

# ***Le coût des logements dans la ville de Genève***



*Lajoie Bengone Akou,  
Kudzanai Florence Binari,  
Fleurby Costa*

*Cours de M. Jérôme Reboulleau*

## INTRODUCTION

Nous sommes un groupe de 3 étudiants de la Haute école de Gestion et voici le rapport que nous avons pu rédiger à la suite d'une enquête que nous avons effectué dans le cadre de notre cours de Statistiques d'enquête. Notre objectif consistait à élaborer une étude statistique concernant une thématique que nous jugions intéressante. Au départ, nous avons donc décidé d'orienter notre travail sur l'écart des loyers entre Annemasse et Genève. Cependant, n'ayant pas obtenu suffisamment de réponses concernant Annemasse, nous avons dû réajuster notre sujet, à cet effet, nous nous sommes plutôt focalisés sur *"le coût des logements dans la ville de Genève"*, car ce sujet qui nous a beaucoup inspiré, nous paraissait tout aussi important.

## METHODOLOGIE

Tout d'abord, Nous avons rédigé un questionnaire conforme aux différentes indications notées en cours. Nous avons beaucoup réfléchi à la pertinence de nos questions, afin de minimiser les biais, c'est-à-dire, le fait de ne pas s'égarer du sujet. Puis nous avons effectué quelques tests sur quelques personnes afin de nous assurer de la compréhension de notre questionnaire. Et tout ceci, dans le but d'augmenter nos chances d'obtenir des réponses variées et précises. Une fois les modifications terminées, nous avons envoyé le questionnaire qui comportait une version française et une version anglaise à plusieurs étudiants de la Haute école de Gestion et à certains de nos proches, afin d'augmenter nos chances d'obtenir des réponses variées. Pour finir, grâce aux résultats obtenus et à l'aide des différents outils statistiques à disposition, nous avons pu établir l'analyse de ceux-ci. Pour réaliser ce travail, nous nous sommes appuyés sur les différentes notions vues en cours, notamment concernant la rédaction des questionnaires, en faisant attention par exemple à l'ordre des questions ou le fait de privilégier les questions fermées.

### Test d'une proportion

- La localisation du logement est-il le critère le plus important au moment de choisir un appartement à Genève ?

Nous nous sommes servis d'un test sur la proportion pour répondre à cette question en choisissant comme paramètre d'intérêt  $\pi$  : la proportion de genevois qui utilise toujours la localisation du logement comme le critère le plus important au moment de rechercher un appartement. Nous avons pris un degré de confiance à 95%, ce qui équivaut à un risque de première espèce de 5%.

1. Formulation des hypothèses nulle  $H_0$  et alternative  $H_1$  :

$$H_0 : \pi < 20 \%$$

$$H_1 : \pi > 20 \%$$

2. Vérification des conditions de l'échantillon :

$$8 \cdot 0.20 = 5.6 > 5 \quad \text{et} \quad 28 \cdot (1 - 0.20) = 22.4 > 5$$

Les conditions de l'échantillon étant respectées, nous pouvons passer à notre test sur la proportion

3. Calcul de la valeur et de détermination de la zone de rejet :

$$-Z_{\alpha} = -Z_{5\%} = -1.70 \text{ donc } R \text{ La zone de rejet est : } R = ]-\infty, -1.70]$$

Avec comme :

$$\text{Proportion de l'échantillon} \quad \bar{p} = 10/28 = 35,71\%$$

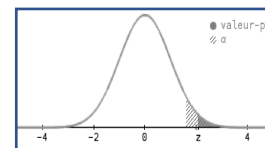
$$\text{Écart-type de l'échantillon} \quad S = \text{racine}(0.20 \cdot (0.80)/28) = 0.0756$$

$$\text{Taille de l'échantillon} \quad n = 28$$

La statistique du test  $z = (0.3571 - 0.20)/\text{racine}(0.20 \cdot (0.80)/28) = 2.08 \rightarrow$  donc p-valeur = 0.02

### Décision selon la P-valeur

Comme P-valeur = 0.02 <  $\alpha = 0.05$ , alors l'hypothèse peut être rejetée. Donc, plus de 20% des genevois(-es) utilisent la localisation comme le critère le plus important au moment de recherche un logement.



### Décision selon la région critique

Étant donné que test  $z = 2.08 \notin R = ]-\infty, -1.70]$ , alors on ne peut pas rejeter  $H_0$ .

### Test d'indépendance sur la moyenne

- Y'a-t-il une relation entre le montant des loyers et l'âge des habitants de Genève

Dans un article publié par le journal le Bilan, il est dit que les jeunes suisses, faisant face à des difficultés au moment de trouver les financements pour l'achat d'un appartement, se tournent de plus en plus vers la location voire la colocation, ce qui serait à l'origine de l'âge moyen des propriétaires de logements en suisse qui serait de 58 ans.

Interpellé par cette problématique, nous nous sommes interrogés pour savoir si une relation semblable existerait entre l'âge des locataires et le montant des loyers.

Nous avons répondu à cette question en nous basant sur un sondage aléatoire simple sans remise.

- Nous avons commencé par poser :

X : la variable aléatoire associée à l'âge des locataires qui vivent à Genève

Y : la variable aléatoire associée au montant de loyer des genevois

- A la suite de cela, nous avons résumé les données dans une table de contingence qui se présente comme suit :

Nb : *En ce qui concerne le test d'indépendance, la taille d'une cellule a pour condition d'être égale ou supérieure à 5. C'est pour cela que nous avons dû regrouper nos données afin qu'elles puissent remplir les conditions du test en question.*

Effectif observé			
	(299 à 1199)	(1200 à 2399)	Total
(19-23)	6	9	15
(24-28)	4	4	8
Total	10	13	23

Effectif théorique			
	(299 à 1199)	(1200 à 2399)	Total
(19-23)	7	8	15
(24-28)	3	5	8
Total	10	13	23

- Définitions des hypothèses

Nous avons choisi comme hypothèse nulle  $H_0$  et alternative  $H_1$  :

$H_0$  : les montant du loyer sont indépendants de l'âge des locataires genevois

$H_1$  : les montant du loyer dépendent de l'âge des locataires genevois

- Risque de première espèce  $\alpha$  et niveau de confiance

Nous avons choisi un risque de première espèce  $\alpha$  de 5% et donc un niveau de confiance de 95%

- La valeur critique

Degré de liberté =  $(n-1)*(n-1) \Rightarrow (2-1)*(2-1)=1$

La valeur critique trouvée à l'aide de la table de la loi de Khi-deux est :  $q(0.05,1) = 0.38415$

- Calcul statistique

Deux méthodes ont été choisies afin de déterminer notre test :

Khi-deux

P-valeur = 0.80 ( Calculé à l'aide de la formule = =CHISQ.TEST(J4:K5;J15:K16) )

Conclusion :

Comme  $p\text{-valeur} = 0.80 > q(0.05, 1) = 0.38415$ , L'hypothèse nulle ne peut pas être rejetée. Donc, il n'y a pas suffisamment d'évidence pour rejeter l'hypothèse selon laquelle les montant du loyer sont indépendants de l'âge des locataires genevois.

### Régression linéaire multiple

Les résultats du précédent calcul étant non concluant, nous avons cherché à améliorer la précision de résultant en changeant de modèle statistique et en incluant une nouvelle variable qui est le niveau de revenu.

nous avons choisi un niveau de signification  $\alpha = 5\%$ , donc un niveau de confiance de 95% avec des résultats arrondis à  $10^{-2}$  pour répondre à ce calcul, dont les étapes se déclinent comme suit :

#### 1. Définition de variables

Nous avons défini :

Y : La variable aléatoire à expliquer associée au montant de loyer des genevois

X1 : La variable aléatoire explicative associée au montant des revenus des locataires genevois

X2 : la variable aléatoire explicative associée à l'âge des locataires des genevois

#### 2. Définition des hypothèses nulle $H_0$ et alternative $H_1$

Nous avons choisi un test de corrélation positive tel que :

$H_0: R^2 = 0$

$H_1: R^2 \neq 0$

#### 3. Nous avons procédé à ce calcul en utilisant l'utilitaire d'analyse d'Excel, qui nous a fourni les informations suivantes.

Statistiques de la régression	
Coefficient de corrélation	0.51
Coefficient de détermination $R^2$	0.26
Coefficient de détermination $R^2$	0.01
Erreur-type	411.8
Observations	12

Conclusion :

**Le coefficient de corrélation  $R = 0.51$** , donc le modèle de régression suit une corrélation positive modérée

**Le coefficient de détermination  $R^2 (X1) = 26\%$**  signifie que 26% de la variable Y associée au montant du loyer est expliqué par le niveau de revenu. Par conséquent, l'ajustement linéaire est faible

**Le coefficient de détermination  $R^2$  ( $X_2$ ) = 10%** signifie que 10% de la variable aléatoire associée au montant du loyer est expliquée par l'âge des locataires. Donc, l'ajustement linéaire de  $X_2$  est très faible

ANALYSE DE VARIANCE					
	Degré de liberté	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Valeur critique de F
Régression	2	543781.4	271890.7	1.6	0.25
Résidus	9	1526218.6	169579.84		
Total	11	2070000			

**L'erreur type = 411.8** signifie qu'en moyenne le montant du loyer prédit varie de 411.8 du montant du loyer réel.

**SCE** = 543781.4 qui correspond à la variation expliquée par le modèle

**SCR** = 1526218.6 qui correspond à la variation inexpliquée par le modèle.

**SCE/SCR** = 543781.4/1526218.6 = 35.63  $\approx$  36% et  **$R^2$  ( $X_1$ ) +  $R^2$  ( $X_2$ )** = 26% + 10% = 36%

**SCT**=207000

	Coefficients	Erreur-type	Statistique t	P-valeur
Constante	871.13	759.84	1.15	0.28
Variable $X_1$	-0.043	0.04	-1.13	0.28
Variable $X_2$	31.87	26.88	1.19	0.267

**La droite (D) de régression linéaire** s'écrit :  $y = -0.04x_1 + 31.87x_2 + 871.13$  avec (Coefficient a = -0.04, b = 31.87 et c = 871.13)

**Statistique t ( $X_1$ ) = -1.13**

**Statistique t ( $X_2$ ) = 1.19**

**Taille de l'échantillon N = 12**

#### TEST DU MODEL

Yi : loyer	X1 : salaire	X2 : âge		Loyer prévisionnel	Ecart de loyer
1949.5	2249.5	37	$2249.5 \cdot (-0.043) + 37 \cdot 31.87 + 871.13$	1951.74	-1.5
2249.5	1249.5	29	$1249.5 \cdot (-0.043) + 29 \cdot 31.87 + 871.13$	1741.63	507.87

#### Conclusion

**$R^2 \neq 0$** , alors  $H_0$  peut être possiblement rejetée. Tous les coefficients de déterminations étant inférieur à 30% le modèle de régression linéaire n'est pas pertinent. On pourrait améliorer sa qualité de trois façons connues :

En augmentant la taille de l'échantillon, en supprimant la variable  $X_2$  associée à l'âge des locataires de Genève ou en ajoutant d'autres variables.

#### Analyse de la moyenne du montant des loyers des logements de Genève par pièce

- *Quel est la moyenne de loyer des logements de Genève par pièce ?*

La taille de notre échantillon étant inférieure à 30 et l'écart-type de la population étant inconnue nous avons répondu à cette question en supposant que la variable aléatoire associée au montant des loyers de Genève suit une loi  $T$  de Student. Par ailleurs, nous avons choisi un degré de confiance à 95% donc un risque de première espèce de 5%.

Pour assurer la qualité des données, nous avons converti les loyers qui sont payés (annuellement, semestriellement, trimestriellement) en loyer mensuel.

On sait que  $\text{Var}(\bar{x}) = (1-f/N) \cdot 1/n \cdot N/N-1 \cdot \sigma^2$ .

Étant donné que  $f/N < 10\%$  et  $N/N-1 \approx 1$ , on a négligé  $(1-f/N)$  et  $(N/N-1)$  dans chaque calcul.



Les calculs ont été résumés dans le tableau suivant :

Nb pièces	x_échantillon	n_échantillon	ddl	t( $\alpha$ ;ddl)	S_échantillon	Intervalle de confiance
Une pièce	580.69	4	3	3.18	170.84	[ 308.84; 852.53]
2 pièces	1349.50	3	2	4.30	244.95	[ 741.01; 1957.99]
3 pièces	1549.50	3	2	4.30	141.42	[ 1198; 1900.81]
4 pièces	1682.83	9	8	2.31	518.54	[ 1284.24; 2081.42]
5 pièces	1849.50	3	2	4.30	374.17	[ 920.02; 2778.98]
6 pièces et plus	1349.5	1	0	0.00	0.00	0.00

La taille de l'échantillon pour les logements de 4 pièces étant de seulement de 1, il nous était impossible de procéder au calcul de l'IC pour 6 pièces et plus.

#### Interprétation :

En conclusion, selon nos estimations, il y'a 95% de chances que :

- Le loyer pour un logement d'une pièce à Genève est compris en moyenne entre [ 308.84 CHF ; 852.53 CHF ].
- Le loyer pour un logement de 2 pièces à Genève est compris en moyenne entre [ 741.01 CHF ; 1957.99 CHF ].
- Le loyer pour un logement de 3 pièces à Genève est compris en moyenne entre [ 1198 CHF ; 1900 CHF ].
- Le loyer pour un logement de 4 pièces à Genève est compris en moyenne entre [ 1284.24 CHF ; 2081.42 CHF ].
- Le loyer pour un logement de 4 pièces à Genève est compris en moyenne entre [ 920.02 CHF ; 2778.98 CHF ]

### **Test paramétrique sur le loyer moyen pour un logement de 4 pièces à Genève**

Le conflit militaire entre l'Ukraine et la Russie a entraîné des répercussions bien au-delà des zones de conflits, fragilisant les économies des pays qui dépendaient du gaz russe pour fonctionner. Face à cette pénurie, plusieurs secteurs clés ont été impactés. C'est notamment le cas du secteur de l'énergie, qui est relié directement au loyer à travers les factures d'électricité et d'eau.

Par conséquent, nous pourrions nous demander si les loyers ont été sujet à des variations au cours de ces 2 dernières années. Pour répondre à cette question, nous nous sommes appuyés sur un test paramétrique en comparant le loyer moyen d'un logement de 4 pièces à Genève en 2021 ([donnée de l'OFS 2021](#)) et celui d'un logement de 4 pièces issu de notre échantillon

Nous avons choisi un risque de première espèce  $\alpha = 5\%$

1. Spécification du paramètre d'intérêt : Les genevois qui louent un appartement de 4 pièces
2. Définition des hypothèses nulle  $H_0$  et alternative  $H_1$  :
3.  $H_0 : \mu = 1601$  :  
 $H_1 : \mu \neq 1601$

## 4. Calculs

Test selon la p-valeur	
$\mu$	1601
$\alpha$	0.05
P-valeur	0.65
Conclusion	On ne peut pas rejeter $H_0$

Conclusion :

Comme p-valeur = 0.65 >  $\alpha$  = 0.05, alors on n'a pas d'évidence pour rejeter  $H_0$ . Par conséquent, on ne peut pas conclure que le loyer moyen pour un logement de 4 pièces à Genève

en 2021 n'est pas significativement différent de celui de notre échantillon.

Test selon la région critique	
$\mu$	1601
$\bar{x}$	1682.83
S	518.54
n	9
Valeur critique	2.306
Région critique	$]-\infty, -2.306] \cup [2.306; +\infty[$
Statistique t	0.4734
Conclusion	On peut rejeter $H_0$

Conclusion selon la région critique :

L'hypothèse  $H_0$  est rejetée. De ce fait, le loyer moyen pour un 4 pièces à Genève en 2021 n'est pas significativement proche de celui de notre échantillon. Pour améliorer la qualité de ce test, on peut augmenter la taille de l'échantillon, procéder à une stratification pour réduire la variance entre de l'échantillon.

**Test paramétrique sur la comparaison de deux moyennes non appariées**

- *Sensible aux inégalités de tout genre, nous nous sommes demandé si les femmes qui louent un appartement à Genève payaient un loyer plus cher que celui des genevois locataires pour un logement 4 pièces.*

Nous avons décidé de répondre cette question en procédant à un test d'indépendance de deux moyennes non appariées. Pour se faire, nous choisissons un degré de confiance à 95% et donc, un risque de première espèce à 5%.

Pour garantir la représentativité de la population et la généralisation, nous avons décidé de procéder à une stratification de notre échantillon en deux groupes : les hommes et les femmes locataires vivant à Genève.

Dans un rapport publié en 2021 par l'Office cantonal de la statistique, la ville Genève compterait 511921 habitants pour 263'751 femmes et 248'170 hommes. Donc les femmes représentent 51,7% de la population et les hommes 48,3%. Donc un échantillon représentatif de la population du canton de Genève serait composé de 51,7% de femmes et de 48,3% des hommes.

## 1) Définition du paramètre d'intérêt :

Les paramètres d'intérêts sont :

$\mu_1$  : la moyenne des loyers des genevoise vivant dans un 4 pièces

$\mu_2$  : la moyenne des genevois vivant d'un un 4 pièces

2) Définition des hypothèses nulles  $H_0$  et alternatives  $H_1$  :

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = 0$$

$$H_1 : \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

## 3) Nous avons résumé les calculs dans le tableau suivant :

	Femme : $Y_i$	Homme : $X_i$
Moyenne échantillon	1899.5	1249.5
n	6	3
Var(xh)	303000	30000
S	550.4543578	173.2050808
	Strate 1	Strate 2
N	263751	248170
W	0.515218168	0.484781832
$W^2$	0.265449761	0.235013424
n	6	3
f	2.27487E-05	1.20885E-05
w	0.666666667	0.333333333
h	1899.5	1249.5
$\bar{x}_{\text{strat}}$	978.6569109	605.7348985
Var(xh)	303000	30000
Var( $\bar{x}_{\text{strat}}$ )	80431.27761	7050.402727

Décision selon la p-valeur	
p-valeur	1.773
alpha	0.05
conclusion	$H_0$ ne peut pas être rejetée

Conclusion :

Comme p-valeur = 1.773 >  $\alpha = 0.05$  alors, on n'a pas d'évidence pour rejeter  $H_0$ . Par conséquent, on ne peut pas conclure que le loyer des genevoises pour un 4 pièces est sensiblement différent de celui des genevois.

Décision selon la région critique	
ddl	3
Valeur critique t	3.18
Région critique = R	$] -\infty; -3.18] \cup [3.18; +\infty$
Statistique t	1.526
conclusion	$H_0$ peut être rejetée

Conclusion

Étant donné que test t = 3.18  $\notin$  R =  $] -\infty; -1.70]$ , de ce fait, nous n'avons pas suffisamment d'évidence pour rejeter  $H_0$ .

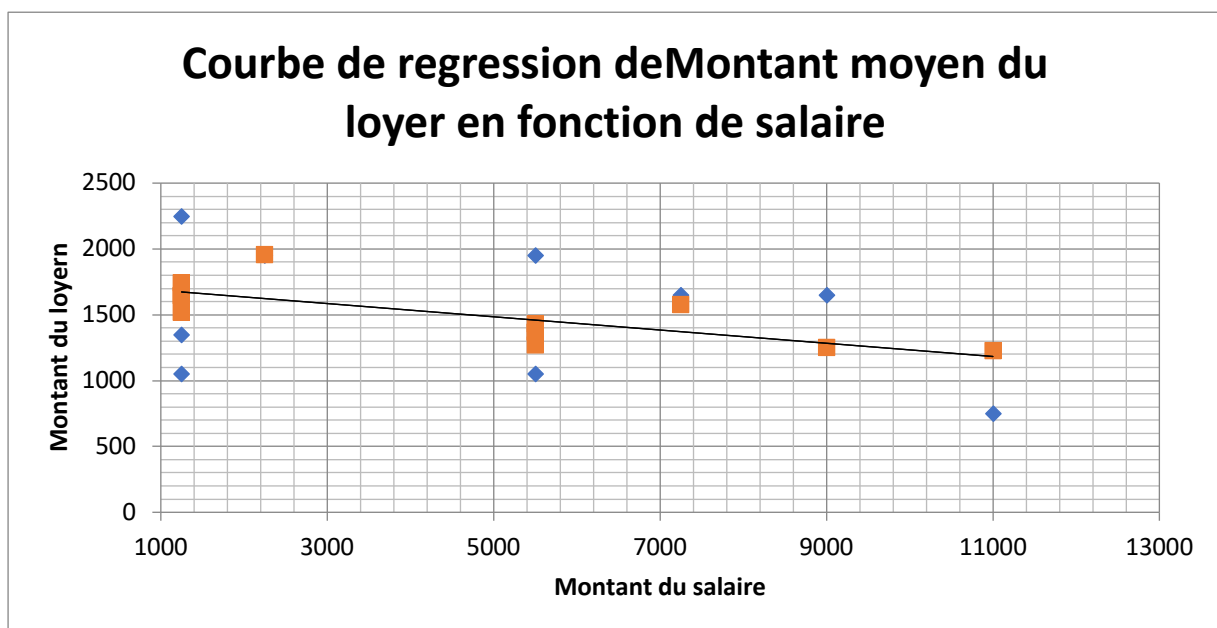


## CONCLUSION

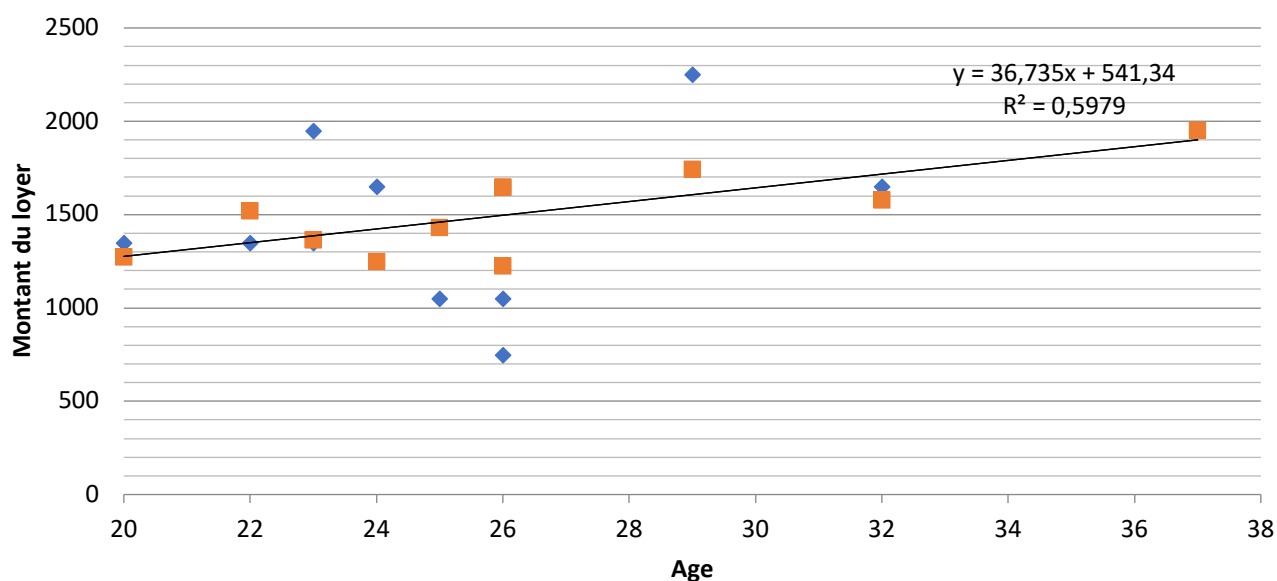
Durant ce projet, nous avons dû faire face à plusieurs problèmes. Tout d'abord, le fait de trouver des questions pertinentes pour notre travail n'était pas si simple, car nous nous rendions compte au fur et à mesure que certaines questions, bien qu'intéressantes, s'éloignaient de notre problématique et donc nous devions constamment nous remettre en question afin d'avoir un questionnaire précis et comprenant uniquement les données nécessaires à notre étude statistique. Une fois les réponses récoltées, nous nous sommes retrouvés face à un autre problème qui était le fait de n'avoir presque aucune donnée sur la ville d'Annemasse et donc nous avons dû effectuer une modification de notre thématique tout en gardant cependant un lien avec notre sujet de départ et dont nous pouvions utiliser les réponses que nous avons collectées. Pour finir, nous avons également éprouver quelques difficultés lors de l'analyse des données, car le choix des calculs à effectuer n'était pas toujours évident et nous nous sommes heurtés plusieurs fois à des impasses. Nous avons donc passé beaucoup de temps à effectuer les résolutions et à maîtriser les formules. Si nous devions à nouveau effectuer ce type de tâche à l'avenir, nous commencerions certainement par intégrer complètement le cours et les formules statistiques afin que le choix des calculs deviennent des évidences et leurs résolutions des automatismes.

## ANNEXES

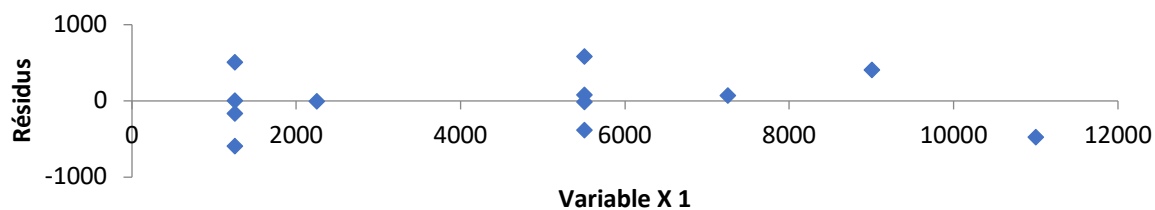
### Régression linéaire



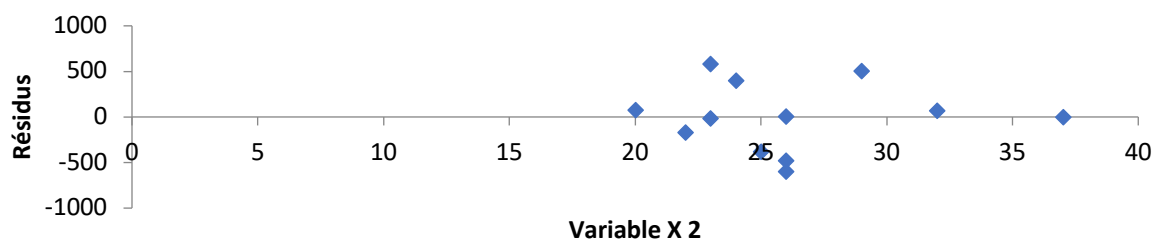
## Courbe de regression de Montant moyen du loyer en fonction de l'âge



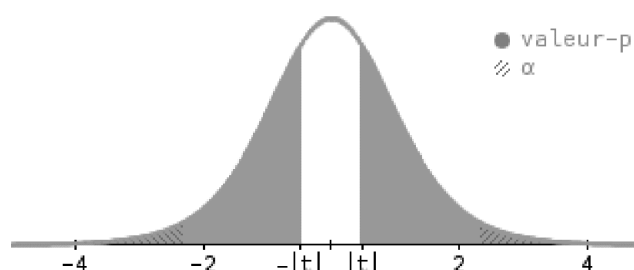
### Variable X 1 Graphique des résidus



### Variable X 2 Graphique des résidus



### Test paramétrique sur la moyenne des loyers pour un logement de 4 pièces



**BIBLIOGRAPHIE**

[Les jeunes Suisses sont-ils condamnés à la location ? | Bilan](#)

[Info Population 2021.pdf \(ge.ch\)](#)

<https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/construction-logement/logements/logements-locataires.html#:~:text=Loyer,1393%20francs%20au%20niveau%20suisse>

<https://blog.insee.fr/il-y-a-sondage-et-sondage/>

[https://homki-immobilier.com/guide-immobilier/l-emplacement-quelle-importance-pour-l-achat-immobilier-](https://homki-immobilier.com/guide-immobilier/l-emplacement-quelle-importance-pour-l-achat-immobilier-168#:~:text=%C3%8Atre%20%C3%A0%20proximit%C3%A9%20du%20lieu,pour%20la%20plus%20part%20des%20actifs)

[168#:~:text=%C3%8Atre%20%C3%A0%20proximit%C3%A9%20du%20lieu,pour%20la%20plus%20part%20des%20actifs.](https://homki-immobilier.com/guide-immobilier/l-emplacement-quelle-importance-pour-l-achat-immobilier-168#:~:text=%C3%8Atre%20%C3%A0%20proximit%C3%A9%20du%20lieu,pour%20la%20plus%20part%20des%20actifs)