

Exercice 1. Les données suivantes ont été obtenues sur des échantillons d'individus d'une région d'Europe. Le caractère étudié est le poids du cerveau exprimé en grammes pour des sujets adultes.

Hommes

Centre de classe	1170	1220	1270	1320	1370	1420	1470	Total
Effectif	5	36	45	50	61	49	17	263

Femmes

Centre de classe	1070	1120	1170	1220	1270	1320	1370	Total
Effectif	12	22	45	54	52	20	10	215

Déterminer un intervalle de confiance au risque de 5% pour la moyenne de la population des hommes, puis pour celle des femmes.

Exercice 2. On a mesuré le poids de raisin par souche sur 10 souches prises au hasard dans une vigne. On a obtenu les résultats suivants (en kg) :

2,4 ; 3,2 ; 3,6 ; 4,1 ; 4,3 ; 4,7 ; 5,4 ; 5,9 ; 6,5 ; 6,9.

Déterminez une estimation ponctuelle non biaisée de la moyenne et de la variance de la population dont ces souches sont extraites.

Donnez un intervalle de confiance de la moyenne au risque de 5% en supposant que le poids de raisin par souche suit une loi normale au niveau de la vigne.

Donner au risque de 5% un intervalle de confiance de la variance, puis de l'écart type de la population.

Exercice 3. Sur une parcelle de soja, on a mesuré la hauteur en cm de 100 plantes à l'âge de 6 semaines. Les résultats obtenus sont les suivants :

Hauteur en cm	36	37	38	39	40	41
Effectifs	6	11	26	32	14	11

Dans l'hypothèse d'une population gaussienne, déterminer un intervalle de confiance de la variance de la population, à $\alpha = 0.05$.

Exercice 4. Une entreprise de production de graines veut vérifier la faculté germinative d'une espèce, c'est-à-dire la probabilité p pour qu'une graine, prise au hasard dans la production germe. Sur un échantillon de 400 graines, on observe que 330 graines germent. Quel est l'intervalle de confiance de p au risque 5% ? au risque 1% ?

Exercice 5. Dans la population française, le pourcentage d'individus dont le sang est de Rhésus négatif est de 15%. Dans un échantillon représentatif de 200 Basques français on observe que 44 personnes sont de Rhésus négatif. Peut-on dire, au risque 0.05, que les Basques diffèrent du reste de la France en ce qui concerne le caractère Rhésus ?

Exercice 6. Pour traiter un certain type de tumeur, on a utilisé deux schémas thérapeutiques. Sur 40 malades traités selon le schéma A, on a observé une mortalité à 5 ans de 15%. Sur 60 malades traités selon le schéma B, la mortalité à 5 ans a été de 25%. Si l'on considère la mortalité à 5 ans, peut-on dire que les schémas A et B diffèrent significativement au risque 10% ? au risque 5% ?

Exercice 7. Les spécifications d'un certain médicament indiquent que chaque comprimé doit contenir 2,5 g de substance active. 100 comprimés sont choisis au hasard dans la production, puis analysés. Ils contiennent en moyenne 2,6 g de substance active, avec un écart type estimé $s=0,4$ g. Peut-on dire que le médicament respecte les spécifications ($\alpha=0.05$) ?

Exercice 8. Une compagnie d'assurances a décidé d'équiper ses bureaux de micro-ordinateurs. Elle désire acheter ces micro-ordinateurs à deux fournisseurs différents pour autant qu'il n'y ait pas de différence significative de fiabilité entre les deux marques. Elle teste un échantillon de 35 micro-ordinateurs de la marque 1 et un échantillon de 32 micro-ordinateurs de la marque 2, en relevant le temps écoulé (en heures) avant la première panne. Les données observées sont présentées ci-dessous. On assimilera l'écart type de l'échantillon à celui de la population. Question : Notez-vous une différence significative ?

Marque 1

2732	2775	2874	2700	2737	2802	2822	2892
2780	2833	2714	2705	2850	2799	2849	2742
2719	2883	2789	2778	2745	2807	2714	2784
2806	2715	2704	2870	2795	2863	2725	2734
2816	2787	2729					

Marque 2

2678	2823	2713	2786	2700	2831	2823	2779
2766	2773	2828	2769	2836	2715	2846	2708
2727	2835	2822	2774	2659	2717	2804	2724
2690	2765	2720	2685	2846	2697	2772	2815

Exercice 9. Dans une étude sur les mécanismes de détoxication, Alary et Bouleau (2009) dosèrent, en microgramme par gramme, la concentration du DDT et de ses dérivés (DDD et DDE), contenus dans des brochets du Nord (*Esox lucius*), capturés dans la rivière Richelieu (prov. de Québec). Les données relatives aux brochets de 2 ans et de 3 ans sont présentées dans le tableau 1. Les moyennes de ces deux échantillons prélevés indépendamment l'un de l'autre diffèrent-elles de façon hautement significative?

Tableau 1. Concentration en DDT et ses dérivés chez le brochet du Nord

2 ans concentration en DDT + DDD + DDE (mg.kg ⁻¹)	3ans concentration en DDT + DDD + DDE (mg.kg ⁻¹)
0,144	0,285
0,171	0,295
0,178	0,321
0,184	0,354
0,193	0,359
0,197	0,361
0,198	0,362
0,199	0,364
0,199	0,373
0,206	0,382
0,216	0,403
0,258	0,407
	0,413

Exercice 10. Dans une étude immunologique, Elie et Lamoureux (1974) ont greffé de la peau de souris AA sur deux lots de souris BB. Le premier lot de 10 souris greffées n'a reçu aucun traitement. Le deuxième lot de 10 souris a été traité par un antigène de transplantation incubé dans du sérum normal. La survie des allogreffes a été mesurée en jours et les résultats de cette expérience sont donnés ci-dessous. La survie des allogreffes est-elle prolongée par le traitement?

Témoins	Traitées
$n_a = 10$ souris	$n_b = 10$ souris
$\bar{x}_a = 9,42$ jours	$\bar{x}_b = 13,36$ jours
$s_{xa} = 0,49$	$s_{xb} = 1,63$

Exercice 11. Dans une étude sur le traitement des eaux usées (Beak, 1993) l'efficacité de deux filtres, l'un en fibre de verre et l'autre en papier filtre Whatman n° 40, a été testée. Sur des prélèvements de 200 millilitres d'eau provenant d'usines de pâtes à papier, la quantité de solides en suspension retenus par les deux filtres a été mesurée. Les résultats de ces analyses figurent au tableau 1. L'efficacité du filtre en fibre de verre est-elle supérieure à celle du papier filtre ?

TABLEAU 1 Quantité de solides en suspension retenus par deux types de filtres

Numéro du prélèvement	Solides en suspension mg / L	Solides en suspension mg / L
	Filtre fibre de verre	Papier filtre
1	65	53
2	80	63
3	89	90
4	64	52
5	68	64
6	68	50
7	86	88
8	54	35
9	91	102
10	77	59
11	77	63
12	86	55
13	100	96
14	95	83
15	138	120
16	172	168
17	190	204
18	60	43
19	226	204
20	117	117
21	110	96
22	99	105
23	130	110
24	128	130
25	109	88
26	178	171
27	102	118

Table de Student t

ν	α					
	0.100	0.050	0.025	0.010	0.005	0.001
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	318.309
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.327
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.215
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.893
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.785
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.611
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.527
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.505
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.485
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396
30	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385
100	1.290	1.660	1.984	2.365	2.626	3.174
∞	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.090

La table de Student donne les valeurs $t_{(\alpha,\nu)}$ telles que

$$P\{T > t_{(\alpha,\nu)}\} = \alpha$$

Table du chi-carré χ^2

ν	α						
	0.900	0.700	0.500	0.300	0.100	0.050	0.010
1	0.016	0.15	0.46	1.07	2.71	3.84	6.63
2	0.21	0.71	1.39	2.41	4.60	5.99	9.21
3	0.58	1.42	2.37	3.67	6.25	7.81	11.34
4	1.06	2.19	3.36	4.88	7.78	9.49	13.28
5	1.61	3.00	4.35	6.06	9.24	11.07	15.09
6	2.20	3.83	5.35	7.23	10.65	12.59	16.81
7	2.83	4.67	6.35	8.38	12.02	14.07	18.48
8	3.49	5.53	7.34	9.52	13.36	15.51	20.09
9	4.17	6.39	8.34	10.66	14.68	16.92	21.67
10	4.87	7.27	9.34	11.78	15.99	18.31	23.21
11	5.58	8.15	10.34	12.90	17.28	19.68	24.73
12	6.30	9.03	11.34	14.01	18.55	21.03	26.22
13	7.04	9.93	12.34	15.12	19.81	22.36	27.69
14	7.79	10.82	13.34	16.22	21.06	23.69	29.14
15	8.55	11.72	14.34	17.32	22.31	25.00	30.58
16	9.31	12.62	15.34	18.42	23.54	26.30	32.00
17	10.09	13.53	16.34	19.51	24.77	27.59	33.41
18	10.87	14.44	17.34	20.60	25.99	28.87	34.81
19	11.65	15.35	18.34	21.69	27.20	30.14	36.19
20	12.44	16.27	19.34	22.78	28.41	31.41	37.57
25	16.47	20.87	24.34	28.17	34.38	37.65	44.31
30	20.60	25.51	29.34	33.53	40.26	43.77	50.89
35	24.80	30.18	34.34	38.86	46.06	49.80	57.34
45	33.35	39.58	44.34	49.45	57.50	61.66	69.96
55	42.06	49.06	54.33	59.98	68.80	73.31	82.29
65	50.88	58.57	64.33	70.46	79.98	84.82	94.42
75	59.79	68.13	74.33	80.91	91.06	96.22	106.39
85	68.77	77.71	84.33	91.32	102.08	107.52	118.24
95	77.82	87.32	94.33	101.72	113.04	118.75	129.97
120	100.62	111.42	119.33	127.61	140.23	146.57	158.95

La table du chi-carré donne les valeurs $\chi^2_{(\alpha, \nu)}$ telles que

$$P\{\chi^2 > \chi^2_{(\alpha, \nu)}\} = \alpha$$

df	0.995	0.99	0.975	0.95	0.90	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005
1	---	---	0.001	0.004	0.016	2.706	3.841	5.024	6.635	7.879
2	0.010	0.020	0.051	0.103	0.211	4.605	5.991	7.378	9.210	10.597
3	0.072	0.115	0.216	0.352	0.584	6.251	7.815	9.348	11.345	12.838
4	0.207	0.297	0.484	0.711	1.064	7.779	9.488	11.143	13.277	14.860
5	0.412	0.554	0.831	1.145	1.610	9.236	11.070	12.833	15.086	16.750
6	0.676	0.872	1.237	1.635	2.204	10.645	12.592	14.449	16.812	18.548
7	0.989	1.239	1.690	2.167	2.833	12.017	14.067	16.013	18.475	20.278
8	1.344	1.646	2.180	2.733	3.490	13.362	15.507	17.535	20.090	21.955
9	1.735	2.088	2.700	3.325	4.168	14.684	16.919	19.023	21.666	23.589
10	2.156	2.558	3.247	3.940	4.865	15.987	18.307	20.483	23.209	25.188
11	2.603	3.053	3.816	4.575	5.578	17.275	19.675	21.920	24.725	26.757
12	3.074	3.571	4.404	5.226	6.304	18.549	21.026	23.337	26.217	28.300
13	3.565	4.107	5.009	5.892	7.042	19.812	22.362	24.736	27.688	29.819
14	4.075	4.660	5.629	6.571	7.790	21.064	23.685	26.119	29.141	31.319
15	4.601	5.229	6.262	7.261	8.547	22.307	24.996	27.488	30.578	32.801
16	5.142	5.812	6.908	7.962	9.312	23.542	26.296	28.845	32.000	34.267
17	5.697	6.408	7.564	8.672	10.085	24.769	27.587	30.191	33.409	35.718
18	6.265	7.015	8.231	9.390	10.865	25.989	28.869	31.526	34.805	37.156
19	6.844	7.633	8.907	10.117	11.651	27.204	30.144	32.852	36.191	38.582
20	7.434	8.260	9.591	10.851	12.443	28.412	31.410	34.170	37.566	39.997
21	8.034	8.897	10.283	11.591	13.240	29.615	32.671	35.479	38.932	41.401
22	8.643	9.542	10.982	12.338	14.041	30.813	33.924	36.781	40.289	42.796
23	9.260	10.196	11.689	13.091	14.848	32.007	35.172	38.076	41.638	44.181
24	9.886	10.856	12.401	13.848	15.659	33.196	36.415	39.364	42.980	45.559
25	10.520	11.524	13.120	14.611	16.473	34.382	37.652	40.646	44.314	46.928
26	11.160	12.198	13.844	15.379	17.292	35.563	38.885	41.923	45.642	48.290
27	11.808	12.879	14.573	16.151	18.114	36.741	40.113	43.195	46.963	49.645
28	12.461	13.565	15.308	16.928	18.939	37.916	41.337	44.461	48.278	50.993
29	13.121	14.256	16.047	17.708	19.768	39.087	42.557	45.722	49.588	52.336
30	13.787	14.953	16.791	18.493	20.599	40.256	43.773	46.979	50.892	53.672
40	20.707	22.164	24.433	26.509	29.051	51.805	55.758	59.342	63.691	66.766
50	27.991	29.707	32.357	34.764	37.689	63.167	67.505	71.420	76.154	79.490
60	35.534	37.485	40.482	43.188	46.459	74.397	79.082	83.298	88.379	91.952
70	43.275	45.442	48.758	51.739	55.329	85.527	90.531	95.023	100.425	104.215
80	51.172	53.540	57.153	60.391	64.278	96.578	101.879	106.629	112.329	116.321
90	59.196	61.754	65.647	69.126	73.291	107.565	113.145	118.136	124.116	128.299
100	67.328	70.065	74.222	77.929	82.358	118.498	124.342	129.561	135.807	140.169

Chi-2 (table)

TABLE III — AIRES LIMITÉES PAR LA COURBE NORMALE CENTRÉE RÉDUITE

La table fournit les valeurs de $\phi(z)$ pour z positif. Lorsque z est négatif il faut calculer le complément à l'unité de la valeur lue dans la table. La première colonne indique la première décimale de z et la première rangée fournit la deuxième décimale.

Exemples : pour $z = 1,21$, $\phi(z) = 0,8869$ et pour $z = -1,21$, $\phi(z) = 0,1131$

z	0,00	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	0,9332	0,9345	0,9357	0,9370	0,9382	0,9394	0,9406	0,9418	0,9429	0,9441
1,6	0,9452	0,9463	0,9474	0,9484	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9545
1,7	0,9554	0,9564	0,9573	0,9582	0,9591	0,9599	0,9608	0,9616	0,9625	0,9633
1,8	0,9641	0,9649	0,9656	0,9664	0,9671	0,9678	0,9686	0,9693	0,9699	0,9706
1,9	0,9713	0,9719	0,9726	0,9732	0,9738	0,9744	0,9750	0,9756	0,9761	0,9767
2,0	0,9772	0,9778	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9808	0,9812	0,9817
2,1	0,9821	0,9826	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9854	0,9857
2,2	0,9861	0,9864	0,9868	0,9871	0,9875	0,9878	0,9881	0,9884	0,9887	0,9890
2,3	0,9893	0,9896	0,9898	0,9901	0,9904	0,9906	0,9909	0,9911	0,9913	0,9916
2,4	0,9918	0,9920	0,9922	0,9925	0,9927	0,9929	0,9931	0,9932	0,9934	0,9936
2,5	0,9938	0,9940	0,9941	0,9943	0,9945	0,9946	0,9948	0,9949	0,9951	0,9952
2,6	0,9953	0,9955	0,9956	0,9957	0,9959	0,9960	0,9961	0,9962	0,9963	0,9964
2,7	0,9965	0,9966	0,9967	0,9968	0,9969	0,9970	0,9971	0,9972	0,9973	0,9974
2,8	0,9974	0,9975	0,9976	0,9977	0,9977	0,9978	0,9979	0,9979	0,9980	0,9981
2,9	0,9981	0,9982	0,9982	0,9983	0,9984	0,9984	0,9985	0,9985	0,9986	0,9986
z	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
3	0,9987	0,9990	0,9993	0,9995	0,9997	0,9998	0,9998	0,9999	0,9999	1,0000
4	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000