

EZfix

Exercice - Lois pour les statistiques

La bestiole est un animal dont le poids est distribué selon une loi normale de moyenne 100 g et d'écart-type 5 g.

On prélève un échantillon aléatoire de 16 bestioles. On note X_i le poids de la bestiole numéro i ($1 \leq i \leq 16$).

- Déterminer la loi suivie par

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{16} X_i}{16}$$

Par propriétés de somme de lois normales, on obtient que \bar{X} suit une loi normale. Il reste à calculer $\mathbb{E}(\bar{X}) = \frac{1}{16} \times 16 \times 100 = 100$ et $V(\bar{X}) = \frac{1}{16^2} \times 16 \times 5^2 = \frac{5^2}{16}$. On en déduit que \bar{X} suit une loi normale $\mathcal{N}(100, \sigma = \frac{5}{4})$.

- Déterminer la loi suivie par

$$Q = \frac{\sum_{i=1}^{16} (X_i - 100)^2}{25}$$

Déterminer le réel q tel que $P(Q > q) = 0.05$.

On réécrit $Q = \sum_{i=1}^{16} \left(\frac{X_i - 100}{5} \right)^2$ or $\frac{X_i - 100}{5}$ suit une loi $\mathcal{N}(0, 1)$ et les variables X_i sont indépendantes donc par définition, Q suit une loi $\chi^2(16)$. On cherche maintenant q tel que $P(Q \leq q) = 0.95$ dans la table de valeurs soit $q = 26.296$.

- Déterminer la loi suivie par

$$V = \frac{\sum_{i=1}^{16} (X_i - \bar{X})^2}{25}$$

puis déterminer le réel v tel que $P(V > v) = 0.05$.

D'après le théorème de Fisher, V suit une loi $\chi^2(15)$. Par lecture de table, on trouve $P(V \leq v) = 0.95$ pour $v = 24.996$.

- Déterminer la loi suivie par

$$W = \frac{(\bar{X} - 100)4\sqrt{15}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{16} (X_i - \bar{X})^2}}$$

Déterminer le réel w tel que $P(W > w) = 0.05$.

D'après la question 1, la variable $\frac{\bar{X} - 100}{\frac{5}{4}}$ suit une loi $\mathcal{N}(0, 1)$. On réécrit maintenant :

$$W = \frac{\frac{\bar{X} - 100}{\frac{5}{4}} \times \frac{5}{4} \times 4\sqrt{15}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{16} (X_i - \bar{X})^2}} = \frac{\frac{\bar{X} - 100}{\frac{5}{4}}}{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{16} (X_i - \bar{X})^2}{5\sqrt{15}}}} = \frac{\frac{\bar{X} - 100}{\frac{5}{4}}}{\frac{\sqrt{V}}{\sqrt{15}}}$$

Or V suit une $\chi^2(15)$ d'après la question précédente. Donc par définition, W suit une loi de Student $St(15)$.