

**UNIVERSITE MOHAMMED V
RABAT
FACULTE DES SCIENCES
JURIDIQUES ECONOMIQUES
ET SOCIALES AGDAL**



**جامعة محمد الخامس – الرباط
كلية العلوم القانونية والاقتصادية
والاجتماعية اكدال**

DEPARTEMENT DE SCIENCES ECONOMIQUES

Licence fondamentale en Sciences Economiques et Gestion

SEMESTRE 3

EXAMENS ECHANTILLONNAGE ET ESTIMATION

Professeur : Adil EL MARHOUM

2018-2019

Semestre : IV
Sections : A , B et C
Module : Méthodes Quantitatives III
Matière : STATISTIQUE III
Responsable de la matière : Adil ELMARHOUM

Traiter les trois exercices suivants : (Documents non autorisés)

Exercice 1

On admet que la variable aléatoire X qui prend comme valeurs les résultats de la pesée d'un même objet donné suit une loi normale de moyenne et d'écart type inconnus.

On a relevé dans le tableau suivant les résultats de 10 pesées d'un même objet :

masse en grammes	72,20	72,24	72,26	72,30	72,36	72,39	72,42	72,48	72,50	72,54
------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

- 1) Calculer la moyenne et l'écart type de cet échantillon.
- 2) En déduire des estimations ponctuelles de la moyenne et de l'écart type de la population.
- 3) Donner un intervalle de confiance au seuil de 5% de la moyenne de la population.
- 4) Déterminer la taille de l'échantillon pour que au seuil de 5 %, l'intervalle de confiance de la moyenne soit [72,31 ; 72,43].

Exercice 2

La durée de fonctionnement d'une photocopieuse entre deux pannes successives est une variable aléatoire qui a pour fonction de densité :

$$f(x) = \frac{x}{\lambda^2} e^{-\frac{x}{\lambda}} \quad \text{Si } x > 0 \quad f(x) = 0 \text{ sinon}$$

Avec λ un paramètre inconnu et à estimer.

- a) Calculer $E(X)$ et $V(X)$.
- b) Estimer λ par la méthode du maximum de vraisemblance.
- c) L'estimateur obtenu est-il efficace ?
- d) L'estimateur obtenu est-il consistant ?

Exercice 3

Lors d'une étude biologique portant sur une certaine espèce de mollusques, on a mesuré le taux de protéines de 36 individus appartenant à cette espèce. On a obtenu les résultats suivants:

Taux de protéines en mg]0 ; 2[]2 ; 4[]4 ; 6[]6 ; 8[]8 ; 10[]10 ; 12[]12 ; 14[
Nombre d'individus	8	7	4	9	2	3	3

a) Peut-on admettre que le taux de protéines se distribue selon une loi normale ?

TABLE DE LA FONCTION DE REPARTITION DE LA LOI NORMALE REDUITE

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	0,7703	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	0,90147
1,3	0,90320	0,90490	0,90658	0,90824	0,90988	0,91149	0,91309	0,91466	0,91621	0,91774
1,4	0,91924	0,92073	0,92220	0,92364	0,92507	0,92647	0,92785	0,92922	0,93056	0,93189
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	0,99897	0,99900

TABLE DE LA LOI KHI DEUX DE PEARSON

k / p	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	0,975	0,99	0,995	0,999	0,9995
1	0,455	0,708	1,07	1,64	2,71	3,84	5,02	6,63	7,88	10,8	12,1
2	1,39	1,83	2,41	3,22	4,61	5,99	7,38	9,21	10,6	13,8	15,2
3	2,37	2,95	3,67	4,64	6,25	7,81	9,35	11,3	12,8	16,3	17,7
4	3,36	4,04	4,88	5,99	7,78	9,49	11,1	13,3	14,9	18,5	20,0
5	4,35	5,13	6,06	7,29	9,24	11,1	12,8	15,1	16,7	20,5	22,1

Faculté des Sciences Juridiques, Economiques et Sociales
Filière des Sciences Economiques et Gestion

Semestre : IV
Sections : A , B et C
Module : Méthodes Quantitatives III
Matière : Statistique III
Responsable de la matière : Adil ELMARHOUM

Session de rattrapage
Durée : 1 heure 30 mn

Traiter les trois exercices suivants : (Documents non autorisés)

Exercice 1. (8 points)

Dans une fabrication très importante, on prélève un échantillon de 10 produits et on obtient les poids suivants en grammes : 438 - 449 - 446 - 453 - 455 - 447 - 451 - 445 - 454 - 452.

1°) Donner une estimation ponctuelle de la moyenne et de l'écart type des poids des produits de la fabrication.

2°) Donner une estimation, par intervalle de confiance à 95 %, de la moyenne et de l'écart type des poids des produits de la fabrication.

Exercice 2. (6 points)

Pour un sondage électoral, on constitue deux échantillons d'électeurs de tailles 300 et 200 respectivement dans deux circonscriptions A et B. Cela met en évidence des intentions de vote de 56 % et 48 % pour un candidat donné. Peut on dire, au seuil de 5 %, que le candidat est préféré dans la circonscription A ?

Exercice 3. (6 points).

Vous étudiez l'efficacité de différentes techniques utilisées pour faire diminuer le taux d'absentéisme dans les cours de niveau premier cycle à l'université. En effet, les étudiants auraient tendance à désertier les salles de classe. Les participants sont répartis aléatoirement dans chacune des conditions (10 participants différents par condition). Quatre techniques sont comparées : donner des travaux supplémentaires aux étudiants qui s'absentent à plus de deux périodes, accorder des points pour la présence en classe, rendre la présence en classe indispensable en y présentant des informations inédites et sensibiliser les étudiants à l'importance d'assister aux cours. La variable dépendante est le taux d'absentéisme au cours d'une session pour l'ensemble des cours. Effectuez l'analyse appropriée afin de déterminer, au seuil de 5%, s'il existe une différence entre ces techniques en ce qui concerne le taux d'absentéisme en classe.

Données :

Techniques				
	Travaux supplémentaires	Points pour la présence	Information inédite en classe	Sensibilisation
	26	9	21	11
	25	5	18	20
	19	9	24	12
	31	7	19	7
	22	3	27	10
	24	6	24	8
	25	4	31	13
	27	8	26	11
	33	7	17	15
	28	7	22	16
Total	260	65	229	123

On donne :

$$Z_{0,975} = 1,96$$

$$Z_{0,95} = 1,64$$

$$T_{0,975 \text{ à } 9 \text{ dl}} = 2,26$$

EXTRAIT DE LA TABLE DE LA LOI KHI DEUX DE PEARSON

k / p	0,01	0,025	0,8	0,9	0,95	0,975	0,99
1	0,0 ³ 157	0,0 ³ 982	1,64	2,71	3,84	5,02	6,63
2	0,0201	0,0506	3,22	4,61	5,99	7,38	9,21
3	0,115	0,216	4,64	6,25	7,81	9,35	11,3
4	0,297	0,484	5,99	7,78	9,49	11,1	13,3
5	0,554	0,831	7,29	9,24	11,1	12,8	15,1
6	0,872	1,24	8,56	10,6	12,6	14,4	16,8
7	1,24	1,69	9,80	12,0	14,1	16,0	18,5
8	1,65	2,18	11,0	13,4	15,5	17,5	20,1
9	2,09	2,70	12,2	14,7	16,9	19,0	21,7
10	2,56	3,25	13,4	16,0	18,3	20,5	23,2

EXTRAIT DE LA TABLE DE LA LOI F DE FISHER (p = 0,95)

k 2 / k1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	30	50	100	200	500	∞
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	1,88	1,86	1,84
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	1,82	1,80	1,78
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	1,77	1,75	1,73
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	1,73	1,71	1,69
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	1,69	1,67	1,65
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	1,66	1,64	1,62
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	1,55	1,53	1,51
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	1,48	1,46	1,44

Semestre : IV
Sections : A, B et C
Module : Méthodes Quantitatives III
Matière : STATISTIQUE III
Responsable de la matière : Adil ELMARHOUM

Traiter en deux heures les quatre exercices suivants : (Documents non autorisés)

Exercice 1

Après la correction d'une épreuve d'examen comportant un grand nombre de candidats, on constate que les notes ont pour moyenne 12 et pour écart-type 3. On se propose de prélever un échantillon aléatoire non exhaustif de 100 notes.

- 1) Quelle est la probabilité d'avoir la moyenne d'un tel échantillon comprise entre 12,5 et 12,9 ?
- 2) Quelle est la probabilité d'avoir l'écart type d'un tel échantillon supérieur à 3,5 ?

Exercice 2

Une société possède une division Produits. Pour estimer le marché potentiel d'un nouveau produit, un sondage est effectué pour mesurer la consommation moyenne de ce produit dans la population considérée comme la cible privilégiée de ce produit. La consommation mensuelle moyenne ressort à 3,73 unités sur un échantillon de trente personnes, avec un écart-type calculé de 1,6.

- a) Donner un intervalle de confiance à 95% de la consommation mensuelle moyenne du produit dans la population cible.
- b) Calculer la taille de l'échantillon permettant de réduire la largeur totale de l'intervalle de confiance à 0,5 ?

Exercice 3

Déterminer l'estimateur du maximum de vraisemblance de λ étant donné un échantillon de taille

n d'une population de densité : $f(x) = 2 \lambda X e^{-\lambda X}$ avec $X > 0$ et $\lambda > 0$

Exercice 4

Soit deux techniques de promotion d'un produit. On étudie les ventes dans les deux populations. Pour cela, on prélève un échantillon dans chacune des deux populations, ce qui donne les résultats suivants :

Technique	Taille échantillon	Moyenne observée	Ecart type estimé
Technique 1	55	164	4,7
Technique 2	50	166	5,2

La différence des moyennes observées est-elle significative (au risque de 5%) ?

TABLE DE LA FONCTION DE REPARTITION DE LA LOI NORMALE REDUITE

z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
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	0,99897	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

EXTRAIT DE LA TABLE DE LA LOI T DE STUDENT

k / p	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	0,975	0,99	0,995	0,999	0,9995
25	0,256	0,531	0,856	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,450	3,725
26	0,256	0,531	0,856	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,435	3,707
27	0,256	0,531	0,855	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,421	3,690
28	0,256	0,530	0,855	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,408	3,674
29	0,256	0,530	0,854	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,396	3,659
30	0,256	0,530	0,854	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,385	3,646

EXTRAIT DE LA TABLE DE LA LOI F DE FISHER (p = 0,975)

K1 k2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	30	50	100	200	500	∞
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	1,84	1,81	1,79
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	1,69	1,66	1,64
50	5,34	3,98	3,39	3,06	2,83	2,67	2,55	2,46	2,38	2,32	2,11	1,99	1,87	1,75	1,66	1,60	1,57	1,55
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	1,54	1,51	1,48
80	5,22	3,86	3,28	2,95	2,73	2,57	2,45	2,36	2,28	2,21	2,00	1,88	1,75	1,63	1,53	1,47	1,43	1,40

Semestre : IV
Sections : A , B et C
Module : Méthodes Quantitatives III
Matière : Statistique III
Responsable de la matière : Adil ELMARHOUM

Session de rattrapage
Durée : 1 heure 30 mn (Documents non autorisés)

Exercice 1

Un laboratoire pharmaceutique souhaite réaliser un sondage auprès d'une population normale de 4000 pharmacies d'une région. L'étude a pour but d'estimer avec une marge d'erreur de 5 % et un degré de confiance de 95 % la proportion des pharmaciens favorables à la commercialisation d'un produit.

- Déterminer le nombre de pharmaciens à choisir de façon aléatoire et sans remise.
- Pour un échantillon aléatoire de 300 pharmaciens, l'étude a révélé que 230 pharmaciens sont favorables à la commercialisation de ce produit. Estimer par intervalle de confiance la vraie proportion de la population avec un degré de confiance de 95 %

Exercice 2

Sur un échantillon aléatoire de 25 étudiants, on a observé un temps moyen consacré au repas de midi de 27mn avec un écart-type de 9 mn.

Donner un intervalle de confiance à 95% pour la moyenne et pour l'écart-type du temps consacré au repas de midi.

Exercice 3

Chez un groupe de 10 malades, on expérimente les effets d'un traitement destiné à diminuer la pression artérielle. On observe les résultats suivants :

Sujet N° :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Avant traitement :	15	18	17	20	21	18	17	15	19	16
Après traitement :	12	16	17	18	17	15	18	14	16	18

Tester, au seuil de 5 %, s'il y a un effet significatif du traitement.

Exercice 4

Pour un sondage électoral, on constitue deux échantillons d'électeurs de tailles 300 et 200 respectivement dans deux circonscriptions A et B. Cela met en évidence des intentions de vote de 56 % et 48 % pour un candidat donné. Tester, au seuil de 5 %, s'il y a une différence significative entre les circonscriptions.

On donne : $Z_{0,975} = 1,96$ $t_{0,975 \text{ à } 9 \text{ dl}} = 2,262$ $t_{0,975 \text{ à } 24 \text{ dl}} = 2,064$
 $\chi^2_{0,975 \text{ à } 24 \text{ dl}} = 39,4$ $\chi^2_{0,025 \text{ à } 24 \text{ dl}} = 12,4$

Faculté des Sciences Juridiques, Economiques et Sociales
Filière des Sciences Economiques et Gestion

Semestre : IV
Sections : A, B et C
Module : Méthodes Quantitatives III
Matière : STATISTIQUE III
Responsable de la matière : Adil ELMARHOUM

Traiter en deux heures les cinq exercices suivants : (Documents non autorisés)

Exercice 1

La longueur des pièces fabriquées par une machine suit la loi normale de moyenne 12,8 cm et d'écart type 2,1 cm. On se propose de prélever un échantillon aléatoire non exhaustif de 100 pièces.

- a) Quelle est la probabilité d'avoir la moyenne d'un tel échantillon comprise entre 12,5 et 12,9 ?
- b) Quelle taille d'échantillon aléatoire non exhaustif faut il prélever pour que la longueur moyenne des pièces prélevées ne s'écarte pas de la vraie moyenne de la population de plus de 0,2 cm avec une probabilité de 0,95 ?

Exercice 2

Lors d'une étude sur les revenus, on a enregistré le salaire horaire en DH d'un échantillon de 100 ouvriers :

Salaire horaire	120 - 125	125 - 130	130 - 135	135 - 140	140 - 145
Nombre d'ouvriers	10	20	38	25	7

- 1) Calculer la moyenne et l'écart type de cet échantillon.
- 2) En déduire des estimations ponctuelles de la moyenne et de l'écart type de la population.
- 3) Donner un intervalle de confiance au seuil de 5% de la moyenne de la population.

Exercice 3

Considérons une population de fonction de densité de probabilité :

$$f(x) = \lambda x^{-\lambda-1} \quad x > 1.$$

Avec λ un paramètre inconnu et à estimer.

Estimer λ par la méthode du maximum de vraisemblance.

Exercice 4

Une analyse de la force manuelle d'un groupe A de 6 adultes ruraux et d'un groupe B de 9 adultes citadins a conduit aux résultats suivants (exprimés en kg) :

Groupe A : 57 52 49 52 53 55
 Groupe B : 45 51 37 52 40 42 50 35 52

Sachant que la variable aléatoire étudiée suit une loi normale dans les deux populations et que les variances des deux populations sont inégales, tester, au seuil de 5 % s'il y a une différence significative de force manuelle moyenne entre les deux groupes.

Exercice 5

Un grand quotidien publie chaque mois la côte de popularité du premier ministre. Le mois précédent 51% des personnes déclaraient lui faire confiance. Ce mois-ci, à la suite d'un sondage auprès de 1024 personnes, les journaux titrent : « Ils ne sont plus que 48% à faire confiance au premier ministre. » Peut-on affirmer à un degré de confiance de 95 % que la côte de popularité du premier ministre a baissé ?

TABLE DE LA FONCTION DE REPARTITION DE LA LOI NORMALE REDUITE

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	0,7703	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	0,90147
1,3	0,90320	0,90490	0,90658	0,90824	0,90988	0,91149	0,91309	0,91466	0,91621	0,91774
1,4	0,91924	0,92073	0,92220	0,92364	0,92507	0,92647	0,92785	0,92922	0,93056	0,93189
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

Semestre : IV
Sections : A , B et C
Module : Méthodes Quantitatives III
Matière : Statistique III
Responsable de la matière : Adil ELMARHOUM

Session de rattrapage

Traiter en 1h 30 mn les trois exercices suivants : (Documents non autorisés)

Exercice 1

Une machine est chargée de conditionner des paquets de farine : la masse d'un paquet est une variable aléatoire qui suit une loi normale d'écart-type 30 et dont la moyenne peut être modifiée. Un paquet est refusé si sa masse est inférieure à 955 grammes.

- 1) Quelle doit être la valeur de la moyenne sur laquelle régler la machine, pour que la probabilité d'accepter un paquet soit égale à 0,99 ?
- 2) Afin d'estimer la masse d'un paquet, on a prélevé un échantillon de 20 paquets et on a obtenu une moyenne de 1025 grammes. Donner une estimation par intervalle de confiance de la masse moyenne de la population des paquets de farine, avec une probabilité 0,95.

Exercice 2

La durée de fonctionnement d'une photocopieuse entre deux pannes successives est une variable aléatoire qui a pour fonction de densité :

$$f(x) = \frac{x}{\lambda^2} e^{-\frac{x}{\lambda}} \quad \text{Si } x > 0 \quad f(x) = 0 \text{ sinon}$$

Avec λ un paramètre inconnu et à estimer.

$$E(X) = 2 \lambda \quad \text{et} \quad V(X) = 2 \lambda^2$$

- a) Estimer λ par la méthode du maximum de vraisemblance.
- b) L'estimateur obtenu est-il efficace ?
- c) L'estimateur obtenu est-il consistant ?

Exercice 3

Sur un échantillon de 82 étudiants ayant leur propre logement, 30 déclarent ne jamais manger au restaurant universitaire. Parallèlement on a observé que, sur les 118 étudiants de l'échantillon habitant chez leurs parents, 50 ne mangent jamais au restaurant universitaire.

Au risque $\alpha=5\%$, la proportion des étudiants ne fréquentant pas le restaurant universitaire peut-elle être considérée comme identique dans ces deux sous-populations

TABLE DE LA LOI NORMALE REDUITE

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	0,7703	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	0,90147
1,3	0,90320	0,90490	0,90658	0,90824	0,90988	0,91149	0,91309	0,91466	0,91621	0,91774
1,4	0,91924	0,92073	0,92220	0,92364	0,92507	0,92647	0,92785	0,92922	0,93056	0,93189
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	0,99897	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

Semestre : IV
Sections : A, B et C
Module : Méthodes Quantitatives III
Matière : STATISTIQUE III
Responsable de la matière : Adil ELMARHOUM

Traiter en deux heures les quatre exercices suivants : (Documents non autorisés)

Exercice 1

Le prix moyen dans la population d'un produit est 1,15 avec un écart type de 0,1. On dispose d'un échantillon de taille 50.

- 1) Quelle est la probabilité que la moyenne de l'échantillon fournisse une estimation de la moyenne de la population qui s'écarte au plus de 0.01 ?
- 2) Quelle taille d'échantillon doit-on prendre pour que la moyenne de l'échantillon fournisse une estimation de la moyenne de la population qui s'écarte au plus de 0.01 avec une probabilité de 95%

Exercice 2

Soit une variable aléatoire qui a pour fonction de densité :

$$f(x) = \left(1 - \frac{1}{\lambda}\right)^{(x-1)} \times \frac{1}{\lambda}$$

Avec λ un paramètre inconnu et à estimer.

On donne l'espérance et la variance de X :

$$E(X) = \lambda \quad V(X) = \lambda(\lambda-1)$$

- a) Estimer λ par la méthode du maximum de vraisemblance.
- b) L'estimateur obtenu est-il efficace ?
- c) L'estimateur obtenu est-il consistant ?

Exercice 3

On mesure la qualité du service rendu par une société par le pourcentage de ses prestations ayant donné lieu à une réclamation. Ce pourcentage était de 6 %. Depuis, elle a informatisé la gestion de ses fichiers clientèle. Une étude réalisée après l'informatisation a révélé que, sur un échantillon de 125 prestations, 11 d'entre elles ont donné lieu à une réclamation.

Peut-on affirmer avec un risque de première espèce de 5% que le pourcentage des prestations ayant donné lieu à une réclamation a augmenté ?

Exercice 4

Pour tester l'effet du type d'engrais sur le rendement d'une culture, on a enregistré les rendements réalisés sur 4 échantillons, les résultats sont :

Engrais 1	Engrais 2	Engrais 3	Engrais 4
45	31	32	39
42	34	33	38
39	40	38	41
41	33	33	44
48			

Peut-on parler, au seuil de 5 %, d'une différence significative entre les rendements réalisés par les 4 types d'engrais ?

Semestre : IV
Sections : A, B et C
Module : Méthodes Quantitatives III
Matière : STATISTIQUE III
Responsable de la matière : Adil ELMARHOUM

Session de rattrapage

Traiter en 1 heure 30 mn les quatre exercices suivants : (Documents non autorisés, calculatrice autorisée)

Exercice 1

Il est bien connu que 90 % des enfants aiment le chocolat.

- a) Quelle est alors la probabilité pour que, sur 1000 enfants interrogés, il y en ait moins de 88 % qui aiment le chocolat ?
- b) Combien d'enfants faudrait-il interroger pour que la probabilité d'obtenir une proportion comprise entre 88 % et 92 % soit de 0.99 ?

Exercice 2

Soit une variable aléatoire qui a pour fonction de densité :

$$f(x) = \lambda \times X^{-\lambda-1} \quad \lambda > 1$$

Avec λ un paramètre inconnu et à estimer.

Estimer λ par la méthode du maximum de vraisemblance.

Exercice 3

Un échantillon de 532 abonnés à un journal a révélé qu'un abonné passait en moyenne 6,7 heures par semaine à consulter internet. L'écart type de cet échantillon vaut 5,8 heures.

- a) Donner un intervalle de confiance de niveau 95% pour le temps moyen passé à consulter internet dans la population des abonnés.
- b) Peut-on affirmer avec un risque de première espèce de 5% que le temps moyen passé à consulter internet dans la population des abonnés est de 7 heures ?

Exercice 4

Une personne en charge de la sélection des étudiants tente de déterminer si le niveau de performance académique lors de la première année du lycée est fonction du type d'établissement scolaire fréquenté au primaire et au collège (école publique, école privée ou école alternative). Pour ce faire, il observe la performance de 18 étudiants de première année, dont 6 proviennent d'écoles publiques, 6 d'écoles privées et 6 d'écoles alternatives. La performance est mesurée par la moyenne de l'ensemble des matières suivies par les étudiants.

Voici les données:

Écoles publiques	Écoles privées	Écoles alternatives
77	85	60
68	71	65
96	91	75
82	93	75
84	100	80
75	100	85

Peut-on parler, au seuil de 5 %, que le niveau de performance académique des étudiants de première année du lycée est fonction du type d'établissement scolaire fréquenté au primaire et au collège ?

TABLE DE LA LOI NORMALE REDUITE

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	0,7703	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	0,90147
1,3	0,90320	0,90490	0,90658	0,90824	0,90988	0,91149	0,91309	0,91466	0,91621	0,91774
1,4	0,91924	0,92073	0,92220	0,92364	0,92507	0,92647	0,92785	0,92922	0,93056	0,93189
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	0,99897	0,99900

EXTRAIT DE LA TABLE DE LA LOI F DE FISHER (p = 0,95)

K1 k2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	30	50	100	200	500	∞
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	2,56	2,55	2,54
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	2,43	2,42	2,40
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	2,32	2,31	2,30
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	2,23	2,22	2,21
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	2,16	2,14	2,13
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	2,10	2,08	2,07
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	2,04	2,02	2,01
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	1,99	1,97	1,96
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	1,95	1,93	1,92
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	1,91	1,89	1,88
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	1,88	1,86	1,84

TABLE DE LA LOI NORMALE REDUITE

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	0,7703	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	0,90147
1,3	0,90320	0,90490	0,90658	0,90824	0,90988	0,91149	0,91309	0,91466	0,91621	0,91774
1,4	0,91924	0,92073	0,92220	0,92364	0,92507	0,92647	0,92785	0,92922	0,93056	0,93189
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	0,99897	0,99900

EXTRAIT DE LA TABLE DE LA LOI F DE FISHER (p = 0,95)

K1 k2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	30	50	100	200	500	∞
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	2,56	2,55	2,54
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	2,43	2,42	2,40
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	2,32	2,31	2,30
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	2,23	2,22	2,21
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	2,16	2,14	2,13
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	2,10	2,08	2,07
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	2,04	2,02	2,01
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	1,99	1,97	1,96
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	1,95	1,93	1,92
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	1,91	1,89	1,88
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	1,88	1,86	1,84

Filière de Sciences Economiques et Gestion

Semestre : IV
Sections : A, B et C
Module : Méthodes Quantitatives IV
Matière : ECHANTILLONNAGE ET ESTIMATION
Responsable de la matière : Adil ELMARHOUM

Traiter en deux heures les quatre exercices suivants : (Documents non autorisés, calculatrice autorisée)

Exercice 1

Un magasin de restauration rapide propose à ses clients des hamburgers. Le gérant du magasin constate que sur 15 clients, 2 ne sont pas satisfaits parce que le produit est froid. On considère un échantillon constitué des 50 prochains clients.

- 1) Quelle est la probabilité d'observer entre 15% et 25% de clients insatisfaits dans cet échantillon ?
- 2) À partir de la proportion estimée, combien de clients faudrait-il interroger pour construire, avec un risque d'erreur de 5 %, un intervalle de confiance d'amplitude 0,04 ?
- 3) Entre quelles limites peut-on fixer le taux de satisfaction des clients avec un degré de confiance de 95 % ?

Exercice 2

Soit X une variable aléatoire qui a pour fonction de densité :

$$f(x) = \frac{\lambda^X}{X!} e^{-\lambda} \quad \text{Pour } X > 0$$

Avec λ un paramètre inconnu et à estimer.

On donne l'espérance et la variance de X : $E(X) = \lambda$ $V(X) = \lambda$

- a) Estimer λ par la méthode du maximum de vraisemblance.
- b) L'estimateur obtenu est-il efficace ?
- c) L'estimateur obtenu est-il consistant ?

Exercice 3

Le taux de réussite au concours de professeur des écoles est à peu près équivalent entre hommes et femmes à l'écrit avec toutefois un taux légèrement meilleur pour les femmes. À l'oral en revanche on constate que 18 % des 2000 femmes admissibles réussissent contre 24 % des 1700 hommes admissibles.

Peut-on affirmer au risque 0,05, que Le taux de réussite à l'oral est meilleur pour les hommes ?

Exercice 4

On veut comparer 4 types d'essence: A, B, C et D. On dispose de 4 voitures de chacune des marques I, II, III et IV. La variable étudiée est le nombre de kilomètres parcourus avec un litre d'essence. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant:

Marque Type essence	I	II	III	IV	Total
A	21	26	20	25	92
B	23	26	20	27	96
C	15	13	16	16	60
D	17	15	20	20	72
Total	76	80	76	88	320

Quant au nombre de kilomètres parcourus avec un litre d'essence en moyenne, peut-on affirmer au niveau de 5 % qu'il y a une différence significative entre les 4 types d'essence d'une part, et entre les 4 marques de voitures d'autre part?

TABLE DE LA LOI NORMALE REDUITE

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	0,7703	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	0,90147
1,3	0,90320	0,90490	0,90658	0,90824	0,90988	0,91149	0,91309	0,91466	0,91621	0,91774
1,4	0,91924	0,92073	0,92220	0,92364	0,92507	0,92647	0,92785	0,92922	0,93056	0,93189
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	0,99897	0,99900

EXTRAIT DE LA TABLE DE LA LOI F DE FISHER (p = 0,95)

K1 k2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	30	50	100	200	500	∞
1	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	246	248	250	252	253	254	254	254
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	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	8,54	8,53	8,53
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	5,65	5,64	5,63
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	4,39	4,37	4,37
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	3,69	3,68	3,67
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	3,25	3,24	3,23
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	2,95	2,94	2,93
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	2,73	2,72	2,71
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	2,56	2,55	2,54
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	2,43	2,42	2,40
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	2,32	2,31	2,30
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	2,23	2,22	2,21
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	2,16	2,14	2,13
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	2,10	2,08	2,07
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	2,04	2,02	2,01

Filière de Sciences Economiques et Gestion

Semestre : IV
Sections : A, B et C
Module : Méthodes Quantitatives IV
Matière : ECHANTILLONNAGE ET ESTIMATION
Responsable de la matière : Adil ELMARHOUM

SESSION DE RATTRAPAGE

Traiter en 1 heure 30 mn les quatre exercices suivants : (Documents non autorisés, calculatrice autorisée)

Exercice 1

Dans un atelier une machine fabrique des pièces en grande série. On s'intéresse à leur longueur mesurée en cm. On admet que la variable aléatoire associée à la longueur de chaque pièce suit une loi normale. Afin d'estimer la longueur moyenne, un échantillon de 49 pièces a donné une moyenne de 150 cm et un écart type de 6 cm.

- 1) Quelle est la probabilité d'avoir une longueur moyenne comprise entre 148 et 152 cm?
- 2) Entre quelles limites peut-on fixer la longueur des pièces avec un degré de confiance de 95 % ?
- 3) A partir de l'écart type estimé, combien de pièces faudrait-il observer pour construire, avec un risque d'erreur de 5 %, un intervalle de confiance d'amplitude 2 cm ?

Exercice 2

La durée de fonctionnement d'une photocopieuse entre deux pannes successives est une variable aléatoire qui a pour fonction de densité :

$$f(x) = \frac{x}{\lambda^2} e^{-\frac{x}{\lambda}} \quad \text{si } x > 0$$

Avec λ un paramètre inconnu et à estimer.

Estimer λ par la méthode du maximum de vraisemblance.

Exercice 3

Pour un sondage électoral, on constitue deux échantillons d'électeurs de tailles 300 et 200 respectivement dans deux circonscriptions A et B. Cela met en évidence des intentions de vote de 56 % et 48 % pour un candidat donné. Tester, au seuil de 5 %, si le candidat est préféré dans la circonscription A.

Exercice 4

On veut comparer 3 types d'essence: A, B et C. On dispose de 4 voitures de chacune des marques I, II, III et IV. La variable étudiée est le nombre de kilomètres parcourus avec un litre d'essence. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant:

Marque Type essence	I	II	III	IV	Total
A	21	26	20	25	92
B	23	26	20	27	96
C	15	13	16	16	60
Total	59	65	56	68	248

Quant au nombre de kilomètres parcourus avec un litre d'essence en moyenne, peut-on affirmer au niveau de 5 % qu'il y a une différence significative entre les 3 types d'essence d'une part, et entre les 4 marques de voitures d'autre part?

TABLE DE LA LOI NORMALE REDUITE

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	0,7703	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	0,90147
1,3	0,90320	0,90490	0,90658	0,90824	0,90988	0,91149	0,91309	0,91466	0,91621	0,91774
1,4	0,91924	0,92073	0,92220	0,92364	0,92507	0,92647	0,92785	0,92922	0,93056	0,93189
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	0,99897	0,99900

EXTRAIT DE LA TABLE DE LA LOI F DE FISHER (p = 0,95)

K1 k2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	30	50	100	200	500	∞
1	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	246	248	250	252	253	254	254	254
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	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	8,54	8,53	8,53
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	5,65	5,64	5,63
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	4,39	4,37	4,37
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	3,69	3,68	3,67
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	3,25	3,24	3,23
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	2,95	2,94	2,93
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	2,73	2,72	2,71
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	2,56	2,55	2,54
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	2,43	2,42	2,40
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	2,32	2,31	2,30
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	2,23	2,22	2,21
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	2,16	2,14	2,13
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	2,10	2,08	2,07
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	2,04	2,02	2,01

Filière de Sciences Economiques et Gestion

Semestre : IV
Sections : A, B et C
Module : Méthodes Quantitatives IV
Matière : ECHANTILLONNAGE ET ESTIMATION
Responsable de la matière : Adil ELMARHOUM

Contrôle final

Traiter en deux heures les quatre exercices suivants : (documents non autorisés, calculatrice autorisée)

Exercice 1

Une machine automatique fabrique des pièces destinées au montage d'une machine. La longueur moyenne de ces pièces ne doit pas dépasser 37,55 mm. La longueur des pièces suit une loi normale d'écart type 2 mm.

- 1) Sur quelle longueur moyenne faut-il régler la machine pour que sur un échantillon de 1000 pièces fabriquées, 998 aient une longueur moyenne ne dépassant pas la limite de 37,55 mm ?
- 2) On prélève un échantillon non exhaustif dans la production. Quel doit être l'effectif de cet échantillon pour que la moyenne des longueurs des pièces prélevées appartienne à l'intervalle $[37,25 ; 37,51]$ avec une probabilité de 0,95 ?

Exercice 2

Un médicament couramment utilisé est connu pour guérir 60% des patients traités. Un nouveau traitement est expérimenté sur 80 patients. On observe 60 guérisons. Ce dernier traitement est-il meilleur, pour un risque de 1%.

Exercice 3

Soit une variable aléatoire X de densité de probabilité $f(x,\lambda)$ définie par :

$$f(x,\lambda) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\lambda}} e^{-\frac{x^2}{2\lambda}} \quad \text{Pour tout nombre réel } x.$$

Avec λ un paramètre inconnu et à estimer.

$$E(X) = 0 \quad \text{et} \quad V(X) = \lambda \quad \text{et} \quad V(X^2) = 2\lambda^2$$

- Estimer λ par la méthode du maximum de vraisemblance.
- L'estimateur obtenu est-il efficace ?
- L'estimateur obtenu est-il consistant ?

Exercice 4

Un chercheur a soumis quatre groupes de cinq élèves à un apprentissage de résolutions de problèmes mathématiques. Chaque groupe apprend avec une méthode pédagogique propre : le premier avec une méthode uniquement verbale, le second avec une méthode écrite, le troisième avec un schéma annoté, le quatrième avec une série de schémas annotés.

L'apprentissage dure une heure pour chaque groupe. Deux jours après l'apprentissage, les sujets sont soumis à un test de raisonnement mathématique. Le résultat de ce test est une note (de 0 à 35 : plus la note est élevée, meilleur est le résultat). Voici les résultats :

Groupe expérimental			
G1	G2	G3	G4
6	14	22	23
13	10	11	19
16	14	19	25
14	19	19	24
14	25	23	25

Peut-on parler, au seuil de 5 %, d'une différence significative entre les résultats des quatre méthodes pédagogiques ?

TABLE DE LA LOI NORMALE REDUITE

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	0,7703	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	0,9014
1,3	0,9032	0,9049	0,9065	0,9082	0,9098	0,9114	0,9130	0,9146	0,9162	0,9177
1,4	0,9192	0,9207	0,9222	0,9236	0,9250	0,9264	0,9278	0,9292	0,9305	0,9318
1,5	0,9331	0,9344	0,9357	0,9369	0,9382	0,9394	0,9406	0,9417	0,9429	0,9440
1,6	0,9452	0,9463	0,9473	0,9484	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9544
1,7	0,9554	0,9563	0,9572	0,9581	0,9590	0,9599	0,9608	0,9616	0,9624	0,9632
1,8	0,9640	0,9648	0,9656	0,9663	0,9671	0,9678	0,9685	0,9692	0,9699	0,9706
1,9	0,9712	0,9719	0,9725	0,9732	0,9738	0,9744	0,9750	0,9755	0,9761	0,9767
2,0	0,9772	0,9777	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9807	0,9812	0,9816
2,1	0,9821	0,9825	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9853	0,9857
2,2	0,9861	0,9864	0,9867	0,9871	0,9874	0,9877	0,9880	0,9884	0,9887	0,9889
2,3	0,9892	0,9895	0,9898	0,9901	0,9903	0,9906	0,9908	0,9911	0,9913	0,9915
2,4	0,9918	0,9920	0,9922	0,9924	0,9926	0,9928	0,9930	0,9932	0,9934	0,9936
2,5	0,9937	0,9939	0,9941	0,9943	0,9944	0,9946	0,9947	0,9949	0,9950	0,9952
2,6	0,9953	0,9954	0,9956	0,9957	0,9958	0,9959	0,9960	0,9962	0,9963	0,9964
2,7	0,9965	0,9966	0,9967	0,9968	0,9969	0,9970	0,9971	0,9972	0,9972	0,9973
2,8	0,9974	0,9975	0,9976	0,9976	0,9977	0,9978	0,9978	0,9979	0,9980	0,9980
2,9	0,9981	0,9981	0,9982	0,9983	0,9983	0,9984	0,9984	0,9985	0,9985	0,9986
3,0	0,9986	0,9986	0,9987	0,9987	0,9988	0,9988	0,9988	0,9989	0,9989	0,9990

EXTRAIT DE LA TABLE DE LA LOI F DE FISHER (p = 0,95)

K1 k2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	30	50	100	200	500	∞
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	2,56	2,55	2,54
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	2,43	2,42	2,40
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	2,32	2,31	2,30
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	2,23	2,22	2,21
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	2,16	2,14	2,13
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	2,10	2,08	2,07
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	2,04	2,02	2,01
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	1,99	1,97	1,96
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	1,95	1,93	1,92
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	1,91	1,89	1,88
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	1,88	1,86	1,84

Filière de Sciences Economiques et Gestion

Semestre : IV
Sections : A, B et C
Module : Méthodes Quantitatives IV
Matière : ECHANTILLONNAGE ET ESTIMATION
Responsable de la matière : Adil ELMARHOUM

Contrôle de rattrapage

Traiter en 1 heure 30 mn les quatre exercices suivants : (documents non autorisés, calculatrice autorisée)

Exercice 1

On a observé un échantillon de 200 adolescents de 15 ans, dans lequel 40 présentent un surpoids.

1. Donner un intervalle de confiance pour la proportion d'adolescents de 15 ans qui présentent un surpoids au niveau de confiance 0.95.
2. Combien d'adolescents de 15 ans devrait-t-on réaliser pour connaître la proportion d'adolescents de 15 ans qui présentent un surpoids avec une précision de plus ou moins 1%, au niveau de confiance 0.95 ?

Exercice 2

Une société de location de voiture met en place une expérience afin de trancher entre deux types de pneus. Onze voitures sont conduites sur un parcours précis avec des pneus de type A. ensuite les pneus sont remplacés par ceux de type B et les voitures sont de nouveau conduites sur le même parcours. Les consommations en litres pour 100 km des voitures en question sont :

Voiture	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Pneus A	4,2	4,7	6,6	7,0	6,7	4,5	5,7	6,0	7,4	4,9	6,1
Pneus B	4,1	4,9	6,2	6,9	6,8	4,4	5,7	5,8	6,9	4,9	6,0

En admettant que les différences de consommation observées suivent une loi normale, peut on conclure, au seuil de 5 %, que les pneus de type B sont significativement meilleurs en moyenne?

Exercice 3

Soit une variable aléatoire X de densité de probabilité $f(x,\lambda)$ définie par :

$$f(x,\lambda) = \lambda x^{\lambda-1} \quad \text{Pour tout nombre réel } x.$$

Avec λ un paramètre inconnu et à estimer.

Estimer λ par la méthode du maximum de vraisemblance.

Exercice 4

Une entreprise alimentaire veut mettre sur le marché une nouvelle gamme de produits. 3 types d'emballages ont été proposés. Pour déterminer le choix final, 15 marchés d'alimentation de même taille ont été sélectionnés pour faire une prévente du produit. Les emballages ont été assignés aléatoirement entre les marchés (chaque marché ayant reçu le nouveau produit dans un seul type d'emballage). Les résultats sur les ventes sont les suivants :

Emballage 1	Emballage 2	Emballage 3
12	14	24
18	12	30
14	13	28
13	15	33
20	13	29

Peut-on parler, au seuil de 5 %, d'une différence significative entre les emballages au niveau des ventes ?

TABLE DE LA LOI NORMALE REDUITE

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	0,7703	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	0,9014
1,3	0,9032	0,9049	0,9065	0,9082	0,9098	0,9114	0,9130	0,9146	0,9162	0,9177
1,4	0,9192	0,9207	0,9222	0,9236	0,9250	0,9264	0,9278	0,9292	0,9305	0,9318
1,5	0,9331	0,9344	0,9357	0,9369	0,9382	0,9394	0,9406	0,9417	0,9429	0,9440
1,6	0,9452	0,9463	0,9473	0,9484	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9544
1,7	0,9554	0,9563	0,9572	0,9581	0,9590	0,9599	0,9608	0,9616	0,9624	0,9632
1,8	0,9640	0,9648	0,9656	0,9663	0,9671	0,9678	0,9685	0,9692	0,9699	0,9706
1,9	0,9712	0,9719	0,9725	0,9732	0,9738	0,9744	0,9750	0,9755	0,9761	0,9767
2,0	0,9772	0,9777	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9807	0,9812	0,9816
2,1	0,9821	0,9825	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9853	0,9857
2,2	0,9861	0,9864	0,9867	0,9871	0,9874	0,9877	0,9880	0,9884	0,9887	0,9889
2,3	0,9892	0,9895	0,9898	0,9901	0,9903	0,9906	0,9908	0,9911	0,9913	0,9915
2,4	0,9918	0,9920	0,9922	0,9924	0,9926	0,9928	0,9930	0,9932	0,9934	0,9936
2,5	0,9937	0,9939	0,9941	0,9943	0,9944	0,9946	0,9947	0,9949	0,9950	0,9952
2,6	0,9953	0,9954	0,9956	0,9957	0,9958	0,9959	0,9960	0,9962	0,9963	0,9964
2,7	0,9965	0,9966	0,9967	0,9968	0,9969	0,9970	0,9971	0,9972	0,9972	0,9973
2,8	0,9974	0,9975	0,9976	0,9976	0,9977	0,9978	0,9978	0,9979	0,9980	0,9980
2,9	0,9981	0,9981	0,9982	0,9983	0,9983	0,9984	0,9984	0,9985	0,9985	0,9986
3,0	0,9986	0,9986	0,9987	0,9987	0,9988	0,9988	0,9988	0,9989	0,9989	0,9990

EXTRAIT DE LA TABLE DE LA LOI F DE FISHER (p = 0,95)

K1 k2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	30	50	100	200	500	∞
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	2,56	2,55	2,54
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	2,43	2,42	2,40
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	2,32	2,31	2,30
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	2,23	2,22	2,21
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	2,16	2,14	2,13
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	2,10	2,08	2,07
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	2,04	2,02	2,01
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	1,99	1,97	1,96
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	1,95	1,93	1,92
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	1,91	1,89	1,88
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	1,88	1,86	1,84

Filière de Sciences Economiques et Gestion

Semestre : IV
Sections : A, B, C et D
Module : Méthodes Quantitatives IV
Matière : ECHANTILLONNAGE ET ESTIMATION
Responsable de la matière : Adil ELMARHOUM

Contrôle final

Traiter en deux heures les quatre exercices suivants : (documents non autorisés, calculatrice autorisée)

Exercice 1

Dans le cadre d'une étude de marketing, on analyse la consommation de lessive des ménages. Sur la base d'un échantillon aléatoire simple de 100 ménages, on a observé une consommation moyenne de 14 kilos avec un écart-type de 2 kilos.

D'autre part, 30%, des personnes interrogées accordaient leur préférence à un produit sans phosphates.

1. Construisez un intervalle de confiance à 95% pour la moyenne de la quantité consommée de lessive.
2. Un fabricant affirme que 25% des ménages préfèrent la lessive sans phosphates alors que le consultant responsable de l'étude estime qu'il y en a plus que 25%. Réalisez un test pour départager ces deux opinions (Utiliser un risque de première espèce = 5%)

Exercice 2

On souhaite déterminer l'estimateur du maximum de vraisemblance de p étant donné un

échantillon de taille n d'une population de densité : $f(x) = p^x (1-p)^{1-x}$

Avec p un paramètre inconnu et à estimer.

$$E(X) = p \quad \text{et} \quad V(X) = p(1-p)$$

- a) Estimer le paramètre p par la méthode du maximum de vraisemblance.
- b) L'estimateur obtenu est-il efficace ?
- c) L'estimateur obtenu est-il consistant ?

Exercice 3

Vingt informaticiens ont installé chacun, soit Linux soit WinNT. Le temps nécessaire (en minutes) à chacun pour l'installation est répertorié dans le tableau suivant :

Linux	WinNT
154	145
164	162
198	156
168	152
180	168
172	157
142	155
165	140
172	145
158	160

On suppose que les données proviennent de la loi normale.

Par un test statistique, déterminer au seuil de 5% si la durée d'installation de Linux est supérieure à celle de WinNT.

Exercice 4

On étudie la consommation de carburant de véhicules en fonction de la marque (A,B,C,D et E) et du type de conduite (1,2 et 3). On dispose des données dans le tableau ci-dessous :

	Marque A	Marque B	Marque C	Marque D	Marque E
Type 1	62	56	68	54	73
Type 2	66	61	61	59	54
Type 3	59	58	66	57	70

Y a-t-il des différences significatives au niveau 5% entre les cinq marques d'une part et entre les trois types de conduite d'autre part quant à la consommation de carburant ?

EXTRAIT TABLE DE LA LOI NORMALE REDUITE

Z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
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	0,90147
1,3	0,90320	0,90490	0,90658	0,90824	0,90988	0,91149	0,91309	0,91466	0,91621	0,91774
1,4	0,91924	0,92073	0,92220	0,92364	0,92507	0,92647	0,92785	0,92922	0,93056	0,93189
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

EXTRAIT DE LA TABLE DE LA LOI F DE FISHER (p = 0,95)

K1 k2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	30	50	100	200	500	∞
1	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	246	248	250	252	253	254	254	254
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	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	8,54	8,53	8,53
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	5,65	5,64	5,63
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	4,39	4,37	4,37
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	3,69	3,68	3,67
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	3,25	3,24	3,23
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	2,95	2,94	2,93
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	2,73	2,72	2,71
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	2,56	2,55	2,54

EXTRAIT DE LA TABLE DE LA LOI F DE FISHER (p = 0,975)

K1 k2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	30	50	100	200	500	∞
1	648	800	864	900	922	937	948	957	963	969	985	993	1001	1008	1013	1016	1017	1018
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	39,5	39,5	39,5
3	17,4	16,0	15,4	15,1	14,9	14,7	14,6	14,5	14,5	14,4	14,3	14,2	14,1	14,0	14,0	13,9	13,9	13,9
4	12,2	10,6	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	8,29	8,27	8,26
5	10,0	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	6,05	6,03	6,02
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	4,88	4,86	4,85
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	4,18	4,16	4,14
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	3,70	3,68	3,67
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	3,37	3,35	3,33
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	3,12	3,09	3,08

Filière de Sciences Economiques et Gestion

Semestre : IV
Sections : A, B, C et D
Module : Méthodes Quantitatives IV
Matière : ECHANTILLONNAGE ET ESTIMATION
Responsable de la matière : Adil ELMARHOUM

Contrôle de rattrapage

Traiter en 1 heure 30 mn les quatre exercices suivants : (documents non autorisés, calculatrice autorisée)

Exercice 1

Dans un centre avicole, des études antérieures ont montré que la masse d'un œuf choisi au hasard peut être considéré comme une variable aléatoire.

On prend un échantillon de 36 œufs que l'on pèse. Les mesures sont :

50,34	52,62	53,79	54,99	55,82	57,67
51,41	53,13	53,89	55,04	55,91	57,99
51,51	53,28	54,63	55,12	55,95	58,10
52,07	53,30	54,76	55,24	57,05	59,30
52,22	53,32	54,78	55,28	57,18	60,58
52,38	53,39	54,93	55,56	57,31	63,15

- Donner une estimation ponctuelles de la moyenne et de l'écart type.
- Donner un intervalle de confiance au niveau 98%, de la masse moyenne d'un œuf.
- Tester si la moyenne de cette variable est égale 56.

Exercice 2

On souhaite déterminer l'estimateur du maximum de vraisemblance de p étant donné un

échantillon de taille n d'une population de densité : $f(x) = p^x (1 - p)$

Avec p un paramètre inconnu et à estimer.

Estimer le paramètre p par la méthode du maximum de vraisemblance.

Exercice 3

Dans une même catégorie sociale, un échantillon de 40 hommes a fourni 8 fumeurs et un échantillon de 60 femmes a fourni 18 fumeuses. Vérifier au seuil de 5% si la proportion de fumeurs est la même pour les deux sexes.

Exercice 4

Nous étudions le stress (score de stress) au sein d'une société. Nous repérons les employés suivant leur âge (moins de 40 ans et plus de 40 ans) et leur niveau de responsabilité (techniciens, cadres inférieurs et cadres supérieurs)

Les résultats obtenus sont :

	Moins de 40 ans	40 ans et plus
Techniciens	15	9.67
Cadre inférieur	15,17	15,83
Cadre supérieur	14,5	26,17

Y a-t-il des différences significatives au niveau 5% entre les deux tranches d'âge d'une part et entre les trois niveaux de responsabilité d'autre part quant au niveau de stress ?

TABLE DE LA FONCTION DE REPARTITION DE LA LOI NORMALE REDUITE

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	0,7703	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	0,90147
1,3	0,90320	0,90490	0,90658	0,90824	0,90988	0,91149	0,91309	0,91466	0,91621	0,91774
1,4	0,91924	0,92073	0,92220	0,92364	0,92507	0,92647	0,92785	0,92922	0,93056	0,93189
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	0,99897	0,99900

EXTRAIT DE LA TABLE DE LA LOI F DE FISHER (p = 0,95)

K1 k2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	30	50	100	200	500	∞
1	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	246	248	250	252	253	254	254	254
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	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	8,54	8,53	8,53
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	5,65	5,64	5,63
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	4,39	4,37	4,37
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	3,69	3,68	3,67
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	3,25	3,24	3,23
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	2,95	2,94	2,93
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	2,73	2,72	2,71
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	2,56	2,55	2,54

Filière de Sciences Economiques et Gestion

Semestre : IV
Sections : A, B, C et D
Module : Méthodes Quantitatives IV
Matière : ECHANTILLONNAGE ET ESTIMATION
Responsable de la matière : Adil ELMARHOUM

Contrôle final

Traiter en deux heures les quatre exercices suivants : (documents non autorisés, calculatrice autorisée)

Exercice 1

Le staff médical d'une grande entreprise fait ses petites statistiques sur le taux de cholestérol de ses employés; les observations sur 100 employés tirés au sort sont les suivantes.

Classes de taux de cholestérol en cg	effectif d'employés
100 – 140	9
140 – 180	22
180 – 220	25
220 – 260	21
260 – 300	16
300 - 340	7

1. Calculer la moyenne et l'écart-type de l'échantillon des 100 employés.
2. Estimer la moyenne et l'écart-type pour le taux de cholestérol dans toute l'entreprise.
3. Déterminer un intervalle de confiance pour la moyenne avec un degré de confiance de 95 %.
4. Déterminer la taille minimum d'échantillon pour que l'amplitude de l'intervalle de confiance soit inférieure à 10.
5. Le staff médical estime que plus de 25 % des employés de l'entreprise ont un taux de cholestérol supérieur à 260 cg. On tire un échantillon aléatoire simple de 200 employés. On constate que 60 d'entre eux ont un taux de cholestérol supérieur à 260 cg.
Au vu de cet échantillon, peut-on conclure, au seuil de signification 5 %, que le staff médical a raison ?

Exercice 2

On souhaite déterminer l'estimateur du maximum de vraisemblance du paramètre λ étant donné un échantillon de taille n d'une population de densité :

$$f(x) = \frac{1}{\lambda} X^{-\frac{1}{\lambda} - 1}$$

$$E(\text{Log}X) = \lambda \quad \text{et} \quad V(\text{Log}X) = \frac{\lambda^2}{2}$$

- Estimer le paramètre λ par la méthode du maximum de vraisemblance.
- L'estimateur obtenu est-il efficace ?
- L'estimateur obtenu est-il consistant ?

Exercice 3

Dans un échantillon de 300 personnes, prélevé dans la population d'une ville A, il y en a 36 qui fument au moins deux paquets de cigarettes par jour. Dans une autre ville B et pour un échantillon de 100 personnes, on trouve 8 personnes qui fument au moins deux paquets de cigarettes par jour. Peut-on affirmer au seuil de 5 % qu'il y a plus de gros fumeurs dans la ville A que dans la ville B ?

Exercice 4

On considère le tableau suivant concernant 592 femmes réparties selon la couleur de leurs yeux et celle de leurs cheveux :

	Bruns	Châtains	Blonds
Marrons	68	119	33
Noisette	15	54	24
Bleus	25	113	141

Diriez-vous qu'il y a indépendance entre la couleur des yeux et celle des cheveux ?

EXTRAIT TABLE DE LA LOI NORMALE REDUITE

Z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
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	0,90147
1,3	0,90320	0,90490	0,90658	0,90824	0,90988	0,91149	0,91309	0,91466	0,91621	0,91774
1,4	0,91924	0,92073	0,92220	0,92364	0,92507	0,92647	0,92785	0,92922	0,93056	0,93189
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

TABLE DE LA LOI KHI DEUX DE PEARSON

k / p	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	0,975	0,99	0,995	0,999	0,9995
1	0,455	0,708	1,07	1,64	2,71	3,84	5,02	6,63	7,88	10,8	12,1
2	1,39	1,83	2,41	3,22	4,61	5,99	7,38	9,21	10,6	13,8	15,2
3	2,37	2,95	3,67	4,64	6,25	7,81	9,35	11,3	12,8	16,3	17,7
4	3,36	4,04	4,88	5,99	7,78	9,49	11,1	13,3	14,9	18,5	20,0
5	4,35	5,13	6,06	7,29	9,24	11,1	12,8	15,1	16,7	20,5	22,1
6	5,35	6,21	7,23	8,56	10,6	12,6	14,4	16,8	18,5	22,5	24,1
7	6,35	7,28	8,38	9,80	12,0	14,1	16,0	18,5	20,3	24,3	26,0
8	7,34	8,35	9,52	11,0	13,4	15,5	17,5	20,1	22,0	26,1	27,9
9	8,34	9,41	10,7	12,2	14,7	16,9	19,0	21,7	23,6	27,9	29,7
10	9,34	10,5	11,8	13,4	16,0	18,3	20,5	23,2	25,2	29,6	31,4
11	10,3	11,5	12,9	14,6	17,3	19,7	21,9	24,7	26,8	31,3	33,1
12	11,3	12,6	14,0	15,8	18,5	21,0	23,3	26,2	28,3	32,9	34,8
13	12,3	13,6	15,1	17,0	19,8	22,4	24,7	27,7	29,8	34,5	36,5
14	13,3	14,7	16,2	18,2	21,1	23,7	26,1	29,1	31,3	36,1	38,1
15	14,3	15,7	17,3	19,3	22,3	25,0	27,5	30,6	32,8	37,7	39,7
16	15,3	16,8	18,4	20,5	23,5	26,3	28,8	32,0	34,3	39,3	41,3
17	16,3	17,8	19,5	21,6	24,8	27,6	30,2	33,4	35,7	40,8	42,9
18	17,3	18,9	20,6	22,8	26,0	28,9	31,5	34,8	37,2	42,3	44,4
19	18,3	19,9	21,7	23,9	27,2	30,1	32,9	36,2	38,6	43,8	46,0
20	19,3	21,0	22,8	25,0	28,4	31,4	34,2	37,6	40,0	45,3	47,5
21	20,3	22,0	23,9	26,2	29,6	32,7	35,5	38,9	41,4	46,8	49,0
22	21,3	23,0	24,9	27,3	30,8	33,9	36,8	40,3	42,8	48,3	50,5
23	22,3	24,1	26,0	28,4	32,0	35,2	38,1	41,6	44,2	49,7	52,0
24	23,3	25,1	27,1	29,6	33,2	36,4	39,4	43,0	45,6	51,2	53,5
25	24,3	26,1	28,2	30,7	34,4	37,7	40,6	44,3	46,9	52,6	54,9
26	25,3	27,2	29,2	31,8	35,6	38,9	41,9	45,6	48,3	54,1	56,4
27	26,3	28,2	30,3	32,9	36,7	40,1	43,2	47,0	49,6	55,5	57,9
28	27,3	29,2	31,4	34,0	37,9	41,3	44,5	48,3	51,0	56,9	59,3
29	28,3	30,3	32,5	35,1	39,1	42,6	45,7	49,6	52,3	58,3	60,7
30	29,3	31,3	33,5	36,3	40,3	43,8	47,0	50,9	53,7	59,7	62,2

Filière de Sciences Economiques et Gestion

Semestre : IV
Sections : A, B, C et D
Module : Méthodes Quantitatives IV
Matière : ECHANTILLONNAGE ET ESTIMATION
Responsable de la matière : Adil ELMARHOUM

Contrôle de rattrapage

Traiter en 1 heure 30 mn les quatre exercices suivants : (documents non autorisés, calculatrice autorisée)

Exercice 1

Après la correction d'une épreuve d'examen comportant un grand nombre de candidats, on constate que les notes ont pour moyenne 12 et pour écart type 3. Soit X la variable aléatoire qui, à tout échantillon aléatoire et non exhaustif de taille 100; associe la moyenne des notes de cet échantillon. On suppose que X suit la loi normale.

On se propose de prélever un échantillon aléatoire non exhaustif de 100 notes.

1. Quelle est la probabilité d'avoir la moyenne d'un tel échantillon supérieure à 12,5?
2. On a prélevé un échantillon de 50 notes, on a trouvé :

$$\sum x_i = 650 \quad \sum x_i^2 = 8762,5$$

Déterminer un intervalle de confiance pour la moyenne avec un degré de confiance de 95 %.

3. Déterminer la taille minimum d'échantillon pour que l'amplitude de l'intervalle de confiance soit inférieure à 1.

Exercice 2

On souhaite déterminer l'estimateur du maximum de vraisemblance du paramètre λ étant donné un échantillon de taille n d'une population de densité :

$$f(x) = \lambda^2 X e^{-\lambda X}$$

Estimer le paramètre λ par la méthode du maximum de vraisemblance.

Exercice 3

Neuf malades présentant des symptômes d'anxiété reçoivent un tranquillisant. On évalue l'état du malade avant et après traitement par un indice que le médecin traitant calcule d'après les réponses à une série de questions. Si le traitement est efficace, l'indice doit diminuer. Les valeurs observées de cet indice sur les 9 patients sont les suivantes :

Avant	1,83	0,5	1,62	2,48	1,68	1,88	1,55	3,06	1,3
Après	0,88	0,65	0,59	2,05	1,06	1,29	1,06	3,14	1,29

Peut-on affirmer au seuil de 5% que le tranquillisant apporte une amélioration significative en moyenne ?

Exercice 4

Un échantillon de 1000 personnes ont été interrogées sur leur opinion à propos d'une question qui sera posée à un référendum. On a demandé à ces personnes de préciser leur appartenance politique. Les résultats sont donnés par le tableau suivant :

Appartenance	Réponse		
	Favorable	Défavorable	Indécis
Gauche	210	194	91
Droite	292	151	62

Au seuil de 5% vérifier si la réponse au référendum est indépendante de l'opinion politique.

EXTRAIT TABLE DE LA LOI NORMALE REDUITE

Z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
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	0,90147
1,3	0,90320	0,90490	0,90658	0,90824	0,90988	0,91149	0,91309	0,91466	0,91621	0,91774
1,4	0,91924	0,92073	0,92220	0,92364	0,92507	0,92647	0,92785	0,92922	0,93056	0,93189
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

EXTRAIT TABLE DE LA LOI T DE STUDENT

k / p	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	0,975	0,99	0,995	0,999	0,9995
1	0,325	0,727	1,376	3,078	6,314	12,71	31,82	63,66	318,3	636,6
2	0,289	0,617	1,061	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	22,33	31,60
3	0,277	0,584	0,978	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	10,22	12,94
4	0,271	0,569	0,941	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	7,173	8,610
5	0,267	0,559	0,920	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	5,893	6,859
6	0,265	0,553	0,906	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,208	5,959
7	0,263	0,549	0,896	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	4,785	5,405
8	0,262	0,546	0,889	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	4,501	5,041
9	0,261	0,543	0,883	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,297	4,781
10	0,260	0,542	0,879	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,144	4,587

TABLE DE LA LOI KHI DEUX DE PEARSON

k / p	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	0,975	0,99	0,995	0,999	0,9995
1	0,455	0,708	1,07	1,64	2,71	3,84	5,02	6,63	7,88	10,8	12,1
2	1,39	1,83	2,41	3,22	4,61	5,99	7,38	9,21	10,6	13,8	15,2
3	2,37	2,95	3,67	4,64	6,25	7,81	9,35	11,3	12,8	16,3	17,7
4	3,36	4,04	4,88	5,99	7,78	9,49	11,1	13,3	14,9	18,5	20,0
5	4,35	5,13	6,06	7,29	9,24	11,1	12,8	15,1	16,7	20,5	22,1
6	5,35	6,21	7,23	8,56	10,6	12,6	14,4	16,8	18,5	22,5	24,1
7	6,35	7,28	8,38	9,80	12,0	14,1	16,0	18,5	20,3	24,3	26,0
8	7,34	8,35	9,52	11,0	13,4	15,5	17,5	20,1	22,0	26,1	27,9
9	8,34	9,41	10,7	12,2	14,7	16,9	19,0	21,7	23,6	27,9	29,7
10	9,34	10,5	11,8	13,4	16,0	18,3	20,5	23,2	25,2	29,6	31,4
11	10,3	11,5	12,9	14,6	17,3	19,7	21,9	24,7	26,8	31,3	33,1
12	11,3	12,6	14,0	15,8	18,5	21,0	23,3	26,2	28,3	32,9	34,8
13	12,3	13,6	15,1	17,0	19,8	22,4	24,7	27,7	29,8	34,5	36,5
14	13,3	14,7	16,2	18,2	21,1	23,7	26,1	29,1	31,3	36,1	38,1
15	14,3	15,7	17,3	19,3	22,3	25,0	27,5	30,6	32,8	37,7	39,7
16	15,3	16,8	18,4	20,5	23,5	26,3	28,8	32,0	34,3	39,3	41,3
17	16,3	17,8	19,5	21,6	24,8	27,6	30,2	33,4	35,7	40,8	42,9
18	17,3	18,9	20,6	22,8	26,0	28,9	31,5	34,8	37,2	42,3	44,4
19	18,3	19,9	21,7	23,9	27,2	30,1	32,9	36,2	38,6	43,8	46,0
20	19,3	21,0	22,8	25,0	28,4	31,4	34,2	37,6	40,0	45,3	47,5
21	20,3	22,0	23,9	26,2	29,6	32,7	35,5	38,9	41,4	46,8	49,0
22	21,3	23,0	24,9	27,3	30,8	33,9	36,8	40,3	42,8	48,3	50,5
23	22,3	24,1	26,0	28,4	32,0	35,2	38,1	41,6	44,2	49,7	52,0
24	23,3	25,1	27,1	29,6	33,2	36,4	39,4	43,0	45,6	51,2	53,5
25	24,3	26,1	28,2	30,7	34,4	37,7	40,6	44,3	46,9	52,6	54,9
26	25,3	27,2	29,2	31,8	35,6	38,9	41,9	45,6	48,3	54,1	56,4
27	26,3	28,2	30,3	32,9	36,7	40,1	43,2	47,0	49,6	55,5	57,9
28	27,3	29,2	31,4	34,0	37,9	41,3	44,5	48,3	51,0	56,9	59,3
29	28,3	30,3	32,5	35,1	39,1	42,6	45,7	49,6	52,3	58,3	60,7
30	29,3	31,3	33,5	36,3	40,3	43,8	47,0	50,9	53,7	59,7	62,2

Filière : Sciences économiques et gestion
Matière : Echantillonnage et estimation
Semestre : 3
Responsable de la matière : Adil EL MARHOUM

Traiter les **quatre exercices** suivants : (Documents non autorisés, calculatrice autorisée)

Exercice 1

Une cabine pour skieurs est conçue pour une charge limite de 5 tonnes. La capacité est limitée à 50 personnes. On suppose que le poids moyen de tous les usagers (équipement compris) est de 95 Kg et l'écart type de 16 Kg.

- Quelle est la probabilité que le poids total d'un groupe de 50 personnes choisies au hasard soit plus élevé que la charge limite de 5 tonnes ?
- Combien de personnes faut-il avoir dans la cabine pour que la probabilité de dépasser la charge limite de 5 tonnes soit de 5% ?

Exercice 2

Soit une variable aléatoire X de densité de probabilité $f(x, \lambda)$ définie par :

$$f(x, \lambda) = \frac{\lambda^{x-1}}{(1+\lambda)^x} \quad \text{Pour tout nombre réel } x.$$

Avec λ un paramètre inconnu et à estimer.

On donne l'espérance et la variance de X : $E(X) = \lambda + 1$ $V(X) = \lambda(1 + \lambda)$

- Estimer λ par la méthode du maximum de vraisemblance.
- L'estimateur obtenu est-il efficace ?
- L'estimateur obtenu est-il consistant ?

Exercice 3

Une entreprise alimentaire veut mettre sur le marché une nouvelle gamme de produits. 4 types d'emballages ont été proposés. Pour déterminer le choix final, 20 marchés d'alimentation de même taille ont été sélectionnés pour faire une prévente du produit. Les emballages ont été assignés aléatoirement entre les marchés (chaque marché ayant reçu le nouveau produit dans un seul type d'emballage). Les résultats sur les ventes sont les suivants :

Emballage 1	Emballage 2	Emballage 3	Emballage 4
12	14	19	24
18	12	17	30
14	13	21	28
13	15	22	33
20	13	22	29

Déterminez s'il y a des différences significatives entre les quatre emballages au niveau des ventes (au seuil de signification de 5 %).

Exercice 4

Un échantillon aléatoire de 1367 diplômes d'université, délivrés en 2015, a donné la répartition suivante :

	Licence	Master	Doctorat
Masculin	534	144	22
Féminin	515	141	11

Le sexe et le niveau de diplôme obtenu sont-ils liés ?

EXTRAIT DE LA TABLE DE LA LOI F DE FISHER ($p = 0,95$)

K1 k2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	30	50	100	200	500	∞
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	2,56	2,55	2,54
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	2,43	2,42	2,40
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	2,32	2,31	2,30
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	2,23	2,22	2,21
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	2,16	2,14	2,13
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	2,10	2,08	2,07
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	2,04	2,02	2,01
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	1,99	1,97	1,96
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	1,95	1,93	1,92
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	1,91	1,89	1,88
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	1,88	1,86	1,84

EXTRAIT DE LA TABLE DE LA LOI KHI DEUX DE PEARSON

k / p	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	0,975	0,99	0,995	0,999	0,9995
1	0,455	0,708	1,07	1,64	2,71	3,84	5,02	6,63	7,88	10,8	12,1
2	1,39	1,83	2,41	3,22	4,61	5,99	7,38	9,21	10,6	13,8	15,2
3	2,37	2,95	3,67	4,64	6,25	7,81	9,35	11,3	12,8	16,3	17,7
4	3,36	4,04	4,88	5,99	7,78	9,49	11,1	13,3	14,9	18,5	20,0
5	4,35	5,13	6,06	7,29	9,24	11,1	12,8	15,1	16,7	20,5	22,1

TABLE DE LA LOI NORMALE REDUITE

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	0,7703	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	0,90147
1,3	0,90320	0,90490	0,90658	0,90824	0,90988	0,91149	0,91309	0,91466	0,91621	0,91774
1,4	0,91924	0,92073	0,92220	0,92364	0,92507	0,92647	0,92785	0,92922	0,93056	0,93189
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	0,99897	0,9990

Filière : Sciences économiques et gestion
 Matière : Echantillonnage et estimation
 Semestre : 3
 Sections : A et B
 Responsable de la matière : Adil EL MARHOUM

Traiter en 1 h 30 mn les trois exercices suivants : (documents non autorisés, calculatrice autorisée)

Exercice 1

Les statistiques des ventes d'un produit concernant un échantillon de 100 vendeurs sont enregistrées dans le tableau suivant :

Nombre d'unités vendues	Nombre de vendeurs
100 – 140	9
140 – 180	22
180 – 220	25
220 – 260	21
260 – 300	16
300 - 340	7
Total	100

1. Calculer la moyenne et l'écart-type de l'échantillon des 100 vendeurs.
2. Estimer la moyenne et l'écart-type des ventes.
3. Déterminer un intervalle de confiance pour la moyenne avec un degré de confiance de 95 %.
4. Le responsable des ventes estime que plus de 25 % des vendeurs réalisent des ventes supérieures à 260 unités. On tire un échantillon aléatoire simple de 200 vendeurs. On constate que 60 d'entre eux ont vendu plus de 260 unités.
 Au vu de cet échantillon, peut-on conclure, au seuil de signification 5 %, que le responsable des ventes a raison ?

Exercice 2

Soit une variable aléatoire X de densité de probabilité $f(x,\lambda)$ définie par :

$$f(x, \lambda) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\lambda}} e^{-\frac{x^2}{2\lambda}} \quad \text{pour tout nombre réel } x.$$

Avec $E(X) = 0$ $V(X) = \lambda$

- a) Estimer le paramètre λ par la méthode du maximum de vraisemblance.

- b) L'estimateur obtenu est-il efficace ?
 c) L'estimateur obtenu est-il consistant ?

Exercice 3

Dans une même catégorie sociale, un échantillon de 40 hommes a fourni 8 fumeurs et un échantillon de 60 femmes a fourni 18 fumeuses. Vérifier au seuil de 5% si la proportion de fumeurs est la même pour les deux sexes.

TABLE DE LA LOI NORMALE REDUITE

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	0,7703	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	0,90147
1,3	0,90320	0,90490	0,90658	0,90824	0,90988	0,91149	0,91309	0,91466	0,91621	0,91774
1,4	0,91924	0,92073	0,92220	0,92364	0,92507	0,92647	0,92785	0,92922	0,93056	0,93189
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	0,99897	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

Filière : Sciences économiques et gestion
 Matière : Echantillonnage et estimation
 Semestre : 3
 Sections : A et B
 Responsable de la matière : Adil EL MARHOUM

Traiter les quatre exercices suivants : (documents non autorisés, calculatrice autorisée)

Exercice 1

Lors d'une étude sur les prix d'un produit, on a enregistré les prix pratiqués dans un échantillon de 200 magasins :

Prix unitaire en DH	120 - 125	125 - 130	130 - 135	135 - 140	140 - 145
Nombre de magasins	20	40	76	50	14

- 1) Calculer la moyenne et l'écart type de cet échantillon.
- 2) Calculer la probabilité d'avoir la moyenne d'un tel échantillon comprise entre 122 et 140.
- 3) Donner un intervalle de confiance au seuil de 5% de la moyenne de la population.
- 4) Quelle taille d'échantillon aléatoire non exhaustif faut-il prélever pour que le prix moyen du produit ne s'écarte pas de la vraie moyenne de la population de plus de 2 DH avec une probabilité de 0,95 ?

Exercice 2

Déterminer l'estimateur du maximum de vraisemblance de λ étant donné un échantillon de taille n d'une population de fonction de densité :

$$f(x) = \frac{\lambda X}{X^{\lambda+1}} \quad \text{avec } X > 0$$

Exercice 3

Soit deux échantillons d'étudiants ayant reçu chacun une technique d'apprentissage de l'anglais. Les résultats des scores réalisés dans le test d'anglais sont les suivants :

Technique	Taille échantillon	Moyenne observée	Ecart type estimé
Technique 1	10	82	4,7
Technique 2	8	78	5,2

Au risque de 5%, les scores moyens réalisés varient-ils selon la technique d'apprentissage ?

Exercice 4

Sur un échantillon de 82 salariés du secteur public, 30 déclarent être satisfaits de leurs conditions de travail. Parallèlement on a observé que, sur les 118 salariés de l'échantillon du secteur privé, 50 sont satisfaits de leurs conditions de travail.

Au risque de 5%, la proportion des salariés satisfaits peut-elle être considérée comme identique dans les deux secteurs ?

TABLE DE LA FONCTION DE REPARTITION DE LA LOI NORMALE REDUITE

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	0,7703	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	0,90147
1,3	0,90320	0,90490	0,90658	0,90824	0,90988	0,91149	0,91309	0,91466	0,91621	0,91774
1,4	0,91924	0,92073	0,92220	0,92364	0,92507	0,92647	0,92785	0,92922	0,93056	0,93189
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

EXTRAIT DE LA TABLE DE LA LOI T DE STUDENT

k / p	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	0,975	0,99	0,995	0,999	0,9995
10	0,260	0,542	0,879	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,144	4,587
11	0,260	0,540	0,876	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,025	4,437
12	0,259	0,539	0,873	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	3,930	4,318
13	0,259	0,538	0,870	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	3,852	4,221
14	0,258	0,537	0,868	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	3,787	4,140
15	0,258	0,536	0,866	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	3,733	4,073
16	0,258	0,535	0,865	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	3,686	4,015
17	0,257	0,534	0,863	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,646	3,965
18	0,257	0,534	0,862	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,611	3,922
19	0,257	0,533	0,861	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,579	3,883
20	0,257	0,533	0,860	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,552	3,850

EXTRAIT DE LA TABLE DE LA LOI F DE FISHER (p = 0,975)

K1 k2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	30	50	100	200	500	∞
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	4,88	4,86	4,85
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	4,18	4,16	4,14
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	3,70	3,68	3,67
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	3,37	3,35	3,33
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	3,12	3,09	3,08

Filière : Sciences économiques et gestion
Matière : Echantillonnage et estimation
Semestre : 3
Sections : A et B
Responsable de la matière : Adil EL MARHOUM

Traiter les trois exercices suivants : (documents non autorisés, calculatrice autorisée)

Exercice 1

Une clinique a proposé une nouvelle opération chirurgicale, et a connu 40 échecs, sur 200 tentatives. On note p le pourcentage de réussite de cette nouvelle opération.

1. Donner une estimation ponctuelle de p ?
2. Donner un intervalle de confiance pour p de niveau de confiance 0,95.
3. Combien d'opérations la clinique devrait-elle réaliser pour connaître le pourcentage de réussite avec une précision de plus ou moins 1%, au niveau de confiance 0,95 ?

Exercice 2

La durée de fonctionnement d'une photocopieuse entre deux pannes successives est une variable aléatoire qui a pour fonction de densité :

$$f(x) = \frac{x}{\lambda^2} e^{-\frac{x}{\lambda}} \quad \text{Avec } x > 0$$

Avec λ un paramètre inconnu et à estimer.

On donne : $E(X) = 2\lambda$ et $V(X) = 2\lambda^2$

- b) Estimer λ par la méthode du maximum de vraisemblance.
- c) L'estimateur obtenu est-il efficace ?
- d) L'estimateur obtenu est-il consistant ?

Exercice 3

Chez un groupe de 10 élèves, on expérimente les effets d'une nouvelle méthode d'apprentissage sur les résultats scolaires. On a observé les résultats suivants :

Elève	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nouvelle méthode	15	18	17	20	18	18	17	15	19	16	14	13
Ancienne méthode	12	16	17	18	17	15	18	14	16	18	12	12

Tester, au seuil de 5 %, s'il y a un effet significatif de la nouvelle méthode d'apprentissage.

TABLE DE LA FONCTION DE REPARTITION DE LA LOI NORMALE REDUITE

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	0,7703	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	0,90147
1,3	0,90320	0,90490	0,90658	0,90824	0,90988	0,91149	0,91309	0,91466	0,91621	0,91774
1,4	0,91924	0,92073	0,92220	0,92364	0,92507	0,92647	0,92785	0,92922	0,93056	0,93189
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

EXTRAIT DE LA TABLE DE LA LOI T DE STUDENT

k / p	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	0,975	0,99	0,995	0,999	0,9995
10	0,260	0,542	0,879	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,144	4,587
11	0,260	0,540	0,876	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,025	4,437
12	0,259	0,539	0,873	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	3,930	4,318
13	0,259	0,538	0,870	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	3,852	4,221
14	0,258	0,537	0,868	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	3,787	4,140
15	0,258	0,536	0,866	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	3,733	4,073
16	0,258	0,535	0,865	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	3,686	4,015
17	0,257	0,534	0,863	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,646	3,965
18	0,257	0,534	0,862	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,611	3,922
19	0,257	0,533	0,861	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,579	3,883
20	0,257	0,533	0,860	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,552	3,850