



ENCGT

المدرسة الوطنية للتجارة والتسييم
Fakouh National Institute of Commerce and Management

EXAMEN DE DE FIN DE SEMESTRE SEMESTRE D'AUTOMNE 2024-2025

Session Normale (Décembre 2024 – Janvier 2025)

Épreuve : Statistique Appliquée
Enseignant : Rachid MCHICH
Niveau : 3^{ème} année – Semestre 5
Jour/Heure : Samedi 28/12/2024 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 : (6 pts)

1. Dans chacun des cas suivants, dire de quel type d'échantillonnage s'agit-il :

- Pour comprendre comment les employés d'une entreprise utilisent les logiciels de gestion de projet, on choisit aléatoirement des départements dans l'entreprise, puis on enquête sur les employés de ces départements. *grappes*
- Une enquête sur les habitudes de consommation regroupe la population par tranche d'âge, puis sélectionne au hasard 50 personnes dans chaque tranche. *strat*
- Une enquête recrute uniquement des participants qui sont disponibles et situés près du lieu de l'étude. *concomite*

2. Dans une entreprise de production, on a observé une relation non linéaire de type :

$$y = Cx^m$$

entre le coût total (y_i) et le volume de production (x_i) en raison des économies d'échelle. Sachant que les données collectées sont les suivantes :

x_i : (volume de production)	y_i : (coût total en Mdhs)
10	25
20	40
40	70
80	120

Déterminez alors C et m .

Exercice 2 : (6 pts)

La direction d'un supermarché affirme que le temps moyen d'attente à la caisse est inférieur à 10 minutes. Pour tester cette affirmation, elle choisit un échantillon aléatoire simple de 100 clients, qui donne un temps d'attente moyen de 9,5 minutes avec un écart type (de la population) de 2 minutes.

- a. Établir les hypothèses (nulle et alternative) qui permettent de déterminer si la direction a raison dans ce qu'elle veut prouver.
- b. En calculant la valeur de la statistique de test, et au seuil de signification $\alpha = 0,05$, que peut-on conclure pour l'hypothèse (H_0) ? Justifiez votre démarche.
- c. Si l'écart type de la population n'est pas connu et que celui de l'échantillon était égal à 2,3 minutes, que peut-on alors conclure pour l'hypothèse (H_0) ? Justifiez votre réponse.

Exercice 3 : (8 pts)

Le DRH d'une entreprise veut étudier l'impact des **heures de formation** (x_i : variable indépendante) sur la **productivité par employé** (y_i : variable dépendante, en unités produites par jour).

<i>Heures de formation</i>	<i>Productivité par employé</i>
2	50
4	55
6	60
8	58
10	75
12	80

1. Donner l'équation estimée de régression linéaire qui permet d'estimer la **productivité par employé** (variable dépendante) en fonction des **heures de formation** (variable indépendante).
2. *Quelle est la prévision de la productivité d'un employé qui ferait 30 heures de formation ?*
3. En explicitant le calcul de : SCT, SCreg et SCres, calculer et interpréter le coefficient de détermination.
4. Utiliser le test de Student (à 95%) pour tester les hypothèses suivantes:

$$H_0 : \beta_1 = 0$$

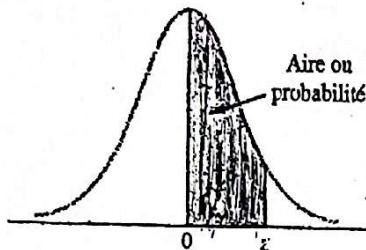
$$H_a : \beta_1 \neq 0$$

5. *Peut-on conclure la même chose en utilisant l'intervalle de confiance pour β_1 ? Justifiez votre réponse.*

N.B. : Tous les calculs doivent être justifiés

Bonne chance

Table 1 **Distribution normale centrée réduite**



Les chiffres de la table correspondent à la valeur de l'aire, ou probabilité, située sous la courbe, entre la moyenne et z écarts type au-dessus de la moyenne. Par exemple, pour $z = 1,25$, l'aire sous la courbe entre la moyenne et z est égale à 0,3944.

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	0,4236	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	0,4986	0,4987	0,4987	0,4988	0,4988	0,4989	0,4989	0,4989	0,4990	0,4990

Degrés
de liberté

Aire dans la queue supérieure de la distribution (partie grisée)

	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	2,132	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	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787
26	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779
27	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771
28	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763
29	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756
30	1,310	1,697	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