



UNIVERSITE ABDELMALEK ESSAADI
Ecole Nationale de Commerce et de Gestion
National School of Management
Tél.: 039-31-34-87/88/89, Fax: 039-31-34-93, Adresse: B.P 1255 Tanger- Maroc

EXAMEN DE FIN DE SEMESTRE
SEMESTRE D'AUTOMNE
Session Normale - Décembre 2019

Épreuve : Statistique appliquée
Enseignant : Rachid MCHICH
Niveau : 3^{ème} année – Semestre 5
Jour/Date : Mardi 24/12/2019 à 12h00
Durée : 2h00

*Les documents et téléphones portables sont interdits.
Les exercices sont indépendants les uns des autres et ne sont pas classés par ordre de difficulté.*

N.B. : Tous les calculs doivent être justifiés.

Exercice 1 : (4 pts)

1. Définir un échantillon aléatoire simple dans le cas d'une population finie, puis dans le cas d'une population infinie.
2. Dans les problèmes de régression linéaire, quelle est la différence entre le Test de Student et ce lui de Fisher ?
3. Sachant que Z est une variable aléatoire normale centrée réduite, calculer les probabilités suivantes :
 - a. $P(z \geq 0,93)$
 - b. $P(-1,32 \leq z \leq -1,72)$
 - 2 c. $P(z \leq -1,05)$
 - d. $P(-1,52 \leq z \leq 0,22)$

Exercice 2 : (4 pts)

Considérons le test d'hypothèses suivant :

$$H_0 : \mu \leq 25$$

$$H_a : \mu > 25$$

Un échantillon de taille $n=40$ fournit une moyenne d'échantillon de 26,4. L'écart type de la population est égal à 6.

- a. De quel type de test s'agit-il ? Quelles sont les erreurs de premier type et de second type dans ce cas ?
- b. Calculer la valeur de la statistique de test. Au seuil $\alpha=0,01$, que peut-on conclure pour l'hypothèse (H_0) ?
- c. Supposons que l'écart type de la population soit inconnu, et que celui de l'échantillon soit égal à 23,8, que peut-on conclure dans ce cas ?

Exercice 3 : (4 pts)

Une enquête menée auprès d'un échantillon de 2000 personnes en voyage d'affaires a affirmé que 540 d'entre eux ont déclaré que le « *respect des horaires* » était pour eux le facteur le plus important pour le choix de la compagnie.

- Quelle est l'estimation ponctuelle de la proportion de la population de personnes en voyage d'affaires qui considèrent le « *respect des horaires* » comme le facteur le plus important pour choisir la compagnie idéale pour leur vol ?
- Construire un intervalle de confiance à 90% pour estimer la proportion de cette population.
- De quelle taille l'échantillon devrait-il être pour obtenir une marge d'erreur de 0,01 à un seuil de confiance de 90% ?
- Quelle conclusion peut-on en tirer par rapport à la taille de l'échantillon et la précision attendue de cette étude ?

Exercice 4 : (8 pts) Estimation des coûts.

En collectant des données sur les quantités (x_i) et sur les coûts (y_i), un comptable veut estimer le coût associé à une opération de fabrication particulière. Considérons ainsi l'échantillon suivant des quantités produites et des coûts de production :

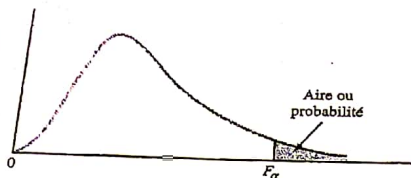
Volume de production (en unités)	Coût total (en dh)
400	4 000
450	5 000
550	5 400
600	5 900
700	6 400
750	7 000

- Donner l'équation estimée de régression linéaire qui permet de prévoir le coût total de la production d'une quantité donnée.
- Quel est le coût variable par unité produite ?
- En explicitant le calcul de : SCT, SCreg et SCres, calculer le coefficient de détermination et le coefficient de corrélation de l'échantillon. Quelles interprétations peut-on en tirer ?
- La société prévoit de produire 500 unités le mois prochain. Quel est le coût estimé de cette opération ?
- En calculant la MCres et la MCreg, calculer l'erreur type de l'estimation, l'écart type estimé de b_1 , puis donner un intervalle de confiance de β_1 à 99%.
- Utiliser le test de Student et de Fisher (à 95%) pour tester les hypothèses suivantes :
$$H_0 : \beta_1 = 0$$
$$H_a : \beta_1 \neq 0$$
- Présenter les résultats sous forme d'un tableau ANOVA.

N.B. : Tous les calculs doivent être justifiés

Bonne chance

Table 4 Distribution F de Fisher



Les chiffres de la table correspondent aux valeurs F_{α} , α étant l'aire ou la probabilité située dans la queue supérieure de la distribution de Fisher. Par exemple, avec 4 degrés de liberté au numérateur, 8 degrés de liberté au dénominateur et une aire de 0,05 dans la queue supérieure de la distribution, $F_{0,05} = 3,84$.

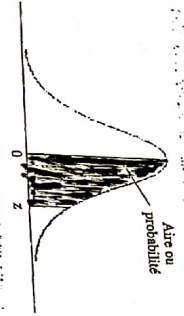
Table des valeurs $F_{0,05}$

Degrés de liberté au dénominateur	Degrés de liberté au numérateur																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	161,4	199,5	215,7	224,6	230,2	234,0	236,8	238,9	240,5	241,9	243,9	245,9	248,0	249,1	250,1	251,1	252,2	253,3	254,3
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,35	19,37	19,38	19,40	19,41	19,43	19,45	19,45	19,46	19,47	19,48	19,49	19,50
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,89	8,85	8,81	8,79	8,74	8,70	8,66	8,64	8,62	8,59	8,57	8,55	8,53
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96	5,91	5,86	5,80	5,77	5,75	5,72	5,69	5,66	5,63
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,77	4,74	4,68	4,62	4,56	4,53	4,50	4,46	4,43	4,40	4,36
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06	4,00	3,94	3,87	3,84	3,81	3,77	3,74	3,70	3,67
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,64	3,57	3,51	3,44	3,41	3,38	3,34	3,30	3,27	3,23
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,35	3,28	3,22	3,15	3,12	3,08	3,04	3,01	2,97	2,93
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,14	3,07	3,01	2,94	2,90	2,86	2,83	2,79	2,75	2,71
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,98	2,91	2,85	2,77	2,74	2,70	2,66	2,62	2,58	2,54
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,85	2,79	2,72	2,65	2,61	2,57	2,53	2,49	2,45	2,40
12	4,75	3,89	3,49	3,26	3,11	3,00	2,91	2,85	2,80	2,75	2,69	2,62	2,54	2,51	2,47	2,43	2,38	2,34	2,30
13	4,67	3,81	3,41	3,18	3,03	2,92	2,83	2,77	2,71	2,67	2,60	2,53	2,46	2,42	2,38	2,34	2,30	2,25	2,21
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,76	2,70	2,65	2,60	2,53	2,46	2,39	2,35	2,31	2,27	2,22	2,18	2,13

Table des valeurs $F_{0,01}$

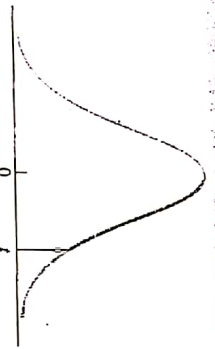
Degrés de liberté au dénominateur	Degrés de liberté au numérateur																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	4052	4999,5	5403	5625	5764	5859	5928	5982	6022	6056	6106	6157	6209	6235	6261	6287	6313	6339	6366
2	98,50	99,00	99,17	99,25	99,30	99,33	99,36	99,37	99,39	99,40	99,42	99,43	99,45	99,46	99,47	99,47	99,48	99,49	99,50
3	34,12	30,82	29,46	28,71	28,24	27,91	27,67	27,49	27,35	27,23	27,05	26,87	26,69	26,60	26,50	26,41	26,32	26,22	26,13
4	21,20	18,00	16,69	15,98	15,52	15,21	14,98	14,80	14,66	14,55	14,37	14,20	14,02	13,93	13,84	13,75	13,65	13,56	13,46
5	16,26	13,27	12,06	11,39	10,97	10,67	10,46	10,29	10,16	10,05	9,89	9,72	9,55	9,47	9,38	9,29	9,20	9,11	9,06
6	13,75	10,92	9,78	9,15	8,75	8,47	8,26	8,10	7,98	7,87	7,72	7,56	7,40	7,31	7,23	7,14	7,06	6,97	6,88
7	12,25	9,55	8,45	7,85	7,46	7,19	6,99	6,84	6,72	6,62	6,47	6,31	6,16	6,07	5,99	5,91	5,82	5,74	5,65
8	11,26	8,65	7,59	7,01	6,63	6,37	6,18	6,03	5,91	5,81	5,67	5,52	5,36	5,28	5,20	5,12	5,03	4,95	4,86
9	10,56	8,02	6,99	6,42	6,06	5,80	5,61	5,47	5,35	5,26	5,11	4,96	4,81	4,73	4,65	4,57	4,48	4,40	4,31
10	10,04	7,56	6,55	5,99	5,64	5,39	5,20	5,06	4,94	4,85	4,71	4,56	4,41	4,33	4,25	4,17	4,08	4,00	3,91
11	9,65	7,21	6,22	5,67	5,32	5,07	4,89	4,74	4,63	4,54	4,40	4,25	4,10	4,02	3,94	3,86	3,78	3,69	3,60
12	9,33	6,93	5,95	5,41	5,06	4,82	4,64	4,50	4,39	4,30	4,16	4,01	3,86	3,78	3,70	3,62	3,54	3,45	3,36
13	9,07	6,70	5,74	5,21	4,86	4,62	4,44	4,30	4,19	4,10	3,96	3,82	3,66	3,59	3,51	3,43	3,34	3,25	3,17
14	8,86	6,51	5,56	5,04	4,69	4,46	4,28	4,14	4,03	3,94	3,80	3,66	3,51	3,43	3,35	3,27	3,18	3,09	3,00
15	8,68	6,36	5,42	4,89	4,56	4,32	4,14	4,00	3,89	3,80	3,67	3,52	3,37	3,29	3,21	3,13	3,05	2,96	2,87
16	8,53	6,23	5,29	4,77	4,44	4,20	4,03	3,89	3,78	3,69	3,55	3,41	3,26	3,18	3,10	3,02	2,93	2,84	2,75
17	8,40	6,11	5,18	4,67	4,34	4,10	3,93	3,79	3,68	3,59	3,46	3,31	3,16	3,08	3,00	2,92	2,83	2,75	2,65
18	8,29	6,01	5,09	4,58	4,25	4,01	3,84	3,71	3,60	3,51	3,37	3,23	3,08	3,00	2,92	2,84	2,75	2,66	2,57
19	8,18	5,93	5,01	4,50	4,17	3,94	3,77	3,63	3,52	3,43	3,30	3,15	3,00	2,92	2,84	2,76	2,67	2,58	2,49

Tableau 6.1 Aires, ou probabilités, de la loi normale centrée réduite



z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
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	0,2518	0,2549
0,7	0,2580	0,2612	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	0,4237	0,4251	0,4266	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	0,4600	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	0,4958	0,4959	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	0,4978	0,4979	0,4980	0,4981	0,4981	0,4981
2,9	0,4981	0,4982	0,4982	0,4983	0,4984	0,4984	0,4985	0,4986	0,4986	0,4986
3,0	0,4986	0,4987	0,4987	0,4988	0,4988	0,4989	0,4989	0,4990	0,4990	0,4990

Table de la distribution de Student indiquant les probabilités dans la queue supérieure de la distribution.



Degrés de liberté	0,10	0,05	0,025	0,01	0,005
1	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657
2	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925
3	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841
4	1,533	2,192	2,776	3,747	4,604
5	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032
6	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707
7	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499
8	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355
9	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250
10	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169
11	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106
12	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055
13	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012
14	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977
15	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947
16	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921
17	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898
18	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878
19	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861
20	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845
21	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831
22	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819
23	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807
24	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797
25	1,318	1,708	2,060	2,485	2,787
26	1,316	1,706	2,056	2,479	2,779
27	1,315	1,703	2,052	2,473	2,771
28	1,314	1,701	2,048	2,467	2,763
29	1,313	1,701	2,045	2,462	2,756
30	1,311	1,699	2,042	2,457	2,750
40	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704
60	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660
120	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617
∞	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576