

# TD Stats 1

## Exercice 1 : test fondamental

Une théorie Mendélienne prédit pour certains croisements l'apparition d'un certain caractère dans un quart de la population. Or on observe 24 cas comportant ce caractère pour un population de 144 individus. Avec un risque de 5%, la théorie est-elle invalidée ?

## Exercice 2 : test fondamental

Des études antérieures laissent supposer que la proportion de fumeur est de 40% dans une population déterminée. On se propose de s'en assurer par un sondage portant sur un échantillon de 600 personnes.

1. Quelle sera la loi du nombre de fumeurs dans cet échantillon ? Quelle approximation est pertinente ?
2. Avec un risque de 5%, combien de fumeurs doit-on s'attendre à trouver dans cet échantillon ?
3. En réalité 276 personnes se réclament fumeurs occasionnels. En supposant que l'échantillon est représentatif, quelle nouvelle fourchette peut-on donner à la proportion de fumeurs, au risque de 5% ?
4. Combien aurait-il fallu de sujets pour déterminer, au risque de 5%, ce pourcentage avec une précision de 2% ?

## Exercice 3 : Loi normale et TCL

Dans une population, un certain taux d'une substance suit une loi normale ayant pour moyenne 11 et pour variance  $\sigma^2 = 26.8$ .

*Remarque* : on pourra s'aider de la table en fin de TD.

1. Quelle est la probabilité qu'un sujet pris au hasard dans cette population ait un taux supérieur à 20 ?
2. On tire au sort un échantillon de 500 sujets. Quelle est la probabilité que la moyenne de cet échantillon soit comprise entre 11 et 11.25 ?
3. Cette population comprend en réalité des sujets normaux et des sujets malades, et l'échantillon est constitué de 400 sujets normaux et 100 malades. Chez les sujets normaux, le taux suit une loi normale de moyenne 10 et de variance 16. Chez les malades, la moyenne vaut 15 et la variance 50. Sur un tel échantillon de 500 sujets ainsi répartis, combien aura-t-on, en moyenne, de sujets normaux ayant un taux supérieur à 13 ? et de sujets malades ?

## Exercice 4 : estimateur

Une variable aléatoire  $X$  peut prendre les valeurs 1, 2 ou 3 avec les probabilités suivantes :

val	1	2	3
$\mathbb{P}(X = \text{val})$	$\frac{5-2\theta}{3}$	$\frac{\theta-1}{3}$	$\frac{\theta-1}{3}$

1. Quelles conditions doit vérifier  $\theta$  ?

2. Calculer  $\mathbb{E}(X)$  et  $\text{Var}(X)$ .
3. Sur un échantillon de taille  $n$ , on a observé  $n_1$  fois la valeur 1,  $n_2$  fois la valeur 2 et  $n_3$  fois la valeur 3 (avec  $n = n_1 + n_2 + n_3$ ). En utilisant l'expression de  $\mathbb{E}(X)$ , estimer le paramètre  $\theta$  en fonction de  $n_1$ ,  $n_2$  et  $n_3$ . On notera  $\hat{\theta}$  cet estimateur.
4. Calculer l'espérance et la variance de  $\hat{\theta}$ .

## Exercice 5 : hypothèses

On cherche à savoir si un nouveau produit cicatrisant B est plus efficace ou de même efficacité qu'un produit classique A.

Les deux produits sont respectivement donnés à deux groupes de  $n$  lapins répartis aléatoirement et on observe le temps T de cicatrisation. Dans les deux groupes, on supposera que T est distribué selon une loi normale et d'écart-type fixe connu  $\sigma = 5$  jours.

On appellera  $\Delta$  la différence entre les deux moyennes théoriques B et A du temps de cicatrisation et  $\delta$  la différence entre les deux moyennes observées dans les deux groupes.

1. Ecrire les hypothèses  $H_0$  et  $H_1$  du test statistique ?
2. Quel est l'intervalle de rejet de  $H_0$  au risque de 5% en fonction de  $n$  ?
3. Quelle est, en fonction de  $n$  et de la fonction qui à  $\alpha$  associe  $\epsilon_\alpha$  tel que  $\mathbb{P}(|X| > \epsilon_\alpha) = \alpha$ , le risque  $\beta$  de seconde espèce de ce test lorsque  $\Delta = -2$  jours ?

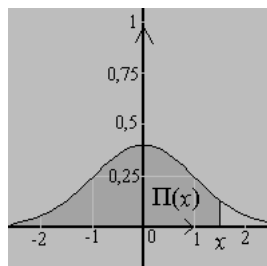
## Exercice 6 : sondage indiscret

Dans certaines enquêtes, on est amené à poser des questions indiscrettes pour lesquelles on peut craindre que les sujets interrogés ne veuillent pas répondre ou bien répondent de manière inexacte. Il existe une procédure simple qui permet d'estimer correctement les pourcentages des différentes réponses possibles à une question indiscrette *sans savoir la réponse individuelle des personnes interrogées*.

Prenons l'exemple d'une enquête auprès d'étudiants sur leur consommation de drogue : "avez-vous déjà consommé de la drogue ?". On demande à l'étudiant de penser à quelqu'un dont il connaît le mois de naissance. Si ce mois est janvier ou février, il répondra automatiquement "**non**" à la question. Si ce mois est juin, juillet, août ou septembre, il répondra automatiquement "**oui**" et s'il s'agit d'un autre mois de l'année, il répondra honnêtement (oui ou non) à la question indiscrette.

En supposant que les mois de naissance sont uniformément répartis dans la population et que les étudiants respectent le protocole, cette procédure permet d'estimer correctement le pourcentage réel d'étudiants ayant consommé de la drogue sur l'échantillon interrogé. Posons  $N$  le nombre d'étudiants interrogés,  $P$  le pourcentage d'étudiants ayant consommé de la drogue et  $Y$  le pourcentage d'étudiants qui ont répondu "oui" à l'enquête.

1. Trouver une relation entre  $P$  et  $Y$ .
2. Sur 600 étudiants interrogés, 260 ont répondu "oui". Quelle est l'estimation du pourcentage  $P$  ?
3. Donner l'intervalle de confiance de  $P$  au risque 5 %.



t	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	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389
1,0	0,8413	0,8438	0,8461	0,8485	0,8508	0,8531	0,8554	0,8577	0,8599	0,8621
1,1	0,8643	0,8665	0,8686	0,8708	0,8729	0,8749	0,8770	0,8790	0,8810	0,8830
1,2	0,8849	0,8869	0,8888	0,8907	0,8925	0,8944	0,8962	0,8980	0,8997	0,9015
1,3	0,9032	0,9049	0,9066	0,9082	0,9099	0,9115	0,9131	0,9147	0,9162	0,9177
1,4	0,9192	0,9207	0,9222	0,9236	0,9251	0,9265	0,9279	0,9292	0,9306	0,9319
1,5	0,9332	0,9345	0,9357	0,9370	0,9382	0,9394	0,9406	0,9418	0,9429	0,9441
1,6	0,9452	0,9463	0,9474	0,9484	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9545
1,7	0,9554	0,9564	0,9573	0,9582	0,9591	0,9599	0,9608	0,9616	0,9625	0,9633
1,8	0,9641	0,9649	0,9656	0,9664	0,9671	0,9678	0,9686	0,9693	0,9699	0,9706
1,9	0,9713	0,9719	0,9726	0,9732	0,9738	0,9744	0,9750	0,9756	0,9761	0,9767
2,0	0,9772	0,9778	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9808	0,9812	0,9817
2,1	0,9821	0,9826	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9854	0,9857
2,2	0,9861	0,9864	0,9868	0,9871	0,9875	0,9878	0,9881	0,9884	0,9887	0,9890
2,3	0,9893	0,9896	0,9898	0,9901	0,9904	0,9906	0,9909	0,9911	0,9913	0,9916
2,4	0,9918	0,9920	0,9922	0,9925	0,9927	0,9929	0,9931	0,9932	0,9934	0,9936
2,5	0,9938	0,9940	0,9941	0,9943	0,9945	0,9946	0,9948	0,9949	0,9951	0,9952
2,6	0,9953	0,9955	0,9956	0,9957	0,9959	0,9960	0,9961	0,9962	0,9963	0,9964
2,7	0,9965	0,9966	0,9967	0,9968	0,9969	0,9970	0,9971	0,9972	0,9973	0,9974
2,8	0,9974	0,9975	0,9976	0,9977	0,9977	0,9978	0,9979	0,9979	0,9980	0,9981
2,9	0,9981	0,9982	0,9982	0,9983	0,9984	0,9984	0,9985	0,9985	0,9986	0,9986
3,0	0,9987	0,9987	0,9987	0,9988	0,9988	0,9989	0,9989	0,9989	0,9990	0,9990
3,1	0,9990	0,9991	0,9991	0,9991	0,9992	0,9992	0,9992	0,9992	0,9993	0,9993
3,2	0,9993	0,9993	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9995	0,9995	0,9995
3,3	0,9995	0,9995	0,9995	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9997
3,4	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9998
3,5	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998
3,6	0,9998	0,9998	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999
3,7	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999
3,8	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999
3,9	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000