FORMATIONS AUX STATISTIQUES : MANUEL DU FORMATEUR DE NIVEAU 1

Janvier 1991

SCÉNARIO 10

Utilisation d'un test statistique : comparaison de 2 échantillons

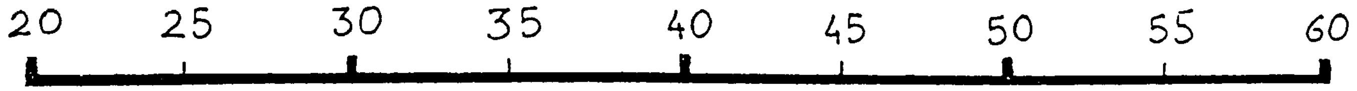
INRA

DOCUMENTS "STAGIAIRE"

DÉPARTEMENT DE BIOMÉTRIE

formation permanente fP

AGES DES AGENTS DES CENTRES D'ANTIBES ET DE NANCY
CALCUL DES MEDIANES ET DES SOMMES DES RANGS



Antibes (A)

Nancy (N)

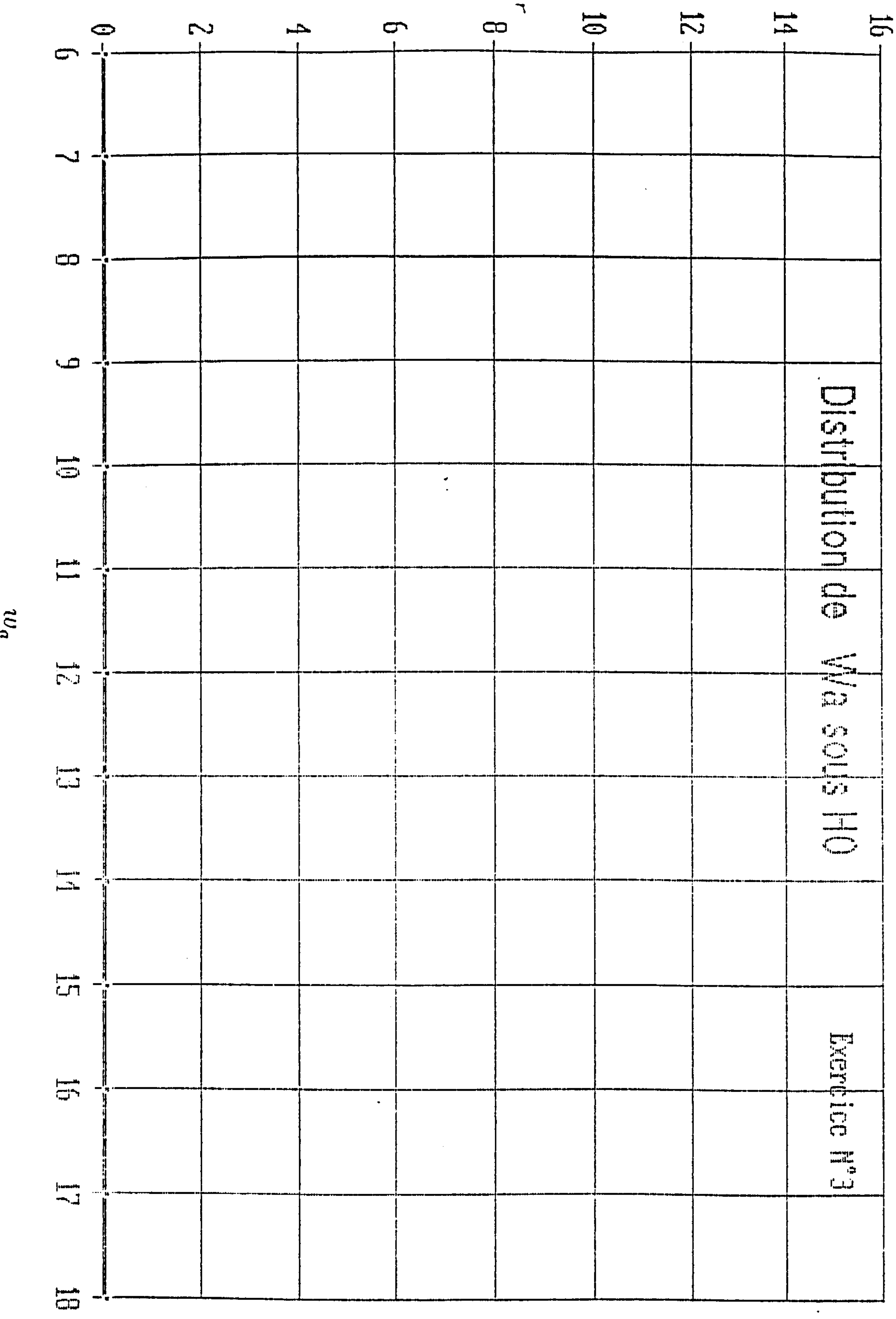
CENTRE	AGE DES AGENTS	MÉDIANE
Antibes		
Nancy		

	RANGS DE A	RANGS DE N
Somme des rangs	Wa =	Wn =

TABLEAU DES PROBABILITÉS CUMULÉES DE W_a SOUS $H0$

Liste des 35 combinaisons possibles Rangs							Valeurs possibles des Sommes des Rangs		Nombre de combinaisons donnant w_a	Loi de probabilité de W_a en % $P\{W_a = w_A\}$	Probabilité Cumulée de W_a en % $P\{W_a \geq w_a\}$
1	2	3	4	5	6	7	wn	wa			
N	N	N	N	A	A	A	10	18			
N	N	N	A	N	A	A	11	17			
N	N	A	N	N	A	A	12	16			
N	N	N	A	A	N	A	12	16			
N	A	N	N	N	A	A	13	15			
N	N	A	N	A	N	A	13	15			
N	N	N	A	A	A	N	13	15			
A	N	N	N	N	A	A	14	14			
N	A	N	N	A	N	A	14	14			
N	N	A	A	N	N	A	14	14			
N	N	A	N	A	A	N	14	14			
A	N	N	N	A	N	A	15	13			
N	A	N	A	N	N	A	15	13			
N	A	N	N	A	A	N	15	13			
N	N	A	A	N	A	N	15	13			
A	N	N	A	N	N	A	16	12			
N	A	A	N	N	N	A	16	12			
A	N	N	N	A	A	N	16	12			
N	A	N	A	N	A	N	16	12			
N	N	A	A	A	N	N	16	12			
A	N	A	N	N	N	A	17	11			
A	N	N	A	N	A	N	17	11			
N	A	A	N	N	A	N	17	11			
N	A	N	A	A	N	N	17	11			
A	A	N	N	N	N	A	18	10			
A	N	A	N	N	A	N	18	10			
A	N	N	A	A	N	N	18	10			
N	A	A	N	A	N	N	18	10			
A	A	N	N	N	A	N	19	9			
A	N	A	N	A	N	N	19	9			
N	A	A	A	N	N	N	19	9			
A	A	N	N	A	N	N	20	8			
A	N	A	A	N	N	N	20	8			
A	A	N	A	N	N	N	21	7			
A	A	A	N	N	N	N	22	6			
Nb de Combinaisons:						35					

W_a est la valeur observée, w_A une valeur possible, c'est-à-dire successivement 6, 7, 8 … 18


Distribution de Wa sous H0
Exercice n°3
r
0
2
4
6
8
10
12
14
16
w_a
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18

	Ce que l'on décide	
Situation Réelle	ACCEPTER H_0	REJETER H_0 (ou accepter H_1)
H_0 Vraie		
H_0 Fausse ou (H_1 vraie)		

Résultats possibles d'un test d'hypothèse

UTILISATION du TEST de WILCOXON:

Cet exercice est basé sur l'utilisation du **test de Signe et Rang de Wilcoxon** (ou encore test de rang à un échantillon):

Pour une expérience, sur un grand nombre de poules pondeuses, on utilise une machine permettant de distribuer des rations individuelles d'aliment à chaque animal. On désire distribuer à chaque poule 1 000 g d'aliment. Pour vérifier si la machine destinée à cette opération est correctement réglée, on prend au hasard 12 mangeoires préalablement remplies par la machine, et on les pèse; on obtient les poids suivants:

1017 1001 1008 995 1006 1011 1009 1009 1003 998 990
1007

Question: au vu de ces résultats doit-on régler la machine ?

Utilisation du test t de Student:

Poids (en g) de 2 lots de poulets à 6 semaines:

Lot 1	Lot 2
445	418
521	366
453	357
422	354
403	356
414	428
424	473
425	380
425	385
462	449

$\widehat{m}_1 =$ 439,4 $\widehat{m}_2 =$ 396,6 ou $\hat{m}$: moyenne estimée
$\widehat{s}_1 =$ 33,85 $\widehat{s}_2 =$ 42,69 et $\hat{s}$: écart-type estimé

Construire les différentes étapes nécessaires à l'utilisation d'un test d'hypothèse à l'aide du test t :

1 - Définition des Hypothèses H_0 et H_1:

2 - Choix d'un résumé des données:

3 - Chercher toutes les valeurs possibles de la statistique sous H_0 et les probabilités associées (utiliser une table).

4 - Choisir le risque de 1$^{\text{ère}}$ espèce α

5 - Faire le calcul de la statistique avec les résultats de l'expérience, et décider le rejet ou l'acceptation de l'Hypothèse de départ en fonction soit d'une valeur critique ou d'une probabilité critique.

	centre	grade	sexe	age
1	ANTIBES	4B	H	60
2	ANTIBES	5B	H	50
3	ANTIBES	6B	H	50
4	ANTIBES	6B	H	52
5	ANTIBES	7B	F	33
6	ANTIBES	7B	F	36
7	ANTIBES	AGT1	H	49
8	ANTIBES	AGT2	F	35
9	ANTIBES	AGT2	F	39
10	ANTIBES	AGT2	F	40
11	ANTIBES	AGT2	F	40
12	ANTIBES	AGT2	F	42
13	ANTIBES	AGT2	F	43
14	ANTIBES	AGT2	F	47
15	ANTIBES	AGT2	F	48
16	ANTIBES	AGT2	F	49
17	ANTIBES	AGT2	F	49
18	ANTIBES	AGT2	F	49
19	ANTIBES	AGT2	F	49
20	ANTIBES	AGT2	F	51
21	ANTIBES	AGT2	F	51
22	ANTIBES	AGT2	F	56
23	ANTIBES	AGT2	F	56
24	ANTIBES	AGT2	F	56
25	ANTIBES	AGT2	F	57
26	ANTIBES	AGT2	F	58
27	ANTIBES	AGT2	F	61
28	ANTIBES	AGT2	H	22
29	ANTIBES	AGT2	H	26
30	ANTIBES	AGT2	H	28
31	ANTIBES	AGT2	H	32
32	ANTIBES	AGT2	H	33
33	ANTIBES	AGT2	H	36
34	ANTIBES	AGT2	H	40
35	ANTIBES	AGT2	H	40
36	ANTIBES	AGT2	H	42
37	ANTIBES	AGT2	H	50
38	ANTIBES	AGT2	H	56
39	ANTIBES	AGT2	H	58
40	ANTIBES	AGT2	H	59
41	ANTIBES	AI	F	27
42	ANTIBES	AI	F	40
43	ANTIBES	AI	F	47
44	ANTIBES	AI	F	48
45	ANTIBES	AI	H	37
46	ANTIBES	AI	H	43
47	ANTIBES	AI	H	47
48	ANTIBES	AI	H	49
49	ANTIBES	AI	H	50
50	ANTIBES	AI	H	51
51	ANTIBES	AJA2	F	28
52	ANTIBES	AJA2	F	30
53	ANTIBES	AJA2	F	38
54	ANTIBES	AJA2	F	39
55	ANTIBES	AJA2	F	40
56	ANTIBES	AJA2	F	41
57	ANTIBES	AJT1	H	40
58	ANTIBES	AJT1	H	43
59	ANTIBES	AJT1	H	48
60	ANTIBES	AJT1	H	52
61	ANTIBES	AJT1	H	57
62	ANTIBES	AJT2	F	27
63	ANTIBES	AJT2	F	32
64	ANTIBES	AJT2	F	32
65	ANTIBES	AJT2	F	34
66	ANTIBES	AJT2	F	38
67	ANTIBES	AJT2	F	43
68	ANTIBES	AJT2	F	45
69	ANTIBES	AJT2	F	51
70	ANTIBES	AJT2	F	53
71	ANTIBES	AJT2	H	24
72	ANTIBES	AJT2	H	30
73	ANTIBES	AJT2	H	31
74	ANTIBES	AJT2	H	32
75	ANTIBES	AJT2	H	36
76	ANTIBES	AJT2	H	38
77	ANTIBES	AJT2	H	38
78	ANTIBES	AJT2	H	41
79	ANTIBES	AJT2	H	41
80	ANTIBES	AJT2	H	42
81	ANTIBES	AJT2	H	43
82	ANTIBES	AJT2	H	44
83	ANTIBES	AJT2	H	47
84	ANTIBES	AJT2	H	48
85	ANTIBES	AJT2	H	48
86	ANTIBES	AJT2	H	49
87	ANTIBES	AJT2	H	50
88	ANTIBES	AJT2	H	52
89	ANTIBES	AJT2	H	52
90	ANTIBES	AJT2	H	53
91	ANTIBES	AJT2	H	53
92	ANTIBES	AJT2	H	54
93	ANTIBES	AJT2	H	55
94	ANTIBES	AJT2	H	56
95	ANTIBES	AJT2	H	57
96	ANTIBES	AJT2	H	58
97	ANTIBES	AJT2	H	59
98	ANTIBES	AJT2	H	59
99	ANTIBES	AJT2	H	60
100	ANTIBES	AJT2	H	64
101	ANTIBES	ASC	F	25
102	ANTIBES	ASC	H	27
103	ANTIBES	ATP	H	64
104	ANTIBES	CC	F	30
105	ANTIBES	CR1	F	55
106	ANTIBES	CR1	H	32
107	ANTIBES	CR1	H	35
108	ANTIBES	CR1	H	36
109	ANTIBES	CR1	H	38
110	ANTIBES	CR1	H	40
111	ANTIBES	CR1	H	44
112	ANTIBES	CR1	H	45
113	ANTIBES	CR1	H	47
114	ANTIBES	CR1	H	48
115	ANTIBES	CR1	H	50
116	ANTIBES	CR1	H	56
117	ANTIBES	CR1	H	63
118	ANTIBES	CR2	F	28
119	ANTIBES	CR7	F	29
120	ANTIBES	CR2	H	27
121	ANTIBES	CR2	H	28
122	ANTIBES	CR2	H	28
123	ANTIBES	CR2	H	29
124	ANTIBES	CR2	H	29
125	ANTIBES	CR2	H	36
126	ANTIBES	DR1	H	50
127	ANTIBES	DR2	F	53
128	ANTIBES	DR2	H	39
129	ANTIBES	DR2	H	42
130	ANTIBES	DR2	H	43
131	ANTIBES	DR2	H	45
132	ANTIBES	DR2	H	45
133	ANTIBES	DR2	H	47
134	ANTIBES	DR2	H	48
135	ANTIBES	DR2	H	49
136	ANTIBES	DR2	H	52
137	ANTIBES	DR2	H	54
138	ANTIBES	DR2	H	55
139	ANTIBES	DR2	H	55
140	ANTIBES	DR2	H	56
141	ANTIBES	DR2	H	57
142	ANTIBES	DR2	H	58
143	ANTIBES	DR2	H	59
144	ANTIBES	DR2	H	60
145	ANTIBES	DR2	H	61
146	ANTIBES	DR2	H	61
147	ANTIBES	DRE	H	63
148	ANTIBES	IE1	H	65
149	ANTIBES	IE2	F	31
150	ANTIBES	IE2	F	32
151	ANTIBES	IE2	F	48
152	ANTIBES	IE2	F	50
153	ANTIBES	IE2	F	51
154	ANTIBES	IE2	F	53
155	ANTIBES	IE2	F	55
156	ANTIBES	IE2	F	58
157	ANTIBES	IE2	H	27
158	ANTIBES	IE2	H	30
159	ANTIBES	IE2	H	30
160	ANTIBES	IE2	H	33
161	ANTIBES	IE2	H	42
162	ANTIBES	IE2	H	42
163	ANTIBES	IE2	H	46
164	ANTIBES	IE2	H	47
165	ANTIBES	IE2	H	48
166	ANTIBES	IE2	H	48
167	ANTIBES	IE2	H	49
168	ANTIBES	IE2	H	53
169	ANTIBES	IE2	H	57
170	ANTIBES	IR2	F	45
171	ANTIBES	IR2	F	50
172	ANTIBES	IR2	H	32
173	ANTIBES	IR2	H	45
174	ANTIBES	IR2	H	46
175	ANTIBES	IR2	H	50
176	ANTIBES	IR2	H	64
177	ANTIBES	SAR1	F	35
178	ANTIBES	SAR1	F	45
179	ANTIBES	SAR1	F	49
180	ANTIBES	SAR1	F	50
181	ANTIBES	SAR2	F	38
182	ANTIBES	SAR2	F	59
183	ANTIBES	SAR3	F	26
184	ANTIBES	SAR3	F	38
185	ANTIBES	SAR3	F	40
186	ANTIBES	SAR3	F	40
187	ANTIBES	SAR3	F	41
188	ANTIBES	SAR3	F	41
189	ANTIBES	SAR3	F	44
190	ANTIBES	TR1	H	28
191	ANTIBES	TR1	H	40
192	ANTIBES	TR1	H	41
193	ANTIBES	TR1	H	49
194	ANTIBES	TR1	H	50
195	ANTIBES	TR1	H	57
196	ANTIBES	TR1	H	57
197	ANTIBES	TR2	F	49
198	ANTIBES	TR2	F	49
199	ANTIBES	TR2	F	50
200	ANTIBES	TR2	H	43
201	ANTIBES	TR2	H	46
202	ANTIBES	TR2	H	56
203	ANTIBES	TR3	F	27
204	ANTIBES	TR3	F	33
205	ANTIBES	TR3	F	36
206	ANTIBES	TR3	F	42
207	ANTIBES	TR3	F	42
208	ANTIBES	TR3	F	54
209	ANTIBES	TR3	F	60
210	ANTIBES	TR3	H	22
211	ANTIBES	TR3	H	39
212	ANTIBES	TR3	H	39
213	ANTIBES	TR3	H	42
214	ANTIBES	TR3	H	43
215	ANTIBES	TR3	H	45
216	ANTIBES	TR3	H	46
217	ANTIBES	TR3	H	50
218	ANTIBES	TR3	H	58
219	NANCY	6B	F	30
220	NANCY	6B	H	59
221	NANCY	7B	F	40
222	NANCY	AAR1	F	49
223	NANCY	AGT1	H	33
224	NANCY	AGT1	H	49
225	NANCY	AGT1	H	55
226	NANCY	AGT2	F	26
227	NANCY	AGT2	F	27
228	NANCY	AGT2	F	30
229	NANCY	AGT2	F	34
230	NANCY	AGT2	F	35
231	NANCY	AGT2	F	38
232	NANCY	AGT2	F	47
233	NANCY	AGT2	F	50
234	NANCY	AGT2	F	52
235	NANCY	AGT2	F	61
236	NANCY	AGT2	F	61
237	NANCY	AGT2	H	28
238	NANCY	AGT2	H	29
239	NANCY	AGT2	H	30
240	NANCY	AGT2	H	31
241	NANCY	AGT2	H	31
242	NANCY	AGT2	H	33
243	NANCY	AGT2	H	36
244	NANCY	AGT2	H	39
245	NANCY	AGT2	H	50
246	NANCY	AGT2	H	54

Annexe 1 , page 1

	centre	grade	sexe	age
247	NANCY	AGT2	H	55
248	NANCY	AGT2	H	63
249	NANCY	AI	F	33
250	NANCY	AI	F	37
251	NANCY	AI	F	42
252	NANCY	AI	F	43
253	NANCY	AI	F	49
254	NANCY	AI	H	33
255	NANCY	AI	H	35
256	NANCY	AI	H	36
257	NANCY	AI	H	38
258	NANCY	AI	H	42
259	NANCY	AI	H	42
260	NANCY	AI	H	54
261	NANCY	AI	H	57
262	NANCY	AI	H	58
263	NANCY	AJA2	F	24
264	NANCY	AJA2	F	32
265	NANCY	AJA2	F	37
266	NANCY	AJA2	F	38
267	NANCY	AJA2	F	44
268	NANCY	AJA2	F	48
269	NANCY	AJA2	F	49
270	NANCY	AJA2	F	57
271	NANCY	AJA2	F	59
272	NANCY	AJT1	H	40
273	NANCY	AJT1	H	45
274	NANCY	AJT1	H	60
275	NANCY	AJT2	F	31
276	NANCY	AJT2	F	41
277	NANCY	AJT2	F	41
278	NANCY	AJT2	F	46
279	NANCY	AJT2	F	63
280	NANCY	AJT2	H	23
281	NANCY	AJT2	H	30
282	NANCY	AJT2	H	32
283	NANCY	AJT2	H	34
284	NANCY	AJT2	H	36
285	NANCY	AJT2	H	36
286	NANCY	AJT2	H	36
287	NANCY	AJT2	H	37
288	NANCY	AJT2	H	37
289	NANCY	AJT2	H	37
290	NANCY	AJT2	H	39
291	NANCY	AJT2	H	39
292	NANCY	AJT2	H	39
293	NANCY	AJT2	H	40
294	NANCY	AJT2	H	41
295	NANCY	AJT2	H	42
296	NANCY	AJT2	H	44
297	NANCY	AJT2	H	44
298	NANCY	AJT2	H	46
299	NANCY	AJT2	H	47
300	NANCY	AJT2	H	47
301	NANCY	AJT2	H	47
302	NANCY	AJT2	H	48
303	NANCY	AJT2	H	49
304	NANCY	AJT2	H	50
305	NANCY	AJT2	H	50
306	NANCY	AJT2	H	55
307	NANCY	AJT2	H	55
308	NANCY	AJT2	H	56
309	NANCY	AJT2	H	57
310	NANCY	ASC	H	25
311	NANCY	ASC	H	26
312	NANCY	ASC	H	27
313	NANCY	ASC	H	27
314	NANCY	CR1	F	31
315	NANCY	CR1	F	47
316	NANCY	CR1	H	31
317	NANCY	CR1	H	32
318	NANCY	CR1	H	33
319	NANCY	CR1	H	36
320	NANCY	CR1	H	39
321	NANCY	CR1	H	41
322	NANCY	CR1	H	41
323	NANCY	CR1	H	43
324	NANCY	CR1	H	43
325	NANCY	CR1	H	48
326	NANCY	CR2	H	28
327	NANCY	CR2	H	29
328	NANCY	CR2	H	29
329	NANCY	CR2	H	29
330	NANCY	CR2	H	32
331	NANCY	DR1	H	48
332	NANCY	DR1	H	60
333	NANCY	DR2	H	33
334	NANCY	DR2	H	37
335	NANCY	DR2	H	37
336	NANCY	DR2	H	39
337	NANCY	DR2	H	41
338	NANCY	DR2	H	42
339	NANCY	DR2	H	43
340	NANCY	DR2	H	46
341	NANCY	DR2	H	47
342	NANCY	DR2	H	49
343	NANCY	DR2	H	50
344	NANCY	DR2	H	55
345	NANCY	DR2	H	57
346	NANCY	IE1	H	57
347	NANCY	IE1	H	58
348	NANCY	IE2	F	25
349	NANCY	IE2	F	28
350	NANCY	IE2	F	34
351	NANCY	IE2	F	35
352	NANCY	IE2	F	39
353	NANCY	IE2	F	39
354	NANCY	IE2	F	41
355	NANCY	IE2	F	41
356	NANCY	IE2	F	42
357	NANCY	IE2	F	45
358	NANCY	IE2	F	47
359	NANCY	IE2	H	26
360	NANCY	IE2	H	27
361	NANCY	IE2	H	28
362	NANCY	IE2	H	29
363	NANCY	IE2	H	34
364	NANCY	IE2	H	37
365	NANCY	IE2	H	41
366	NANCY	IE2	H	45
367	NANCY	IE2	H	48
368	NANCY	IE2	H	49
369	NANCY	IE2	H	51
370	NANCY	IE2	H	59
371	NANCY	IE2	H	62
372	NANCY	IR1	H	51
373	NANCY	IR2	H	31
374	NANCY	IR2	H	37
375	NANCY	IR2	H	37
376	NANCY	IR2	H	38
377	NANCY	IR2	H	39
378	NANCY	IR2	H	43
379	NANCY	IR2	H	49
380	NANCY	SAR1	F	43
381	NANCY	SAR1	F	45
382	NANCY	SAR1	F	48
383	NANCY	SAR2	F	40
384	NANCY	SAR2	F	50
385	NANCY	SAR3	F	23
386	NANCY	SAR3	F	26
387	NANCY	SAR3	F	34
388	NANCY	SAR3	F	37
389	NANCY	SAR3	F	41
390	NANCY	SAR3	F	46
391	NANCY	SAR3	F	48
392	NANCY	TR1	F	27
393	NANCY	TR1	F	29
394	NANCY	TR1	F	52
395	NANCY	TR1	H	26
396	NANCY	TR1	H	43
397	NANCY	TR1	H	46
398	NANCY	TR1	H	48
399	NANCY	TR2	H	57
400	NANCY	TR2	H	57
401	NANCY	TR3	F	23
402	NANCY	TR3	F	31
403	NANCY	TR3	F	32
404	NANCY	TR3	F	33
405	NANCY	TR3	F	39
406	NANCY	TR3	F	51
407	NANCY	TR3	H	24
408	NANCY	TR3	H	27
409	NANCY	TR3	H	29
410	NANCY	TR3	H	29
411	NANCY	TR3	H	32
412	NANCY	TR3	H	33
413	NANCY	TR3	H	33
414	NANCY	TR3	H	35
415	NANCY	TR3	H	37
416	NANCY	TR3	H	41
417	NANCY	TR3	H	41
418	NANCY	TR3	H	42
419	NANCY	TR3	H	42
420	NANCY	TR3	H	43
421	NANCY	TR3	H	46
422	NANCY	TR3	H	46
423	NANCY	TR3	H	51
424	NANCY	TR3	H	58
425	NANCY	TR3	H	59

Annexe 1, page 2

Annexe n° 2

Table de nombres au hasard (1)

03 47 43 73 86	36 96 47 36 61	46 98 63 71 62	33 26 16 80 45	60 11 14 10 95
97 74 24 67 62	42 81 14 57 20	42 53 32 37 32	27 07 36 07 51	24 51 79 89 73
16 76 62 27 66	56 50 26 71 07	32 90 79 78 53	13 55 38 58 59	88 97 54 14 10
12 56 85 99 26	96 96 68 27 31	05 03 72 93 15	57 12 10 14 21	88 26 49 81 76
55 59 56 35 64	38 54 82 46 22	31 62 43 09 90	06 18 44 32 53	23 83 01 30 30
16 22 77 94 39	49 54 43 54 82	17 37 93 23 78	87 35 20 96 43	84 26 34 91 64
84 42 17 53 31	57 24 55 06 88	77 04 74 47 67	21 76 33 50 25	83 92 12 06 76
63 01 63 78 59	16 95 55 67 19	98 10 50 71 75	12 86 73 58 07	44 39 52 38 79
33 21 12 34 29	78 64 56 07 82	52 42 07 44 38	15 51 00 13 42	99 66 02 79 54
57 60 86 32 44	09 47 27 96 54	49 17 46 09 62	90 52 84 77 27	08 02 73 43 28
18 18 07 92 46	44 17 16 58 09	79 83 86 19 62	06 76 50 03 10	55 23 64 05 05
26 62 38 97 75	84 16 07 44 99	83 11 46 32 24	20 14 85 88 45	10 93 72 88 71
23 42 40 64 74	82 97 77 77 81	07 45 32 14 08	32 98 94 07 72	93 85 79 10 75
42 36 28 19 95	50 92 26 11 97	00 56 76 31 38	80 22 02 53 53	86 60 42 04 53
37 85 94 35 12	83 39 50 08 30	42 34 07 96 88	54 42 06 87 98	35 85 29 48 39
70 29 17 12 13	40 33 20 38 26	13 89 51 03 74	17 76 37 13 04	07 74 21 19 30
56 62 18 37 35	96 83 50 87 75	97 12 25 93 47	70 33 24 03 54	97 77 46 44 80
99 49 57 22 77	88 42 95 45 72	16 64 36 16 00	04 43 18 66 79	94 77 24 21 90
16 08 15 04 72	33 27 14 34 09	45 59 34 68 49	12 72 07 34 45	99 27 72 95 14
31 16 93 32 43	50 27 89 87 19	20 15 37 00 49	52 85 66 60 44	38 68 88 11 80
68 34 30 13 70	55 74 30 77 40	44 22 78 84 26	04 33 46 09 52	68 07 97 06 57
74 57 25 65 76	59 29 97 68 60	71 91 38 67 54	13 58 18 24 76	15 54 55 95 52
27 42 37 86 53	48 55 90 65 72	96 57 69 36 10	96 46 92 42 45	97 60 49 04 91
00 39 68 29 61	66 37 32 20 30	77 84 57 03 29	10 45 65 04 26	11 04 96 67 24
29 94 98 94 24	68 49 69 10 82	53 75 91 93 30	34 25 20 57 27	40 48 73 51 92
16 90 82 66 50	83 62 64 11 12	67 19 00 71 78	60 47 21 20 68	22 02 37 03 31
11 27 94 75 06	26 04 10 74 66	02 94 37 34 02	76 70 90 30 86	38 45 94 30 38
35 24 10 16 20	33 32 51 26 38	79 78 45 04 91	16 92 53 56 16	02 75 50 95 98
38 23 16 86 38	42 38 07 01 50	87 75 66 81 41	40 01 74 91 62	48 51 84 08 32
31 96 25 91 47	96 44 33 49 13	34 86 82 53 91	00 52 43 48 85	27 55 26 89 62
66 67 40 67 14	64 25 71 95 86	11 05 65 09 68	76 83 20 37 90	57 16 00 11 66
14 00 84 45 11	75 73 38 05 90	52 27 41 14 86	22 98 12 22 08	07 52 74 95 80
68 05 51 18 00	33 76 02 75 10	07 60 62 93 55	59 33 82 43 90	49 37 38 44 50
20 46 78 73 90	97 51 40 14 02	04 02 33 31 08	39 54 16 40 36	47 95 93 13 30
64 19 58 97 79	15 06 15 93 20	01 90 10 75 06	40 78 78 89 62	02 67 74 17 33
05 26 93 70 60	22 35 85 15 13	92 03 51 59 77	59 56 78 06 83	52 91 05 70 74
07 97 10 88 23	09 98 42 99 64	61 71 62 99 15	06 51 29 16 93	58 05 77 09 51
68 71 86 85 85	54 87 66 47 54	73 32 08 11 12	44 95 92 63 16	29 56 24 29 48
26 99 61 65 53	58 37 78 80 70	42 10 50 67 42	32 17 55 85 74	94 44 67 16 94
14 65 52 68 75	87 59 36 22 41	26 78 63 06 55	13 08 27 01 50	15 29 39 39 43
17 53 77 58 71	71 41 61 50 72	12 41 94 96 26	44 95 27 36 99	02 96 74 30 83
90 26 59 21 19	23 52 23 33 12	96 93 02 18 39	07 02 18 36 07	25 99 32 70 23
41 23 52 55 99	31 04 49 69 96	10 47 48 45 88	13 41 43 89 20	97 17 14 49 17
60 20 50 81 69	31 99 73 68 68	35 81 33 03 76	24 30 12 48 60	18 99 10 72 34
91 25 38 05 90	94 58 28 41 36	45 37 59 03 09	90 35 57 29 12	82 62 54 65 60
34 50 57 74 37	98 80 33 00 91	09 77 93 19 82	74 94 80 04 04	45 07 31 66 49
85 22 04 39 43	73 81 53 94 79	33 62 46 86 28	08 31 54 46 31	53 94 13 38 47
09 79 13 77 48	73 82 97 22 21	05 03 27 24 83	72 89 44 05 60	35 80 39 94 88
88 75 80 18 14	22 95 75 42 49	39 32 82 22 49	02 48 07 70 37	16 04 61 67 87
90 96 23 70 00	39 00 03 06 90	55 85 78 38 36	94 37 30 69 32	90 89 00 76 33

Annexe n° 3

n	d	γ	α''	α'
3	1	.750	.250	.125
4	1	.875	.125	.062
5	1	.938	.062	.031
	2	.875	.125	.063
6	1	.969	.031	.016
	2	.937	.063	.031
	3	.906	.094	.047
	4	.844	.156	.078
7	1	.984	.015	.008
	3	.953	.047	.016
	4	.922	.078	.039
	5	.891	.109	.055
8	1	.992	.008	.004
	2	.984	.016	.008
	4	.961	.039	.020
	5	.945	.055	.027
	6	.922	.078	.039
	7	.891	.109	.055
9	2	.992	.008	.004
	3	.988	.012	.006
	6	.961	.039	.020
	7	.945	.055	.027
	9	.902	.096	.049
	10	.871	.129	.065
10	4	.990	.010	.005
	5	.986	.014	.007
	9	.951	.049	.024
	10	.936	.064	.032
	11	.916	.084	.042
	12	.895	.105	.053
11	6	.990	.010	.005
	7	.986	.014	.007
	11	.958	.042	.021
	12	.946	.054	.027
	14	.917	.083	.042
	15	.898	.102	.051
12	8	.991	.009	.005
	9	.988	.012	.006
	14	.958	.042	.021
	15	.948	.052	.026
	18	.908	.092	.046
	19	.890	.110	.055
13	10	.992	.008	.004
	11	.990	.010	.005
	18	.952	.048	.024
	19	.943	.057	.029
	22	.906	.094	.047
	23	.890	.110	.055
14	13	.991	.009	.004
	14	.989	.011	.005
	22	.951	.049	.025
	23	.942	.058	.029
	26	.909	.091	.045
	27	.896	.104	.052
15	16	.992	.008	.004
	17	.990	.010	.005
	26	.952	.048	.024
	27	.945	.055	.028
	31	.905	.095	.047
	32	.893	.107	.054
16	20	.991	.009	.005
	21	.989	.011	.006
	30	.956	.044	.022
	31	.949	.051	.025
	36	.907	.093	.047
	37	.895	.105	.052
17	24	.991	.009	.005
	25	.989	.011	.006
	35	.955	.045	.022
	36	.949	.051	.025
	42	.902	.098	.049
	43	.891	.109	.054
18	28	.991	.009	.005
	29	.990	.010	.005
	41	.952	.048	.024
	42	.946	.054	.027
	48	.901	.099	.049
	49	.892	.108	.054
19	33	.991	.009	.005
	34	.989	.011	.005
	47	.951	.049	.025
	48	.945	.055	.027
	54	.904	.096	.048
	55	.896	.104	.052
20	38	.991	.009	.005
	39	.989	.011	.005
	53	.952	.048	.024
	54	.947	.053	.027
	61	.903	.097	.049
	62	.895	.105	.053
21	43	.991	.009	.005
	44	.990	.010	.005
	59	.954	.046	.023
	60	.950	.050	.025
	68	.904	.096	.048
	69	.897	.103	.052
22	49	.991	.009	.005
	50	.990	.010	.005
	66	.954	.046	.023
	67	.950	.050	.025
	76	.902	.098	.049
	77	.895	.105	.053
23	55	.991	.009	.005
	56	.990	.010	.005
	74	.952	.048	.024
	75	.948	.052	.026
	84	.902	.098	.049
	85	.895	.105	.052
24	62	.990	.010	.005
	63	.989	.011	.005
	82	.951	.049	.025
	83	.947	.053	.026
	92	.905	.095	.048
	93	.899	.101	.051
25	69	.990	.010	.005
	70	.989	.011	.005
	90	.952	.048	.024
	91	.948	.052	.026
	101	.904	.096	.048
	102	.899	.101	.051

γ = coefficient de confiance

$\alpha' = (1-\gamma)/2$: niveau de signification unilatéral
$\alpha'' = 2\alpha' = 1-\gamma$: niveau de signification bilatéral

Pour $n > 25$ prendre $d \doteq 1/2\left[1/2n(n+1)+1-z\sqrt{n(n+1)(2n+1)/6}\right]$ où z est un écart gaussien

TABLE Ⓕ : Test de Wilcoxon signe et rang et intervalles de confiance pour la médiane

ANNEXE 4

$m_A = 46$ (médiane des âges à Antibes)
$m_N = 41$ (médiane des âges à Nancy)

Simulations

On sait que les médianes des âges des 2 populations (Nancy et Antibes) sont différentes (41 et 46 respectivement).

H_o est donc fausse, H_1 est vraie.

On a tiré 1000 couples d'échantillons dans les populations des âges d'Antibes et de Nancy (de taille 3 et 4 respectivement).

On calcule W_A pour chaque couple d'échantillon (somme des rangs associés à Antibes). Les valeurs de W_A calculées sont comprises entre 6 et 18 (comme prévu d'après le document 4 : que l'on soit sous H_o ou H_1, les combinaisons possibles des rangs sont les mêmes).

On en fait une représentation graphique sous forme d'histogramme :
d'après le document 4,
Sous H_o, $P(W_A \geq 17) = 5.71 \simeq 6\%(0.06)$
(W_A "trop grand" indique un âge médien à Antibes plus grand qu'à Nancy et on teste H_o "$m_A = m_N$" contre H_1 : "$M_A > m_N$")

On a donc 6 % de chances de se tromper, en rejetant à tort H_o (edonc si H_o est vraie), si l'on choisit de rejeter H_o lorsque $W_A \geq 17$ (ou d'accepter H_o lorsque $W_A < 17$). C'eszt la règle de décision que l'on choisit (rejet si $W_A \geq 17$), c'est à dire qu'on choisit $\alpha = 6\%$.

D'après l'histogramme, on accepte à tort 52 + 70 cas sur 1000, soit 12,2 % des cas.

Dans 12 % des cas, on a fait une erreur de décision

Remarque (pour les formateurs, il faut peut être éviter de rentrer dans les détails avec les stagiaires, c'est déjà assez compliqué).

En fait, on a triché : il y a de nombreuses égalités d'âges dans les échantillons tirés, donc des rangs moyens sont calculés, et les valeurs possibles pour W_A sont :

6, 6.5, 7, 7.5, ... 17.5, 18

(voir la représentation par un diagramme en bâtons, et la table associée).
Dans la représentation par histogrammes, la barre correspondant à $W_A = 6$, correspond en fait à $W_A = 6$ ou $W_A = 6.5$ ...

Remarque (à faire avec les stagiaires)

cf. document 4 :

Sous H_o (si les 2 médianes sont identiques), la distribution de W_A est symétrique, centrée sur la valeur 12.

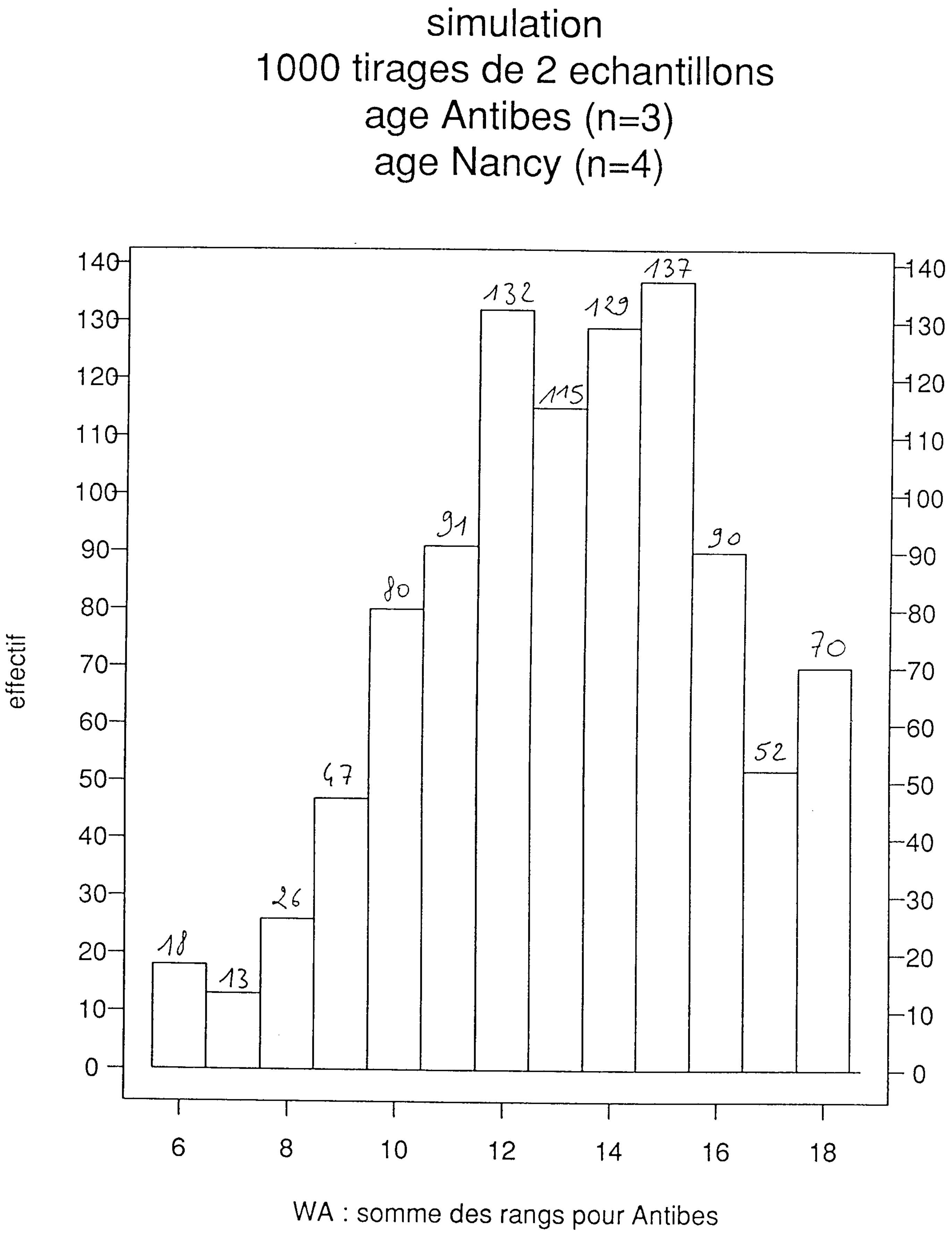
L'histogramme, (tracé sous H_1), montre une disymétrie de la distribution de W_A, on a plus de valeurs supérieures à 12 que de valeurs inférieures à 12 (la médiane des W_A vaut 13.5).

C'est logique : on sait que la médiane des âges d'Antibes est supérieure à la médiane des âges de Nancy.

Les rangs d'Antibes ont donc tendance être supérieurs à ceux de Nancy.

Donc, W_A (somme des rangs d'Antibes) a tendance à être supérieur à W_A sous H_o.

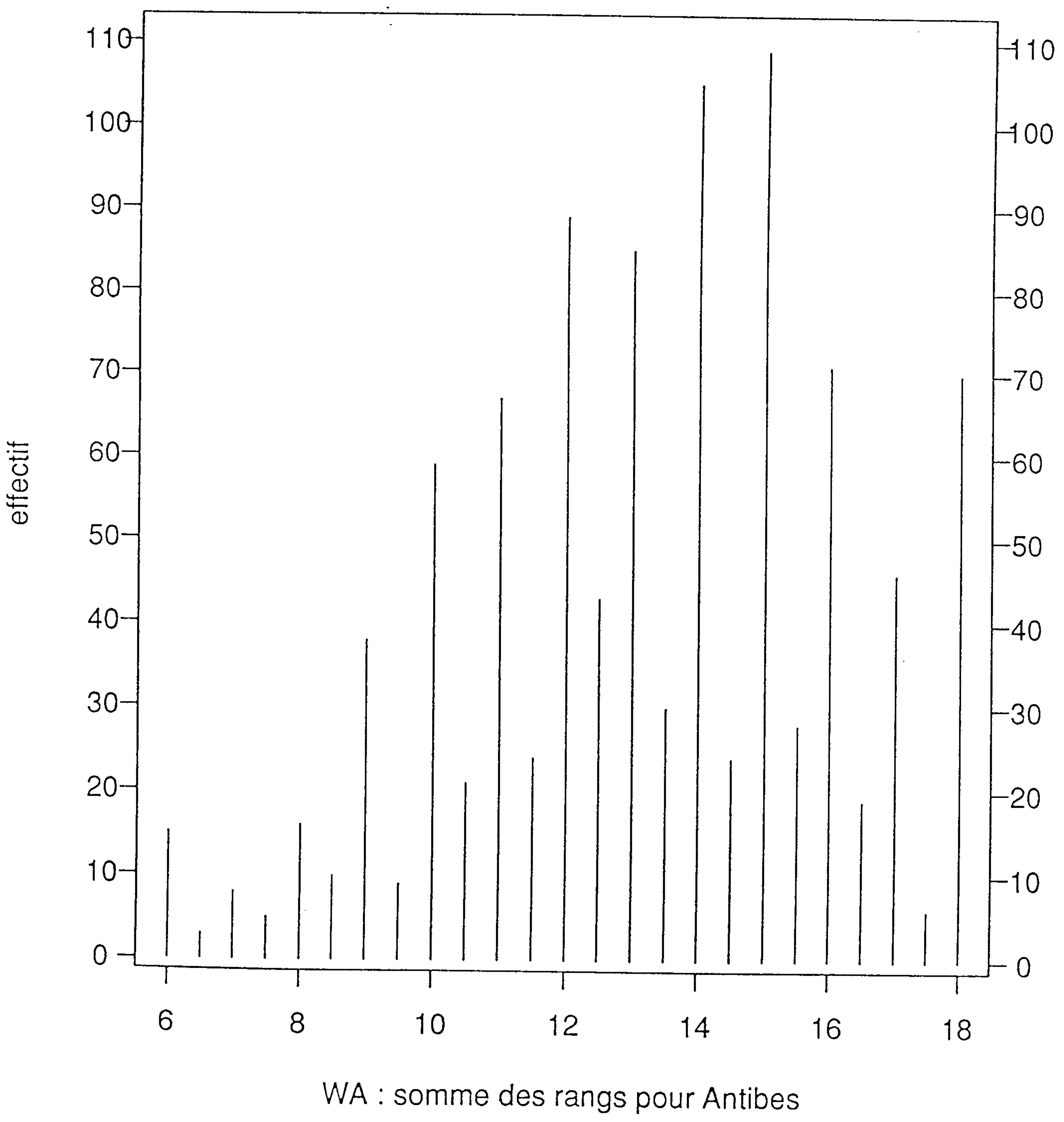
$\alpha = 6\%$
$\beta = 12\%$



simulation
1000 tirages de 2 echantillons
age Antibes (n=3)
age Nancy (n=4)

W_A	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	9.5	10	10.5	11	11.5	12	12.5	13	13.5	14	14.5	15	15.5	16	16.5	17	17.5	18
effectif	15	3	8	5	16	10	38	9	59	21	67	24	89	43	85	30	105	24	109	28	71	19	46	6	70

simulation
1000 tirages de 2 echantillons
age Antibes (n=3)
age Nancy (n=4)



Annexe 4.4

```
simul_function(A,N)
# simulation :
# A : ages de la population INRA d'Antibes
# N : ages de la population INRA de Nancy
# 1000 tirages de 2 echantillons : Nancy (n=4) , Antibes (n=3)
# calcul des WA : sommes des rangs d'Antibes

{
S_1000
n1_3
n2_4
result_numeric(S)
for (s in 1:S)
  {ech1_sample(A,n1)
   ech2_sample(N,n2)
   ranks_rank(c(ech1,ech2))
   WA_sum(ranks[1:n1])
   result[s]_WA
  }
result
}
```

```
gr_function(result)
# representation graphique du resultat par un histogramme
{
par(fig=c(0.05,0.95,0,0.8))
hist(result,breaks=seq(5.5,18.5,1),xlab="",axes=F)
title(xlab="WA : somme des rangs pour Antibes",ylab="effectif")
axis(1)
axis(2,at=seq(0,150,10))
axis(4,at=seq(0,150,10))
box(1)
par(fig=c(0.05,0.95,0,0.9))
title(main="simulation\n 1000 tirages de 2 echantillons \n age Antibes (n=3)\n age••
     •• Nancy (n=4)")
}
```

```
gr_function(result)
# representation graphique du resultat par un diagramme en batons
{
par(fig=c(0.05,0.95,0,0.8))
plot(sort(unique(bid)),table(result),type="h",xlab="",ylab="",axes=F)
title(xlab="WA : somme des rangs pour Antibes",ylab="effectif")
axis(1)
axis(2,at=seq(0,150,10))
axis(4,at=seq(0,150,10))
box(1)
par(fig=c(0.05,0.95,0,0.9))
title(main="simulation\n 1000 tirages de 2 echantillons \n age Antibes (n=3)\n age••
     •• Nancy (n=4)")
}
```

ANNEXE N°5

Corrigé de l'Exercice N°5

Utilisation du Test de WILCOXON:

Dans cet exercice il s'agit de comparer la médiane de l'échantillon des 12 mangeoires à une médiane hypothétique $m_0 = 1000$

Pour ce faire on construit le tableau suivant:

Xi	|Xi - 1000|	Ri	Signe	Xi par Ordre Croissant
1017	17	12		990
1001	1	1		995
1008	8	7		998
995	5	4	-	1001
1006	6	5		1003
1011	11	11		1006
1009	9	8,5		1007
1009	9	8,5		1008
1003	3	3		1009
998	2	2	-	1009
990	10	10	-	1011
1007	7	6		1017

$N = 12$ $\Sigma Ri = N(N+1)/2 = 78$ $M = 1006,5$

$W_- = 4 + 2 + 10 = 16$

$W_+ = 78 - 16 = 62$

On obtient donc $W_- = 16$

-1°) Définition de H0 et H1:

H_0: La médiane de la population m. est-elle identique à la médiane hypothétique $m_0 = 1000$?

$$H_0 : m = m_0$$

H_1: La médiane est différente de la médiane hypothétique $_0$

$$H_1 : m \# m_0$$

Dans cet exemple on fait un test bilatéral car on ne sait pas à priori si m est supérieure ou inférieure à m_0.

-2°) Choix du résumé des données:

On calcule W_- : c'est la somme des rangs des valeurs inférieures à m_0. On en déduit W_+; qui est la somme des rangs des données supérieures à m_0.

-3°) Lecture de la table de Wilcoxon (Annexe N° 3)

-4°) Choix de α (ici α'' car test bilatéral).

Prenons par exemple $\alpha'' \approx 5$ %

-5°) Comparaison de la statistique calculée pour l'échantillon avec la valeur critique de la table (notée d dans la table).

On trouve $W_- = 16$
et $d = 15$ pour $N = 12$ et $\alpha'' = 5,2$ %

Grille de lecture de cet exercice:

Dans cet exemple (test bilatéral) on utilise le W_{min} (ici W_-)
Et si:

$W_{min} > d$ on accepte H_0 (voir BIOMETRIE de R Tomassone p 170).

Dans la table de Wilcoxon on trouve pour $N=12$ et $\alpha'' = 5,2\%$ une valeur critique $d = 15$ comme $W_{min} = W_- = 16$, on a:

$W_- > d$ on accepte H_0; $M = M_0$ pour $\alpha'' = 5,2\%$

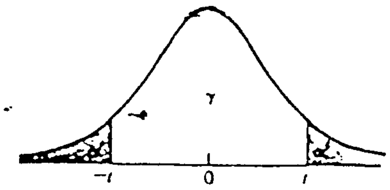
Mais si l'on choisit $\alpha'' = 9,2\%$ on trouve $d = 18$ et dans ce cas on rejette H_0.

Conclusion:

En choisissant $\alpha'' = 5,2\%$ (ou un niveau de confiance de 94,8%) on accepte H_0; dans ce cas choisit la décision $m = m_0$
Mais si on prend $\alpha'' = 9,2\%$, soit un niveau de confiance de 90,8% on rejette H_0; dans ce cas on choisit la décision $m \neq m_0$

Il serait donc prudent de vérifier le réglage de la machine, pour obtenir une meilleure précision des pesées autour du poids médian escompté.

Annexe n° 6



γ	.5	.8	.9	.95	.98	.99
α'	.25	.1	.05	.025	.01	.005
α''	.5	.2	.1	.05	.02	.01
dℓ						
1	1.000	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	.816	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	.765	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	.741	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	.727	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	.718	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	.711	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	.706	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	.703	1.383	1.833	2.252	2.821	3.250
10	.700	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	.697	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	.695	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	.694	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	.692	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	.691	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	.690	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	.689	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	.688	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	.688	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	.687	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	.686	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	.686	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	.685	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	.685	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	.684	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	.684	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	.684	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	.683	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	.683	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
30	.683	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750
40	.681	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704
60	.679	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
120	.677	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617
∞	.674	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

γ: surface entre −t et t

: coefficient de confiance

$\alpha' = \frac{1}{2}(1-\gamma)$

:

: surface au delà de t

: surface en deçà de −t

: niveau de signification du test unilatéral

$\alpha'' = 1-\gamma = 2\alpha'$

: surface à l'extérieur de −t et de +t

: niveau de signification du test bilatéral

TABLE Ⓖ : Distribution du t du Student

ANNEXE N°7

Utilisation du test t de Student:

Poids (en g) de 2 lots de poulets à 6 semaines:

Lot 1	Lot 2
445	418
521	366
453	357
422	354
403	356
414	428
424	473
425	380
425	385
462	449

$\hat{m}_1 =$ 439,4 $\hat{m}_2 =$ 396,6 ou $\hat{m}$: moyenne estimée
$\hat{s}_1 =$ 33,85 $\hat{s}_2 =$ 42,69 et $\hat{s}$: écart-type estimé
$n_1 =$ 10 $n_2 =$ 10

1 - Définition des Hypothèses H_0 et H_1:

H_0: $m_1 = m_2$
contre H_1: $m_1 > m_2$

2 - Choix d'un résumé des données:

On calcul la statistique *t*. Dans notre cas on a: ($n_1 = n_2$) il vient donc:

$$Sd = \sqrt{\frac{\hat{s}_1^2 + \hat{s}_2^2}{n}}$$

t devient : $$t = |\hat{m}_1 - \hat{m}_2| \frac{\sqrt{n}}{\sqrt{s_1^2 + s_2^2}}$$

3 - Chercher toutes les valeurs possibles de la statistique sous H_0 et les probabilités associées.

Informations fournies par la table de distribution de *t*. (voir annexe N°6).

ANNEXE N°7 (suite)

4 - Choisir le risque de $1^{ère}$ espèce α

Dans cet exercice on choisit $\alpha = 5\ \%$

5 - Faire le calcul de la statistique avec les résultats de l'expérience, et décider le rejet ou l'acceptation de l'Hypothèse de départ en fonction soit d'une valeur critique ou d'une probabilité critique.

```
      CARACTERISTIQUES DU FICHIER : A:TESTT
                            TITRE : 2 LOTS POULETS PDS 6 S

NOMBRE D' OBSERVATIONS DU FICHIER :  20
   NOMBRE DE VARIABLES DU FICHIER :  2


    COMPARAISON DE  2  MOYENNES  : ECHANTILLONS INDEPENDANTS

                 TITRE DU DOSSIER : TEST T
                 ------------------

                TRAITEMENT 1       TRAITEMENT 2

        MOYENNE =    439.4000          396.6000
     ECART-TYPE =     33.8467           42.6932
              N =     10                10
   OBSERVATIONS =     1 A 10            11 A 20

                  DIFFERENCE =   42.8000
   ECART-TYPE DE LA DIFFERENCE =   17.2288

   t =    2.4842    (D.D.L.=   18)    VARIABLE : PDS 6

   Test unilatéral  Proba =   1.10%
   Test bilatéral   Proba =   2.21%
```

Pour ddl= 18 et $\alpha = 5\%$ on trouve sur la table une valeur critique de $t_{0,05} = 2,10$

On a donc $t > t_{0,05}$. On rejette H_0.

Conclusion:

La moyenne des poids du lot 1 est significativement plus élevée que celle du lot 2, quand on choisit $\alpha = 5\%$.

Remarque: La probabilité que $t \geq 2,48$ est de 1,10%. La valeur de t est donc comprise entre $t_{0,01} < t < t_{0,05}$. Attention, le choix de α va donc modifier notre conclusion.

Scénario 10

VOCABULAIRE

Hypothèse nulle (null hypothesis), notée habituellement H0. C'est le cas par exemple où il n'y a pas de différence entre les populations d'origine, ou bien celui où la machine est correctement réglée en général c'est le cas où les choses sont les plus simples.

Hypothèse alternative (alternative hypothesis), notée habituellement H1. C'est la cas où il y a une différence entre les populations, où celui où la machine est déréglée. Cette alternative peut avoir différentes formes selon la nature du problème, selon ce qu'on sait a priori. Par exemple, elle peut être de la forme : les deux populations d'origine ont mêmes distributions des poids des poulets, ou de la forme : les poulets de type 1 sont plus gros que les poulets de types 2. Cette deuxième alternative est adaptée si on a cherché à améliorer le régime des poulets 1 puissance.

Puissance (power) : c'est la probabilité de voir sur les échantillons une différence qui existe. Elle est notée $1 - \beta$ ($\beta = béta$) risque d'erreur de première espèce ou niveau d'un test (significance level).

Risque d'erreur de première espèce (error risk of first kind) : c'est la probabilité de se tromper quand l'hypothèse nulle est vraie. Par exemple c'est la probabilité que la différence entre deux échantillons soit significative quand les deux échantillons proviennent d'une même population. C'est donc la probabilité de conclure à une différence qui en réalité n'existe pas. On le note généralement α (alpha) et on choisit une valeur maximale de cet α a priori.

Risque d'erreur de deuxième espèce (error risk of second kind) : c'est la probabilité de ne pas voir sur les échantillons une différence qui exizste entre les populations. Il est habituellement noté β (beta).

Valeur critique : c'est une valeur qui sépare en deux l'ensemble des valeurs de la variable calculée choisie. Si la valeur observée est d'un côté de cette valeur critique, on rejette l'hypothèse nulle comme peu vraisemblable, sinon on ne la rejette pas. Cette valeur critique se lit en génxral dans une table et dépend du niveau choisi et de l'alternative choisie. Dans cetains tests il y a deux valeurs critiques qui définissent un intervalle et on rejette l'hypothèse nulle quand la valeur calculée sur l'expérience tombe à l'extérieur de cet intervalle.