REMPLACEMENT 2026
Métropole - Réunion - Mayotte

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR AGRICOLE
TRAITEMENT DE DONNÉES

Toutes options

Durée : 180 minutes

Matériel autorisé : **Calculatrice**

Le sujet comporte 8 pages.

Les tables du Khi2, de la loi normale et de la loi de Student sont fournies en fin de sujet.

SUJET

Dans tout le sujet, les échantillons considérés sont assimilés à des échantillons aléatoires simples avec remise.

Au cours des dernières décennies, la prise en compte du bien-être animal est devenue une attente sociétale forte. En cuniculture (élevage de lapins), les conditions d'élevage, et notamment le logement, font l'objet d'une attention particulière.
Des expérimentations ont été réalisées pour comparer les performances de croissance et de viabilité des lapins. Ce sujet s'intéresse à l'engraissement de deux types de population : des lapins logés en cage et d'autres élevés en parc avec jardin.
Le programme d'alimentation est le même pour les deux populations.

EXERCICE 1 (4 points)

Les résultats seront arrondis, si nécessaire, à 10^{-4} près.

Une première expérimentation, d'une durée de 81 jours, concerne 12 lots de lapins répartis dans les 2 types de logements : en cage et en parc. Dans le tableau ci-dessous, sont présentés les effectifs de lapins vivants relevés au début et à la fin de l'expérimentation :

		Nombre de lapins vivants au début de l'expérimentation	Nombre de lapins vivants à la fin de l'expérimentation
Élevage en cage	Lot 1	2296	2220
	Lot 2	2876	2750
	Lot 3	2996	2866
	Lot 4	3036	2966
	Lot 5	2911	2827
	Lot 6	2816	2740
Élevage en parc	Lot 1	1000	977
	Lot 2	1000	977
	Lot 3	1000	979
	Lot 4	1000	970
	Lot 5	1000	977
	Lot 6	1000	967

On souhaite estimer le taux de mortalité dans chaque type de logement.

1. Montrer que le taux de mortalité des lapins élevés en parc lors de cette expérimentation est égal à $0{,}0255$.
2. En déduire une estimation du taux de mortalité des lapins élevés en parc par intervalle de confiance au niveau de confiance $0{,}95$.
3. L'intervalle $[\,0{,}0304\ ;\ 0{,}0359\,]$ est une estimation par intervalle de confiance, au niveau de confiance $0{,}95$, du taux de mortalité des lapins élevés en cage.
   Au vu des résultats obtenus, peut-on affirmer que le taux de mortalité pour l'élevage en cage est plus élevé que celui de l'élevage en parc ?

EXERCICE 2 (5 points)

Les résultats seront arrondis, si nécessaire, à 10^{-2} près.

L'élevage en parc permet aux lapins d'avoir un accès extérieur aux bâtiments.
Les lapins sont donc confrontés à des variations de température en fonction de la saison de leur engraissement.
Le tableau ci-dessous présente la répartition de la survie des lapins élevés en parc :

Survie des lapins / Période d'élevage	Nombre de lapins vivants	Nombre de lapins morts	Total
Printemps *(lots 1 et 2)*	1954	46	2000
Eté *(lots 3 et 4)*	1949	51	2000
Automne *(lots 5 et 6)*	1944	56	2000

À l'aide d'un test statistique, déterminer, au seuil de risque $0{,}05$, si la période d'élevage a une influence sur la survie des lapins logés en parc.

EXERCICE 3 (6 points)

Les résultats seront arrondis, si nécessaire, à 10^{-2} près.

Afin d'évaluer les performances zootechniques des lapins à 81 jours, le tableau ci-dessous résume les poids moyens par lot, exprimés en kilogrammes :

Lot	1	2	3	4	5	6
Poids moyen (en kg)	2,88	2,85	2,79	2,98	3,08	3,27
Effectifs	977	977	979	970	977	967

On admet que le poids, exprimé en kilogrammes, d'un lapin de 81 jours est une variable aléatoire X distribuée selon une loi normale d'espérance μ et d'écart type σ.

Partie A

1. Déterminer une estimation ponctuelle de μ.
2. Déterminer une estimation ponctuelle de la variance σ^2.

On admet, dans la suite de l'exercice, que la loi de probabilité de la variable aléatoire X est la loi normale de paramètres $\mu = 2{,}97$ et $\sigma = 0{,}16$.

Partie B

1. Au bout de 81 jours, un lapin doit avoir un poids supérieur à un seuil p_0 pour être de premier choix. Déterminer une valeur possible de ce seuil sachant que $80\ \%$ des lapins de 81 jours sont de premier choix.
2. Calculer $P(X < 2{,}8)$. Interpréter le résultat dans le contexte de l'exercice.
3. L'écart type σ étant inchangé, quelle devrait être la valeur de μ, si on souhaite qu'au plus $5\ \%$ des lapins de 81 jours aient un poids inférieur à $2{,}8$ kg ?

EXERCICE 4 (5 points)

Les résultats seront arrondis, si nécessaire, à 10^{-3} près.

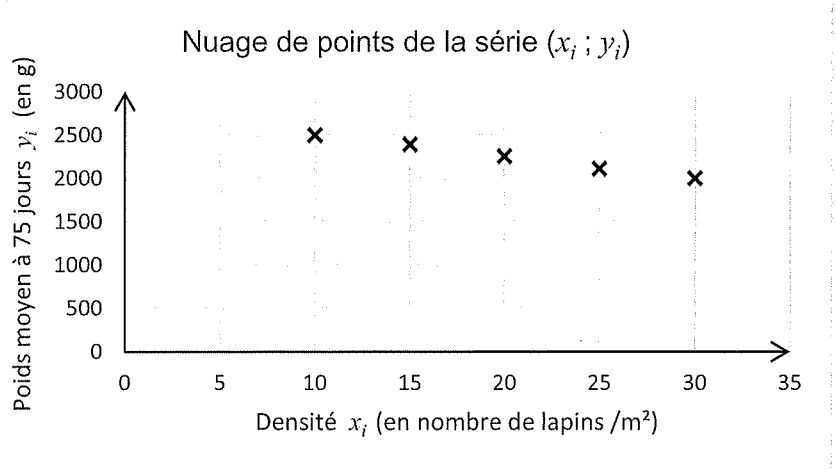
Une expérimentation sur des lapins élevés en cage a été réalisée afin de déterminer la densité de lapins par mètre carré qui permet de maintenir un bon compromis entre bien-être animal et performance économique.
Les lapins élevés en cage sont vendus généralement à 75 jours.

On désigne par X la variable statistique prenant pour valeur la densité de lapins par cage (exprimée en nombre de lapins par mètre carré) et Y la variable statistique prenant pour valeur le poids moyen des lapins à 75 jours (exprimé en grammes).

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant :

Densité x_i (en nombre de lapins / m²)	10	15	20	25	30
Poids moyen à 75 jours y_i (en g)	2503	2395	2258	2115	2004

Le nuage de points de la série $(x_i; y_i)$ est présenté ci-dessous :



On souhaite modéliser l'évolution du poids moyen des lapins élevés en cage en fonction de la densité de lapins par mètre carré.

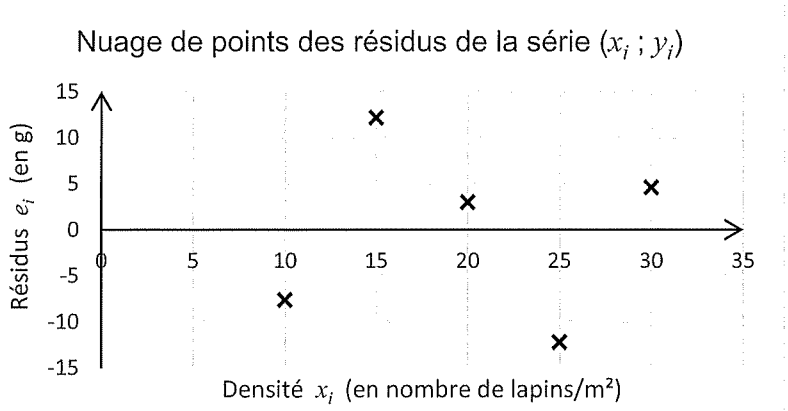
1.

a. Déterminer le coefficient de détermination de la série $(x_i; y_i)$.

b. Interpréter le résultat.

2. Déterminer une équation de la droite de régression de Y en X par la méthode des moindres carrés.

3. Le nuage de points des résidus de la série $(x_i; y_i)$ est représenté dans le repère ci-dessous :



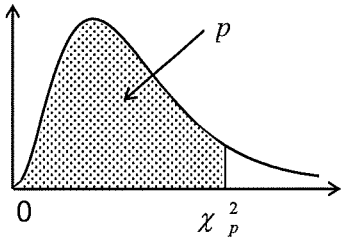
Retrouver, par le calcul, la valeur du premier résidu correspondant à $x_1 = 10$.

4. En utilisant les résultats obtenus aux questions précédentes, discuter la validité de l'ajustement affine.

5. Le poids moyen d'un lapin élevé en cage à 75 jours doit être d'au moins $2{,}4$ kg pour être vendu. Estimer, à l'aide du modèle proposé, la densité maximale de lapins permettant d'atteindre cet objectif.

Fonction de répartition d'une variable du Khi2 à k degrés de liberté

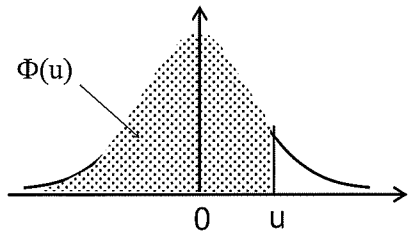
Valeurs χ^2_p telles que Prob $(\chi^2 \leq \chi^2_p) = p$



k \ p	0,005	0,010	0,025	0,050	0,100	0,900	0,950	0,975	0,990	0,995
1	0,000	0,000	0,001	0,004	0,02	2,71	3,84	5,02	6,63	7,88
2	0,01	0,02	0,05	0,10	0,21	4,61	5,99	7,38	9,21	10,60
3	0,07	0,11	0,22	0,35	0,58	6,25	7,81	9,35	11,34	12,84
4	0,21	0,30	0,48	0,71	1,06	7,78	9,49	11,14	13,28	14,86
5	0,41	0,55	0,83	1,15	1,61	9,24	11,07	12,83	15,09	16,75
6	0,68	0,87	1,24	1,64	2,20	10,64	12,59	14,45	16,81	18,55
7	0,99	1,24	1,69	2,17	2,83	12,02	14,07	16,01	18,48	20,28
8	1,34	1,65	2,18	2,73	3,49	13,36	15,51	17,53	20,09	21,95
9	1,73	2,09	2,70	3,33	4,17	14,68	16,92	19,02	21,67	23,59
10	2,16	2,56	3,25	3,94	4,87	15,99	18,31	20,48	23,21	25,19
11	2,60	3,05	3,82	4,57	5,58	17,28	19,68	21,92	24,73	26,76
12	3,07	3,57	4,40	5,23	6,30	18,55	21,03	23,34	26,22	28,30
13	3,57	4,11	5,01	5,89	7,04	19,81	22,36	24,74	27,69	29,82
14	4,07	4,66	5,63	6,57	7,79	21,06	23,68	26,12	29,14	31,32
15	4,60	5,23	6,26	7,26	8,55	22,31	25,00	27,49	30,58	32,80
16	5,14	5,81	6,91	7,96	9,31	23,54	26,30	28,85	32,00	34,27
17	5,70	6,41	7,56	8,67	10,09	24,77	27,59	30,19	33,41	35,72
18	6,26	7,01	8,23	9,39	10,86	25,99	28,87	31,53	34,81	37,16
19	6,84	7,63	8,91	10,12	11,65	27,20	30,14	32,85	36,19	38,58
20	7,43	8,26	9,59	10,85	12,44	28,41	31,41	34,17	37,57	40,00
21	8,03	8,90	10,28	11,59	13,24	29,62	32,67	35,48	38,93	41,40
22	8,64	9,54	10,98	12,34	14,04	30,81	33,92	36,78	40,29	42,80
23	9,26	10,20	11,69	13,09	14,85	32,01	35,17	38,08	41,64	44,18
24	9,89	10,86	12,40	13,85	15,66	33,20	36,42	39,36	42,98	45,56
25	10,52	11,52	13,12	14,61	16,47	34,38	37,65	40,65	44,31	46,93
26	11,16	12,20	13,84	15,38	17,29	35,56	38,89	41,92	45,64	48,29
27	11,81	12,88	14,57	16,15	18,11	36,74	40,11	43,19	46,96	49,65
28	12,46	13,56	15,31	16,93	18,94	37,92	41,34	44,46	48,28	50,99
29	13,12	14,26	16,05	17,71	19,77	39,09	42,56	45,72	49,59	52,34
30	13,79	14,95	16,79	18,49	20,60	40,26	43,77	46,98	50,89	53,67
35	17,19	18,51	20,57	22,47	24,80	46,06	49,80	53,20	57,34	60,27
40	20,71	22,16	24,43	26,51	29,05	51,81	55,76	59,34	63,69	66,77
45	24,31	25,90	28,37	30,61	33,35	57,51	61,66	65,41	69,96	73,17
50	27,99	29,71	32,36	34,76	37,69	63,17	67,50	71,42	76,15	79,49
60	35,53	37,48	40,48	43,19	46,46	74,40	79,08	83,30	88,38	91,95
70	43,28	45,44	48,76	51,74	55,33	85,53	90,53	95,02	100,43	104,21
80	51,17	53,54	57,15	60,39	64,28	96,58	101,88	106,63	112,33	116,32
90	59,20	61,75	65,65	69,13	73,29	107,57	113,15	118,14	124,12	128,30
100	67,33	70,06	74,22	77,93	82,36	118,50	124,34	129,56	135,81	140,17

Fonction de répartition de la variable normale centrée réduite

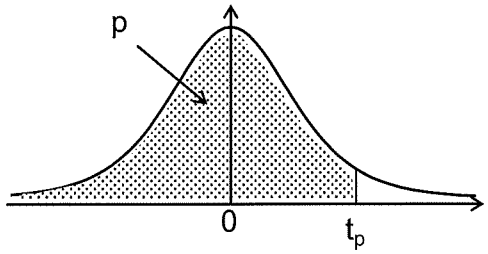
$\Phi(u) = Prob(U \leq u)$



u	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,6	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389
1,0	0,8413	0,8438	0,8461	0,8485	0,8508	0,8531	0,8554	0,8577	0,8599	0,8621
1,1	0,8643	0,8665	0,8686	0,8708	0,8729	0,8749	0,8770	0,8790	0,8810	0,8830
1,2	0,8849	0,8869	0,8888	0,8907	0,8925	0,8944	0,8962	0,8980	0,8997	0,9015
1,3	0,9032	0,9049	0,9066	0,9082	0,9099	0,9115	0,9131	0,9147	0,9162	0,9177
1,4	0,9192	0,9207	0,9222	0,9236	0,9251	0,9265	0,9279	0,9292	0,9306	0,9319
1,5	0,9332	0,9345	0,9357	0,9370	0,9382	0,9394	0,9406	0,9418	0,9429	0,9441
1,6	0,9452	0,9463	0,9474	0,9484	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9545
1,7	0,9554	0,9564	0,9573	0,9582	0,9591	0,9599	0,9608	0,9616	0,9625	0,9633
1,8	0,9641	0,9649	0,9656	0,9664	0,9671	0,9678	0,9686	0,9693	0,9699	0,9706
1,9	0,9713	0,9719	0,9726	0,9732	0,9738	0,9744	0,9750	0,9756	0,9761	0,9767
2,0	0,9772	0,9778	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9808	0,9812	0,9817
2,1	0,9821	0,9826	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9854	0,9857
2,2	0,9861	0,9864	0,9868	0,9871	0,9875	0,9878	0,9881	0,9884	0,9887	0,9890
2,3	0,9893	0,9896	0,9898	0,9901	0,9904	0,9906	0,9909	0,9911	0,9913	0,9916
2,4	0,9918	0,9920	0,9922	0,9925	0,9927	0,9929	0,9931	0,9932	0,9934	0,9936
2,5	0,9938	0,9940	0,9941	0,9943	0,9945	0,9946	0,9948	0,9949	0,9951	0,9952
2,6	0,9953	0,9955	0,9956	0,9957	0,9959	0,9960	0,9961	0,9962	0,9963	0,9964
2,7	0,9965	0,9966	0,9967	0,9968	0,9969	0,9970	0,9971	0,9972	0,9973	0,9974
2,8	0,9974	0,9975	0,9976	0,9977	0,9977	0,9978	0,9979	0,9979	0,9980	0,9981
2,9	0,9981	0,9982	0,9982	0,9983	0,9984	0,9984	0,9985	0,9985	0,9986	0,9986
3,0	0,9987	0,9987	0,9987	0,9988	0,9988	0,9989	0,9989	0,9989	0,9990	0,9990

Fonction de répartition d'une variable de Student à k degrés de liberté.

Valeurs t_p telles que Prob($T \leq t_p$) = p



k \ p	0,90	0,95	0,975	0,99	0,995	0,999	0,9995
1	3,08	6,31	12,71	31,82	63,66	318,29	636,58
2	1,89	2,92	4,30	6,96	9,92	22,33	31,60
3	1,64	2,35	3,18	4,54	5,84	10,21	12,92
4	1,53	2,13	2,78	3,75	4,60	7,17	8,61
5	1,48	2,02	2,57	3,36	4,03	5,89	6,87
6	1,44	1,94	2,45	3,14	3,71	5,21	5,96
7	1,41	1,89	2,36	3,00	3,50	4,79	5,41
8	1,40	1,86	2,31	2,90	3,36	4,50	5,04
9	1,38	1,83	2,26	2,82	3,25	4,30	4,78
10	1,37	1,81	2,23	2,76	3,17	4,14	4,59
11	1,36	1,80	2,20	2,72	3,11	4,02	4,44
12	1,36	1,78	2,18	2,68	3,05	3,93	4,32
13	1,35	1,77	2,16	2,65	3,01	3,85	4,22
14	1,35	1,76	2,14	2,62	2,98	3,79	4,14
15	1,34	1,75	2,13	2,60	2,95	3,73	4,07
16	1,34	1,75	2,12	2,58	2,92	3,69	4,01
17	1,33	1,74	2,11	2,57	2,90	3,65	3,97
18	1,33	1,73	2,10	2,55	2,88	3,61	3,92
19	1,33	1,73	2,09	2,54	2,86	3,58	3,88
20	1,33	1,72	2,09	2,53	2,85	3,55	3,85
21	1,32	1,72	2,08	2,52	2,83	3,53	3,82
22	1,32	1,72	2,07	2,51	2,82	3,50	3,79
23	1,32	1,71	2,07	2,50	2,81	3,48	3,77
24	1,32	1,71	2,06	2,49	2,80	3,47	3,75
25	1,32	1,71	2,06	2,49	2,79	3,45	3,73
26	1,31	1,71	2,06	2,48	2,78	3,43	3,71
27	1,31	1,70	2,05	2,47	2,77	3,42	3,69
28	1,31	1,70	2,05	2,47	2,76	3,41	3,67
29	1,31	1,70	2,05	2,46	2,76	3,40	3,66
30	1,31	1,70	2,04	2,46	2,75	3,39	3,65
35	1,31	1,69	2,03	2,44	2,72	3,34	3,59
40	1,30	1,68	2,02	2,42	2,70	3,31	3,55
45	1,30	1,68	2,01	2,41	2,69	3,28	3,52
50	1,30	1,68	2,01	2,40	2,68	3,26	3,50
60	1,30	1,67	2,00	2,39	2,66	3,23	3,46
80	1,29	1,66	1,99	2,37	2,64	3,20	3,42
100	1,29	1,66	1,98	2,36	2,63	3,17	3,39
200	1,29	1,65	1,97	2,35	2,60	3,13	3,34
500	1,28	1,65	1,96	2,33	2,59	3,11	3,31
1000	1,28	1,65	1,96	2,33	2,58	3,10	3,30
10000	1,28	1,64	1,96	2,33	2,58	3,09	3,29