Formulaire de Statistique

L2 Sciences Economiques - Université de Bourgogne - 2015-2016

Tables **3**

Rappels de cours **10**

Table 1 : Coefficients binomiaux

Table donnant les $\binom{n}{k}$ **Rappel :** $\binom{n}{k} = \binom{n}{n-k} = \begin{cases} \frac{n!}{k!(n-k)!} & \text{si } 0 \leq k \leq n \\ 0 & \text{sinon.} \end{cases}$

n \ k	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	4	6	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	5	10	10	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	6	15	20	15	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	7	21	35	35	21	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0
8	1	8	28	56	70	56	28	8	1	0	0	0	0	0	0	0
9	1	9	36	84	126	126	84	36	9	1	0	0	0	0	0	0
10	1	10	45	120	210	252	210	120	45	10	1	0	0	0	0	0
11	1	11	55	165	330	462	462	330	165	55	11	1	0	0	0	0
12	1	12	66	220	495	792	924	792	495	220	66	12	1	0	0	0
13	1	13	78	286	715	1287	1716	1716	1287	715	286	78	13	1	0	0
14	1	14	91	364	1001	2002	3003	3432	3003	2002	1001	364	91	14	1	0
15	1	15	105	455	1365	3003	5005	6435	6435	5005	3003	1365	455	105	15	1
16	1	16	120	560	1820	4368	8008	11440	12870	11440	8008	4368	1820	560	120	16
17	1	17	136	680	2380	6188	12376	19448	24310	24310	19448	12376	6188	2380	680	136
18	1	18	153	816	3060	8568	18564	31824	43758	48620	43758	31824	18564	8568	3060	816
19	1	19	171	969	3876	11628	27132	50388	75582	92378	92378	75582	50388	27132	11628	3876
20	1	20	190	1140	4845	15504	38760	77520	125970	167960	184756	167960	125970	77520	38760	15504
21	1	21	210	1330	5985	20349	54264	116280	203490	293930	352716	352716	293930	203490	116280	54264
22	1	22	231	1540	7315	26334	74613	170544	319770	497420	646646	705432	646646	497420	319770	170544
23	1	23	253	1771	8855	33649	100947	245157	490314	817190	1144066	1352078	1352078	1144066	817190	490314
24	1	24	276	2024	10626	42504	134596	346104	735471	1307504	1961256	2496144	2704156	2496144	1961256	1307504
25	1	25	300	2300	12650	53130	177100	480700	1081575	2042975	3268760	4457400	5200300	5200300	4457400	3268760
26	1	26	325	2600	14950	65780	230230	657800	1562275	3124550	5311735	7726160	9657700	10400600	9657700	7726160
27	1	27	351	2925	17550	80730	296010	888030	2220075	4686825	8436285	13037895	17383860	20058300	20058300	17383860
28	1	28	378	3276	20475	98280	376740	1184040	3108105	6906900	13123110	21474180	30421755	37442160	40116600	37442160
29	1	29	406	3654	23751	118755	475020	1560780	4292145	10015005	20030010	34597290	51895935	67863915	77558760	77558760
30	1	30	435	4060	27405	142506	593775	2035800	5852925	14307150	30045015	54627300	86493225	119759850	145422675	155117520

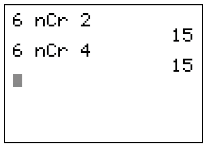
Calculette

Coefficients binomiaux (table ci-dessus) :

Exemple du calcul de $\binom{6}{2}$ et $\binom{6}{4}$ (qui sont égaux car $\binom{n}{k} = \binom{n}{n-k}$) :

Casio : Pour $\binom{6}{2}$, taper [6], puis entrer nCr, puis taper [2].
Pour accéder à nCr, taper [OPTN], puis choisissez PROB (faire défiler?? avec [F6] avant de sélectionner avec [F3]), puis nCr (avec?? [F3]).

TI : Pour $\binom{6}{2}$, taper [6], puis entrer `Combinaison`, puis taper [2].
Pour accéder à `Combinaison`, taper [MATH], puis allez dans la colonne `PRB` (en appuyant 3 fois?? sur [▷]), puis choisir `Combinaison` (en appuyant 2 fois?? sur [▽] puis sur [ENTER])



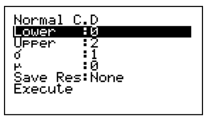
TI anglophone : Même procédure sauf la fonction `Combinaison` s'appelle alors `nCr`.

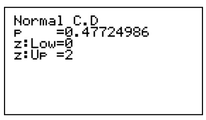
Attention : Certaines calculettes renvoient un message d'erreur si $k > n$ ou si $k < 0$.

Loi Normale (table suivante) :

Exemple du calcul de $\phi(2)$ (c'est à dire $\mathbb{P}[0 \leq Z \leq 2]$ quand $Z \rightsquigarrow \mathcal{N}(0,1)$) :

Casio : Dans le menu (touche [MENU]) choisir `STAT`. Dans l'onglet DIST (touche?? [F5]), choisir NORM (touche?? [F1]), puis Ncd (touche?? [F2]), aboutissant à l'écran ci-contre :
Entrer 0 dans `Lower` et 2 dans `Upper` (pour calculer $\mathbb{P}[0 \leq Z \leq 2]$), et 1 dans σ et 0 dans μ (pour indiquer que $Z \rightsquigarrow \mathcal{N}(0,1)$). Appyez sur [EXE] dans `Execute` et la calculette afiche l'écran ci-contre, indiquant que $\phi(2) = \mathbb{P}[0 \leq Z \leq 2] \simeq 0,47724986$.





TI : Entrer `normalcdf`, puis tapper [0], [,], [2] et [)], car on calcule ici $\phi(2) = \mathbb{P}[0 \leq Z \leq 2]$.
La fonction `normalcdf` se trouve dans le menu `DISTR` (touche [2nd] puis [VARS]).

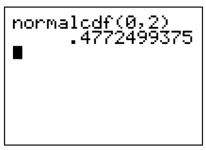
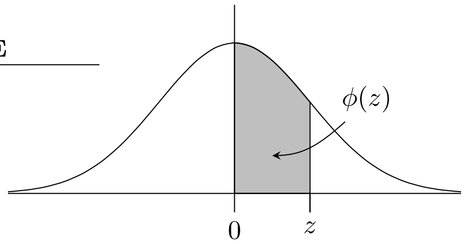


Table 2 : Loi Normale centrée réduite

Table de la loi Normale centrée réduite



$\phi(z) = \mathbb{P}[0 \leqslant Z < z]$ en fonction de z pour $Z \rightsquigarrow \mathcal{N}(0;1)$.

z	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,0000	0,0040	0,0080	0,0120	0,0160	0,0199	0,0239	0,0279	0,0319	0,0359
0,1	0,0398	0,0438	0,0478	0,0517	0,0557	0,0596	0,0636	0,0675	0,0714	0,0753
0,2	0,0793	0,0832	0,0871	0,0910	0,0948	0,0987	0,1026	0,1064	0,1103	0,1141
0,3	0,1179	0,1217	0,1255	0,1293	0,1331	0,1368	0,1406	0,1443	0,1480	0,1517
0,4	0,1554	0,1591	0,1628	0,1664	0,1700	0,1736	0,1772	0,1808	0,1844	0,1879
0,5	0,1915	0,1950	0,1985	0,2019	0,2054	0,2088	0,2123	0,2157	0,2190	0,2224
0,6	0,2257	0,2291	0,2324	0,2357	0,2389	0,2422	0,2454	0,2486	0,2517	0,2549
0,7	0,2580	0,2611	0,2642	0,2673	0,2704	0,2734	0,2764	0,2794	0,2823	0,2852
0,8	0,2881	0,2910	0,2939	0,2967	0,2995	0,3023	0,3051	0,3078	0,3106	0,3133
0,9	0,3159	0,3186	0,3212	0,3238	0,3264	0,3289	0,3315	0,3340	0,3365	0,3389
1,0	0,3413	0,3438	0,3461	0,3485	0,3508	0,3531	0,3554	0,3577	0,3599	0,3621
1,1	0,3643	0,3665	0,3686	0,3708	0,3729	0,3749	0,3770	0,3790	0,3810	0,3830
1,2	0,3849	0,3869	0,3888	0,3907	0,3925	0,3944	0,3962	0,3980	0,3997	0,4015
1,3	0,4032	0,4049	0,4066	0,4082	0,4099	0,4115	0,4131	0,4147	0,4162	0,4177
1,4	0,4192	0,4207	0,4222	0,4236	0,4251	0,4265	0,4279	0,4292	0,4306	0,4319
1,5	0,4332	0,4345	0,4357	0,4370	0,4382	0,4394	0,4406	0,4418	0,4429	0,4441
1,6	0,4452	0,4463	0,4474	0,4484	0,4495	0,4505	0,4515	0,4525	0,4535	0,4545
1,7	0,4554	0,4564	0,4573	0,4582	0,4591	0,4599	0,4608	0,4616	0,4625	0,4633
1,8	0,4641	0,4649	0,4656	0,4664	0,4671	0,4678	0,4686	0,4693	0,4699	0,4706
1,9	0,4713	0,4719	0,4726	0,4732	0,4738	0,4744	0,4750	0,4756	0,4761	0,4767
2,0	0,4772	0,4778	0,4783	0,4788	0,4793	0,4798	0,4803	0,4808	0,4812	0,4817
2,1	0,4821	0,4826	0,4830	0,4834	0,4838	0,4842	0,4846	0,4850	0,4854	0,4857
2,2	0,4861	0,4864	0,4868	0,4871	0,4875	0,4878	0,4881	0,4884	0,4887	0,4890
2,3	0,4893	0,4896	0,4898	0,4901	0,4904	0,4906	0,4909	0,4911	0,4913	0,4916
2,4	0,4918	0,4920	0,4922	0,4925	0,4927	0,4929	0,4931	0,4932	0,4934	0,4936
2,5	0,4938	0,4940	0,4941	0,4943	0,4945	0,4946	0,4948	0,4949	0,4951	0,4952
2,6	0,4953	0,4955	0,4956	0,4957	0,4959	0,4960	0,4961	0,4962	0,4963	0,4964
2,7	0,4965	0,4966	0,4967	0,4968	0,4969	0,4970	0,4971	0,4972	0,4973	0,4974
2,8	0,4974	0,4975	0,4976	0,4977	0,4977	0,4978	0,4979	0,4979	0,4980	0,4981
2,9	0,4981	0,4982	0,4982	0,4983	0,4984	0,4984	0,4985	0,4985	0,4986	0,4986
3,0	0,4987	0,4987	0,4987	0,4988	0,4988	0,4989	0,4989	0,4989	0,4990	0,4990
3,1	0,4990	0,4991	0,4991	0,4991	0,4992	0,4992	0,4992	0,4992	0,4993	0,4993
3,2	0,4993	0,4993	0,4994	0,4994	0,4994	0,4994	0,4994	0,4995	0,4995	0,4995
3,3	0,4995	0,4995	0,4995	0,4996	0,4996	0,4996	0,4996	0,4996	0,4996	0,4997
3,4	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4998
3,5	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998
3,6	0,4998	0,4998	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999
3,7	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999
3,8	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999
3,9	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000

Table inverse de la loi Normale centrée réduite

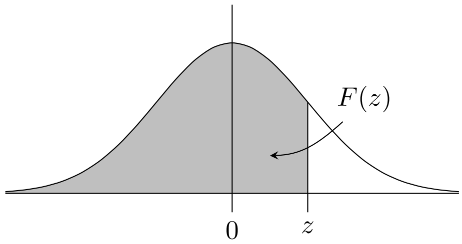
Valeurs de z telles que $\phi(z) = 0,5 - \alpha$ (α : risque unilatéral)

α	0,3	0,2	0,1	0,05	0,04	0,03	0,025	0,02	0,01	0,005
z	0,524	0,842	1,282	1,645	1,751	1,881	1,96	2,054	2,326	2,576

Valeurs de z telles que $\phi(z) = (1 - \alpha)/2$ (α : risque bilatéral)

α	0,1	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,005
z	1,645	1,751	1,881	1,96	2,054	2,17	2,326	2,576	2,807

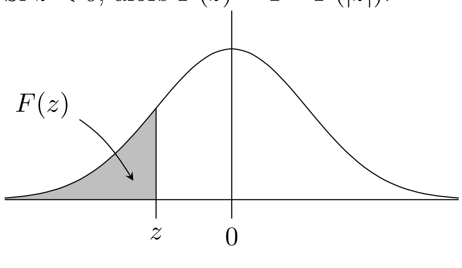
$F(z) = \mathbb{P}[Z < z]$ en fonction de z pour $Z \rightsquigarrow \mathcal{N}(0;1)$.



z	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
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
3,0	0,9987	0,9987	0,9987	0,9988	0,9988	0,9989	0,9989	0,9989	0,9990	0,9990
3,1	0,9990	0,9991	0,9991	0,9991	0,9992	0,9992	0,9992	0,9992	0,9993	0,9993
3,2	0,9993	0,9993	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9995	0,9995	0,9995
3,3	0,9995	0,9995	0,9995	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9997
3,4	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9998
3,5	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998
3,6	0,9998	0,9998	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999
3,7	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999
3,8	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999
3,9	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Remarque :

Si $z < 0$, alors $F(z) = 1 - F(|z|)$.



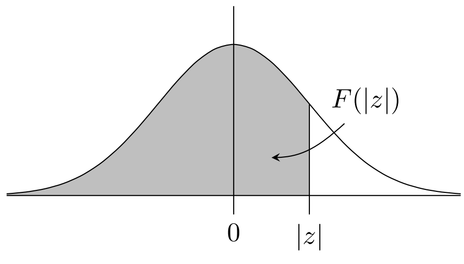
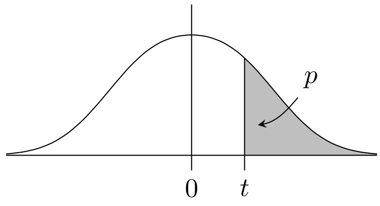


Table 3 : Loi de Student

Table inverse de la loi de Student

t en fonction de p tel que $p = \mathbb{P}[T \geqslant t]$
pour T suivant une loi de Student.



ddl \ p	0,2	0,15	0,1	0,05	0,04	0,03	0,025	0,02	0,015	0,01	0,005
1	1,3764	1,9626	3,0777	6,3138	7,9158	10,5789	12,7062	15,8945	21,2049	31,8205	63,6567
2	1,0607	1,3862	1,8856	2,9200	3,3198	3,8964	4,3027	4,8487	5,6428	6,9646	9,9248
3	0,9785	1,2498	1,6377	2,3534	2,6054	2,9505	3,1824	3,4819	3,8960	4,5407	5,8409
4	0,9410	1,1896	1,5332	2,1318	2,3329	2,6008	2,7764	2,9985	3,2976	3,7469	4,6041
5	0,9195	1,1558	1,4759	2,0150	2,1910	2,4216	2,5706	2,7565	3,0029	3,3649	4,0321
6	0,9057	1,1342	1,4398	1,9432	2,1043	2,3133	2,4469	2,6122	2,8289	3,1427	3,7074
7	0,8960	1,1192	1,4149	1,8946	2,0460	2,2409	2,3646	2,5168	2,7146	2,9980	3,4995
8	0,8889	1,1081	1,3968	1,8595	2,0042	2,1892	2,3060	2,4490	2,6338	2,8965	3,3554
9	0,8834	1,0997	1,3830	1,8331	1,9727	2,1504	2,2622	2,3984	2,5738	2,8214	3,2498
10	0,8791	1,0931	1,3722	1,8125	1,9481	2,1202	2,2281	2,3593	2,5275	2,7638	3,1693
11	0,8755	1,0877	1,3634	1,7959	1,9284	2,0961	2,2010	2,3281	2,4907	2,7181	3,1058
12	0,8726	1,0832	1,3562	1,7823	1,9123	2,0764	2,1788	2,3027	2,4607	2,6810	3,0545
13	0,8702	1,0795	1,3502	1,7709	1,8989	2,0600	2,1604	2,2816	2,4358	2,6503	3,0123
14	0,8681	1,0763	1,3450	1,7613	1,8875	2,0462	2,1448	2,2638	2,4149	2,6245	2,9768
15	0,8662	1,0735	1,3406	1,7531	1,8777	2,0343	2,1314	2,2485	2,3970	2,6025	2,9467
16	0,8647	1,0711	1,3368	1,7459	1,8693	2,0240	2,1199	2,2354	2,3815	2,5835	2,9208
17	0,8633	1,0690	1,3334	1,7396	1,8619	2,0150	2,1098	2,2238	2,3681	2,5669	2,8982
18	0,8620	1,0672	1,3304	1,7341	1,8553	2,0071	2,1009	2,2137	2,3562	2,5524	2,8784
19	0,8610	1,0655	1,3277	1,7291	1,8495	2,0000	2,0930	2,2047	2,3456	2,5395	2,8609
20	0,8600	1,0640	1,3253	1,7247	1,8443	1,9937	2,0860	2,1967	2,3362	2,5280	2,8453
21	0,8591	1,0627	1,3232	1,7207	1,8397	1,9880	2,0796	2,1894	2,3278	2,5176	2,8314
22	0,8583	1,0614	1,3212	1,7171	1,8354	1,9829	2,0739	2,1829	2,3202	2,5083	2,8188
23	0,8575	1,0603	1,3195	1,7139	1,8316	1,9782	2,0687	2,1770	2,3132	2,4999	2,8073
24	0,8569	1,0593	1,3178	1,7109	1,8281	1,9740	2,0639	2,1715	2,3069	2,4922	2,7969
25	0,8562	1,0584	1,3163	1,7081	1,8248	1,9701	2,0595	2,1666	2,3011	2,4851	2,7874
26	0,8557	1,0575	1,3150	1,7056	1,8219	1,9665	2,0555	2,1620	2,2958	2,4786	2,7787
27	0,8551	1,0567	1,3137	1,7033	1,8191	1,9632	2,0518	2,1578	2,2909	2,4727	2,7707
28	0,8546	1,0560	1,3125	1,7011	1,8166	1,9601	2,0484	2,1539	2,2864	2,4671	2,7633
29	0,8542	1,0553	1,3114	1,6991	1,8142	1,9573	2,0452	2,1503	2,2822	2,4620	2,7564
30	0,8538	1,0547	1,3104	1,6973	1,8120	1,9546	2,0423	2,1470	2,2783	2,4573	2,7500
31	0,8534	1,0541	1,3095	1,6955	1,8100	1,9522	2,0395	2,1438	2,2746	2,4528	2,7440
32	0,8530	1,0535	1,3086	1,6939	1,8081	1,9499	2,0369	2,1409	2,2712	2,4487	2,7385
33	0,8526	1,0530	1,3077	1,6924	1,8063	1,9477	2,0345	2,1382	2,2680	2,4448	2,7333
34	0,8523	1,0525	1,3070	1,6909	1,8046	1,9457	2,0322	2,1356	2,2650	2,4411	2,7284
35	0,8520	1,0520	1,3062	1,6896	1,8030	1,9438	2,0301	2,1332	2,2622	2,4377	2,7238
36	0,8517	1,0516	1,3055	1,6883	1,8015	1,9419	2,0281	2,1309	2,2595	2,4345	2,7195
37	0,8514	1,0512	1,3049	1,6871	1,8001	1,9402	2,0262	2,1287	2,2570	2,4314	2,7154
38	0,8512	1,0508	1,3042	1,6860	1,7988	1,9386	2,0244	2,1267	2,2546	2,4286	2,7116
39	0,8509	1,0504	1,3036	1,6849	1,7975	1,9371	2,0227	2,1247	2,2524	2,4258	2,7079
40	0,8507	1,0500	1,3031	1,6839	1,7963	1,9357	2,0211	2,1229	2,2503	2,4233	2,7045
41	0,8505	1,0497	1,3025	1,6829	1,7952	1,9343	2,0195	2,1212	2,2482	2,4208	2,7012
42	0,8503	1,0494	1,3020	1,6820	1,7941	1,9330	2,0181	2,1195	2,2463	2,4185	2,6981
43	0,8501	1,0491	1,3016	1,6811	1,7931	1,9317	2,0167	2,1179	2,2445	2,4163	2,6951
44	0,8499	1,0488	1,3011	1,6802	1,7921	1,9305	2,0154	2,1164	2,2427	2,4141	2,6923
45	0,8497	1,0485	1,3006	1,6794	1,7911	1,9294	2,0141	2,1150	2,2411	2,4121	2,6896
46	0,8495	1,0483	1,3002	1,6787	1,7902	1,9283	2,0129	2,1136	2,2395	2,4102	2,6870
47	0,8493	1,0480	1,2998	1,6779	1,7894	1,9273	2,0117	2,1123	2,2380	2,4083	2,6846
48	0,8492	1,0478	1,2994	1,6772	1,7885	1,9263	2,0106	2,1111	2,2365	2,4066	2,6822
49	0,8490	1,0475	1,2991	1,6766	1,7878	1,9253	2,0096	2,1099	2,2351	2,4049	2,6800
50	0,8489	1,0473	1,2987	1,6759	1,7870	1,9244	2,0086	2,1087	2,2338	2,4033	2,6778
51	0,8487	1,0471	1,2984	1,6753	1,7863	1,9236	2,0076	2,1076	2,2325	2,4017	2,6757
52	0,8486	1,0469	1,2980	1,6747	1,7856	1,9227	2,0066	2,1066	2,2313	2,4002	2,6737
53	0,8485	1,0467	1,2977	1,6741	1,7849	1,9219	2,0057	2,1055	2,2301	2,3988	2,6718
54	0,8483	1,0465	1,2974	1,6736	1,7843	1,9211	2,0049	2,1046	2,2289	2,3974	2,6700
55	0,8482	1,0463	1,2971	1,6730	1,7836	1,9204	2,0040	2,1036	2,2278	2,3961	2,6682
56	0,8481	1,0461	1,2969	1,6725	1,7830	1,9197	2,0032	2,1027	2,2268	2,3948	2,6665
57	0,8480	1,0459	1,2966	1,6720	1,7825	1,9190	2,0025	2,1018	2,2258	2,3936	2,6649
58	0,8479	1,0458	1,2963	1,6716	1,7819	1,9183	2,0017	2,1010	2,2248	2,3924	2,6633
59	0,8478	1,0456	1,2961	1,6711	1,7814	1,9177	2,0010	2,1002	2,2238	2,3912	2,6618
60	0,8477	1,0455	1,2958	1,6706	1,7808	1,9170	2,0003	2,0994	2,2229	2,3901	2,6603
61	0,8476	1,0453	1,2956	1,6702	1,7803	1,9164	1,9996	2,0986	2,2220	2,3890	2,6589
62	0,8475	1,0452	1,2954	1,6698	1,7799	1,9158	1,9990	2,0979	2,2212	2,3880	2,6575
63	0,8474	1,0450	1,2951	1,6694	1,7794	1,9153	1,9983	2,0971	2,2204	2,3870	2,6561
64	0,8473	1,0449	1,2949	1,6690	1,7789	1,9147	1,9977	2,0965	2,2195	2,3860	2,6549
65	0,8472	1,0448	1,2947	1,6686	1,7785	1,9142	1,9971	2,0958	2,2188	2,3851	2,6536
66	0,8471	1,0446	1,2945	1,6683	1,7781	1,9137	1,9966	2,0951	2,2180	2,3842	2,6524
67	0,8470	1,0445	1,2943	1,6679	1,7776	1,9132	1,9960	2,0945	2,2173	2,3833	2,6512
68	0,8469	1,0444	1,2941	1,6676	1,7772	1,9127	1,9955	2,0939	2,2166	2,3824	2,6501
69	0,8469	1,0443	1,2939	1,6672	1,7769	1,9122	1,9949	2,0933	2,2159	2,3816	2,6490
70	0,8468	1,0442	1,2938	1,6669	1,7765	1,9118	1,9944	2,0927	2,2152	2,3808	2,6479

TABLE 4 : LOI DU χ^2

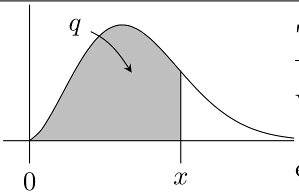
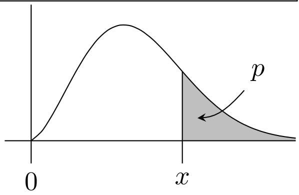


TABLE INVERSE DE LA LOI DU χ^2

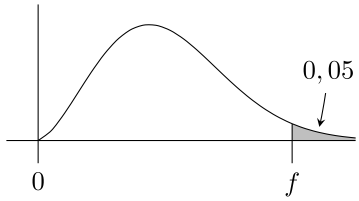
Valeurs de x en fonction de q tel que $q = \mathbb{P}[\chi^2 \leqslant x]$
et de p tel que $p = \mathbb{P}[\chi^2 \geqslant x]$
en fonction du nombre de ddl du χ^2.



q	0,005	0,01	0,02	0,025	0,05	0,1	0,9	0,95	0,975	0,98	0,99	0,995
ddl \ p	0,995	0,99	0,98	0,975	0,95	0,9	0,1	0,05	0,025	0,02	0,01	0,005
1	0,00004	0,0002	0,001	0,001	0,004	0,016	2,706	3,841	5,024	5,412	6,635	7,879
2	0,010	0,020	0,040	0,051	0,103	0,211	4,605	5,991	7,378	7,824	9,210	10,60
3	0,072	0,115	0,185	0,216	0,352	0,584	6,251	7,815	9,348	9,837	11,34	12,84
4	0,207	0,297	0,429	0,484	0,711	1,064	7,779	9,488	11,14	11,67	13,28	14,86
5	0,412	0,554	0,752	0,831	1,145	1,610	9,236	11,07	12,83	13,39	15,09	16,75
6	0,676	0,872	1,134	1,237	1,635	2,204	10,64	12,59	14,45	15,03	16,81	18,55
7	0,989	1,239	1,564	1,690	2,167	2,833	12,02	14,07	16,01	16,62	18,48	20,28
8	1,344	1,646	2,032	2,180	2,733	3,490	13,36	15,51	17,53	18,17	20,09	21,95
9	1,735	2,088	2,532	2,700	3,325	4,168	14,68	16,92	19,02	19,68	21,67	23,59
10	2,156	2,558	3,059	3,247	3,940	4,865	15,99	18,31	20,48	21,16	23,21	25,19
11	2,603	3,053	3,609	3,816	4,575	5,578	17,28	19,68	21,92	22,62	24,72	26,76
12	3,074	3,571	4,178	4,404	5,226	6,304	18,55	21,03	23,34	24,05	26,22	28,30
13	3,565	4,107	4,765	5,009	5,892	7,042	19,81	22,36	24,74	25,47	27,69	29,82
14	4,075	4,660	5,368	5,629	6,571	7,790	21,06	23,68	26,12	26,87	29,14	31,32
15	4,601	5,229	5,985	6,262	7,261	8,547	22,31	25,00	27,49	28,26	30,58	32,80
16	5,142	5,812	6,614	6,908	7,962	9,312	23,54	26,30	28,85	29,63	32,00	34,27
17	5,697	6,408	7,255	7,564	8,672	10,09	24,77	27,59	30,19	31,00	33,41	35,72
18	6,265	7,015	7,906	8,231	9,390	10,86	25,99	28,87	31,53	32,35	34,81	37,16
19	6,844	7,633	8,567	8,907	10,12	11,65	27,20	30,14	32,85	33,69	36,19	38,58
20	7,434	8,260	9,237	9,591	10,85	12,44	28,41	31,41	34,17	35,02	37,57	40,00
21	8,034	8,897	9,915	10,28	11,59	13,24	29,62	32,67	35,48	36,34	38,93	41,40
22	8,643	9,542	10,60	10,98	12,34	14,04	30,81	33,92	36,78	37,66	40,29	42,80
23	9,260	10,20	11,29	11,69	13,09	14,85	32,01	35,17	38,08	38,97	41,64	44,18
24	9,886	10,86	11,99	12,40	13,85	15,66	33,20	36,42	39,36	40,27	42,98	45,56
25	10,52	11,52	12,70	13,12	14,61	16,47	34,38	37,65	40,65	41,57	44,31	46,93
26	11,16	12,20	13,41	13,84	15,38	17,29	35,56	38,89	41,92	42,86	45,64	48,29
27	11,81	12,88	14,13	14,57	16,15	18,11	36,74	40,11	43,19	44,14	46,96	49,64
28	12,46	13,56	14,85	15,31	16,93	18,94	37,92	41,34	44,46	45,42	48,28	50,99
29	13,12	14,26	15,57	16,05	17,71	19,77	39,09	42,56	45,72	46,69	49,59	52,34
30	13,79	14,95	16,31	16,79	18,49	20,60	40,26	43,77	46,98	47,96	50,89	53,67
31	14,46	15,66	17,04	17,54	19,28	21,43	41,42	44,99	48,23	49,23	52,19	55,00
32	15,13	16,36	17,78	18,29	20,07	22,27	42,58	46,19	49,48	50,49	53,49	56,33
33	15,82	17,07	18,53	19,05	20,87	23,11	43,75	47,40	50,73	51,74	54,78	57,65
34	16,50	17,79	19,28	19,81	21,66	23,95	44,90	48,60	51,97	53,00	56,06	58,96
35	17,19	18,51	20,03	20,57	22,47	24,80	46,06	49,80	53,20	54,24	57,34	60,27
36	17,89	19,23	20,78	21,34	23,27	25,64	47,21	51,00	54,44	55,49	58,62	61,58
37	18,59	19,96	21,54	22,11	24,07	26,49	48,36	52,19	55,67	56,73	59,89	62,88
38	19,29	20,69	22,30	22,88	24,88	27,34	49,51	53,38	56,90	57,97	61,16	64,18
39	20,00	21,43	23,07	23,65	25,70	28,20	50,66	54,57	58,12	59,20	62,43	65,48
40	20,71	22,16	23,84	24,43	26,51	29,05	51,81	55,76	59,34	60,44	63,69	66,77
45	24,31	25,90	27,72	28,37	30,61	33,35	57,51	61,66	65,41	66,56	69,96	73,17
50	27,99	29,71	31,66	32,36	34,76	37,69	63,17	67,50	71,42	72,61	76,15	79,49
60	35,53	37,48	39,70	40,48	43,19	46,46	74,40	79,08	83,30	84,58	88,38	91,95
70	43,28	45,44	47,89	48,76	51,74	55,33	85,53	90,53	95,02	96,39	100,4	104,2
80	51,17	53,54	56,21	57,15	60,39	64,28	96,58	101,9	106,6	108,1	112,3	116,3
90	59,20	61,75	64,63	65,65	69,13	73,29	107,6	113,1	118,1	119,6	124,1	128,3
100	67,33	70,06	73,14	74,22	77,93	82,36	118,5	124,3	129,6	131,1	135,8	140,2
110	75,55	78,46	81,72	82,87	86,79	91,47	129,4	135,5	140,9	142,6	147,4	151,9
120	83,85	86,92	90,37	91,57	95,70	100,6	140,2	146,6	152,2	153,9	159,0	163,6
130	92,22	95,45	99,07	100,3	104,7	109,8	151,0	157,6	163,5	165,2	170,4	175,3
140	100,7	104,0	107,8	109,1	113,7	119,0	161,8	168,6	174,6	176,5	181,8	186,8
150	109,1	112,7	116,6	118,0	122,7	128,3	172,6	179,6	185,8	187,7	193,2	198,4

Table 5 : Loi de Fisher-Snedecor

Valeurs de f telles que $\mathbb{P}[F \geqslant f] = 0,05$



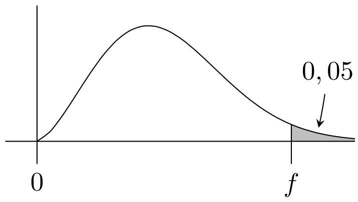
où F suit la loi de Fisher-Snedecor à ν_1, ν_2 degrés de liberté
ν_1 : nombre de ddl du numerateur
ν_2 : nombre de ddl du denominateur

ν_2 \ ν_1	1	2	3	4	6	8	10	12	15	18	21	25	29	33	37	41	45	49
1	161	200	216	225	234	239	242	244	246	247	248	249	250	250	251	251	251	252
2	18,5	19,0	19,2	19,2	19,3	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5
3	10,1	9,55	9,28	9,12	8,94	8,85	8,79	8,74	8,70	8,67	8,65	8,63	8,62	8,61	8,60	8,59	8,59	8,58
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,16	6,04	5,96	5,91	5,86	5,82	5,79	5,77	5,75	5,74	5,72	5,71	5,71	5,70
5	6,61	5,79	5,41	5,19	4,95	4,82	4,74	4,68	4,62	4,58	4,55	4,52	4,50	4,48	4,47	4,46	4,45	4,45
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,28	4,15	4,06	4,00	3,94	3,90	3,86	3,83	3,81	3,80	3,78	3,77	3,76	3,76
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,87	3,73	3,64	3,57	3,51	3,47	3,43	3,40	3,38	3,36	3,35	3,34	3,33	3,32
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,58	3,44	3,35	3,28	3,22	3,17	3,14	3,11	3,08	3,07	3,05	3,04	3,03	3,02
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,37	3,23	3,14	3,07	3,01	2,96	2,93	2,89	2,87	2,85	2,84	2,82	2,81	2,80
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,22	3,07	2,98	2,91	2,85	2,80	2,76	2,73	2,70	2,69	2,67	2,66	2,65	2,64
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,09	2,95	2,85	2,79	2,72	2,67	2,64	2,60	2,58	2,56	2,54	2,53	2,52	2,51
12	4,75	3,89	3,49	3,26	3,00	2,85	2,75	2,69	2,62	2,57	2,53	2,50	2,47	2,45	2,44	2,42	2,41	2,40
13	4,67	3,81	3,41	3,18	2,92	2,77	2,67	2,60	2,53	2,48	2,45	2,41	2,39	2,37	2,35	2,34	2,33	2,32
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,85	2,70	2,60	2,53	2,46	2,41	2,38	2,34	2,31	2,29	2,28	2,26	2,25	2,24
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,79	2,64	2,54	2,48	2,40	2,35	2,32	2,28	2,25	2,23	2,21	2,20	2,19	2,18
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,74	2,59	2,49	2,42	2,35	2,30	2,26	2,23	2,20	2,18	2,16	2,15	2,14	2,13
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,70	2,55	2,45	2,38	2,31	2,26	2,22	2,18	2,15	2,13	2,11	2,10	2,09	2,08
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,66	2,51	2,41	2,34	2,27	2,22	2,18	2,14	2,11	2,09	2,07	2,06	2,05	2,04
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,63	2,48	2,38	2,31	2,23	2,18	2,14	2,11	2,08	2,06	2,04	2,02	2,01	2,00
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,60	2,45	2,35	2,28	2,20	2,15	2,11	2,07	2,05	2,02	2,01	1,99	1,98	1,97
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,57	2,42	2,32	2,25	2,18	2,12	2,08	2,05	2,02	1,99	1,98	1,96	1,95	1,94
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,55	2,40	2,30	2,23	2,15	2,10	2,06	2,02	1,99	1,97	1,95	1,93	1,92	1,91
23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,53	2,37	2,27	2,20	2,13	2,08	2,04	2,00	1,97	1,94	1,93	1,91	1,90	1,89
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,51	2,36	2,25	2,18	2,11	2,05	2,01	1,97	1,95	1,92	1,90	1,89	1,88	1,86
25	4,24	3,39	2,99	2,76	2,49	2,34	2,24	2,16	2,09	2,04	2,00	1,96	1,93	1,90	1,88	1,87	1,86	1,84
26	4,23	3,37	2,98	2,74	2,47	2,32	2,22	2,15	2,07	2,02	1,98	1,94	1,91	1,88	1,87	1,85	1,84	1,83
27	4,21	3,35	2,96	2,73	2,46	2,31	2,20	2,13	2,06	2,00	1,96	1,92	1,89	1,87	1,85	1,83	1,82	1,81
28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,45	2,29	2,19	2,12	2,04	1,99	1,95	1,91	1,88	1,85	1,83	1,82	1,80	1,79
29	4,18	3,33	2,93	2,70	2,43	2,28	2,18	2,10	2,03	1,97	1,93	1,89	1,86	1,84	1,82	1,80	1,79	1,78
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,42	2,27	2,16	2,09	2,01	1,96	1,92	1,88	1,85	1,82	1,80	1,79	1,77	1,76
31	4,16	3,30	2,91	2,68	2,41	2,25	2,15	2,08	2,00	1,95	1,91	1,87	1,83	1,81	1,79	1,78	1,76	1,75
32	4,15	3,29	2,90	2,67	2,40	2,24	2,14	2,07	1,99	1,94	1,90	1,85	1,82	1,80	1,78	1,76	1,75	1,74
33	4,14	3,28	2,89	2,66	2,39	2,23	2,13	2,06	1,98	1,93	1,89	1,84	1,81	1,79	1,77	1,75	1,74	1,73
34	4,13	3,28	2,88	2,65	2,38	2,23	2,12	2,05	1,97	1,92	1,88	1,83	1,80	1,78	1,76	1,74	1,73	1,72
35	4,12	3,27	2,87	2,64	2,37	2,22	2,11	2,04	1,96	1,91	1,87	1,82	1,79	1,77	1,75	1,73	1,72	1,71
36	4,11	3,26	2,87	2,63	2,36	2,21	2,11	2,03	1,95	1,90	1,86	1,81	1,78	1,76	1,74	1,72	1,71	1,70
37	4,11	3,25	2,86	2,63	2,36	2,20	2,10	2,02	1,95	1,89	1,85	1,81	1,77	1,75	1,73	1,71	1,70	1,69
38	4,10	3,24	2,85	2,62	2,35	2,19	2,09	2,02	1,94	1,88	1,84	1,80	1,77	1,74	1,72	1,70	1,69	1,68
39	4,09	3,24	2,85	2,61	2,34	2,19	2,08	2,01	1,93	1,88	1,83	1,79	1,76	1,73	1,71	1,70	1,68	1,67
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,34	2,18	2,08	2,00	1,92	1,87	1,83	1,78	1,75	1,73	1,71	1,69	1,67	1,66
41	4,08	3,23	2,83	2,60	2,33	2,17	2,07	2,00	1,92	1,86	1,82	1,78	1,74	1,72	1,70	1,68	1,67	1,66
42	4,07	3,22	2,83	2,59	2,32	2,17	2,06	1,99	1,91	1,86	1,81	1,77	1,74	1,71	1,69	1,67	1,66	1,65
43	4,07	3,21	2,82	2,59	2,32	2,16	2,06	1,99	1,91	1,85	1,81	1,76	1,73	1,71	1,69	1,67	1,65	1,64
44	4,06	3,21	2,82	2,58	2,31	2,16	2,05	1,98	1,90	1,84	1,80	1,76	1,73	1,70	1,68	1,66	1,65	1,64
45	4,06	3,20	2,81	2,58	2,31	2,15	2,05	1,97	1,89	1,84	1,80	1,75	1,72	1,69	1,67	1,66	1,64	1,63
46	4,05	3,20	2,81	2,57	2,30	2,15	2,04	1,97	1,89	1,83	1,79	1,75	1,71	1,69	1,67	1,65	1,64	1,62
47	4,05	3,20	2,80	2,57	2,30	2,14	2,04	1,96	1,88	1,83	1,78	1,74	1,71	1,68	1,66	1,64	1,63	1,62
48	4,04	3,19	2,80	2,57	2,29	2,14	2,03	1,96	1,88	1,82	1,78	1,74	1,70	1,68	1,66	1,64	1,62	1,61
49	4,04	3,19	2,79	2,56	2,29	2,13	2,03	1,96	1,88	1,82	1,78	1,73	1,70	1,67	1,65	1,63	1,62	1,61
50	4,03	3,18	2,79	2,56	2,29	2,13	2,03	1,95	1,87	1,81	1,77	1,73	1,69	1,67	1,65	1,63	1,61	1,60
55	4,02	3,16	2,77	2,54	2,27	2,11	2,01	1,93	1,85	1,79	1,75	1,71	1,67	1,65	1,63	1,61	1,59	1,58
60	4,00	3,15	2,76	2,53	2,25	2,10	1,99	1,92	1,84	1,78	1,73	1,69	1,66	1,63	1,61	1,59	1,57	1,56
65	3,99	3,14	2,75	2,51	2,24	2,08	1,98	1,90	1,82	1,76	1,72	1,68	1,64	1,61	1,59	1,57	1,56	1,55
70	3,98	3,13	2,74	2,50	2,23	2,07	1,97	1,89	1,81	1,75	1,71	1,66	1,63	1,60	1,58	1,56	1,55	1,53
75	3,97	3,12	2,73	2,49	2,22	2,06	1,96	1,88	1,80	1,74	1,70	1,65	1,62	1,59	1,57	1,55	1,53	1,52
80	3,96	3,11	2,72	2,49	2,21	2,06	1,95	1,88	1,79	1,73	1,69	1,64	1,61	1,58	1,56	1,54	1,52	1,51
85	3,95	3,10	2,71	2,48	2,21	2,05	1,94	1,87	1,79	1,73	1,68	1,64	1,60	1,57	1,55	1,53	1,52	1,50
90	3,95	3,10	2,71	2,47	2,20	2,04	1,94	1,86	1,78	1,72	1,67	1,63	1,59	1,57	1,54	1,52	1,51	1,49
95	3,94	3,09	2,70	2,47	2,20	2,04	1,93	1,86	1,77	1,71	1,67	1,62	1,59	1,56	1,54	1,52	1,50	1,49
100	3,94	3,09	2,70	2,46	2,19	2,03	1,93	1,85	1,77	1,71	1,66	1,62	1,58	1,55	1,53	1,51	1,49	1,48
105	3,93	3,08	2,69	2,46	2,19	2,03	1,92	1,85	1,76	1,70	1,66	1,61	1,58	1,55	1,52	1,50	1,49	1,47
110	3,93	3,08	2,69	2,45	2,18	2,02	1,92	1,84	1,76	1,70	1,65	1,61	1,57	1,54	1,52	1,50	1,48	1,47
115	3,92	3,08	2,68	2,45	2,18	2,02	1,91	1,84	1,75	1,69	1,65	1,60	1,57	1,54	1,51	1,49	1,48	1,46
120	3,92	3,07	2,68	2,45	2,18	2,02	1,91	1,83	1,75	1,69	1,64	1,60	1,56	1,53	1,51	1,49	1,47	1,46
125	3,92	3,07	2,68	2,44	2,17	2,01	1,91	1,83	1,75	1,69	1,64	1,59	1,56	1,53	1,51	1,49	1,47	1,46

Table 5 (suite) : Loi de Fisher-Snedecor

Valeurs de f telles que $\mathbb{P}[F \geqslant f] = 0,05$

où F suit la loi de Fisher-Snedecor à ν_1, ν_2 degrés de liberté
ν_1 : nombre de ddl du numerateur
ν_2 : nombre de ddl du denominateur



ν_2 \ ν_1	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135
1	252	252	252	252	252	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253
2	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5
3	8,58	8,58	8,57	8,57	8,57	8,56	8,56	8,56	8,56	8,56	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55
4	5,70	5,69	5,69	5,68	5,68	5,68	5,67	5,67	5,67	5,67	5,66	5,66	5,66	5,66	5,66	5,66	5,66	5,65
5	4,44	4,44	4,43	4,43	4,42	4,42	4,41	4,41	4,41	4,41	4,41	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,39
6	3,75	3,75	3,74	3,73	3,73	3,73	3,72	3,72	3,72	3,71	3,71	3,71	3,71	3,71	3,70	3,70	3,70	3,70
7	3,32	3,31	3,30	3,30	3,29	3,29	3,29	3,28	3,28	3,28	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	3,26	3,26
8	3,02	3,01	3,01	3,00	2,99	2,99	2,99	2,98	2,98	2,98	2,97	2,97	2,97	2,97	2,97	2,97	2,96	2,96
9	2,80	2,79	2,79	2,78	2,78	2,77	2,77	2,76	2,76	2,76	2,76	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,74	2,74
10	2,64	2,63	2,62	2,61	2,61	2,60	2,60	2,60	2,59	2,59	2,59	2,59	2,58	2,58	2,58	2,58	2,58	2,58
11	2,51	2,50	2,49	2,48	2,48	2,47	2,47	2,47	2,46	2,46	2,46	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,44	2,44
12	2,40	2,39	2,38	2,38	2,37	2,37	2,36	2,36	2,36	2,35	2,35	2,35	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34
13	2,31	2,30	2,30	2,29	2,28	2,28	2,27	2,27	2,27	2,26	2,26	2,26	2,26	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
14	2,24	2,23	2,22	2,22	2,21	2,21	2,20	2,20	2,19	2,19	2,19	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,17	2,17
15	2,18	2,17	2,16	2,15	2,15	2,14	2,14	2,13	2,13	2,13	2,12	2,12	2,12	2,12	2,11	2,11	2,11	2,11
16	2,12	2,11	2,11	2,10	2,09	2,09	2,08	2,08	2,07	2,07	2,07	2,07	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,05
17	2,08	2,07	2,06	2,05	2,05	2,04	2,03	2,03	2,03	2,02	2,02	2,02	2,02	2,01	2,01	2,01	2,01	2,01
18	2,04	2,03	2,02	2,01	2,00	2,00	1,99	1,99	1,98	1,98	1,98	1,98	1,97	1,97	1,97	1,97	1,96	1,96
19	2,00	1,99	1,98	1,97	1,97	1,96	1,96	1,95	1,95	1,94	1,94	1,94	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,92
20	1,97	1,96	1,95	1,94	1,93	1,93	1,92	1,92	1,91	1,91	1,91	1,90	1,90	1,90	1,90	1,89	1,89	1,89
21	1,94	1,93	1,92	1,91	1,90	1,90	1,89	1,89	1,88	1,88	1,88	1,87	1,87	1,87	1,87	1,86	1,86	1,86
22	1,91	1,90	1,89	1,88	1,88	1,87	1,86	1,86	1,86	1,85	1,85	1,85	1,84	1,84	1,84	1,84	1,83	1,83
23	1,88	1,87	1,86	1,86	1,85	1,84	1,84	1,83	1,83	1,83	1,82	1,82	1,82	1,82	1,81	1,81	1,81	1,81
24	1,86	1,85	1,84	1,83	1,83	1,82	1,82	1,81	1,81	1,80	1,80	1,80	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,78
25	1,84	1,83	1,82	1,81	1,81	1,80	1,80	1,79	1,79	1,78	1,78	1,78	1,77	1,77	1,77	1,77	1,76	1,76
26	1,82	1,81	1,80	1,79	1,79	1,78	1,78	1,77	1,77	1,76	1,76	1,76	1,75	1,75	1,75	1,75	1,74	1,74
27	1,81	1,79	1,79	1,78	1,77	1,76	1,76	1,75	1,75	1,75	1,74	1,74	1,74	1,73	1,73	1,73	1,73	1,72
28	1,79	1,78	1,77	1,76	1,75	1,75	1,74	1,74	1,73	1,73	1,73	1,72	1,72	1,72	1,71	1,71	1,71	1,71
29	1,77	1,76	1,75	1,75	1,74	1,73	1,73	1,72	1,72	1,71	1,71	1,71	1,70	1,70	1,70	1,70	1,69	1,69
30	1,76	1,75	1,74	1,73	1,72	1,72	1,71	1,71	1,70	1,70	1,70	1,69	1,69	1,69	1,68	1,68	1,68	1,68
31	1,75	1,74	1,73	1,72	1,71	1,70	1,70	1,69	1,69	1,69	1,68	1,68	1,68	1,67	1,67	1,67	1,67	1,66
32	1,74	1,72	1,71	1,71	1,70	1,69	1,69	1,68	1,68	1,67	1,67	1,67	1,66	1,66	1,66	1,65	1,65	1,65
33	1,72	1,71	1,70	1,69	1,69	1,68	1,67	1,67	1,66	1,66	1,66	1,65	1,65	1,65	1,64	1,64	1,64	1,64
34	1,71	1,70	1,69	1,68	1,68	1,67	1,66	1,66	1,65	1,65	1,65	1,64	1,64	1,64	1,63	1,63	1,63	1,63
35	1,70	1,69	1,68	1,67	1,66	1,66	1,65	1,65	1,64	1,64	1,63	1,63	1,63	1,63	1,62	1,62	1,62	1,62
36	1,69	1,68	1,67	1,66	1,66	1,65	1,64	1,64	1,63	1,63	1,62	1,62	1,62	1,62	1,61	1,61	1,61	1,61
37	1,68	1,67	1,66	1,65	1,65	1,64	1,63	1,63	1,62	1,62	1,62	1,61	1,61	1,61	1,60	1,60	1,60	1,60
38	1,68	1,66	1,65	1,64	1,64	1,63	1,62	1,62	1,61	1,61	1,61	1,60	1,60	1,60	1,59	1,59	1,59	1,59
39	1,67	1,66	1,65	1,64	1,63	1,62	1,62	1,61	1,61	1,60	1,60	1,59	1,59	1,59	1,58	1,58	1,58	1,58
40	1,66	1,65	1,64	1,63	1,62	1,61	1,61	1,60	1,60	1,59	1,59	1,59	1,58	1,58	1,58	1,57	1,57	1,57
41	1,65	1,64	1,63	1,62	1,61	1,61	1,60	1,59	1,59	1,59	1,58	1,58	1,57	1,57	1,57	1,57	1,56	1,56
42	1,65	1,63	1,62	1,61	1,61	1,60	1,59	1,59	1,58	1,58	1,57	1,57	1,57	1,56	1,56	1,56	1,56	1,55
43	1,64	1,63	1,62	1,61	1,60	1,59	1,59	1,58	1,58	1,57	1,57	1,56	1,56	1,56	1,55	1,55	1,55	1,55
44	1,63	1,62	1,61	1,60	1,59	1,59	1,58	1,57	1,57	1,56	1,56	1,56	1,55	1,55	1,55	1,54	1,54	1,54
45	1,63	1,61	1,60	1,59	1,59	1,58	1,57	1,57	1,56	1,56	1,55	1,55	1,55	1,54	1,54	1,54	1,54	1,53
46	1,62	1,61	1,60	1,59	1,58	1,57	1,57	1,56	1,56	1,55	1,55	1,54	1,54	1,54	1,53	1,53	1,53	1,53
47	1,61	1,60	1,59	1,58	1,57	1,57	1,56	1,56	1,55	1,55	1,54	1,54	1,53	1,53	1,53	1,53	1,52	1,52
48	1,61	1,60	1,59	1,58	1,57	1,56	1,56	1,55	1,54	1,54	1,54	1,53	1,53	1,53	1,52	1,52	1,52	1,51
49	1,60	1,59	1,58	1,57	1,56	1,56	1,55	1,54	1,54	1,53	1,53	1,53	1,52	1,52	1,52	1,51	1,51	1,51
50	1,60	1,59	1,58	1,57	1,56	1,55	1,54	1,54	1,53	1,53	1,52	1,52	1,52	1,51	1,51	1,51	1,51	1,50
55	1,58	1,56	1,55	1,54	1,54	1,53	1,52	1,52	1,51	1,51	1,50	1,50	1,49	1,49	1,49	1,48	1,48	1,48
60	1,56	1,55	1,53	1,52	1,52	1,51	1,50	1,50	1,49	1,49	1,48	1,48	1,47	1,47	1,47	1,46	1,46	1,46
65	1,54	1,53	1,52	1,51	1,50	1,49	1,49	1,48	1,47	1,47	1,46	1,46	1,46	1,45	1,45	1,45	1,44	1,44
70	1,53	1,52	1,50	1,49	1,49	1,48	1,47	1,46	1,46	1,45	1,45	1,45	1,44	1,44	1,44	1,43	1,43	1,43
75	1,52	1,50	1,49	1,48	1,47	1,47	1,46	1,45	1,45	1,44	1,44	1,43	1,43	1,43	1,42	1,42	1,42	1,41
80	1,51	1,49	1,48	1,47	1,46	1,45	1,45	1,44	1,44	1,43	1,43	1,42	1,42	1,41	1,41	1,41	1,40	1,40
85	1,50	1,48	1,47	1,46	1,45	1,45	1,44	1,43	1,43	1,42	1,42	1,41	1,41	1,40	1,40	1,40	1,39	1,39
90	1,49	1,48	1,46	1,45	1,44	1,44	1,43	1,42	1,42	1,41	1,41	1,40	1,40	1,39	1,39	1,39	1,39	1,38
95	1,48	1,47	1,46	1,45	1,44	1,43	1,42	1,42	1,41	1,40	1,40	1,39	1,39	1,39	1,38	1,38	1,38	1,37
100	1,48	1,46	1,45	1,44	1,43	1,42	1,41	1,41	1,40	1,40	1,39	1,39	1,38	1,38	1,38	1,37	1,37	1,37
105	1,47	1,46	1,44	1,43	1,42	1,42	1,41	1,40	1,40	1,39	1,39	1,38	1,38	1,37	1,37	1,37	1,36	1,36
110	1,47	1,45	1,44	1,43	1,42	1,41	1,40	1,40	1,39	1,38	1,38	1,37	1,37	1,37	1,36	1,36	1,36	1,35
115	1,46	1,45	1,43	1,42	1,41	1,40	1,40	1,39	1,38	1,38	1,37	1,37	1,36	1,36	1,36	1,35	1,35	1,35
120	1,46	1,44	1,43	1,42	1,41	1,40	1,39	1,39	1,38	1,37	1,37	1,36	1,36	1,36	1,35	1,35	1,35	1,34
125	1,45	1,44	1,42	1,41	1,40	1,40	1,39	1,38	1,37	1,37	1,36	1,36	1,35	1,35	1,35	1,34	1,34	1,34

Rappels

1. Statistiques descriptives élémentaires

Valeurs de x	x_1	x_2	$\cdots$	x_p	total
Effectifs	n_1	n_2	$\cdots$	n_p	N
Fréquences	f_1	f_2	$\cdots$	f_p	1

Effectif total : $N = n_1 + n_2 + \cdots + n_p$
Fréquences : $f_i = n_i/x_i$

- Fréquences cumulées : $\begin{cases} F_1 = f_1 \\ F_2 = f_1 + f_2 \\ F_3 = f_1 + f_2 + f_3 \\ \quad\vdots \\ F_p = f_1 + \cdots + f_p = 1 \end{cases}$
- Formules d'interpolation linéaire : $y = y_1 + \frac{y_2-y_1}{x_2-x_1}(x - x_1)$ et $x = x_1 + \frac{x_2-x_1}{y_2-y_1}(y - y_1)$
- Moyenne : $m(X) = \bar{x} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{p} n_i\, x_i$ avec les effectifs
  $= \sum_{i=1}^{p} f_i\, x_i$ avec les fréquences
- Variance : $v(X) = m(X^2) - \big(m(X)\big)^2 = m\Big((X-\bar{x})^2\Big)$
  $= \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{p} n_i\, x_i^2 - \left(\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{p} n_i\, x_i\right)^2 = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{p} n_i\,(x_i - \bar{x})^2$ avec les effectifs
  $= \sum_{i=1}^{p} f_i\, x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{p} f_i\, x_i\right)^2 = \sum_{i=1}^{p} f_i\,(x_i - \bar{x})^2$ avec les fréquences
- Écart type : $s(X) = \sqrt{v(X)}$
  Écart type corrigé : $\hat{s}(X) = \frac{\sqrt{N}}{\sqrt{N-1}} s(X)$

2. Lois usuelles

2.1 Lois discrètes.

Loi binomiale :

Modèle Nombre X de succès lors de n tirages avec remise.
Notation $X \rightsquigarrow \mathcal{B}(n, p)$ $(0 \leqslant p \leqslant 1)$.
Loi $\mathbb{P}[X = k] = \binom{n}{k} p^k q^{n-k}$ $(0 \leqslant k \leqslant n)$.
Espérance $\mathbb{E}(X) = n\,p$.
Variance $\mathbb{V}(X) = n\,p\,q$ $(q = 1 - p)$.

Loi hypergéométrique :

Modèle Nombre X de succès lors de n tirages sans remise.
Notation $X \rightsquigarrow \mathcal{H}(N, N_1, n)$ $(N_1 < N)$.
Loi $\mathbb{P}[X = k] = \frac{\binom{N_1}{k}\binom{N-N_1}{n-k}}{\binom{N}{n}}$ $(0 \leqslant k \leqslant n)$.
Espérance $\mathbb{E}(X) = n\,p$ $(p = \frac{N_1}{N})$.
Variance $\mathbb{V}(X) = n\,p\,q\frac{N-n}{N-1}$ $(q = 1 - p)$.

Loi de Poisson :

Modèle Nombre X de succès dans un laps de temps donné.
Notation $X \rightsquigarrow \mathcal{P}(\lambda)$ $(\lambda > 0)$.
Loi $\mathbb{P}[X = k] = e^{-\lambda}\frac{\lambda^k}{k!}$ $(k \geqslant 0)$.
Espérance $\mathbb{E}(X) = \lambda$.
Variance $\mathbb{V}(X) = \lambda$.

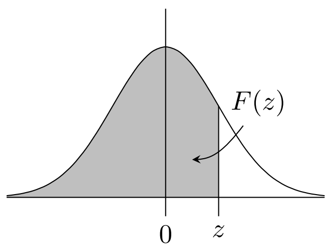
2.2 Loi normale

Notation $X \rightsquigarrow \mathcal{N}(\mu, \sigma^2)$, où μ est l'espérance et σ^2 est la variance.

Densité $f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma}\exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)$, $x \in \mathbb{R}$.

On se ramène à la loi normale centrée réduite : $Z = \frac{X-\mu}{\sigma} \rightsquigarrow \mathcal{N}(0, 1)$.

- On calcule la valeur $\mathbb{P}[Z < z] = F(z)$ par lecture directe de la table de la loi normale.
- On calcule la valeur de z telle que $\mathbb{P}[Z < z] = F(z) = \alpha$ par lecture inverse de la table de la loi normale.



2.3 Approximations.

Loi initiale	Conditions	Loi approximée	Remarque
$X \rightsquigarrow \mathcal{B}(n,p)$	$n > 30\,;\, p < 0,1\,;\, n\,p < 5$	$X \rightsquigarrow \mathcal{P}(n\,p)$	
$(q = 1-p)$	$n > 30\,;\, n\,p \geq 5\,;\, n\,q \geq 5$	$X \rightsquigarrow \mathcal{N}(np, npq)$ $P_n = \frac{X}{n} \rightsquigarrow \mathcal{N}\Big(p, \frac{pq}{n}\Big)$	faire une correction de continuité
$X = \mathcal{H}(N, N_1, n)$ $(p = \frac{N_1}{N}$ et $q = 1-p)$	$n > 30\,;\, np \geq 5\,;\, nq \geq 5$	$X \rightsquigarrow \mathcal{N}\Big(np, npq\frac{N-n}{N-1}\Big)$ $P_n = \frac{X}{n} \rightsquigarrow \mathcal{N}\Big(p, \frac{pq}{n}\frac{N-n}{N-1}\Big)$	faire une correction de continuité

3. Échantillonnage et estimation

3.4 Cas d'une proportion.

On note p la proportion d'individus satisfaisant un caractère donné (dans une population de très grande taille).

a) Échantillonnage : on note P_n la proportion aléatoire d'un échantillon de n individus de la population.
Si $n > 30$, $n\,p \geq 5$, $n\,q \geq 5$, alors on peut utiliser l'approximation : $P_n \rightsquigarrow \mathcal{N}\left(p, \dfrac{p\,q}{n}\right)$ $(q = 1-p)$

b) Estimation : on veut estimer p qui est inconnue. On procède de façon suivante :
à partir d'un échantillon (expérimental) de $n > 30$ individus, on obtient une proportion estimée p_{e}.
Si $n\,p_{\mathrm{e}} \geq 5$ et $n\,q_{\mathrm{e}} \geq 5$ (on note $q_{\mathrm{e}} = 1 - p_{\mathrm{e}}$) :

1. on se donne une confiance $1-\alpha$
2. avec la table de la loi normale, on cherche la valeur z_α telle que $F(z_\alpha) = 1 - \frac{\alpha}{2}$, c'est à dire $\phi(z_\alpha) = \frac{1-\alpha}{2}$.
3. avec la confiance $1-\alpha$, on peut affirmer que la valeur de p se trouve dans l'intervalle (de confiance) :
$$I_\alpha(p) = \big[p_{\mathrm{e}} - a_\alpha ; p_{\mathrm{e}} + a_\alpha\big] \quad \text{où} \quad a_\alpha = z_\alpha\sqrt{\tfrac{p_{\mathrm{e}}q_{\mathrm{e}}}{n}}$$

c) Taille d'échantillon : pour avoir une précision donnée h, la taille d'échantillon est de l'ordre de $n > z_\alpha^2 \dfrac{1}{4h^2}$.

3.5 Cas d'une moyenne.

Sur une population, on étudie une variable quantitative statistique X de moyenne μ et de variance σ^2.

a) Échantillonnage : on désigne par M_n la moyenne aléatoire des valeurs de X pour les échantillons de n individus de la population, par V_n et $S_n = \sqrt{V_n}$ la variance et l'écart-type aléatoires.

1^er^ cas. Si X suit une loi normale ($X \rightsquigarrow \mathcal{N}(\mu;\sigma^2)$) alors on utilise :

$$\begin{cases} T = \frac{M_n-\mu}{S_n}\sqrt{n-1} & \text{qui suit une loi de Student à } n-1 \text{ d.d.l. si } \sigma \text{ est inconnu} \\ M_n \rightsquigarrow \mathcal{N}\Big(\mu, \frac{\sigma^2}{n}\Big) & \text{si } \sigma \text{ est connu} \end{cases}$$

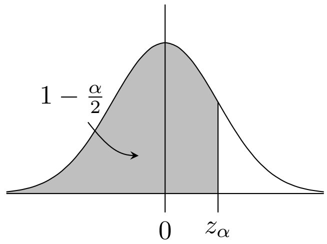
2^ème^ cas. Si $n > 30$, et X est de loi quelconque (de variance finie), on utilise l'approximation :

$$\begin{cases} M_n \rightsquigarrow \mathcal{N}\Big(\mu, \frac{s_{\mathrm{e}}^2}{n-1}\Big) & \text{si } \sigma \text{ est inconnu où } s_{\mathrm{e}} \text{ est l'écart type expérimental,} \\ M_n \rightsquigarrow \mathcal{N}\Big(\mu, \frac{\sigma^2}{n}\Big) & \text{si } \sigma \text{ est connu.} \end{cases}$$

b) Estimation : on veut estimer la moyenne μ. On procède de façon suivante :
à partir d'un échantillon expérimental de n individus, on obtient une moyenne et un écart-type expérimentaux m_e et s_e.
Remarque : l'écart type corrigé $\widehat{s_\mathrm{e}} = \sqrt{\frac{n}{n-1}}\ s_\mathrm{e}$ donne une estimation de σ.

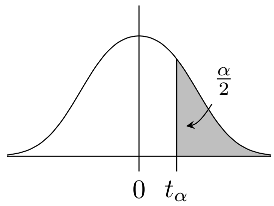
<u>1^er^ cas.</u> Si $n > 30$ et la loi de X est quelconque (de variance finie) :

1. on se donne une confiance $1-\alpha$
2. avec la table de la loi de normale, on cherche la valeur z_α telle que
$$\mathbb{P}[0 \leq Z < z_\alpha] = F(z_\alpha) = 1 - \frac{\alpha}{2} \qquad \left(\text{ie } \phi(z_\alpha) = \frac{1-\alpha}{2}\right)$$
3. avec la confiance $1-\alpha$, on peut affirmer que la valeur de μ se trouve dans l'intervalle (de confiance) :
$$I_\alpha(\mu) = [m_\mathrm{e} - a_\alpha ; m_\mathrm{e} + a_\alpha] \qquad \text{où} \quad a_\alpha = z_\alpha \frac{s_\mathrm{e}}{\sqrt{n-1}} = z_\alpha \frac{\widehat{s_\mathrm{e}}}{\sqrt{n}}$$



<u>2^ème^ cas.</u> Si <u>X suit une loi normale</u> ($X \rightsquigarrow \mathcal{N}(\mu;\sigma^2)$)

1. On se donne une confiance $1-\alpha$
2. avec la table de la loi de Student à $n-1$ d.d.l., on cherche la valeur t_α telle que
$$\mathbb{P}[T > t_\alpha] = \frac{\alpha}{2}$$
3. avec la confiance $1-\alpha$, on peut affirmer que la valeur de μ se trouve dans l'intervalle (de confiance) :
$$I_\alpha(\mu) = [m_\mathrm{e} - a_\alpha ; m_\mathrm{e} + a_\alpha] \qquad \text{où} \quad a_\alpha = t_\alpha \frac{s_\mathrm{e}}{\sqrt{n-1}} = t_\alpha \frac{\widehat{s_\mathrm{e}}}{\sqrt{n}}$$



c) Taille d'échantillon : pour avoir une précision donnée h, la taille d'échantillon est de l'ordre de $n > z_\alpha^2 \dfrac{s_\mathrm{e}^2}{h^2}$.

3.6 Cas d'une variance.

Sur une population, on considère une variable statistique X de moyenne μ et de variance σ^2.
On suppose de plus que X <u>suit une loi normale</u> ($X \rightsquigarrow \mathcal{N}(\mu;\sigma^2)$).

a) Échantillonnage : on désigne par V_n la variance aléatoire des valeurs de X pour les échantillons de n individus.

$$Y = \frac{nV_n}{\sigma^2} \qquad \text{suit une loi de } \chi^2 \text{ à } (n-1) \text{ d.d.l.}$$

b) Estimation : on veut estimer la valeur de l'écart-type σ (ou de la variance σ^2). On procède de façon suivante :
pour un échantillon expérimental de n individus, on obtient un écart type expérimental s_e.

1. on se donne une confiance $1-\alpha$
2. avec la table de la loi de χ^2 à $n-1$ d.d.l, on cherche les valeurs de x_1 et x_2 telles que :
$$\mathbb{P}[Y < x_1] = \frac{\alpha}{2} \qquad \text{et} \qquad \mathbb{P}[Y > x_2] = \frac{\alpha}{2}$$
3. avec la confiance α, on peut affirmer que la valeur de σ (ou de σ^2) se trouve dans l'intervalle (de confiance) :
$$I_\alpha(\sigma) = \left[s_\mathrm{e}\sqrt{\frac{n}{x_2}} ; s_\mathrm{e}\sqrt{\frac{n}{x_1}}\right] \qquad \left(\text{ou} \quad I_\alpha(\sigma^2) = \left[\frac{n}{x_2}s_\mathrm{e}^2 ; \frac{n}{x_1}s_\mathrm{e}^2\right]\right)$$