

## **Étude de différents paramètres pouvant impacter ou être impactés par l'utilisation de la machine à laver au sein d'une habitation**

### **Résumé**

Un appareil électroménager tel qu'un lave-vaisselle ou un lave-linge représente une part non négligeable de la consommation d'eau et d'électricité d'un foyer ; aussi, parvenir à réduire la consommation d'un tel appareil présente un intérêt économique et écologique évident.

Afin de pouvoir optimiser la consommation liée à un appareil électroménager, une première étape est de déterminer quels autres paramètres sont éventuellement corrélés à l'utilisation de cet appareil. Identifier les paramètres influant sur l'usage de l'appareil permet en effet d'identifier les habitudes de l'utilisateur, afin de chercher dans un second temps à optimiser l'utilisation de l'appareil. On s'intéresse donc ici à l'impact de certains paramètres sur l'utilisation d'un lave-linge dans une maison intelligente, ainsi qu'à l'impact de l'utilisation de ce lave-linge sur d'autres paramètres.

*Mots-clés* : bâtiment intelligent, économies d'eau et d'énergie, analyse de consommation

### **Abstract**

An appliance, such as a washing machine or a dishwasher, is a non-negligible part of the overall water and energy consumption of a house; managing to reduce the use and consumption of such a device thus presents obvious economical and ecological interests.

In order to optimize the consumption of an appliance, a first step is to determine which other parameters might be correlated to the use of this device. Identifying the parameters which have an influence on the use of this device enables indeed to identify the habits of the user, in order to try to optimize the use of the device in a second time. We are thus looking, in this article, at the impact of given parameters on the use of a washing machine in a smart house, as well as the impact of the use of this washing machine on other given parameters.

*Keywords*: smart building, energy and water savings, consumption analysis

## 1. Introduction

Les appareils électroménagers font aujourd'hui partie intégrante d'une immense majorité de logements ; qu'il s'agisse de lave-linge, de lave-vaisselle, de fours, ou encore de micro-ondes, ces appareils représentent une consommation d'eau et d'énergie non négligeable sur la consommation totale des foyers qui en sont dotés.

Alors que les prix de l'électricité en Europe sont en forte augmentation, et que le lien entre enjeux climatiques et consommation d'eau et d'énergie a été établi par la communauté scientifique, parvenir à réduire la consommation de tels appareils représente alors un intérêt économique et écologique pour le foyer.

Ainsi, cet article s'intéressera à l'utilisation d'un de ces appareils électroménager qui sera ici le lave-linge. L'article essaiera tout d'abord de s'intéresser à la fréquence d'utilisation du lave-linge et ses variations en rapport avec la météorologie (pluviométrie et température). Ensuite, les impacts de l'utilisation du lave-linge sur un paramètre de bien-être de la pièce (l'humidité) seront étudiés. Enfin, une étude sur la corrélation entre puissance électrique utilisée et cycle de lave-linge sera étudiée.

## 2. Acquisition et traitement de données

Pour réaliser ces différentes études, une multitude de données pour une maison spécifique étaient mises à disposition sur un serveur web jeedom. Différents jeux de données ont alors été extraits de cette base de données pour pouvoir les analyser.

La première étape est la connexion au serveur jeedom pour pouvoir récupérer ces données, cela se fait avec le code disponible en *ANNEXE 1*.

Le cadre de l'étude se fait sur des temporalités de 1 mois pour les données, et pour chaque donnée 1 mois de novembre et 1 mois de juin ont été récupérés pour pouvoir analyser des périodes avec des météorologies radicalement différentes dans le cadre du premier objectif de l'étude.

Pour étudier l'évolution de la fréquence d'utilisation du lave-linge les données suivantes ont été récupérées :

- Utilisation Machine à laver
- Pluviométrie
- Température extérieur station météo

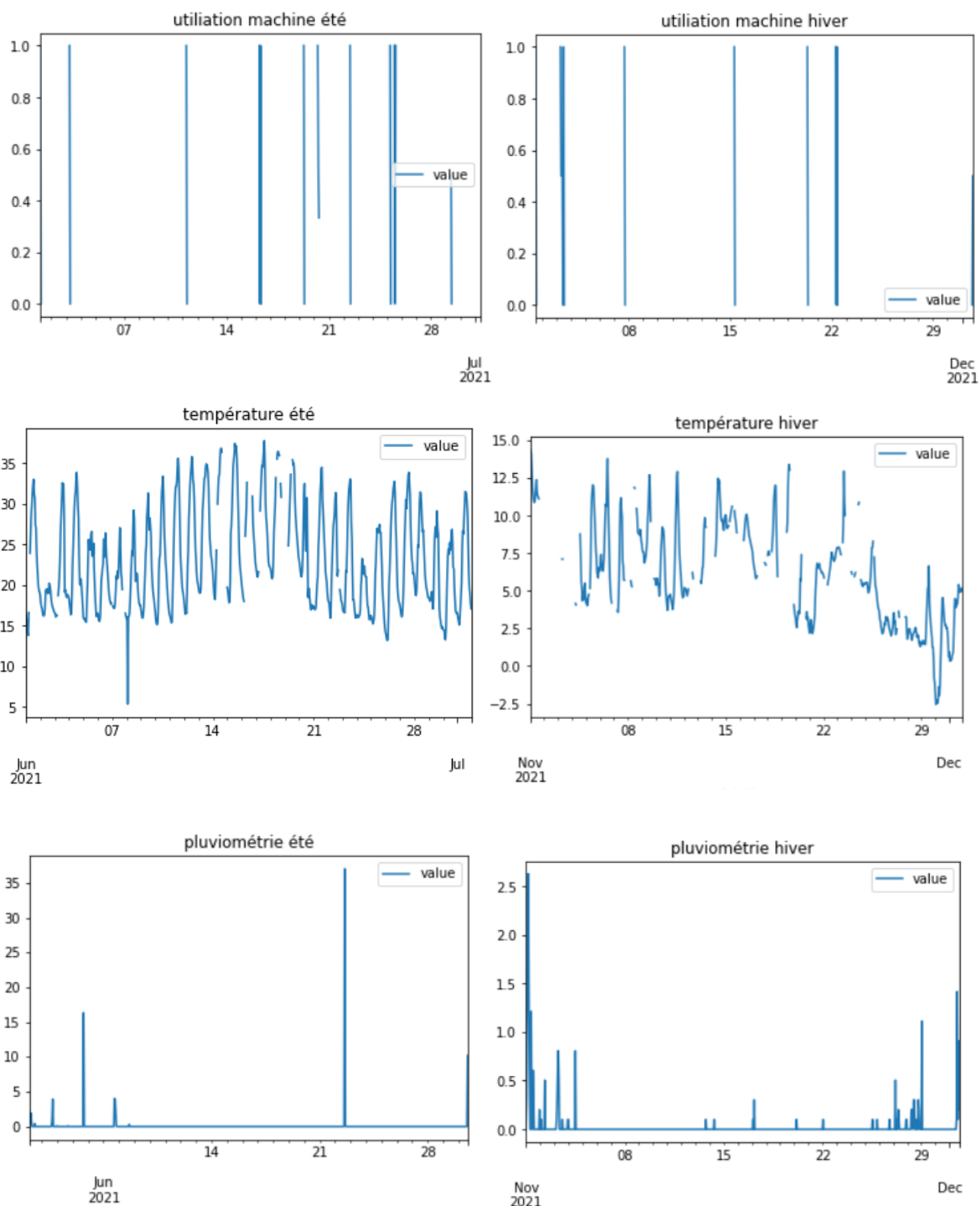
Pour étudier l'impact de l'utilisation de la machine du lave-linge sur les paramètres de confort intérieur les données suivantes ont été récupérées :

- Utilisation Machine à laver
- Humidité cuisine

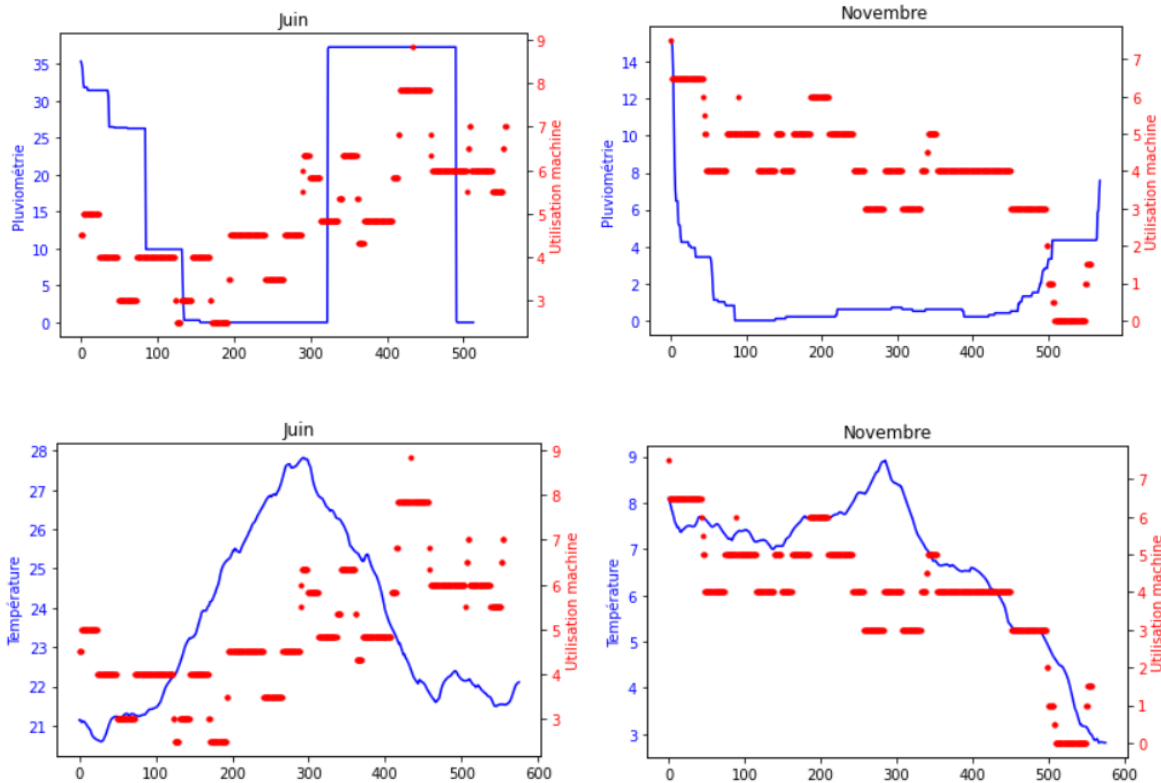
Enfin, pour étudier l'impact de l'utilisation de la machine sur la puissance consommée les données suivantes ont été récupérées :

- Puissance apparente (linky)





À vue d'œil, il n'a pas l'air d'avoir de corrélation directe entre fréquence d'utilisation, pluviométrie et température. Il est alors intéressant de s'intéresser à une moyenne glissante des valeurs et de les comparer entre elles. Nous allons nous intéresser à une moyenne glissante sur 7 jours pour la température et à une somme sur 7 jours pour la pluviométrie. Un extrait du code utilisé est en ANNEXE 4.



Il ne semble pas y avoir de forte corrélation entre l'utilisation de la machine à laver et la pluviométrie, en effet pour le mois de juin deux pluviométries similaires (autour de 35 cm) ne mènent pas à des fréquences d'utilisation de la machine à laver similaires.

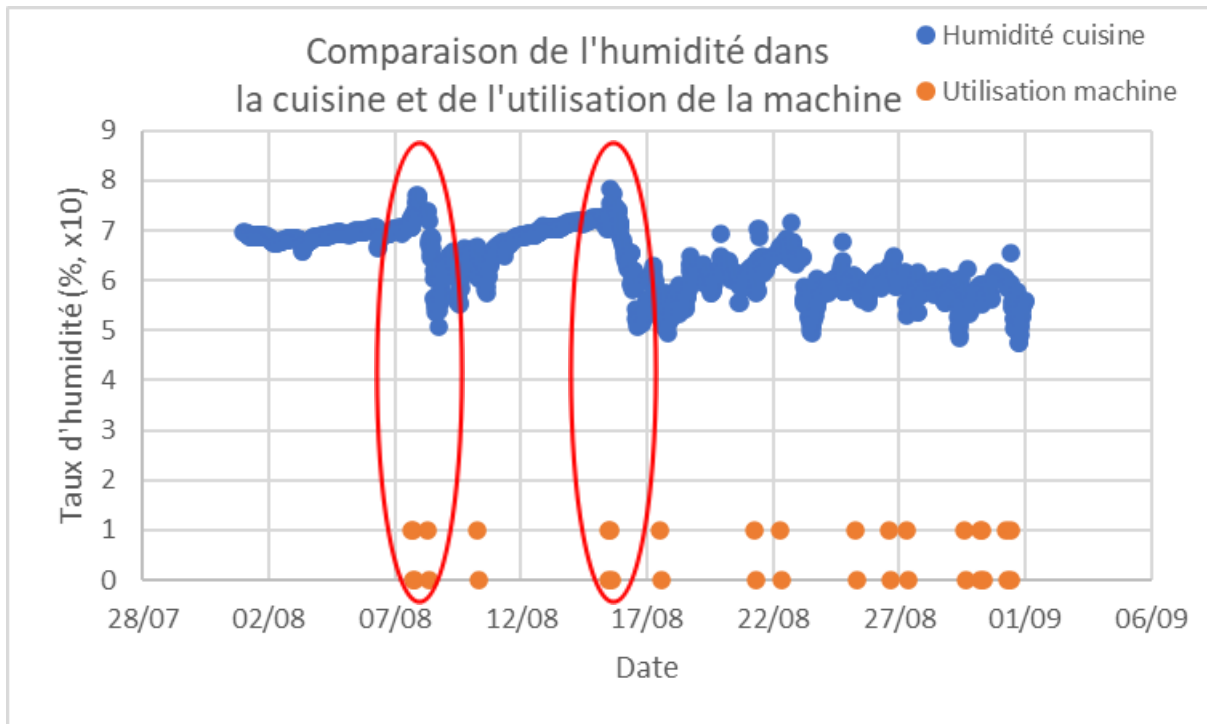
Une légère corrélation entre température moyenne et fréquence d'utilisation de la machine à laver semble cependant exister. Ainsi, quand la température augmente, la machine à laver est légèrement plus utilisée durant la semaine qui suit et inversement. Cette corrélation peut aussi se vérifier dans le fait que l'intervalle d'utilisation de la machine à laver sur une semaine de juin (chaude) est entre 3 et 9 alors que pour une semaine de novembre (froide) elle est entre 0 et 7 environ. Cela peut s'expliquer par une transpiration plus importante et donc un changement de vêtements plus fréquents. Une autre explication pourrait aussi se trouver dans la fréquence d'activités plus nécessitantes en lavage de vêtements quand il fait chaud (jardinage, piscine, sport...).

Ainsi, une première conclusion sur l'impact de la météorologie peut être tirée. La pluviométrie n'a pas l'air d'impacter réellement la fréquence d'utilisation de la machine à laver alors qu'une augmentation de la température aurait tendance à augmenter cette fréquence d'utilisation.

### 3.2 Impacts sur les paramètres de bien-être dans la pièce

On cherche également à s'intéresser à l'impact de la machine à laver sur la pièce dans laquelle elle est située, en l'occurrence la cuisine, afin de pouvoir déterminer si l'utilisation de la machine à laver peut impacter les paramètres de bien-être de cette pièce.

On trace ici l'évolution de l'humidité dans la cuisine en fonction du temps sur le mois d'août 2021, et on trace sur le même graphe l'utilisation de la machine à laver (1 = machine en fonctionnement, 0 = machine éteinte) :



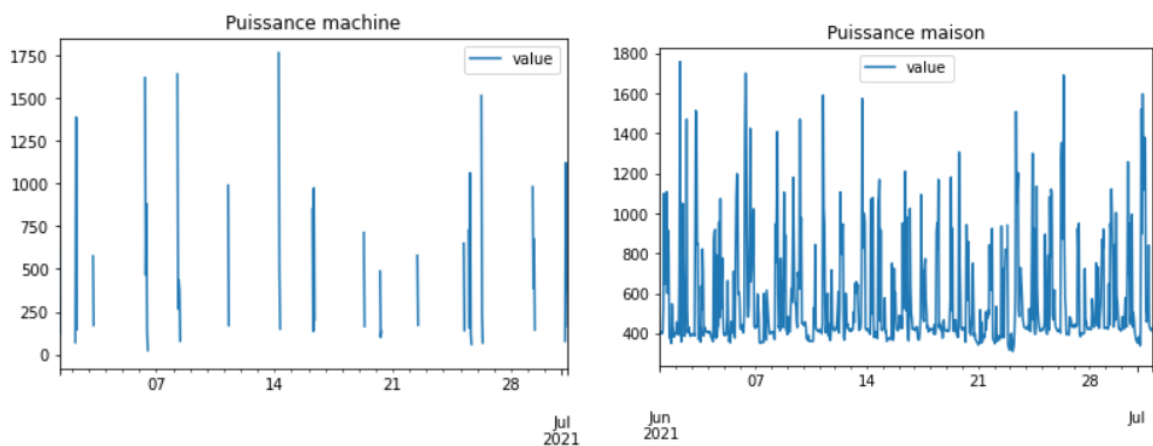
On observe à deux reprises une hausse subite du taux d'humidité de près de 10%, suivie d'une baisse subite également, concordantes avec une utilisation de la machine à laver.

Cette hausse est moins remarquable sur les autres utilisations de la machine à laver, bien qu'une utilisation de la machine à laver coïncide systématiquement avec une variation notable du taux d'humidité.

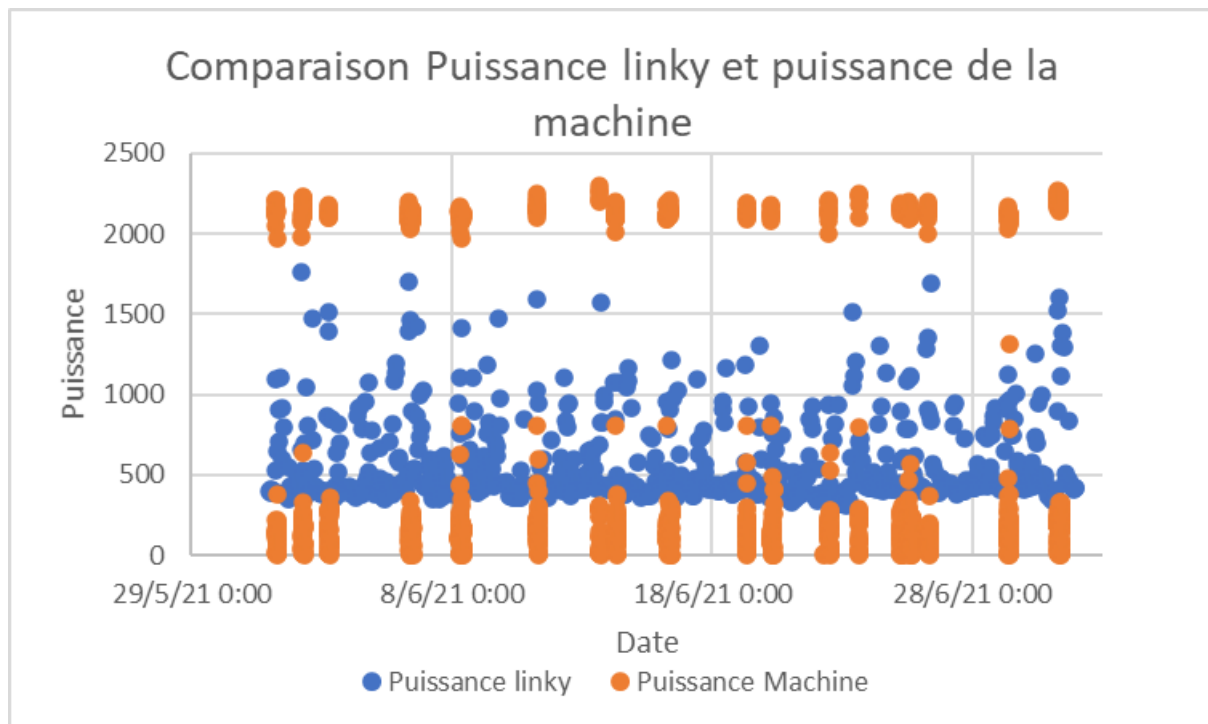
### 3.3 Corrélation à la consommation électrique

On étudie enfin ici le lien entre la consommation de la machine à laver et la consommation relevée au compteur Linky, afin d'analyser comment la consommation de cet appareil s'insère dans la consommation globale de l'habitation.

On trace ci-dessous la puissance électrique consommée par le lave-linge et la consommation relevée au compteur Linky de l'habitat, sur le mois de juin 2021 :



On peut tracer les deux puissances en correspondance :



On observe qu'à chaque "pic" de consommation énergétique de la machine à laver, la consommation globale est plus élevée que lorsque la machine à laver n'est pas en fonctionnement. La machine à laver est donc un élément critique et sensiblement impactant de la consommation électrique globale de l'habitat.

Dès lors, réussir à maîtriser, ou *a minima* optimiser la consommation énergétique de sa machine à laver est d'autant plus intéressant, puisque toute variation de la consommation liée à cet appareil se ressent sur la consommation globale de l'habitat.

#### 4. Conclusion

L'étude d'un appareil tel que la machine à laver permet ainsi de récupérer diverses informations sur un habitat. Nous avons ici pu montrer qu'à partir de données de consommation, de température, de pluviométrie et d'humidité, il est possible de chercher à optimiser sa consommation d'énergie en étudiant l'impact de la machine à laver sur la consommation globale de l'habitat, ou encore en étudiant s'il existe une corrélation entre les conditions météorologiques et l'utilisation de la machine à laver. Nous avons montré dans le cas que nous étudions, une corrélation entre la consommation de la machine à laver et le taux d'humidité de la pièce dans laquelle elle se situe, il est ainsi possible d'étudier l'impact que la machine à laver peut avoir sur son environnement.

Plus largement, cette étude a permis de montrer que les différentes données que l'on peut relever dans une maison peuvent être des outils précieux, tant pour améliorer son mode de vie que pour optimiser sa consommation énergétique, par exemple.

## ANNEXE 1 - Connexion à la base de données en ligne

```
from http.server import BaseHTTPRequestHandler, HTTPServer
import urllib
import time
from influxdb import InfluxDBClient
import sys
from datetime import datetime

#####
#   SCRIPT SETTINGS
#####
# Set the port where you want the bridge service to run
PORT_NUMBER = 1234
# InfluxDB Server parameters
INLUXDB_SERVER_IP = '82.65.155.71'
INLUXDB_SERVER_PORT = 8086
INFLUXDB_USERNAME = 'eleves'
INFLUXDB_PASSWORD = 'SmarthouseG2Elab'
INFLUXDB_DB_NAME = 'jeedom'
#####

client = InfluxDBClient(INLUXDB_SERVER_IP, INLUXDB_SERVER_PORT,
INFLUXDB_USERNAME, INFLUXDB_PASSWORD, INFLUXDB_DB_NAME, ssl=True,
verify_ssl=False)

print(client.get_list_database())

client.switch_database('jeedom')
```



## ANNEXE 2 - Exemple de récupération d'un jeu de donnée sur un mois

```
#### Timestamps in seconds #####"
timestamp_start= 1638316800  ## timestamp of the begin of period required (in
second use https://www.epochconverter.com/) 1 décembre 2021
timestamp_end= 1638403200  ## timestamp of the end of period required (in
second use https://www.epochconverter.com/) 2 décembre 2021
times_day=timestamp_end-timestamp_start

# récupération données hiverns
### recupération de 31 jours
machine_utilisation_hiv=[]
for i in range(31):
    #### Conversion of timestamp to datetime
    dt_object_start = datetime.fromtimestamp(timestamp_start+i*times_day)
    dt_object_end = datetime.fromtimestamp(timestamp_start+(i+1)*times_day)

#### Preparation of the query
query = 'SELECT "value" FROM "jeedom"."autogen"."6485" WHERE time >=
$start_time AND time < $end_time'
bind_params = {'end_time': str(dt_object_end), 'start_time':
str(dt_object_start)}

## query+Printf result
requete=client.query(query, bind_params=bind_params)
raw_data=list(requete.get_points())

for j in range(len(raw_data)):
    machine_utilisation_hiv.append(raw_data[j])

header_list = list(machine_utilisation_hiv[0].keys())

with open("machine_utilisation_hiv.csv", "w", newline='') as fp:
    writer = csv.writer(fp, dialect='excel')
    value_header = header_list[1]
    offset = sum(c.isalpha() for c in value_header)
    writer.writerow(header_list)
    for line in machine_utilisation_hiv:
        writer.writerow([line[kn] for kn in header_list])
```

### ANNEXE 3 - Traitement des données

```
import time
from datetime import datetime
import pandas as pd

# fonction qui enlève les caractères inutiles dans le champ time du
dataframe
def stringdate_to_datetime(stringdatetime: str):
    if "." in stringdatetime:
        stringdatetime=stringdatetime.split(".")[0]
    else:
        stringdatetime=stringdatetime.split("Z")[0]
    return
datetime.fromtimestamp(time.mktime(time.strptime(stringdatetime,'%Y-%m-%dT%H:%M:%S'))))

# code de traitement de données
linky_pu_ete_pd = pd.read_csv("linky_pu_ete.csv")

# rajoute une colonne en datetime clean
linky_pu_ete_pd["datetime"]=linky_pu_ete_pd["time"].apply(stringdate_to
_datetime)
linky_pu_ete_pd['datetime']=pd.to_datetime(linky_pu_ete_pd['datetime'],
format = '%Y-%m-%dT%H:%M:%S')

# supprime les colonnes inutiles et les doublons et met le datetime en
index
linky_pu_ete_pd.drop(columns=['time'],inplace = True)
linky_pu_ete_pd = linky_pu_ete_pd.drop_duplicates()
linky_pu_ete_pd=linky_pu_ete_pd.set_index("datetime")

# resample toute les heures
linky_pu_ete_pd=linky_pu_ete_pd.resample('60T').mean() # sous forme de
moyenne
```

## ANNEXE 4 - Moyenne glissante

```
machine_utilisation_hiv_list=[i for i in machine_utilisation_hiv_pd.values[:,0]]
pluv_hiv_list=[i for i in pluv_hiv_pd.values[:,0]]

for i in range(24*7, len(machine_utilisation_hiv_list)):
    l=machine_utilisation_hiv_list[i-24*7:i]
    a=0
    for j in l:
        if np.isnan(j)==False:
            a+=j
    moyenne_utilisation_hiv.append(a)

for i in range(24*7, len(temp_ext_hiv_list)):
    l=temp_ext_hiv_list[i-24*7:i]
    a=0
    n=0
    for j in l:
        if np.isnan(j)==False:
            a+=j
            n+=1
    m=a/n
    moyenne_temp_hiv.append(m)

fig, ax1 = plt.subplots()
ax1.plot(moyenne_temp_hiv, 'b-')
# Make the y-axis label and tick labels match the line color.
ax1.set_ylabel('Température', color='b')
for tl in ax1.get_yticklabels():
    tl.set_color('b')

ax2 = ax1.twinx()
ax2.plot(moyenne_utilisation_hiv, 'r.')
ax2.set_ylabel('Utilisation machine', color='r')
for tl in ax2.get_yticklabels():
    tl.set_color('r')

plt.title("Novembre")
plt.show()
```