



Projet professionnel M2 ROAD – éléments de contexte

Dans le cadre de sa stratégie d'innovation et d'évolution, le groupe La Poste souhaite investir dans la mise en place de technologies de pointe applicable sur des problématiques de Supply Chain.

Face à la transformation et aux problématiques croissantes de l'approvisionnement des villes et des campagnes, le groupe La Poste se trouve soumis à plusieurs problèmes grandissants :

- Diminution du nombre de chauffeurs livreurs
- Diminution des flux de courrier, devenant déficitaire.
- Augmentation des flux de livraison de colis, devenant majoritaire.
- Exigence des clients de plus en plus forte des clients face à un marché dynamique en pleine transformation et émergence de nouveaux services de livraison (livraison en J, H+3/6/9/12).

Fort de la plus grande flotte de véhicules de livraison électriques au monde, le Groupe La Poste souhaite repenser son réseau logistique rural de proximité en modernisant sa flotte de véhicules et étudiant des propositions de livraison autonomes et volantes.



Figure 1 : Exemple de remplissage de véhicule utilitaire pour la livraison de colis



Figure 2 : Exemple de drône de livraison volant autonome.

La Poste souhaite étudier les gains en temps relatifs à la mise en place de deux drones de livraisons connectés à un véhicule de livraison traditionnel par rapport à l'utilisation simple d'un véhicule de livraison en zone rurale. La poste, dans un souci d'efficacité, différenciera ses tournées de livraison de colis de ses tournées de livraison de courrier. Nous nous concentrerons ici uniquement sur la livraison de colis

Nous nous positionnerons dans un premier temps sur un cas d'étude de 4 communes de Dordogne (24) étant couvertes par une unique tournée de livraison : Creyssse, Mouleydier, Saint Germain et Mons, Cours de Pile.

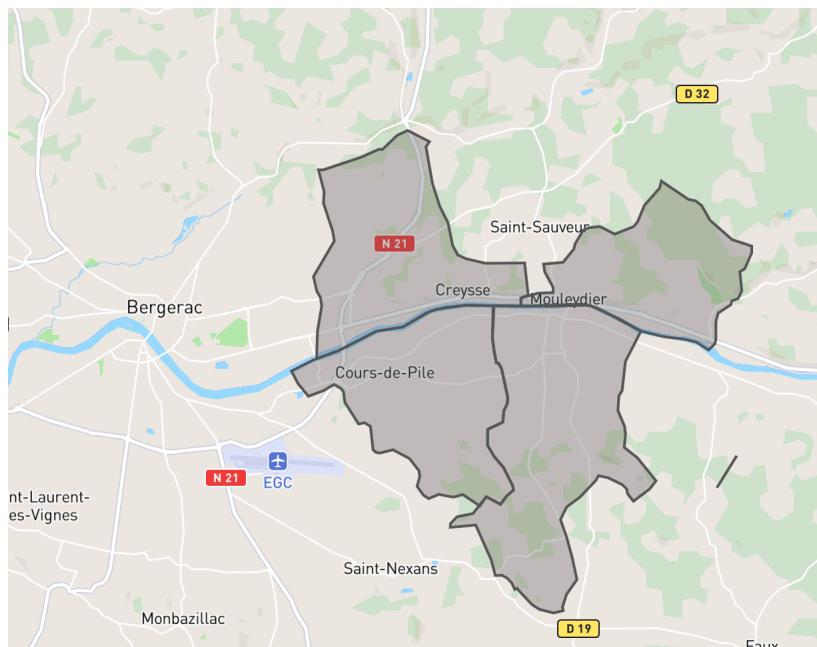
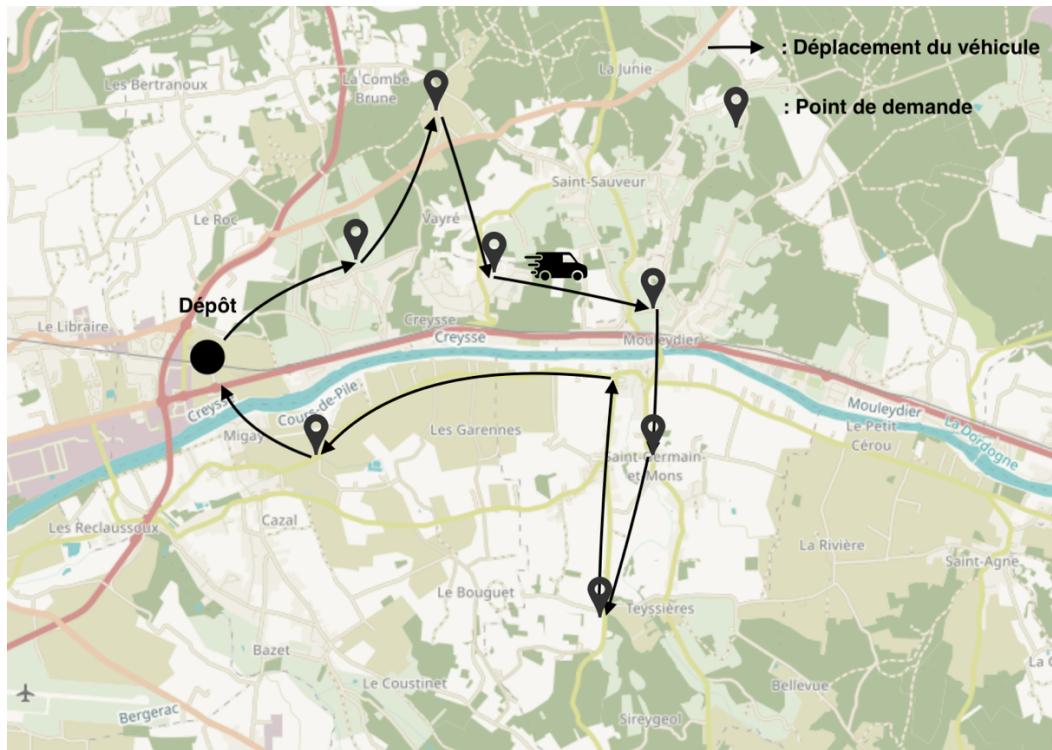


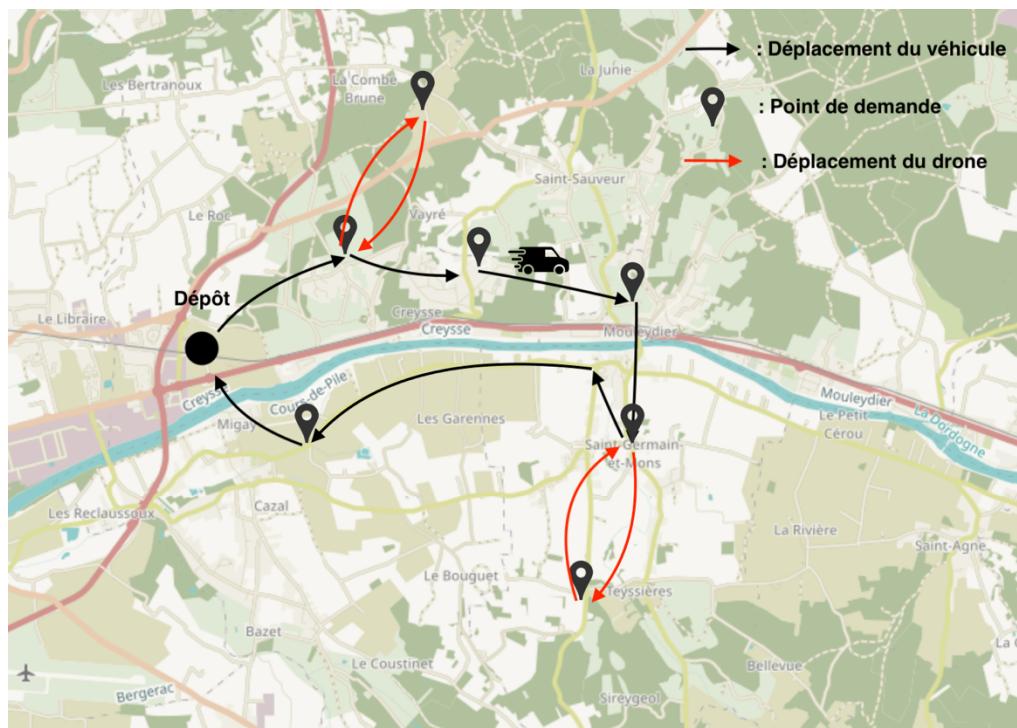
Figure 3 : périmètre de la tournée

Le but du projet sera de comparer le temps mis par un véhicule simple à couvrir la demande sur ces zones avec 3 cas de figure différents de plus en plus complexes :



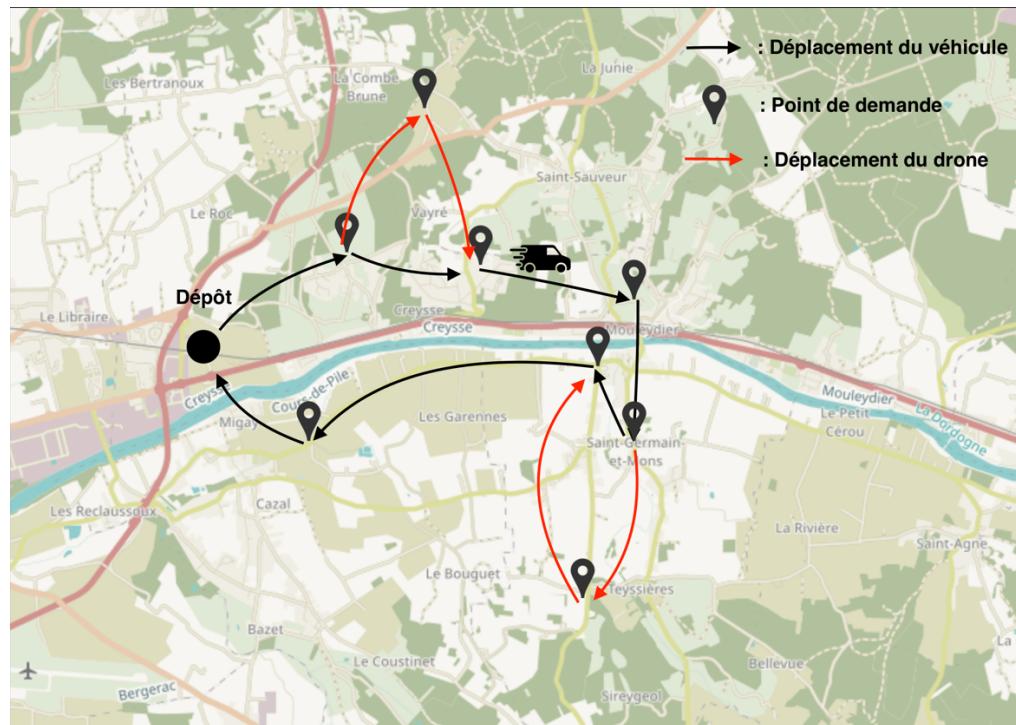
Cas 0 : Tournée de livraison simple

- Le véhicule de livraison est doté de 2 drones de livraison autonomes pouvant amener les colis **en ligne droite** et **un par un** aux points livraison. Ces drones devront être lâchés et récupérés à **l'arrêt en un même point** (correspondant aux nœuds du graphe routier).



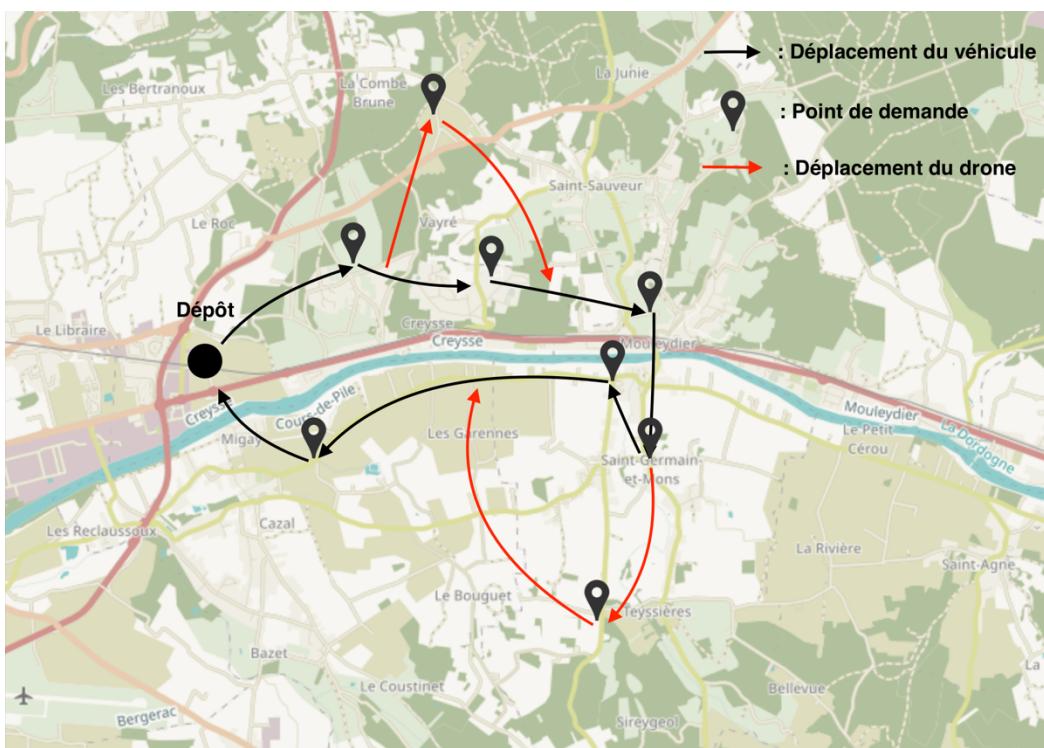
Cas 1 : Point de largage et récupération des drones statique.

- Le véhicule de livraison est doté de 2 drones de livraison autonomes pouvant amener les colis **en ligne droite** et **un par un** aux points livraison. Ces drones devront être lâchés et récupérés à l'arrêt mais pourront l'être en **deux points différents** (correspondant aux nœuds du graphe routier).



Cas 2 : Point de largage et récupération des drones différentié

- Le véhicule de livraison est doté de 2 drones de livraison autonomes pouvant amener les colis **en ligne droite** et **un par un** aux points livraison. Ces drones devront être lâchés et récupérés en route, à **n'importe quel point du parcours**.



Cas 3 : Point de largage et récupération dynamique

Données :

Pour effectuer ces travaux, il vous sera dans un premier temps donné une unique instance. Vous trouverez une liste d'arcs correspondant au réseau routier des communes considérées :

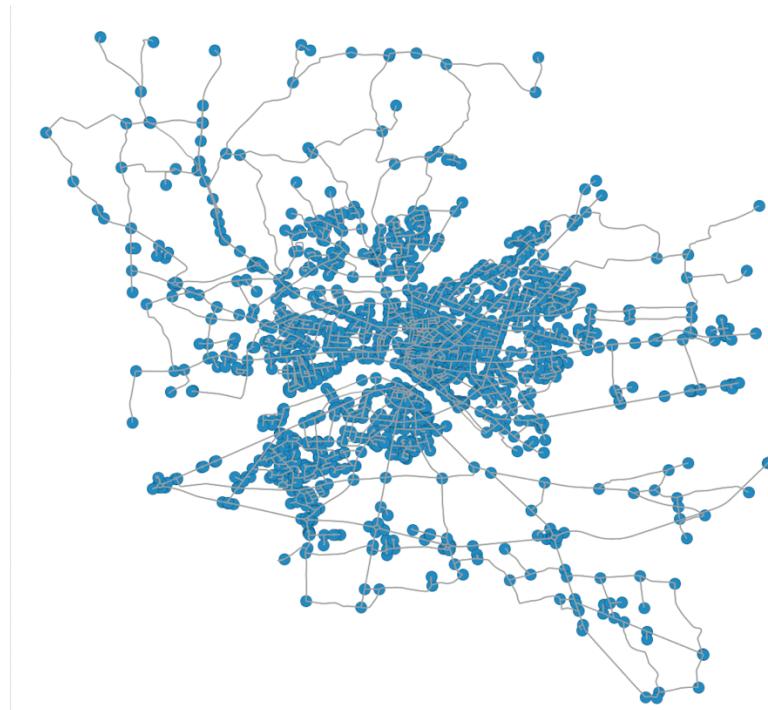


Figure 4 : Exemple de réseau routier

Ces données sont au format JSON (format très largement utilisé dans l'industrie) et ont été directement extraites depuis les API de OpenStreetMap. Elles se présentent de la forme suivante :

```
[],  
  [ {  
      "command_number":0,  
      "id":1,  
      "lat_max":44.8497142,  
      "lat_min":44.8498533,  
      "length":33.882999999999996,  
      "lon_max":0.5339426,  
      "lon_min":0.5340781,  
      "oneway":1,  
      "osmid":26780618,  
      "type":"primary"  
    },  
    [ {  
        "command_number":0,  
        "id":2,  
        "lat_max":44.8494262,  
        "lat_min":44.8497142,  
        "length":45.29100000000004,  
        "lon_max":0.53402,  
        "lon_min":0.5339426,  
        "oneway":1,  
        "osmid":61972338,  
        "type":"secondary"  
      },  
      [ {  
          "command_number":0,  
          "id":5,  
          "lat_max":44.8494721,  
          "lat_min":44.8497142,  
          "length":67.624,  
          "lon_max":0.5334952,  
          "lon_min":0.5339426,  
          "oneway":1,  
          "osmid":26780785,  
          "type":"primary"  
        }  
    ]  
  ]
```

Figure 5 : Exemple de donnée d'arc.

Chaque arc est représenté par deux points : min et max avec chacun une longitude et latitude respective. Chaque arc possède un ID, ainsi qu'un osmID unique (dans le cas où il y aurait plusieurs ID, le premier sera utilisé).

Chaque arc possède également une longueur exprimée en mètres. Chaque point extrême d'un arc représentera un des nœuds du graphe.

Enfin, chaque arc possède un type (primary, secondary, tertiary, undefined) ayant une influence sur la vitesse du véhicule.

ATTENTION : Les véhicules ont comme support le graphe routier, les drones peuvent aller en ligne droite !

Pour des raisons de facilité, la demande sera localisée sur les nœuds du graphe. Elle sera également exprimée sous la forme d'un fichier JSON incluant un nombre de colis à livrer et une position (longitude/latitude) correspondant à un nœud du graphe.

Dans le cas où les coordonnées d'une livraison ne correspondrait à aucun nœud du graphe, elle sera associée au nœud le plus proche.

Paramètres :

La vitesse moyenne d'un véhicule de livraison est de :

- 60km/h sur les routes « Primary »
- 45km/h sur les routes « Secondary »
- 30km/h sur tous les autres types de route.

La vitesse d'un drone est de 50km/h.

Le temps de livraison d'un colis par le véhicule de livraison est de 1min.

Le temps de livraison d'un colis par le drone est instantané.

Le temps de recharge d'un drone est de 30s.

Les drones ont une capacité d'emport de 1 colis.

Le véhicule doit retourner au dépôt à la fin de sa tournée.

Les drones peuvent rentrer après que le véhicule principal est arrivé.

On estime qu'il n'y a pas de relief.

Il n'y a pas de durée de travail maximum.

Les véhicules ont une autonomie illimitée. (On estime qu'elle ne sera pas dépassée dans ces instances)

Résultat attendu :

Vous devrez minimiser le temps total pour livrer la totalité des colis. Le temps démarre quand le véhicule (ou premier drone) quitte le dépôt et se termine quand le véhicule (ou dernier drone) rentre au dépôt.

Format de données attendu :

Vous devrez soumettre un fichier texte au format suivant :

TEMPS ; EVENEMENT ; LOCALISATION
0 ; DEPLACEMENT VEHICULE DESTINATION (LAT : 45,6 ; LON : 2,6) ; (LAT : 45,5 ; LON : 2,5)
20 ; ARRIVEE VEHICULE ; (LAT : 45,6 ; LON : 2,6)
20 ; LIVRAISON COLIS ID : 1 ; (LAT : 45,5 ; LON : 2,5)
21 ; LARGAGE DRONE 1 POUR LIVRAISON COLIS ID : 2 ; (LAT : 45,5 ; LON : 2,5)
30 ; LIVRAISON DRONE 1 COLIS ID : 2
40 ; RECUPERATION DRONE 1 ; (LAT : 45,8 ; LON : 2,9)