

Correction Feuille 3

Exercice 1. On dispose des poids nets en sucre (en kilogrammes) de 200 boîtes de sucre d'une même marque prélevées au hasard : $x_1, \dots, x_{200}$. On a ainsi obtenu :

$$x_1 + \dots + x_{200} = 198 \quad \text{et} \quad x_1^2 + \dots + x_{200}^2 = 220.$$

- (1) Donner un intervalle de confiance de probabilité de confiance $\beta = 0,99$ pour le poids net moyen en sucre des boîtes de cette marque.
- (2) Que représente la probabilité de confiance $\beta = 0,99$ de cet intervalle de confiance.

2)

6.3. Le théorème central limite.

Théorème 6.4. Soient n v.a. $X_1, \dots, X_n$ indépendantes et de même loi d'espérance $m = \mathbb{E}[X_1]$ et admettant une variance $\text{Var}(X_1)$.

Si n est assez grand, alors, la variable Y donnée par :

$$Y := \frac{\sqrt{n}}{\sqrt{\text{Var}(X_1)}} \left(\frac{X_1 + \dots + X_n}{n} - \mathbb{E}[X_1] \right) = \frac{X_1 + \dots + X_n - n\mathbb{E}[X_1]}{\sqrt{n\text{Var}(X_1)}}$$

suit approximativement une loi normale $\mathcal{N}(0,1)$,

$$\frac{X_1 + \dots + X_n}{n} \quad \text{estimé par} \quad \frac{\sum x_i}{200} = \frac{198}{200} = 0,99$$

$$\text{Var}(X_1) \quad \text{estimé par} \quad \frac{\sum x_i^2}{200} - \left(\frac{\sum x_i}{200} \right)^2 = (0,35)^2$$

$$\mathbb{P} \left(-\delta < \sqrt{\frac{200}{0,35^2}} \left(0,99 - \mathbb{E}(X_1) \right) < \delta \right) = \beta = 0,99$$

$$\hookrightarrow \delta = 2,575$$

$$\mathbb{P} \left(-\delta < \sqrt{\frac{200}{0,35^2}} \left(\mathbb{E}(X_1) - 0,99 \right) < \delta \right) = \beta$$

$$\mathbb{P} \left(\underbrace{0,99 - \frac{0,35}{\sqrt{200}}}_{0,93} \leq \mathbb{E}(X_1) \leq \underbrace{0,99 + \frac{0,35}{\sqrt{200}}}_{1,05} \right) = \beta$$

$$I_{99} = [0,93; 1,05]$$

↪ 95% de chance que le poids moyen de H la prod soit dedans

Exercice 2 (Second tour). Sur 1600 personnes interrogées, 816 affirment qu'elles voteront pour le candidat A. Donner un intervalle de confiance pour la proportion de personnes votant pour le candidat A de probabilité de confiance 0,90. Idem pour la probabilité de confiance 0,99.

$$X_i = \begin{cases} 1 & (\text{candidat A}) \\ 0 & (\text{--- B}) \end{cases}$$

$$\frac{1}{1600} \sum (X_i) \text{ estimée par } \frac{816}{1600} = 0,51$$

$$\text{Var}(X_i) \text{ estimée par } \frac{816}{1600} \times \frac{784}{1600} = 0,25$$

$$\text{TCL : } P(-\delta < \sqrt{\frac{1600}{0,25}} [E(X_i) - 0,51] < \delta) = \beta = 0,90$$

$$\hookrightarrow \delta_{90} = 1,645$$

$$\hookrightarrow \delta_{99} = 2,575$$

$$P\left(\underbrace{0,51 - \sqrt{\frac{0,25}{1600}} \times \delta}_{\downarrow} \leq E(X_i) \leq \underbrace{0,51 + \sqrt{\frac{0,25}{1600}} \times \delta}_{\downarrow} \right) = \beta$$

$$I_{90} = \left(\begin{array}{c} 0,489 \end{array} ; \begin{array}{c} 0,531 \end{array} \right)$$

$$I_{99} = \left(\begin{array}{c} 0,478 \end{array} ; \begin{array}{c} 0,542 \end{array} \right)$$

Exercice 3. On réalise des mesures de hauteurs d'arbres dans une forêt sur un échantillon de 12 arbres. On suppose que ces hauteurs sont distribuées selon une loi normale de moyenne et de variance inconnues. Les résultats sont répertoriés dans le tableau suivant:

20.4	25.4	25.6	25.6	26.6	28.6
28.7	29	29.8	30.5	30.9	31.1

Donner un intervalle de confiance de probabilité de confiance 95% pour cette hauteur moyenne.

$$\begin{cases} \mu = \frac{1}{12} \sum x_i = 27,7 \\ \sigma^2 = \frac{1}{12} \sum (x_i)^2 - \mu^2 = 8,85 \end{cases}$$

↳ ⚠ Petit échantillon

6.5. Intervalles de confiance pour de petits échantillons.

Intervalle de confiance pour l'espérance inconnue d'une variable de loi normale

On utilise ici le fait que pour un échantillon $X_1, \dots, X_n$ de loi normale, $\frac{\bar{X} - \mathbb{E}[X_1]}{\sqrt{\widehat{\text{Var}}(X_1, \dots, X_n)/(n-1)}}$ (avec $\bar{X} = \frac{X_1 + \dots + X_n}{n}$) est de loi de Student-Fisher à $(n-1)$ degrés de liberté.

Si $X_1, \dots, X_n$ sont indépendante de même loi normale, alors l'intervalle de confiance (approché) pour $\mathbb{E}[X_1]$ de probabilité de confiance β est:

$$\left[\frac{X_1 + \dots + X_n}{n} - \frac{\sqrt{\widehat{\text{Var}}(X_1, \dots, X_n)}}{\sqrt{n-1}} t_{n-1}(1-\beta); \frac{X_1 + \dots + X_n}{n} + \frac{\sqrt{\widehat{\text{Var}}(X_1, \dots, X_n)}}{\sqrt{n-1}} t_{n-1}(1-\beta) \right], \quad (4)$$

avec $t_{n-1}(1-\beta)$ tel que $\mathbb{P}(|t| > t_{n-1}(1-\beta)) = 1-\beta$, où T est une variable aléatoire de Student-Fisher à $(n-1)$ degrés de liberté.

$$I_\beta = \left[27,7 \pm \sqrt{\frac{8,85}{12}} t_{11}(1-\beta) \right] \quad t_{11}(1-\beta) = 2,20 \quad \text{⚠ Bilinéar}$$

$$= [25,8; 29,6]$$

Table des quantiles de la v.a. de Student

Fournit les quantiles x_p tels que $P(X \leq x_p) = p$ pour $X \sim t_n$ $p = P(X \leq x_p)$



p	0.7000	0.8000	0.9000	0.9500	0.9750	0.9900	0.9950	0.9975	0.9990
1	1.0000	3.0780	6.3140	12.7060	31.8210	63.6570	127.3213	318.3088	
2	0.8160	1.8860	2.9200	4.3030	6.9640	9.9250	14.0891	22.3271	
3	0.7650	1.6380	2.3530	3.1820	4.5410	5.8410	7.4533	10.2145	
4	0.7410	1.5330	2.1320	2.7760	3.7470	4.6040	5.5976	7.1732	
5	0.7270	1.4760	2.0150	2.5710	3.4640	4.0320	4.7733	5.8934	
6	0.7180	1.4400	1.9430	2.4470	3.1430	3.7070	4.3168	5.2076	
7	0.7110	1.4150	1.8950	2.3650	2.9980	3.3550	3.9325	4.7853	
8	0.7060	1.3970	1.8600	2.3060	2.8960	3.2500	3.8325	4.5908	
9	0.7020	1.3830	1.8330	2.2620	2.8210	3.1820	3.7671	4.5008	
10	0.7000	1.3720	1.8120	2.2380	2.7940	3.1590	3.6997	4.4608	
11	0.6970	1.3630	1.7960	2.2180	2.7710	3.1400	3.6866	4.4347	
12	0.6950	1.3560	1.7820	2.1990	2.7500	3.1230	3.6759	4.4127	
13	0.6930	1.3500	1.7710	2.1820	2.7310	3.1080	3.6666	4.3936	
14	0.6910	1.3450	1.7610	2.1670	2.7140	3.0940	3.6584	4.3762	
15	0.6890	1.3410	1.7520	2.1530	2.6990	3.0810	3.6512	4.3604	
16	0.6880	1.3370	1.7440	2.1400	2.6850	3.0690	3.6448	4.3459	
17	0.6860	1.3330	1.7360	2.1280	2.6720	3.0580	3.6390	4.3324	
18	0.6850	1.3300	1.7300	2.1170	2.6600	3.0480	3.6338	4.3197	
19	0.6840	1.3280	1.7250	2.1070	2.6490	3.0390	3.6291	4.3076	
20	0.6830	1.3260	1.7210	2.0980	2.6390	3.0310	3.6248	4.2960	
21	0.6820	1.3250	1.7180	2.0900	2.6300	3.0240	3.6208	4.2850	
22	0.6810	1.3240	1.7160	2.0830	2.6220	3.0180	3.6170	4.2746	
23	0.6800	1.3230	1.7140	2.0760	2.6150	3.0130	3.6134	4.2647	
24	0.6790	1.3220	1.7120	2.0700	2.6080	3.0080	3.6100	4.2553	
25	0.6780	1.3210	1.7100	2.0640	2.6020	3.0040	3.6067	4.2464	
26	0.6770	1.3200	1.7080	2.0580	2.5960	3.0000	3.6035	4.2379	
27	0.6760	1.3190	1.7060	2.0530	2.5910	2.9960	3.6004	4.2297	
28	0.6750	1.3180	1.7040	2.0480	2.5860	2.9920	3.5974	4.2218	
29	0.6740	1.3170	1.7020	2.0430	2.5820	2.9880	3.5945	4.2142	
30	0.6730	1.3160	1.7000	2.0380	2.5780	2.9840	3.5916	4.2068	
35	0.6700	1.3100	1.6900	2.0100	2.5370	2.9380	3.5380	4.1372	
40	0.6680	1.3030	1.6840	2.0210	2.4780	2.8740	3.4712	4.0640	
45	0.6660	1.3010	1.6790	2.0140	2.4120	2.8060	3.4012	3.9860	
50	0.6650	1.2990	1.6760	2.0090	2.3800	2.7600	3.3540	3.9340	
100	0.6770	1.2900	1.6600	1.9840	2.3640	2.6700	3.2614	3.7727	
inf	0.6745	1.2816	1.6449	1.9600	2.3263	2.5758	3.1820	3.0000	

Exercice 4. Sur une parcelle de soja, on a mesuré la hauteur en cm de 100 plantes à l'âge de 6 semaines. Les résultats sont les suivants :

hauteur en cm	36	37	38	39	40	41
effectifs	6	11	26	32	14	11

Donner un intervalle de confiance de probabilité de confiance 95% pour la hauteur moyenne d'un plant de soja à l'âge de 6 semaines. Même question avec un intervalle de confiance de probabilité de confiance 99%.

$$\frac{1}{n} \sum X_i \text{ estimé par } 38,7$$

$$\text{Var}(X_i) \text{ estimé par } 1,74$$

$$P\left(38,7 - \sqrt{\frac{1,74}{100}} \sigma < E(X_1) < 38,7 + \sqrt{\frac{1,74}{100}} \sigma\right) = \beta$$

$$\sigma_{95} = 1,96$$

$$\sigma_{99} = 2,575$$

$$I_{95} = [38,44 ; 38,96]$$

$$I_{99} = [38,36 ; 39,04]$$

Exercice 5. Afin d'évaluer le nombre N d'individus d'une espèce animale vivant sur une île, on propose d'adopter la méthode de capture-recapture. Pour cela, on capture 800 individus. Ces individus sont marqués puis relâchés. On note p la proportion de ces individus marqués dans la population totale. On capture alors ultérieurement de manière indépendante 1000 individus de l'espèce animale étudiée. On constate que 250 d'entre eux ont été marqués lors de la première capture.

- (1) Quelle relation existe-t-il entre les quantités N et p ?
- (2) En utilisant les résultats obtenus lors de la deuxième capture, proposer une estimation de p ainsi qu'un intervalle de confiance de probabilité de confiance 95% pour p .
- (3) En déduire une estimation de N ainsi qu'un intervalle de confiance de probabilité de confiance 95%.

$$X_i \sim \mathcal{B}(p) \quad p = \frac{800}{N} = E(X_1)$$

$$P\left(-\delta < \sqrt{\frac{1000}{\text{Var}(X_1)}} \left[\frac{1}{1000} \sum X_i - p \right] < \delta\right) = 0,95$$

$\frac{250}{1000} = 0,25$

$$\delta = 1,96$$

$$\text{Var}(X_1) \text{ estimée par } \frac{250}{1000} \left(1 - \frac{250}{1000}\right) = 0,1875$$

$$I_{95} = \left[0,25 \pm \sqrt{\frac{0,1875}{1000}} \times 1,96 \right] = [0,22; 0,28]$$

$$3) \hat{A} \text{ à } 95\%, \quad 0,22 < p < 0,28$$

$$0,22 < \frac{800}{N} < 0,28$$

$$\frac{1}{0,28} < \frac{N}{800} < \frac{1}{0,22}$$

$$2857 = \frac{800}{0,28} < N < \frac{800}{0,22} = 3636$$

Exercice 6. On souhaite tester si le poids net moyen en sucre de boîtes d'une certaine marque est bien d'un kilogramme comme indiqué sur l'étiquette. Pour cela, on dispose des poids nets en sucre (en kilogramme) de 200 boîtes prélevées au hasard : $x_1, \dots, x_{200}$. On a ainsi obtenu :

$$x_1 + \dots + x_{200} = 198 \quad \text{et} \quad x_1^2 + \dots + x_{200}^2 = 220.$$

Tester au niveau $\alpha = 0,05$ si le poids net moyen en sucre des boîtes est bien un kilogramme (en détaillant bien votre test). Conclure.

7.2.1. Comparaison d'une moyenne observée à une moyenne théorique. Soit n grand. On observe n réalisations indépendantes $x = (x_1, \dots, x_n)$ d'une variable aléatoire X admettant une espérance et une variance (inconnues). On se donne une valeur m_0 .

La statistique du test de l'hypothèse $H_0 : \mathbb{E}[X] = m_0$ est :

$$S = \frac{\sqrt{n}}{\sqrt{\widehat{\text{Var}}(x)}} \left(\frac{x_1 + \dots + x_n}{n} - m_0 \right).$$

Lien avec les intervalles de confiance: Au niveau $\alpha \in]0, 1[$, on accepte H_0 si l'intervalle de confiance de probabilité de confiance $\beta = 1 - \alpha$ contient m_0 et on rejette sinon (on a).

7.2.2. Comparaison d'une fréquence observée à une probabilité théorique. On répète n fois (avec n grand) et de manière indépendante la même expérience à deux issues : succès (avec probabilité p inconnue) ou échec (avec probabilité $1 - p$). On se donne un nombre $p_0 \in]0, 1[$.

La statistique du test de l'hypothèse $H_0 : p = p_0$ est :

$$S = \frac{\sqrt{n}}{\sqrt{p_0(1-p_0)}} (\bar{p}_n - p_0),$$

avec $\bar{p}_n = \frac{\text{nombre de succès observés}}{n}$ la proportion observée de succès au cours des n expériences.

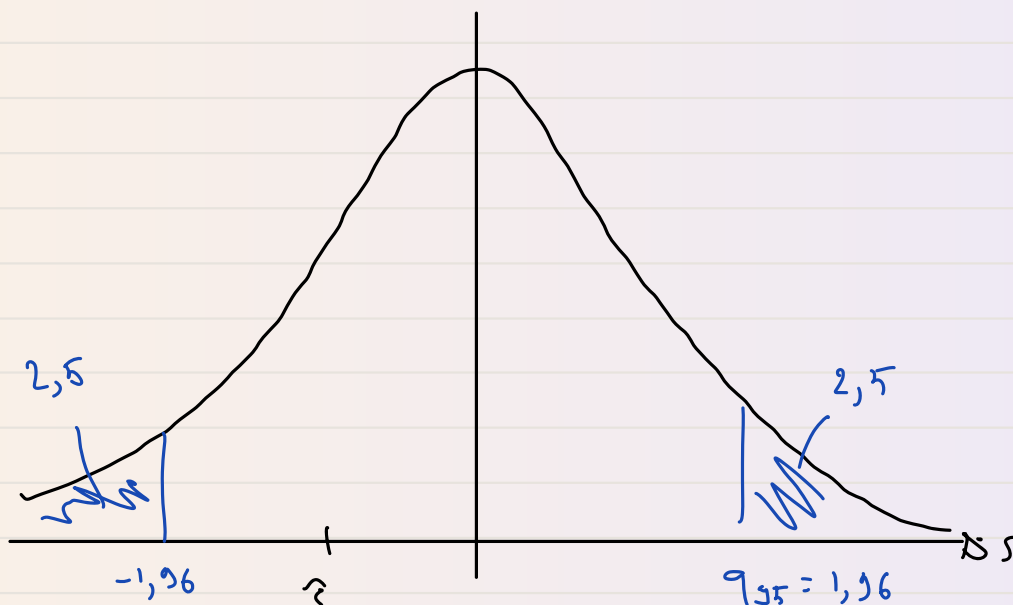
$$\begin{cases} H_0 : \mathbb{E}(X) = 1 \\ H_1 : \mathbb{E}(X) \neq 1 \end{cases}$$

$$\frac{X_1 + \dots + X_n}{n} \text{ estimée } p = \frac{\sum x_i}{200} = \frac{198}{200} = 0,99$$

$$\text{Var}(X_1) \text{ estimée par } \frac{\sum x_i^2}{200} - \left(\frac{\sum x_i}{200} \right)^2 = (0,99)^2$$

$$\text{Sous } H_0, S = \sqrt{\frac{200}{\widehat{\text{Var}}(x)}} \left(\frac{1}{n} \sum x_i - 1 \right) \sim \mathcal{N}(0, 1)$$

$$\widehat{S} = \frac{\sqrt{200}}{0,99} (0,99 - 1) = -0,99$$



$$-1,96 < \hat{S} < 1,96$$



On accepte H_0 au seuil de significativité 95%.

$$\hookrightarrow q_{99} = 2,575$$

$$-2,575 < \hat{S} < 2,575$$



On accepte H_0 au seuil de significativité 99%.

Exercice 7. Dans la population française, le pourcentage d'individus dont le sang est de rhésus négatif est de 15%. Dans un échantillon de 200 personnes appartenant à une région déterminée, on a observé que 42 personnes sont de rhésus négatif.

Peut-on dire au niveau de test $\alpha = 0,05$ que cette région présente un caractère rhésus particulier?

Même question avec le niveau de test $\alpha = 0,01$.

7.2.1. Comparaison d'une moyenne observée à une moyenne théorique. Soit n grand. On observe n réalisations indépendantes $x = (x_1, \dots, x_n)$ d'une variable aléatoire X admettant une espérance et une variance (inconnues). On se donne une valeur m_0 .

La statistique du test de l'hypothèse $\mathcal{H}_0 : \mathbb{E}[X] = m_0$ est :

$$S = \frac{\sqrt{n}}{\sqrt{\widehat{\text{Var}}(x)}} \left(\frac{x_1 + \dots + x_n}{n} - m_0 \right).$$

Lien avec les intervalles de confiance: Au niveau $\alpha \in]0, 1[$, on accepte $\mathcal{H}_0$ si l'intervalle de confiance de probabilité de confiance $\beta = 1 - \alpha$ contient m_0 et on rejette sinon (on a).

7.2.2. Comparaison d'une fréquence observée à une probabilité théorique. On répète n fois (avec n grand) et de manière indépendante la même expérience à deux issues : succès (avec probabilité p inconnue) ou échec (avec probabilité $1 - p$). On se donne un nombre $p_0 \in]0, 1[$.

La statistique du test de l'hypothèse $\mathcal{H}_0 : p = p_0$ est :

$$S = \frac{\sqrt{n}}{\sqrt{p_0(1-p_0)}} (\bar{p}_n - p_0), \rightsquigarrow \mathcal{N}(0,1)$$

avec $\bar{p}_n = \frac{\text{nombre de succès observés}}{n}$ la proportion observée de succès au cours des n expériences.

$$p_0 = 0,15$$

$$p = \frac{42}{200}$$

$$H_0 : p = p_0$$

$$H_1 : p \neq p_0$$

$$\hat{S} = \frac{\sqrt{200}}{\sqrt{0,15 \times 0,85}} \left(\frac{42}{200} - 0,15 \right) = 2,38$$

$$q_{95} = 1,96$$

$$q_{99} = 2,575$$

$\hookrightarrow$ On accepte H_0 au seuil 95%

$\hookrightarrow$ On rejette H_0 au seuil 99%.

Exercice 8. Sur 429 440 naissances, on a dénombré 221 023 garçons. La proportion de garçons est-elle compatible avec l'hypothèse d'équiprobabilité de naissance des garçons et des filles au niveau $\alpha = 0,05$?

$$p_0 = 0,5$$

$$\hat{p} = \frac{221023}{429440}$$

$$\begin{cases} H_0: \hat{p} = p_0 \\ H_1: \hat{p} \neq p_0 \end{cases}$$

$$\hat{S} = \sqrt{\frac{429440}{(0,5)^2}} \left(\frac{221023}{429440} - 0,5 \right) = 19,23$$

$$q_{0,95} = 1,96 < \hat{S}$$

$\Rightarrow$ Rejet de H_0 au seuil 5%.

Exercice 9. Dans un échantillon de 100 sujets extraits d'une population, on mesure le rythme cardiaque avant (noté X) et après (noté Y) l'administration d'un médicament.

$$x_1 + \dots + x_{100} = 7983, \quad y_1 + \dots + y_{100} = 8210, \quad (x_1)^2 + \dots + (x_{100})^2 = 667600, \\ (y_1)^2 + \dots + (y_{100})^2 = 731160, \quad x_1 \times y_1 + \dots + x_{100}y_{100} = 689900.$$

Peut-on considérer au niveau $\alpha = 0,05$ que le médicament a une action sur le rythme cardiaque.

La Comparaison de moyennes

$$\begin{cases} H_0: \mathbb{E}(X) = \mathbb{E}(Y) \\ H_1: \mathbb{E}(X) \neq \mathbb{E}(Y) \end{cases}$$

7.2.3. *Égalité de moyennes pour des séries statistiques appariées.* On dispose de deux séries de mesures $x = (x_1, \dots, x_n)$ et $y = (y_1, \dots, y_n)$ effectuées sur n individus (choisis de manière indépendante, avec n grand): pour l'individu numéro i , on a effectué les mesures x_i et y_i (correspondant par exemple à des mesures respectivement avant et après traitement). On suppose que les (x_i, y_i) sont des réalisations indépendantes d'un couple de variables aléatoires (X, Y) admettant toutes deux une espérance et une variance.

La statistique du test de l'hypothèse $H_0 : \mathbb{E}[X] = \mathbb{E}[Y]$ est :

$$S = \frac{\sqrt{n}}{\sqrt{\widehat{Var}(x - y)}} \left(\frac{x_1 + \dots + x_n}{n} - \frac{y_1 + \dots + y_n}{n} \right) \rightsquigarrow \mathcal{N}(0, 1)$$

(ce test revient à tester $H_0 : \mathbb{E}[Z] = 0$ en posant $Z := X - Y$), avec

$$\widehat{Var}(x - y) = \widehat{Var}(x) + \widehat{Var}(y) - 2\widehat{Cov}(x, y).$$

Rappelons que

$$\begin{aligned} \widehat{Var}(x) &= \frac{(x_1)^2 + \dots + (x_n)^2}{n} - \left(\frac{x_1 + \dots + x_n}{n} \right)^2, \\ \widehat{Var}(y) &= \frac{(y_1)^2 + \dots + (y_n)^2}{n} - \left(\frac{y_1 + \dots + y_n}{n} \right)^2, \\ \widehat{Cov}(x, y) &= \frac{(x_1 \times y_1) + \dots + (x_n \times y_n)}{n} - \frac{x_1 + \dots + x_n}{n} \times \frac{y_1 + \dots + y_n}{n}. \end{aligned}$$

$$\hat{S} = \frac{\sqrt{100}}{\sqrt{184,45}} \left(\frac{7983}{100} - \frac{8210}{100} \right) = -1,671$$

$$\begin{aligned} Var(X - Y) &= Var(X) + Var(Y) - 2Cov(X, Y) \\ &= \frac{667600}{100} - \left(\frac{7983}{100} \right)^2 \\ &\quad + \frac{731160}{100} - \left(\frac{8210}{100} \right)^2 \\ &\quad - 2 \left[\frac{689900}{100} - \frac{7983}{100} \frac{8210}{100} \right] \end{aligned}$$

$$= 184,447$$

$$\hookrightarrow \hat{S} = -1,671$$

$$\hookrightarrow q_{0.5} = 1,96$$

$$\left. \begin{array}{l} \hat{S} = -1,671 \\ q_{0.5} = 1,96 \end{array} \right\} | \hat{S} | < q_{0.5}$$

$\hookrightarrow$ Donc on accepte $H_0: E(X) = E(Y)$

au seuil $\alpha = 0,05$.

Exercice 10. On désire tester l'effet d'une cure d'amaigrissement suivie par 100 patients. On mesure le poids en kgs x_i du $i^{\text{ème}}$ patient avant traitement et son poids y_i en kgs après traitement.

$$\frac{x_1 + \dots + x_{100}}{100} = 77,11 \quad \frac{y_1 + \dots + y_{100}}{100} = 67,4 \quad \frac{(x_1)^2 + \dots + (x_{100})^2}{100} = 6055,47;$$

$$\frac{(y_1)^2 + \dots + (y_{100})^2}{100} = 4588,62; \quad \frac{x_1 y_1 + \dots + x_{100} y_{100}}{100} = 5243,45.$$

- (1) Peut-on considérer au niveau de test $\alpha = 0,05$ que la cure d'amaigrissement a eu un effet sur le poids en moyenne? et au niveau $\alpha = 0,10$?
- (2) Peut-on considérer au niveau $\alpha = 0,05$ qu'il y a eu perte de poids en moyenne?
- (3) Donner un intervalle de confiance de probabilité de confiance 0,99 pour la perte moyenne de poids résultant de la cure d'amaigrissement.

$$\begin{aligned} V_{\alpha R}(X-Y) &= V_{\alpha R}(X) + V_{\alpha R}(Y) - 2 \text{Cov}(X, Y) \\ &= 6055,47 - (77,11)^2 + 4588,62 - (67,4)^2 \\ &\quad - 2[5243,45 - 77,11 \times 67,4] \\ &= 62,906 \end{aligned}$$

$$\hat{S} = \frac{10}{\sqrt{52,91}} [77,11 - 67,4] = \underline{12,24}$$

1) Effet de la cure sur le poids moyen : (test bilatéral)

$$q_{95}^B = 1,96 \Rightarrow \text{Rejet de } H_0$$

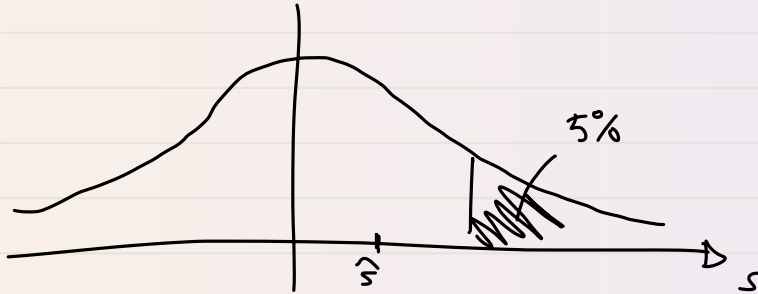
$$q_{90}^B = 1,645 \Rightarrow \text{Rejet de } H_0$$

2) Effet de la cure sur la perte de poids (test Unilatéral)

(

$$H_0 : E(X) = E(Y)$$

$$H_1 : E(X) > E(Y)$$



$$q_{95}^{u.droite} = q_{90}^B = 1,645 < \widehat{S}$$

↳ Donc on rejette H_0 au seuil de significativité de 5%.