

Comment anticiper l'encombrement des bus dans la ligne C à Clermont-Ferrand ?

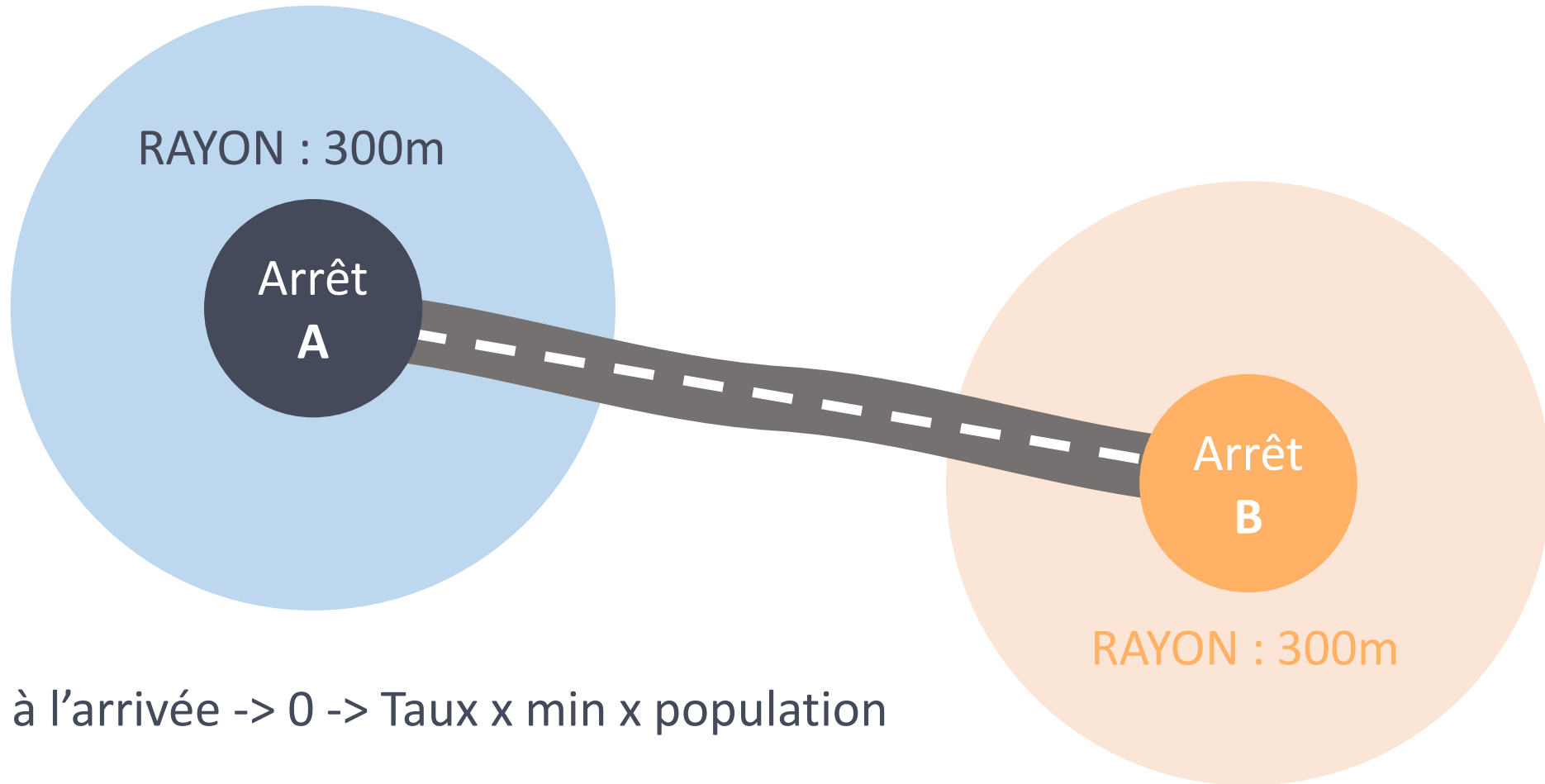
Capacité moyenne d'un bus en ville : 100 usagers
La fréquence de passage des bus doit être la plus petite possible

Facteurs influençant la fréquentation du bus

Programme de la simulation

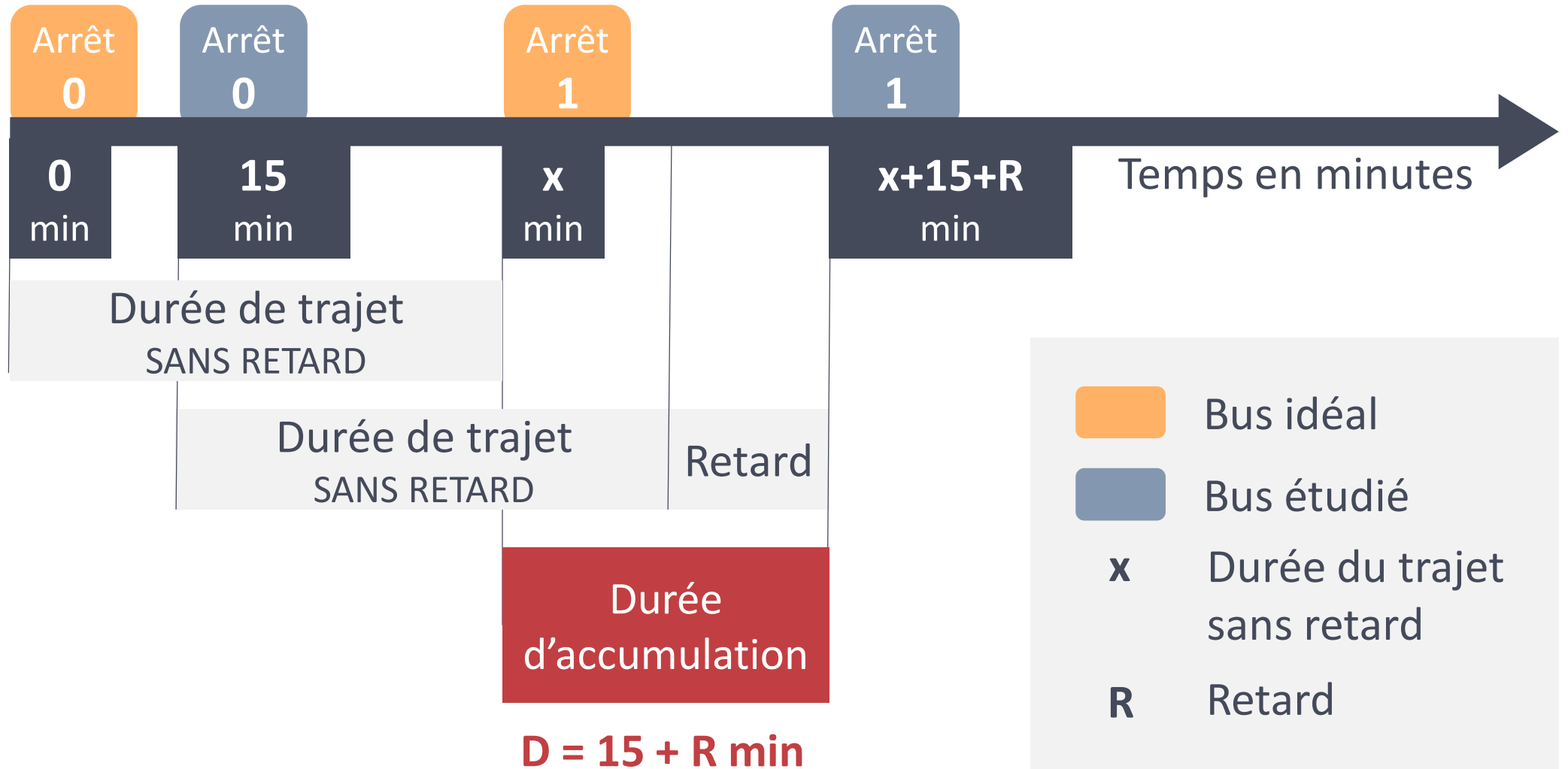
Analyse des résultats

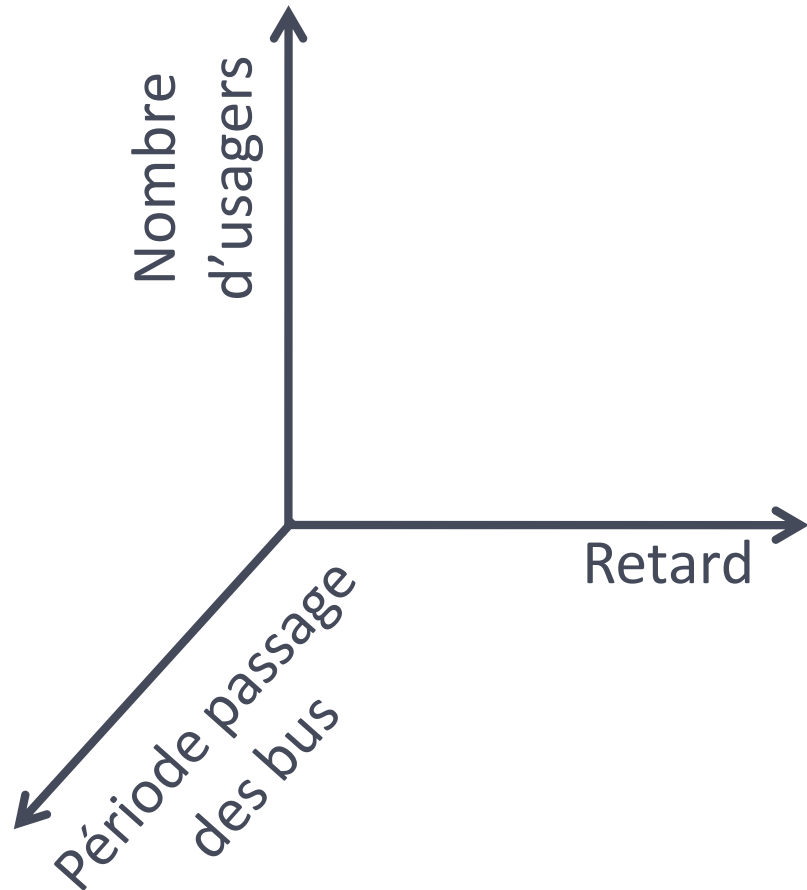
Limites et incertitudes



Facteurs influençant la fréquentation du bus

Principe de la simulation





Constantes de la simulation

arrets_list : liste des arrêts [nom, population]

frequentation : taux de la population rejoignant l'arrêt chaque minute

Variables de la simulation

interval_passages : 15 intervalles de passages testés

retardrange : 10 retards testés par intervalle

```
from mpl_toolkits import mplot3d
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

# Simulation des arrêts, list, fréquentation
# OBJECTIF : Combien de personnes entre chaque arrêt
# forme de arrêts_list = [(nom_arrêt, population, durée_jusque_arrêt_suisvant), (nom_arrêt, population, durée_jusque_arrêt_suisvant)]

fig = plt.figure()
ax = plt.axes(projection='3d')
ax.set_xlabel('Retard')
ax.set_ylabel('Période de passage des bus')
ax.set_zlabel('Nombre de personnes')
interval_passages_min = interval_passages_max = 0.18

# Pour 15 périodes de passages de bus différents :
for interval_passages in range(interval_passages_min, interval_passages_max):

    # Liste des nombres de personnes pour chaque arrêt pour chaque retard de la forme simulations[arrêt][retard] = nombre personnes
    simulations = [[] for _ in range(len(arrêts_list))]

    # On effectue la simulation pour 10 retards différents
    for retardrange in range(10):

        # PREMIER OU SECOND ARRÊT
        # Entre premier et deuxième arrêt, nb_personnes = nombre de personnes qui rentrent dans le bus à l'arrêt
        # Le nombre de personnes au premier arrêt sera égal à fréquentation de la population au
        nb_personnes_first_arrêt = interval_passages * fréquentation[arrêts_list[0][1]] # On :
        nb_personnes_first_arrêt_variabilité = int(nb_personnes_first_arrêt)

        # Liste dont chaque élément correspond à la longueur de trajet d'un usager
        list_durees_trajet = []
        for _ in range(nb_personnes_first_arrêt_variabilité):
            list_durees_trajet.append(1)

        list_nb_personnes.append(list_durees_trajet)
        simulations[0].append(len(list_nb_personnes[0]))

    # A PARTIR DU DEUXIEME ARRÊT
    # Maintenant étudions le nombre de personnes entre les arrêts à partir du deuxième
    retard = retardrange # Retard initial nul
```

```
from mpl_toolkits import mplot3d
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
```

```
# Pour 15 périodes de passages de bus différents :
for interval_passages in range(interval_passages_min, interval_passages_max) :

    # Liste des nombres de personnes pour chaque arrêt pour chaque retard de la f
    simulations = [[] for _ in range(len(arrêts_list))]

    # On effectue la simulation pour 10 retards différents
    for retardrange in range(10) :
```

```
28     ## PREMIER AU SECOND ARRET
29     # Entre premier et deuxième arrêt, nb_personnes = nombre de personnes qui rentrent dans le bus à l'arrêt
30     # Le nombre de personnes au premier arrêt sera égal à fréquentation de la population au premier arrêt, avec une
31     nb_personnes_first_arret = interval_passages * frequentation * arrets_list[0][1] # On a multiplié par 10 en est
32
33     # Liste dont chaque élément correspond à la longueur de trajet d'un usager
34     list_durees_trajet = []
35     for _ in range(nb_personnes_first_arret_variabilite) :
36         list_durees_trajet.append(1)
37
38     list_nb_personnes.append(list_durees_trajet)
39     simulations[0].append(len(list_nb_personnes[0]))
40
41     ## A PARTIR DU DEUXIEME ARRET
42     # Maintenant étudions le nombre de personnes entre les arrêts à partir du deuxième
43
44     retard = retardrange # Retard initial nul
45
```

```
retard = retardrange # Retard initial nul

# Pour chaque arrêt, sauf le premier
for i in range(1, len(arrets_list) - 1) :

    # 1) Etudions déjà qui sort, décrémentation des listes de nombre d'arrêts restants, et suppression des 0
    list_trajets_apres_sorties = [] # Nouvelle liste pour le départ
    for j in range(len(list_nb_personnes[i-1])) :
        if list_nb_personnes[i-1][j] - 1 != 0 :
            list_trajets_apres_sorties.append(list_nb_personnes[i-1][j] - 1)

    # Retard éventuel
    retard = retardrange

    # 3) Etudions qui rentre
    # Pour cela, étudions pendant quelle durée les usagers se sont accumulés à l'arrêt (duree_accumulation) en supposant qu'un bus idéal est passé
    duree_accumulation = retard + interval_passages

    # On a notre durée pendant laquelle les usagers s'accablent à l'arrêt, notre tau de fréquentation, et la population aux alentours de notre arrêt
    # Générons alors la liste des nouvelles personnes entrantes list_trajets_apres_entrees
    nombre_personnes_entrantes = int(duree_accumulation * frequentation * arrets_list[i][1])

    # Liste dont chaque élément correspond à la longueur de trajet d'un usager
    list_trajets_apres_entrees = []
    for _ in range(nombre_personnes_entrantes) :
        list_trajets_apres_entrees.append(1)

    # On ajoute la liste des usagers présents dans le bus pour ce nouveau trajet
    list_nb_personnes.append(list_trajets_apres_sorties + list_trajets_apres_entrees )

simulations[i].append(len(list_nb_personnes[i]))
```



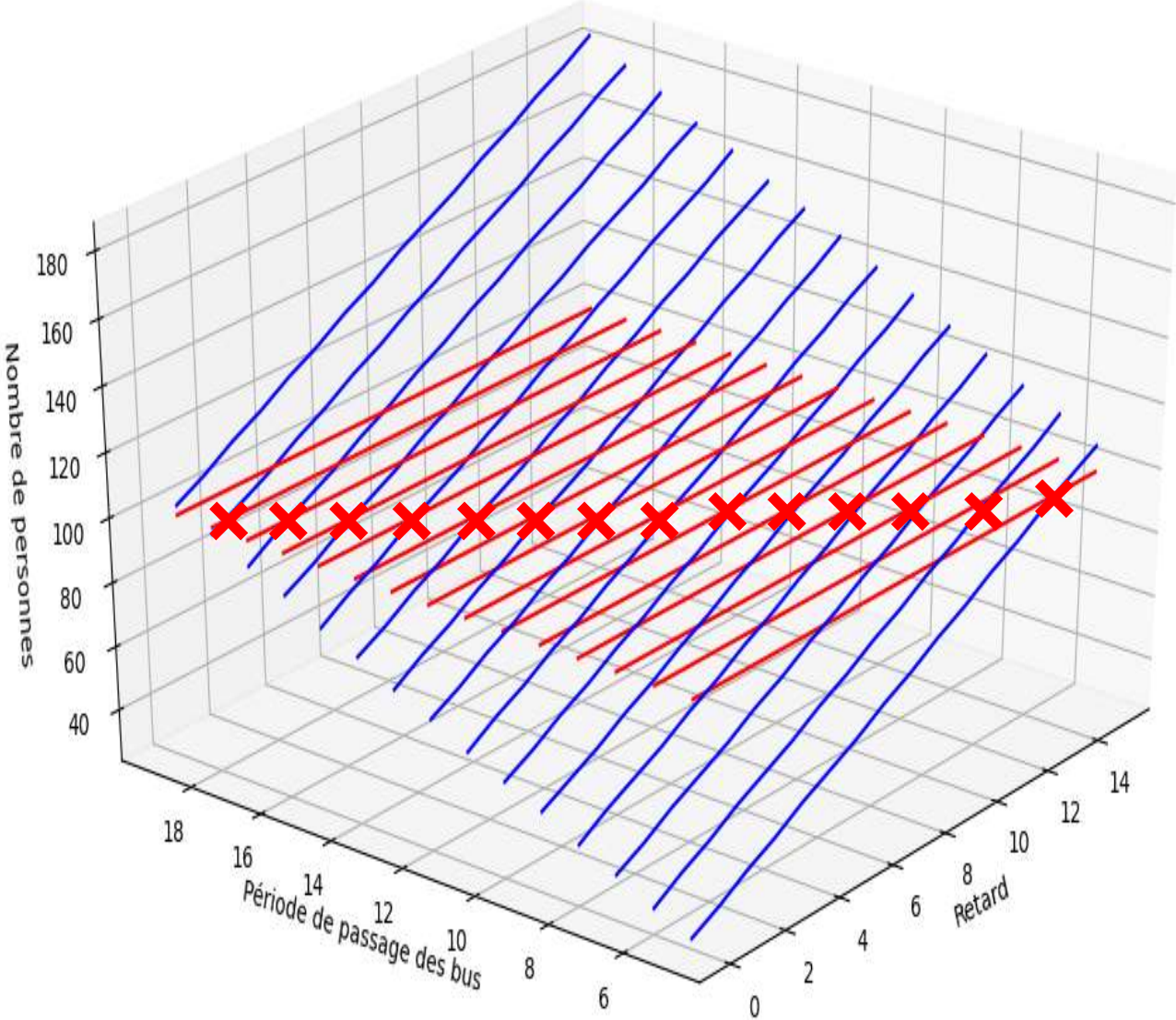
```
situationRetard(  
  [  
    ['Alexandre Varenne', 2035],  
    ['Ballainvilliers', 2625],  
    ['Faculte', 1815],  
    ['Carnot', 1788],  
    ['Fleury', 1672],  
    ['Pradelle', 2705],  
    ['Vincent dIndy', 2724],  
    ['Le Chateau', 1924]  
  ],  
  0.002  
)
```

arrets_list : liste des arrêts
[nom,population]

frequentation

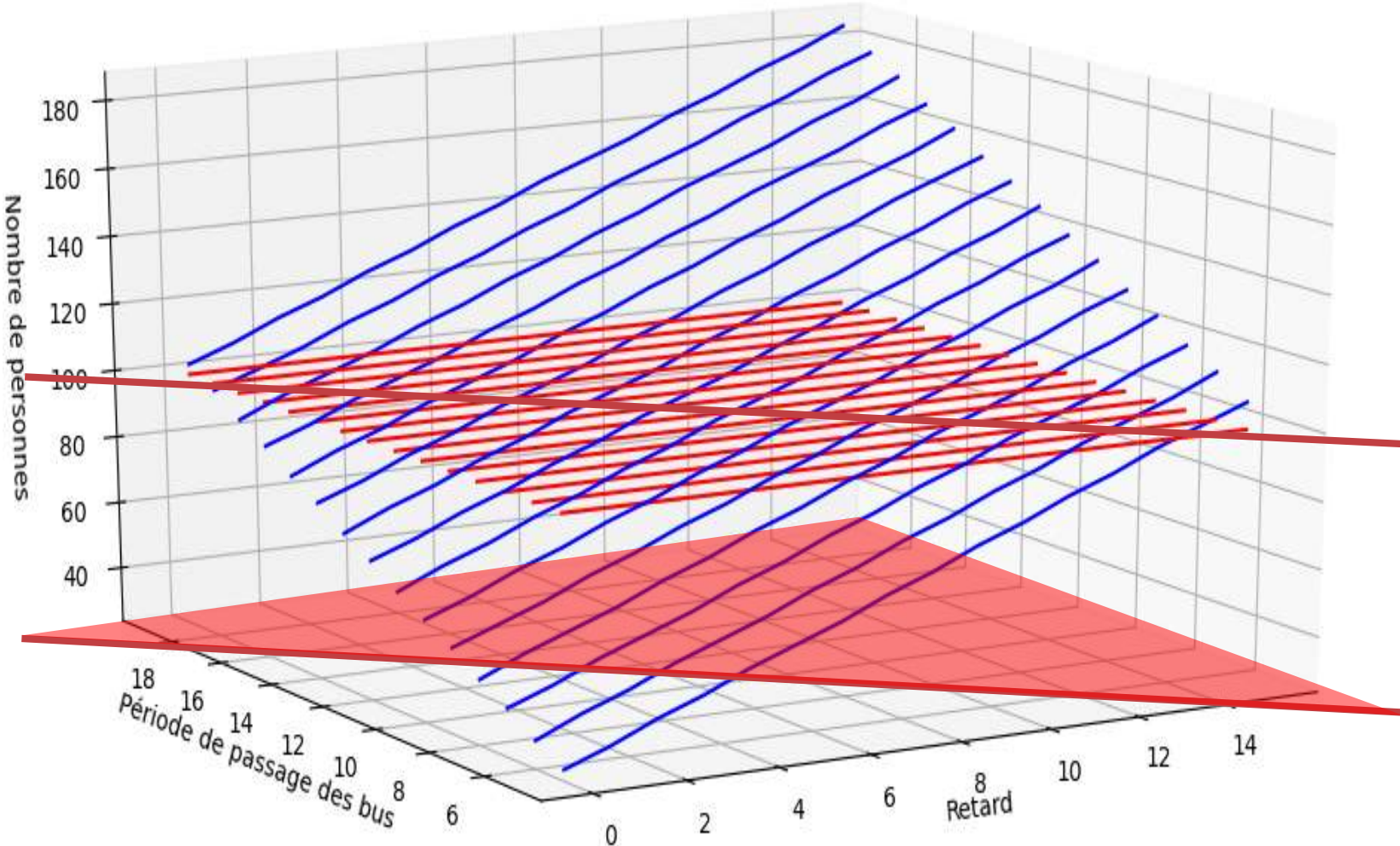
Analyse de la courbe

Analyse des résultats



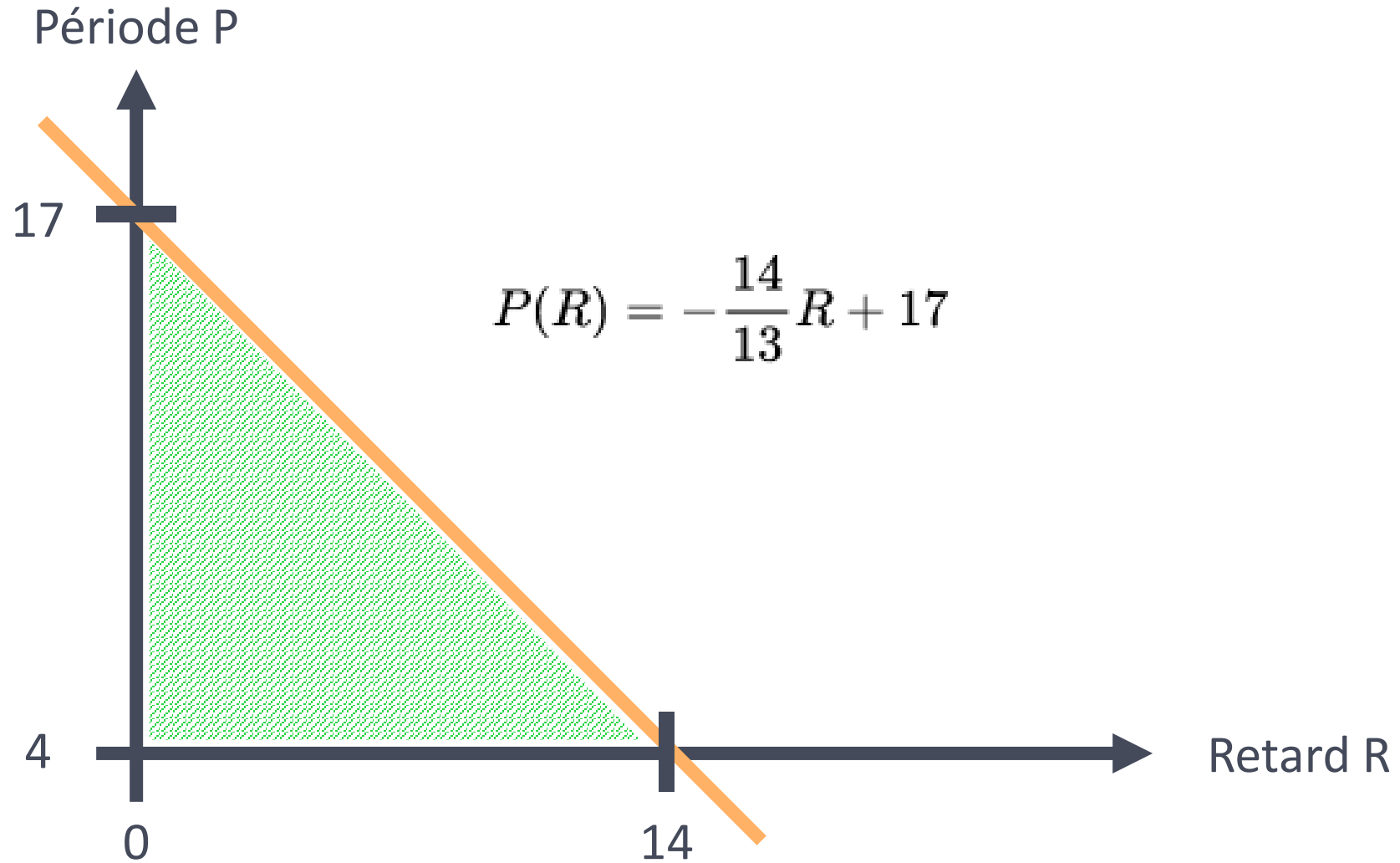
Analyse de la courbe

Analyse des résultats



Modèle de la période en fonction du retard

Analyse des résultats



$$P(R) = -\frac{14}{13}R + 17$$

Limites

- Propagation du retard
- Nombre d'arrêts parcourus par un usager

Incertitudes

- Hypothèses empiriques de départ (taux d'habitants qui rejoignent l'arrêt par minute)
- Projeté orthogonal sur la base du graphique
- Lecture des unités du graphique