00   RUN
          2.00   RUN
          1.00   RUN
          1.00   RUN
          2.00   RUN
          2.00   RUN
          2.00   RUN
          1.00   RUN
          1.00   RUN
          1.00   RUN
          1.00   RUN
          1.00   RUN
          1.00   RUN
          1.00   RUN
          1.00   RUN
                XEQ B
R=26.00
n=18.00

X2=8.58
P=0.014
```

(*) S.SIEGEL p.171

PROGRAM LISTING

PROGRAMMAUFLISTUNG
LISTAGE DU PROGRAMME
LISTATO DI PROGRAMMA

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

PROGRAM LISTING

PROGRAMMAUFLISTUNG
LISTAGE DU PROGRAMME
LISTATO DI PROGRAMMA


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

REGISTERS, STATUS, FLAGS

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

STAT.17

Registers
Datenspeicher
Registres de données
Registri

00		50	
	1 à 10		
	R_j		
05		55	
10		60	
	11 à 19		
	n_j		
15		65	
20	a	70	
25		75	
	U ; R^2/n		
30		80	
35		85	
40		90	
45		95	
		99	

Status
Betriebsart
Modes opératoires
Modi operativi

Size 030 Total Reg. _____ **User Mode**

Eng ☐ Fix ☒ Sci ☐ On ☒

Deg ☐ Rad ☐ Grad ☐ Off ☐

Purpose (Bedeutung / Signification / Scopo)		Flags SET	Flags CLEAR	
00	Friedman	X		
01	Wilcoxon	X		
02				
03				
04				
05				
06				
07				
08				
09				
10				
11	Audio execute			
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21	Printer Enable			
22	Number Input			
23	Alpha Input			
24	Range Ignore			
25	Error Ignore			
26	Audio Enable			
27	User Mode			
28	Decimal Point			
29	Digit Grouping			

Assignments
Tastenbelegung/Assignations/Assegnamenti

Function (Funktion / Fonction / Funzione)	Key (Taste / Touche / Tasto)	Function (Funktion / Fonction / Funzione)	Key (Taste / Touche / Tasto)

STAT.18

TESTS NON PARAMETRIQUES DE FREQUENCES

DESCRIPTION

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 $X^2 = \Sigma \frac{(f_o - f_t)^2}{f_t}$ 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 $G = 2 (\Sigma f_o \ln f_o - \Sigma f_o \ln f_t)$ 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 1	2	3 c	Total
1	-	-	- ..... -	-
2	-	-	- ..... -	-
3	-	-	- ..... -	-
.	.	.	. .	.
.	.	.	. .	.
r	-	-	- -	-
Total	-	-	- -	N

Une telle table est une table (r x 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 x 2) telle que :

	Traitements 1	2	Totaux
Groupe I	A	B	(A + B)
Groupe II	C	D	(C + D)
Totaux	(A + C)	(B + D)	N

Par convention, les fréquences des quatre cases sont dénommées A, B, C, D at 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 :

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

(le signe ! signifie: factorielle de..)

La probabilité, sous H_0, est la somme P des probabilités p de rencontrer les données observées, ou des résultats encore plus extrèmes (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 :

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

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 α, 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 - Tests d'ajustement			
3	Appeler		A	
4	Entrer les données par paires :			
	fréquence observée	f_o	R/S	
	fréquence théorique	f_t	R/S	
5	Après la dernière paire, appeler		B	
6	Entrer : nombre de d.l.	d.l.	R/S	
	impression : G			G
	P(G)			P
	Si $P(G) < \alpha$, H_0 est rejeté.			
7	Pour un nouvel essai, retourner au pas 3.			
	2 - Table (2 x 2)			
8	Appeler		C	
9	Entrer les fréquences	A	R/S	
		B	R/S	
		C	R/S	
		D	R/S	
	impression :			(A+B)
				(C+D)
				(A+C)
				(B+D)
				N
	a - Test exact de Fisher			
10	Appeler		D	
	impression : prob. unilatéral			P.UNI
	prob. bilatéral			P.BIL
	b - Test X^2 (avec correction)			
11	Appeler		F	
12	Impression : X^2 calculé			X2
	$P(X^2)$			P
	Si $P(X^2) < \alpha$, H_0 est rejeté			
13	Pour un nouvel essai, retourner au pas 8			

USER INSTRUCTIONS

STAT.18

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 Résultat Risultato
	3 - Table (r x c) (c 12)			
14	Appeler		G	
15	Entrer : nombre de colonnes	c	R/S	
	nombre de rangées	r	R/S	
16	Entrer les fréquences de la 1re rangée	f	R/S	
17	Après la dernière fréquence, appeler		H	
	impression : total rangée T_r			Σ R
18	Correction			
	Immédiatement après l'entrée d'un f erroné, appeler		E	
	entrer la fréquence erronée	f_E	R/S	
	puis la fréquence correcte	f_C	R/S	
19	Répéter les pas 16 et 17 pour les autres rangées			
20	A la fin de la dernière rangée,			
	impression : totaux colonnes T_c			Σ C
	total général			N
	G			G
	nombre de d.l.			D.L.
	P(G)			P
	Si P(G) < α, H_0 est rejeté			
21	Pour un nouvel essai, retourner au pas 14			

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	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

X2=2.96
P=0.085
```

EXEMPLE 3 - Table (2 x 2) Test X^2 (*)

```
          XEQ G
        4.00   RUN
        3.00   RUN


      125.00   RUN
       53.00   RUN
       18.00   RUN
        4.00   RUN
          XEQ H
ΣR=200.00


      112.00   RUN
       59.00   RUN
       22.00   RUN
        7.00   RUN
          XEQ H

ΣR=200.00
```

```
          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
```

(*) PHILIPPE p.47 (**) p.44

PROGRAM LISTING

PROGRAMMAUFLISTUNG
LISTAGE DU PROGRAMME
LISTATO DI PROGRAMMA

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

Please use paper glue to attach listings. Adhesive tape may affect print!
Bitte Listings mit Papierleim einkleben. Klebefilme können Druck bleichen!

S.V.P. utilisez de la colle à papier pour fixer les listings. Les rubans adhésifs peuvent altérer l'impression!
Per favore usare la colla per fissare i listati. Il nastro adesivo puo alterare lo stampato!

PROGRAM LISTING

PROGRAMMAUFLISTUNG
LISTAGE DU PROGRAMME
LISTATO DI PROGRAMMA


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

Please use paper glue to attach listings. Adhesive tape may affect print!
Bitte Listings mit Papierleim einkleben. Klebefilme können Druck bleichen!

S.V.P. utilisez de la colle à papier pour fixer les listings. Les rubans adhésifs peuvent altérer l'impression!
Per favore usare la colla per fissare i listati. Il nastro adesivo puo alterare lo stampato!

REGISTERS, STATUS, FLAGS

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

STAT.18

Registers
Datenspeicher
Registres de données
Registri

00	foLNfo	50	
	foLNft		
	Σ colonnes		
	.		
	.		
05	.	55	
	.		
10		60	
15		65	
20	fo	70	
	d.l.		
	G		
25		75	
30	A	80	
	B		
	C		
	D		
	(A+B)		
35	(C+D)	85	
	(A+C)		
	(B+D)		
40		90	
45		95	
		99	

Status
Betriebsart
Modes opératoires
Modi operativi

Size 040 Total Reg. _____ **User Mode**

Eng ☐ Fix ☒ Sci ☐ On ☒

Deg ☐ Rad ☐ Grad ☐ Off ☐

Purpose (Bedeutung / Signification / Scopo)		Flags SET	Flags CLEAR
00			
01	S/progr. $P(\chi^2)$	X	
02	f = 0	X	
03			
04			
05			
06			
07			
08			
09			
10			
11	Audio execute		
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21	Printer Enable		
22	Number Input		
23	Alpha Input		
24	Range Ignore		
25	Error Ignore		
26	Audio Enable		
27	User Mode		
28	Decimal Point		
29	Digit Grouping		

Assignments
Tastenbelegung / Assignations / Assegnamenti

Function (Funktion / Fonction / Funzione)	Key (Taste / Touche / Tasto)	Function (Funktion / Fonction / Funzione)	Key (Taste / Touche / Tasto)

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

HEWLETT PACKARD

00041-90293

Printed in U.S.A.