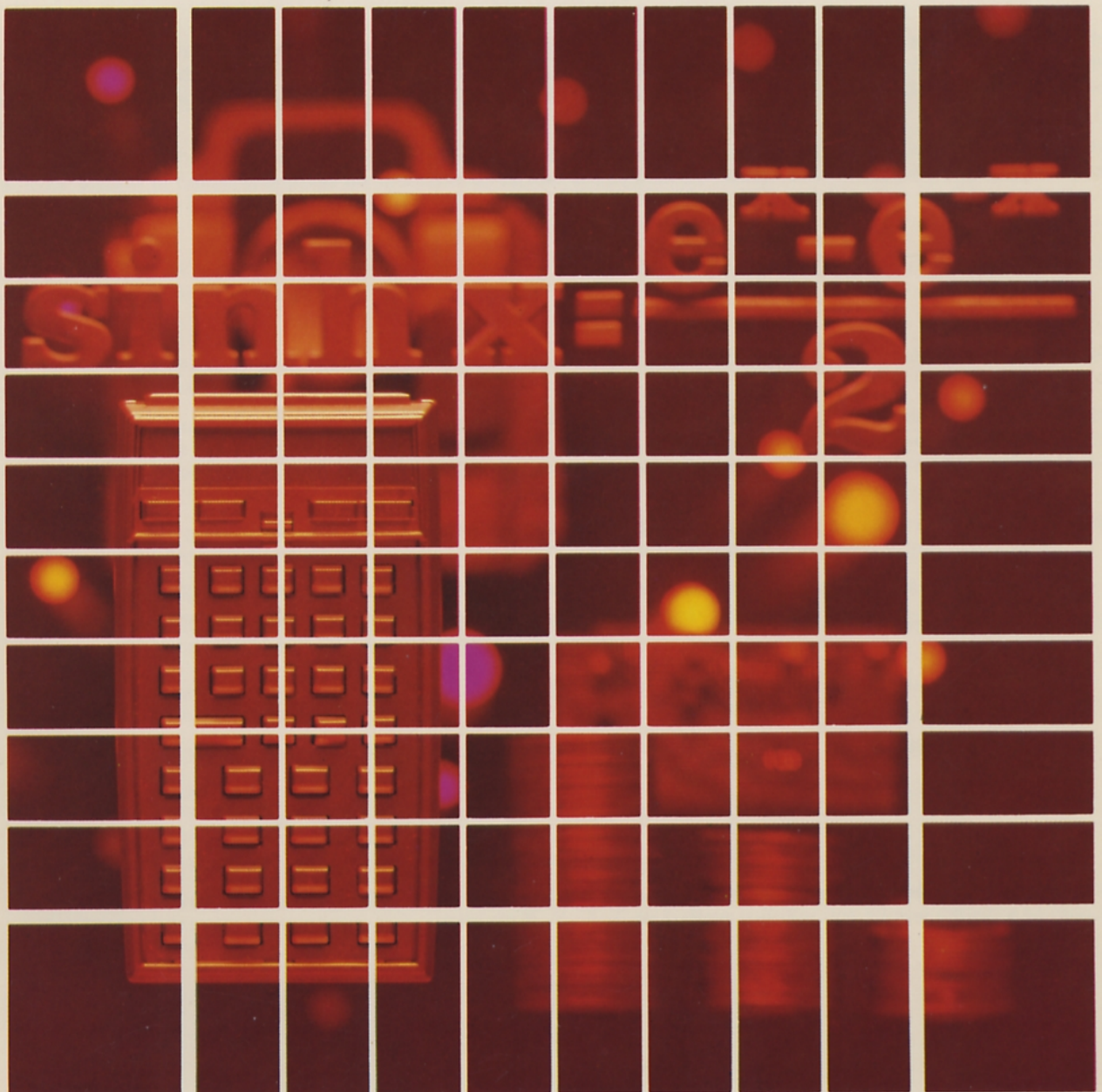


HEWLETT-PACKARD

HP-41C

LIVRET D'APPLICATIONS

Statistiques appliquées I



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 : 00041-90166

Imprimé : Août 1980

PRINCIPES DES TESTS STATISTIQUES

Une des applications les plus fréquentes de la statistique est de vérifier une hypothèse. Un test statistique est essentiellement destiné à évaluer le risque que l'utilisateur est disposé à prendre lorsqu'il accepte l'hypothèse, ou lorsqu'il la rejette pour accepter une hypothèse alternative. La méthode est appelée Test d'hypothèse.

Quel que soit le test statistique utilisé, la méthode comprend plusieurs étapes :

1 - Formulation de l'hypothèse.

Le problème à résoudre est défini par deux hypothèses :

- l'hypothèse nulle H_0 , qui est une hypothèse d'absence de différence. Par exemple, si l'on veut comparer les moyennes de deux groupes et si l'on trouve une différence, on dit que cette différence n'est pas réelle, mais due à l'erreur d'échantillonnage.

- l'hypothèse alternative H_1 , qui sera acceptée si H_0 est rejetée.

H_1 peut être formulée sous deux formes différentes :

- . H_{1a} : l'hypothèse de recherche postule simplement que les moyennes des deux groupes sont différentes $\mu_1 \neq \mu_2$;
c'est un test bilatéral.
- . H_{1b} : la théorie permet de prédire la direction de la différence, si elle existe. H_1 sera soit $\mu_1 > \mu_2$, soit $\mu_1 < \mu_2$;
c'est un test unilatéral.

2 - Choix du test statistique.

Il existe de nombreux tests que l'on peut utiliser dans diverses circonstances. Les critères permettant de choisir entre ces différents tests (et les programmes correspondants) seront examinés plus loin.

3 - Choix du seuil de signification.

C'est une limite, que l'on doit spécifier avant de recueillir les données, et qui justifiera le rejet de l'hypothèse nulle. C'est le risque de rejeter à tort H_0 lorsque cette hypothèse nulle est en réalité vraie. Cette erreur (erreur de type I), et le risque correspondant, couramment dénommé α , est en général fixée au niveau $P = 0,05$

On peut décider de fixer α à un niveau inférieur (par exemple 0,01), si l'on pense que le danger de rejeter faussement H_0 est important.

Une autre erreur que l'on peut commettre est celle d'accepter H_0 alors que cette hypothèse est en réalité fausse; c'est l'erreur de type II, et le risque correspondant est β ; $(1 - \beta)$ est appelé la puissance du test; cette puissance augmente avec la taille du (ou des) échantillon(s).

4 - Distribution d'échantillonnage.

C'est la distribution, lorsqu' H_0 est vraie, de la statistique choisie pour le test (par exemple : u , t , F , χ^2). La valeur expérimentale de cette statistique est calculée à partir des données, et la probabilité P correspondant à la valeur calculée, si H_0 est satisfaite, est trouvée dans la table appropriée, ou calculée par le programme.

5 - Décision.

Si la probabilité associée à la valeur observée de la statistique est inférieure ou égale au seuil de signification α choisi à l'avance, H_0 est considérée comme fausse et rejetée, et H_1 est accepté. La différence est "significative". Si la probabilité est supérieure à α , H_0 ne peut être rejetée; la différence n'est pas statistiquement significative.

Dans le premier cas, on sait que, en rejetant H_0 , on accepte un risque α d'être dans l'erreur (par exemple une fois sur 20 si $\alpha = 0,05$). Dans le second cas, le fait de ne pas rejeter H_0 n'implique pas que H_0 est vraie; il peut exister une différence réelle δ , mais la puissance du test peut n'être pas suffisante pour la mettre en évidence.

CHOIX DES TESTS

Le choix entre les différents tests repose sur trois critères :

1 - la nature du problème à résoudre

Cela peut être une comparaison entre les dispersions ou entre les moyennes de deux ou plusieurs groupes; l'étude de différents facteurs,...

2 - la nature des données expérimentales

Les données peuvent être classées en plusieurs types de mesures :

- variables nominales ou fréquences

les observations sont réparties en deux ou plusieurs classes, et la variable est constituée par les fréquences dans chaque catégorie; on peut aussi les exprimer sous forme de rapports ou de pourcentages.

- variables ordinales ou rangs

les données sont des scores ou des mesures qui peuvent être rangées en ordre croissant ou décroissant.

- variables mesurées

elles peuvent être continues ou discontinues (discrètes)

3 - la connaissance de la distribution

Chaque groupe de données est considéré comme un échantillon tiré au hasard d'une population. Généralement, la distribution de cette population n'est pas connue, et l'échantillon est trop petit pour en donner une idée; elle doit donc être supposée.

Ces différents critères déterminent trois groupes de tests :

- 1 - la variable est une quantité mesurée, distribuée normalement (ou supposée normale). On utilise alors des tests paramétriques
- 2 - les données sont des scores, ou des variables mesurées connues comme non normales; ces données sont rangées et les rangs analysés par des tests non paramétriques de rangs.
- 3 - les données sont des fréquences; elles sont analysées par des tests non paramétriques de fréquences.

On peut voir que les conditions d'utilisation des tests paramétriques (normalité des distributions) sont plus restrictives que celles des tests non paramétriques (parfois appelés "distribution free"); mais, pour une taille d'échantillon donnée, les tests paramétriques sont les plus puissants.

Quelques suggestions pour le choix du test approprié et du programme correspondant figurent ci-dessous :

A - la variable est mesurée et distribuée normalement :

1 - Un seul échantillon

- moyenne et intervalle de confiance
- histogramme et tests de normalité

Prog.STAT.01

02

2 - Deux échantillons	
a - indépendants	
. Comparaison de variances : test "F"	
. Comparaison de moyennes : test "t"	STAT.03
b - appariés	
. Comparaison de moyennes: test "t" apparié	04
3 - Plus de deux échantillons : Analyse de variance (ANVA)	
a - Un facteur	
. ANVA randomisée	05
. avec restriction	
.. en blocs	06
.. en carré latin	07
. comparaison des moyennes	08
b - Deux facteurs	
. classification hiérarchique : ANVA emboîtée	09
. indépendants : ANVA 2 facteurs	10
c - Plus de deux facteurs	
. ANVA à 3 facteurs (B emboité et C croisé)	11
. trois, quatre ou cinq facteurs à deux niveaux	12
4 - Relation entre deux facteurs	
a - deux variables aléatoires : corrélation	13
b - une variable dépendante : régression linéaire	14
c - une variable concomitante : analyse de covariance (ANCOVA)	15
B - La variable est mesurée, mais non normale, ou est ordi- nale (scores); les données peuvent être rangées	
1 - Deux échantillons	
a - indépendants : test U de Mann-Whitney	
b - appariés : test du signe ordonné de Wilcoxon	
2 - Plus de deux échantillons	
a - indépendants : ANVA de Kruskal-Wallis	
b - appariés : ANVA en blocs de Friedman	17
C - La variable est qualitative (fréquences)	
1 - Tests d'ajustement : test G	

2 - Tables de contingence

a - Tables (2 x 2)

- . petits échantillons : test exact de Fisher
- . grands échantillons : test χ^2 de Pearson avec correction de continuité

b - Tables (r x c) : test G

STAT.18

Les probabilités sous H_0 des différentes statistiques utilisées dans les tests sont calculées par un sous-programme, pour éviter la consultation des tables. Les algorithmes suivants ont été utilisés pour le calcul :

- Distribution normalea - Ordonnée au point u :

$$Z(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-u^2/2}$$

b - Probabilité :

$$P(u) = 1 - 1/2 (1 + c_1 u + c_2 u^2 + c_3 u^3 + c_4 u^4)^{-4}$$

$$c_1 = 0,196854$$

$$c_3 = 0,000344$$

$$c_2 = 0,115194$$

$$c_4 = 0,019527$$

- Distribution de "t" de Student

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{|t|}{\sqrt{n'}}\right) \quad (\text{en radians}) \quad n' = \text{nombre de d.l.}$$

a - n' pair

$$R = \sin \theta \left\{ 1 + \frac{1}{2} \cos^2 \theta + \frac{1.3}{2.4} \cos^4 \theta + \dots + \frac{1.3.5 \dots (n' - 3)}{2.4.6 \dots (n' - 2)} \cos^{(n' - 2)} \theta \right\}$$

b - n' impair

$$n' = 1 : R = 2 \theta / \pi$$

$$n' > 1 :$$

$$R = \frac{2\theta}{\pi} + \frac{2}{\pi} \cos \theta \left\{ \sin \theta \left[1 + \frac{2}{3} \cos^2 \theta + \dots + \frac{2.4.6 \dots (n' - 3)}{1.3.5 \dots (n' - 2)} \cos^{(n' - 3)} \theta \right] \right\}$$

$$\text{Test bilatéral : } P(t) = 1 - R$$

$$\text{Test unilatéral : } P(t) = \frac{(1 - R)}{2}$$

Distribution de Chi-carré

a - n' impair

$$P(\chi^2, n') = 2 P(\chi) + 2 Z(\chi) \sum_{r=1}^{(n'-1)/2} \frac{\chi^{2r-1}}{1.3.5....(2r-1)}$$

b - n' pair

$$P(\chi^2, n') = \sqrt{2\pi} Z(\chi) \left[1 + \sum_{r=1}^{(n'-2)/2} \frac{\chi^{2r}}{2.4.6....(2r)} \right]$$

$$\chi = \sqrt{\chi^2} \quad Z(\chi) \text{ et } P(\chi) \text{ tiré de la loi normale}$$

Distribution de F

n'_1 = d.l. du numérateur n'_2 = d.l. du dénominateur de F

$P(F_{n'_1; n'_2})$ est calculé comme $P(u)$, avec la transformation :

$$u = \frac{(1 - 2/9 n'_2) F^{1/3} - (1 - 2/9 n'_1)}{\sqrt{\frac{2}{9 n'_1} + \frac{2}{9 n'_2} F^{2/3}}}$$

D'après M.ABRAMOWITZ & I.STEGUN - Handbook of Mathematical Functions.

Les exemples des programmes sont tirés de :

J.PHILIPPE - Les Méthodes statistiques en Pharmacie et en Chimie
Masson Paris 1967

S.SIEGEL - Non Parametric statistics Mc Graw Hill New York 1975

G.W.SNEDECOR & W.G.COCHRAN - Méthodes statistiques A.C.T.A Paris 1971

Nota

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

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

avec lecteur

7 ISZ
7 DSZ
7 DSP 3
7 DSP 2

sans lecteur

ISG 25
DSE 25
FIX 3
FIX 2

INSTRUCTIONS GENERALES D'UTILISATION

Tous les programmes sont conçus pour HP 41 C munie du lecteur de cartes, de l'imprimante et de un ou deux modules mémoire.

Dans les instructions, l'indication "...." autour d'un groupe de lettres indique que ce groupe est ALPHA. On doit appuyer sur la touche ALPHA avant et après introduction de l'instruction.

- le mode USER doit toujours être affiché
- les registres statistiques sont en R14 à R19
- toutes les données chiffrées sont entrées par l'intermédiaire de la touche R/S
- on a prévu un sous programme de correction, initialisé par E.
- la touche préfixe jaune ☐ est désignée, dans les instructions, par p. (par exemple: p.A = a)

Avant d'entrer en mémoire un nouveau programme :

- effacer le précédent par : XEQ ALPHA CLP ALPHA ; ALPHA ALPHA.
- s'assurer que tous les flags d'un programme précédent ont été effacés, ou le faire par p.CF ____
- sélectionner le nombre nécessaire de registres de données par XEQ "SIZE" ____ (le nombre de registres nécessaires pour chaque programme est indiqué sur le feuillet Status information)

Avant d'exécuter un nouveau programme, il est initialisé par XEQ "nom"; cette initialisation n'est plus nécessaire pour d'autres exécutions avec le même programme et d'autres données.

Le nombre de décimales est normalement fixé à 2; si l'on en désire plus, suivant la nature des données, on peut les déterminer par p.FIX_.

MOYENNE ET INTERVALLE DE CONFIANCEDESCRIPTION

A partir d'un échantillon de n observations, la moyenne arithmétique est calculée suivant :

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum y_i$$

Cet échantillon est considéré comme tiré au hasard d'une population normale de moyenne μ et d'écart type σ . D'après le théorème de la limite centrale, on sait que la distribution des moyennes d'échantillons de taille n tirés de cette population est elle-même normale, avec comme moyenne μ et comme écart type σ / \sqrt{n} . L'intervalle de confiance de la moyenne est :

$$\bar{y} - u_p \sigma / \sqrt{n} \leq \mu \leq \bar{y} + u_p \sigma / \sqrt{n}$$

Pour $u_p = u_{0,05} = 1,96$, l'intervalle de confiance calculé encadrera, en moyenne, 19 fois sur 20 la vraie moyenne μ . Ces limites sont l'intervalle de confiance à 95 %.

En général, la vraie valeur de σ n'est pas connue, et elle doit être estimée à partir des données, selon :

$$s = \sqrt{\frac{\sum y^2 - (\sum y)^2/n}{(n-1)}}$$

Dans ce cas, on utilise la distribution de "t" au lieu de la distribution normale, et l'intervalle de confiance devient :

$$\bar{y} - t_p s / \sqrt{n} \leq \mu \leq \bar{y} + t_p s / \sqrt{n}$$

t_p étant la valeur de t pour le nombre de degrés de liberté $(n-1)$ et la probabilité choisie p .

Le programme calcule la moyenne et l'intervalle de confiance à 95 % et à 99 %, avec σ connu, ou estimé par s .

**PROGRAMMABLAUF
INSTRUCTIONS D'EMPLOI
NORME OPERATIVE**

9

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.01, pistes 1 et 2.			
2	Initialiser		XEQ"INT.CONF."	
3	<u>Ecart-type connu</u> Appeler Entrer		C R/S	
3'	<u>Ecart-type s estimé</u> Appeler		A R/S	
4	Entrer les données y_i	y_i		
5	<u>Sous-programme de correction</u> Appeler Entrer la donnée erronée Entrer la donnée correcte	y_E y_C	E R/S R/S	
6	Après le dernier y_i Appeler Impression de : moyenne écart-type erreur standard Intervalle de confiance : P = 0,95 Limite inférieure Limite supérieure P = 0,99 Limite inférieure Limite supérieure		B	MOY. \bar{y} D.S. ou s E.S. s_y L.I. L.S. L.I. L.S.
7	Pour un nouveau cas, revenir en 3 ou 3'.			

EXEMPLE 1 - σ connu. (¶)

Un échantillon de 10 données : 34,30 - 34,60 - 34,00 - 34,85 - 33,60
 34,20 - 34,10 - 33,80 - 34,10 - 36,45
 est tiré au hasard d'une population à écart-type $\sigma = 0,75$

EXEMPLE 2 - s estimé.

(erreur)

	XEQ "INTCONF"
	XEQ A
	34.30 RUN
	34.60 RUN
	34.00 RUN
	34.85 RUN
	336.00 RUN
	XEQ E
	336.00 RUN
	33.60 RUN
	34.20 RUN
	34.10 RUN
	33.80 RUN
	34.10 RUN
	36.45 RUN
	XEQ B

MOY.=34.40
 D.S.=0.81
 E.S.=0.25
 D.L.=9.00

P=0.95
 L.I.=33.82
 L.S.=34.98

P=0.99
 L.I.=33.57
 L.S.=35.23

	XEQ "INTCONF"
	XEQ C
	.75 RUN
	34.30 RUN
	34.60 RUN
	34.00 RUN
	34.85 RUN
	33.60 RUN
	34.20 RUN
	34.10 RUN
	33.80 RUN
	34.10 RUN
	36.45 RUN
	XEQ B

MOY.=34.40
 D.S.=0.75
 E.S.=0.24
 D.L.=9.00

P=0.95
 L.I.=33.94
 L.S.=34.86

P=0.99
 L.I.=33.79
 L.S.=35.01

PROGRAM LISTING

PROGRAMMAUFLISTUNG
LISTAGE DU PROGRAMME
LISTATO DI PROGRAMMA

STAT.01

01*LBL "INTCONF"	56 FS? 00
02 CLRG	57 2.576
03 CF 00	58 "P=0,99"
04 RTN	59 AVIEW
05*LBL C	60 XEQ 02
06 STOP	61 RTN
07 STO 00	62*LBL 02
08 ADV	63 RCL 02
09 SF 00	64 *
10*LBL A	65 STO 04
11*LBL 01	66 RCL 01
12 STOP	67 -
13 SREG 14	68 CHS
14 Σ+	69 "L.I."
15 GTO 01	70 XEQ 11
16*LBL B	71 LASTX
17 MEAN	72 RCL 04
18 "MOY."	73 +
19 XEQ 11	74 "L.S."
20 STO 01	75 XEQ 11
21 SDEV	76 ADV
22 FS? 00	77 RTN
23 RCL 00	78*LBL 11
24 "D.S."	79 "t="
25 XEQ 11	80 ARCL X
26 RCL 19	81 AVIEW
27 SQRT	82 RTN
28 /	83*LBL E
29 STO 02	84 STOP
30 "E.S."	85 Σ-
31 XEQ 11	86 GTO 01
32 RCL 19	87 .END.
33 1	
34 -	
35 STO 03	
36 "D.L."	
37 XEQ 11	
38 ADV	
39 2.3777	
40 RCL 03	
41 /	
42 E↑X	
43 .96	
44 +	
45 FS? 00	
46 1.96	
47 "P=0,95"	
48 AVIEW	
49 XEQ 02	
50 4.65	
51 RCL 03	
52 /	
53 E↑X	
54 1.576	
55 +	

STAT.01

REGISTERS, STATUS, FLAGS

REGISTERBELEGUNG, FLAGS, BETRIEBSARTEN

REGISTRES, INDICATEURS, MODES OPÉRATOIRES

REGISTRI, MODI OPERATIVI, FLAGS

Registers Datenspeicher Registres de données Registri				Status Betriebsart Modes opératoires Modi operativi			
00	o σ	50		Size 026		Total Reg.	User Mode
	ȳ			Eng <input type="checkbox"/>	Fix <input type="checkbox"/>	Sci <input type="checkbox"/>	On <input checked="" type="checkbox"/>
	s-ȳ			Deg <input type="checkbox"/>	Rad <input type="checkbox"/>	Grad <input type="checkbox"/>	Off <input type="checkbox"/>
	d.l.ȳ			Purpose Bedeutung Signification Scopo			
	t						
05		55		Flags SET CLEAR			
				00			
				01			
				02			
10		60		03			
				04			
				05			
				06			
				07			
15		65		08			
				09			
				10			
				11	Audio execute		
				12			
20		70		13			
				14			
				15			
				16			
				17			
25		75		18			
				19			
				20			
				21	Printer Enable		
				22	Number Input		
30		80		23	Alpha Input		
				24	Range Ignore		
				25	Error Ignore		
				26	Audio Enable		
				27	User Mode		
35		85		28	Decimal Point		
				29	Digit Grouping		
				Assignments Tastenbelegung / Assignations / Assegnamenti			
				Function Funktion Fonction Funzione	Key Taste Touche Tasto	Function Funktion Fonction Funzione	Key Taste Touche Tasto
40		90					
45		95					
		99					

UN ECHANTILLONHISTOGRAMME - TEST DE NORMALITEDESCRIPTION -

Lorsqu'un échantillon est suffisamment grand ($n > 30$), il est possible d'établir une table de fréquences, à partir de laquelle on peut construire un histogramme. Cet histogramme pourra donner une idée de la forme de la distribution de la population d'origine. L'utilisateur détermine le nombre de classes de l'histogramme et choisit la limite inférieure de la première classe y_0 et l'intervalle de classe L .

Si les données ne sont pas déjà groupées, on les introduit l'une après l'autre et le programme les répartit dans les différentes classes. Puis il calcule :

$$\begin{aligned} - \text{la moyenne : } \bar{y} &= \sum y_i / N \\ - \text{l'écart-type : } s &= \sqrt{\frac{\sum y^2 - (\sum y)^2 / N}{(N - 1)}} \end{aligned}$$

On peut vérifier la normalité de la distribution en calculant g_1 et g_2 , estimations de γ_1 , coefficient de symétrie, et γ_2 , coefficient d'aplatissement. Ces coefficients sont calculés à partir des moments d'ordre 3 et 4, selon :

$$\begin{aligned} g_1 &= 1 / ns^3 \sum (y_i - \bar{y})^3 \\ g_2 &= 3 - (1 / ns^4) \sum (y_i - \bar{y})^4 \end{aligned}$$

Ils sont tous deux égaux à zéro lorsque la population est normale. Un g_1 négatif indique une dissymétrie vers la gauche; positif, une dissymétrie vers la droite. Un g_2 négatif indique une courbe platycurtique (écrasée); positif, une courbe leptocurtique.

On peut remplacer les y_i par leurs log. pour normaliser une distribution étirée vers la droite.

Si les données sont déjà groupées en distribution de fréquences, on les entre directement. Dans les deux cas, le programme imprime :

- le centre de chaque classe
- la fréquence dans cette classe f_i
- la fréquence relative $f_i\% = \frac{100 f_i}{\sum f_i\%}$
- les fréquences cumulées relatives

A partir de ces données, on peut vérifier la normalité par méthode graphique, sur un papier de probabilité (Droite de Henry).

USER INSTRUCTIONS

PROGRAMMABLAUF
INSTRUCTIONS D'EMPLOI
NORME OPERATIVE

Step Schritt Pas Passo	Instructions Operation Instructions Istruzioni	Variables Dateneingabe Données Dati	Function(s) Taste(n) Touche(s) Tasti	Result Resultat Risultato
1	Passer le programme STAT.02, pistes 1 à 4			
2	Initialiser		XEQ "HIST."	
3	a - <u>Transformation y en log.y</u> Appeler		C	
3'	b - <u>Données non groupées</u> Appeler		A	
	Entrer : limite inférieure de la première classe	y_0	R/S	
	largeur de classe	L	R/S	
6	<u>Correction</u> Appeler		E	
	Entrer la donnée erronée	y_E	R/S	
	Entrer la donnée correcte	y_C	R/S	
7	Appeler		D	
	Impression : taille de l'échantillon			N
	moyenne			MOY.
	écart-type			D.S.
	coeff. de symétrie			g_1
	coeff. d'aplatissement			g_2
	Distribution de fréquence			
	centre de classe			y'
	fréquence			f
	fréquence relative			f %
	freq. relat.cumulée			$\sum f \%$
8	c - <u>Données groupées</u> Appeler		B	
9	Entrer : taille de l'échantillon	N	R/S	
10	Pour chaque classe, entrer :			
	centre de classe	y'	R/S	
	fréquence	f	R/S	
11	<u>Correction</u> Entrer la paire complète, et appeler		E	
	Entrer à nouveau la paire erronée	y'_E	R/S	
		f'_E	R/S	
	puis la paire correcte			
12	Appeler		D	
	Impression de : taille de l'échant.			N
	moyenne			MOY.
	écart-type			D.S.
	coeff. symétrie			g_1
	coeff. aplatissement			g_2
13	Pour un nouveau cas, revenir en 2			

EXEMPLE 1 - Données non groupéesEXEMPLE 2 - Données non groupées
(transformation log.)

XEQ "HIST"	10.20	***
XEQ A	f=1.00	
10.025 RUN	f%=2.50	
.35 RUN	$\Sigma f\%=2.50$	
12.20 RUN	10.55	***
10.70 RUN	f=6.00	
12.10 RUN	f%=15.00	
10.80 RUN	$\Sigma f\%=17.50$	
12.90 RUN	10.90	***
11.50 RUN	f=4.00	
11.90 RUN	f%=10.00	
11.60 RUN	$\Sigma f\%=27.50$	
11.80 RUN	11.25	***
11.30 RUN	f=7.00	
10.40 RUN	f%=17.50	
10.40 RUN	$\Sigma f\%=45.00$	
11.20 RUN	11.60	***
10.70 RUN	f=7.00	
10.70 RUN	f%=17.50	
11.70 RUN	$\Sigma f\%=62.50$	
11.60 RUN	11.95	***
11.60 RUN	f=9.00	
10.80 RUN	f%=22.50	
12.00 RUN	$\Sigma f\%=85.00$	
11.10 RUN	12.30	***
11.90 RUN	f=4.00	
11.70 RUN	f%=10.00	
12.20 RUN	$\Sigma f\%=95.00$	
11.20 RUN	12.65	***
10.20 RUN	f=0.00	
11.80 RUN	f%=0.00	
10.50 RUN	$\Sigma f\%=95.00$	
10.90 RUN	13.00	***
11.30 RUN	f=1.00	
11.80 RUN	f%=2.50	
11.10 RUN	$\Sigma f\%=97.50$	
11.60 RUN	13.35	***
11.10 RUN	f=1.00	
XEQ D	f%=2.50	
	$\Sigma f\%=100.00$	

N=40.00
MOY.=11.48
D.S.=0.69
s1=0.32
s2=0.10

XEQ "HIST"	1.012	***
XEQ C	f=3.000	
XEQ A	f%=7.500	
1.006 RUN	$\Sigma f\%=7.500$	
.012 RUN	1.024	***
12.20 RUN	f=4.000	
10.70 RUN	f%=10.000	
(erreur) 15.10 RUN	$\Sigma f\%=17.500$	
XEQ E	1.036	***
15.10 RUN	f=4.000	
12.10 RUN	f%=10.000	
10.80 RUN	$\Sigma f\%=27.500$	
12.90 RUN	1.048	***
11.50 RUN	f=7.000	
11.90 RUN	f%=17.500	
11.60 RUN	$\Sigma f\%=45.000$	
11.80 RUN	1.060	***
11.30 RUN	f=5.000	
10.40 RUN	f%=12.500	
10.40 RUN	$\Sigma f\%=57.500$	
11.70 RUN	1.072	***
11.60 RUN	f=9.000	
11.60 RUN	f%=22.500	
10.80 RUN	$\Sigma f\%=80.000$	
12.00 RUN	1.084	***
11.10 RUN	f=5.000	
11.90 RUN	f%=12.500	
11.00 RUN	$\Sigma f\%=92.500$	
12.40 RUN	1.096	***
12.30 RUN	f=1.000	
13.30 RUN	f%=2.500	
11.90 RUN	$\Sigma f\%=95.000$	
11.70 RUN	1.108	***
12.20 RUN	f=1.000	
11.20 RUN	f%=2.500	
10.20 RUN	$\Sigma f\%=97.500$	
11.80 RUN	1.120	***
11.80 RUN	f=1.000	
10.50 RUN	f%=2.500	
10.90 RUN	$\Sigma f\%=100.000$	
11.30 RUN	1.120	***
11.80 RUN	f=1.000	
11.10 RUN	f%=2.500	
11.60 RUN	$\Sigma f\%=100.000$	
11.10 RUN	FIX 3	
	XEQ D	

N=40.000
MOY.=1.059
D.S.=0.026
s1=0.156
s2=-0.139

(±)
 EXEMPLE 3 - Données groupées

XEQ "HIST"					
XEQ B					
250.00	RUN				
		124.00	RUN	133.00	RUN
116.00	RUN	23.00	RUN	5.00	RUN
1.00	RUN	9.20	***	2.00	***
0.40	***	35.60	***	95.20	***
0.40	***				
		125.00	RUN	134.00	RUN
117.00	RUN	21.00	RUN	(erreur) 15.00	RUN
2.00	RUN	8.40	***	6.00	***
0.80	***	44.00	***	101.20	***
1.20	***				
		126.00	RUN		XEQ E
118.00	RUN	29.00	RUN	134.00	RUN
2.00	RUN	11.60	***	15.00	RUN
0.80	***	55.60	***	134.00	RUN
2.00	***			5.00	RUN
		127.00	RUN	2.00	***
119.00	RUN	26.00	RUN	97.20	***
5.00	RUN	10.40	***		
2.00	***	66.00	***	135.00	RUN
4.00	***			4.00	RUN
		1.00	CLX	1.60	***
120.00	RUN			98.80	***
10.00	RUN				
4.00	***			136.00	RUN
8.00	***	128.00	RUN	3.00	RUN
(erreur) 131.00	RUN	22.00	RUN	1.20	***
11.00	RUN	8.80	***	100.00	***
4.40	***	74.80	***		
12.40	***				XEQ D
		129.00	RUN	N=250.00	
		14.00	RUN	MOY.=126.10	
		5.60	***	D.S.=3.99	
		80.40	***	s1=0.19	
				s2=-0.17	
		130.00	RUN		
		15.00	RUN		
		6.00	***		
		86.40	***		
		131.00	RUN		
		10.00	RUN		
		4.00	***		
		90.40	***		
		132.00	RUN		
		7.00	RUN		
		2.80	***		
		93.20	***		

PROGRAM LISTING

PROGRAMMAUFLISTUNG
LISTAGE DU PROGRAMME
LISTATO DI PROGRAMMA

01*LBL "HIST"	57 LOG	113 /	169 -	225 *
02 CLRG	58 STO 06	114 +	170 /	226 RCL 00
03 CF 00	59 1	115 RCL 00	171 RCL 00	227 /
04 CF 01	60 FS? 01	116 1	172 3	228 "F%"
05 RTN	61 STOP	117 -	173 -	229 SF 13
06*LBL C	62 STO 05	118 RCL 00	174 /	230 XEQ 11
07 SF 00	63 RTN	119 2	175 RCL 05	231 CF 13
08 RTN	64*LBL 06	120 -	176 RCL 06	232 ST+ 04
09*LBL B	65 100	121 *	177 *	233 1
10 SF 01	66 *	122 RCL 05	178 /	234 ST+ 03
11 STOP	67 RCL 00	123 RCL 06	179 3	235 ST+ 10
12 STO 08	68 /	124 *	180 RCL 00	236 RCL 04
13 ADV	69 PRX	125 STO 05	181 1	237 "SF%"
14 GTO 01	70 ST+ 11	126 *	182 -	238 SF 13
15*LBL A	71 RCL 11	127 /	183 X+2	239 XEQ 11
16 STOP	72 PRX	128 "G1"	184 *	240 CF 13
17 STO 07	73 ADV	129 SF 13	185 RCL 00	241 100
18 STOP	74 RTN	130 XEQ 11	186 2	242 X=Y?
19 STO 09	75*LBL D	131 CF 13	187 -	243 GTO 04
20 ADV	76 RCL 01	132 RCL 00	188 /	244 GTO 05
21*LBL 01	77 RCL 00	133 RCL 04	189 RCL 00	245*LBL 04
22 0	78 "N"	134 *	190 3	246*LBL E
23 STO 10	79 XEQ 11	135 4	191 -	247 0
24 5	80 /	136 RCL 01	192 /	248 STO 10
25 STO 13	81 "MOY."	137 RCL 03	193 -	249 5
26 XEQ 02	82 XEQ 11	138 *	194 "G2"	250 STO 13
27 FS? 01	83 RCL 02	139 *	195 SF 13	251 XEQ 02
28 XEQ 06	84 RCL 01	140 -	196 XEQ 11	252 FC? 01
29*LBL 03	85 X+2	141 6	197 CF 13	253 GTO 08
30 RCL 05	86 RCL 00	142 RCL 01	198 FS? 01	254 100
31 ST+ IND 10	87 /	143 X+2	199 GTO 04	255 *
32 RCL 06	88 -	144 *	200 20	256 RCL 08
33 *	89 RCL 00	145 RCL 02	201 STO 10	257 /
34 STO 05	90 1	146 RCL 00	202 0	258 ST- 11
35 1	91 -	147 /	203 STO 04	259*LBL 08
36 ST+ 10	92 /	148 *	204 STO 03	260*LBL 07
37 ST- 13	93 STO 05	149 +	205 RCL 07	261 RCL 05
38 RCL 13	94 SQRT	150 3	206 RCL 09	262 ST- IND 10
39 X>0?	95 "D.S."	151 RCL 01	207 2	263 RCL 06
40 GTO 03	96 XEQ 11	152 4	208 /	264 *
41 FS? 01	97 STO 06	153 Y+X	209 +	265 STO 05
42 GTO 01	98 RCL 00	154 *	210 STO 07	266 1
43 RCL 06	99 RCL 03	155 RCL 00	211*LBL 05	267 ST+ 10
44 RCL 07	100 *	156 X+2	212 ADV	268 ST- 13
45 -	101 3	157 /	213 RCL 03	269 RCL 13
46 RCL 09	102 RCL 01	158 -	214 RCL 09	270 X>0?
47 /	103 RCL 02	159 RCL 00	215 *	271 GTO 07
48 20	104 *	160 1	216 RCL 07	272 FS? 01
49 +	105 *	161 +	217 +	273 GTO 01
50 STO 16	106 -	162 *	218 PRX	274 RCL 06
51 1	107 2	163 RCL 00	219 RCL IND 10	275 RCL 07
52 ST+ IND 16	108 RCL 31	164 1	220 "F"	276 -
53 GTO 01	109 3	165 -	221 SF 13	277 RCL 09
54*LBL 02	110 Y+X	166 /	222 XEQ 11	278 /
55 STOP	111 *	167 RCL 00	223 CF 13	279 20
56 FS? 00	112 RCL 00	168 2	224 100	280 +

STAT.02

PROGRAM LISTING

PROGRAMMAUFLISTUNG
LISTAGE DU PROGRAMME
LISTATO DI PROGRAMMA

```
281 STO 16
282 1
283 ST- IND 16
284 GTO 01
285*LBL 11
286 "I="
287 ARCL X
288 AVIEW
289 RTN
290 ADV
291 .END.
```

REGISTERS, STATUS, FLAGS

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

19

STAT.02

Registers Datenspeicher Registres de données Registri				Status Betriebsart Modes opératoires Modi operativi			
00	Σf	50		Size <u>050</u>	Total Reg. _____	User Mode	
	Σfy			Eng <input type="checkbox"/>	Fix <input checked="" type="checkbox"/>	Sci <input type="checkbox"/>	On <input checked="" type="checkbox"/>
	Σfy^2			Deg <input type="checkbox"/>	Rad <input type="checkbox"/>	Grad <input type="checkbox"/>	Off <input type="checkbox"/>
	Σfy^3			<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> Purpose Bedeutung Signification Scopo </div> <div> Flags SET CLEAR </div> </div>			
	Σfy^4						
05	13	55					
	y ou log.y						
	y ₀			00	transf.log.	<input checked="" type="checkbox"/>	
	N			01	données groupées	<input checked="" type="checkbox"/>	
	L			02			
10	0	60		03			
	$\Sigma f \%$			04			
				05			
				06			
				07			
15		65		08			
	centre de classe			09			
				10			
				11	Audio execute		
				12			
20	à 50	70		13			
	stockage de f			14			
				15			
				16			
				17			
25		75		18			
				19			
				20			
				21	Printer Enable		
				22	Number Input		
30		80		23	Alpha Input		
				24	Range Ignore		
				25	Error Ignore		
				26	Audio Enable		
				27	User Mode		
35		85		28	Decimal Point		
				29	Digit Grouping		
				Assignments Tastenbelegung/Assignations/Assegnamenti			
				Function Funktion Fonction Funzione	Key Taste Touche Tasto	Function Funktion Fonction Funzione	Key Taste Touche Tasto
40		90					
45		95					
		99					

DEUX ECHANTILLONS INDEPENDANTS

1 - COMPARAISON DE VARIANCES : TEST "F"

2 - COMPARAISON DE MOYENNES : TEST "t"

DESCRIPTION

On compare deux échantillons indépendants, de taille n_1 et n_2 .

1 - Comparaison de variances.

Les deux variances, s_1^2 et s_2^2 , sont estimées à partir des données.

H_0 : les deux variances sont des estimations de la même variance σ^2 .

H_1 : les deux variances sont différentes : $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

On calcule $F = s_1^2/s_2^2$ (ou s_2^2/s_1^2), en mettant la variance la plus grande au numérateur. Le programme imprime la probabilité $P(F)$ (test bilatéral).

2 - Comparaison de moyennes.

H_0 : les deux échantillons proviennent de la même population (μ, σ)

H_1 : les deux échantillons proviennent de deux populations de moyenne μ_1 et μ_2 , mais de même variance σ^2 .

$H_{1(a)}$: $\mu_1 \neq \mu_2$ (test bilatéral)

$H_{1(b)}$: $\mu_1 > \mu_2$ ou $\mu_1 < \mu_2$ (test unilatéral)

Si F n'est pas significatif, on utilise le test "t" de Student :

$$t = \frac{|\bar{y}_1 - \bar{y}_2|}{s_{\text{comb}} \sqrt{1/n_1 + 1/n_2}} \quad \text{avec } (n_1 + n_2 - 2) \text{ degrés de liberté}$$

Si F est significatif, ($P < 0,05$), le test "t" de Student ne peut pas être utilisé; le programme calcule :

$$t' = \frac{|\bar{y}_1 - \bar{y}_2|}{\sqrt{s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2}} \quad \text{avec un nombre de degrés de liberté}$$

$$\text{tel que : } \frac{1}{f} = \frac{c^2}{n_1 - 1} + \frac{(1-c)^2}{n_2 - 1}, \quad \text{avec } c = \frac{s_1^2}{n_1} / \left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2} \right)$$

L'utilisateur choisit entre test unilatéral ou test bilatéral, et le programme imprime la probabilité $P(t)$. Si P est inférieur au seuil de signification choisi, la différence $|\bar{y}_1 - \bar{y}_2|$ est significative.

**PROGRAMMABLAUF
INSTRUCTIONS D'EMPLOI
NORME OPERATIVE**

21

Step n°	Instructions Operation Instructions Istruzioni	Variables Dateneingabe Données Dati	Function(s) Taste(n) Touche(s) Tasti	Result Resultat Risultato
1	Passer le programme STAT.03, pistes 1 à 5			
2	Initialiser		XEQ"ECH.IND."	
3	Entrer les données premier échant.	y_i	R/S	
4	<u>Correction</u> Appeler		E	
	Entrer la donnée erronée	y_E	R/S	
	Entrer la donnée correcte	y_C	R/S	
5	A la fin de l'échantillon, appeler		B	
	Impression : moyenne \bar{y}			MOY.
6	Répéter 3 à 5 pour le second échant.			
7	<u>Test "F"</u> Impression : valeur de F			F
	nbre de d.l (1)			D.L.1
	nbre de d.l.(2)			D.L.2
	probabilité P(F)			P
8	<u>Test "t"</u> Si $P(F) \inf. 0,05$, calcul de t' au lieu de t			
	Impression : valeur de t ou t'			t
	nbre de d.l.			D.L.
9	Pour un test unilatéral, appeler		p.A	
	Pour un test bilatéral, appeler		p.B	
	Impression : probabilité P(t)			P
10	Pour un nouveau cas, appeler et retourner au pas 3		A	

EXEMPLE 1 - F non significatif (≠)

	XEQ "ECHIND"		146.60	RUN
	146.30	RUN	143.00	RUN
	140.50	RUN	145.30	RUN
	143.00	RUN	149.50	RUN
	143.90	RUN	144.10	RUN
	142.00	RUN	149.40	RUN
(erreur)	1,141.50	RUN	144.00	RUN
	141.60	RUN		XEQ B
	143.20	RUN	145.99	***
	144.50	RUN		
	140.70	RUN	F=2.07	
	XEQ E		DL1=6.00	
	1,141.50	RUN	DL2=9.00	
	141.50	RUN	P=0.157	
	XEQ B		t=3.04	
	142.72	***	DL=15.00	
				XEQ b
			P=0.000	

EXEMPLE 2 - F significatif

	XEQ A		338.00	RUN
	348.00	RUN	350.00	RUN
	345.00	RUN	335.00	RUN
	350.00	RUN	333.00	RUN
	344.00	RUN	345.00	RUN
	342.00	RUN	331.00	RUN
	346.00	RUN	354.00	RUN
	349.00	RUN	339.00	RUN
	345.00	RUN	339.00	RUN
	341.00	RUN	343.00	RUN
	347.00	RUN	347.00	RUN
	344.00	RUN	340.00	RUN
	339.00	RUN	336.00	RUN
	341.00	RUN	342.00	RUN
	348.00	RUN	345.00	RUN
	352.00	RUN	338.00	RUN
	345.00	RUN	335.00	RUN
	346.00	RUN	339.00	RUN
	349.00	RUN		XEQ B
	XEQ B		340.50	***
	345.61	***		
			F=3.02	
			DL1=17.00	
			DL2=17.00	
			P=0.014	
			t=3.14	
			DL=27.15	
				XEQ b
			P=0.004	

PROGRAM LISTING

STAT.03

 PROGRAMMAUFLISTUNG
 LISTAGE DU PROGRAMME
 LISTATO DI PROGRAMMA

01*LBL "ECHIND"	57 STO 10	113 *	169 *	225 X<>Y
02*LBL A	58 XEQ 05	114 +	170 +	226 /
03 CLRG	59*LBL 04	115 RCL 20	171 RCL 01	227 STO 11
04 CF 00	60 RTN	116 3	172 RCL 05	228 X↑2
05*LBL 01	61*LBL 05	117 Y↑X	173 +	229 RCL 01
06 STOP	62 2	118 .000344	174 /	230 /
07 Σ+	63 ENTER↑	119 *	175 RCL 00	231 1
08 GTO 01	64 9	120 +	176 1/X	232 RCL 11
09*LBL B	65 /	121 RCL 20	177 RCL 04	233 -
10 XEQ 02	66 STO 17	122 4	178 1/X	234 X↑2
11 1	67 RCL 09	123 Y↑X	179 +	235 RCL 05
12 -	68 /	124 .019527	180 *	236 /
13 XEQ 02	69 STO 18	125 *	181 SQR	237 +
14 MEAN	70 RCL 17	126 +	182 STO 08	238 1/X
15 PRX	71 RCL 10	127 -4	183 GTO 08	239 STO 09
16 ADV	72 /	128 Y↑X	184*LBL 07	240 "DL"
17 XEQ 02	73 STO 17	129 2	185 RCL 03	241 XEQ 19
18 SDEV	74 1	130 /	186 RCL 00	242*LBL 10
19 X↑2	75 -	131 CHS	187 /	243 RTN
20 XEQ 02	76 CHS	132 1	188 RCL 07	244*LBL a
21 CLΣ	77 RCL 08	133 +	189 RCL 04	245 SF 02
22 4	78 3	134 FS?C 02	190 /	246*LBL b
23 RCL 25	79 1/X	135 XEQ 06	191 +	247 RCL 10
24 X=Y?	80 Y↑X	136 FIX 3	192 SQR	248 ABS
25 GTO 01	81 *	137 "P"	193 STO 08	249 RCL 09
26 RCL 07	82 1	138 XEQ 19	194*LBL 08	250 RAD
27 RCL 03	83 RCL 18	139 FIX 2	195 RCL 02	251 SQR
28 X>Y?	84 -	140 ADV	196 RCL 06	252 /
29 GTO 03	85 -	141 .05	197 -	253 ATAN
30 /	86 STO 19	142 X<=Y?	198 ABS	254 STO 02
31 "F"	87 RCL 17	143 GTO C	199 RCL 08	255 RCL 09
32 XEQ 19	88 RCL 08	144 GTO D	200 /	256 2
33 STO 08	89 2	145 RTN	201 SF 13	257 /
34 RCL 05	90 ENTER↑	146*LBL 06	202 "T"	258 INT
35 "DL1"	91 3	147 1	203 XEQ 19	259 LASTX
36 XEQ 19	92 /	148 X<>Y	204 CF 13	260 X*Y?
37 STO 09	93 Y↑X	149 -	205 STO 10	261 GTO 11
38 RCL 01	94 *	150 RTN	206 FS? 00	262 0
39 "DL2"	95 RCL 18	151*LBL 02	207 GTO 09	263 STO 05
40 XEQ 19	96 +	152 STO IND 25	208 RCL 01	264*LBL 16
41 STO 10	97 SQR	153 71S2	209 RCL 05	265 RCL 02
42 XEQ 05	98 RCL 19	154 RTN	210 +	266 COS
43 GTO 04	99 X<>Y	155*LBL E	211 STO 09	267 X↑2
44*LBL 03	100 /	156 STOP	212 "DL"	268 STO 03
45 X<>Y	101 STO 20	157 Σ-	213 XEQ 19	269 RCL 02
46 /	102 X>0?	158 GTO 01	214 GTO 10	270 SIN
47 "F"	103 SF 02	159*LBL D	215*LBL 09	271 STO 04
48 XEQ 19	104 ABS	160 SF 00	216 RCL 03	272 RCL 09
49 STO 08	105 1	161*LBL C	217 RCL 00	273 2
50 RCL 01	106 RCL 20	162 FS? 00	218 /	274 X=Y?
51 "DL1"	107 .196854	163 GTO 07	219 STO 11	275 GTO 14
52 XEQ 19	108 *	164 RCL 01	220 RCL 07	276 /
53 STO 09	109 +	165 RCL 03	221 RCL 04	277 1
54 RCL 05	110 RCL 20	166 *	222 /	278 -
55 "DL2"	111 X↑2	167 RCL 05	223 +	279 STO 25
56 XEQ 19	112 .115194	168 RCL 07	224 RCL 11	280 1

STAT.03

PROGRAM LISTING

PROGRAMMAUFLISTUNG
LISTAGE DU PROGRAMME
LISTATO DI PROGRAMMA

281 STO 06	337 RCL 07
282+LBL 12	338 GTO 13
283 RCL 03	339+LBL 14
284 *	340 RCL 04
285 RCL 05	341 GTO 13
286 1	342 RTN
287 +	343+LBL 13
288 *	344 1
289 LASTX	345 X<>Y
290 1	346 -
291 +	347 FS?C 02
292 STO 05	348 XEQ 17
293 /	349 FIX 3
294 ST+ 06	350 "P"
295 7DSZ	351 XEQ 19
296 GTO 12	352 FIX 2
297 RCL 06	353 RTN
298 RCL 04	354+LBL 17
299 *	355 2
300 FS? 01	356 /
301 GTO 18	357 RTN
302 GTO 13	358+LBL 20
303+LBL 18	359 RCL 02
304 RTN	360 SIN
305+LBL 11	361 GTO 21
306 RCL 02	362 RTN
307 2	363+LBL 19
308 *	364 "I="
309 PI	365 ARCL X
310 /	366 AVIEW
311 STO 07	367 RTN
312 3	368 .END.
313 RCL 09	
314 X=Y?	
315 GTO 20	
316 1	
317 STO 05	
318 ST- 09	
319 X=Y?	
320 GTO 15	
321 SF 01	
322 XEQ 16	
323 CF 01	
324+LBL 21	
325 RCL 02	
326 COS	
327 *	
328 2	
329 *	
330 PI	
331 /	
332 RCL 07	
333 +	
334 GTO 13	
335 RTN	
336+LBL 15	

REGISTERS, STATUS, FLAGS

REGISTERBELEGUNG, FLAGS, BETRIEBSARTEN

REGISTRES, INDICATEURS, MODES OPÉRATOIRES

REGISTRI, MODI OPERATIVI, FLAGS

Registers Datenspeicher Registres de données Registri				Status Betriebsart Modes opératoires Modi operativi			
00	n_1	50		Size <u>026</u> Total Reg. _____		User Mode	
	$(n_1 - 1)$			Eng <input type="checkbox"/>	Fix <input checked="" type="checkbox"/>	Sci <input type="checkbox"/>	On <input checked="" type="checkbox"/>
	moyenne 1			Deg <input type="checkbox"/>	Rad <input type="checkbox"/>	Grad <input type="checkbox"/>	Off <input type="checkbox"/>
	variance 1						
05	n_2	55		Purpose Bedeutung Signification Scopo		Flags SET CLEAR	
	$(n_2 - 1)$						
	moyenne 2			00	test t'	X	
	variance 2			01	test unilat.	X	
	F			02	s/prog. P(t)	X	
10	d.l. 1	60		03			
	d.l. 2			04			
				05			
				06			
				07			
15		65		08			
	pile			09			
	statistique			10			
				11	Audio execute		
				12			
20		70		13			
				14			
				15			
				16			
				17			
25	reg. ISZ	75		18			
				19			
				20			
				21	Printer Enable		
				22	Number Input		
30		80		23	Alpha Input		
				24	Range Ignore		
				25	Error Ignore		
				26	Audio Enable		
				27	User Mode		
35		85		28	Decimal Point		
				29	Digit Grouping		
				Assignments Tastenbelegung/Assignations/Assegnamenti			
40		90		Function Funktion Fonction Funzione	Key Taste Touche Tasto	Function Funktion Fonction Funzione	Key Taste Touche Tasto
45		95					
		99					

DEUX ECHANTILLONS APPARIESTEST "t" PAR DIFFERENCEDESCRIPTION

Deux échantillons sont considérés comme appariés lorsque, à chaque donnée d'un groupe, correspond une donnée dans l'autre groupe : ce sera le cas, par exemple, lorsque deux traitements sont appliqués successivement à un même sujet (malade, animal d'expérience); ou lorsque deux méthodes analytiques sont utilisées sur une série de lots.

La variable utilisée pour le test est la différence d entre les mesures y_1 et y_2 de chaque paire. La puissance du test est ainsi accrue en éliminant les variations entre les paires.

Le programme calcule les d_i et la moyenne \bar{d} .

H_0 : les différences d_i sont distribuées normalement, avec comme moyenne $\mu = 0$ et comme variance σ_d^2

H_1 a - $\mu \neq \mu_0$ (test bilatéral)

b - $\mu > 0$ ou $\mu < 0$ (test unilatéral)

La statistique est :

$$t = \frac{|\bar{d} - 0|}{s_d \sqrt{n}} \quad \text{avec } (n - 1) \text{ degrés de liberté}$$

n étant le nombre de paires.

Le programme affiche la valeur de "t", le nombre de degrés de liberté et la probabilité $P(t)$. Si P est inférieur au seuil de signification choisi, \bar{d} diffère significativement de zero.

[illegible]

EXEMPLE 1 - Test unilatéral (±)

```

XEQ "ECHPAIR"
985.00    RUN
990.00    RUN
-5.00    ***

```

```

1,015.00    RUN
  980.00    RUN
   35.00    ***

```

```

1,980.00    RUN
  995.00    RUN
  985.00    ***

```

```

XEQ E
1,980.00  RUN
  995.00  RUN
  980.00  RUN
  995.00  RUN
 -15.00  ***

```

```

1,000.00  RUN
  995.00  RUN
    5.00  ***

```

```

1,010.00    RUN
   990.00    RUN
    20.00    ***

```

```

1,005.00    RUN
  965.00    RUN
   40.00    ***

```

```

995.00    RUN
985.00    RUN
 10.00    ***

```

```

1,020.00    RUN
   995.00    RUN
    25.00    ***

```

```

1,045.00    RUN
1,005.00    RUN
  40.00     ***

```

MOY.=17.22

 $E.S. = 6.62$ $t = 2.60$

D.L.=8.00

$P=0.016$

XEQ B

XEQ a

PROGRAM LISTING

STAT.04

 PROGRAMMAUFLISTUNG
 LISTAGE DU PROGRAMME
 LISTATO DI PROGRAMMA

01*LBL "ECHPAIR"	56 RCL 09	111 RTN	166 RCL 02
02*LBL A	57 RAD	112*LBL 19	167 1
03 CLRG	58 SQRT	113 RCL 02	168 RTN
04*LBL 01	59 /	114 2	169 .END.
05 STOP	60 ATAN	115 *	
06 STOP	61 STO 02	116 PI	
07 -	62 RCL 09	117 /	
08 PRX	63 2	118 STO 07	
09 ADV	64 /	119 3	
10 ΣREG 14	65 INT	120 RCL 09	
11 Σ+	66 LASTX	121 X=Y?	
12 GTO 01	67 X*Y?	122 GTO 20	
13*LBL B	68 GTO 19	123 1	
14 MEAN	69 0	124 STO 05	
15 "MOY."	70 STO 05	125 ST- 09	
16 XEQ 11	71*LBL 16	126 X=Y?	
17 ABS	72 RCL 02	127 GTO 15	
18 STO 00	73 COS	128 SF 01	
19 SDEV	74 X↑2	129 XEQ 16	
20 RCL 19	75 STO 03	130 CF 01	
21 SQRT	76 RCL 02	131*LBL 21	
22 /	77 SIN	132 RCL 02	
23 "E.S."	78 STO 04	133 COS	
24 XEQ 11	79 RCL 09	134 *	
25 RCL 00	80 2	135 2	
26 X<>Y	81 X=Y?	136 *	
27 /	82 GTO 14	137 PI	
28 SF 13	83 /	138 /	
29 "T"	84 1	139 RCL 07	
30 XEQ 11	85 -	140 +	
31 CF 13	86 STO 25	141 GTO 13	
32 STO 10	87 1	142 RTN	
33 RCL 19	88 STO 06	143*LBL 15	
34 1	89*LBL 12	144 RCL 07	
35 -	90 RCL 03	145 GTO 13	
36 STO 09	91 *	146*LBL 14	
37 "D.L."	92 RCL 05	147 RCL 04	
38 XEQ 11	93 1	148 GTO 13	
39 RTN	94 +	149 RTN	
40*LBL 11	95 *	150*LBL 13	
41 "t="	96 LASTX	151 1	
42 ARCL X	97 1	152 X<>Y	
43 AVIEW	98 +	153 -	
44 RTN	99 STO 05	154 "FS?C02"	
45*LBL E	100 /	155 XEQ 17	
46 STOP	101 ST+ 06	156 FIX 3	
47 STOP	102 7DSZ	157 "P"	
48 -	103 GTO 12	158 XEQ 11	
49 Σ-	104 RCL 06	159 FIX 2	
50 GTO 01	105 RCL 04	160 RTN	
51*LBL a	106 *	161*LBL 17	
52 SF 02	107 FS? 01	162 2	
53*LBL b	108 GTO 18	163 /	
54 RCL 10	109 GTO 13	164 RTN	
55 ABS	110*LBL 18	165*LBL 20	

STAT.04

REGISTERS, STATUS, FLAGS

REGISTERBELEGUNG, FLAGS, BETRIEBSARTEN

REGISTRES, INDICATEURS, MODES OPÉRATOIRES

REGISTRI, MODI OPERATIVI, FLAGS

Registers Datenspeicher Registres de données Registri				Status Betriebsart Modes opératoires Modi operativi			
00	\bar{a}	50		Size <u>026</u> Total Reg. _____		User Mode	
				Eng <input type="checkbox"/>	Fix <input checked="" type="checkbox"/>	Sci <input type="checkbox"/>	On <input checked="" type="checkbox"/>
				Deg <input type="checkbox"/>	Rad <input type="checkbox"/>	Grad <input type="checkbox"/>	Off <input type="checkbox"/>
	s/programme			Purpose Bedeutung Signification Scopo			
05	P(t)	55		Flags SET CLEAR			
				00	s/prog. P(t)	<input checked="" type="checkbox"/>	
	d.l.			01	test unilat.	<input checked="" type="checkbox"/>	
				02			
10		60		03			
				04			
				05			
				06			
				07			
15		65		08			
	pile			09			
	statistique			10			
				11	Audio execute		
				12			
20		70		13			
				14			
				15			
				16			
				17			
25		75		18			
	reg.ISG			19			
				20			
				21	Printer Enable		
				22	Number Input		
30		80		23	Alpha Input		
				24	Range Ignore		
				25	Error Ignore		
				26	Audio Enable		
				27	User Mode		
35		85		28	Decimal Point		
				29	Digit Grouping		
				Assignments Tastenbelegung / Assignations / Assegnamenti			
40		90		Function Funktion Fonction Funzione	Key Taste Touche Tasto	Function Funktion Fonction Funzione	Key Taste Touche Tasto
45		95					
		99					

ANALYSE DE VARIANCE A UN FACTEUR RANDOMISE

DESCRIPTION

Il s'agit d'une comparaison entre a échantillons ou groupes, de taille égale ou non, et supposés être :

- soit tirés au hasard d'une même population normale (μ, σ^2)
- soit de populations normales de moyennes $\mu_1, \mu_2 \dots \mu_a$, mais de même variance σ^2 .

Dans l'analyse de variance (ANVA), deux estimations de la variance (ou carrés moyens) sont calculées :

- l'une basée sur la variation à l'intérieur des groupes, obtenue en combinant les variances (moyenne pondérée des a variances des groupes) : s_1^2
- l'autre calculée à partir des totaux ou des moyennes des groupes (variation entre groupes) : s_2^2 .

Ces deux carrés moyens sont comparés par un test : $F = s_2^2 / s_1^2$

Si F n'est pas significatif, on conclut que les a groupes sont tirés de la même population. Si F est significatif, c'est à dire si le carré moyen entre groupes s_2^2 est significativement plus grand que le carré moyen intragroupe s_1^2 (erreur expérimentale), on peut conclure qu'une source de variation supplémentaire, la différence entre les groupes, s'ajoute à la variation due à l'erreur expérimentale.

Si la variation ajoutée est causée par des traitements fixés, choisis par l'expérimentateur, il s'agit d'une ANVA de Modèle I; les différentes moyennes peuvent alors être comparées entre elles (cf Progr. ANVA 4). Si la variation ajoutée est un effet aléatoire, il s'agit d'une ANVA de Modèle II, et la variation due à cet effet peut être estimée.

Les résultats sont en général présentés sous la forme d'une table d'Analyse de variance :

Source de variation	Nombre de d.l.	Somme des carrés	Carré moyen	F	P(F)
Entre groupes	(a - 1)				
Intra groupe (erreur)	(N - a)				
Total	(N - 1)				

Comme le nombre de degrés de liberté et les sommes de carrés sont additifs, il suffit de calculer :

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

$$S.C. \text{ entre groupes} : \sum (T_i/n_i)^2 - (\sum y)^2/N$$

T_i = total des n_i réponses du groupe i .

Le programme imprime les résultats dans l'ordre de la table d'ANVA.

Egalité des variances

Pour qu'une ANVA soit valide, il faut que les variances des groupes soient égales (homoscedasticité). On peut le vérifier par le test de Bartlett.

$$X^2 = \frac{2,3026}{C} (N' \log s^2 - \sum n'_i \log s_i^2)$$

avec $C = 1 + \frac{1}{3(a-1)} \left(\sum \frac{1}{n'_i} - \frac{1}{N'} \right)$ n'_i et s_i^2 = d.l. et variance de chaque échantillon; N' = d.l. totaux; s^2 = variance combinée

La statistique X^2 a une distribution de chi carré à $(a - 1)$ d.l.

Si ce test est significatif, on devra utiliser une transformation appropriée des données, ou effectuer un test non paramétrique.

ANVA Modèle II

Si F est significatif, on peut estimer le pourcentage de la variation totale attribuable à la variation entre groupes, et le pourcentage du à l'erreur expérimentale. Lorsque la taille des groupes est inégale, on calcule

$$n_0 = \frac{1}{(a-1)} \left(\sum n_i - \frac{\sum n_i^2}{\sum n_i} \right)$$

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.05, pistes 1 à 6			
2	Initialiser		XEQ"ANVA.1"	
3	Entrer : nombre de groupes	a	R/S	
4	Entrer les données du 1er groupe	y_1	R/S	
5	A la fin du groupe, appeler Impression : total du groupe moyenne variance		B	Σ MOY. VAR.
6	Correction (avant d'appeler B) Appeler Entrer la donnée erronée puis la donnée correcte	y_E y_C	E R/S R/S	
7	Répéter les pas 4 et 5 pour les autres groupes A la fin du dernier groupe, impression de l'ANVA : Entre groupes Erreur Total			d.l., S.C., C.M., F, P d.l., S.C. C.M. d.l., S.C.
8	Test de Bartlett Impression : χ^2 nbre d.l. valeur limite			χ^2 D.L. χ^2 0,05
9	<u>ANVA Modèle II</u> Appeler Impression : taille moyenne groupes variance groupes % variance groupes % variance erreur		C	n_0 VAR.G VAR.G% VAR.E%
10	Pour une ANVA modèle I, voir Prog.STAT 08 Pour un nouvel essai, appeler et retourner au pas 3.		A	

EXEMPLE 1 - ANVA Modèle I (*)

```

                                ANVA
                                TRAIT
                                D.L.=2.00
                                S.C.=3,650.42
                                C.M.=1,825.21
                                F=6.72
                                P=0.008
                                ERR
                                D.L.=15.00
                                S.C.=4,071.58
                                C.M.=271.44
                                TOT
                                D.L.=17.00
                                S.C.=7,722.00
                                BART
                                CHI.2=0.05
                                D.L.=2.00
                                CHI.2,0,05=6.02

XEQ "ANVA1"
3.00    RUN

118.00  RUN
85.00   RUN
80.00   RUN
102.00  RUN
75.00   RUN
65.00   RUN
86.00   RUN
73.00   RUN
                                XEQ B

Σ=684.00
MOY.=85.50
VAR.=292.29

120.00  RUN
97.00   RUN
103.00  RUN
(erreur) 1,105.00 RUN
138.00  RUN
96.00   RUN
                                XEQ E
1,105.00 RUN
105.00  RUN
                                XEQ B

Σ=659.00
MOY.=109.83
VAR.=264.57

100.00  RUN
128.00  RUN
113.00  RUN
134.00  RUN
                                XEQ B

Σ=475.00
MOY.=118.75
VAR.=234.25

```

EXEMPLE 2 - ANVA Modèle II (**)

```

                                133.00  RUN
                                68.00  RUN
                                90.00  RUN
                                125.00 RUN
                                4.00   RUN
                                XEQ B

XEQ A
6.00    RUN
103.00  RUN
85.00   RUN
138.00  RUN
160.00  RUN
74.00   RUN
                                XEQ B

Σ=420.00
MOY.=84.00
VAR.=2,693.50

Σ=560.00
MOY.=112.00
VAR.=1,308.50

-33.00  RUN
54.00   RUN
18.00   RUN
42.00   RUN
19.00   RUN
                                XEQ B

Σ=100.00
MOY.=20.00
VAR.=1,113.50

58.00   RUN
171.00  RUN
193.00  RUN
210.00  RUN
33.00   RUN
                                XEQ B

Σ=665.00
MOY.=133.00
VAR.=6,649.50

170.00  RUN
96.00   RUN
112.00  RUN
151.00  RUN
11.00   RUN
                                XEQ B

Σ=540.00
MOY.=108.00
VAR.=3,815.50

                                51.00  RUN
                                102.00 RUN
                                -1.00  RUN
                                68.00  RUN
                                80.00  RUN
                                XEQ B

Σ=300.00
MOY.=60.00
VAR.=1,507.50

ANVA
TRAIT
D.L.=5.00
S.C.=42,024.17
C.M.=8,404.83
F=2.95
P=0.032
ERR
D.L.=24.00
S.C.=60,352.00
C.M.=2,848.00
TOT
D.L.=29.00
S.C.=110,376.17
BART
CHI.2=4.62
D.L.=5.00
CHI.2,0,05=11.00
                                XEQ C

n0=5.00
VAR.G=1,111.37
VAR.G%=28.07
VAR.E%=71.93

```

PROGRAM LISTING

STAT.05

 PROGRAMMAUFLISTUNG
 LISTAGE DU PROGRAMME
 LISTATO DI PROGRAMMA

01*LBL "ANVA1"	57 X↑2	113 3	169 FS?C 02	225 "CHI.2"
02*LBL A	58 RCL 02	114 1/X	170 XEQ 02	226 XEQ 11
03 CLRG	59 /	115 Y↑X	171 FIX 3	227 RCL 25
04 CF 00	60 STO 01	116 *	172 "P"	228 "D.L."
05 CF 01	61 -	117 1	173 XEQ 11	229 XEQ 11
06 STOP	62 STO 00	118 RCL 09	174 FIX 2	230 ADV
07 STO 20	63 "ANVA"	119 -	175 ADV	231 2.518232
08 ADV	64 AVIEW	120 -	176 "ERR"	232 RCL 25
09 STO 25	65 "TRAIT"	121 STO 07	177 AVIEW	233 1.282189
10 30.054	66 AVIEW	122 RCL 01	178 RCL 06	234 *
11 STO 26	67 RCL 03	123 RCL 08	179 "D.L."	235 +
12*LBL 01	68 RCL 01	124 2	180 XEQ 11	236 RCL 25
13 STOP	69 -	125 ENTER↑	181 RCL 04	237 X↑2
14 ΣREG 14	70 STO 03	126 3	182 "S.C."	238 -.00211427
15 Σ+	71 -	127 /	183 XEQ 11	239 *
16 GTO 01	72 STO 04	128 Y↑X	184 RCL 05	240 +
17*LBL B	73 RCL 02	129 *	185 "C.N."	241 RCL 25
18 RCL 15	74 RCL 20	130 RCL 09	186 XEQ 11	242 LN
19 ST+ 00	75 -	131 +	187 ADV	243 1.371169
20 RCL 14	76 STO 06	132 SQRT	188 "TOT"	244 *
21 ST+ 01	77 /	133 RCL 07	189 AVIEW	245 +
22 "Σ"	78 STO 05	134 X<>Y	190 RCL 02	246 "CHI.2.0.05"
23 XEQ 11	79 RCL 20	135 /	191 1	247 XEQ 11
24 RCL 19	80 1	136 STO 08	192 -	248 RTN
25 ST+ 02	81 -	137 X>0?	193 "D.L."	249*LBL 10
26 A↑2	82 STO 07	138 SF 02	194 XEQ 11	250 RCL 14
27 ST+ 24	83 "D.L."	139 ABS	195 RCL 00	251 STO IND 26
28 MEAN	84 XEQ 11	140 1	196 "S.C."	252 ISG 26
29 "MOY."	85 RCL 03	141 RCL 08	197 XEQ 11	253 RCL 19
30 XEQ 11	86 "S.C."	142 .196854	198 ADV	254 STO IND 26
31 SDEV	87 XEQ 11	143 *	199 "BART"	255 ISG 26
32 X↑2	88 X<>Y	144 +	200 AVIEW	256 RTN
33 "VAR."	89 /	145 RCL 08	201 RCL 05	257*LBL C
34 XEQ 11	90 "C.N."	146 X↑2	202 LOG	258 RCL 20
35 LOG	91 XEQ 11	147 .115194	203 RCL 06	259 1
36 RCL 19	92 RCL 05	148 *	204 *	260 -
37 1	93 /	149 +	205 RCL 22	261 1/X
38 -	94 "F"	150 RCL 08	206 -	262 RCL 02
39 ST+ 21	95 STO 08	151 3	207 RCL 20	263 RCL 24
40 *	96 XEQ 11	152 Y↑X	208 1	264 RCL 02
41 ST+ 22	97 2	153 .000344	209 -	265 /
42 LASTX	98 ENTER↑	154 *	210 STO 25	266 -
43 1/X	99 9	155 +	211 3	267 *
44 ST+ 23	100 /	156 RCL 08	212 *	268 SF 13
45 ADV	101 STO 01	157 4	213 1/X	269 "N0"
46 RCL 14	102 RCL 07	158 Y↑X	214 RCL 23	270 XEQ 11
47 X↑2	103 /	159 .019527	215 RCL 21	271 STO 06
48 RCL 19	104 STO 09	160 *	216 1/X	272 CF 13
49 /	105 RCL 01	161 +	217 -	273 RCL 03
50 ST+ 03	106 RCL 06	162 -4	218 *	274 RCL 20
51 XEQ 10	107 /	163 Y↑X	219 1	275 1
52 CLΣ	108 STO 01	164 2	220 +	276 -
53 7DSZ	109 1	165 /	221 2.3026	277 /
54 GTO 01	110 -	166 CHS	222 X<>Y	278 RCL 05
55 RCL 00	111 CHS	167 1	223 /	279 -
56 RCL 01	112 RCL 08	168 +	224 *	280 RCL 06

PROGRAM LISTING

PROGRAMMAUFLISTUNG
LISTAGE DU PROGRAMME
LISTATO DI PROGRAMMA

```
281 /  
282 "VAR.G"  
283 XEQ 11  
284 ENTER↑  
285 ENTER↑  
286 RCL 05  
287 +  
288 1/X  
289 *  
290 100  
291 *  
292 "VAR.G%"  
293 XEQ 11  
294 100  
295 -  
296 CHS  
297 "VAR.E%"  
298 XEQ 11  
299 RTN  
300*LBL E  
301 STOP  
302 Σ-  
303 GT0 01  
304*LBL 11  
305 "I="   
306 ARCL X  
307 RVIEW  
308 RTN  
309*LBL 02  
310 1  
311 X<>Y  
312 -  
313 RTN  
314 .END.
```

REGISTERS, STATUS, FLAGS

REGISTERBELEGUNG, FLAGS, BETRIEBSARTEN

REGISTRES, INDICATEURS, MODES OPÉRATOIRES

REGISTRI, MODI OPERATIVI, FLAGS

37

STAT.05

Registers Datenspeicher Registres de données Registri				Status Betriebsart Modes opératoires Modi operativi			
00	$\sum y^2$	50		Size <u>055</u>	Total Reg. _____	User Mode	
	$\sum y$			Eng <input type="checkbox"/>	Fix <input checked="" type="checkbox"/>	Sci <input type="checkbox"/>	On <input checked="" type="checkbox"/>
	$\sum n$			Deg <input type="checkbox"/>	Rad <input type="checkbox"/>	Grad <input type="checkbox"/>	Off <input type="checkbox"/>
	S.C. groupe			<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> Purpose Bedeutung Signification Scopo </div> <div> Flags <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div>SET</div> <div>CLEAR</div> </div> </div> </div>			
	S.C. erreur						
05	Var. erreur	55		00			
	d.l. erreur			01			
	(a - 1)			02	s/prog. P(F)	<input checked="" type="checkbox"/>	
	F			03			
10		60		04			
				05			
				06			
				07			
15		65		08			
	pile			09			
	statistique			10			
				11	Audio execute		
				12			
20	a	70		13			
	d.l.			14			
	n'log s ²			15			
	1/n'			16			
				17			
25		75		18			
				19			
				20			
				21	Printer Enable		
				22	Number Input		
30	T _i	80		23	Alpha Input		
	n _i			24	Range Ignore		
	.			25	Error Ignore		
	.			26	Audio Enable		
	.			27	User Mode		
35		85		28	Decimal Point		
				29	Digit Grouping		
				<div style="text-align: center;"> Assignments Tastenbelegung / Assignations / Assegnamenti </div>			
40		90		Function Funktion Fonction Funzione	Key Taste Touche Tasto	Function Funktion Fonction Funzione	Key Taste Touche Tasto
45		95					
		99					

ANALYSE DE VARIANCE EN BLOCS CASUALISES

DESCRIPTION

Dans ce dispositif, mis au point à l'origine en recherche agronomique, les différents traitements sont appliqués à des bandes de terrain (ou blocs) les traitements dans chaque bloc étant répartis au hasard. Il est donc possible, dans l'ANVA, de soustraire de l'erreur expérimentale les variations entre blocs.

Le même dispositif a également de nombreuses applications dans d'autres domaines : par exemple, chaque bloc peut être constitué par un individu (animal ou malade) recevant à la suite plusieurs traitements; ou par un appareil dans lequel on effectue plusieurs essais.

On a a traitements ($a \leq 12$; si $a > 12$, affichage de : ERROR), avec b blocs, chaque traitement figurant une fois dans chaque bloc. La table d'ANVA est la suivante :

Source de variation	Nombre de d.l.	Somme des carrés	Carré moyen	F	P(F)
Entre blocs	(b - 1)				
Entre traitements	(a - 1)				
Erreur	(a-1)(b-1)				
Total	(ab - 1)				

Le programme calcule :

- Somme des carrés totale : $\sum y^2 - F.C.$

- Somme des carrés entre blocs : $\sum T_b^2 / a - F.C.$

- Somme des carrés entre traitements : $\sum T_a^2 / b - F.C.$

F.C. = facteur de correction = $(\sum y)^2 / ab$

T_a = somme traitements

T_b = somme blocs

Si $F = C.M. \text{ trait.} / C.M. \text{ erreur}$ est significatif, les traitements peuvent être comparés à l'aide du Programme STAT.08

**PROGRAMMABLAUF
INSTRUCTIONS D'EMPLOI
NORME OPERATIVE**

39

[illegible]

EXEMPLE 1 - ANVA en blocs

(*)

XEQ "ANVA2"		$\Sigma.T=54.00$
5.00 RUN		MOY.=10.80
5.00 RUN		$\Sigma.T=31.00$
		MOY.=6.20
8.00 RUN		$\Sigma.T=41.00$
2.00 RUN		MOY.=8.20
4.00 RUN		$\Sigma.T=33.00$
3.00 RUN		MOY.=6.60
9.00 RUN		$\Sigma.T=29.00$
XEQ B		MOY.=5.80
$\Sigma.B=26.00$		
		ANVA
10.00 RUN		BLOC
6.00 RUN		D.L.=4.00
10.00 RUN		S.C.=49.84
5.00 RUN		C.M.=12.46
7.00 RUN		F.=2.30
XEQ B		P=0.103
$\Sigma.B=38.00$		
		TRAIT
12.00 RUN		D.L.=4.00
7.00 RUN		S.C.=83.84
9.00 RUN		C.M.=20.96
9.00 RUN		F.=3.87
15.00 RUN		P=0.022
XEQ E		
15.00 RUN		ERR.
5.00 RUN		D.L.=16.00
XEQ B		S.C.=86.56
$\Sigma.B=42.00$		C.M.=5.41
		TOT.
13.00 RUN		D.L.=24.00
111.00 RUN		S.C.=220.24
8.00 RUN		
10.00 RUN		
5.00 RUN		
XEQ e		
2.00 RUN		
111.00 RUN		
11.00 RUN		
XEQ B		
$\Sigma.B=47.00$		
11.00 RUN		
5.00 RUN		
10.00 RUN		
6.00 RUN		
3.00 RUN		
XEQ B		
$\Sigma.B=35.00$		

STAT.06

PROGRAM LISTING

 PROGRAMMAUFLISTUNG
 LISTAGE DU PROGRAMME
 LISTATO DI PROGRAMMA

01*LBL "ANVA2"	56 RCL 25	111 "TRAIT"	166 RCL 00	221 4	276 E-
02*LBL A	57 X*Y?	112 AVIEW	167 /	222 YtX	277 STOP
03 CLRG	58 GT0 02	113 RCL 20	168 STO 03	223 .019527	278 ST+ IND 26
04 STOP	59 RCL 22	114 1	169 RCL 01	224 *	279 E+
05 STO 20	60 Xt2	115 -	170 RCL 06	225 +	280 GT0 01
06 13	61 RCL 20	116 STO 00	171 /	226 -4	281 .END.
07 X(=Y?	62 RCL 21	117 XEQ 05	172 STO 01	227 YtX	
08 GT0 09	63 *	118 "ERR."	173 1	228 2	
09 STOP	64 /	119 AVIEW	174 -	229 /	
10 STO 21	65 STO 22	120 RCL 06	175 CHS	230 CHS	
11 30.054	66 RCL 13	121 "D.L."	176 RCL 17	231 1	
12 STO 27	67 RCL 22	122 XEQ 11	177 3	232 +	
13 ADV	68 -	123 RCL 14	178 1/X	233 7DSP3	
14*LBL 01	69 STO 13	124 "S.C."	179 YtX	234 FS?C 02	
15 STOP	70 RCL 23	125 XEQ 11	180 *	235 XEQ 04	
16 ST+ IND 25	71 RCL 20	126 RCL 05	181 1	236 "P"	
17 71SZ	72 /	127 "C.M."	182 RCL 03	237 XEQ 11	
18 EREG 14	73 RCL 22	128 XEQ 11	183 -	238 7DSP2	
19 E+	74 -	129 ADV	184 -	239 ADV	
20 GT0 01	75 STO 23	130 "TOT."	185 STO 07	240 RTN	
21*LBL B	76 RCL 24	131 AVIEW	186 RCL 01	241*LBL 04	
22 RCL 15	77 RCL 21	132 RCL 20	187 RCL 17	242 1	
23 ST+ 13	78 /	133 RCL 21	188 2	243 X<>Y	
24 RCL 14	79 RCL 22	134 *	189 ENTER†	244 -	
25 ST+ 22	80 -	135 1	190 3	245 RTN	
26 "E.B"	81 STO 24	136 -	191 /	246*LBL 10	
27 XEQ 11	82 RCL 13	137 "D.L."	192 YtX	247 RCL IND 25	
28 ADV	83 RCL 23	138 XEQ 11	193 *	248 STO IND 27	
29 Xt2	84 RCL 24	139 RCL 13	194 RCL 03	249 ISG 27	
30 ST+ 23	85 +	140 "S.C."	195 +	250 RCL 21	
31 CLS	86 -	141 XEQ 11	196 SQRT	251 STO IND 27	
32 0	87 STO 14	142 RTN	197 RCL 07	252 ISG 27	
33 STO 25	88 RCL 20	143*LBL 05	198 X<>Y	253 RTN	
34 1	89 1	144 "D.L."	199 /	254*LBL 11	
35 ST+ 24	90 -	145 XEQ 11	200 STO 00	255 "I="	
36 RCL 21	91 RCL 21	146 RCL IND 25	201 X>0?	256 ARCL X	
37 RCL 24	92 1	147 "S.C."	202 SF 02	257 AVIEW	
38 X*Y?	93 -	148 XEQ 11	203 ABS	258 RTN	
39 GT0 01	94 *	149 X<>Y	204 1	259*LBL E	
40 0	95 STO 06	150 /	205 RCL 00	260 RCL 25	
41 STO 24	96 /	151 "C.M."	206 .196854	261 1	
42*LBL 02	97 STO 05	152 XEQ 11	207 *	262 -	
43 RCL IND 25	98 ADV	153 RCL 05	208 +	263 STO 25	
44 "E.T"	99 -23	154 /	209 RCL 00	264 STOP	
45 XEQ 11	100 STO 25	155 STO 17	210 Xt2	265 ST- IND 25	
46 RCL 21	101 "ANVA"	156 "F."	211 .115194	266 E-	
47 /	102 AVIEW	157 XEQ 11	212 *	267 GT0 01	
48 "MOY."	103 "BLOC"	158 XEQ 03	213 +	268*LBL e	
49 XEQ 11	104 AVIEW	159 RTN	214 RCL 00	269 STOP	
50 RCL IND 25	105 RCL 21	160*LBL 03	215 3	270 ENTER†	
51 Xt2	106 1	161 2	216 YtX	271 1	
52 ST+ 24	107 -	162 ENTER†	217 .000344	272 -	
53 XEQ 10	108 STO 00	163 9	218 *	273 STO 26	
54 71SZ	109 XEQ 05	164 /	219 +	274 STOP	
55 RCL 20	110 71SZ	165 STO 01	220 RCL 00	275 ST- IND 26	

STAT.06

REGISTERS, STATUS, FLAGS

REGISTERBELEGUNG, FLAGS, BETRIEBSARTEN

REGISTRES, INDICATEURS, MODES OPÉRATOIRES

REGISTRI, MODI OPERATIVI, FLAGS

Registers Datenspeicher Registres de données Registri				Status Betriebsart Modes opératoires Modi operativi			
00	T _a	50		Size 055	Total Reg.	User Mode	
	.			Eng <input type="checkbox"/>	Fix <input checked="" type="checkbox"/>	Sci <input type="checkbox"/>	On <input checked="" type="checkbox"/>
	.			Deg <input type="checkbox"/>	Rad <input type="checkbox"/>	Grad <input type="checkbox"/>	Off <input type="checkbox"/>
	.			Purpose Bedeutung Signification Scopo			
05	C.M. erreur	55		Flags			
	d.l. erreur					SET	CLEAR
				00			
				01			
				02	s/progr. P(F)		
10		60		03			
				04			
				05			
				06			
				07			
15		65		08			
	registres			09			
	statistique			10			
				11	Audio execute		
				12			
20		70		13			
	a			14			
	b			15			
	F.C.			16			
	S.C. trait.			17			
	S.C. blocs			18			
25		75		19			
				20			
	Données pour			21	Printer Enable		
	Progr. STAT.08			22	Number Input		
30	.	80		23	Alpha Input		
	.			24	Range Ignore		
	.			25	Error Ignore		
				26	Audio Enable		
				27	User Mode		
35		85		28	Decimal Point		
				29	Digit Grouping		
				Assignments Tastenbelegung / Assignations / Assegnamenti			
40		90		Function Funktion Fonction Funzione	Key Taste Touche Tasto	Function Funktion Fonction Funzione	Key Taste Touche Tasto
45		95					
		99					

ANALYSE DE VARIANCE EN CARRE LATIN

DESCRIPTION

Ce dispositif, utilisé en recherche agronomique, prévoit qu'un facteur est expérimenté à n niveaux, et que le champ est divisé en n rangées (blocs) et en n colonnes. Chaque niveau du facteur (traitement) figure une fois et une seule dans chaque rangée et dans chaque colonne. Dans l'ANVA, les variations dues aux rangées et aux colonnes sont éliminées du carré moyen de l'erreur. Ce dispositif a d'autres utilisations : par exemple, les colonnes peuvent être les sujets et les rangées l'ordre d'administration des traitements. Le programme peut traiter des carrés latins jusqu'à 12×12 . (Si le nombre de traitements est supérieur à 12, affichage de ERROR).

L'ANVA est la suivante :

Source de variation	Nombre de d.l.	Somme des carrés	Carré moyen	F'	P(F)
Entre rangées	$(n - 1)$				
Entre colonnes	$(n - 1)$				
Entre traitements	$(n - 1)$				
Erreur	$(n-1)(n-2)$				
Total	$(n^2 - 1)$				

Les données sont introduites par rangées et par paires : d'abord le numéro du traitement (les traitements sont numérotés : 1, 2, 3..... 12), puis la réponse correspondante. La somme des rangées T_r est affichée, puis celles des colonnes T_c et celles des traitements T_t .

Le programme calcule :

Somme des carrés totale : $\sum y^2 - F.C.$ (F.C. = $(\sum y)^2/n$)

Somme des carrés rangées : $\sum T_r^2/n - F.C.$

Somme des carrés colonnes : $\sum T_c^2/n - F.C.$

Somme des carrés traitements : $\sum T_t^2/n - F.C.$

Si $F = C.M.\text{trait.}/C.M.\text{erreur}$ est significatif, les moyennes des traitements peuvent être comparées, en utilisant le programme STAT.08.

USER INSTRUCTIONS

STAT.07

PROGRAMMABLAUF INSTRUCTIONS D'EMPLOI NORME OPERATIVE

Step Schritt Pas Passo	Instructions Operation Instructions Istruzioni	Variables Dateneingabe Données Dati	Function(s) Taste(n) Touche(s) Tasti	Result Resultat Risultato
1	Passer le programme STAT.07, pistes 1 à 5			
2	Initialiser		XEQ "ANVA 3"	
3	Entrer : nbre de traitements (= rang- ées = colonnes)	n	R/S	
4	Entrer les données de la 1re rangée, par paires : n° du traitement puis le résultat	n° y _i	R/S R/S B	
5	A la fin de la rangée, appeler Impression : total rangée T _r			Σ R
6	<u>Correction</u> a - immédiate. Si nécessaire, achever d'entrer la paire, et appeler entrer à nouveau la paire erron. puis la paire correcte b - après entrée d'autres données (mais avant appel de B) appeler Entrer le n° de la colonne la paire erronée puis la paire correcte	n° y _E n° y _C c n° y _E n° y _C	E R/S R/S R/S R/S p.E R/S R/S R/S R/S	
7	Répéter les pas 4 et 5 pour les autres colonnes			
8	A la fin de la dernière rangée, Impression : totaux colonnes T _c totaux traitements T _t moyenne traitement Impression de l'ANVA			Σ C Σ T MOY.T ANVA
9	Si le F(traitement) est significatif, on peut comparer les moyennes avec le programme STAT.08 Pour un nouvel essai, appeler et retourner à pas 3.		A	

EXEMPLE 1 - Carré latin

Sujets	Ordre des traitements				
	1	2	3	4	5
1	(1) 209	(4) 183	(2) 204	(3) 216	(5) 178
2	(4) 180	(3) 198	(5) 162	(2) 188	(1) 166
3	(2) 202	(5) 198	(3) 217	(1) 193	(4) 172
4	(3) 223	(1) 202	(4) 192	(5) 179	(2) 202
5	(5) 192	(2) 202	(1) 189	(4) 165	(3) 191

```

XEQ "ANVA3"
5.00 RUN

1.00 RUN      2.00 RUN      5.00 RUN ANVA
209.00 RUN    202.00 RUN    192.00 RUN RANG.
4.00 RUN      5.00 RUN      2.00 RUN D.L.=4.00
183.00 RUN    198.00 RUN    202.00 RUN S.C.=1,524.64
2.00 RUN      3.00 RUN      1.00 RUN C.M.=381.16
204.00 RUN    217.00 RUN    189.00 RUN F=8.15
3.00 RUN      1.00 RUN      4.00 RUN P=0.002
216.00 RUN    193.00 RUN    165.00 RUN
5.00 RUN      4.00 RUN      3.00 RUN COL.
178.00 RUN    172.00 RUN    191.00 RUN D.L.=4.00
XEQ B      XEQ B      XEQ B      S.C.=1,124.24
ΣR=990.00      ΣR=982.00      ΣR=939.00      C.M.=281.06
4.00 RUN      3.00 RUN      ΣC.=1,006.00      F=6.01
180.00 RUN    1,223.00 RUN    ΣC.=983.00      P=0.007
(erreur) 3.00 RUN      202.00 RUN    ΣC.=964.00
198.00 RUN    4.00 RUN    ΣC.=941.00
XEQ E      192.00 RUN    ΣC.=909.00
8.00 RUN      5.00 RUN    ΣT.=959.00
198.00 RUN    179.00 RUN    MOY.T=191.80
3.00 RUN      2.00 RUN    ΣT.=998.00
198.00 RUN    202.00 RUN    MOY.T=199.60
5.00 RUN      XEQ e      ΣT.=1,045.00
162.00 RUN    1.00 RUN    MOY.T=209.00
2.00 RUN      3.00 RUN    ΣT.=892.00
188.00 RUN    1,223.00 RUN    MOY.T=178.40
1.00 RUN      3.00 RUN    ΣT.=909.00
166.00 RUN    223.00 RUN    MOY.T=181.80
XEQ B      XEQ B      XEQ B
ΣR=894.00      ΣR=998.00      D.L.=24.00
S.C.=6,388.64

```

PROGRAM LISTING

PROGRAMMAUFLISTUNG
LISTAGE DU PROGRAMME
LISTATO DI PROGRAMMA

01*LBL "ANVA3"	57*LBL 03	113 +	169 RCL 09	225 STO 16
02*LBL A	58 RCL IND 25	114 +	170 "D.L."	226 X>0?
03 CLRG	59 "ET."	115 -	171 XEQ 11	227 SF 02
04 STOP	60 XEQ 11	116 STO 07	172 RCL IND 25	228 ABS
05 STO 20	61 X↑2	117 RCL 20	173 "S.C."	229 1
06 13	62 ST+ 22	118 1	174 XEQ 11	230 RCL 16
07 X<=Y?	63 LASTX	119 -	175 X<>Y	231 .196854
08 GTO 09	64 RCL 20	120 STO 09	176 /	232 *
09 ADV	65 /	121 RCL 20	177 "C.M."	233 +
10*LBL 01	66 "MOY.T"	122 2	178 XEQ 11	234 RCL 16
11 STOP	67 XEQ 11	123 -	179 RCL 05	235 X↑2
12 2	68 7ISZ	124 *	180 /	236 .115194
13 *	69 RCL 20	125 STO 06	181 STO 10	237 *
14 28	70 STO IND 25	126 RCL 07	182 "F"	238 +
15 +	71 7ISZ	127 X<>Y	183 XEQ 11	239 RCL 16
16 STO 13	72 RCL 20	128 /	184 XEQ 05	240 3
17 STOP	73 2	129 STO 05	185 7ISZ	241 Y↑X
18 ST+ IND 25	74 *	130 "ANVA"	186 RTN	242 .000344
19 7ISZ	75 30	131 AVIEW	187*LBL 05	243 *
20 ST+ IND 13	76 +	132 RCL 09	188 2	244 +
21 ΣREG 14	77 RCL 25	133 2	189 9	245 RCL 16
22 Σ+	78 X*Y?	134 STO 25	190 /	246 4
23 GTO 01	79 GTO 03	135 "RANG."	191 STO 17	247 Y↑X
24*LBL B	80 ADV	136 AVIEW	192 RCL 09	248 .019527
25 RCL 15	81 RCL 27	137 XEQ 04	193 /	249 *
26 ST+ 26	82 X↑2	138 "COL."	194 STO 14	250 +
27 RCL 14	83 RCL 20	139 AVIEW	195 RCL 17	251 -4
28 "ΣR"	84 X↑2	140 XEQ 04	196 RCL 06	252 Y↑X
29 XEQ 11	85 /	141 "TRAIT."	197 /	253 2
30 ST+ 27	86 STO 01	142 AVIEW	198 STO 17	254 /
31 X↑2	87 RCL 26	143 XEQ 04	199 1	255 CHS
32 ST+ 28	88 RCL 01	144 "ERR."	200 -	256 1
33 CLΣ	89 -	145 AVIEW	201 CHS	257 +
34 0	90 STO 00	146 RCL 06	202 RCL 10	258 FIX 3
35 STO 25	91 RCL 28	147 "D.L."	203 3	259 FS?C 02
36 1	92 RCL 20	148 XEQ 11	204 1/X	260 XEQ 06
37 ST+ 29	93 /	149 RCL 07	205 Y↑X	261 "P"
38 RCL 20	94 RCL 01	150 "S.C."	206 *	262 XEQ 11
39 RCL 29	95 -	151 XEQ 11	207 1	263 FIX 2
40 X*Y?	96 STO 02	152 RCL 05	208 RCL 14	264 ADV
41 GTO 01	97 RCL 21	153 "C.M."	209 -	265 RTN
42 ADV	98 RCL 20	154 XEQ 11	210 -	266*LBL 06
43*LBL 02	99 /	155 ADV	211 STO 15	267 1
44 RCL IND 25	100 RCL 01	156 "TOT."	212 RCL 17	268 X<>Y
45 "ΣC."	101 -	157 AVIEW	213 RCL 10	269 -
46 XEQ 11	102 STO 03	158 RCL 20	214 2	270 RTN
47 X↑2	103 RCL 22	159 X↑2	215 3	271*LBL 11
48 ST+ 21	104 RCL 20	160 1	216 /	272 "t="
49 7ISZ	105 /	161 -	217 Y↑X	273 ARCL X
50 RCL 20	106 RCL 01	162 "D.L."	218 *	274 AVIEW
51 RCL 25	107 -	163 XEQ 11	219 RCL 14	275 RTN
52 X*Y?	108 STO 04	164 RCL 00	220 +	276*LBL E
53 GTO 02	109 RCL 00	165 "S.C."	221 SORT	277 RCL 25
54 ADV	110 RCL 02	166 XEQ 11	222 RCL 15	278 1
55 30	111 RCL 03	167 RTN	223 X<>Y	279 -
56 STO 25	112 RCL 04	168*LBL 04	224 /	280 STO 25

PROGRAM LISTING

STAT.07

PROGRAMMAUFLISTUNG
LISTAGE DU PROGRAMME
LISTATO DI PROGRAMMA

```
281 STOP
282 2
283 *
284 28
285 +
286 STO 24
287 STOP
288 ST- IND 24
289 ST- IND 25
290 Σ-
291 GTO 01
292 LBL e
293 STOP
294 1
295 -
296 STO 23
297 STOP
298 2
299 *
300 28
301 +
302 STO 24
303 STOP
304 ST- IND 23
305 ST- IND 24
306 Σ-
307 STOP
308 2
309 *
310 28
311 +
312 STO 24
313 STOP
314 ST+ IND 23
315 ST+ IND 24
316 Σ+
317 GTO 01
318 .END.
```

STAT.07

REGISTERS, STATUS, FLAGS

REGISTERBELEGUNG, FLAGS, BETRIEBSARTEN

REGISTRES, INDICATEURS, MODES OPÉRATOIRES

REGISTRI, MODI OPERATIVI, FLAGS

Registers Datenspeicher Registres de données Registri				Status Betriebsart Modes opératoires Modi operativi			
00	T_e ; S.C.tot.	50		Size	055	Total Reg.	
	F.C.			Eng	<input type="checkbox"/>	Fix	<input checked="" type="checkbox"/>
	S.C.rangées			Deg	<input type="checkbox"/>	Rad	<input type="checkbox"/>
	S.C.colonnes			Sci	<input type="checkbox"/>	Grad	<input type="checkbox"/>
	S.C.traitem.			User Mode			
05	C.M.erreur	55		On <input checked="" type="checkbox"/>			
	d.l.erreur			Off <input type="checkbox"/>			
	S.C.erreur			Flags			
				Purpose Bedeutung Signification Scopo			
				SET CLEAR			
				00			
				01			
	(n - 1)			02	s/progr.P(F)	X	
10		60		03			
				04			
				05			
				06			
				07			
15	Stockage pour	65		08			
	s/prog. P(F)			09			
				10			
				11	Audio execute		
				12			
20	Σn	70		13			
	ΣT_c^2			14			
	ΣT_t^2			15			
				16			
				17			
25	Σy^2	75		18			
	Σy			19			
	ΣT_r^2			20			
				21	Printer Enable		
				22	Number Input		
30	S.trait.i	80		23	Alpha Input		
	n_i			24	Range Ignore		
	.			25	Error Ignore		
	.			26	Audio Enable		
	.			27	User Mode		
35		85		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
40		90					
45		95					
		99					

ANVA - COMPARAISONS ENTRE LES MOYENNES

DESCRIPTION

Après le test de signification initial, une ANVA de Modèle II est complétée par une estimation des variances (c.f. Prog.STAT.05). Une ANVA de Modèle I est suivie d'un examen plus complet des données, vérifiant si telle moyenne diffère significativement de telle autre, ou quels groupes de moyennes diffèrent significativement de tel autre groupe ou de telle autre moyenne.

Lorsqu'on a prévu ces tests avant l'expérimentation, et indépendamment des résultats, ce sont des comparaisons "à priori". Ces tests peuvent être utilisés quels que soient les résultats de l'ANVA préliminaire. Si les comparaisons sont décidées après l'expérimentation, et plus ou moins suggérées par les résultats, ce sont des tests "à posteriori", et on ne peut les faire que si l'ANVA préliminaire a donné des résultats significatifs dans leur ensemble.

1 - Tests "à priori"

a - Subdivision de la somme des carrés traitement et des d.l. correspondants en comparaisons séparées

Pour comparer k groupes de taille n_i , prendre le total de chaque groupe, le porter au carré, diviser par n_i et additionner les k quotients ainsi obtenus. De la somme de ces quotients, soustraire un facteur de correction qui est la somme totale de tous les groupes de la comparaison, portée au carré et divisée par le nombre d'observations dans cette somme totale. Cette somme des carrés a $(k - 1)$ degrés de liberté, et le carré moyen correspondant est vérifié par un test "F" par rapport au C.M. de l'erreur. Si toutes les comparaisons sont indépendantes, leurs S.C. et d.l. sont additifs.

b - Plus petite différence significative (P.P.D.S.)

Ce test est basé sur le test "t" : on calcule

$$\text{P.P.D.S.} = t_{0,05} \sqrt{s^2(1/n_1 + 1/n_2)}$$

avec $s^2 = \text{C.M. de l'erreur}$ et $t_{0,05} = \text{valeur de } t \text{ pour le nombre de d.l. de l'ANVA.}$

Si une différence $|\bar{y}_1 - \bar{y}_2|$ est plus grande que la P.P.D.S., les deux moyennes diffèrent significativement au seuil de signification $P = 0,05$.

2 - Tests "à posteriori"

a - Comparaison de toutes les moyennes à un même témoin

On est amené fréquemment à comparer séparément chaque moyenne à une même moyenne témoin \bar{y}_0 . On utilise alors le test de Dunnett. Chaque moyenne \bar{y}_i est comparée à \bar{y}_0 : $(\bar{y}_0 - \bar{y}_i)$ et on calcule la valeur de "t" avec :

$$t = \frac{|\bar{y}_0 - \bar{y}_i|}{\sqrt{s^2 \left(\frac{1}{n_0} + \frac{1}{n_i} \right)}}$$

Si le "t" calculé est plus grand qu'une valeur "t'" trouvée dans la table de Dunnett, (*) qui fait intervenir le nombre p de moyennes \bar{y}_i comparées au témoin, la différence est significative.

b - Comparaisons multiples

Une série de comparaisons entre toutes les moyennes peut être effectuée par décomposition de la S.C. traitements décrite plus haut, mais en prenant comme nombres de d.l. de F, respectivement $(a - 1)$ et $a(n - 1)$. On peut aussi utiliser une méthode basée sur l'étendue standardisée, qui n'a pas été comprise dans ce programme (Test de Duncan, par exemple) **

Le programme STAT.08 peut être utilisé à la suite des programmes STAT. 05, 06 ou 07.

(*) C.W.DUNNETT - Biometrics 1964; 20; p.488

(**) J.PHILIPPE - p.121

Step Schritt Pas Passo	Instructions Operation Instructions Istruzioni	Variables Dateneingabe Données Dati	Function(s) Taste(n) Touche(s) Tasti	Result Resultat Résultat Risultato
1	Après exécution du programme 05, 06 ou 07, effacer le programme		XEQ "CLP" " " "	
2	Passer le programme STAT.08, pistes 1 à 5			
	<u>Plus petite différence significative</u>			
3	Initialiser		A	
4	Entrer les n° des deux groupes à comparer	n° 1 n° 2	R/S R/S	
5	Impression : différence $\bar{y}_1 - \bar{y}_2$, p.p.d.s. résultat			DIFF. PFDS SIGN ou N.S.
6	Pour une autre comparaison, retourner au pas 4			
	<u>Test de Dunnett</u>			
7	Initialiser		B	
	Impression : nombre de groupes com- parés au témoin d.l. erreur de l'ANVA Le programme demande (valeur du t de Dunnett)			p D.L. t ?
8	Entrer	t 0,05	R/S	
9	Pour toutes les comparaisons, impression : $\bar{y}_0 - \bar{y}_i$, t calculé résultat			DIFF t SIGN ou N.S.
	<u>Subdivision de la S.C. traitement</u>			
10	Test à priori : initialiser		C	
10'	Test à posteriori : initialiser		p.C	
11	Entrer : nombre de groupes à comparer	k	R/S	
12	le (ou les) n° du (ou des) traitement(s) du 1er groupe	n° ...	R/S	
13	Appeler		D	
14	Répéter les pas 12 et 13 pour chacun des autres groupes			
15	Impression : nbre de d.l. somme des carrés carré moyen F P(F)			D.L. S.C. C.M. F P
16	Pour une autre comparaison, retourner au pas 11			

STAT.08

EXEMPLE 1 - Données Exemple 1, Programme STAT.05

XEQ "ANVA1"	BART	<u>Partage S.C.trait.</u>
3.00 RUN	CHI.2=0.05	
	D.L.=2.00	
118.00 RUN		XEQ C
85.00 RUN	CHI.2.0,05=6.02	2.00 RUN
80.00 RUN		
102.00 RUN		1.00 RUN
75.00 RUN		XEQ D
65.00 RUN	<u>P.P.D.S.</u>	2.00 RUN
86.00 RUN		3.00 RUN
73.00 RUN		XEQ D
XEQ B	CLP ""	
	D.L.=1.00	
$\Sigma=684.00$	S.C.=3,459.60	
MOY.=85.50	C.M.=3,459.60	
VAR.=292.29	F=12.75	
	P=0.003	
120.00 RUN		2.00 RUN
97.00 RUN		
103.00 RUN		2.00 RUN
105.00 RUN		XEQ D
138.00 RUN		3.00 RUN
96.00 RUN		XEQ D
XEQ B		
$\Sigma=659.00$	DIFF=8.92	
MOY.=109.83	PPDS=22.67	
VAR.=264.57	N.S.	
100.00 RUN		
128.00 RUN		
113.00 RUN		
134.00 RUN		
XEQ B		
$\Sigma=475.00$		
MOY.=118.75		
VAR.=234.25		
ANVA		
TRAIT		
D.L.=2.00		
S.C.=3,650.42		
C.M.=1,825.21		
F=6.72		
P=0.008		
ERR		
D.L.=15.00		
S.C.=4,071.58		
C.M.=271.44		
TOT		
D.L.=17.00		
S.C.=7,722.00		

STAT.08

EXEMPLE 3 - Données exemple 1. programme STAT.07

XEQ "ANVA3"
 5.00 RUN
 1.00 RUN
 209.00 RUN
 4.00 RUN
 183.00 RUN
 2.00 RUN
 204.00 RUN
 3.00 RUN
 216.00 RUN
 5.00 RUN
 178.00 RUN
 XEQ B

SR=990.00

4.00 RUN
 180.00 RUN
 3.00 RUN
 198.00 RUN
 5.00 RUN
 162.00 RUN
 2.00 RUN
 198.00 RUN
 1.00 RUN
 202.00 RUN
 1.00 RUN
 189.00 RUN
 4.00 RUN
 165.00 RUN
 3.00 RUN
 191.00 RUN
 XEQ B

SR=939.00

ΣC.=1,006.00
 ΣC.=983.00
 ΣC.=964.00
 ΣC.=941.00
 ΣC.=909.00

ΣT.=959.00
 MOY.T=191.80
 ΣT.=998.00
 MOY.T=199.60
 ΣT.=1,045.00
 MOY.T=209.00
 ΣT.=892.00
 MOY.T=178.40
 ΣT.=909.00
 MOY.T=181.80

ANVA
 RANG.
 D.L.=4.00
 S.C.=1,524.64
 C.M.=381.16
 F=8.15
 P=0.002
 COL.
 D.L.=4.00
 S.C.=1,124.24
 C.M.=281.06
 F=6.01
 P=0.007

TRAIT.
 D.L.=4.00
 S.C.=3,178.64
 C.M.=794.66
 F=16.99
 P=1.860E-4

ERR.
 D.L.=12.00
 S.C.=561.12
 C.M.=46.76

TOT.
 D.L.=24.00
 S.C.=6,388.64

P.P.D.S.

PACKING

DIFF=7.80
 PPDS=9.42
 N.S.

DIFF=27.20
 PPDS=9.42
 SIGN

Dunnett

p=4.00
 D.L.=12.00
 t?

DIFF=7.80
 t=1.80
 N.S.

DIFF=17.20
 t=3.98
 SIGN

DIFF=13.40
 t=3.10
 SIGN

DIFF=10.00
 t=2.31
 N.S.

Partage S.C.trait.

XEQ C
 2.00 RUN
 1.00 RUN
 XEQ D
 2.00 RUN
 3.00 RUN
 4.00 RUN
 5.00 RUN
 XEQ D

D.L.=1.00
 S.C.=0.64
 C.M.=0.64
 F=0.01
 P=0.410

3.00 RUN
 1.00 RUN
 XEQ D
 2.00 RUN
 3.00 RUN
 XEQ D
 4.00 RUN
 5.00 RUN
 XEQ D

D.L.=2.00
 S.C.=2,928.84
 C.M.=1,464.42
 F=31.32
 P=7.559E-5

CLP ""

XEQ A

1.00 RUN
 2.00 RUN

3.00 RUN
 5.00 RUN

PROGRAM LISTING

STAT.08

 PROGRAMMAUFLISTUNG
 LISTAGE DU PROGRAMME
 LISTATO DI PROGRAMMA

01*LBL "STAT8"	57 RCL IND 00	113 X>Y?	169 STO 11	225 STO 07
02*LBL A	58 /	114 GTO 05	170 "D.L."	226 RCL 01
03 CF 01	59 STO 02	115 "N.S."	171 XEQ 11	227 RCL 12
04 2.3777	60 RCL IND 00	116 AVIEW	172 GTO 09	228 2
05 RCL 06	61 1/X	117 GTO 06	173*LBL 08	229 ENTER↑
06 /	62 STO 03	118*LBL 05	174 RCL 20	230 3
07 E↑X	63 ISG 00	119 "SIGN"	175 1	231 /
08 .96	64*LBL 04	120 AVIEW	176 -	232 Y↑X
09 +	65 RCL IND 00	121*LBL 06	177 STO 11	233 *
10 STO 22	66 ISG 00	122 ADV	178 "D.L."	234 RCL 03
11*LBL 01	67 RCL IND 00	123 RTN	179 XEQ 11	235 +
12 STOP	68 /	124*LBL c	180*LBL 09	236 SQRT
13 XEQ 02	69 XEQ 03	125 SF 01	181 RCL 02	237 RCL 07
14 STO 02	70 RCL 04	126*LBL C	182 X↑2	238 X(>)Y
15 RCL IND 00	71 X(>)Y	127 0	183 RCL 03	239 /
16 1/X	72 /	128 STO 00	184 /	240 STO 08
17 STO 03	73 SF 13	129 STO 01	185 RCL 04	241 X>0?
18 STOP	74 "T"	130 STO 02	186 X(>)Y	242 SF 02
19 XEQ 02	75 XEQ 11	131 STO 03	187 -	243 ABS
20 XEQ 03	76 CF 13	132 STO 04	188 "S.C."	244 1
21 RCL 22	77 RCL 09	133 STOP	189 XEQ 11	245 RCL 08
22 *	78 X(>)Y	134 ADV	190 RCL 08	246 .196854
23 "PPDS"	79 XEQ 12	135 STO 08	191 1	247 *
24 XEQ 11	80 ISG 00	136 STO 25	192 -	248 +
25 RCL 04	81 GTO 04	137*LBL 07	193 /	249 RCL 08
26 XEQ 12	82 RTN	138 STOP	194 "C.M."	250 X↑2
27 GTO 01	83*LBL 02	139 2	195 XEQ 11	251 .115194
28*LBL B	84 2	140 *	196 RCL 05	252 *
29 CF 01	85 *	141 28	197 /	253 +
30 RCL 20	86 28	142 +	198 "F"	254 RCL 08
31 1	87 +	143 STO 10	199 STO 12	255 3
32 -	88 STO 00	144 RCL IND 10	200 XEQ 11	256 Y↑X
33 SF 13	89 RCL IND 00	145 ST+ 00	201 2	257 .000344
34 "P"	90 STO 01	146 ST+ 02	202 ENTER↑	258 *
35 XEQ 11	91 1	147 1	203 9	259 +
36 CF 13	92 ST+ 00	148 ST+ 10	204 /	260 RCL 08
37 RCL 06	93 RCL 01	149 RCL IND 10	205 STO 01	261 4
38 "D.L."	94 RCL IND 00	150 ST+ 01	206 RCL 11	262 Y↑X
39 XEQ 11	95 /	151 ST+ 03	207 /	263 .019527
40 SF 13	96 RTN	152 GTO 07	208 STO 03	264 *
41 "T?"	97*LBL 03	153*LBL D	209 RCL 01	265 +
42 PROMPT	98 RCL 02	154 RCL 00	210 RCL 06	266 -4
43 STO 09	99 -	155 X↑2	211 /	267 Y↑X
44 CF 13	100 ABS	156 RCL 01	212 STO 01	268 2
45 RCL 20	101 STO 04	157 /	213 1	269 /
46 2	102 "DIFF"	158 ST+ 04	214 -	270 CHS
47 *	103 XEQ 11	159 0	215 CHS	271 1
48 29	104 RCL IND 00	160 STO 00	216 RCL 12	272 +
49 +	105 1/X	161 STO 01	217 3	273 FIX 3
50 1000	106 RCL 03	162 7DSZ	218 1/X	274 FS?C 02
51 /	107 +	163 GTO 07	219 Y↑X	275 XEQ 10
52 30	108 RCL 05	164 FS? 01	220 *	276 "P"
53 +	109 *	165 GTO 08	221 1	277 XEQ 11
54 STO 00	110 SQRT	166 RCL 08	222 RCL 03	278 FIX 2
55 RCL IND 00	111 RTN	167 1	223 -	279 ADV
56 ISG 00	112*LBL 12	168 -	224 -	280 GTO C

PROGRAM LISTING

STAT.08

**PROGRAMMAUFLISTUNG
LISTAGE DU PROGRAMME
LISTATO DI PROGRAMMA**

```
281*LBL 10
282 1
283 X<>Y
284 -
285 RTN
286*LBL 11
287 "I="
288 ARCL X
289 AVIEW
290 RTN
291 .END.
```

STAT.08

REGISTERS, STATUS, FLAGS

REGISTERBELEGUNG, FLAGS, BETRIEBSARTEN

REGISTRES, INDICATEURS, MODES OPÉRATOIRES

REGISTRI, MODI OPERATIVI, FLAGS

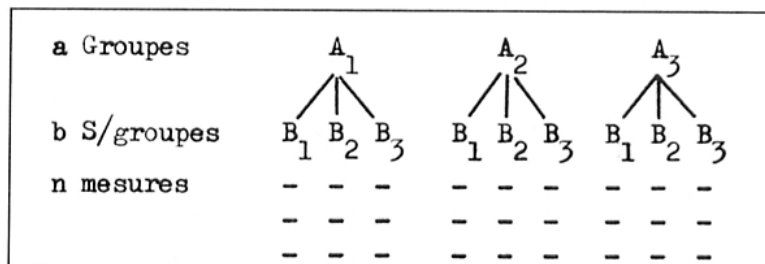
Registers Datenspeicher Registres de données Registri				Status Betriebsart Modes opératoires Modi operativi			
00	\bar{y}	50		Size <u>055</u> Total Reg. _____		User Mode	
	$\sum T_1$			Eng <input type="checkbox"/>	Fix <input checked="" type="checkbox"/>	Sci <input type="checkbox"/>	On <input checked="" type="checkbox"/>
	\bar{y}_1			Deg <input type="checkbox"/>	Rad <input type="checkbox"/>	Grad <input type="checkbox"/>	Off <input type="checkbox"/>
	$1/n_1$			Purpose Bedeutung Signification Scopo		Flags	
	$(\bar{y}_1 - \bar{y}_2)$					SET CLEAR	
05	var. erreur	55		00	Test a posteriori	X	
	d.l. erreur			01			
	k			02	S/progr. P(F)	X	
10	t' Dunnett	60		03			
	n° trait.			04			
				05			
				06			
				07			
15		65		08			
				09			
				10			
				11	Audio execute		
				12			
20		70		13			
				14			
	$t_{0,05}$			15			
				16			
				17			
25	compteur	75		18			
				19			
				20			
				21	Printer Enable		
				22	Number Input		
30		80		23	Alpha Input		
				24	Range Ignore		
				25	Error Ignore		
				26	Audio Enable		
				27	User Mode		
35		85		28	Decimal Point		
				29	Digit Grouping		
				Assignments Tastenbelegung/Assignations/Assegnamenti			
				Function Funktion Fonction Funzione	Key Taste Touche Tasto	Function Funktion Fonction Funzione	Key Taste Touche Tasto
40		90					
45		95					
		99					

ANALYSE DE VARIANCE EMBOITEE

DESCRIPTION

Dans une ANVA emboîtée (ou hiérarchisée), chacun des a groupes est divisé en b sous-groupes, la classification subordonnée étant emboîtée dans la classification principale; on recueille n mesures par sous-groupe. On peut utiliser ce type d'ANVA, par exemple, pour étudier un procédé industriel ou une méthode analytique comportant plusieurs stades.

Les groupes représentant le niveau de classification subordonné (sous-groupes) doivent obligatoirement être aléatoires. Le niveau principal de classification peut être de Modèle II (aléatoire) donnant une ANVA Modèle II pure; ou de Modèle I (fixé), donnant une ANVA de Modèle mixte.



La table d'ANVA est la suivante :

Source de variation	Nombre de d.l.	Somme des carrés	Carré moyen	F
Entre groupes	$(a - 1)$		s_g^2	
Entre s/groupes par groupes	$a(b - 1)$		s_{sg}^2	
Dans les s/groupes (erreur)	$ab(n - 1)$		s_e^2	
Total	$(abn - 1)$			

On vérifie d'abord l'existence d'une variation entre s/groupes par groupes, avec $F_1 = s_{sg}^2 / s_e^2$; puis, la signification de la variation entre groupes est vérifiée par : $F_2 = s_g^2 / s_{sg}^2$.

Dans une ANVA Modèle II pure, on peut estimer la variance entre

groupes σ_A^2 , la variance de B à l'intérieur de A $\sigma_{B(A)}^2$ et la variance de l'erreur σ_E^2 et exprimer sous forme de pourcentage de la variation totale ces diverses sources de variation.

Dans une ANVA Mixte, les différents niveaux de A peuvent être comparés, en utilisant s_{sg}^2 lorsque ce terme est significatif, ou en combinant s_{sg}^2 et s_e^2 lorsque s_{sg}^2 n'est pas significatif. On peut vérifier les différences entre moyennes, en utilisant le programme STAT.08.

Les données sont entrées par sous-groupe, en commençant par le sous-groupe B_1 du premier groupe A_1 ; affichage des totaux par sous-groupes T_b et des totaux par groupes T_a . Le programme calcule :

$$\text{Somme des carrés totale : } \sum y^2 - \text{F.C.} \quad (1) \quad \text{F.C.} = (\sum y)^2 / abn$$

$$\text{S.C. par groupes : } \sum T_a^2 / bn - \text{F.C.} \quad (2)$$

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

$$\text{S.C. entre s/groupes par groupes : } (3) - (2)$$

$$\text{S.C. intragroupes (erreur) : } (1) - (2)$$

USER INSTRUCTIONS

**PROGRAMMABLAUF
INSTRUCTIONS D'EMPLOI
NORME OPERATIVE**

STAT.09

Step Schritt Pas Passo	Instructions Operation Instructions Istruzioni	Variables Dateneingabe Données Dati	Function(s) Taste(n) Touche(s) Tasti	Result Resultat Rèultat Risultato
1	Passer le programme STAT.09, pistes 1 à 6			
2	Initialiser		XEQ "ANVA 5"	
3	Entrer : nombre de groupes	a	R/S	
	nbre de sous-groupes	b	R/S	
	nbre de mesures par sous- groupe	n	R/S	
4	Entrer les données du ler s/groupe du ler groupe	y_1	R/S	
5	Appeler		B	
	Impression : total s/groupe T_b			ΣB
6	Répéter les pas 4 et 5 pour les autres s/groupes du ler groupe			
7	A la fin du dernier s/groupe, impression : total groupe T_a			ΣA
8	Répéter les pas 4 à 7 pour les autres groupes			
9	<u>Correction</u> Appeler		E	
	entrer la donnée erronée	y_E	R/S	
	puis la donnée correcte	y_C	R/S	
10	A la fin du dernier groupe, impression de l'ANVA			ANVA
	<u>ANVA Modèle II</u> Estimation des différentes variances			
11	Appeler		C	
	Impression :			VAR.A & % VAR.B(A) & % VAR.E & %
12	Pour un autre essai, appeler et retourner au pas 3		A	
	<u>ANVA Modèle mixte</u>			
13	Appeler		D	
	et utiliser le Programme STAT.08			

(*)

EXEMPLE 1 - ANVA emboîtée, Modèle II

	XEQ "ANVA5"		2.77	RUN		
	4.00	RUN	2.66	RUN		ANVA
	3.00	RUN		XEQ B		GROUP
	2.00	RUN				D.L.=3.00
			$\Sigma B=5.43$			S.C.=7.56
	3.28	RUN		3.74	RUN	C.M.=2.52
	3.09	RUN		3.44	RUN	F=7.67
		XEQ B			XEQ B	P=0.010
$\Sigma B=6.37$			$\Sigma B=7.18$			S/GROUP
	3.52	RUN		2.55	RUN	D.L.=8.00
	3.48	RUN		2.55	RUN	S.C.=2.63
		XEQ B			XEQ B	C.M.=0.33
$\Sigma B=7.00$			$\Sigma B=5.10$			F=49.41
	2.88	RUN				P=5.915E-6
	2.80	RUN	$\Sigma A=17.71$			ERR.
		XEQ B		3.78	RUN	D.L.=12.00
$\Sigma B=5.68$				3.87	RUN	S.C.=0.08
					XEQ B	C.M.=0.01
$\Sigma A=19.05$			$\Sigma B=7.65$			TOT.
	2.46	RUN		4.07	RUN	D.L.=23.00
	2.44	RUN	(erreur)	14.12	RUN	S.C.=10.27
		XEQ B			XEQ E	
$\Sigma B=4.90$				14.12	RUN	VAR.A=0.37
				4.12	RUN	VAR.A%=68.53
	1.87	RUN			XEQ B	VAR.B(A)=0.16
	1.92	RUN	$\Sigma B=8.19$			VAR.B(A)%=30.22
		XEQ B				VAR.ERR.=0.01
$\Sigma B=3.79$				3.31	RUN	VAR.ERR.%=1.25
				3.31	RUN	
	2.19	RUN			XEQ B	
	2.19	RUN	$\Sigma B=6.62$			
		XEQ B				
$\Sigma B=4.38$			$\Sigma A=22.46$			
$\Sigma A=13.07$						

XEQ C

EXEMPLE 2 - ANVA emboîtée; Modèle mixte

(mêmes données traitées comme si A était fixé)

XEQ "ANVA5"		<u>P.P.D.S.</u>	
4.00 RUN			XEQ A
3.00 RUN			1.00 RUN
2.00 RUN			2.00 RUN
		DIFF=1.00	
3.28 RUN		PPDS=0.76	
3.09 RUN		SIGN	
XEQ B			
ΣB=6.37			
			2.00 RUN
3.52 RUN			3.00 RUN
3.48 RUN		DIFF=0.77	
XEQ B		PPDS=0.76	
		SIGN	
			2.00 RUN
			4.00 RUN
S/GROUP		DIFF=1.57	
D.L.=8.00		PPDS=0.76	
S.C.=2.63		SIGN	
C.M.=0.33			
F=49.41			
P=5.915E-6			
		<u>Partage S.C.trait.</u>	
ERR.			XEQ C
D.L.=12.00			2.00 RUN
S.C.=0.08			
C.M.=0.01			1.00 RUN
			XEQ D
TOT.			2.00 RUN
D.L.=23.00			3.00 RUN
S.C.=10.27			4.00 RUN
			XEQ E
<u>Dunnett</u>		D.L.=1.00	
	XEQ D	S.C.=0.21	
	CLP ""	C.M.=0.21	
PACKING		F=0.65	
	XEQ B	P=0.450	
p=3.00			2.00 RUN
D.L.=8.00			
t?			2.00 RUN
	2.88 run		3.00 RUN
DIFF=1.00			XEQ D
t=3.01			4.00 RUN
SIGN			XEQ D
DIFF=0.22		D.L.=1.00	
t=0.67		S.C.=5.55	
N.S.		C.M.=5.55	
DIFF=0.57		F=16.89	
t=1.72		P=0.004	
N.S.			

PROGRAM LISTING

STAT.09

 PROGRAMMAUFLISTUNG
 LISTAGE DU PROGRAMME
 LISTATO DI PROGRAMMA

01*LBL "ANVA5"	57 X↑2	113 STO 05	169 "D.L."	225 STO 00
02*LBL A	58 RCL 20	114 "F"	170 XEQ 11	226 X>0?
03 CLRG	59 RCL 21	115 XEQ 11	171 RCL 04	227 SF 02
04 STOP	60 RCL 22	116 XEQ 10	172 "S.C."	228 ABS
05 STO 20	61 *	117 "S/GROUP"	173 XEQ 11	229 1
06 STOP	62 *	118 AVIEW	174 RTN	230 RCL 00
07 STO 21	63 /	119 RCL 01	175*LBL 11	231 .196854
08 STO 25	64 STO 03	120 STO 00	176 "I="	232 *
09 STOP	65 RCL 15	121 "D.L."	177 ARCL X	233 +
10 STO 22	66 X<>Y	122 XEQ 11	178 AVIEW	234 RCL 00
11 30.054	67 -	123 RCL 08	179 RTN	235 X↑2
12 STO 26	68 STO 04	124 "S.C."	180*LBL E	236 .115194
13 ADV	69 RCL 02	125 XEQ 11	181 STOP	237 *
14*LBL 01	70 RCL 03	126 RCL 24	182 ST- 00	238 +
15 STOP	71 -	127 "C.M."	183 E-	239 RCL 00
16 ST+ 00	72 STO 07	128 XEQ 11	184 GTO 01	240 3
17 SREG 14	73 RCL 01	129 RCL 20	185*LBL 10	241 Y↑X
18 E+	74 RCL 02	130 RCL 21	186 2	242 .000344
19 GTO 01	75 -	131 RCL 22	187 ENTER↑	243 *
20*LBL B	76 STO 08	132 1	188 9	244 +
21 RCL 00	77 RCL 15	133 -	189 /	245 RCL 00
22 "EB"	78 RCL 01	134 *	190 STO 02	246 4
23 XEQ 11	79 -	135 *	191 RCL 00	247 Y↑X
24 ADV	80 STO 09	136 STO 01	192 /	248 .019527
25 ST+ 03	81 "ANVA"	137 RCL 09	193 STO 13	249 *
26 X↑2	82 AVIEW	138 X<>Y	194 RCL 02	250 +
27 RCL 22	83 "GROUP"	139 /	195 RCL 01	251 -4
28 /	84 AVIEW	140 STO 06	196 /	252 Y↑X
29 ST+ 01	85 RCL 20	141 RCL 24	197 STO 02	253 2
30 0	86 1	142 X<>Y	198 1	254 /
31 STO 00	87 -	143 /	199 -	255 CHS
32 7DSZ	88 "D.L."	144 "F"	200 CHS	256 1
33 GTO 01	89 XEQ 11	145 XEQ 11	201 RCL 05	257 +
34 RCL 21	90 STO 00	146 STO 05	202 3	258 FIX 3
35 STO 25	91 RCL 07	147 XEQ 10	203 1/X	259 FS?C 02
36 XEQ 02	92 "S.C."	148 "ERR."	204 Y↑X	260 XEQ 09
37 RCL 03	93 XEQ 11	149 AVIEW	205 *	261 "P"
38 "EA"	94 X<>Y	150 RCL 01	206 1	262 STO 27
39 XEQ 11	95 /	151 "D.L."	207 RCL 13	263 XEQ 11
40 ADV	96 STO 07	152 XEQ 11	208 -	264 FIX 2
41 X↑2	97 "C.M."	153 RCL 09	209 -	265 ADV
42 RCL 22	98 XEQ 11	154 "S.C."	210 STO 14	266 RTN
43 RCL 21	99 RCL 20	155 XEQ 11	211 RCL 02	267*LBL 09
44 *	100 RCL 21	156 RCL 06	212 RCL 05	268 1
45 /	101 1	157 "C.M."	213 2	269 X<>Y
46 ST+ 02	102 -	158 XEQ 11	214 ENTER↑	270 -
47 0	103 *	159 ADV	215 3	271 RTN
48 STO 03	104 STO 01	160 "TOT."	216 /	272*LBL 02
49 1	105 STO 28	161 AVIEW	217 Y↑X	273 RCL 03
50 ST+ 04	106 RCL 08	162 RCL 20	218 *	274 STO IND 26
51 RCL 04	107 X<>Y	163 RCL 21	219 RCL 13	275 ISG 26
52 RCL 20	108 /	164 RCL 22	220 +	276 RCL 21
53 X*Y?	109 STO 24	165 *	221 SORT	277 RCL 22
54 GTO 01	110 RCL 07	166 *	222 RCL 14	278 *
55 ADV	111 X<>Y	167 1	223 X<>Y	279 STO IND 26
56 RCL 14	112 /	168 -	224 /	280 ISG 26

PROGRAM LISTING

STAT.09

PROGRAMMAUFLISTUNG
LISTAGE DU PROGRAMME
LISTATO DI PROGRAMMA

281 RTN	337*LBL 03
282*LBL C	338 RCL 09
283 RCL 24	339 RCL 08
284 RCL 06	340 +
285 -	341 RCL 01
286 RCL 22	342 RCL 28
287 /	343 +
288 STO 01	344 STO 06
289 RCL 07	345 /
290 RCL 24	346 STO 05
291 -	347*LBL 04
292 RCL 22	348 RTN
293 /	349 .END.
294 RCL 21	
295 /	
296 STO 02	
297 RCL 01	
298 +	
299 RCL 06	
300 +	
301 STO 03	
302 RCL 02	
303 "VAR.A"	
304 XEQ 11	
305 XEQ 05	
306 "VAR.A%"	
307 XEQ 11	
308 RCL 01	
309 "VAR.B(A)"	
310 XEQ 11	
311 XEQ 05	
312 "VAR.B(A)%"	
313 XEQ 11	
314 RCL 06	
315 "VAR.ERR."	
316 XEQ 11	
317 XEQ 05	
318 "VAR.ERR.%"	
319 XEQ 11	
320 RTN	
321*LBL 05	
322 RCL 03	
323 /	
324 100	
325 *	
326 RTN	
327*LBL D	
328 .05	
329 RCL 27	
330 X>Y?	
331 GTO 03	
332 RCL 24	
333 STO 05	
334 RCL 28	
335 STO 06	
336 GTO 04	

REGISTERS, STATUS, FLAGS

REGISTERBELEGUNG, FLAGS, BETRIEBSARTEN

REGISTRES, INDICATEURS, MODES OPÉRATOIRES

REGISTRI, MODI OPERATIVI, FLAGS

Registers				Status			
Datenspeicher Registres de données Registri				Betriebsart Modes opératoires Modi operativi			
00	T _{b;d.l.l} a(b-1) T_a^2/bn	50		Size 055 Total Reg.		User Mode	
				Eng <input type="checkbox"/>	Fix <input checked="" type="checkbox"/>	Sci <input type="checkbox"/>	On <input checked="" type="checkbox"/>
				Deg <input type="checkbox"/>	Rad <input type="checkbox"/>	Grad <input type="checkbox"/>	Off <input type="checkbox"/>
	T _a			Purpose		Flags	
	S.C.totale			Bedeutung		SET	CLEAR
05	F	55		Signification			
	C.M.erreur			Scopo			
	S.C.groupes			00			
	S.C.s/groupes			01			
	S.C.erreur			02	S/progr. P(F)	X	
10		60		03			
				04			
				05			
				06			
				07			
15	Registres statistique	65		08			
				09			
				10			
				11	Audio execute		
				12			
20	a	70		13			
	b			14			
	n			15			
	C.M.s/groupes			16			
				17			
25		75		18			
				19			
				20			
				21	Printer Enable		
				22	Number Input		
30		80		23	Alpha Input		
				24	Range Ignore		
				25	Error Ignore		
				26	Audio Enable		
				27	User Mode		
35		85		28	Decimal Point		
				29	Digit Grouping		
				Assignments			
				Tastenbelegung / Assignations / Assegnamenti			
				Function	Key	Function	Key
				Funktion	Taste	Funktion	Taste
				Fonction	Touche	Fonction	Touche
				Funzione	Tasto	Funzione	Tasto
40		90					
45		95					
		99					

ANALYSE DE VARIANCE A DEUX FACTEURS

AVEC REPETITIONS

On étudie simultanément deux facteurs A et B, le premier à a niveaux, le second à b niveaux, représentant ab combinaisons (traitements). Chaque traitement est répété n fois, donnant un total de abn réponses. Le programme peut traiter jusqu'à 10 niveaux du facteur A; si a est supérieur à 10, affichage de ERROR.

Dans ce type d'ANVA, les variations dues aux traitements sont divisées en

- effets principaux de A et de B
- interaction AxB

Si cette interaction n'est pas significative, les deux facteurs sont considérés comme indépendants et peuvent être étudiés individuellement.

Facteur B (b = 2)	Facteur A (a = 3)			T_b
	A_1	A_2	A_3	
B_1	- - } T_g	- -	- -	(n = 2)
B_2	- -	- -	- -	

T_a

La table d'ANVA est la suivante :

Source de variation	Nbre de d.l.	Somme des carrés	Carré moyen	F
Facteur A	(a - 1)	-	s_A^2	F_A
Facteur B	(b - 1)	-	s_B^2	F_B
Interaction	(a-1)(b-1)	-	s_{AB}^2	F_{AB}
Erreur	ab(n - 1)	-	s_E^2	
Total	(abn - 1)			

Une ANVA à deux facteurs peut être de différents types :

- A et B sont des traitements fixés : ANVA Modèle I
- A et B sont aléatoires : ANVA Modèle II
- A est fixé, B est aléatoire : ANVA Modèle Mixte

Tests de signification

Les valeurs de F sont calculées de façon différente, selon le type d'ANVA :

ANVA Modèle I : A/Erreur, B/Erreur, AxB/Erreur

si l'interaction AxB est significative, les deux facteurs ne sont pas indépendants, et le programme ne calcule pas F_A et F_B

ANVA Modèle II : AxB/Erreur. Si AxB est significatif, A/AxB et B/AxB

Si AxB n'est pas significatif, il peut être combiné à Erreur : A/comb. et B/comb.

ANVA Modèle Mixte : A/AxB (ou A/comb.); B/Erreur

Les données sont entrées par groupes de \underline{n} et par rangée. Le programme affiche les totaux par groupes T_g et le total de la rangée T_b ; lorsque toutes les données sont entrées, affichage des totaux par colonnes, T_a .

On calcule :

$$\text{Somme des carrés totale} : \sum y^2 - F.C. \quad (1) \quad F.C. = (\sum y)^2 / abn$$

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

$$\text{S.C. Facteur A} : \sum T_a^2 / bn - F.C. \quad (3)$$

$$\text{S.C. Facteur B} : \sum T_b^2 / an - F.C. \quad (4)$$

$$\text{S.C. Interaction AxB} : (2) - (3) - (4)$$

$$\text{S.C. Erreur} : (1) - (2)$$

**PROGRAMMABLAUF
INSTRUCTIONS D'EMPLOI
NORME OPERATIVE**

[illegible]

STAT.10

EXEMPLE 1 - AxB non significatif (*)

<p>XEQ "ANVA6"</p> <p>2.00 RUN</p> <p>2.00 RUN</p> <p>2.00 RUN</p> <p>65.20 RUN</p> <p>66.40 RUN</p> <p>XEQ B</p> <p>$\Sigma=131.60$</p> <p>69.50 RUN</p> <p>70.50 RUN</p> <p>XEQ B</p> <p>$\Sigma=140.00$</p> <p>$\Sigma.B=271.60$</p> <p>68.70 RUN</p> <p>70.10 RUN</p> <p>XEQ B</p> <p>$\Sigma=138.80$</p> <p>73.80 RUN</p> <p>74.60 RUN</p> <p>XEQ B</p> <p>$\Sigma=148.40$</p> <p>$\Sigma.B=287.20$</p> <p>$\Sigma.A=270.40$</p> <p>$\Sigma.A=288.40$</p> <p>ANVA</p>			
	Modèle I	Modèle II	Modèle mixte
	XEQ A	XEQ C	XEQ D
	FACT.A	FACT.A	FACT.A
	D.L.=1.000	D.L.=1.000	D.L.=1.000
	S.C.=40.500	S.C.=40.500	S.C.=40.500
	C.M.=40.500	C.M.=40.500	C.M.=40.500
	F=64.286	F=75.000	F=75.000
	P=0.002	P=0.001	P=0.001
	FACT.B	FACT.B	FACT.B
	D.L.=1.00	D.L.=1.00	D.L.=1.00
	S.C.=30.42	S.C.=30.42	S.C.=30.42
	C.M.=30.42	C.M.=30.42	C.M.=30.42
	F=48.29	F=56.33	F=48.29
	P=0.003	P=0.001	P=0.003
	INT.A*B	INT.A*B	INT.A*B
	D.L.=1.00	D.L.=1.00	D.L.=1.00
	S.C.=0.18	S.C.=0.18	S.C.=0.18
	C.M.=0.18	C.M.=0.18	C.M.=0.18
	F=0.29	F=0.29	F=0.29
	P=0.61	P=0.61	P=0.61
	ERR.	ERR.	ERR.
	D.L.=4.00	D.L.=4.00	D.L.=4.00
	S.C.=2.52	S.C.=2.52	S.C.=2.52
	C.M.=0.63	C.M.=0.63	C.M.=0.63
	TOT.	TOT.	TOT.
	D.L.=7.00	D.L.=7.00	D.L.=7.00
	S.C.=73.62	S.C.=73.62	S.C.=73.62

STAT.10

EXEMPLE 2 - AxB significatif (**)

		Modèle I	Modèle II	Modèle mixte
XEQ "ANVA6"				
2.00	RUN			
2.00	RUN			
3.00	RUN			
		XEQ A	XEQ C	XEQ D
42.40	RUN	FACT.A	FACT.A	FACT.A
143.00	RUN	D.L.=1.000	D.L.=1.000	D.L.=1.000
42.10	RUN	S.C.=11.603	S.C.=11.603	S.C.=11.603
	XEQ E	C.M.=11.603	C.M.=11.603	C.M.=11.603
143.00	RUN	FACT.B	F=3.011	F=3.011
43.00	RUN	D.L.=1.000	P=0.338	P=0.338
	XEQ B	S.C.=0.270		
Σ=127.50		C.M.=0.270		
45.30	RUN	INT.A*B	FACT.B	FACT.B
45.10	RUN	D.L.=1.000	D.L.=1.00	D.L.=1.00
46.40	RUN	S.C.=3.853	S.C.=0.27	S.C.=0.27
	XEQ B	C.M.=3.853	C.M.=0.27	C.M.=0.27
Σ=136.80		F=9.838	F=0.07	F=0.69
Σ.B=264.30		P=0.014	P=0.673	P=0.435
43.30	RUN	ERR.	INT.A*B	INT.A*B
43.90	RUN	D.L.=8.000	D.L.=1.00	D.L.=1.00
44.60	RUN	S.C.=3.133	S.C.=3.85	S.C.=3.85
	XEQ B	C.M.=0.392	C.M.=3.85	C.M.=3.85
Σ=131.80			F=9.84	F=9.84
44.60	RUN	TOT.	P=0.01	P=0.01
44.20	RUN	D.L.=11.000		
45.50	RUN	S.C.=18.860	ERR.	ERR.
	XEQ B		D.L.=8.00	D.L.=8.00
Σ=134.30			S.C.=3.13	S.C.=3.13
Σ.B=266.10			C.M.=0.39	C.M.=0.39
			TOT.	TOT.
Σ.A=259.30			D.L.=11.00	D.L.=11.00
Σ.A=271.10			S.C.=18.86	S.C.=18.86
ANVA				

PROGRAM LISTING

STAT.10

 PROGRAMMAUFLISTUNG
 LISTAGE DU PROGRAMME
 LISTATO DI PROGRAMMA

01*LBL "ANVA6"	57 RCL 26	113 *	169*LBL D	225 FS? 03
02*LBL F	58 X*Y?	114 STO 18	170 "FACT.A"	226 GT0 16
03 CF 01	59 GT0 01	115 /	171 AVIEW	227 XEQ 05
04 CF 02	60 ADV	116 STO 23	172 RCL 20	228 XEQ 06
05 CF 03	61*LBL 02	117 RCL 10	173 1	229 GT0 18
06 CLRG	62 RCL IND 25	118 RCL 11	174 -	230*LBL 16
07 STOP	63 "Σ.A"	119 -	175 "D.L."	231 XEQ 04
08 STO 20	64 XEQ 11	120 STO 17	176 XEQ 11	232 XEQ 06
09 11	65 X↑2	121 RCL 20	177 STO 00	233 GT0 18
10 X<=Y?	66 RCL 21	122 RCL 21	178 RCL 13	234*LBL 14
11 GT0 13	67 RCL 22	123 *	179 "S.C."	235 FS? 03
12 STOP	68 *	124 RCL 22	180 XEQ 11	236 GT0 18
13 STO 21	69 /	125 1	181 X<>Y	237*LBL 17
14 STOP	70 ST+ 13	126 -	182 /	238 XEQ 03
15 STO 22	71 7ISZ	127 *	183 "C.M."	239 XEQ 06
16 ADV	72 RCL 20	128 STO 16	184 STO 28	240*LBL 18
17*LBL 01	73 RCL 25	129 /	185 XEQ 11	241 "INT.A*B"
18 STOP	74 X*Y?	130 STO 15	186 FS? 03	242 AVIEW
19 ST+ 23	75 GT0 02	131 RCL 18	187 GT0 07	243 RCL 18
20 ΣREG 14	76 RCL 14	132 STO 00	188 FS? 02	244 "D.L."
21 Σ+	77 X↑2	133 RCL 16	189 GT0 08	245 XEQ 11
22 GT0 01	78 RCL 20	134 STO 01	190 XEQ 05	246 RCL 14
23*LBL B	79 RCL 21	135 RCL 23	191 XEQ 06	247 "S.C."
24 RCL 23	80 *	136 RCL 15	192 GT0 09	248 XEQ 11
25 "Σ"	81 RCL 22	137 /	193*LBL 08	249 RCL 23
26 XEQ 11	82 *	138 STO 05	194 XEQ 03	250 "C.M."
27 ADV	83 /	139 XEQ 10	195 XEQ 06	251 XEQ 11
28 ST+ IND 25	84 STO 24	140 STO 27	196 GT0 09	252 RCL 15
29 ST+ 10	85 RCL 15	141 .05	197*LBL 07	253 /
30 X↑2	86 -	142 X>Y?	198 FS? 02	254 "F"
31 RCL 22	87 CHS	143 SF 03	199 GT0 09	255 XEQ 11
32 /	88 STO 10	144 RCL 23	200 XEQ 04	256 RCL 27
33 ST+ 11	89 RCL 11	145 RCL 18	201 XEQ 06	257 "P"
34 0	90 RCL 24	146 *	202*LBL 09	258 XEQ 11
35 STO 23	91 -	147 RCL 15	203 "FACT.B"	259 ADV
36 7ISZ	92 STO 11	148 RCL 16	204 AVIEW	260 "ERR."
37 RCL 20	93 RCL 12	149 *	205 RCL 21	261 AVIEW
38 RCL 25	94 RCL 24	150 +	206 1	262 RCL 16
39 X*Y?	95 -	151 RCL 18	207 -	263 "D.L."
40 GT0 01	96 STO 12	152 RCL 16	208 "D.L."	264 XEQ 11
41 RCL 10	97 RCL 13	153 +	209 XEQ 11	265 RCL 17
42 "Σ.B"	98 RCL 24	154 /	210 STO 00	266 "S.C."
43 XEQ 11	99 -	155 STO 25	211 RCL 12	267 XEQ 11
44 ADV	100 STO 13	156 RCL 16	212 "S.C."	268 RCL 15
45 X↑2	101 RCL 11	157 RCL 18	213 XEQ 11	269 "C.M."
46 RCL 20	102 RCL 12	158 +	214 X<>Y	270 XEQ 11
47 RCL 22	103 RCL 13	159 STO 26	215 /	271 ADV
48 *	104 +	160 "ANVA"	216 "C.M."	272 RCL 20
49 /	105 -	161 AVIEW	217 STO 28	273 RCL 21
50 ST+ 12	106 STO 14	162 RTN	218 XEQ 11	274 RCL 22
51 0	107 RCL 20	163*LBL C	219 FS? 01	275 *
52 STO 10	108 1	164 SF 01	220 GT0 15	276 *
53 STO 25	109 -	165 GT0 20	221 FS? 02	277 1
54 1	110 RCL 21	166*LBL A	222 GT0 14	278 -
55 ST+ 26	111 1	167 SF 02	223 GT0 17	279 "TOT."
56 RCL 21	112 -	168*LBL 20	224*LBL 15	280 AVIEW

STAT.10

281 "D.L.+"	337 /	393 Y+X
282 XEQ 11	338 STO 02	394 2
283 RCL 10	339 1	395 /
284 "S.C."	340 -	396 CHS
285 XEQ 11	341 CHS	397 1
286 RTN	342 RCL 05	398 +
287+LBL E	343 3	399 FIX 3
288 STOP	344 1/X	400 FS?C 04
289 ST- 23	345 Y+X	401 XEQ 12
290 Σ-	346 *	402 RTN
291 GT0 01	347 1	403+LBL 12
292+LBL 11	348 RCL 03	404 1
293 "I="	349 -	405 X<>Y
294 ARCL X	350 -	406 -
295 RVIEW	351 STO 07	407 RTN
296 RTN	352 RCL 02	408 .END.
297+LBL 03	353 RCL 05	
298 RCL 16	354 2	
299 STO 01	355 ENTER↑	
300 RCL 15	356 3	
301 RTN	357 /	
302+LBL 04	358 Y+X	
303 RCL 18	359 *	
304 STO 01	360 RCL 03	
305 RCL 23	361 +	
306 RTN	362 SQRT	
307+LBL 05	363 RCL 07	
308 RCL 26	364 X<>Y	
309 STO 01	365 /	
310 RCL 25	366 STO 00	
311 RTN	367 "X>0?"	
312+LBL 06	368 SF 04	
313 RCL 28	369 ABS	
314 X<>Y	370 1	
315 /	371 RCL 00	
316 STO 05	372 .196854	
317 "F"	373 *	
318 XEQ 11	374 +	
319 RCL 01	375 RCL 00	
320 XEQ 10	376 X↑2	
321 "P"	377 .115194	
322 XEQ 11	378 *	
323 FIX 2	379 +	
324 ADV	380 RCL 00	
325 RTN	381 3	
326+LBL 10	382 Y+X	
327 2	383 .000344	
328 ENTER↑	384 *	
329 9	385 +	
330 /	386 RCL 00	
331 STO 02	387 4	
332 RCL 00	388 Y+X	
333 /	389 .019527	
334 STO 03	390 *	
335 RCL 02	391 +	
336 RCL 01	392 -4	

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

[illegible]

STATISTIQUES APPLIQUÉES I

MOYENNE ET INTERVALLE DE CONFIANCE
HISTOGRAMME ; TEST DE NORMALITÉ
DEUX ÉCHANTILLONS INDÉPENDANTS. TESTS «F» ET «t»
DEUX ÉCHANTILLONS APPARIÉS. TEST «t»
ANVA UN FACTEUR RANDOMISÉ
ANVA EN BLOCS
ANVA EN CARRÉ LATIN
COMPARAISONS DE MOYENNES
ANVA EMBOITÉE
ANVA DEUX FACTEURS



Scan Copyright ©
The Museum of HP Calculators
www.hpmuseum.org

Original content used with permission.

Thank you for supporting the Museum of HP
Calculators by purchasing this Scan!

Please to not make copies of this scan or
make it available on file sharing services.