



Cours de Géométrie

Annexes générales

Prof. C. Debouche

Les références bibliographiques citées dans ce texte sont consultables en suivant le lien <https://hdl.handle.net/2268/293535>

Annexe 1. Tables des distributions χ^2 de Pearson

Valeurs critiques χ^2_p telles que $P(\chi^2 < \chi^2_p) = p$, pour une variable χ^2 à k degrés de liberté

k \ p	0,0005	0,001	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1
1	3,9E-07	1,6E-06	3,9E-05	1,6E-04	9,8E-04	3,9E-03	0,016
2	0,0010	0,0020	0,010	0,020	0,051	0,10	0,21
3	0,015	0,024	0,072	0,11	0,22	0,35	0,58
4	0,064	0,091	0,21	0,30	0,48	0,71	1,06
5	0,16	0,21	0,41	0,55	0,83	1,15	1,61
6	0,30	0,38	0,68	0,87	1,24	1,64	2,20
7	0,48	0,60	0,99	1,24	1,69	2,17	2,83
8	0,71	0,86	1,34	1,65	2,18	2,73	3,49
9	0,97	1,15	1,73	2,09	2,70	3,33	4,17
10	1,27	1,48	2,16	2,56	3,25	3,94	4,87
11	1,59	1,83	2,60	3,05	3,82	4,57	5,58
12	1,93	2,21	3,07	3,57	4,40	5,23	6,30
13	2,30	2,62	3,57	4,11	5,01	5,89	7,04
14	2,70	3,04	4,07	4,66	5,63	6,57	7,79
15	3,11	3,48	4,60	5,23	6,26	7,26	8,55
16	3,54	3,94	5,14	5,81	6,91	7,96	9,31
17	3,98	4,42	5,70	6,41	7,56	8,67	10,09
18	4,44	4,90	6,26	7,01	8,23	9,39	10,86
19	4,91	5,41	6,84	7,63	8,91	10,12	11,65
20	5,40	5,92	7,43	8,26	9,59	10,85	12,44
21	5,90	6,45	8,03	8,90	10,28	11,59	13,24
22	6,40	6,98	8,64	9,54	10,98	12,34	14,04
23	6,92	7,53	9,26	10,20	11,69	13,09	14,85
24	7,45	8,08	9,89	10,86	12,40	13,85	15,66
25	7,99	8,65	10,52	11,52	13,12	14,61	16,47
26	8,54	9,22	11,16	12,20	13,84	15,38	17,29
27	9,09	9,80	11,81	12,88	14,57	16,15	18,11
28	9,66	10,39	12,46	13,56	15,31	16,93	18,94
29	10,23	10,99	13,12	14,26	16,05	17,71	19,77
30	10,80	11,59	13,79	14,95	16,79	18,49	20,60
35	13,79	14,69	17,19	18,51	20,57	22,47	24,80
40	16,91	17,92	20,71	22,16	24,43	26,51	29,05
45	20,14	21,25	24,31	25,90	28,37	30,61	33,35
50	23,46	24,67	27,99	29,71	32,36	34,76	37,69
55	26,87	28,17	31,73	33,57	36,40	38,96	42,06
60	30,34	31,74	35,53	37,48	40,48	43,19	46,46
70	37,47	39,04	43,28	45,44	48,76	51,74	55,33
80	44,79	46,52	51,17	53,54	57,15	60,39	64,28
90	52,28	54,16	59,20	61,75	65,65	69,13	73,29
100	59,89	61,92	67,33	70,06	74,22	77,93	82,36

Annexe 1. Tables des distributions χ^2 de Pearson (suite)

Valeurs critiques χ^2_p telles que $P(\chi^2 < \chi^2_p) = p$, pour une variable χ^2 à k degrés de liberté

k \ p	0,9	0,95	0,975	0,99	0,995	0,999	0,9995
1	2,71	3,84	5,02	6,63	7,88	10,83	12,12
2	4,61	5,99	7,38	9,21	10,60	13,82	15,20
3	6,25	7,81	9,35	11,34	12,84	16,27	17,73
4	7,78	9,49	11,14	13,28	14,86	18,47	20,00
5	9,24	11,07	12,83	15,09	16,75	20,51	22,11
6	10,64	12,59	14,45	16,81	18,55	22,46	24,10
7	12,02	14,07	16,01	18,48	20,28	24,32	26,02
8	13,36	15,51	17,53	20,09	21,95	26,12	27,87
9	14,68	16,92	19,02	21,67	23,59	27,88	29,67
10	15,99	18,31	20,48	23,21	25,19	29,59	31,42
11	17,28	19,68	21,92	24,73	26,76	31,26	33,14
12	18,55	21,03	23,34	26,22	28,30	32,91	34,82
13	19,81	22,36	24,74	27,69	29,82	34,53	36,48
14	21,06	23,68	26,12	29,14	31,32	36,12	38,11
15	22,31	25,00	27,49	30,58	32,80	37,70	39,72
16	23,54	26,30	28,85	32,00	34,27	39,25	41,31
17	24,77	27,59	30,19	33,41	35,72	40,79	42,88
18	25,99	28,87	31,53	34,81	37,16	42,31	44,43
19	27,20	30,14	32,85	36,19	38,58	43,82	45,97
20	28,41	31,41	34,17	37,57	40,00	45,31	47,50
21	29,62	32,67	35,48	38,93	41,40	46,80	49,01
22	30,81	33,92	36,78	40,29	42,80	48,27	50,51
23	32,01	35,17	38,08	41,64	44,18	49,73	52,00
24	33,20	36,42	39,36	42,98	45,56	51,18	53,48
25	34,38	37,65	40,65	44,31	46,93	52,62	54,95
26	35,56	38,89	41,92	45,64	48,29	54,05	56,41
27	36,74	40,11	43,19	46,96	49,65	55,48	57,86
28	37,92	41,34	44,46	48,28	50,99	56,89	59,30
29	39,09	42,56	45,72	49,59	52,34	58,30	60,73
30	40,26	43,77	46,98	50,89	53,67	59,70	62,16
35	46,06	49,80	53,20	57,34	60,27	66,62	69,20
40	51,81	55,76	59,34	63,69	66,77	73,40	76,10
45	57,51	61,66	65,41	69,96	73,17	80,08	82,87
50	63,17	67,50	71,42	76,15	79,49	86,66	89,56
55	68,80	73,31	77,38	82,29	85,75	93,17	96,16
60	74,40	79,08	83,30	88,38	91,95	99,61	102,70
70	85,53	90,53	95,02	100,43	104,21	112,32	115,58
80	96,58	101,88	106,63	112,33	116,32	124,84	128,26
90	107,57	113,15	118,14	124,12	128,30	137,21	140,78
100	118,50	124,34	129,56	135,81	140,17	149,45	153,16

Annexe 2. Tables des distributions t de Student

Valeurs critiques t_p telles que $P(t < t_p) = p$, pour une variable t à k degrés de liberté

k \ p	0,9	0,95	0,975	0,99	0,995	0,999	0,9995
1	3,078	6,314	12,706	31,821	63,656	318,289	636,578
2	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	22,328	31,600
3	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	10,214	12,924
4	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	7,173	8,610
5	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	5,894	6,869
6	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,208	5,959
7	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	4,785	5,408
8	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	4,501	5,041
9	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,297	4,781
10	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,144	4,587
11	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,025	4,437
12	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	3,930	4,318
13	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	3,852	4,221
14	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	3,787	4,140
15	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	3,733	4,073
16	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	3,686	4,015
17	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,646	3,965
18	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,610	3,922
19	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,579	3,883
20	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,552	3,850
21	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,527	3,819
22	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,505	3,792
23	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,485	3,768
24	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,467	3,745
25	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,450	3,725
26	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,435	3,707
27	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,421	3,689
28	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,408	3,674
29	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,396	3,660
30	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,385	3,646
35	1,306	1,690	2,030	2,438	2,724	3,340	3,591
40	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,307	3,551
45	1,301	1,679	2,014	2,412	2,690	3,281	3,520
50	1,299	1,676	2,009	2,403	2,678	3,261	3,496
60	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,232	3,460
70	1,294	1,667	1,994	2,381	2,648	3,211	3,435
80	1,292	1,664	1,990	2,374	2,639	3,195	3,416
90	1,291	1,662	1,987	2,368	2,632	3,183	3,402
100	1,290	1,660	1,984	2,364	2,626	3,174	3,390
150	1,287	1,655	1,976	2,351	2,609	3,145	3,357
200	1,286	1,653	1,972	2,345	2,601	3,131	3,340
300	1,284	1,650	1,968	2,339	2,592	3,118	3,323
400	1,284	1,649	1,966	2,336	2,588	3,111	3,315
500	1,283	1,648	1,965	2,334	2,586	3,107	3,310
∞	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,090	3,291

Annexe 3. Tables des distributions F de Snedecor : $p = 0,95$

Valeurs critiques F_p telles que $P(F < F_p) = p$, pour une variable F à k_1 et k_2 degrés de liberté

$k_1 \backslash k_2$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	30	50	100
1	161	199	216	225	230	234	237	239	241	242	246	248	250	252	253
2	18,5	19,0	19,2	19,2	19,3	19,3	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,5	19,5	19,5
3	10,1	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,89	8,85	8,81	8,79	8,70	8,66	8,62	8,58	8,55
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96	5,86	5,80	5,75	5,70	5,66
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,77	4,74	4,62	4,56	4,50	4,44	4,41
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06	3,94	3,87	3,81	3,75	3,71
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,64	3,51	3,44	3,38	3,32	3,27
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,35	3,22	3,15	3,08	3,02	2,97
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,14	3,01	2,94	2,86	2,80	2,76
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,98	2,85	2,77	2,70	2,64	2,59
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,85	2,72	2,65	2,57	2,51	2,46
12	4,75	3,89	3,49	3,26	3,11	3,00	2,91	2,85	2,80	2,75	2,62	2,54	2,47	2,40	2,35
13	4,67	3,81	3,41	3,18	3,03	2,92	2,83	2,77	2,71	2,67	2,53	2,46	2,38	2,31	2,26
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,76	2,70	2,65	2,60	2,46	2,39	2,31	2,24	2,19
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,71	2,64	2,59	2,54	2,40	2,33	2,25	2,18	2,12
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54	2,49	2,35	2,28	2,19	2,12	2,07
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,61	2,55	2,49	2,45	2,31	2,23	2,15	2,08	2,02
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,58	2,51	2,46	2,41	2,27	2,19	2,11	2,04	1,98
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,54	2,48	2,42	2,38	2,23	2,16	2,07	2,00	1,94
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,51	2,45	2,39	2,35	2,20	2,12	2,04	1,97	1,91
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,46	2,40	2,34	2,30	2,15	2,07	1,98	1,91	1,85
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,42	2,36	2,30	2,25	2,11	2,03	1,94	1,86	1,80
26	4,23	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,39	2,32	2,27	2,22	2,07	1,99	1,90	1,82	1,76
28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,45	2,36	2,29	2,24	2,19	2,04	1,96	1,87	1,79	1,73
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,33	2,27	2,21	2,16	2,01	1,93	1,84	1,76	1,70
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,25	2,18	2,12	2,08	1,92	1,84	1,74	1,66	1,59
50	4,03	3,18	2,79	2,56	2,40	2,29	2,20	2,13	2,07	2,03	1,87	1,78	1,69	1,60	1,52
60	4,00	3,15	2,76	2,53	2,37	2,25	2,17	2,10	2,04	1,99	1,84	1,75	1,65	1,56	1,48
80	3,96	3,11	2,72	2,49	2,33	2,21	2,13	2,06	2,00	1,95	1,79	1,70	1,60	1,51	1,43
100	3,94	3,09	2,70	2,46	2,31	2,19	2,10	2,03	1,97	1,93	1,77	1,68	1,57	1,48	1,39

Annexe 3. Tables des distributions F de SNEDECOR : P = 0,975

Valeurs critiques F_p telles que $P(F < F_p) = p$, pour une variable F à k_1 et k_2 degrés de liberté

$k_1 \backslash k_2$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	30	50	100
1	648	799	864	900	922	937	948	957	963	969	985	993	1001	1008	1013
2	38,5	39,0	39,2	39,2	39,3	39,3	39,4	39,4	39,4	39,4	39,4	39,4	39,5	39,5	39,5
3	17,4	16,04	15,44	15,10	14,88	14,73	14,62	14,54	14,47	14,42	14,25	14,17	14,08	14,01	13,96
4	12,22	10,65	9,98	9,60	9,36	9,20	9,07	8,98	8,90	8,84	8,66	8,56	8,46	8,38	8,32
5	10,01	8,43	7,76	7,39	7,15	6,98	6,85	6,76	6,68	6,62	6,43	6,33	6,23	6,14	6,08
6	8,81	7,26	6,60	6,23	5,99	5,82	5,70	5,60	5,52	5,46	5,27	5,17	5,07	4,98	4,92
7	8,07	6,54	5,89	5,52	5,29	5,12	4,99	4,90	4,82	4,76	4,57	4,47	4,36	4,28	4,21
8	7,57	6,06	5,42	5,05	4,82	4,65	4,53	4,43	4,36	4,30	4,10	4,00	3,89	3,81	3,74
9	7,21	5,71	5,08	4,72	4,48	4,32	4,20	4,10	4,03	3,96	3,77	3,67	3,56	3,47	3,40
10	6,94	5,46	4,83	4,47	4,24	4,07	3,95	3,85	3,78	3,72	3,52	3,42	3,31	3,22	3,15
11	6,72	5,26	4,63	4,28	4,04	3,88	3,76	3,66	3,59	3,53	3,33	3,23	3,12	3,03	2,96
12	6,55	5,10	4,47	4,12	3,89	3,73	3,61	3,51	3,44	3,37	3,18	3,07	2,96	2,87	2,80
13	6,41	4,97	4,35	4,00	3,77	3,60	3,48	3,39	3,31	3,25	3,05	2,95	2,84	2,74	2,67
14	6,30	4,86	4,24	3,89	3,66	3,50	3,38	3,29	3,21	3,15	2,95	2,84	2,73	2,64	2,56
15	6,20	4,77	4,15	3,80	3,58	3,41	3,29	3,20	3,12	3,06	2,86	2,76	2,64	2,55	2,47
16	6,12	4,69	4,08	3,73	3,50	3,34	3,22	3,12	3,05	2,99	2,79	2,68	2,57	2,47	2,40
17	6,04	4,62	4,01	3,66	3,44	3,28	3,16	3,06	2,98	2,92	2,72	2,62	2,50	2,41	2,33
18	5,98	4,56	3,95	3,61	3,38	3,22	3,10	3,01	2,93	2,87	2,67	2,56	2,44	2,35	2,27
19	5,92	4,51	3,90	3,56	3,33	3,17	3,05	2,96	2,88	2,82	2,62	2,51	2,39	2,30	2,22
20	5,87	4,46	3,86	3,51	3,29	3,13	3,01	2,91	2,84	2,77	2,57	2,46	2,35	2,25	2,17
22	5,79	4,38	3,78	3,44	3,22	3,05	2,93	2,84	2,76	2,70	2,50	2,39	2,27	2,17	2,09
24	5,72	4,32	3,72	3,38	3,15	2,99	2,87	2,78	2,70	2,64	2,44	2,33	2,21	2,11	2,02
26	5,66	4,27	3,67	3,33	3,10	2,94	2,82	2,73	2,65	2,59	2,39	2,28	2,16	2,05	1,97
28	5,61	4,22	3,63	3,29	3,06	2,90	2,78	2,69	2,61	2,55	2,34	2,23	2,11	2,01	1,92
30	5,57	4,18	3,59	3,25	3,03	2,87	2,75	2,65	2,57	2,51	2,31	2,20	2,07	1,97	1,88
40	5,42	4,05	3,46	3,13	2,90	2,74	2,62	2,53	2,45	2,39	2,18	2,07	1,94	1,83	1,74
50	5,34	3,97	3,39	3,05	2,83	2,67	2,55	2,46	2,38	2,32	2,11	1,99	1,87	1,75	1,66
60	5,29	3,93	3,34	3,01	2,79	2,63	2,51	2,41	2,33	2,27	2,06	1,94	1,82	1,70	1,60
80	5,22	3,86	3,28	2,95	2,73	2,57	2,45	2,35	2,28	2,21	2,00	1,88	1,75	1,63	1,53
100	5,18	3,83	3,25	2,92	2,70	2,54	2,42	2,32	2,24	2,18	1,97	1,85	1,71	1,59	1,48

Annexe 3. Tables des distributions F de SNEDECOR : P = 0,99

Valeurs critiques F_p telles que $P(F < F_p) = p$, pour une variable F à k_1 et k_2 degrés de liberté

$k_1 \backslash k_2$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	30	50	100
	Les valeurs de la première ligne ($k_2 = 1$) doivent être multipliées par 10.														
1	405	500	540	562	576	586	593	598	602	606	616	621	626	630	633
2	98,5	99,0	99,2	99,3	99,3	99,3	99,4	99,4	99,4	99,4	99,4	99,4	99,5	99,5	99,5
3	34,1	30,8	29,5	28,7	28,2	27,9	27,7	27,5	27,3	27,2	26,9	26,7	26,5	26,4	26,2
4	21,2	18,0	16,7	16,0	15,5	15,2	15,0	14,8	14,7	14,5	14,2	14,0	13,8	13,7	13,6
5	16,3	13,3	12,1	11,4	11,0	10,7	10,5	10,3	10,2	10,1	9,72	9,55	9,38	9,24	9,13
6	13,7	10,9	9,78	9,15	8,75	8,47	8,26	8,10	7,98	7,87	7,56	7,40	7,23	7,09	6,99
7	12,2	9,55	8,45	7,85	7,46	7,19	6,99	6,84	6,72	6,62	6,31	6,16	5,99	5,86	5,75
8	11,3	8,65	7,59	7,01	6,63	6,37	6,18	6,03	5,91	5,81	5,52	5,36	5,20	5,07	4,96
9	10,6	8,02	6,99	6,42	6,06	5,80	5,61	5,47	5,35	5,26	4,96	4,81	4,65	4,52	4,41
10	10,0	7,56	6,55	5,99	5,64	5,39	5,20	5,06	4,94	4,85	4,56	4,41	4,25	4,12	4,01
11	9,65	7,21	6,22	5,67	5,32	5,07	4,89	4,74	4,63	4,54	4,25	4,10	3,94	3,81	3,71
12	9,33	6,93	5,95	5,41	5,06	4,82	4,64	4,50	4,39	4,30	4,01	3,86	3,70	3,57	3,47
13	9,07	6,70	5,74	5,21	4,86	4,62	4,44	4,30	4,19	4,10	3,82	3,66	3,51	3,38	3,27
14	8,86	6,51	5,56	5,04	4,69	4,46	4,28	4,14	4,03	3,94	3,66	3,51	3,35	3,22	3,11
15	8,68	6,36	5,42	4,89	4,56	4,32	4,14	4,00	3,89	3,80	3,52	3,37	3,21	3,08	2,98
16	8,53	6,23	5,29	4,77	4,44	4,20	4,03	3,89	3,78	3,69	3,41	3,26	3,10	2,97	2,86
17	8,40	6,11	5,19	4,67	4,34	4,10	3,93	3,79	3,68	3,59	3,31	3,16	3,00	2,87	2,76
18	8,29	6,01	5,09	4,58	4,25	4,01	3,84	3,71	3,60	3,51	3,23	3,08	2,92	2,78	2,68
19	8,18	5,93	5,01	4,50	4,17	3,94	3,77	3,63	3,52	3,43	3,15	3,00	2,84	2,71	2,60
20	8,10	5,85	4,94	4,43	4,10	3,87	3,70	3,56	3,46	3,37	3,09	2,94	2,78	2,64	2,54
22	7,95	5,72	4,82	4,31	3,99	3,76	3,59	3,45	3,35	3,26	2,98	2,83	2,67	2,53	2,42
24	7,82	5,61	4,72	4,22	3,90	3,67	3,50	3,36	3,26	3,17	2,89	2,74	2,58	2,44	2,33
26	7,72	5,53	4,64	4,14	3,82	3,59	3,42	3,29	3,18	3,09	2,81	2,66	2,50	2,36	2,25
28	7,64	5,45	4,57	4,07	3,75	3,53	3,36	3,23	3,12	3,03	2,75	2,60	2,44	2,30	2,19
30	7,56	5,39	4,51	4,02	3,70	3,47	3,30	3,17	3,07	2,98	2,70	2,55	2,39	2,25	2,13
40	7,31	5,18	4,31	3,83	3,51	3,29	3,12	2,99	2,89	2,80	2,52	2,37	2,20	2,06	1,94
50	7,17	5,06	4,20	3,72	3,41	3,19	3,02	2,89	2,78	2,70	2,42	2,27	2,10	1,95	1,82
60	7,08	4,98	4,13	3,65	3,34	3,12	2,95	2,82	2,72	2,63	2,35	2,20	2,03	1,88	1,75
80	6,96	4,88	4,04	3,56	3,26	3,04	2,87	2,74	2,64	2,55	2,27	2,12	1,94	1,79	1,65
100	6,90	4,82	3,98	3,51	3,21	2,99	2,82	2,69	2,59	2,50	2,22	2,07	1,89	1,74	1,60

Annexe 3. Tables des distributions F de SNEDECOR : P = 0,995

Valeurs critiques F_p telles que $P(F < F_p) = p$, pour une variable F à k_1 et k_2 degrés de liberté

$k_1 \backslash k_2$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	30	50	100
	Les valeurs de la première ligne ($k_2 = 1$) doivent être multipliées par 100.														
1	162	20	21,6	22,5	23,1	23,4	23,7	23,9	24,1	24,2	24,6	24,8	25	25,2	25,3
2	199	199	199	199	199	199	199	199	199	199	199	199	199	199	199
3	55,6	49,8	47,5	46,2	45,4	44,8	44,4	44,1	43,9	43,7	43,1	42,8	42,5	42,2	42,0
4	31,3	26,3	24,3	23,2	22,5	22,0	21,6	21,4	21,1	21,0	20,4	20,2	19,9	19,7	19,5
5	22,8	18,3	16,5	15,6	14,9	14,5	14,2	14,0	13,8	13,6	13,1	12,9	12,7	12,5	12,3
6	18,6	14,5	12,9	12,0	11,5	11,1	10,8	10,6	10,4	10,3	9,81	9,59	9,36	9,17	9,03
7	16,2	12,4	10,9	10,1	9,52	9,16	8,89	8,68	8,51	8,38	7,97	7,75	7,53	7,35	7,22
8	14,7	11,0	9,60	8,81	8,30	7,95	7,69	7,50	7,34	7,21	6,81	6,61	6,40	6,22	6,09
9	13,6	10,1	8,72	7,96	7,47	7,13	6,88	6,69	6,54	6,42	6,03	5,83	5,62	5,45	5,32
10	12,8	9,43	8,08	7,34	6,87	6,54	6,30	6,12	5,97	5,85	5,47	5,27	5,07	4,90	4,77
11	12,2	8,91	7,60	6,88	6,42	6,10	5,86	5,68	5,54	5,42	5,05	4,86	4,65	4,49	4,36
12	11,8	8,51	7,23	6,52	6,07	5,76	5,52	5,35	5,20	5,09	4,72	4,53	4,33	4,17	4,04
13	11,4	8,19	6,9	6,23	5,79	5,48	5,25	5,08	4,94	4,82	4,46	4,27	4,07	3,91	3,78
14	11,1	7,92	6,68	6,00	5,56	5,26	5,03	4,86	4,72	4,60	4,25	4,06	3,86	3,70	3,57
15	10,8	7,70	6,48	5,80	5,37	5,07	4,85	4,67	4,54	4,42	4,07	3,88	3,69	3,52	3,39
16	10,6	7,51	6,30	5,64	5,21	4,91	4,69	4,52	4,38	4,27	3,92	3,73	3,54	3,37	3,25
17	10,4	7,35	6,16	5,50	5,07	4,78	4,56	4,39	4,25	4,14	3,79	3,61	3,41	3,25	3,12
18	10,2	7,21	6,03	5,37	4,96	4,66	4,44	4,28	4,14	4,03	3,68	3,50	3,30	3,14	3,01
19	10,1	7,09	5,92	5,27	4,85	4,56	4,34	4,18	4,04	3,93	3,59	3,40	3,21	3,04	2,91
20	9,94	6,99	5,82	5,17	4,76	4,47	4,26	4,09	3,96	3,85	3,50	3,32	3,12	2,96	2,83
22	9,73	6,81	5,65	5,02	4,61	4,32	4,11	3,94	3,81	3,70	3,36	3,18	2,98	2,82	2,69
24	9,55	6,66	5,52	4,89	4,49	4,20	3,99	3,83	3,69	3,59	3,25	3,06	2,87	2,70	2,57
26	9,41	6,54	5,41	4,79	4,38	4,10	3,89	3,73	3,60	3,49	3,15	2,97	2,77	2,61	2,47
28	9,28	6,44	5,32	4,70	4,30	4,02	3,81	3,65	3,52	3,41	3,07	2,89	2,69	2,53	2,39
30	9,18	6,35	5,24	4,62	4,23	3,95	3,74	3,58	3,45	3,34	3,01	2,82	2,63	2,46	2,32
40	8,83	6,07	4,98	4,37	3,99	3,71	3,51	3,35	3,22	3,12	2,78	2,60	2,40	2,23	2,09
50	8,63	5,90	4,83	4,23	3,85	3,58	3,38	3,22	3,09	2,99	2,65	2,47	2,27	2,10	1,95
60	8,49	5,79	4,73	4,14	3,76	3,49	3,29	3,13	3,01	2,90	2,57	2,39	2,19	2,01	1,86
80	8,33	5,67	4,61	4,03	3,65	3,39	3,19	3,03	2,91	2,80	2,47	2,29	2,08	1,90	1,75
100	8,24	5,59	4,54	3,96	3,59	3,33	3,13	2,97	2,85	2,74	2,41	2,23	2,02	1,84	1,68

Annexe 3. Tables des distributions F de SNEDECOR : P = 0,999

Valeurs critiques F_p telles que $P(F < F_p) = p$, pour une variable F à k_1 et k_2 degrés de liberté

$k_1 \backslash k_2$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	30	50	100
	Les valeurs de la première ligne ($k_2 = 1$) doivent être multipliées par 1000.														
1	405	500	540	563	576	586	593	598	602	606	616	621	626	630	633
2	998	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999
3	167	148	141	137	135	133	132	131	130	129	127	126	125	125	124
4	74,1	61,2	56,2	53,4	51,7	50,5	49,7	49,0	48,5	48,1	46,8	46,1	45,4	44,9	44,5
5	47,2	37,1	33,2	31,1	29,8	28,8	28,2	27,6	27,2	26,9	25,9	25,4	24,9	24,4	24,1
6	35,5	27,0	23,7	21,9	20,8	20,0	19,5	19,0	18,7	18,4	17,6	17,1	16,7	16,3	16,0
7	29,2	21,7	18,8	17,2	16,2	15,5	15,0	14,6	14,3	14,1	13,3	12,9	12,5	12,2	12,0
8	25,4	18,5	15,8	14,4	13,5	12,9	12,4	12,0	11,8	11,5	10,8	10,5	10,1	9,80	9,57
9	22,9	16,4	13,9	12,6	11,7	11,1	10,7	10,4	10,1	9,89	9,24	8,90	8,55	8,26	8,04
10	21,0	14,9	12,6	11,3	10,5	9,93	9,52	9,20	8,96	8,75	8,13	7,80	7,47	7,19	6,98
11	19,7	13,8	11,6	10,3	9,58	9,05	8,65	8,35	8,12	7,92	7,32	7,01	6,68	6,42	6,21
12	18,6	13,0	10,8	9,63	8,89	8,38	8,00	7,71	7,48	7,29	6,71	6,40	6,09	5,83	5,63
13	17,8	12,3	10,2	9,07	8,35	7,86	7,49	7,21	6,98	6,80	6,23	5,93	5,63	5,37	5,17
14	17,1	11,8	9,73	8,62	7,92	7,44	7,08	6,80	6,58	6,40	5,85	5,56	5,25	5,00	4,81
15	16,6	11,3	9,34	8,25	7,57	7,09	6,74	6,47	6,26	6,08	5,54	5,25	4,95	4,70	4,51
16	16,1	11,0	9,01	7,94	7,27	6,80	6,46	6,20	5,98	5,81	5,27	4,99	4,70	4,45	4,26
17	15,7	10,7	8,73	7,68	7,02	6,56	6,22	5,96	5,75	5,58	5,05	4,78	4,48	4,24	4,05
18	15,4	10,4	8,49	7,46	6,81	6,35	6,02	5,76	5,56	5,39	4,87	4,59	4,30	4,06	3,87
19	15,1	10,2	8,28	7,27	6,62	6,18	5,85	5,59	5,39	5,22	4,70	4,43	4,14	3,90	3,71
20	14,8	9,95	8,10	7,10	6,46	6,02	5,69	5,44	5,24	5,08	4,56	4,29	4,00	3,77	3,58
22	14,4	9,61	7,80	6,81	6,19	5,76	5,44	5,19	4,99	4,83	4,33	4,06	3,78	3,54	3,35
24	14,0	9,34	7,55	6,59	5,98	5,55	5,24	4,99	4,80	4,64	4,14	3,87	3,59	3,36	3,17
26	13,7	9,12	7,36	6,41	5,80	5,38	5,07	4,83	4,64	4,48	3,99	3,72	3,44	3,21	3,02
28	13,5	8,93	7,19	6,25	5,66	5,24	4,93	4,69	4,50	4,35	3,86	3,60	3,32	3,09	2,90
30	13,3	8,77	7,05	6,12	5,53	5,12	4,82	4,58	4,39	4,24	3,75	3,49	3,22	2,98	2,79
40	12,6	8,25	6,59	5,70	5,13	4,73	4,44	4,21	4,02	3,87	3,40	3,15	2,87	2,64	2,44
50	12,2	7,96	6,34	5,46	4,90	4,51	4,22	4,00	3,82	3,67	3,20	2,95	2,68	2,44	2,25
60	12,0	7,77	6,17	5,31	4,76	4,37	4,09	3,86	3,69	3,54	3,08	2,83	2,55	2,32	2,12
80	11,7	7,54	5,97	5,12	4,58	4,20	3,92	3,70	3,53	3,39	2,93	2,68	2,41	2,16	1,96
100	11,5	7,41	5,86	5,02	4,48	4,11	3,83	3,61	3,44	3,30	2,84	2,59	2,32	2,08	1,87

Annexe 3. Tables des distributions F de SNEDECOR : P = 0,9995

Valeurs critiques F_p telles que $P(F < F_p) = p$, pour une variable F à k_1 et k_2 degrés de liberté

$k_1 \backslash k_2$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	30	50	100
	Les valeurs de la première ligne ($k_2 = 1$) doivent être multipliées par 10.000 ; Celles de la deuxième ligne ($k_2 = 2$) par 10.														
1	162	200	216	225	230	234	237	239	241	242	246	248	250	252	253
2	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
3	267	237	225	218	214	211	209	208	207	206	203	201	200	198	197
4	106	87,4	80,1	76,1	73,6	71,9	70,7	69,7	68,9	68,3	66,5	65,5	64,6	63,8	63,2
5	63,6	49,8	44,4	41,5	39,7	38,5	37,6	36,9	36,3	35,9	34,5	33,8	33,1	32,5	32,1
6	46,1	34,8	30,5	28,1	26,6	25,6	24,9	24,3	23,9	23,5	22,4	21,8	21,2	20,8	20,4
7	37,0	27,2	23,5	21,4	20,2	19,3	18,7	18,2	17,8	17,5	16,5	16,0	15,5	15,1	14,8
8	31,6	22,8	19,4	17,6	16,4	15,7	15,1	14,6	14,3	14,0	13,1	12,7	12,2	11,8	11,6
9	28,0	19,9	16,8	15,1	14,1	13,3	12,8	12,4	12,1	11,8	11,0	10,6	10,2	9,81	9,54
10	25,5	17,9	15,0	13,4	12,4	11,7	11,2	10,9	10,6	10,3	9,56	9,16	8,76	8,43	8,17
11	23,7	16,4	13,7	12,2	11,2	10,6	10,1	9,76	9,48	9,24	8,52	8,14	7,75	7,43	7,19
12	22,2	15,3	12,7	11,2	10,4	9,74	9,28	8,93	8,66	8,43	7,74	7,37	7,00	6,69	6,45
13	21,1	14,4	11,9	10,5	9,66	9,07	8,63	8,29	8,03	7,81	7,13	6,78	6,42	6,12	5,88
14	20,2	13,7	11,3	9,95	9,11	8,53	8,11	7,78	7,52	7,31	6,65	6,31	5,95	5,66	5,43
15	19,5	13,2	10,8	9,48	8,66	8,10	7,68	7,37	7,11	6,90	6,26	5,93	5,58	5,29	5,06
16	18,9	12,7	10,3	9,08	8,29	7,74	7,33	7,02	6,77	6,57	5,94	5,61	5,27	4,98	4,76
17	18,4	12,3	9,99	8,75	7,97	7,43	7,04	6,73	6,49	6,29	5,67	5,34	5,01	4,72	4,50
18	17,9	11,9	9,69	8,47	7,71	7,18	6,78	6,48	6,24	6,05	5,44	5,12	4,78	4,50	4,28
19	17,5	11,6	9,42	8,23	7,48	6,95	6,57	6,27	6,03	5,84	5,24	4,92	4,59	4,31	4,10
20	17,2	11,4	9,19	8,02	7,27	6,76	6,38	6,09	5,85	5,66	5,07	4,75	4,42	4,15	3,93
22	16,6	11,0	8,82	7,67	6,94	6,44	6,07	5,78	5,55	5,36	4,78	4,47	4,15	3,88	3,66
24	16,2	10,6	8,51	7,39	6,68	6,18	5,82	5,54	5,31	5,13	4,56	4,25	3,93	3,66	3,45
26	15,8	10,3	8,27	7,16	6,46	5,98	5,62	5,34	5,12	4,94	4,37	4,07	3,75	3,49	3,27
28	15,5	10,1	8,07	6,97	6,28	5,81	5,45	5,18	4,96	4,78	4,22	3,92	3,61	3,34	3,13
30	15,2	9,90	7,89	6,82	6,14	5,66	5,31	5,04	4,82	4,65	4,09	3,80	3,49	3,22	3,01
40	14,4	9,25	7,33	6,30	5,64	5,19	4,85	4,59	4,38	4,21	3,68	3,39	3,08	2,82	2,60
50	13,9	8,88	7,01	6,01	5,37	4,93	4,60	4,34	4,14	3,97	3,45	3,16	2,86	2,59	2,37
60	13,5	8,65	6,81	5,82	5,20	4,76	4,44	4,19	3,98	3,82	3,30	3,02	2,71	2,45	2,23
80	13,2	8,37	6,57	5,60	4,99	4,56	4,24	4,00	3,80	3,64	3,12	2,85	2,54	2,28	2,05
100	12,9	8,21	6,43	5,48	4,87	4,45	4,13	3,89	3,69	3,53	3,02	2,75	2,44	2,18	1,95

Annexe 4. Tables des valeurs critiques du test de Hartley (DAGNELIE, 2006)

Valeurs critiques $H_{1-\alpha}$

$\alpha = 0,05$

$p \backslash k$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	39,0	87,5	142	202	266	333	403	475	550	626	704
3	15,4	27,8	39,2	50,7	62,0	72,9	83,5	93,9	104	114	124
4	9,60	15,5	20,6	25,2	29,5	33,6	37,5	41,1	44,6	48,0	51,4
5	7,15	10,8	13,7	16,3	18,7	20,8	22,9	24,7	26,5	28,2	29,9
6	5,82	8,38	10,4	12,1	13,7	15,0	16,3	17,5	18,6	19,7	20,7
7	4,99	6,94	8,44	9,70	10,8	11,8	12,7	13,5	14,3	15,1	15,8
8	4,43	6,00	7,18	8,12	9,03	9,78	10,5	11,1	11,7	12,2	12,7
9	4,03	5,34	6,31	7,11	7,80	8,41	8,95	9,45	9,91	10,3	10,7
10	3,72	4,85	5,67	6,34	6,92	7,42	7,87	8,28	8,66	9,01	9,34
12	3,28	4,16	4,79	5,30	5,72	6,09	6,42	6,72	7,00	7,25	7,48
15	2,86	3,54	4,01	4,37	4,68	4,95	5,19	5,40	5,59	5,77	5,93
20	2,46	2,95	3,29	3,54	3,76	3,94	4,10	4,24	4,37	4,49	4,59
30	2,07	2,40	2,61	2,78	2,91	3,02	3,12	3,21	3,29	3,36	3,39
60	1,67	1,85	1,96	2,04	2,11	2,17	2,22	2,26	2,30	2,33	2,36
∞	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

$\alpha = 0,01$

$p \backslash k$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	199	448	729	1036	1362	1705	2063	2432	2813	3204	3605
3	47,5	85	120	151	184	216	249	281	310	337	361
4	23,2	37	49	59	69	79	89	97	106	113	120
5	14,9	22	28	33	38	42	46	50	54	57	60
6	11,1	15,5	19,1	22	25	27	30	32	34	36	37
7	8,89	12,1	14,5	16,5	18,4	20	22	23	24	26	27
8	7,50	9,9	11,7	13,2	14,5	15,8	16,9	17,9	18,9	19,8	21
9	6,54	8,5	9,9	11,1	12,1	13,1	13,9	14,7	15,3	16,0	16,6
10	5,85	7,4	8,6	9,6	10,4	11,1	11,8	12,4	12,9	13,4	13,9
12	4,91	6,1	6,9	7,6	8,2	8,7	9,1	9,5	9,9	10,2	10,6
15	4,07	4,9	5,5	6,0	6,4	6,7	7,1	7,3	7,5	7,8	8,0
20	3,32	3,8	4,3	4,6	4,9	5,1	5,3	5,5	5,6	5,8	5,9
30	2,63	3,0	3,3	3,4	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2
60	1,96	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,7
∞	1,00	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Exemples : $H_{0,95} = 4,85$ pour $p = 3$ populations et $k = 10$ degrés de liberté ;

$H_{0,99} = 7,4$ pour $p = 3$ populations et $k = 10$ degrés de liberté.

Remarque : certaines valeurs ne sont qu'approchées, à partir du troisième chiffre significatif.

Annexe 5. Tables de la fonction de répartition de la distribution normale réduite

$$P(U < u)$$

	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.93319	0.93448	0.93574	0.93699	0.93822	0.93943	0.94062	0.94179	0.94295	0.94408
1.6	0.94520	0.94630	0.94738	0.94845	0.94950	0.95053	0.95154	0.95254	0.95352	0.95449
1.7	0.95543	0.95637	0.95728	0.95818	0.95907	0.95994	0.96080	0.96164	0.96246	0.96327
1.8	0.96407	0.96485	0.96562	0.96638	0.96712	0.96784	0.96856	0.96926	0.96995	0.97062
1.9	0.97128	0.97193	0.97257	0.97320	0.97381	0.97441	0.97500	0.97558	0.97615	0.97670
2.0	0.97725	0.97778	0.97831	0.97882	0.97932	0.97982	0.98030	0.98077	0.98124	0.98169
2.1	0.98214	0.98257	0.98300	0.98341	0.98382	0.98422	0.98461	0.98500	0.98537	0.98574
2.2	0.98610	0.98645	0.98679	0.98713	0.98745	0.98778	0.98809	0.98840	0.98870	0.98899
2.3	0.98928	0.98956	0.98983	0.99010	0.99036	0.99061	0.99086	0.99111	0.99134	0.99158
2.4	0.99180	0.99202	0.99224	0.99245	0.99266	0.99286	0.99305	0.99324	0.99343	0.99361
2.5	0.99379	0.99396	0.99413	0.99430	0.99446	0.99461	0.99477	0.99492	0.99506	0.99520
2.6	0.99534	0.99547	0.99560	0.99573	0.99585	0.99598	0.99609	0.99621	0.99632	0.99643
2.7	0.99653	0.99664	0.99674	0.99683	0.99693	0.99702	0.99711	0.99720	0.99728	0.99736
2.8	0.99744	0.99752	0.99760	0.99767	0.99774	0.99781	0.99788	0.99795	0.99801	0.99807
2.9	0.99813	0.99819	0.99825	0.99831	0.99836	0.99841	0.99846	0.99851	0.99856	0.99861
3.0	0.99865	0.99869	0.99874	0.99878	0.99882	0.99886	0.99889	0.99893	0.99896	0.99900
3.1	0.99903	0.99906	0.99910	0.99913	0.99916	0.99918	0.99921	0.99924	0.99926	0.99929
3.2	0.99931	0.99934	0.99936	0.99938	0.99940	0.99942	0.99944	0.99946	0.99948	0.99950
3.3	0.99952	0.99953	0.99955	0.99957	0.99958	0.99960	0.99961	0.99962	0.99964	0.99965
3.4	0.99966	0.99968	0.99969	0.99970	0.99971	0.99972	0.99973	0.99974	0.99975	0.99976
3.5	0.99977	0.99978	0.99978	0.99979	0.99980	0.99981	0.99981	0.99982	0.99983	0.99983
3.6	0.99984	0.99985	0.99985	0.99986	0.99986	0.99987	0.99987	0.99988	0.99988	0.99989
3.7	0.99989	0.99990	0.99990	0.99990	0.99991	0.99991	0.99992	0.99992	0.99992	0.99992
3.8	0.99993	0.99993	0.99993	0.99994	0.99994	0.99994	0.99994	0.99995	0.99995	0.99995
3.9	0.99995	0.99995	0.99996	0.99996	0.99996	0.99996	0.99996	0.99996	0.99997	0.99997

Annexe 6. Valeurs critiques pour le test de Grubbs

k correspond à l'effectif de l'échantillon diminué d'une unité

k	$\alpha= 0,05$	$\alpha= 0,01$
2	1,414	1,414
3	1,710	1,728
4	1,917	1,972
5	2,067	2,161
6	2,182	2,310
7	2,273	2,431
8	2,349	2,532
9	2,414	2,616
10	2,470	2,689
11	2,519	2,753
12	2,563	2,809
13	2,602	2,859
14	2,638	2,905
15	2,670	2,946
16	2,701	2,983
17	2,728	3,018
18	2,754	3,049
19	2,779	3,079
20	2,801	3,106
25	2,897	3,220
30	2,972	3,307
35	3,033	3,377
40	3,084	3,435
45	3,129	3,483
50	3,167	3,526
60	3,233	3,596
70	3,286	3,653
80	3,331	3,701
90	3,370	3,741
100	3,404	3,776
150	3,531	3,904
200	3,616	3,989
250	3,680	4,052
300	3,731	4,101
400	3,809	4,177
600	3,915	4,277
800	3,987	4,346
1000	4,042	4,399

Annexe 7. Liste d'ellipsoïdes

NOM	Initiales développées	a (en mètres)	1/p	e ² (e=excentricité)
AIRY	Airy 1830	6.377.563,396	299,3249646	0.006670540
ASIA	Southeast Asia	6.378.155		0.006934216
AUST	Australian National	6.378.160	298,25	0.006694542
BESSEL	Bessel 1841	6.377.397,155	299,1528128	0.006743722
BESSEL 1841 (NAMIBIA)		6.377.483,865	299,1528128	
CLARK	Clarke 1866	6.378.206,4	294,9786982	0.006768658
CLARK2	Clarke 1880	6.378.249,145	293,465	0.006803511
DELAMBRE (1860)		6.376.189	308,64	
EVEREST (INDIA 1830)	Everest	6.377.276,3452	300,8017	0.006637847
EVEREST (INDIA 1956)		6.377.301,243	300,8017	
EVEREST (MALAY. & SING)		6.377.304,063	300,8017	
EVEREST (MALAYSIA 1969)		6.377.295,664	300,8017	
EVEREST (PAKISTAN)		6.377.309,613	300,8017	
EVEREST (SABAH SARAWAK)		6.377.298,556	300,8017	
FISCHER 1960		6.378.166	298,3	
FISCHER 1968		6.378.150	298,3	
GRS 1967		6.378.160	298,247167427	
GRS 1975		6.378.140	298,257	
GRS80	Geodetic Reference System (GRS) 1980	6.378.137	298,257222101	0.006694380
HELMERT 1906		6.378.200	298,3	
HOUGH	Hough	6.378.270	297	0.006722670
INDONESIAN 1974		6.378.160	298,247	
INT09	International 1909	6.378.388		0.006722670
INT24	International 1924	6.378.388	297	
INT67	New International 1967	6.378.157,5		0.006694551
INTERNATIONAL 1924	Hayford 1924	6.378.388	297	
IUGG 1975		6.378.140	298,257	
KRASS	Krassovsky 1940	6.378.245	298,3	0.006693422
MERC60	Mercury 1960	6.378.166		0.006693422
MERC68	Modified Mercury 1968	6.378.150		0.006693422
MODE	Modified Everest	6.377.304,063		0.006637847
MODIFIED AIRY		6.377.340,189	299,3249646	
MODIFIED FISCHER 1960		6.378.155	298,3	

PZ90 ou SGS90	Naismith J.M., Jeffress G.A., Prouty D., en ligne, 1999	6 378 136.0 m	298,257839303	
SOUTH AMERICAN 1969		6.378.160	298,25	
SPHERE	Sphere	6.370.997		0.0
WGS 1960		6.378.165	298,3	
WGS66	World Geodetic System (WGS)	6.378.145	298,25	0.006694542
WGS72	World Geodetic System (WGS) 1972	6.378.135	298,26	0.006694318
WGS84	World Geodetic System (WGS) 1984	6.378.137	298,257223563	0.006694380

Sources (en ligne) :

l'USGS (U.S. Geological Survey) (2002) <http://terraweb.wr.usgs.gov/>

Woppelman G. (1998) http://www.sonel.org/~guy/THES/chap5_4.html/ et
http://www.sonel.org/~guy/THES/chap5_2.html/

Naismith J.M., Jeffress G.A., Prouty D. (1999) <http://www.dynamic-positioning.com>

Deutsches Geodatisches Forschungsinstitut DGFI (1999) <http://www.dynamic-positioning.com/>

ULg - Gembloux Agro-Bio Tech

Annexe 8. Linéarisation d'expressions courantes en topographie

8.1. La linéarisation du gisement

Le gisement d'une direction identifiée par un segment de droite orienté, défini en ses extrémités par les sommets A et B et orienté de A vers B, se calcule par l'expression générale (§ 3.4.2):

$$\gamma_{AB}(x_A, y_A, x_B, y_B) = \arctan \frac{x_B - x_A}{y_B - y_A}.$$

La linéarisation de cette relation en fonction des coordonnées x et y des deux points A et B peut se faire par l'expression suivante, résultant du développement en série limité aux dérivées de premier ordre:

$$\begin{aligned} \gamma_{AB}(x_A + \Delta x_A, y_A + \Delta y_A, x_B + \Delta x_B, y_B + \Delta y_B) \approx \\ \gamma_{AB}(x_A, y_A, x_B, y_B) + \frac{\partial \gamma_{AB}}{\partial x_A} \Delta x_A + \frac{\partial \gamma_{AB}}{\partial y_A} \Delta y_A + \frac{\partial \gamma_{AB}}{\partial x_B} \Delta x_B + \frac{\partial \gamma_{AB}}{\partial y_B} \Delta y_B \end{aligned}$$

Le calcul des dérivées partielles requiert le rappel de l'expression :

$$\frac{\partial}{\partial x} \arctan t = \frac{1}{1+t^2} \frac{\partial t}{\partial x}.$$

Celle-ci permet d'écrire:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \gamma_{AB}}{\partial x_A} &= \left[\frac{1}{1 + \left(\frac{x_B - x_A}{y_B - y_A} \right)^2} \right] \left[\frac{-1}{(y_B - y_A)} \right] = \\ &= \frac{(y_B - y_A)^2}{(y_B - y_A)^2 + (x_B - x_A)^2} \frac{-1}{(y_B - y_A)} = \frac{-(y_B - y_A)}{d_{AB}^2} \\ \frac{\partial \gamma_{AB}}{\partial y_A} &= \left[\frac{1}{1 + \left(\frac{x_B - x_A}{y_B - y_A} \right)^2} \right] \left[-\frac{(x_B - x_A)}{(y_B - y_A)^2} \right] (-1) = \\ &= \frac{(y_B - y_A)^2}{(y_B - y_A)^2 + (x_B - x_A)^2} \frac{(x_B - x_A)}{(y_B - y_A)^2} = \frac{(x_B - x_A)}{d_{AB}^2} \end{aligned}$$

$$\frac{\partial \gamma_{AB}}{\partial x_B} = \left[\frac{1}{1 + \left(\frac{x_B - x_A}{y_B - y_A} \right)^2} \right] \left[\frac{1}{(y_B - y_A)} \right] =$$

$$\frac{(y_B - y_A)^2}{(y_B - y_A)^2 + (x_B - x_A)^2} \frac{1}{(y_B - y_A)} = \frac{(y_B - y_A)}{d_{AB}^2}$$

$$\frac{\partial \gamma_{AB}}{\partial y_B} = \left[\frac{1}{1 + \left(\frac{x_B - x_A}{y_B - y_A} \right)^2} \right] \left[-\frac{(x_B - x_A)}{(y_B - y_A)^2} \right] (1) =$$

$$-\frac{(y_B - y_A)^2}{(y_B - y_A)^2 + (x_B - x_A)^2} \frac{(x_B - x_A)}{(y_B - y_A)^2} = -\frac{(x_B - x_A)}{d_{AB}^2}.$$

Ces résultats permettent d'écrire la linéarisation de la manière suivante:

$$\gamma_{AB}(x_A + \Delta x_A, y_A + \Delta y_A, x_B + \Delta x_B, y_B + \Delta y_B) \approx \gamma_{AB}(x_A, y_A, x_B, y_B)$$

$$- \frac{(y_B - y_A)}{d_{AB}^2} \Delta x_A + \frac{(x_B - x_A)}{d_{AB}^2} \Delta y_A + \frac{(y_B - y_A)}{d_{AB}^2} \Delta x_B - \frac{(x_B - x_A)}{d_{AB}^2} \Delta y_B =$$

$$\gamma_{AB}(x_A, y_A, x_B, y_B) + \frac{(y_B - y_A)}{d_{AB}^2} (\Delta x_B - \Delta x_A) + \frac{(x_B - x_A)}{d_{AB}^2} (\Delta y_A - \Delta y_B)$$

8.2. La linéarisation de la distance

La distance horizontale entre deux points d_{AB} peut se calculer en fonction des coordonnées planimétriques de ces points A et B:

$$d_{AB} = \sqrt{(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2} .$$

La linéarisation de cette relation en fonction des coordonnées x et y des deux points A et B peut se faire par l'expression suivante, résultant du développement en série limité aux dérivées de premier ordre :

$$d_{AB}(x_A + \Delta x_A, y_A + \Delta y_A, x_B + \Delta x_B, y_B + \Delta y_B) \approx d_{AB}(x_A, y_A, x_B, y_B) + \frac{\partial d_{AB}}{\partial x_A} \Delta x_A + \frac{\partial d_{AB}}{\partial y_A} \Delta y_A + \frac{\partial d_{AB}}{\partial x_B} \Delta x_B + \frac{\partial d_{AB}}{\partial y_B} \Delta y_B .$$

Ces dérivées partielles se calculent facilement :

$$\frac{\partial d_{AB}}{\partial x_A} = \frac{1}{2} \left| (x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2 \right|^{-1/2} 2(x_B - x_A)(-1) = -\frac{(x_B - x_A)}{d_{AB}}$$

$$\frac{\partial d_{AB}}{\partial y_A} = \frac{1}{2} \left| (x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2 \right|^{-1/2} 2(y_B - y_A)(-1) = -\frac{(y_B - y_A)}{d_{AB}}$$

$$\frac{\partial d_{AB}}{\partial x_B} = \frac{1}{2} \left| (x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2 \right|^{-1/2} 2(x_B - x_A)(1) = \frac{(x_B - x_A)}{d_{AB}}$$

$$\frac{\partial d_{AB}}{\partial y_B} = \frac{1}{2} \left| (x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2 \right|^{-1/2} 2(y_B - y_A)(1) = \frac{(y_B - y_A)}{d_{AB}}$$

Ces résultats permettent d'écrire la linéarisation de la manière suivante:

$$d_{AB}(x_A + \Delta x_A, y_A + \Delta y_A, x_B + \Delta x_B, y_B + \Delta y_B) \approx d_{AB}(x_A, y_A, x_B, y_B) - \frac{(x_B - x_A)}{d_{AB}} \Delta x_A - \frac{(y_B - y_A)}{d_{AB}} \Delta y_A + \frac{(x_B - x_A)}{d_{AB}} \Delta x_B + \frac{(y_B - y_A)}{d_{AB}} \Delta y_B = d_{AB}(x_A, y_A, x_B, y_B) + \frac{(x_B - x_A)}{d_{AB}} (\Delta x_B - \Delta x_A) + \frac{(y_B - y_A)}{d_{AB}} (\Delta y_B - \Delta y_A)$$

Annexe 9. Coefficients de la transformation de MOLODENSKY

Pays	Datum local		Ellipsoïde de référence et corrections (rotations)			Corrections (translations)		
	Nom	Code	Nom	Δa (m)	$\Delta p * 10^4$	ΔX (m)	ΔY (m)	ΔZ (m)
Afrique								
Burkina Faso	ABINDAN	ADI-E	Clarke 1880	112,145	0,54750714	-118 ± 25	-14 ± 25	218 ± 25
Burkina Faso	POINT 58	PTB	Clarke 1880	112,145	0,54750714	-106 ± 25	-129 ± 25	165 ± 25
Burundi	ARC 1950	ARF-H	Clarke 1880	112,145	0,54750714	-153 ± 20	-5 ± 20	-292 ± 20
Cameroun	ABINDAN	ADI-F	Clarke 1880	112,145	0,54750714	-134 ± 25	-2 ± 25	210 ± 25
Cameroun	MINNA	MIN-A	Clarke 1880	112,145	0,54750714	-81 ± 25	-84 ± 25	115 ± 25
Congo	POINTE NOIRE 1948	PTN	Clarke 1880	112,145	0,54750714	-148 ± 25	51 ± 25	-291 ± 25
Égypte	EUROPEAN 1950	EUR-F	International 1924	-251	0,14192702	-130 ± 6	-117 ± 8	-151 ± 8
Égypte	OLD EGYPTIAN 1907	OEG	Helmert 1906	-63	0,00480795	-130 ± 3	110 ± 6	-13 ± 8
Guinée- Bissau	BISSAU	BID	International 1924	-251	0,14192702	-173 ± 25	253 ± 25	27 ± 25
Guinée	DABOLA	DAL	Clarke 1880	112,145	0,54750714	-83 ± 15	37 ± 15	124 ± 15
Mali	ABINDAN	ADI-C	Clarke 1880	112,145	0,54750714	-123 ± 25	-20 ± 25	220 ± 25
Maroc	MERCHICH	MER	Clarke 1880	112,145	0,54750714	31 ± 5	146 ± 3	47 ± 3
République du Congo	ARC 1950	ARF-E	Clarke 1880	112,145	0,54750714	-169 ± 25	-19 ± 25	-278 ± 25
Sénégal	ABINDAN	ADI-D	Clarke 1880	112,145	0,54750714	-128 ± 25	-18 ± 25	224 ± 25

Amérique du nord								
Amérique du nord	NORTH AMERICAN 1927	NAS-C	Clarke 1866	-69,4	- 0,37264639	-8 ± 5	160 ± 5	176 ± 6
Canada	NORTH AMERICAN 1927	NAS-E	Clarke 1866	-69,4	- 0,37264639	-10 ± 15	158 ± 11	187 ± 6
Canada	NORTH AMERICAN 1983	NAR-B	GRS80	0	- 0,00000016	0 ± 2	0 ± 2	0 ± 2
Est des États Unis	NORTH AMERICAN 1927	NAS-A	Clarke 1866	-69,4	- 0,37264639	-9 ± 5	161 ± 5	179 ± 8
Mexique	NORTH AMERICAN 1927	NAS-L	Clarke 1866	-69,4	- 0,37264639	-12 ± 8	130 ± 6	190 ± 6
Mexique	NORTH AMERICAN 1983	NAR-D	GRS80	0	- 0,00000016	0 ± 2	0 ± 2	0 ± 2
Ouest des États-Unis	NORTH AMERICAN 1927	NAS-B	Clarke 1866	-69,4	- 0,37264639	-8 ± 5	159 ± 3	175 ± 3
Amérique du sud								
Argentine	SOUTH AMERICAN 1969	SAN-A	South American 1969	-23	- 0,00081204	-62 ± 5	-1 ± 5	-37 ± 5
Bolivie	PROVISIONAL SOUTH AMERICAN 1956	PRP-A	International 1924	-251	- 0.14192702	-270 ± 5	188 ± 11	-388 ± 14
Bolivie	SOUTH AMERICAN 1969	SAN-B	South American 1969	-251	- 0.14192702	-61 ± 15	2 ± 15	-48 ± 15
Brésil	SOUTH AMERICAN 1969	SAN-C	South American 1969	-251	- 0.14192702	-60 ± 3	-2 ± 5	-41 ± 5
Chili (nord, proche de 19°S)	PROVISIONAL SOUTH AMERICAN 1956	PRP-B	International 1924	-251	- 0.14192702	-270 ± 25	183 ± 25	-390 ± 25
Chili (sud, proche de 43°S)	PROVISIONAL SOUTH AMERICAN 1956	PRP-C	International 1924	-251	- 0.14192702	-305 ± 20	243 ± 20	-442 ± 20
Pérou	PROVISIONAL SOUTH AMERICAN 1956	PRP-G	International 1924	-251	- 0.14192702	-279 ± 6	175 ± 8	-379 ± 12
Pérou	SOUTH AMERICAN 1969	SAN-I	South American 1969	-251	- 0.14192702	-58 ± 5	0 ± 5	-44 ± 5
Venezuela	PROVISIONAL SOUTH AMERICAN 1956	PRP-H	International 1924	-251	- 0.14192702	-295 ± 9	173 ± 14	-371 ± 15
Asie								
Arabie	NAHRWAN	NAH-C	Clarke 1880	-	-	-243	-192	477 ±

Saoudite				112,145	0,54750714	± 20	± 20	20
Corée	TOKYO	TOY-B	Bessel 1841	739.845	0.10037483	-146 ± 8	507 ± 5	687 ± 8
Émirats arabes unis	NAHRWAN	NAH-B	Clarke 1880	-	-	-249 ± 25	-156 ± 25	381 ± 25
Hong Kong	HONG KONG 1963	HKD	International 1924	-251	0,14192702	-156 ± 25	-271 ± 25	-189 ± 25
Inde	INDIAN	IND-I	Everest (1956)	835.757	0.28361368	295 ± 12	736 ± 10	257 ± 15
Iran	EUROPEAN 1950	EUR-H	International 1924	-251	0,14192702	-117 ± 9	-132 ± 12	-164 ± 11
Japon	TOKYO	TOY-A	Bessel 1841	739.845	0.10037483	-148 ± 20	507 ± 5	685 ± 20
Taiwan	HU-TSU-SHAN	HTN	International 1924	-251	0,14192702	-637 ± 15	-549 ± 15	-203 ± 15
Thaïlande	INDIAN 1954	INF-A	Everest (1830)	860.655	0.28361368	218 ± 20	816 ± 20	297 ± 20
Thaïlande	INDIAN 1975	INH-A	Everest (1830)	860.655	0.28361368	209 ± 12	818 ± 10	290 ± 12
Vietnam	INDIAN 1954	INF-A	Everest (1830)	860.655	0.28361368	218 ± 20	816 ± 20	297 ± 20
Australie								
Australie	AUSTRALIAN GEODETIC 1966	AUA	Australian Natinal	-23	-	-133 ± 3	-48 ± 3	148 ± 3
Australie	AUSTRALIAN GEODETIC 1984	AUG	Australian Natinal	-23	-	-134 ± 2	-48 ± 2	149 ± 2
Europe								
Europe	EUROPEAN 1950	EUR-M	International 1924	-251	-	- 87 ± 3	-98 ± 8	-121 ± 5
Europe (Ouest)	EUROPEAN 1950	EUR-A	International 1924	-251	0.14192702	-87 ± 3	-96 ± 3	-120 ± 3
Grande Bretagne	EUROPEAN 1950	EUR-K	International 1924	-251	0.14192702	-86 ± 3	-96 ± 3	-120 ± 3
Irlande	EUROPEAN 1950	EUR-K	International 1924	-251	0.14192702	-86 ± 3	-96 ± 3	-120 ± 3
Écosse	EUROPEAN 1950	EUR-K	International 1924	-251	0.14192702	-86 ± 3	-96 ± 3	-120 ± 3
Islande	EUROPEAN 1950	EUR-K	International 1924	-251	0.14192702	-86 ± 3	-96 ± 3	-120 ± 3
Grèce	EUROPEAN 1950	EUR-B	International 1924	-251	0.14192702	-84 ± 25	-95 ± 25	-130 ± 25
Iran	EUROPEAN 1950	EUR-H	International 1924	-251	0.14192702	-117 ± 9	-132 ± 12	-164 ± 11
Norvège	EUROPEAN 1950	EUR-C	International 1924	-251	0.14192702	-87 ± 3	-95 ± 5	-120 ± 3
Finlande	EUROPEAN 1950	EUR-C	International 1924	-251	0.14192702	-87 ± 3	-95 ± 5	-120 ± 3
Portugal	EUROPEAN 1950	EUR-D	International 1924	-251	0.14192702	-84 ± 5	-107 ± 6	-120 ± 3
Espagne	EUROPEAN 1950	EUR-D	International 1924	-251	0.14192702	-84 ± 5	-107 ± 6	-120 ± 3

Annexe 10.1. Le format RTCM

Les corrections GNSS communiquées en temps réel le sont dans un format standardisé qui a été proposé par les Radio Technical Commission for Maritime Services et qui porte de ce fait le nom **RTCM SC-104**. Il est décrit ci-dessous.

Type	Etat actuel	Contenu
1	Fixed	Differential GPS Corrections
2	Fixed	Delta Differential GPS Corrections
3	Fixed	Reference Station Parameters
4	Retired	Surveying
5	Fixed	Constellation Health
6	Fixed	Null Frame
7	Fixed	Beacon Almanacs
8	Tentative	Pseudolite Almanacs
9	Fixed	Partial Satellite Set Differential Corrections
10	Reserved	P-Code Differential Corrections (all)
11	Reserved	C/A-Code L1, L2 Delta Corrections
12	Reserved	Pseudolite Station Parameters
13	Tentative	Ground Transmitter Parameters
14	Reserved	Surveying Auxiliary Message
15	Reserved	Ionosphere (Troposphere) Message
16	Fixed	Special Message
17	Tentative	Ephemeris Almanac
18	Tentative	Uncorrected Carrier Phase Measurements
19	Tentative	Uncorrected Pseudorange Measurements
20	Tentative	RTK Carrier Phase Corrections
21	Tentative	RTK Pseudorange Corrections
22-58	Undefined	
59	Tentative	Proprietary Message
60-63	Reserved	Multipurpose Usage

Annexe 10.2. Le format RINEX

(extrait de <http://rgp.ign.fr>)

Le format RINEX (Receiver Independant EXchange Format), format d'échange indépendant du récepteur, a été développé par l'Institut d'Astronomie de l'Université de Berne dans le but de fournir dans un même format les données collectées en format propriétaire par des récepteurs de marques différentes lors de la campagne GPS EUREF 89. Ce format est utilisé pour communiquer les corrections GNSS utilisées dans le positionnement relatif en temps différé.

Une documentation complète, en anglais, décrivant le format RINEX est disponible : <http://rgp.ign.fr> . Ci-dessous est présenté un résumé de cette documentation en français :

Il existe six types de fichier différents :

- Un fichier contenant les données d'observation
- Un fichier contenant les messages de navigation
- Un fichier contenant les données météorologiques
- Un fichier contenant les messages de navigation Glonass
- Un fichier contenant les messages de navigation des satellites géostationnaires
- Un fichier contenant des informations sur les horloges des récepteurs et des satellites.

Pour ce dernier fichier, il existe une description particulière dans le fichier [rinex_clock.txt](#).

La nomenclature des fichiers est la suivante : *ssssddd.f.yy*

- *ssss* : acronyme de la station
- *ddd* : jour de l'année du premier enregistrement
- *f* : numéro de la session dans le jour, avec 0 pour une journée complète
- *yy* : année
- *t* : type du fichier avec, entre parenthèses, la lettre correspondante utilisée sous Windows lorsque les fichiers sont compressés :

O(Y) : fichier d'Observation (rq : la lettre E est utilisée quand les fichiers sont préalablement compressés "Hatanaka")

N(X) : fichier de Navigation

M(W) : fichier Météo

G(V) : fichier de navigation GLONASS

H(U) : fichier des messages de navigation des satellites géostationnaires

Actuellement, il n'existe sur les serveurs du RGP que les fichiers de données et de navigation, ainsi que les fichiers météorologiques d'une seule station (SMNE). C'est pourquoi nous ne décrivons ici que ceux-ci. Chacun de ces fichiers comporte un en-tête, dont les champs compris entre les colonnes 61 et 80 qui décrivent les informations de la ligne, sont obligatoires.

Le fichier d'observations

NB : Toutes les informations respectent un format dont la description est donnée dans le fichier [rinex210.txt](#). Tous les espaces doivent être respectés, en revanche certaines informations peuvent être ignorées. Par exemple, dans la première ligne du fichier, seuls les termes en gras sont pris en compte :

2.10 OBSERVATION DATA M(MIXED) RINEX VERSION / TYPE

L'en-tête comporte plusieurs lignes dont certaines sont obligatoires. L'ordre dans lequel elles sont inscrites est libre, excepté :

- Pour la première ligne, qui comporte le numéro de version Rinex (actuellement 2.10) et le type du fichier. Ici O pour Observation avec éventuellement le type du système de satellite (G=GPS, R=GLONASS, S=GEO, T=TRANSIT, M=données mixtes).
- Pour la ligne *WAVELENGTH FACT L1/2*, qui doit obligatoirement précéder la ligne spécifiant les satellites concernés
- Lorsqu'elle existe, la ligne *# OF SATELLITES* doit être suivie par les lignes correspondantes à chaque satellite au nombre de données dans le fichier pour chaque type d'observable.

•
Exemple d'en-tête de fichier d'observation

```
2.10      OBSERVATION DATA  G (GPS)      RINEX VERSION/ TYPE
teqc 2000Feb29      20050707 15:37:29UTCPGM / RUN BY / DATE
ANGE      MARKER NAME
10085M001      MARKER NUMBER
F.Bertin      ANGERS AGGLOMERATION      OBSERVER / AGENCY
82205      LEICA RS500      4.20/1.39      REC # / TYPE / VERS
1229      LEIAT504      ANT # / TYPE
4319045.0810 -41299.2210 4677465.1520      APPROX POSITION XYZ
0.0000      0.0000      0.0000      ANTENNA: DELTA H/E/N
1 1      WAVELENGTH FACT L1/2
4 L1 L2 C1 P2      # / TYPES OF OBSERV
30.0000      INTERVAL
2005 6 17 2 0 0.0000000 GPS      TIME OF FIRST OBS
2005 6 17 2 59 59.0000000 GPS      TIME OF LAST OBS
Texte libre permettant de fournir des infos complémentaires COMMENT
0      RCV CLOCK OFFS APPL
13      LEAP SECOND
30      # OF SATELLITES
G01 1021 1024 1029 1024 1021 1021 1024 1021 1024PRN / # OF OBS
END OF HEADER
```

Explications ligne par ligne (*En italique grisé figurent les lignes facultatives*)

1. Ligne indiquant le numéro de version, le type de fichier et le système satellite. Le format est un flottant de 11 caractères dont deux pour la partie décimale, 11 espaces, une chaîne d'un caractère, 19 espaces et une chaîne d'un caractère puis à nouveau 19 espaces. Cette ligne est obligatoire et doit être la première ligne du fichier.
2. Nom du programme ayant créé le fichier (chaîne de 20 caractères), nom de l'agence ayant créé le fichier (chaîne de 20 caractères) et date de la création du fichier (chaîne de 20 caractères).
3. Nom de la station (chaîne de 60 caractères).
4. *Numéro de la station (chaîne de 20 caractères). Pour le RGP : numéro Domes.*
5. Nom de la personne responsable de la station (chaîne de 20 caractères) et société à laquelle elle appartient (chaîne de 40 caractères).
6. Numéro de série du récepteur (chaîne de 20 caractères), type du récepteur (chaîne de 20 caractères) et version du software interne du récepteur (chaîne de 20 caractères).
7. Numéro de série de l'antenne (chaîne de 20 caractères), type de l'antenne (chaîne de 20 caractères).

8. Coordonnées cartésiennes géocentriques approchées de la station (trois réels de 14 caractères dont quatre pour la partie décimale).
9. Valeurs d'excentrement du point de référence de l'antenne par rapport au repère dont les coordonnées approchées sont celles de la ligne précédente (trois réels de 14 caractères dont quatre pour la partie décimale). La valeur de la composante verticale est la hauteur d'antenne.
10. Facteur de longueur d'onde pour respectivement les fréquences L1 et L2 (trois entiers de 6 caractères). Les valeurs sont 1 lorsque les longueurs d'onde sont entières et 2 lorsque les données ont été enregistrées en mode « squaring ». Pour L2, la valeur est 0 lorsque le récepteur est monofréquence.
11. Nombre et type d'observable (Entier de six caractères puis 9 chaînes de deux caractères précédées de quatre espaces).
12. *Fréquence d'échantillonnage (réel de 10 caractères dont 3 pour la partie décimale)*
13. Date de la première époque de mesure (cinq entiers de 6 caractères plus un réel de 13 caractères dont 7 pour la partie décimale) suivi du système de temps GPS ou GLONASS codé sur une chaîne de 3 caractères.
14. *Date de la dernière époque de mesure contenue dans le fichier (cinq entiers de 6 caractères plus un réel de 13 caractères dont 7 pour la partie décimale)*
15. *Lignes de commentaires facultatives. Le nombre de lignes de commentaires n'est a priori pas limité mais certains logiciels de traitement n'en supportent pas un trop grand nombre.*
16. *Cette ligne indique si l'époque et les mesures sont corrigées de la dérive d'horloge du récepteur. La valeur est 1 quand c'est le cas sinon 0 valeur par défaut. Le format est un entier de 6 caractères*
17. *Décalage entre le temps GPS et le temps UTC depuis le 6 janvier 1980. Cette valeur codée sur un entier de 6 caractères est à 14 s depuis le premier janvier 2006.*
18. *Nombre de satellites pour lesquels il existe des données dans le fichier. Cette valeur est codée sur un entier de 6 caractères.*
19. *Numéro du satellite et nombre de données de ce satellite pour chaque observable de la ligne 11. Le format de cette ligne est de trois espaces, une chaîne d'un caractère, un entier de deux caractères et 9 entiers de 6 caractères*
20. Ligne vide signalant simplement la fin de l'en-tête.

Les blocs de mesures

05 6 17 2 0 0.0000000 0 8G3G6G10G15G16G18G21G25
121329440.38147 94542410.12548 23088217.859 23088217.751
120182854.42447 93649004.48348 22870024.585 22870024.499
132073464.76946 102914407.37947 25132745.648 25132745.605

La première ligne du bloc de mesure contient l'époque d'enregistrement (date et heure), un flag, le nombre de satellites enregistrés à cette époque suivi de la liste des satellites dans l'ordre où ils sont inscrits ainsi qu'un éventuel décalage d'horloge. L'année, précédée d'un espace, est exprimée sur deux chiffres (l'éventuel zéro est obligatoire). Le mois, le jour, l'heure et les minutes sont exprimés par deux chiffres maximum précédés d'un espace, les secondes par un réel de onze caractères maximum dont sept pour la partie décimale. Le flag peut prendre six valeurs (chiffre). Le nombre de satellites est exprimé sur trois caractères maximum. Les satellites sont codés sur une lettre représentant le système suivi du numéro de satellite sur deux chiffres.

Chaque ligne suivante présente les valeurs pour chaque satellite dans l'ordre où ils sont listés à la ligne 1 de chaque observable dans l'ordre où ils sont listés dans l'en-tête. Ainsi à la ligne 2 on trouve la valeur pour le satellite 3 de la mesure sur L1, puis la valeur de L2, C1, P2. Chacune de ces valeurs est codée sur un réel de 14 caractères dont 3 pour la partie décimale. Les deux chiffres qui suivent immédiatement cette partie décimale correspondent dans l'ordre : à la valeur du "LLI" (Loss of Lock Indicator) et à un codage du rapport signal sur bruit.

Quelques précisions

Les observables possibles sont :

- Mesures de phase sur L1 et L2 exprimées en nombre de cycle
- Mesure du code C/A sur L1 (C1) exprimée en mètres
- Mesures du code P sur L1 et L2 (P1 et P2) exprimées en mètres
- Mesures Doppler sur L1 et L2 (D1 et D2) exprimées en Hertz
- Mesures du rapport signal sur bruit sur L1 et L2 (S1 et S2)
- Mesures Doppler des satellites Transit (T12 et T2)

Les valeurs du flag sont :

- 0 : OK.
- 1 : Coupure de courant entre l'époque précédente et l'époque actuelle.
- 2 : Début d'un mouvement d'antenne dans le cas d'un enregistrement cinématique
- 3 : Occupation d'un nouveau site
- 4 : Modification d'informations d'en-tête
- 5 : Enregistrement d'un top externe
- 6 : Enregistrement de sauts de cycle

L'indicateur LLI est codé sur 3 bits :

- 0 ou blanc : OK ou inconnu
- Le bit 0 mis à 1 signifie qu'il y a eu perte de signal entre l'époque courante et la précédente, donc risque de saut de cycle
- Le bit 1 mis à 1 signifie que pour ce satellite et cette époque de mesure, la longueur d'onde utilisée pour enregistrer le signal est inversée par rapport à ce qu'indiquait la ligne 10 de l'en-tête. Ainsi, si on utilisait une longueur d'onde entière, alors on utilise la demi-longueur d'onde (squaring) et si on utilisait la demi-longueur d'onde, alors on utilise pour cette époque la longueur d'onde entière.
- Le bit 2 est mis à 1 lorsque l'antispooting est actif

Le signal sur bruit :

Le codage du rapport signal sur bruit prend une valeur comprise entre 1 et 9. La valeur 1 correspond au niveau minimum du rapport signal sur bruit. La valeur 9 au niveau maximum. On considère que l'on a un bon rapport signal/bruit lorsque la valeur est au moins de 5. Lorsque la valeur n'existe pas ou est nulle, cela signifie en théorie que l'on ne connaît pas le rapport signal sur bruit. Cependant, certains traducteurs RINEX mettent la valeur 0 pour indiquer une donnée mauvaise.

Annexe 10.3. Le format NMEA

Extrait de <http://www.kh-gps.de/nmea-faq.htm>

NMEA 0183

Version : 7. August 2002

NMEA is a standard protocol, use by GPS receivers to transmit data. NMEA output is EIA-422A but for most purposes you can consider it RS-232 compatible. Use 4800 bps, 8 data bits, no parity and one stop bit (8N1). NMEA 0183 sentences are all ASCII. Each sentence begins with a dollarsign (\$) and ends with a carriage return linefeed (<CR><LF>). Data is comma delimited. All commas must be included as they act as markers. Some GPS do not send some of the fields. A checksum is optionally added (in a few cases it is manatory). Following the \$ is the address field aacc. aa is the device id. GP is used to identify GPS data. Transmission of the device ID is usually optional. ccc is the sentence formatter, otherwise known as the sentence name.

Here are the most important sentences (for more infos read the text-file <http://vancouver-webpages.com>) :

RMB

```
$GPRMB,A,x.x,a,c--c,d--  
d,lll.ll,e,yyyy.yy,f,g.g,h.h,i.i,j*kk
```

RMB = Recommended Minimum Navigation Information

- 1 = Data Status (V=navigation receiver warning)
- 2 = Crosstrack error in nautical miles
- 3 = Direction to steer (L or R) to correct error
- 4 = Origin waypoint ID#
- 5 = Destination waypoint ID#
- 6 = Destination waypoint latitude
- 7 = N or S
- 8 = Destination waypoint longitude
- 9 = E or W
- 10 = Range to destination in nautical miles
- 11 = Bearing to destination, degrees True
- 12 = Destination closing velocity in knots
- 13 = Arrival status; (A=entered or perpendicular passed)
- 14 = Checksum

. RMC

**\$GPRMC,hhmmss.ss,A,llll.ll,a,yyyy.yy,a,x.x,x.x,ddm
myy,x.x,a*hh**

RMC = Recommended Minimum Specific GPS/TRANSIT Data

- 1 = UTC of position fix
- 2 = Data status (V=navigation receiver warning)
- 3 = Latitude of fix
- 4 = N or S
- 5 = Longitude of fix
- 6 = E or W
- 7 = Speed over ground in knots
- 8 = Track made good in degrees True
- 9 = UT date
- 10 = Magnetic variation degrees (Easterly var. subtracts from true course)
- 11 = E or W
- 12 = Checksum

. GGA

**\$GPGGA,hhmmss.ss,llll.ll,a,yyyy.yy,a,x,xx,x.x,x.x,M
,x.x,M,x.x,xxxx*hh**

GGA = Global Positioning System Fix Data

- 1 = UTC of Position
- 2 = Latitude
- 3 = N or S
- 4 = Longitude
- 5 = E or W
- 6 = GPS quality indicator (0=invalid; 1=GPS fix; 2=Diff. GPS fix)
- 7 = Number of satellites in use [not those in view]
- 8 = Horizontal dilution of position
- 9 = Antenna altitude above/below mean sea level (geoid)
- 10 = Meters (Antenna height unit)
- 11 = Geoidal separation (Diff. between WGS-84 earth ellipsoid and mean sea level. -=geoid is below WGS-84 ellipsoid)
- 12 = Meters (Units of geoidal separation)
- 13 = Age in seconds since last update from diff. reference station
- 14 = Diff. reference station ID#
- 15 = Checksum

. VTG

\$GPVTG,t,T,,,s.ss,N,s.ss,K*hh

VTG = Actual track made good and speed over ground

- 1 = Track made good
- 2 = Fixed text 'T' indicates that track made good is relative to true north
- 3 = not used
- 4 = not used
- 5 = Speed over ground in knots
- 6 = Fixed text 'N' indicates that speed over ground is in knots
- 7 = Speed over ground in kilometers/hour
- 8 = Fixed text 'K' indicates that speed over ground is in kilometers/hour
- 9 = Checksum

. RMA

\$GPRMA,A,IIII.II,N,IIII.II,W,,,ss.s,ccc,vv.v,W*hh

RMA = Navigation data from present position

- 1 = Data status
- 2 = Latitude
- 3 = N/S
- 4 = longitude
- 5 = W/E
- 6 = not used
- 7 = not used
- 8 = Speed over ground in knots
- 9 = Course over ground
- 10 = Variation
- 11 = Direction of variation E/W
- 12 = Checksum

. GSA

\$GPGSA,A,3,19,28,14,18,27,22,31,39,,,,,1.7,1.0,1.3*35

GSA = GPS receiver operating mode, SVs used for navigation, and DOP values.

- 1 = Mode:
 - M=Manual, forced to operate in 2D or 3D
 - A=Automatic, 3D/2D
- 2 = Mode:
 - 1=Fix not available
 - 2=2D
 - 3=3D
- 3-14 = IDs of SVs used in position fix (null for unused fields)
- 15 = PDOP
- 16 = HDOP
- 17 = VDOP

. GSV

**\$GPGSV,4,1,13,02,02,213,,03,-
3,000,,11,00,121,,14,13,172,05*67**

GSV = Number of SVs in view, PRN numbers, elevation, azimuth & SNR values.

1 = Total number of messages of this type in this cycle

2 = Message number

3 = Total number of SVs in view

4 = SV PRN number

5 = Elevation in degrees, 90 maximum

6 = Azimuth, degrees from true north, 000 to 359

7 = SNR, 00-99 dB (null when not tracking)

8-11 = Information about second SV, same as field 4-7

12-15 = Information about third SV, same as field 4-7

16-19 = Information about fourth SV, same as field 4-7