

Table des matières

Remerciements	1
Liste des figures	3
Liste des tableaux	4
Introduction	5
1 Contexte du travail et position du problème :	7
1.1 Lieu de stage :	7
1.2 Objectifs d'étude :	9
1.3 Problématique :	9
2 Cadre Statistique lié au problème et modélisation.	10
2.1 Statistique descriptive	10
2.2 Corrélation et régression	13
2.3 Modèle mathématique :	22
3 Analyse de données :	25
3.1 Analyse descriptives de consommations d'électricité et d'eau des différentes classes :	25
3.2 Répartition de la consommation d'électricité selon le type de logement :	27
3.3 Répartition de la consommation d'eau selon le type de logement :	27
3.4 Répartition de la consommation par rapport à la surface des ménages :	28
3.5 Répartition de la consommation selon les salaires des ménages :	29
3.6 La répartition de la consommation selon les outils de consommation utilisés : . .	31
3.7 la corrélation entre la consommation et les différentes variables :	32
3.8 Application du modèle mathématique :	42
3.9 Discussions :	44
Conclusion	44

Listes des figures

Listes des tableaux

Introduction :

Dans le cadre de ma formation en licence en mathématiques et applications, j'ai eu l'opportunité d'effectuer un stage d'une durée de deux mois au sein de la RADEEF, Régie Autonome intercommunale de Distribution d'eau et d'électricité de Fès.

Pendant ma période de stage, j'ai pu me familiariser avec l'environnement technique de cet établissement en passant par différents services, et en effectuant plusieurs tâches, en particulier dans les services de facturation - consommation et réclamations.

Ce qui a ciblé mon projet vers l'analyse de la consommation d'électricité et d'eau, qui fait aujourd'hui l'objet d'études diverses dans plusieurs domaines notamment en économie, statistique, sociologie, et occupe une place de première importance parmi les grands agrégats économiques.

Ce stage à la RADEEF vient donc s'articuler sur ces volets et plus précisément sur la mise en place d'un plan d'étude de la consommation d'électricité et d'eau, celle-ci diffère par secteurs et dépend de nombreux facteurs, que ce soit économiques, démographiques, ou socio-techniques ...

Notre mission sera donc de quantifier l'importance de ces facteurs dans le cas du secteur résidentiel afin de mieux comprendre les variations de la consommation, d'électricité et d'eau, pour pouvoir examiner la relation entre cette consommation et le niveau social, qui est l'objectif principal de cette étude.

Pour mesurer l'importance de ces déterminants à la demande d'électricité et d'eau, il faudra une compréhension et une catégorisation des foyers selon la structure de consommation, dans le but de connaître de façon précise les variables qui influenceront le plus sur le comportement des consommateurs, et d'aboutir à une classification hiérarchique de ces ménages.

Un autre objectif sera implicite dans notre étude, est d'étudier les variations de cette consommation selon les conditions saisonnières.

En découvrant ces caractéristiques de la clientèle visée, il deviendra plus aisé de prévoir leurs réactions face aux changements affectant leurs factures et leurs revenus moyens.

Ce projet s'orientera alors autour de trois axes principales, dans la première partie, il sera nécessaire d'établir la problématique de l'étude ainsi que le contexte du travail avec un bref aperçu sur le lieu de stage, tout en justifiant les décisions concernant le choix des secteurs et la région cible.

La seconde partie sera autour des méthodes mathématiques d'analyses uni et multi-variées utilisées dans notre étude, ainsi qu'au développement d'un modèle mathématique illustrant la méthodologie suivie dans l'étude des consommateurs, en tenant compte des données disponibles.

La troisième partie de ce travail sera consacrée à établir une analyse descriptive des données recueillies. Il s'agira également d'identifier les facteurs explicatifs et les variables pertinentes susceptibles d'influer la consommation des ménages, en menant une étude de corrélation entre cette consommation et ses différents déterminants. Enfin, l'application du modèle mathématique établie viendra appuyer ce travail et valider la spécification des demandes de consommateurs.

La discussion et l'explication des résultats seront incluses dans la dernière partie.

De façon concrète, cette étude se concentrera sur l'analyse de la consommation d'électricité et d'eau de la population et sa relation avec leur niveau de vie.

Chapitre 1

Contexte du travail et position du problème :

1.1 Lieu de stage :

Présentation générale :

La Régie Autonome intercommunale de Distribution d'eau et d'électricité de la wilaya de Fès (RADEEF), est un établissement public à caractère industriel et commercial, doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière, placé sous la tutelle du Ministère de l'intérieur.

La RADEEF a été créée par délibération du conseil municipal de la ville de Fès en avril 1969, après l'expiration du contrat de concession dont bénéficiait la Compagnie Fassié d'électricité (CFE) au titre de la distribution de l'énergie électrique.

Par arrêté du 25 Décembre 1969, le Ministre de l'intérieur a approuvé la délibération du conseil communal de la ville de Fès en Août 1969 concernant la création de la RADEEF, fixant la dotation initiale établissant son règlement intérieur ainsi que son cahier des charges.

En Janvier 1970, la RADEEF s'est substituée, d'une part à la « Compagnie Fassié d'électricité » pour la gestion du réseau électrique, et d'autre part à la ville de Fès pour la gestion du réseau d'eau potable.

La dotation en capital de la Régie, à sa création, fut constituée par l'apport initial auquel se sont ajoutés la valeur des installations, du matériel et du stock remis par la ville ainsi que les fonds détenus pour le compte de celle-ci par l'ancien concessionnaire.

Par la suite, la RADEEF a été transformée en Régie Intercommunale suite à l'arrêté du Ministre de l'intérieur, portant autorisation de créer le nouveau syndicat des communes pour la gestion du Service de l'eau potable dans 19 communes.

La Régie est donc chargée d'assurer, à l'intérieur de son périmètre d'action, le service public de distribution d'eau et d'électricité, elle est également chargée de l'exploitation des captages et adductions d'eau appartenant à la ville.

A compter du 1er Janvier 1996, la RADEEF a été chargée de la gestion du réseau d'assainissement liquide de la ville de Fès en vertu de l'arrêté du Ministre de l'intérieur en Juin 1996 approuvant les délibérations du conseil de la Communauté Urbaine de Fès et des conseils communaux relevant de cette communauté, lesquelles délibérations ont chargé la RADEEF de la gestion du réseau d'assainissement liquide de la ville de Fès.

Par ailleurs, la RADEEF est assujettie au contrôle des finances de l'état en Novembre 2003 portant promulgation de la loi numéro 69-00 relative au contrôle financier de l'état sur les entreprises publiques et autres organismes.

Actuellement, la RADEEF assure la distribution de l'eau et de l'électricité ainsi que la gestion du réseau d'assainissement liquide l'intérieur de la ville de Fès et de la commune Ain Chkef. Elle est en outre chargée de la distribution de l'eau potable dans les communes urbaines de Sefrou et Bhalil ainsi que dans les communes rurales suivantes : Bir Tam-Tam, Ras Tabouda, Sidi Harazem, Ain Timgnai, Ouled Tayeb, Douar Ait Taleb et Douar Ait El Kadi.

Organigramme :

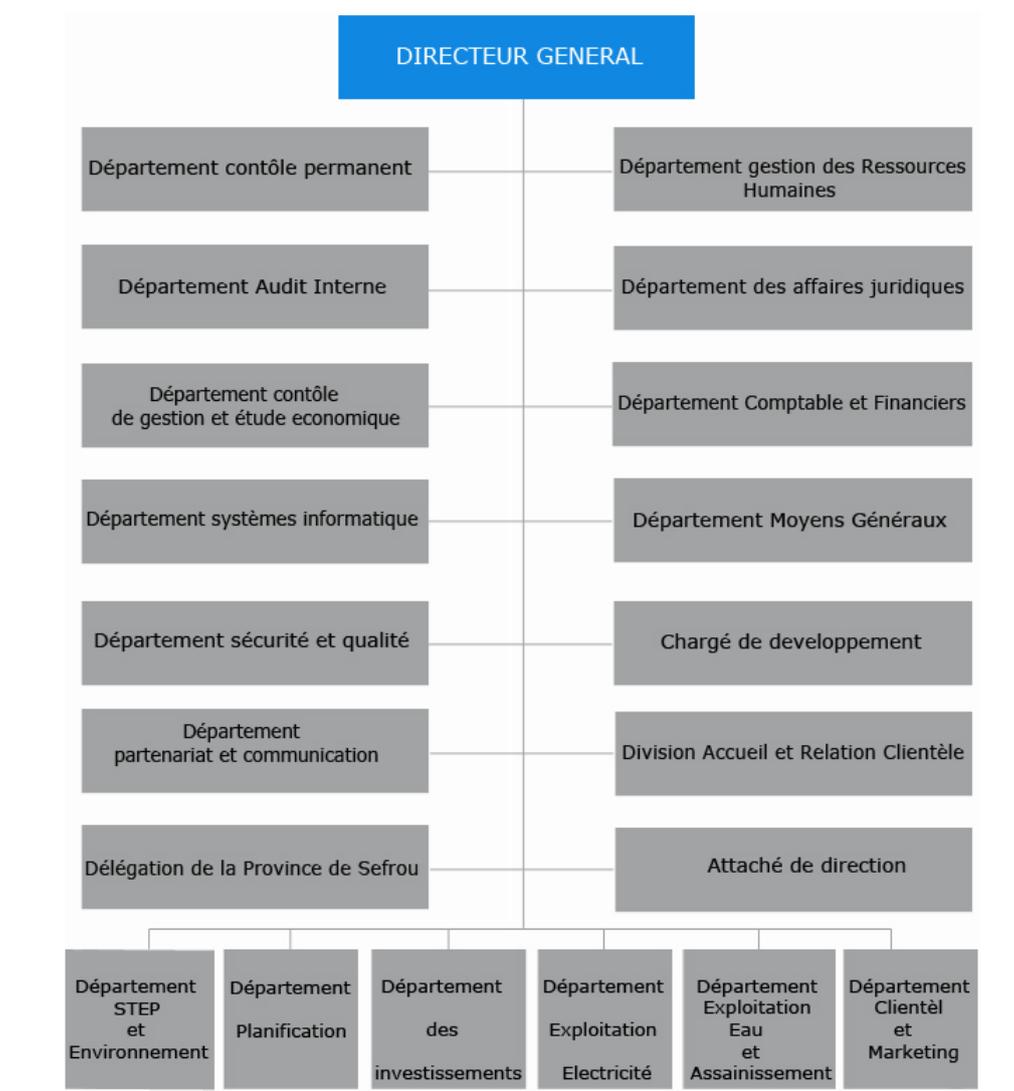


Figure 1 : Organigramme de la RADEEF

1.2 Objectifs d'étude :

Objectif général :

L'objectif de cette étude consiste à examiner la relation entre la consommation, d'électricité et d'eau, et le niveau social.

Objectifs spécifiques :

- Modéliser la consommation d'électricité et d'eau dans l'espace domestique, de différentes classes sociales.
- Etudier les différents déterminants de la consommation d'électricité et d'eau. Ceux-ci peuvent être décrits comme comportementaux (le comportement des ménages), physico techniques (le type de logement, surface de logement. . .), socio-économiques (le revenu familiale. . .), et l'équipement électroménager (télévision, sèche linge, climatiseur. . .).
- Examiner la relation de corrélation entre la consommation d'électricité et d'eau et les différents facteurs de consommations étudiés.

1.3 Problématique :

Collecte de données :

Les données de consommations d'électricité et d'eau ont été prises auprès du système WATERP ERP utilisé par la RADEEF.

Description des variables :

Les données relatives à la consommation annuelle d'électricité et d'eau de la totalité des ménages, qui proviennent du système WATERP, ont été rassemblées et réparties selon des classes représentant des niveaux sociaux.

Les données relatives au revenu moyen des ménages, nombre de personne par foyers, outils de consommations et surface des logements, ont été estimées et représentées sous forme d'intervalles.

Population étudiée :

On prend un échantillon de 100 foyers, choisi de divers quartiers de la ville de Fes, et on réalise une segmentation des ménages par rapport au type de foyers, pour pouvoir distinguer les niveaux de vie, décomposé ainsi :

- 20 villas.
- 20 Appartements haut standing.
- 30 Appartements économiques.
- 30 Logements sociaux.

Un foyer ayant une consommation inférieure ou égale au frais d'abonnement sera enlevée de l'échantillon, car les ménages qui n'ont pas été présents durant toute l'année à leur résidence, engendra un certain déséquilibre dans notre étude. Les données de consommations aberrantes ou ayant été établies par estimations pour des mois données ont aussi été éliminées en raison de la recherche de l'échantillon le plus cohérent possible.

Chapitre 2

Cadre Statistique lié au problème et modélisation.

2.1 Statistique descriptive

Introduction :

La statistique est la science dont l'objet est de recueillir, traiter et analyser les données issues de l'observation des phénomènes aléatoires, faire des prévisions et prendre des décisions à leurs sujets. En cela, la statistique reste l'outil essentiel pour la compréhension et la gestion des phénomènes complexes. Le point fondamental, est que les données recueillies sont entachées d'incertitude, et présentent des variations pour plusieurs raisons :

- Le déroulement des phénomènes n'est pas prévisible à l'avance avec certitude.
- Le déroulement des phénomènes n'est pas prévisible à l'avance avec certitude.
- Seuls quelques individus sont observés et on doit extraire les conclusions à toute une population.
- Toute mesure est entachée d'erreur.

Statistique à une variable :

Population – individu – échantillon statistique :

Population : ensemble d'individus.

Échantillon de taille n : ensemble de n individus tirés d'une population.

Caractère : un trait déterminé C , présent chez tous les individus d'une population.

Un caractère est quantitatif, s'il est mesurable.

Un caractère est qualitatif, s'il est repérable sans être mesurable.

Modalités : ce sont les différentes situations M_i possible d'un caractère.

Série statistique discrète - Série statistique continue :

Un caractère qui fait l'objet d'une étude statistique est également connu sous le nom de variable statistique.

Quand cette variable est quantitative, elle peut être discrète ou continue : elle est discrète si elle ne prend qu'un nombre fini ou dénombrable de valeurs.

Et lorsqu'elle peut prendre toutes les valeurs d'un intervalle fini ou infini, elle est dite continue.

Définition :

On appelle série statistique discrète, tout uplet (x_i, n_i) où n_i est le nombre d'individus de l'échantillon pour lesquels le caractère observé prend la valeur x_i observée.

De même, pour une série continue, c'est le uplet $([a_i, a_{i+1}[; n_i)$ ou n_i est le nombre d'individus de l'échantillon, pour lesquels le caractère observé prend une valeur comprise dans l'intervalle $[a_i, a_{i+1}[$.

Effectif – Fréquence :

Soit $(x_i, n_i)_{1 < i < p}$ (respectivement $([a_i, a_{i+1}[; n_i)$) une série statistique discrète, les valeurs x_i définissent une partition des individus de l'échantillon en classes disjointes.

n_i : effectif ou fréquence absolue.

$N = \sum_{i=1}^n n_i$: effectif total de la série.

$f_i = \frac{n_i}{N}$: fréquence relative.

$F_i = \sum_{i=1}^n f_i$: fréquence cumulée.

Indices de tendance centrale :

Soit $(x_i, n_i)_{1 < i < p}$ (respectivement $([a_i, a_{i+1}[; n_i)$) une série statistique.

Mode : on appelle mode (respectivement classe modale), toute valeur x_i (respectivement classe $[a_i, a_{i+1}[$), telle que la fréquence f_i correspondante est maximale.

La moyenne arithmétique d'une série discrète est égale à la somme de ces valeurs divisée par

leur nombre : $\frac{\sum_{i=1}^n n_i x_i}{N}$

Pour une série continue, on définit le centre d'une classe $[a_i, a_{i+1}[$ par : $x_i = \frac{a_i + a_{i+1}}{2}$ et donc sa

moyenne est le réel : $\frac{\sum_{i=1}^p n_i x_i}{N}$

Médiane : La médiane d'une série statistique est une valeur de la variable telle qu'il y ait autant d'observations ayant une valeur supérieure à la médiane que d'observations ayant une valeur inférieure à la médiane.

Indice de dispersion :

Soit $(x_i, n_i)_{1 < i < p}$ (respectivement $([a_i, a_{i+1}[; n_i)$) une série statistique.

L'étendue d'une série discrète est la différence entre la valeur maximale et la valeur minimale d'une série : c'est le réel $e = x_p - x_1$, et dans le cas d'une série continue, c'est le réel $e = a_{p+1} \sim a_1$.

la variance d'une série est une moyenne arithmétique des carrés des écarts à la moyenne :

$\text{var}(X) = \frac{\sum_{i=1}^p n_i (x_i - m_x)^2}{N}$

L'écart-type est la racine carré de la variance.

De même pour une série continue, avec $x_i = \frac{a_i + a_{i+1}}{2}$

Statistique à deux variables :

Une série statistique double, est une série pour laquelle on associe les valeurs de deux caractères X et Y.

Définition :

On appelle série statistique double discrète, tout uplet (x_i, y_i, n_{ij}) avec $1 \leq i \leq p$ et $1 \leq j \leq q$ n_{ij} : le nombre d'individus de l'échantillon pour lesquels les caractères X et Y valent respectivement x_i et y_j .

On appelle série marginale en X, la série $(x_i, n_i)_{1 \leq i \leq p}$ ou $n_i = \sum_{j=1}^q n_{ij}$ est le nombre d'individus pour lesquels le caractère X vaut x_i quelle que soit la valeur de Y.

On appelle de même, série marginale en Y, la série $(y_j, n_j)_{1 \leq j \leq q}$ ou $n_j = \sum_{i=1}^p n_{ij}$ est le nombre d'individus pour lesquels le caractère Y vaut y_j quelle que soit la valeur de X

Les effectifs $n_i, 1 \leq i \leq p$ (respectivement $n_j, 1 \leq j \leq q$) sont appelés effectifs marginaux en X (respectivement effectifs marginaux en Y).

Les fréquences $f_i = \frac{\sum_{j=1}^q n_{ij}}{\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q n_{i,j}}$; $1 \leq i \leq p$ (respectivement $f_j = \frac{\sum_{i=1}^p n_{i,j}}{\sum_{j=1}^q \sum_{i=1}^p n_{i,j}}$; $1 \leq j \leq q$) sont appelées fréquences marginales marginales en X (respectivement fréquences marginales marginales en Y).

Remarque : Pour des caractères X et Y continues, avec des valeurs rangées par classes, les conditions précédentes s'appliquent de la même manière.

Soit (x_i, y_i, n_{ij}) avec $1 \leq i \leq p$ et $1 \leq j \leq q$ une série statistique double discrète.

On désigne par m_x et m_y , les moyennes des séries marginales en X et Y.

En posant $N = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q n_{i,j}$; $m_x = \frac{\sum_{i=1}^p x_i}{N}$; $m_y = \frac{\sum_{j=1}^q y_j}{N}$.

De même, on désigne par : $\text{var}(X) = \frac{\sum_{i=1}^p n_i x_i^2}{N} - \left(\frac{\sum_{i=1}^p n_i x_i}{N}\right)^2$ Et

$\text{var}(Y) = \frac{\sum_{j=1}^q n_j y_j^2}{N} - \left(\frac{\sum_{j=1}^q n_j y_j}{N}\right)^2$ les variances des séries marginales en X et en Y.

2.2 Corrélation et régression

Concept de corrélation :

L'objectif est d'analyser un ensemble de données en paire et de déterminer s'il y a une association entre deux variables. Par exemple : poids et taille d'individus. En statistique une telle relation est appelée corrélation.

La corrélation linéaire est étudiée par :

- Un diagramme de dispersion qui est un graphique, appelé aussi nuage de points.
Apparence : Le nuage de points indique le degré de corrélation entre deux ou plusieurs variables liées. Chaque unité représente un point dans le nuage.
Les valeurs sur les deux axes sont numériques. Le diagramme positionne les données comme des ensemble paires de X et de Y. Chaque point est donc positionné en fonction de deux valeurs. Les points sont de même taille, quelle que soit leur valeur et sont affichés à des intervalles irréguliers.
- Le coefficient de corrélation linéaire qui est une mesure de la direction et de l'intensité de l'association linéaire entre deux variables.

Conditions d'application de la corrélation et de la régression linéaire simple :

- Indépendance des observations.
- Liaison linéaire entre X et Y :
Avant d'appliquer le test du coefficient de corrélation ou d'estimer la droite de régression, il faut vérifier empiriquement (graphiquement) que la liaison entre les deux variables est de nature linéaire.
A défaut, l'interprétation du test du coefficient de corrélation ou du test de la pente de la droite de régression peut être erronée.
- Distribution conditionnelle normale et de variance constante :
Distribution de Y normale et de variance constante pour chaque valeur de X (difficilement vérifiable en pratique).

Cas 1 : Coefficient de corrélation nul Pente de la droite de régression nulle :

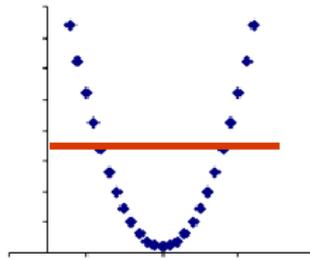


La nature de la liaison est linéaire (le nuage de points est résumé au mieux par une droite horizontale d'équation $y = a$).

La condition d'application est vérifiée, il est donc possible d'utiliser le coefficient de corrélation et la régression linéaire simple pour quantifier la liaison entre les deux variables.

→ X et Y sont indépendantes (Y constant quelle que soit la valeur de X).

Cas 2 : Coefficient de corrélation nul Pente de la droite de régression nulle :

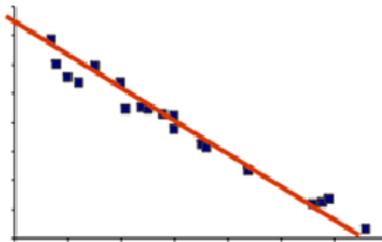


Il existe une liaison entre X et Y mais cette liaison n'est pas linéaire : Y varie avec les valeurs de X, (Le nuage de points n'est pas résumé au mieux par une droite mais plutôt par une fonction quadratique).

La condition d'application n'est pas vérifiée

il ne faut pas utiliser le coefficient de corrélation ni la régression linéaire simple pour quantifier la liaison entre les deux variables.

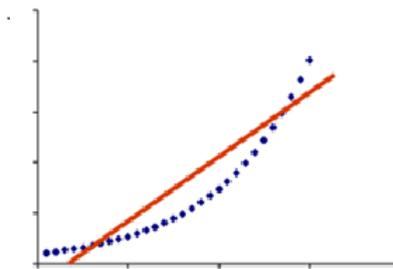
Cas 3 : Coefficient de corrélation non nul Pente de la droite de régression non nulle.



La nature de la liaison est linéaire. (Le nuage de points est résumé au mieux par une droite d'équation $y = a + b$).

La condition d'application est vérifiée, et il est donc possible d'utiliser le coefficient de corrélation et la régression linéaire simple pour quantifier la liaison entre les deux variables (conclusion. → Il existe une liaison linéaire entre X et Y.

Cas 4 : Coefficient de corrélation non nul Pente de la droite de régression non nulle.



La nature de la liaison n'est pas linéaire (le nuage de points n'est pas résumé au mieux par une droite mais plutôt par une fonction exponentielle).

La condition d'application n'est pas vérifiée.

Il ne faut pas utiliser le coefficient de corrélation ni la régression linéaire simple pour quantifier la liaison entre les deux variables.

Les types de relations entre deux caractères quantitatifs :

Intensité de la relation :

Une relation est forte si les unités ayant des valeurs voisines sur X ont également des valeurs voisines de Y.

X_i proche de $X_j \rightarrow Y_i$ proche de Y_j .

→ Le nuage de points prend alors la forme d'une ligne ou d'une courbe dont les points s'écartent peu.

Une relation est faible si les unités ayant des valeurs voisines sur X, peuvent avoir des valeurs éloignées sur Y, c'est-à-dire, deux valeurs proches de X peuvent correspondre à deux valeurs très différentes de Y.

→ Le nuage de point n'a pas la forme d'une ligne ou d'une courbe.

Une relation est nulle, si les valeurs de X ne permettent aucunement de prédire les valeurs de Y.

→ Le nuage de point a la forme d'un carré, d'un cercle ...

Le sens de la relation :

Une relation monotone est positive, si les deux caractères varient dans le même sens, La bande de points va de la gauche inférieure à la droite supérieure.

$X_i > X_j \rightarrow Y_i > Y_j$

Une relation monotone est négative si les deux caractères varient en sens inverse. La bande de points va de la gauche supérieure à la droite inférieure.

$X_i > X_j \rightarrow Y_i < Y_j$

Coefficient de corrélation :

Si $0.0 < r < 0.5$: Très faible

Si $0.5 < r < 0.7$: Faible

Si $0.7 < r < 0.8$: Modéré

Si $0.8 < r < 0.9$: Élevé

Si $0.9 < r < 1$: Très élevé

Covariance :

— C'est la variance conjointe de deux variables X et Y : $\text{cov}(X, Y) = \frac{\sum_{i=0}^N (X_i - m_x)(Y_i - m_y)}{N}$

— Cas particulier : $X = Y \rightarrow \text{cov}(X, Y) = \text{cov}(X, X) = \text{var}(X)$

$$\text{cov}(X, X) = \frac{\sum_{i=0}^N (X_i - m_x)(X_i - m_x)}{N} = \frac{\sum_{i=0}^N (X_i - m_x)^2}{N} = \text{var}(X)$$

— Si X et Y sont indépendantes :

Cas particulier : Y constant quelle que soit la valeur de X.

$$\text{cov}(X, Y) = \frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \mu_X)(Y_i - \mu_Y)}{N} = 0$$

0 car $Y_i = \text{constante} = \mu_Y$

— Equivalent de la formule de Huyghens pour la covariance : $\text{cov}(X, Y) = \frac{\sum_{i=0}^N X_i Y_i - \frac{(\sum_{i=0}^N X_i)(\sum_{i=0}^N Y_i)}{N}}{N}$

Coefficient de corrélation et interprétation :

Le coefficient de corrélation entre deux variables quantitatives X et Y est égal au rapport de la covariance de X et Y divisé par le produit des écart-types de X et Y.

Le coefficient de corrélation est noté ρ dans la population.

$$\rho = \frac{\text{cov}(X, Y)}{\sqrt{\text{var}(X)\text{var}(Y)}} \text{ Avec } -1 \leq \rho \leq 1$$

Interprétation du coefficient de corrélation :

1. X et Y indépendantes :

Y : fluctue autour d'une constante quelle que soit la valeur de X.

Nuage de points horizontal.

$$\text{cov}(X, Y) = 0.$$



$\rho = 0$

$$\rho = \frac{\text{cov}(X, Y)}{\sqrt{\text{var}(X)\text{var}(Y)}} = 0$$

2. X et Y corrélées :

Liaison linéaire croissante entre X et Y $\text{cov}(X, Y) > 0$.



$\rho > 0$

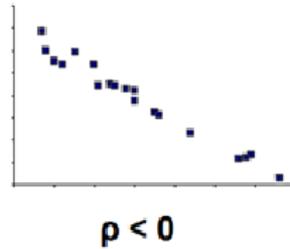
$$\rho = \frac{\text{cov}(X, Y)}{\sqrt{\text{var}(X)\text{var}(Y)}} > 0$$

NB : si $Y = X \rightarrow \text{cov}(X, Y) = \text{var}(X)$ et $\text{var}(Y) = \text{var}(X) \rightarrow \rho = 1$

3. X et Y corrélées :

Liaison linéaire décroissante entre X et Y.

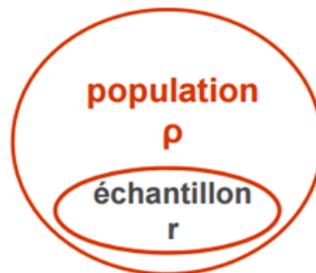
$\text{cov}(X, Y) < 0$.



$$\rho = \frac{\text{cov}(X, Y)}{\sqrt{\text{var}(X)\text{var}(Y)}} < 0$$

NB : si $Y = -X \rightarrow \text{cov}(X, Y) = -\text{var}(X)$ et $\text{var}(Y) = \text{var}(X) \rightarrow \rho = -1$

Estimation du coefficient de corrélation :



- Le coefficient de corrélation estimé sur un échantillon issu d'une population est noté r.
- Il s'interprète comme le coefficient de corrélation mesuré sur la population.
- Il est calculé à partir des estimations de la covariance et des variances de X et de Y sur l'échantillon.

$$\text{cov}(X, Y) = \frac{\sum_{i=1}^N (X_i - m_x)(Y_i - m_y)}{N-1}; s_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - m_x)^2}{N-1}; s_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - m_y)^2}{N-1}$$

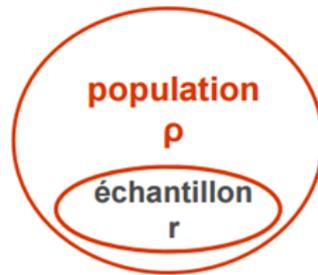
Par simplification des (n-1) au dénominateur de la covariance et de la variance de X et de la variance de Y, on obtient l'expression de l'estimateur du coefficient de corrélation r à partir d'un échantillon :

$$r = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - m_x)(y_i - m_y)}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - m_x)^2 \sum_{i=1}^N (y_i - m_y)^2}}$$

Par simplification des (n-1) au dénominateur de la formule de Huyghens de la covariance et de la variance de X et de Y, on obtient une autre expression de l'estimateur du coefficient de corrélation r à partir d'un échantillon :

Test du coefficient de corrélation :

Après le calcul du coefficient de corrélation r estimé sur un échantillon, il faut déterminer si le coefficient de corrélation ρ est significativement différent de zero.



$$r \simeq \rho$$

Hypothèses :

$$H_0 : \rho = 0$$

(absence de liaison [linéaire] entre X et Y).

$$H_1 : \rho \neq 0$$

(existence d'une liaison entre X et Y).

Sous l'hypothèse nulle (H_0 :

Le rapport d'estimateur du coefficient de corrélation r sur son écart type suit une loi de Student à $(n-2)$ degrés de liberté. n est l'effectif de l'échantillon.

$$\frac{r}{s_r} \rightarrow t_{n-2ddl}$$

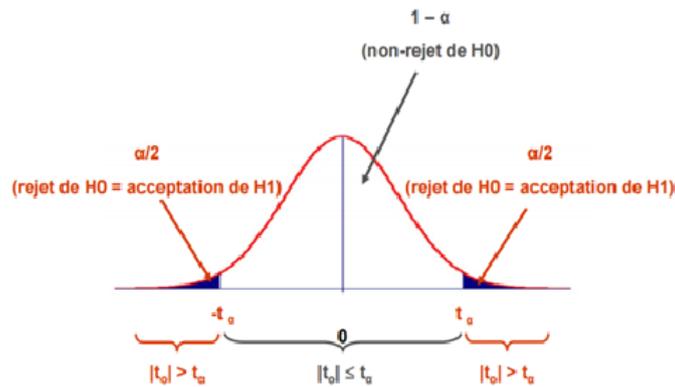
L'estimateur de l'écart-type du coefficient de corrélation est égal à :

$$\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}$$

Le test du coefficient de corrélation consiste à calculer la grandeur t_0 et à la comparer à la valeur seuil t_α sur la table de la loi de Student à $(n-2)$ degrés de libertés : $t_0 = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$

Conditions d'application :

- Indépendance des observations.
- Liaison linéaire entre X et Y.
- Distribution conditionnelle normale et de variance constante.



Régression linéaire simple.

Soit la situation où nous observons bel et bien une corrélation significative entre un échantillon Y et un échantillon X. L'étape suivante est de quantifier la relation. Par exemple, pour chaque changement d'une unité en X, de combien change la valeur attendue en Y ?

Régression linéaire simple :

La régression s'adresse à un type de problème où les deux variables quantitatives continues X et Y ont un rôle asymétrique : la variable Y dépend de la variable X. La liaison entre la variable Y dépendante et la variable X indépendante peut être modélisée par une fonction de type $Y = \alpha + \beta X$, représentée graphiquement par une droite.

$$Y = \alpha + \beta X$$

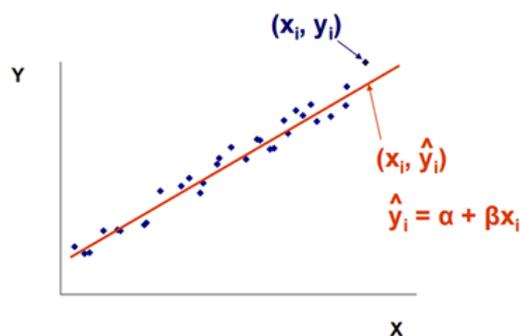
Y : variable dépendante (expliquée).

X : variable indépendante (explicative).

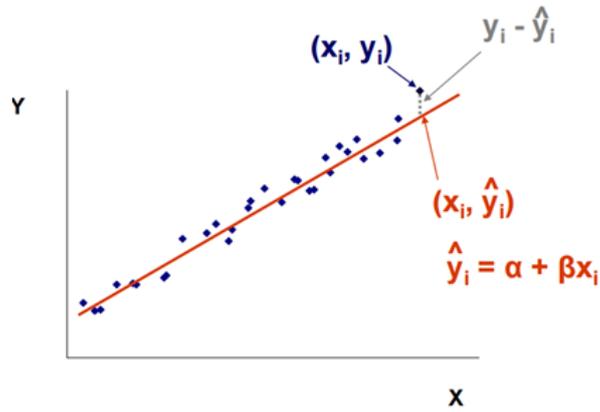
α : ordonnée à l'origine (valeur de Y pour $x = 0$).

β : pente (variation moyenne de la valeur de Y pour une augmentation d'une unité de X).

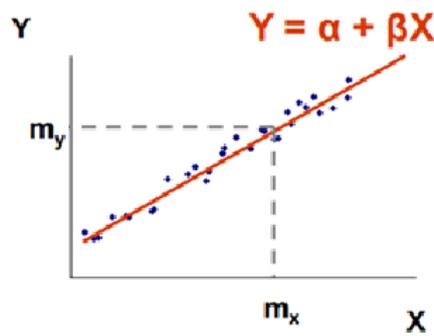
Estimation par la méthode des moindres carrés.



La droite de régression $Y = \alpha + \beta X$ est la droite qui résume le mieux le nuage de points. Intuitivement, il s'agit de la droite dont les points du nuage sont en moyenne les plus proches (c'est-à-dire la droite qui passe à la plus faible distance de chaque point du nuage, en moyenne).



La distance d'un point à la droite est la distance verticale entre l'ordonnée du point observé (y_i) et l'ordonnée du point correspondant sur la droite (\hat{y}_i). Cette distance d'un point à la droite ($y_i - \hat{y}_i$) peut être positive ou négative et la somme des distances à la droite s'annule. Pour s'affranchir du signe, on calcule la somme des carrés des distances de chaque point à la droite. La droite de régression est la droite qui minimise la somme des carrés des écarts. Elle est aussi appelée droite des moindres carrés.

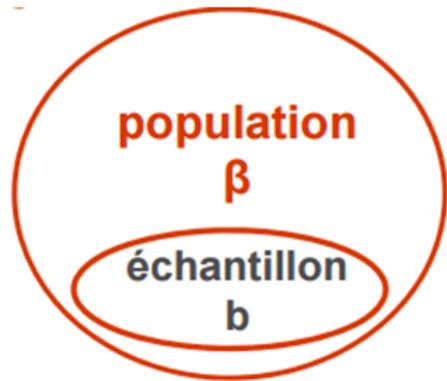


Une particularité de la droite de régression est de passer par le point moyen théorique de coordonnées (m_x, m_y) . a et b sont les estimations de l'ordonnée à l'origine α et de la pente β de la droite de régression. L'estimation de la pente de la droite de régression b est égale au rapport de la covariance de X et Y sur la variance de X .

$$b = \frac{\text{cov}(X,Y)}{\text{var}(X)}; b = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - m_x)(y_i - m_y)}{\sum_{i=1}^N (x_i - m_x)^2}$$

L'estimateur de l'ordonnée à l'origine a est déduit de la pente b et des coordonnées du point moyen (m_x, m_y) : $a = m_y - b m_x$

Test de la pente de la droite de régression :



$$b \simeq \beta$$

La droite de régression d'équation $Y = \alpha + \beta X$ comporte deux paramètres (α et β).

L'hypothèse nulle est que la pente β de la droite de régression de Y en X est égale à 0 (soit Y est égal à α , c'est-à-dire que la droite de régression est horizontale et qu'il n'y a pas de liaison entre X et Y).

Sous l'hypothèse nulle (H_0) : Le rapport de l'estimateur de la pente b sur son écart-type suit une loi de Student à $(n-2)$ degrés de liberté. n est l'effectif de l'échantillon.

$$H_0 : \beta = 0$$

(droite de régression horizontale : $Y = \alpha$)

$$H_1 : \beta \neq 0$$

$$\frac{b}{S_b} \rightarrow t_{(n-2)ddl}$$

L'estimateur de l'écart-type de la pente est égal à : $S_b = \sqrt{\frac{\frac{S_y^2}{S_x^2} - b^2}{n-2}}$

Le test de la pente consiste à calculer la grandeur t_0 et à la comparer à la valeur seuil t_α sur la table de la loi de Student à $(n-2)$ degrés de libertés : $t_0 = \frac{b}{\sqrt{\frac{\frac{S_y^2}{S_x^2} - b^2}{n-2}}}$

Conditions d'application :

- indépendance des observations.
- liaison linéaire entre X et Y
- distribution conditionnelle normale et de variance constante.

2.3 Modèle mathématique :

Dans une population donnée, supposons qu'on dispose de M foyers réparties selon N classes des niveaux sociaux.

Soit N : l'effectif total de la population.

Et n_j : l'effectif de de la j ème classe.

On définit ainsi la fréquence relative à la classe j par : $f_j = \frac{n_j}{N}$.

Analyse comparative :

Soient C_1 : la consommation moyenne mensuelle de la première classe.

C_2 : la consommation moyenne mensuelle de la deuxième classe.

.

.

C_n : la consommation moyenne mensuelle de la n ème classe.

On désigne par $C = \sum_{i=1}^n C_i$, la consommation totale de toute les classes étudiées.

Ainsi on calcule pour chaque classe, la ration de consommation par rapport à la consommation totale C :

$$\rightarrow \frac{C_1}{C}$$

$$\rightarrow \frac{C_2}{C}$$

.

.

$$\rightarrow \frac{C_n}{C}$$

La relation entre la consommation et les outils d'électroménagers utilisés par ménages :

Soit N_o : le nombre d'appareils utilisés par foyer.

Supposons qu'on choisie d'étudier la disponibilité de m outils d'électroménagers dans les ménages.

On pose

$$r_i = \begin{cases} 1 & \text{si le } i \text{ ème appareil est disponible} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

On a donc $N_o = \sum_{i=1}^m r_i$

N_o prend donc les valeurs de 1 à m

Soit C_1 : la consommation moyenne des foyers ayant un seul appareil d'électroménagers.

C_2 : la consommation moyenne des foyers ayant deux appareils d'électroménagers.

.

.

.

C_m : la consommation moyenne des foyers ayant m appareils d'électroménagers.

Ainsi, en faisant une répartition de la consommation selon les nombre d'outils utilisés, on pourra examiner la relation entre la consommation et ces outils.

Le rapport entre le coût de consommation d'eau et celui d'électricité :

Soient coût_{eau} : le coût de consommation d'eau mensuelle en Dhs.

Et coût_{elec} : le coût de consommation d'électricité mensuelle en Dhs.

On calcule pour chaque classe le rapport : $r = \frac{\text{coût}_{eau}}{\text{coût}_{elec}}$, et on le compare par rapport aux différentes classes.

Le rapport entre le salaire et le coût de consommation d'eau et d'électricité :

Par estimation des salaires des secteurs étudiés, on définit la relation joignant le coût, d'électricité et d'eau, et le salaire par :

$$r = \frac{\text{coût}_{elec} + \text{coût}_{eau}}{\text{salaire}_{estime}} .$$

Ainsi on calcule ce coefficient et on le compare par rapport aux différentes classes étudiées.

Calcul des moyennes de consommations :

Soit $X_{i,j}eau$: variable aléatoire de consommation d'eau du foyer i correspondant à la classe j .

Et $X_{i,j}elec$: variable aléatoire de consommation d'électricité du foyer i correspondants à la classe j .

On calcule pour chacune des classes étudiées les moyennes de ces deux variables, dans différents cas :

$E[X_j(k)]$: la moyenne de consommation du mois k qui varie de 1 à 12, de la j ème classe.

$E[X_j(i, k)]$: la moyenne de consommation de chaque foyer i , $i \in 1, 2, 3, \dots, M$ pour tout k variant de 1 à 12.

$E[X_k(i, j)]$: la moyenne de consommation d'un mois donné k , pour tous les foyers i des différentes classes j .

$E[X_{i,j}(k)]$: la moyenne de consommation d'un foyer i , appartenant à la classe j de tous les mois k .

la relation entre le poids et la consommation moyenne d'une classe :

Soit $P_j = \frac{n_j}{N}$: le poids de la classe j.

et $C_{M,j}$: la consommation moyenne mensuelle de la classe j.

Lemme :

$$\tilde{C}_j = P_j \times C_{M,j} = \frac{\sum_{k=1}^{12} \sum_{i=1}^{n_j} C_{i,j,k}}{12 \times N}$$

Démonstration :

Soit $C_{M,j,k} = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} C_{i,j,k}}{n_j}$ la consommation moyenne du mois k, de la j ème classe.

On a donc : $C_{M,j} = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} C_{i,j,k}}{12 \times n_j}$ la consommation moyenne mensuelle de la j ème classe.

$$\text{D'où : } \tilde{C}_j = P_j \times C_{M,j} = \frac{n_j}{N} \times C_{M,j} = \frac{\sum_{k=1}^{12} \sum_{i=1}^{n_j} C_{i,j,k}}{12 \times N}$$

Ainsi, on calcule le rapport $\tilde{C} = C_{M,j} \times P_j$ pour la consommation d'électricité et d'eau, dans les différentes classes.

Chapitre 3

Analyse de données :

3.1 Analyse descriptives de consommations d'électricité et d'eau des différentes classes :

A. Consommation d'électricité

On commence par présenter les effectifs de chaque classe étudiée, ainsi que les consommations maximales et minimales correspondantes.

classe	effectif	fréquence	max	min
villa	20	0,2	2215,00	227,92
App H.S	20	0,2	1154,58	257,00
App Eco.	30	0,3	243,50	48,50
Log soc.	30	0,3	167,50	11,83

Tableau 1 :Statistique de la consommation d'électricité

Indices de tendances centrales :

On passe aux indices de tendance centrale qui essayent de donner la valeur la plus représentative de l'ensemble des valeurs prises en compte.

classe	Moyenne	Médiane	Mode
villa	1135,76	1084,08	425,7520
App H.S	558,65	485,46	—
App Eco	148,38	152,00	—
Log soc.	54,98	48,96	47,67

Tableau 2 :Indice de tendance centrale

On observe qu'il y a un grand écart entre les moyennes des quatre classes, en particulier, la consommation moyenne des villas est vingt fois celle des logements sociaux.

Indices de dispersion :

On calcule d'autres indices qui nous renseignent sur la dispersion des valeurs autour de la valeur centrale.

classe	Etendue	Variance	Ecart-type	1er Quartile	3eme Quartile
villa	1987,08	440473,74	663,68	571,67	1644,52
App H.S	897,58	65804,02	256,52	393,02	645,38
App Eco	195,00	3085,00	55,54	105,40	188,65
Log soc.	155,67	803,71	28,35	41,60	61,50

Tableau 3 :Indice de dispersion

On peut voir que les valeurs de la consommation d'électricité varient grandement autour de la valeur moyenne, surtout pour la classe des villas et des appartements haut standing, vient après le secteur économique et social. De plus, en calculant les quartiles, on observe la valeur pour laquelle 25% des consommations des foyers est en dessous(1er quartile), et celle pour laquelle 75% est en dessus, pour chaque classe étudiée(3ème quartile).

B. Consommation d'eau :

On établie les mêmes étapes d'analyse descriptive de la consommation d'eau pour les quatre classes étudiées.

classe	effectif	fréquence	max	min
villa	20	0,2	71,33	3,25
App H.S	20	0,2	72,92	10,17
App Eco.	30	0,3	21,25	3,17
Log soc.	30	0,3	12,25	1,67

Tableau 4 : Statistique de la consommation d'eau

Indices de tendance centrale :

classe	Moyenne	Médiane	Mode
villa	36	33,46	31,33
App H.S	27	23,67	72,92
App Eco	12	10,83	19,17
Log soc.	5	4,08	4,08

Tableau 5 :Indice de tendance centrale

On observe qu'il n'y a pas une énorme différence entre les moyennes de consommation d'eau dans les quatre classes, comme celle d'électricité. En effet, les villas consomment en moyenne $36 m^3$ d'eau par mois, viennent après les appartements haut standing avec $27 m^3$, ensuite le secteur économique avec $12 m^3$, et enfin les logements sociaux avec $5m^3$ en moyenne.

Indices de dispersion :

classe	Etendue	Variance	Ecart-type	1er Quartile	3eme Quartile
villa	68,08	433,25	20,81	26,42	49,31
App H.S	62,75	291,32	17,07	21,29	26,13
App Eco	18,08	26,25	5,12	8,25	16,42
Log soc.	10,58	6,47	2,54	2,94	5,40

Tableau

6 :Indice de dispersion

On remarque que les valeurs de consommation varie peu autour de la valeur centrale, selon les différentes classes, et par rapport à la consommation d'électricité.

3.2 Répartition de la consommation d'électricité selon le type de logement :

L'intérêt de cette section est de d'étudier les variations de la consommation d'électricité par rapport au type de logement. Ainsi le tableau suivant donne les rations de l'électricité pour chaque secteur, et le graphique 2 représente la répartition de cette consommation selon le type de logement.

Type de logement	Consommation moyenne d'électricité en kWh	Pourcentage
Villa	1136	59,85
App H.S	559	29,44
Appt Eco	148	7,82
Log Social	55	2,90
TOTAL	1897,76	

Tableau 7 : Ration de consommation d'électricité par secteur

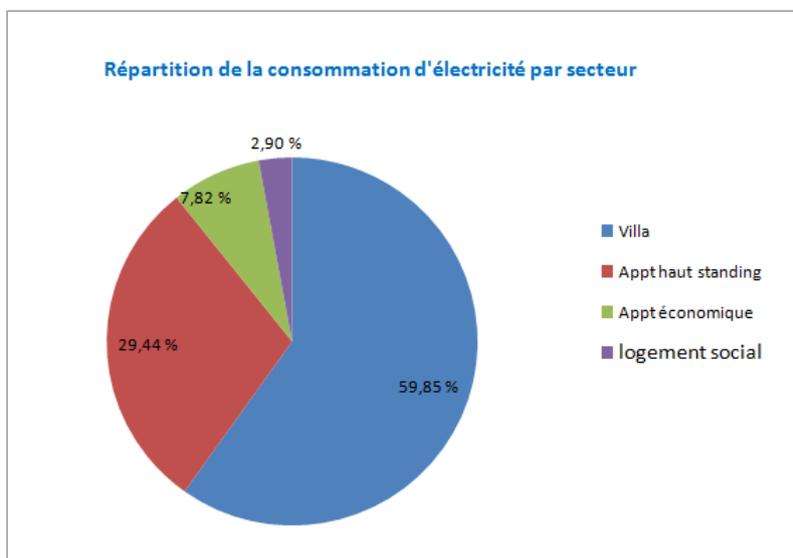


Figure 2 : Répartition de la consommation d'électricité selon le type de logement

On observe que la classe des villas occupe 60% de la consommation totale, viennent après les appartements haut standing avec 29 %.

Les 10 % qui restent, sont partagés entre les logements économiques et sociaux avec chacun, un pourcentage de 8 % et 3 % respectivement.

3.3 Répartition de la consommation d'eau selon le type de logement :

On s'intéresse ici à la demande en eau dans les quatre secteur étudiés, le tableau 8 donne les rations de consommation et le graphique suivant représente sa répartition selon le type de logement.

Type de logement	Consommation moyenne d'eau en m_3	Pourcentage
Villa	36	45,00
App H.S	27	33,75
Appt Eco	112	15,00
Log Social	5	6,25
TOTAL	80	

Tableau 8 : Ration de consommation d'eau par secteur

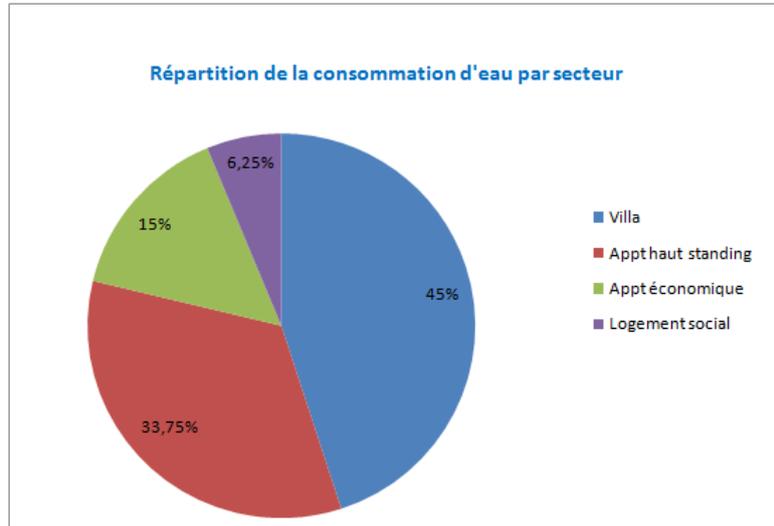


Figure 3 : Répartition de la consommation d'eau selon le type de logement

Pour la consommation d'eau, on observe que la classes des villas, compte pour près de 45% de la totalité, mais pas avec la même intensité que celle de l'électricité.

Et pour les autres classes, on remarque que leurs pourcentages augmentent peu, par rapport à la consommation d'électricité, tel que les appartements haut standing occupent 34% de la consommation totale, vient après la classes économique avec un pourcentage de 15%, et enfin les logements sociaux avec 6%.

3.4 Répartition de la consommation par rapport à la surface des ménages :

Par estimation des surfaces des ménages correspondants aux secteurs étudiés, on répartie la consommation d'électricité et d'eau par rapport à la surface des ménages.

Surface en m^2	Consommation d'électricité en kWh
[40,55]	55
[60 ,90]	148
[100,290]	559
[800 ,1500]	1136

Tableau 9 : Consommation d'électricité en kWh selon les surfaces estimées

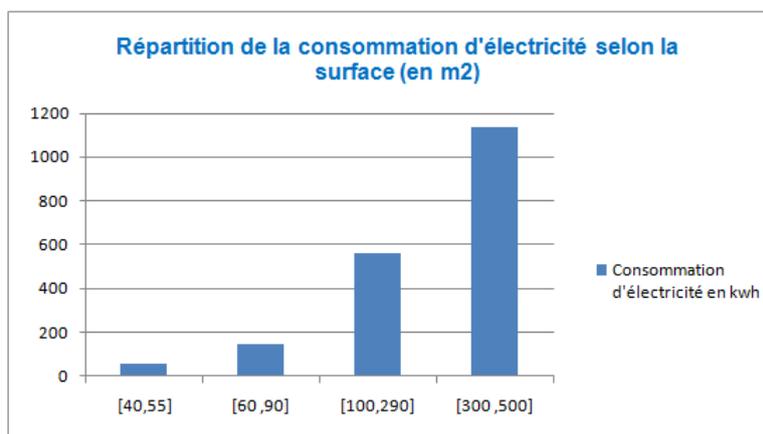


Figure 4 : Répartition de la consommation d'électricité selon la surface des ménages

Surface en m^2	Consommation d'eau en m^3
[40,55]	5
[60,90]	12
[100,290]	27
[800,1500]	36

Tableau 10 : Consommation d'eau en kWh selon les surfaces estimées

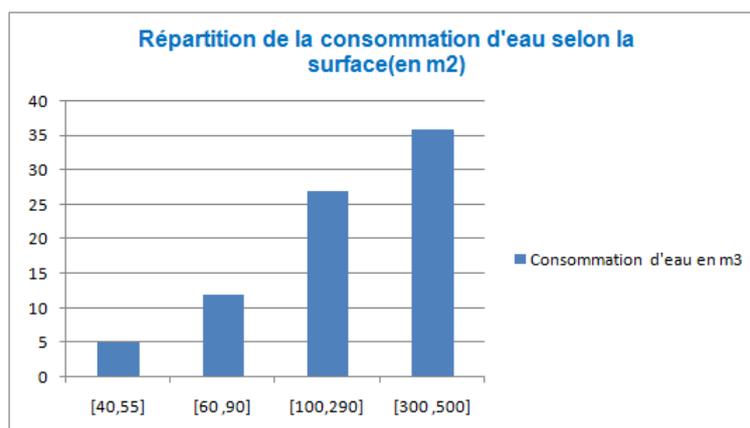


Figure 5 : Répartition de la consommation d'eau selon la surface des ménages

Les graphiques au-dessus illustrent la répartition de la consommation d'électricité et d'eau selon la surface des foyers, pour chaque classe.

On peut donc voir que plus la surface des logements est grande, plus la consommation d'électricité et d'eau est importante.

3.5 Répartition de la consommation selon les salaires des ménages :

On établit une estimation d'intervalles de salaire pour chaque classe, pour examiner l'évolution de la consommation selon les salaires dédiés aux secteurs étudiés.

Salaire en Dhs	Consommation d'électricité en kwh
[1500,2500]	55
[5000 ,15000]	148
[15000,30000]	559
[30000,150000]	1136

Tableau 11 : Consommation d'électricité selon les salaires estimés

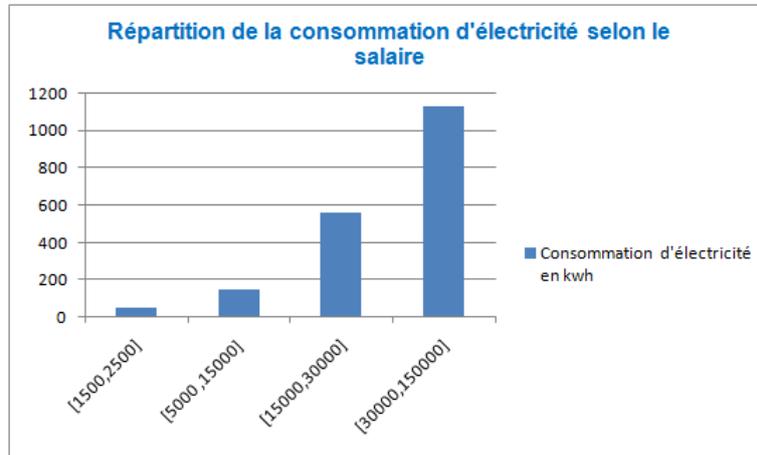


Figure 6 : Répartition de la consommation d'électricité selon le salaires

Salaire en Dhs	Consommation d'eau en m^3
[1500,2500]	36
[5000 ,15000]	27
[15000,30000]	12
[30000,150000]	5

Tableau 12 : Consommation d'eau selon les salaires estimés

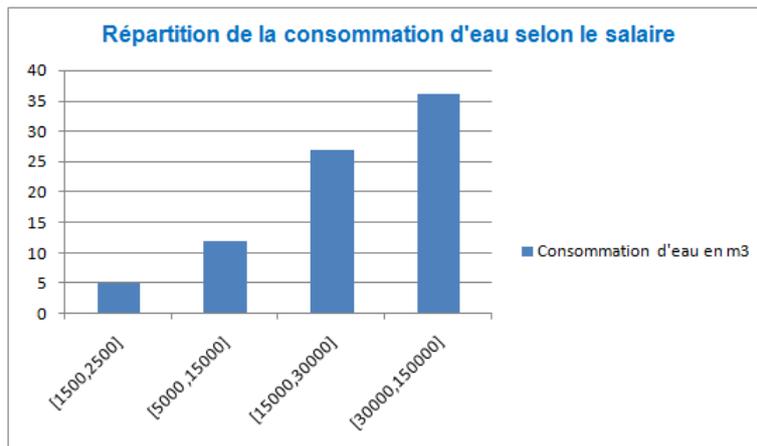


Figure 7 : Répartition de la consommation d'eau selon le salaire

En ce qui concerne le salaire moyen des familles par secteurs, on peut aussi voir que la consommation évolue grandement avec l'augmentation des salaires correspondants aux différentes classes, pour l'électricité comme pour l'eau.

3.6 La répartition de la consommation selon les outils de consommation utilisés :

Pour estimer les nombre d'outils de consommation pour chaque foyer, on procède par une segmentation des ménages à partir de leur structure de consommation.

Répartition de la consommation d'électricité selon les outils d'électroménagers utilisés :

Le tableau suivant donne la segmentation réalisée pour la consommation d'électricité selon les outils électroménagers utilisés, et le graphique 8, représente la courbe la plus appropriée trouvée.

Nombre d'outils	Consommation d'électricité en kWh
1	25
2	49
3	74
4	130
5	212
6	423
7	665
8	1572

Tableau 13 : Consommation d'électricité selon le nombre d'appareils utilisés

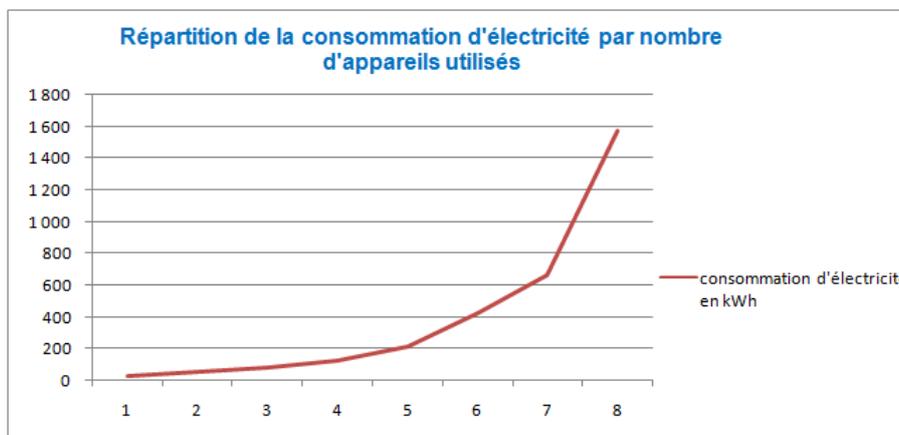


Figure 8 : Répartition de la consommation d'électricité par nombre d'appareils utilisés

Interprétation :

On observe que la consommation d'électricité évolue grandement, avec le nombre d'outils utilisés par foyers. La nature de la liaison n'est pas linéaire, le nuage de points est sous forme d'une fonction exponentielle.

On ne peut donc pas utiliser le coefficient de corrélation ni la régression linéaire simple pour quantifier la liaison entre ces deux variables.

Répartition de la consommation d'eau selon les outils d'électroménagers utilisés :

Les mêmes calculs ont été réalisés afin de pouvoir expliciter l'évolution de la consommation d'eau selon les outils d'électroménagers utilisés.

Nombre d'outils	Consommation d'eau en m^3
1	4
2	5
3	6
4	13
5	16
6	23
7	25
8	47

Tableau 14 : Consommation d'eau selon le nombre d'appareils utilisés

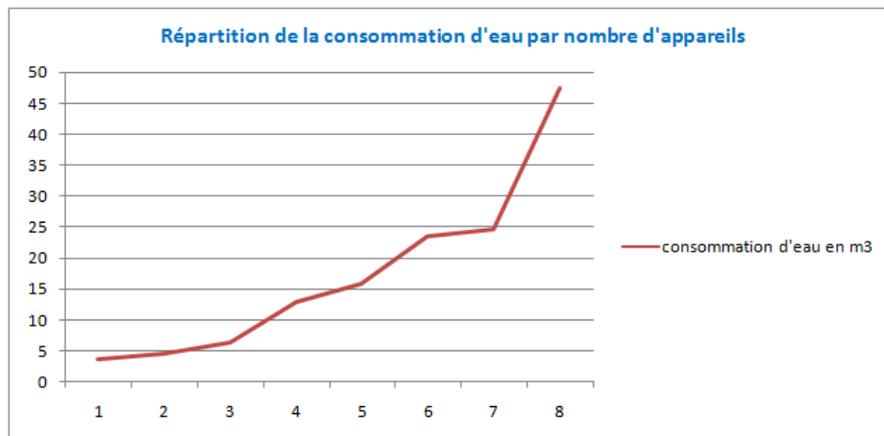


Figure 9 : Répartition de la consommation d'eau par nombre d'appareils utilisés

On peut voir aussi que plus on augmente le nombre d'outils utilisé, la consommation d'eau est en croissance mais pas de la même intensité que celle d'électricité.

3.7 la corrélation entre la consommation et les différentes variables :

On choisie un échantillon représentatif de dix foyers correspondant au secteur économique, et on étudie la relation de corrélation entre la consommation, d'électricité et d'eau, et les différents facteurs.

X la variable expliquée : elle caractérise la consommation (d'électricité ou d'eau).

Y la variable explicative : elle caractérise ou bien les outils de consommation, le nombre de personne par foyer, ou le salaire.

Corrélation entre la consommation d'électricité et la les outils de consommations :

On cherche à examiner le lien qu'il peut exister entre la consommation d'électricité (X), et le nombre d'outils électroménagers par foyer (Y).

Ainsi, le tableau suivant donne les valeurs prises des deux variables étudiées de notre échantillon, et le graphique d'après permet de déterminer la direction qu'une variable prend lorsqu'un

changement affectant une autre variable survient.

Foyer	X_i	Y_i
1	167	4
2	175	5
3	148	4
4	103	3
5	130	4
6	127	4
7	76	3
8	191	6
9	172	5
10	117	4
Moyenne	141	4
Ecart-type	36,37	0,92
coefficient de corrélation	0,89	

Tableau 15 : Corrélation entre la consommation d'électricité et les outils électroménagers

Le nuage de points :

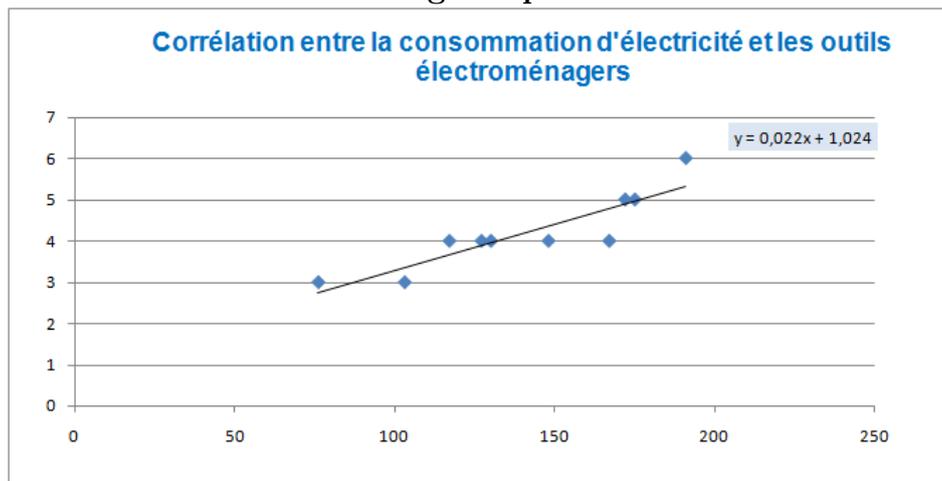


Figure 10 : Corrélation entre la consommation d'électricité et les outils électroménagers

interprétation :

On remarque que les points sont regroupés près d'une ligne qui va du coin inférieur gauche au coin supérieur droit du diagramme, la relation entre les deux variables est donc forte et positive. De plus, en calculant le coefficient de corrélation, on trouve que $r_{xy} = 0,9$
 → Ce qui assure qu'il existe une relation de corrélation entre la consommation d'électricité et les outils d'électroménagers utilisés par foyer.

Test sur le coefficient de corrélation de Pearson :

Pour tester si ce coefficient est significatif, on pose en fait l'hypothèse nulle que le coefficient vaut zéro.

Hypothèses et seuil :

$H_0 : \rho = 0$ (absence de liaison [linéaire] entre X et Y).

$H_1 : \rho \neq 0$ (existence d'une liaison entre X et Y).

$\alpha = 0,05$.

Sous l'hypothèse nulle (H_0) : $\frac{r}{S_r} \rightarrow t(n - 2)$ ddl

Un regard dans la table t nous donne comme valeur critique avec 8 degrés de liberté $t_c = 2.306$
On calcule ce coefficient : $t_{exp} = 5,83$

→ La valeur obtenue est bien plus grande que la valeur critique. Nous pouvons rejeter H_0 et conclure qu'il existe bel et bien une corrélation significative entre la consommation d'électricité et le nombre d'outils de consommations utilisés.

La droite de régression :

L'équation d'une droite est donnée par : $Y_i = bX_i + a$

On calcule les paramètres de la droite de régression :

$$b = r_{xy} \times \frac{S_y}{S_x} \text{ et } a = m_y - bm_x$$

$$b = 0,02; a = 1,18$$

→ Pour chaque points d'accroissement dans les X, les Y s'accroissent de près de 0,02 unité.

→ Si X est égal a zéro, on s'attend à ce que Y soit près de 1,18.

Test sur la pente de la régression :

L'hypothèse nulle est que la pente β de la droite de régression de Y en X est égale à 0 (soit Y est égal à α , c'est-à-dire que la droite de régression est horizontale et qu'il n'y a pas de liaison entre X et Y).

Hypothèses : $H_0 : \beta = 0$ (droite de régression horizontale : $Y = \alpha$) $H_1 : \beta \neq 0$

Sous l'hypothèse nulle (H_0) : $\frac{b}{S_b} \rightarrow t$ 8 ddl

On trouve que $\frac{b}{S_b} = 3,65 > 2.306 = t_c$

→ La valeur obtenue est bien plus grande que la valeur critique. Nous pouvons rejeter H_0 et conclure que la pente est significativement différente de zéro.

Corrélation entre la consommation d'eau et la les outils de consommations :

On vérifie de même, si la consommation d'eau est bien corrélée avec le nombre d'outils par foyer.

Foyer	X_i	Y_i
1	18	4
2	14	5
3	8	4
4	18	3
5	21	4
6	16	4
7	7	3
8	11	6
9	11	5
10	16	4
Moyenne	14	4
Ecart-type	4.62	0,92
coefficient de corrélation	-0.16	

Tableau 16 : Corrélation entre la consommation d'eau et les outils électroménagers

Le nuage de points :

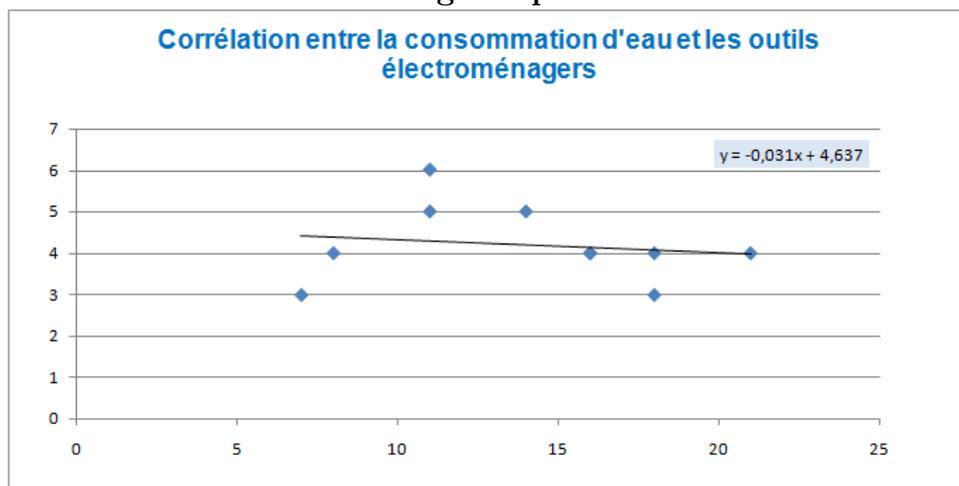


Figure 11 : Corrélation entre la consommation d'eau et les outils électroménagers

On remarque que les points ne sont pas regroupés autour d'une ligne.

On calcule le coefficient de corrélation et on trouve $r_{xy} = -0,16$

On a donc une faible corrélation négative.

→ Il n'y a donc pas de relation de corrélation entre la consommation d'eau et les outils de consommations utilisés.

Corrélation entre la consommation d'électricité et le nombre de personne par foyer :

On se renseigne sur le nombre de personne des foyers étudiés, afin de pouvoir examiner la relation entre celui ci, et la consommation d'électricité.

Nous présentant dans ce qui suit, un tableau qui représente les valeurs des variables expliquée et explicative de l'échantillon choisie, ainsi qu'un diagramme qui permet de voir la dispersion des valeurs autour de la droite de régression, de cette façon, nous pouvons anticiper le signe du coefficient de corrélation entre la consommation d'électricité et le nombre de personne par foyer.

Foyer	X_i	Y_i
1	167	5
2	175	5
3	148	2
4	103	6
5	130	5
6	127	4
7	76	3
8	191	4
9	172	3
10	117	3
Moyenne	141	4
Ecart-type	36,37	1.25
coefficient de corrélation	0.04	

Tableau 17 : Corrélation entre la consommation d'électricité et le nombre de personne par foyer

Le nuage de points :

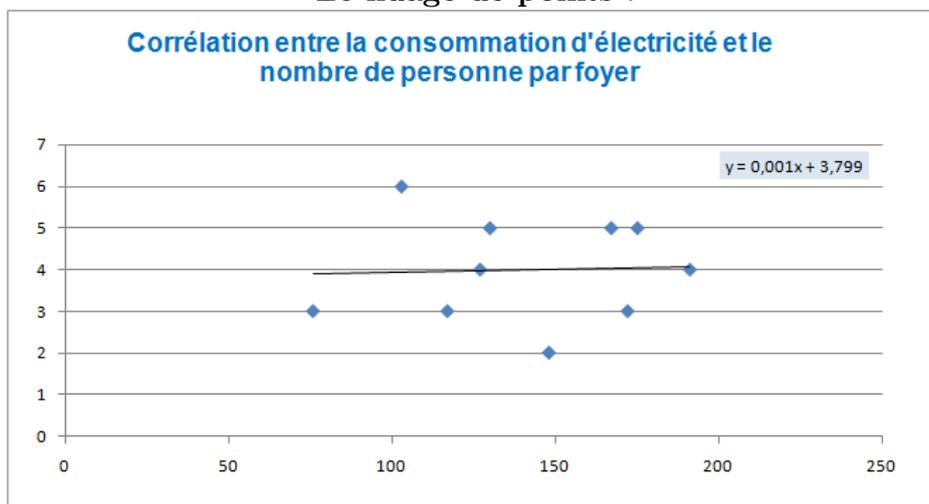


Figure 12 : Corrélation entre la consommation d'électricité et le nombre de personne par foyer

On remarque que les points du nuage sont dispersés, ce qui montre qu'il y a une absence de relation entre la consommation d'électricité et le nombre de personne par foyer.

Ainsi, d'après le calcul du coefficient de corrélation, on trouve que $r_{xy} = 0,04$

Il est donc positif mais très faible.

→ Il n'y a pas de relation de corrélation entre la consommation d'électricité et le nombre de personne par foyer.

Corrélation entre la consommation d'eau et le nombre de personne par foyer :

En procédant par les mêmes étapes d'étude de la corrélation, on examine la relation entre la consommation d'eau et le nombre de personne par foyer.

Foyer	X_i	Y_i
1	18	5
2	14	5
3	8	2
4	18	6
5	21	5
6	16	4
7	7	3
8	11	4
9	11	3
10	16	3
Moyenne	14	4
Ecart-type	4,62	1,25
coefficient de corrélation	0,75	

Tableau 18 : Corrélation entre la consommation d'eau et le nombre de personne par foyer

Le nuage de points :

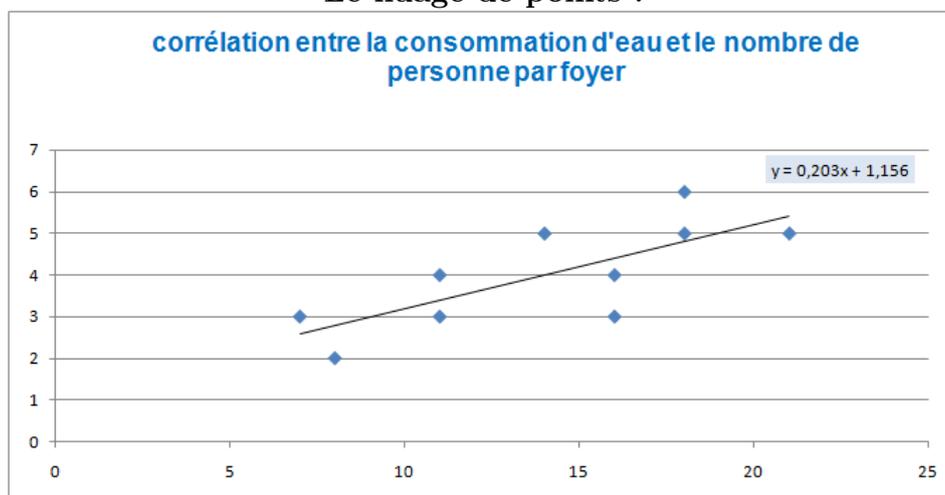


Figure 12 : Corrélation entre la consommation d'eau et le nombre de personne par foyer

D'après le diagramme de dispersion, on observe que les points sont regroupés autour d'une ligne, dans le sens positive.

Et le coefficient de corrélation dans ce cas est positive et égal à 0,75.

→ Il existe une relation de corrélation entre la consommation d'eau et le nombre de personne par foyer.

Test sur le coefficient de corrélation de Pearson :

Pour tester si ce coefficient est significatif, on pose en fait l'hypothèse nulle que le coefficient vaut zéro.

Hypothèses et seuil :

$$H_0 : \rho = 0$$

$$H_1 : \rho \neq 0$$

$\alpha = 0,05$.

Sous l'hypothèse nulle (H_0) : $\frac{r}{S_r} \rightarrow t(n-2)$ ddl

Un regard dans la table t nous donne comme valeur critique avec 8 degrés de liberté $t_c = 2.306$

On calcule ce coefficient : $t_{exp} = 3,20$

→ La valeur obtenue est bien plus grande que la valeur critique. Nous pouvons rejeter H_0 et conclure qu'il existe bel et bien une corrélation significative entre la consommation d'eau et le nombre de personne par foyer.

La droite de régression :

L'équation d'une droite est donnée par : $Y_i = bX_i + a$

Ainsi on calcule les paramètres de la droite de régression :

$$b = r_{xy} \times \frac{S_y}{S_x} \text{ et } a = m_y - bm_x$$

$$b = 0,2; a = 1,2$$

→ Pour chaque points d'accroissement dans les X, les Y s'accroissent de près de 0,2 unité.

→ Si X est égal a zéro, on s'attend à ce que Y soit près de 1,2.

Test sur la pente de la régression :

L'hypothèse nulle est que la pente β de la droite de régression de Y en X est égale à 0 (soit Y est égal à α , c'est-à-dire que la droite de régression est horizontale et qu'il n'y a pas de liaison entre X et Y).

Hypothèses :

$$H_0 : \beta = 0$$

$$H_1 : \beta \neq 0$$

Sous l'hypothèse nulle (H_0) : $\frac{b}{S_b} \rightarrow t$ 8 ddl

On trouve que $\frac{b}{S_b} = 3,14 > 2.306 = t_c$

→ La valeur obtenue est bien plus grande que la valeur critique. Nous pouvons rejeter H_0 et conclure que la pente est significativement différente de zéro.

Corrélation entre la consommation d'électricité et le salaire :

Pour étudier la relation entre la consommation d'électricité et le salaire, on effectue une estimation des salaires des foyers concernés en se basant sur leur métiers, et en suivant de mêmes les étapes d'étude de la corrélation, on présente tout d'abord les valeurs prises de notre échantillon, et puis le digramme de nuage de points joignant les variations des deux variables.

Foyer	X_i	Y_i
1	167	5500
2	175	8200
3	148	4500
4	103	5700
5	130	5500
6	127	6000
7	76	4500
8	191	8000
9	172	7000
10	117	5200
Moyenne	141	6010
Ecart-type	36,37	1315.25
coefficient de corrélation	0.73	

Tableau 19 : Corrélation entre la consommation d'électricité et salaire par foyer

Le nuage de point :

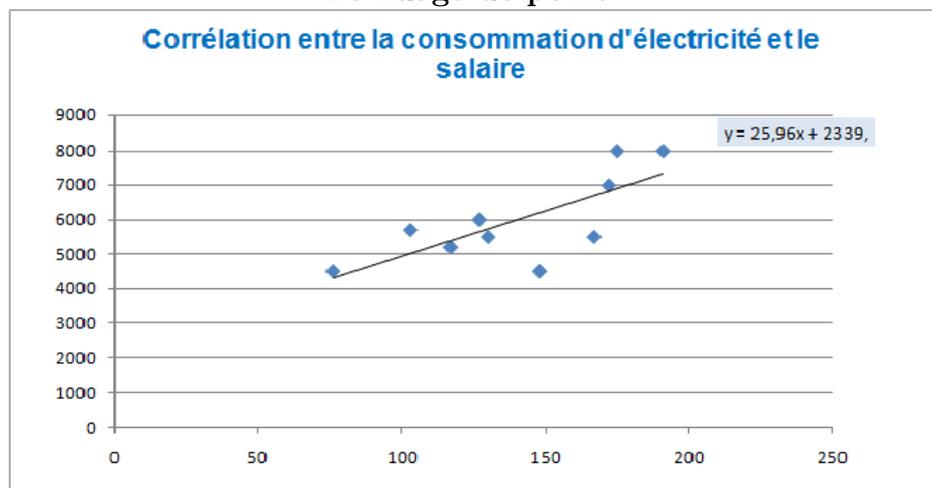


Figure 13 : Corrélation entre la consommation d'électricité et le salaire par foyer

D'après le diagramme de dispersion, on remarque que les points ne sont tous regroupés autour d'une ligne.

Et en calculant le coefficient de corrélation on trouve qu'il est fort positif $r_{xy} = 0,73$

→ Il existe une relation de corrélation entre la consommation d'électricité et le salaire dans chaque foyer.

Test sur le coefficient de corrélation de Pearson :

Pour tester si ce coefficient est significatif, on pose en fait l'hypothèse nulle que le coefficient

vaut zéro.

Hypothèses et seuil :

$$H_0 : \rho = 0$$

$$H_1 : \rho \neq 0$$

$\alpha = 0,05$.

Sous l'hypothèse nulle (H_0) : $\frac{r}{S_r} \rightarrow t(n-2)$ ddl

Un regard dans la table t nous donne comme valeur critique avec 8 degrés de liberté $t_c = 2.306$

On calcule ce coefficient : $t_{exp} = 3,02$

→ La valeur obtenue est bien plus grande que la valeur critique. Nous pouvons rejeter H_0 et conclure qu'il existe bel et bien une corrélation significative entre la consommation d'électricité et le salaire.

La droite de régression :

L'équation d'une droite est donnée par : $Y_i = bX_i + a$

Ainsi on calcule les paramètres de la droite de régression :

$$b = r_{xy} \times \frac{S_y}{S_x} \text{ et } a = m_y - b \times m_x$$

$$b = 26,39; a = 2314,13$$

→ Pour chaque points d'accroissement dans les X, les Y s'accroissent de près de unité.

→ Si X est égal a zéro, on s'attend à ce que Y soit près de .

Test sur la pente de la régression :

L'hypothèse nulle est que la pente β de la droite de régression de Y en X est égale à 0 (soit Y est égal à α , c'est-à-dire que la droite de régression est horizontale et qu'il n'y a pas de liaison entre X et Y).

Hypothèses :

$$H_0 : \beta = 0$$

$$H_1 : \beta \neq 0$$

Sous l'hypothèse nulle (H_0) : $\frac{b}{S_b} \rightarrow t 8$ ddl

On trouve que $\frac{b}{S_b} = 4,16 > 2.306 = t_c$

→ La valeur obtenue est bien plus grande que la valeur critique. Nous pouvons rejeter H_0 et conclure que la pente est significativement différente de zéro.

Corrélation entre la consommation d'eau et le salaire :

On procède de la même manière, pour étudier la relation entre la consommation d'eau et le salaire.

Foyer	X_i	Y_i
1	18	5500
2	14	8200
3	8	4500
4	18	5700
5	21	5500
6	16	6000
7	7	4500
8	11	8000
9	11	7000
10	16	5200
Moyenne	14	6010
Ecart-type	4.62	1315.25
coefficient de corrélation	0.04	

Tableau 20 : Corrélation entre la consommation d'eau et salaire par foyer

Le nuage de point :

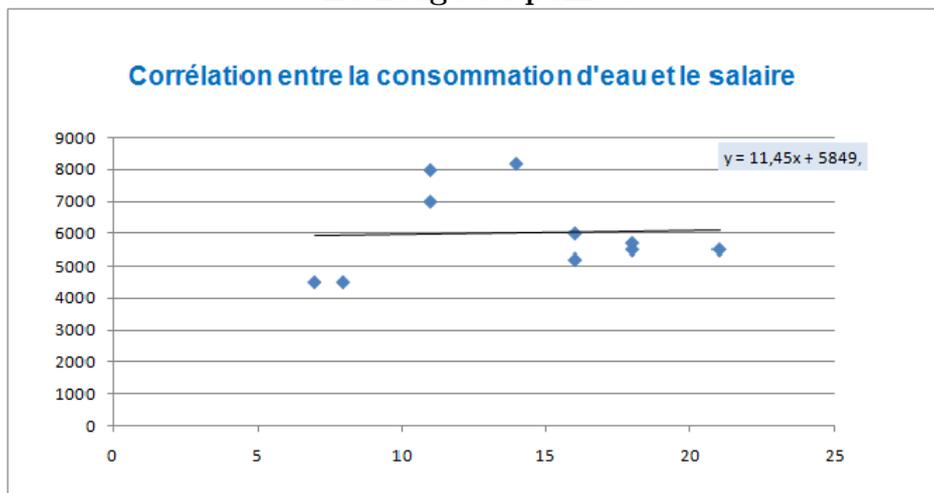


Figure 14 : Corrélation entre la consommation d'eau et le salaire par foyer

On remarque que les points du nuage sont dispersés, ce qui montre qu'il y a une absence de relation entre la consommation d'eau et le salaire.

Ainsi, d'après le calcul du coefficient de corrélation, on trouve que $r_{xy} = 0,04$

Il est donc positif mais très faible.

Il n'y a pas de relation de corrélation entre la consommation d'eau et le salaire.

3.8 Application du modèle mathématique :

Ration de consommation d'électricité par secteurs :

L'objectif de cette section est d'analyser la consommation d'eau et d'électricité dans les différentes classes. On commence par calculer les rations de consommation d'électricité des quatre classes.

Type de logement	Consommation d'électricité en kWh
Villa	0.60
Appartement H.S	0.29
Appartement eco.	0.08
Logement social	0.03
Total des consommations	1897,76

Tableau 21 : Ration de consommation d'électricité par secteur

Le tableau ci dessus représente les proportions de consommation pour les quatre classes, on remarque que celle associée au secteur des villas occupe la plus grande part de la consommation totale, vient après la classe des appartements haut standing, le secteur économique et enfin les logements sociaux.

Ration de consommation d'eau par secteurs :

Quant à la consommation d'eau par secteur, on observe sa variation comme suit :

Type de logement	
Villa	0.45
Appartement H.S	0.34
Appartement eco.	0.15
Logement social	0.06
Total des consommations	80

Tableau 22 : Ration de consommation d'eau par secteur

On observe qu'on a la même hiérarchie de consommation des quatre classes, sauf qu'elle ne dépassent pas les 50% pour les villas, comme pour l'électricité. Ceci peut être justifié par l'utilisation des puits dans ces types de foyers, ce qui diminue la demande en eau.

Pour les autres classes, on remarque que les proportions dédiées à la consommation d'eau augmentent peu, par rapport à celle d'électricité.

Le rapport entre le coût d'électricité et d'eau :

Type de logement	Coût moyen d'électricité en Dhs	Coût moyen d'eau en Dhs	Coûteau/coûtélec
Villa	1 805.05	414.9	0.23
App H.S	858.90	292.05	0.34
Appt Eco	175.53	89.52	0.51
Log Social	62.55	27.24	0.44

Tableau 23 : Le rapport entre le coût d'électricité et d'eau

D'après le tableau ci dessus, on observe que les ménages associés à la classe des villas dépensent en moyenne 1805 Dhs par mois sur la consommation d'électricité et 414.9 Dhs sur la consommation d'eau, les appartements haut standing 858 Dhs pour l'électricité et 292 Dhs pour l'eau. On peut donc voir qu'il y a un grand écart entre les coûts des deux consommations. Quant au secteur économique et celui social, ce coefficient augmente un peu, ce qui montre qu'il n'y a pas une grande différence entre les dépenses d'électricité et celles d'eau.

Le rapport entre le coût d'électricité et d'eau et le salaire :

Dans le but d'étudier la part du budget pour les dépenses consacrées à la consommation d'eau et d'électricité dans l'espace domestique, on procède de même par une estimation des salaires correspondants aux classes étudiées et on calcule le coefficient $r = \text{Coûteau} + \text{coûtélect} / \text{Salaireestimé}$ qui représente la proportion des coûts de consommation du budget total.

Type de logement	Coûteau+ coûtélect en Dhs	Salaire moyen par secteur	Coûts/Salaire estimé
Villa	2 220,00	90000	0,025
App H.S	1 150,95	22500	0.051
Appt Eco	265,05	10000	0,027
Log Socia	89,79	2000	0,045

Tableau 24 : Le rapport entre le coût d'électricité et d'eau, et le salaire

On remarque que la proportion du budget liée à l'électricité et l'eau pour les villas est de 2.5 %, pour les appartements haut standing est de 5.1%, pour le secteur économique cette demande ne présente que 2.7%, pourtant elle absorbe 4.5% du budget moyen des ménages les plus modestes.

Le rapport entre le poids et la consommation dans chaque classe :

On calcule le rapport $\tilde{C} = C_{M,j} \times P_j$ pour la consommation d'électricité et d'eau, qui représente le lien entre le poids et la consommation de chaque classes.

Type de logement	Poids	Consommation d'électricité en kWh	Poids*conso
Villa	0.2	1136	227.2
App H.S	0.2	559	112
Appt Eco	0.3	148	44.4
Log Social	0.3	55	16.5

Tableau 25 : Le rapport entre le poids et la consommation d'électricité dans chaque classe

Type de logement	Poids	Consommation d'eau en m^3	Poids*conso
Villa	0.2	36	7.2
App H.S	0.2	27	5.4
Appt Eco	0.3	12	3.6
Log Social	0.3	5	1.5

Tableau 26 : Le rapport entre le poids et la consommation d'eau dans chaque classe

On peut donc voir, que même si les poids dédiés aux secteurs économique et social est les plus élevés, le coefficient calculé est plus important dans la classe des villas et celle des appartements haut standing.

3.9 Discussions :

D'après notre analyse des quatre classes étudiées, on observe que la consommation d'électricité et d'eau dans l'espace domestique varie selon plusieurs facteurs tel que le type et les surfaces des logements, les salaires des familles, ainsi que le nombre de personne par foyer.

L'analyse de la corrélation linéaire des profils de consommation des ménages révèle que les signes des coefficients des différentes variables explicatives de notre modèle varient grandement.

En effet, il s'est avéré que la consommation des familles est positivement corrélée avec le revenu moyen de ces dernières, de même pour les outils d'électroménager utilisés, puisqu'ils nécessitent de l'électricité pour fonctionner, et qu'ils sont devenus de plus en plus nombreux et divers. Par contre, cette variable est faiblement corrélée avec la consommation d'eau.

Par ailleurs, le nombre de personne dans chaque foyer, n'est pas corrélé avec la demande en électricité, mais il l'est avec la consommation d'eau. Ceci peut être justifié par le fait que l'eau, contrairement à l'électricité, est consommé individuellement et de manière non ajusté par chacun des membres de foyers.

Dans une perspective différente, cette étude met en évidence que la variable relative au type de logement présente un grand effet sur l'évolution de la consommation. Cette hypothèse s'explique par la différence en surface des logements des différents secteurs traités, ce qui augmente la demande en éclairage, eau,...

Aussi bien pour les dépenses moyennes en électricité que pour les dépenses moyennes en eau, les analyses indiquent que le coefficient qui représente la part de cette consommation du budget moyen des familles diffère entre les classes, et que les consommateurs les plus affectés par la hausse de prix d'électricité et d'eau sont les ménages les plus démunis et modestes.

Une autre conséquence de ces observations, est que le rapport calculant le lien entre les coûts des consommation d'eau et d'électricité, varie entre les différentes classes, en effet les secteurs économiques et sociaux sont ceux qui les coûts d'électricité et d'eau les plus proches.

Finalement, la variable des conditions climatiques a aussi une grande influence sur la variation de la consommation. Cette hypothèse repose sur le principe voulant que les conditions saisonnières soient aussi rattachées aux usages des différents outils de consommations.

Conclusion :

L'expérience que j'ai vécue durant mon stage à la RADEEF dans le cadre de ma formation en licence mathématiques et applications a été très enrichissante au cours de deux mois.

En effet, J'ai réussi à atteindre les objectifs visés de cette période de stage à la RADEEF, car le but qui m'avait été fixé a été atteint et j'ai pu développer mon sujet qui repose sur l'étude de la relation entre la consommation, d'électricité et d'eau, et le niveau social.

Ce stage m'a aussi permis d'améliorer et de mettre en pratique mes connaissances théoriques acquises durant ma formation en licence, en particulier mes compétences en analyse statistique de données et interprétations.

Après une rapide intégration dans l'équipe, j'ai pu de familiariser avec les différents services et d'avoir une approche réelle du monde de travail, car j'ai eu l'occasion de réaliser plusieurs tâche qui ont constitué une mission de stage globale.

En conclusion, dans cette période de deux mois m'a permis de mettre en œuvre des compétences professionnelles et humaines pour un sujet intéressant.

Je garde de ce stage un excellent souvenir, et il constitue désormais, pour moi une expérience professionnelle très riche.

Bibliographie :

Polycopie de probabilité et statistiques Pr MME Ezzaki, FST de Fès

[http : //www.uvp5.univ-paris5.fr/wikinu/docvideos/Grenoble1011/labarere_jose/labarere_jose_p08/labarere_jose_p08.pdf](http://www.uvp5.univ-paris5.fr/wikinu/docvideos/Grenoble1011/labarere_jose/labarere_jose_p08/labarere_jose_p08.pdf)

[https : //facmed.univ-rennes1.fr/wkf/stock/RENNES20101119060029mle_flochcorrelation.pdf](https://facmed.univ-rennes1.fr/wkf/stock/RENNES20101119060029mle_flochcorrelation.pdf)

[http : //docplayer.fr/10102554 - Statistique - parametres - de - position - et - de - dispersion.html](http://docplayer.fr/10102554-Statistique-parametres-de-position-et-de-dispersion.html)

Annexes :

consommation d'électricité par foyer :

Type de logemen	Janvier	fevrier	mars	avril	mai	juin	juillet	aout	septem	octobre	novembr	decembr	Moyenne
Villa	3366	2823	2177	2111	1736	1668	2119	2632	1358	1429	2277	2884	2215
Villa	729	796	409	571	573	658	595	1171	564	447	671	1331	710
Villa	350	381	356	435	420	446	513	657	413	356	388	394	426
Villa	2167	2187	1067	937	1189	1672	2529	1651	1219	1086	1388	2018	1593
Villa	2132	2266	1767	1844	1887	2175	2440	2484	1854	1436	1734	1645	1972
Villa	1957	1792	1109	1325	1722	2117	2511	1801	1345	1413	1235	942	1606
Villa	2862	3280	1711	1370	1896	2110	2265	2499	1806	1643	2427	1983	2154
Villa	2143	1869	1388	1556	1463	1770	2155	2312	1597	1751	1512	1614	1761
Villa	1098	1541	1052	1566	1602	1722	810	1329	903	791	1108	888	1201
Villa	136	175	173	229	261	248	303	316	152	120	240	382	228
Villa	2157	2451	1407	933	1058	1457	2100	1929	1206	773	964	1612	1504
Villa	922	608	501	516	454	564	908	495	635	515	431	708	605
Villa	816	860	740	810	970	1215	2246	1195	925	832	831	807	1021
Villa	673	563	238	263	291	370	406	321	342	331	306	280	365
Villa	1864	1974	2243	1566	872	2393	2443	1883	1937	1872	2244	2501	1983
Villa	1140	1030	355	636	620	649	484	497	546	529	791	1056	694
Villa	538	545	422	435	472	445	663	583	386	364	398	418	472
Villa	350	381	356	435	420	446	513	657	413	356	388	394	426
Villa	677	754	382	421	439	454	564	1088	903	773	661	484	633
Villa	1803	1527	898	639	606	1117	1604	1357	868	815	1453	1084	1148
	1394	1390,15	937,55	929,9	947,55	1184,8	1408,6	1342,9	968,6	881,6	1072,35	1171,25	
Type de logemen	Janvier	fevrier	mars	avril	mai	juin	juillet	aout	septem	octobre	novembr	decembr	Moyenne
Appartement haut st	749	698	652	683	792	846	1521	1128	807	659	740	865	845
Appartement haut st	1034	1056	635	576	514	521	563	740	452	429	471	545	628
Appartement haut st	1776	1192	625	722	1447	965	1434	662	1937	832	1027	1236	1155
Appartement haut st	1086	721	408	1123	1350	1042	1295	1398	1325	1071	1346	1412	1131
Appartement haut st	540	500	451	461	272	381	433	278	346	372	394	343	398
Appartement haut st	454	406	275	296	285	318	605	253	620	388	371	410	390
Appartement haut st	231	176	191	268	269	297	370	290	278	258	241	215	257
Appartement haut st	695	659	624	533	594	540	1933	0	534	1334	162	762	698
Appartement haut st	548	473	399	416	414	449	707	404	437	431	427	467	464
Appartement haut st	505	490	337	285	360	397	518	430	355	375	298	378	394
Appartement haut st	572	509	382	524	555	696	1258	651	609	536	543	518	613
Appartement haut st	218	308	306	342	337	488	1383	473	398	704	276	276	459
Appartement haut st	331	330	325	388	395	437	1130	505	407	808	339	350	479
Appartement haut st	674	539	524	599	608	591	2212	476	654	1259	464	541	762
Appartement haut st	365	203	231	317	283	322	268	231	258	297	255	188	268
Appartement haut st	339	216	243	304	310	239	266	880	238	250	229	254	314
Appartement haut st	404	296	274	334	275	311	511	165	248	233	266	248	297
Appartement haut st	396	393	370	353	394	593	1073	619	456	462	378	419	492
Appartement haut st	954	560	305	385	384	701	1075	272	487	436	386	452	533
Appartement haut st	459	509	497	556	484	769	1245	656	530	493	448	513	597
	616,50	511,70	402,70	473,25	516,10	545,15	990,00	525,55	568,80	581,35	453,05	519,60	

Type de logemen	Janvier	fevrier	mars	avril	mai	juin	juillet	aout	septem	octobre	novembr	decembr	Moyenne
logement économiqu	135	136	114	158	157	192	228	195	208	139	179	168	167
logement économiqu	177	164	143	207	223	228	279	213	141	105	136	84	175
logement économiqu	87	85	92	115	136	170	230	234	175	144	171	133	148
logement économiqu	105	110	93	102	94	94	121	130	106	74	99	104	103
logement économiqu	153	141	131	162	237	255	537	14	174	135	196	176	193
logement économiqu	96	94	100	132	149	178	215	184	189	114	149	103	142
logement économiqu	213	221	189	202	158	168	197	146	177	110	184	220	182
logement économiqu	204	209	171	206	198	249	282	274	236	148	216	177	214
logement économiqu	56	43	38	51	42	58	87	66	65	42	57	49	55
logement économiqu	113	118	110	143	127	143	165	170	136	97	133	107	130
logement économiqu	134	80	103	130	118	133	145	155	133	94	154	145	127
logement économiqu	41	30	63	77	83	69	113	119	102	69	78	70	76
logement économiqu	62	50	25	47	61	70	51	78	32	30	70	56	53
logement économiqu	185	138	101	129	120	156	174	180	168	117	139	141	146
logement économiqu	180	147	121	171	150	233	339	247	168	166	194	174	191
logement économiqu	63	59	68	85	100	106	263	158	102	74	84	69	103
logement économiqu	150	185	86	139	144	181	365	273	187	111	141	97	172
logement économiqu	262	302	115	102	59	68	95	131	93	48	73	59	117
logement économiqu	69	66	65	83	75	95	153	118	91	52	71	61	83
logement économiqu	108	93	82	78	78	95	134	105	95	62	86	98	93
logement économiqu	213	164	152	179	181	201	211	145	174	146	185	156	176
logement économiqu	123	112	120	128	117	152	285	245	160	119	164	151	156
logement économiqu	183	176	164	203	199	224	246	207	221	139	211	176	196
logement économiqu	216	144	159	183	171	195	439	504	247	157	206	154	231
logement économiqu	210	178	168	235	206	253	330	315	297	254	276	200	244
logement économiqu	177	154	163	220	253	275	264	284	266	196	302	239	233
logement économiqu	165	209	166	196	222	284	283	255	214	155	209	209	214
logement économiqu	138	130	126	153	152	169	437	225	166	116	138	115	172
logement économiqu	125	125	112	114	104	125	114	122	122	100	104	96	114
logement économiqu	35	30	28	36	27	27	47	48	60	61	97	86	49
Type de logemen	Janvier	fevrier	mars	avril	mai	juin	juillet	aout	septem	octobre	novembr	decembr	Moyenne
Quartiers défavorisé	44	6	4	6	6	10	14	31	51	95	31	10	26
Quartiers défavorisé	75	72	69	77	58	72	105	101	85	55	44	36	71
Quartiers défavorisé	62	65	72	81	86	115	106	104	90	95	73	63	84
Quartiers défavorisé	50	53	59	63	73	78	98	112	76	81	82	39	72
Quartiers défavorisé	130	144	161	188	168	172	169	207	173	220	193	85	168
Quartiers défavorisé	22	37	37	32	35	68	102	61	57	41	43	37	48
Quartiers défavorisé	27	37	41	40	43	55	58	72	46	32	35	38	44
Quartiers défavorisé	46	44	58	52	61	85	93	78	63	54	53	45	61
Quartiers défavorisé	22	37	37	32	35	68	102	61	57	41	43	37	48
Quartiers défavorisé	27	37	41	40	43	55	58	72	46	32	35	38	44
Quartiers défavorisé	13	11	13	12	15	12	18	14	11	7	6	10	12
Quartiers défavorisé	22	23	19	31	30	43	47	44	37	25	22	17	30
Quartiers défavorisé	46	40	49	86	87	69	80	56	59	68	55	45	62
Quartiers défavorisé	22	27	27	21	20	24	26	22	31	48	36	45	29
Quartiers défavorisé	31	34	28	29	61	30	36	37	63	66	29	33	40
Quartiers défavorisé	57	53	29	14	24	26	20	24	26	21	23	25	29
Quartiers défavorisé	30	25	33	41	56	47	104	92	41	88	67	40	55
Quartiers défavorisé	42	49	45	40	48	62	45	73	55	51	47	40	50
Quartiers défavorisé	33	34	35	38	56	47	47	52	37	40	36	39	41
Quartiers défavorisé	31	36	22	23	46	19	47	22	52	55	41	14	34
Quartiers défavorisé	60	61	61	60	67	60	94	69	599	59	42	11	104
Quartiers défavorisé	61	42	36	27	29	39	64	3	67	55	52	40	43
Quartiers défavorisé	49	38	44	52	67	60	65	59	47	69	59	44	54
Quartiers défavorisé	57	57	57	56	71	69	80	74	53	64	41	45	60
Quartiers défavorisé	42	43	45	52	50	64	75	75	54	64	51	45	55
Quartiers défavorisé	43	45	34	34	45	38	65	66	51	41	39	34	45
Quartiers défavorisé	64	54	59	59	73	73	87	84	71	67	63	55	67
Quartiers défavorisé	45	31	55	51	63	61	65	70	63	49	48	50	54
Quartiers défavorisé	59	47	44	48	50	56	69	53	52	39	27	34	48
Quartiers défavorisé	58	43	56	64	75	84	115	117	89	67	59	57	74

consommation d'eau par foyer :

Type de logemen	Janvier	fevrier	mars	avril	mai	juin	juillet	aout	septem	octobre	novembr	decembr	Moyenne
Villa	63	119	71	72	74	71	65	73	28	33	55	53	65
Villa	21	13	12	26	140	26	11	20	8	23	20	32	29
Villa	50	43	36	17	20	15	17	29	26	24	54	45	31
Villa	49	56	22	28	29	34	38	23	31	52	53	66	40
Villa	46	62	58	62	60	53	39	53	32	45	70	59	53
Villa	34	53	27	46	47	50	38	56	40	41	30	23	40
Villa	37	41	39	40	46	47	13	13	24	28	46	30	34
Villa	36	33	26	37	39	43	51	36	32	10	23	33	33
Villa	39	49	25	20	20	24	6	14	14	20	43	25	25
Villa	81	88	86	83	94	69	53	58	96	50	46	52	71
Villa	102	112	77	76	53	67	57	72	78	60	41	49	70
Villa	2	2	1	4	4	5	5	3	5	4	3	1	3
Villa	3	2	3	3	3	3	5	4	6	6	4	4	4
Villa	4	3	3	2	1	4	3	19	2	4	3	3	4
Villa	11	18	44	91	120	95	46	12	33	35	28	43	48
Villa	42	33	22	29	66	36	36	51	52	87	30	44	44
Villa	25	25	24	24	23	31	22	34	27	29	32	27	27
Villa	50	43	36	17	20	15	17	29	26	24	54	45	31
Villa	14	12	10	15	16	15	15	17	13	12	11	10	13
Villa	62	48	41	38	36	36	37	123	40	64	105	71	58
	38,55	42,75	33,15	36,50	45,55	36,95	28,70	36,95	30,65	32,55	37,55	35,75	
Type de logemen	Janvier	fevrier	mars	avril	mai	juin	juillet	aout	septem	octobre	novembr	decembr	Moyenne
Appartement haut st	26	23	26	23	24	20	26	28	27	20	23	26	24
Appartement haut st	14	17	15	18	27	20	7	23	26	31	33	31	22
Appartement haut st	74	67	62	69	59	60	76	61	151	58	70	68	73
Appartement haut st	15	12	13	23	26	28	132	148	156	139	133	50	73
Appartement haut st	13	14	18	15	9	15	17	8	12	11	9	6	12
Appartement haut st	16	17	16	12	30	22	34	16	41	20	19	15	22
Appartement haut st	12	9	9	14	16	13	19	11	12	14	13	13	13
Appartement haut st	37	36	41	33	31	18	36	16	42	38	37	35	33
Appartement haut st	27	25	19	25	24	24	29	15	28	25	23	20	24
Appartement haut st	25	22	21	20	22	24	19	24	22	22	20	25	22
Appartement haut st	24	21	22	29	29	32	46	21	25	26	28	27	28
Appartement haut st	41	33	34	37	35	36	74	31	30	72	29	31	40
Appartement haut st	15	19	15	16	19	19	52	26	25	42	16	20	24
Appartement haut st	22	17	21	24	24	24	47	9	21	54	18	21	25
Appartement haut st	15	7	10	14	13	15	6	0	8	11	17	6	10
Appartement haut st	22	14	14	22	30	7	24	51	16	19	12	17	21
Appartement haut st	11	9	13	14	12	13	15	6	18	13	12	10	12
Appartement haut st	19	24	21	13	17	19	19	12	20	45	40	37	24
Appartement haut st	27	21	18	32	27	37	27	11	30	27	19	32	26
Appartement haut st	17	20	19	22	21	13	13	50	26	24	19	23	22
	23,60	21,35	21,35	23,75	24,75	22,95	35,90	28,35	36,80	35,55	29,50	25,65	

Type de logement	Janvier	fevrier	mars	avril	mai	juin	juillet	aout	septem	octobre	novembr	decembr	Moyenne
logement économique	18	16	15	19	18	19	22	15	23	15	15	16	18
logement économique	17	11	13	15	15	16	20	11	17	11	14	10	14
logement économique	4	5	4	5	6	7	9	14	14	9	10	7	8
logement économique	16	17	17	19	19	18	24	20	19	13	20	18	18
logement économique	9	8	9	10	11	13	13	0	11	8	13	11	10
logement économique	14	15	16	22	18	16	20	13	16	36	21	25	19
logement économique	10	12	11	12	9	10	12	7	12	8	12	11	11
logement économique	17	17	16	19	19	25	22	25	29	6	18	17	19
logement économique	4	4	2	4	3	4	8	3	6	7	3	3	4
logement économique	18	20	17	19	22	27	26	28	22	10	23	23	21
logement économique	12	11	13	15	15	19	22	22	19	16	18	15	16
logement économique	2	1	6	6	7	5	13	20	10	5	6	7	7
logement économique	5	5	0	2	5	5	3	1	0	2	6	4	3
logement économique	7	7	5	7	4	5	3	5	3	5	5	14	6
logement économique	11	10	9	12	12	13	14	11	12	8	10	8	11
logement économique	10	7	10	11	11	13	16	15	15	9	11	11	12
logement économique	9	12	5	9	9	12	14	14	17	7	14	8	11
logement économique	6	15	13	12	5	8	17	22	17	16	30	35	16
logement économique	6	6	6	7	5	9	9	7	9	7	8	7	7
logement économique	7	6	6	5	5	5	10	8	9	6	9	8	7
logement économique	8	9	8	10	10	10	9	8	8	6	7	6	8
logement économique	8	8	8	9	8	9	10	14	9	7	11	14	10
logement économique	8	7	5	5	5	7	15	14	14	9	13	7	9
logement économique	10	7	7	12	9	9	8	12	15	15	11	10	10
logement économique	14	14	12	18	12	15	19	15	18	14	19	16	16
logement économique	16	15	14	19	24	30	29	21	21	13	16	12	19
logement économique	17	16	28	16	15	18	19	21	20	15	21	21	19
logement économique	11	12	10	12	11	13	16	14	15	10	12	11	12
logement économique	7	6	7	9	9	9	10	10	9	12	4	8	8
Type de logement	Janvier	fevrier	mars	avril	mai	juin	juillet	aout	septem	octobre	novembr	decembr	Moyenne
Quartiers défavorisé	6	2	1	3	1	4	5	5	4	4	4	3	4
Quartiers défavorisé	9	7	8	9	6	5	6	3	3	3	3	3	5
Quartiers défavorisé	3	3	3	4	3	5	5	4	4	5	2	3	4
Quartiers défavorisé	4	3	3	4	4	4	6	7	5	6	5	4	5
Quartiers défavorisé	8	8	9	10	13	12	8	16	12	16	8	3	10
Quartiers défavorisé	1	4	2	1	2	5	9	6	6	5	4	4	4
Quartiers défavorisé	1	1	2	2	1	2	4	2	2	1	1	2	2
Quartiers défavorisé	6	6	8	7	9	13	11	8	11	8	7	6	8
Quartiers défavorisé	1	4	2	1	2	5	9	6	6	5	4	4	4
Quartiers défavorisé	1	1	2	2	1	2	4	2	2	1	1	2	2
Quartiers défavorisé	4	4	5	5	7	6	7	5	5	5	4	4	5
Quartiers défavorisé	0	2	2	1	1	1	1	4	2	3	1	2	2
Quartiers défavorisé	4	3	3	7	5	3	5	5	3	4	4	3	4
Quartiers défavorisé	3	3	3	3	3	4	5	5	5	3	3	3	4
Quartiers défavorisé	1	2	3	1	4	2	3	2	1	4	3	2	2
Quartiers défavorisé	3	2	3	12	3	4	3	3	4	2	4	5	4
Quartiers défavorisé	2	1	1	2	4	2	4	3	0	3	1	1	2
Quartiers défavorisé	4	4	6	3	3	5	1	6	4	3	4	4	4
Quartiers défavorisé	7	6	6	6	7	7	9	8	6	6	5	6	7
Quartiers défavorisé	4	2	3	4	3	2	3	2	3	2	3	2	3
Quartiers défavorisé	1	2	1	1	2	2	3	2	2	1	2	2	2
Quartiers défavorisé	6	4	3	3	4	5	8	1	9	7	6	4	5
Quartiers défavorisé	6	3	3	5	6	5	6	2	3	8	6	4	5
Quartiers défavorisé	8	6	8	7	10	11	14	10	10	9	5	7	9
Quartiers défavorisé	1	1	2	2	3	3	4	3	3	4	2	3	3
Quartiers défavorisé	11	8	8	9	11	13	22	18	15	13	11	8	12
Quartiers défavorisé	3	3	3	4	5	5	5	6	5	4	3	3	4
Quartiers défavorisé	3	1	4	4	5	5	7	7	11	6	6	5	5
Quartiers défavorisé	7	5	5	5	5	7	10	6	7	5	3	4	6
Quartiers défavorisé	5	3	6	7	7	7	8	7	7	5	5	4	6

Consommation saisonnière d'électricité et d'eau par foyer

Consommation d'électricité en kwh

Consommation d'eau en m3

Foyer	Moyenne	Automne	Hiver	Printemps	Eté
1	2 215	2 197	2 789	1 838	2 036
2	710	816	645	601	777
3	426	379	362	434	528
4	1 593	1 497	1 807	1 266	1 800
5	1 972	1 605	2 055	1 969	2 259
6	1 606	1 197	1 619	1 721	1 886
7	2 154	2 018	2 618	1 792	2 190
8	1 761	1 626	1 800	1 596	2 021
9	1 201	929	1 230	1 630	1 014
10	228	247	161	246	257
11	1 504	1 116	2 005	1 149	1 745
12	605	551	677	511	679
13	1 021	823	805	998	1 455
14	365	306	491	308	356
15	1 983	2 206	2 027	1 610	2 088
16	694	792	842	635	509
17	472	393	502	451	544
18	426	379	362	434	528
19	633	639	604	438	852
20	1148	1117	1409	787	1276
Moyenne	1136	1042	1241	1021	1240

Foyer	Moyenne	Automne	Hiver	Printemps	Eté
1	65	47	84	72	55
2	29	25	15	64	13
3	31	41	43	17	24
4	40	57	42	30	31
5	53	58	55	58	41
6	40	31	38	48	45
7	34	35	39	44	17
8	33	22	32	40	40
9	25	29	38	21	11
10	71	49	85	82	69
11	70	50	97	65	69
12	3	3	2	4	4
13	4	5	3	3	5
14	4	3	3	2	8
15	48	35	24	102	30
16	44	54	32	44	46
17	27	29	25	26	28
18	31	41	43	17	24
19	13	11	12	15	15
20	58	80	50	37	67
Moyenne	36	35	38	40	32

Foyer	Consom	Automne	Hiver	Printemps	Eté
1	845	755	700	774	1 152
2	628	482	908	537	585
3	1 155	1 032	1 198	1 045	1 344
4	1 131	1 276	738	1 172	1 339
5	398	370	497	371	352
6	390	390	378	300	493
7	257	238	199	278	313
8	698	753	659	556	822
9	464	442	473	426	516
10	394	350	444	347	434
11	613	532	488	592	839
12	459	419	277	389	751
13	479	499	329	407	681
14	762	755	579	599	1 114
15	268	247	266	307	252
16	314	244	266	284	461
17	297	249	325	307	308
18	492	420	386	447	716
19	533	425	606	490	611
20	597	485	488	603	810
Moyenne	559	518	510	512	695

Foyer	Moyenne	Automne	Hiver	Printemps	Eté
1	24	23	25	22	27
2	22	32	15	22	19
3	73	65	68	63	96
4	73	107	13	26	145
5	12	9	15	13	12
6	22	18	16	21	30
7	13	13	10	14	14
8	33	37	38	27	31
9	24	23	24	24	24
10	22	22	23	22	22
11	28	27	22	30	31
12	40	44	36	36	45
13	24	26	16	18	34
14	25	31	20	24	26
15	10	11	11	14	5
16	21	16	17	20	30
17	12	12	11	13	13
18	24	41	21	16	17
19	26	26	22	32	23
20	22	22	19	19	30
Moyenne	27	30	22	24	34

Foyer	Moyenne	Automne	Hiver	Printemp	Eté		Foyer	Moyenne	Automne	Hiver	Printemp	Eté
1	167	162	128	169	210		1	18	15	16	19	20
2	175	108	161	219	211		2	14	12	14	15	16
3	148	149	88	140	213		3	8	9	4	6	12
4	103	92	103	97	119		4	18	17	17	19	21
5	193	169	142	218	242		5	10	11	9	11	8
6	142	122	97	153	196		6	19	27	15	19	16
7	182	171	208	176	173		7	11	10	11	10	10
8	214	180	195	218	264		8	19	14	17	21	25
9	55	49	46	50	73		9	4	4	3	4	6
10	130	112	114	138	157		10	21	19	18	23	25
11	127	131	106	127	144		11	16	16	12	16	21
12	76	72	45	76	111		12	7	6	3	6	14
13	53	52	46	59	54		13	3	4	3	4	1
14	146	132	141	135	174		14	6	8	6	5	4
15	191	178	149	185	251		15	11	9	10	12	12
16	103	76	63	97	174		16	12	10	9	12	15
17	172	116	140	155	275		17	11	10	9	10	15
18	117	60	226	76	106		18	16	27	11	8	19
19	83	61	67	84	121		19	7	7	6	7	8
20	93	82	94	84	111		20	7	8	6	5	9
21	176	162	176	187	177		21	8	6	8	10	8
22	156	145	118	132	230		22	10	11	8	9	11
23	196	175	174	209	225		23	9	10	7	6	14
24	231	172	173	183	397		24	10	12	8	10	12
25	244	243	185	231	314		25	16	16	13	15	17
26	233	246	165	249	271		26	19	14	15	24	24
27	214	191	180	234	251		27	19	19	20	16	20
28	172	123	131	158	276		28	12	11	11	12	15
29	114	100	121	114	119		29	8	8	7	9	10
30	49	81	31	30	52		30	9	8	5	9	15
Moyenne	148	131	127	146	190		Moyenne	12	12	10	12	14
Foyer	Moyenne	Automne	Hiver	Printemp	Eté		Foyer	Moyenne	Automne	Hiver	Printemp	Eté
1	26	45	18	7	32		1	4	4	3	3	5
2	71	45	72	69	97		2	5	3	8	7	4
3	84	77	66	94	100		3	4	3	3	4	4
4	72	67	54	71	95		4	5	5	3	4	6
5	168	166	145	176	183		5	10	9	8	12	12
6	48	40	32	45	73		6	4	4	2	3	7
7	44	35	35	46	59		7	2	1	1	2	3
8	61	51	49	66	78		8	8	7	7	10	10
9	48	40	32	45	73		9	4	4	2	3	7
10	44	35	35	46	59		10	2	1	1	2	3
11	12	8	12	13	14		11	5	4	4	6	6
12	30	21	21	35	43		12	2	2	1	1	2
13	62	56	45	81	65		13	4	4	3	5	4
14	29	43	25	22	26		14	4	3	3	3	5
15	40	43	31	40	45		15	2	3	2	2	2
16	29	23	46	21	23		16	4	4	3	6	3
17	55	65	29	48	79		17	2	2	1	3	2
18	50	46	45	50	58		18	4	4	5	4	4
19	41	38	34	47	45		19	7	6	6	7	8
20	34	37	30	29	40		20	3	2	3	3	3
21	104	37	61	62	254		21	2	2	1	2	2
22	43	49	46	32	45		22	5	6	4	4	6
23	54	57	44	60	57		23	5	6	4	5	4
24	60	50	57	65	69		24	9	7	7	9	11
25	55	53	43	55	68		25	3	3	1	3	3
26	45	38	41	39	61		26	12	11	9	11	18
27	67	62	59	68	81		27	4	3	3	5	5
28	54	49	44	58	66		28	5	6	3	5	8
29	48	33	50	51	58		29	6	4	6	6	8
30	74	61	52	74	107		30	6	5	5	7	7
Moyenne	55	49	45	54	72		Moyenne	5	4	4	5	6

Foyer	Type logem	Television	Refrigérateur	Lave-linge	Ordinateur	Climatiseur	Congélateur	Lave-vaiss	Autres	Total		
1	Villa	1	1	1	1	1	1	1	1	8		
2	Villa	1	1	1	1	1	1	0	1	7		
3	Villa	1	1	1	1	1	0	1	0	6		
4	Villa	1	1	1	1	1	1	1	1	8		
5	Villa	1	1	1	1	1	1	1	1	8		
6	Villa	1	1	1	1	1	1	1	1	8		
7	Villa	1	1	1	1	1	1	1	1	8		
8	Villa	1	1	1	1	1	1	1	1	8		
9	Villa	1	1	1	1	1	1	1	1	8		
10	Villa	1	1	1	1	1	0	0	0	5		
11	Villa	1	1	1	1	1	1	1	1	8		
12	Villa	1	1	1	1	1	0	1	1	7		
13	Villa	1	1	1	1	1	1	1	1	8		
14	Villa	1	1	1	1	1	0	0	1	6		
15	Villa	1	1	1	1	1	1	1	1	8		
16	Villa	1	1	1	1	1	1	0	1	7		
17	Villa	1	1	1	1	1	0	0	1	6		
18	Villa	1	1	1	1	1	0	0	1	6		
19	Villa	1	1	1	1	1	1	0	1	7		
20	Villa	1	1	1	1	1	1	1	1	8		
21	Appt haut sta	1	1	1	1	1	0	1	1	7	28	Appt haut s
22	Appt haut sta	1	1	1	1	1	0	1	1	7	29	Appt haut s
23	Appt haut sta	1	1	1	1	1	1	1	1	8	30	Appt haut s
24	Appt haut sta	1	1	1	1	1	1	1	1	8	31	Appt haut s
25	Appt haut sta	1	1	1	1	1	0	0	1	6	32	Appt haut s
26	Appt haut sta	1	1	1	1	1	0	0	1	6	33	Appt haut s
27	Appt haut sta	1	1	1	1	1	0	0	0	5	34	Appt haut s
35	Appt haut sta	1	1	1	1	1	0	0	0	5	268	
36	Appt haut sta	1	1	1	1	1	0	0	1	6	314	
37	Appt haut sta	1	1	1	1	1	0	0	0	5	297	
38	Appt haut sta	1	1	1	1	1	0	0	1	6	492	
39	Appt haut sta	1	1	1	1	1	0	1	1	7	533	
40	Appt haut sta	1	1	1	1	1	0	1	1	7	597	
41	Appt Econon	1	1	1	1	0	0	0	0	4	167	
42	Appt Econon	1	1	1	1	1	0	0	0	5	175	
43	Appt Econon	1	1	1	0	0	0	0	1	4	148	
44	Appt Econon	1	1	1	1	0	0	0	0	4	103	
45	Appt Econon	1	1	1	1	0	0	0	1	5	193	
46	Appt Econon	1	1	1	1	0	0	0	0	4	142	
47	Appt Econon	1	1	1	1	0	0	0	1	5	182	
48	Appt Econon	1	1	1	1	0	0	0	1	5	214	
49	Appt Econon	1	1	0	0	0	0	0	0	2	55	
50	Appt Econon	1	1	1	0	0	0	0	1	4	130	
51	Appt Econon	1	1	1	1	0	0	0	0	4	127	
52	Appt Econon	1	1	1	0	0	0	0	0	3	76	
53	Appt Econon	1	1	0	0	0	0	0	0	2	53	
54	Appt Econon	1	1	1	1	0	0	0	0	4	146	
55	Appt Econon	1	1	1	1	1	0	0	0	5	191	
56	Appt Econon	1	1	1	0	0	0	0	1	4	103	
57	Appt Econon	1	1	1	1	1	0	0	0	5	172	
58	Appt Econon	1	1	1	0	0	0	0	1	4	117	
59	Appt Econon	1	1	1	0	0	0	0	0	3	83	
60	Appt Econon	1	1	1	0	0	0	0	0	3	93	
61	Appt Econon	1	1	1	1	0	0	0	1	5	176	
62	Appt Econon	1	1	1	1	0	0	0	0	4	156	
64	Appt Econon	1	1	1	1	1	0	0	0	5	231	
65	Appt Econon	1	1	1	1	1	0	0	0	5	244	
66	Appt Econon	1	1	1	1	1	0	0	0	5	233	
67	Appt Econon	1	1	1	1	1	0	0	0	5	214	
68	Appt Econon	1	1	1	1	0	0	1	0	5	172	
69	Appt Econon	1	1	1	1	0	0	0	0	4	114	

71	Quartiers dét	1	0	0	0	0	0	0	0	1	26
72	Quartiers dét	1	1	1	0	0	0	0	0	3	71
73	Quartiers dét	1	1	1	0	0	0	0	0	3	84
74	Quartiers dét	1	1	1	0	0	0	0	0	3	72
75	Quartiers dét	1	1	1	0	1	0	0	1	5	168
76	Quartiers dét	1	1	0	0	0	0	0	0	2	48
77	Quartiers dét	1	1	0	0	0	0	0	0	2	44
78	Quartiers dét	1	1	1	0	0	0	0	0	3	61
79	Quartiers dét	1	1	0	0	0	0	0	0	2	48
80	Quartiers dét	1	1	0	0	0	0	0	0	2	44
81	Quartiers dét	1	0	0	0	0	0	0	0	1	12
82	Quartiers dét	1	0	0	0	0	0	0	0	1	30
83	Quartiers dét	1	1	1	0	0	0	0	0	3	62
84	Quartiers dét	1	0	0	0	0	0	0	0	1	29
85	Quartiers dét	1	1	0	0	0	0	0	0	2	40
86	Quartiers dét	1	0	0	0	0	0	0	0	1	29
87	Quartiers dét	1	1	0	0	0	0	0	0	2	55
88	Quartiers dét	1	1	0	0	0	0	0	0	2	50
89	Quartiers dét	1	1	0	0	0	0	0	0	2	41
90	Quartiers dét	1	1	0	0	0	0	0	0	2	34
91	Quartiers dét	1	1	1	0	0	0	0	1	4	104
92	Quartiers dét	1	1	0	0	0	0	0	0	2	43
93	Quartiers dét	1	1	0	0	0	0	0	0	2	54
94	Quartiers dét	1	1	1	0	0	0	0	0	3	60
95	Quartiers dét	1	1	0	0	0	0	0	0	2	55
96	Quartiers dét	1	1	0	0	0	0	0	0	2	45
97	Quartiers dét	1	1	0	0	0	0	0	0	2	67
98	Quartiers dét	1	1	0	0	0	0	0	0	2	54
99	Quartiers dét	1	1	0	0	0	0	0	0	2	48
100	Quartiers dét	1	1	1	0	0	0	0	0	3	74

Rapport-gratuit.com 
 LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES