

Rapport d'analyse informatique  
Ingénieur 2<sup>e</sup> année  
Mai 2024

---

# Amélioration de la librairie Python open source Mobility

---

BAPTISTE DELAUNAY  
MARTA DUCAMP  
JOANNA GOSSE  
TONY THUILLARD

**Commanditaire**

CAPUCINE-MARIN DUBROCA-VOISIN (AREP)  
capucine-marin.dubroca-voisin@arep.fr

# Table des matières

<b>1</b>	<b>Contexte du projet</b>	<b>1</b>
1.1	L'entreprise AREP . . . . .	1
1.2	La bibliothèque Mobility . . . . .	1
1.2.1	Contexte général . . . . .	1
1.2.2	L'enquête de déplacements : ENTDD 2008 / EMP 2019 . . . . .	2
1.2.3	Architecture matérielle . . . . .	3
1.2.4	Principaux composants . . . . .	3
1.3	Problématique du projet . . . . .	3
1.4	Les enjeux du projet . . . . .	4
1.5	Les aspects sociaux . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Objectifs de l'étude - reformulation du besoin</b>	<b>5</b>
2.1	Les objectifs de l'étude . . . . .	5
2.2	Les contraintes . . . . .	5
2.3	Recueil du besoin - les acteurs . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Analyse fonctionnelle - solutions proposées</b>	<b>6</b>
3.1	Choix des modèles . . . . .	6
3.2	Établissement de la vérité terrain . . . . .	7
<b>4</b>	<b>Étude technique : Choix des logiciels et langages - Architecture</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>Réalisation et suivi du projet</b>	<b>9</b>
5.1	Les risques . . . . .	9
5.2	Planning du projet . . . . .	10
	<b>Conclusion</b>	<b>13</b>

# 1 Contexte du projet

## 1.1 L'entreprise AREP

La bibliothèque Mobility est développée conjointement par l'agence AREP et l'entité Elioth qui appartient au groupe Egis. AREP est une agence pluridisciplinaire, filiale de la SNCF. Elle allie des compétences d'architecture, d'urbanisme, de design, d'ingénierie, de programmation, de conseil et de management de projet pour développer des solutions résilientes face aux défis environnementaux auxquels nous faisons face.

Le développement de Mobility est actuellement en cours, et le projet n'est pas abouti. Notre équipe intervient sur la bibliothèque Mobility dans le but d'étendre les motifs de déplacement. Au moment où nous commençons à travailler, la bibliothèque permet seulement de modéliser les déplacements *domicile-travail*, sans prise en compte du type de transport utilisé, du réseau routier ni du réseau de transport en commun.

## 1.2 La bibliothèque Mobility

### 1.2.1 Contexte général

La bibliothèque Mobility est une bibliothèque Python qui a pour but de permettre d'étudier la mobilité des personnes à différentes échelles, de l'individu à la population, du bâtiment au territoire. Son objectif principal est d'être une aide à la décision à destination de bureaux d'études, de consultants ou de collectivités. Elle peut aussi servir d'outil pour la recherche ou la modélisation d'autres phénomènes sociaux.

Elle modélise les déplacements des individus selon des caractéristiques sociologiques et de distance pour différents usages en se basant sur les enquêtes de mobilité *Enquête nationale transports et déplacements (ENTD) 2008* et *Enquête mobilité des personnes (EMP) 2019*. Lors de son utilisation, elle peut donc permettre de mesurer l'impact carbone de la modification des modes de déplacements, ou de l'aménagement du territoire (installation d'une nouvelle ligne de transport en commun, d'une nouvelle route, ou même implantation d'un nouvel hôpital ou d'une nouvelle école).

Elle s'adresse à des publics non experts en informatique, et qui ne disposent pas nécessairement d'un équipement informatique lourd. Elle se doit donc d'être claire, facile d'utilisation et légère d'installation. C'est notamment pour cela que les données ne sont pas téléchargées directement lors de l'installation de la bibliothèque, mais sont seulement importées durant l'exécution du code.

Le principe est celui de la modélisation. Notre objectif était de créer des modèles de déplacement qui correspondent le mieux possible à la réalité. Dans la suite du développement de la bibliothèque, les préférences de moyen de transport seront appliquées à ce modèle pour pouvoir ensuite multiplier les kilomètres parcourus par la quantité d'équivalent CO<sub>2</sub> pour obtenir l'empreinte carbone des déplacements. Il faut donc pour créer ce modèle, deux sources de données :

- **Des données de "vérité"**, qui renseignent le lieu où se rendent les habitants de chaque commune pour chaque type de déplacement. Ces données sont issues dans l'idéal de statistiques officielles ;
- **Des données sources**, qui comprennent le nombre d'habitants d'une ville et le nombre d'établissements d'attraction par ville (par exemple une entreprise, un magasin, une école...).

On obtient par un modèle qui utilise le principe de radiation universel, le nombre de personnes qui se déplacent d'une ville à l'autre par jour. Ce modèle doit coller au mieux aux données de "vérité"

des déplacements effectifs. Pour cela, un indice de corrélation entre la vérité terrain et le modèle est calculé et doit être au-dessus 0,5.

### 1.2.2 L'enquête de déplacements : ENTD 2008 / EMP 2019

Comme dit précédemment, la bibliothèque Mobility s'appuie essentiellement sur les données des enquêtes de déplacement ENDT 2008 et EMP 2019. Ce sont des enquêtes menées par le service des données et des études statistiques (SDS) et qui ont pour but de connaître les habitudes de déplacement, les usages des différents moyens de transports, ainsi que le parc de véhicule détenus par les ménages en France métropolitaine. L'enquête a été réalisée sur 21000 foyers tirés au sort de France métropolitaine. Dans chaque foyer, une personne est tirée au sort pour un entretien particulier.

Les résultats de ces enquêtes distinguent 9 grands motifs de déplacement (voir figure 1) que nous avons réutilisés dans la suite de ce rapport.

Cette enquête donne une grande diversité de résultats, parmi lesquels, pour chaque motif de déplacement, le mode de transport choisi selon une variété de caractéristiques sociales (genre, âge, revenus du foyer et profession et catégorie socioprofessionnelle (PCS),...), et de la distance parcourue.

Carte A MOTIFS DES DÉPLACEMENTS	
<b>1 à 8 : MOTIFS PRIVÉS</b>	
<b>1 : Retour au point de départ / Études / Garderie</b>	6.3 Aller chercher quelqu'un à la gare, à l'aéroport, à une station de métro, de bus, de car
1.1 Aller au domicile	6.4 Aller chercher quelqu'un à un autre endroit
1.2 Retour à la résidence occasionnelle	<b>7 : Loisirs</b>
1.3 Retour au domicile de parents (hors ménage) ou d'amis	7.1 Activité associative, cérémonie religieuse, réunion
1.4 Étudier (école, lycée, université)	7.2 Aller dans un centre de loisir, parc d'attraction, foire
1.5 Faire garder un enfant en bas âge (nourrice, crèche, famille)	7.3 Manger ou boire à l'extérieur du domicile
<b>2 : Achats</b>	7.4 Visiter un monument ou un site historique
2.1 Se rendre dans une grande surface ou un centre (y compris boutiques et services)	7.5 Voir un spectacle culturel ou sportif (cinéma, théâtre, cirque, match), assister à une conférence
2.2 Se rendre dans un centre de proximité, petit commerce, boutique, services (banque, cordonnier...) commercial (hors centre commercial)	7.6 Faire du sport
<b>3 : Soins</b>	7.7 Se promener sans destination précise
3.1 Soins médicaux ou personnels (médecin, coiffeur...)	7.8 Se rendre sur un lieu de promenade
<b>4 : Démarches</b>	<b>8 : Vacances, changer de résidence et « Autres motifs »</b>
4.1 Démarche administrative, recherche d'informations	8.1 Vacances hors résidence secondaire
<b>5 : Visites</b>	8.2 Se rendre dans une résidence secondaire
5.1 Visite à des parents	8.3 Se rendre dans une résidence occasionnelle
5.2 Visite à des amis	<b>8.4 Autres motifs personnels</b>
<b>6 : Accompagner ou aller chercher</b>	<b>9 : MOTIFS PROFESSIONNELS</b>
6.1 Accompagner quelqu'un à la gare, à l'aéroport, à une station de métro, de bus, de car	9.1 Travailler dans son lieu fixe et habituel
6.2 Accompagner quelqu'un à un autre endroit	9.2 Travailler en dehors d'un lieu fixe et habituel, sauf ients ou visite à des fournisseurs, repas d'affaires, etc.)
	9.3 Stages, conférence, congrès, formations, exposition
	9.4 Tournées professionnelles (VRP) ou visites de patients
	9.5 Autres motifs professionnels

FIGURE 1 – Liste des motifs de déplacements utilisés dans l'EMP 2019

### 1.2.3 Architecture matérielle

Le code source de la bibliothèque Mobility est disponible en libre accès sur GitHub (<https://github.com/mobility-team/mobility>).

L'installation de la bibliothèque doit être légère et ne pas prendre trop de temps. Les données ne doivent pas être téléchargées au moment de l'installation. Le code télécharge, si les données n'existent pas encore sur le chemin d'accès relatif, les données sur les site de l'INSEE et Data.gouv, nécessaires à la construction du modèle et à la vérité terrain.

### 1.2.4 Principaux composants

La bibliothèque Mobility utilise des données publiques comme décrit précédemment. L'objectif est de trouver un modèle utilisant les données brutes pour se rapprocher le plus fidèlement possible de la vérité terrain. Avant notre travail, le seul motif de déplacement modélisé est celui pour les déplacements allant du domicile au travail.

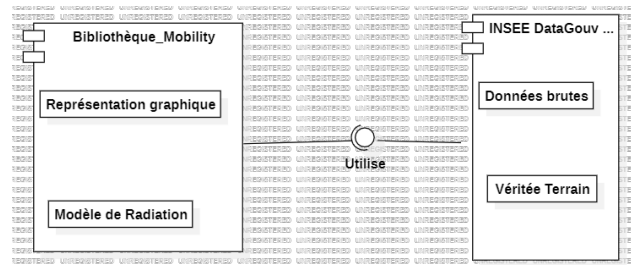


FIGURE 2 – Diagramme des composants

Dans la modélisation déjà implémentée, le modèle de radiation universel<sup>1</sup> est utilisé. Il s'agit d'un modèle qui prend en compte l'attractivité relative entre le lieu de départ et le lieu d'arrivée, ainsi que la distance à parcourir. Il affecte à chaque individu un lieu d'arrivée selon son lieu de départ. Il peut être formalisé mathématiquement comme ceci :

$$Q_{ij} = \int_0^{\infty} Pr_{mi+\alpha \cdot s_{ij}}(z) Pr_{\beta \cdot s_{ij}}(< z) Pr_{m_j}(> z) dz$$

Ici,  $m_i$  est le nombre d'opportunités au lieu  $i$ ,  $m_j$  est le nombre d'opportunités au lieu  $j$  et  $s_{ij}$  est la somme des opportunités que présentent les lieux qui sont à une distance de  $i$  inférieure à la distance  $ij$ .  $Pr_{mi+\alpha \cdot s_{ij}}(z)$  est la probabilité que le bénéfice maximum obtenu après  $mi + \alpha \cdot s_{ij}$  échantillons soit exactement  $z$ ,  $Pr_{\beta \cdot s_{ij}}(< z)$  est la probabilité que le bénéfice maximum obtenu après  $\beta \cdot s_{ij}$  échantillons soit inférieur à  $z$ ,  $Pr_{m_j}(> z)$  est la probabilité que le bénéfice maximum obtenu après  $m_j$  échantillons soit supérieur à  $z$ .

Le paramètre  $\alpha$  reflète le comportement de l'individu qui a tendance à choisir la destination dont les avantages sont supérieurs à ceux de l'origine et des opportunités intermédiaires. Le paramètre  $\beta$  reflète le comportement de l'individu qui a tendance à choisir la destination dont l'avantage est supérieur à l'avantage de l'origine, et l'avantage de l'origine est supérieur à l'avantage des opportunités intermédiaires.

## 1.3 Problématique du projet

La raison pour laquelle AREP a lancé ce projet est que ce qui est pour le moment développé ne prend pas en compte d'autres motifs de déplacement que les déplacements *domicile-travail*. Cela

1. Er-Jian Liu and Xiao-Yong Yan. A universal opportunity model for human mobility. Scientific Reports, 10(1), March 2020.

représente une partie non négligeable des déplacements en France, et donc de l’empreinte carbone. En revanche, ces déplacements excluent une grande partie des motifs de déplacement, notamment les déplacements pour réaliser des achats, pour les loisirs ou encore pour faire les déplacements *domicile-lieu de scolarisation*.

Nous avons décidé de travailler seulement sur la modélisation des déplacements *domicile-lieu de scolarisation*. En effet, puisque ces motifs de déplacement sont très divers, il existe une multitude de modélisations possibles. Après une évaluation de la difficulté à trouver des données, nous avons pensé que les données de scolarisation seraient les plus faciles à trouver.

Nous avons fait le choix de ne pas seulement nous appuyer sur le modèle de radiation universel utilisé dans le reste de la bibliothèque. Nous avons décidé d’implémenter également un modèle qui suit la proximité et un modèle qui correspond parfaitement à la carte scolaire sans tenir compte du fait que certains établissements n’y sont pas soumis. La comparaison des performances de ces trois modèles nous permettra de faire un choix définitif ou de faire un modèle hybride.

## 1.4 Les enjeux du projet

Ce projet va donc permettre à la bibliothèque Mobility d’être plus complète, ainsi que d’implémenter une nouvelle manière de modéliser les déplacements qui ne suivrait pas forcément le modèle de radiation universel.

Si le projet n’aboutit pas, la conséquence sera une progression moins rapide de la bibliothèque Mobility. Elle ne pourra pas être utilisée avec une capacité de modélisation du monde aussi précise qu’on l’aimerait. La réussite de ce projet n’est pas cruciale pour le bien être d’AREP, puisque Mobility n’est pas un projet qui doit être livré à un client avec une date de fin précise.

## 1.5 Les aspects sociaux

Le projet Mobility dans sa globalité s’inscrit sous la philosophie d’open source, ainsi, la licence respecte des critères précisément établis par l’Open Source Initiative que l’on peut retrouver sur <https://opensource.org/osd> :

1. Redistribution libre
2. Code source accessible autant que sa version compilée
3. Les travaux dérivés doivent également être accessibles sous une licence libre
4. Intégrité du code source de l’auteur
5. Pas de discrimination contre les personnes ou les groupes
6. Absence de discrimination dans les domaines de compétence
7. Distribution de la licence
8. La licence ne doit pas être spécifique à un produit
9. La licence ne doit pas restreindre d’autres logiciels
10. La licence doit être neutre sur le plan technologique

Cette manière de penser et de procéder a tendance à rejeter les organisations verticales et à préférer les organisations horizontales. L'équipe a donc fait le choix de ne pas mettre en place un-e chef-fe de projet. Tous les membres de l'équipe ont des compétences similaires, toutes les tâches peuvent être attribuées à tou-te-s. L'entraide est très encouragée.

## 2 Objectifs de l'étude - reformulation du besoin

### 2.1 Les objectifs de l'étude

L'objectif de l'étude est de trouver un modèle de mobilité qui permette de coller suffisamment à la réalité de la répartition scolaire.

- Indice de similarité à 0.5 pour les flux supérieurs à 200 agents ;
- Une définition à l'échelle des communes ou des arrondissements pour les communes concernées, comme pour ce qui est développé pour l'instant dans le modèle ;
- Sur toute la France métropolitaine, Corse comprise ;
- Avec un appel et une visualisation par département ;
- Les données doivent être téléchargées au moment de la compilation du code, et pas au moment de l'installation de la bibliothèque.

### 2.2 Les contraintes

La bibliothèque est open source, il faut donc qu'elle n'utilise pas de logiciels et d'outils privés ou sous licence. Il faut aussi que le code puisse être lu et compris facilement. Pour cela, une attention particulière doit être portée à la qualité et à la clarté des commentaires ainsi que des *docstrings* sur chacune des fonctions. Aussi, les lignes de code ne doivent pas être trop longues pour faciliter la compréhension du code.

La bibliothèque ne doit pas être trop lourde à télécharger. Il faut donc que les données ne soient pas directement intégrées au sein du téléchargement, mais que ce soit une requête au moment de l'exécution.

L'idéal est de ne pas utiliser d'autres outils que Python. La bibliothèque utilise dans certaines fonctions le langage R, mais notre partie n'en a pas besoin. Le langage R sert au moment de l'intégration des résultats de l'enquête EMP 2019 dans le code, pour prendre en compte le choix des mode de transport pour les différents trajets selon des caractéristiques sociales.

### 2.3 Recueil du besoin - les acteurs

Cette bibliothèque est libre et s'adresse à tous ceux qui en auront l'usage. Cependant, la cible principale reste les administrateurs des transports à différentes échelles pour pouvoir mesurer l'impact en terme d'émission de carbone de la mise en place d'une nouvelle ligne de transport en commun, d'une nouvelle route ou autoroute, voire même de la construction d'un nouveau bâtiment du service public (par exemple un nouvel hôpital, ou dans notre cas une nouvelle école ou un nouveau lycée.. ).

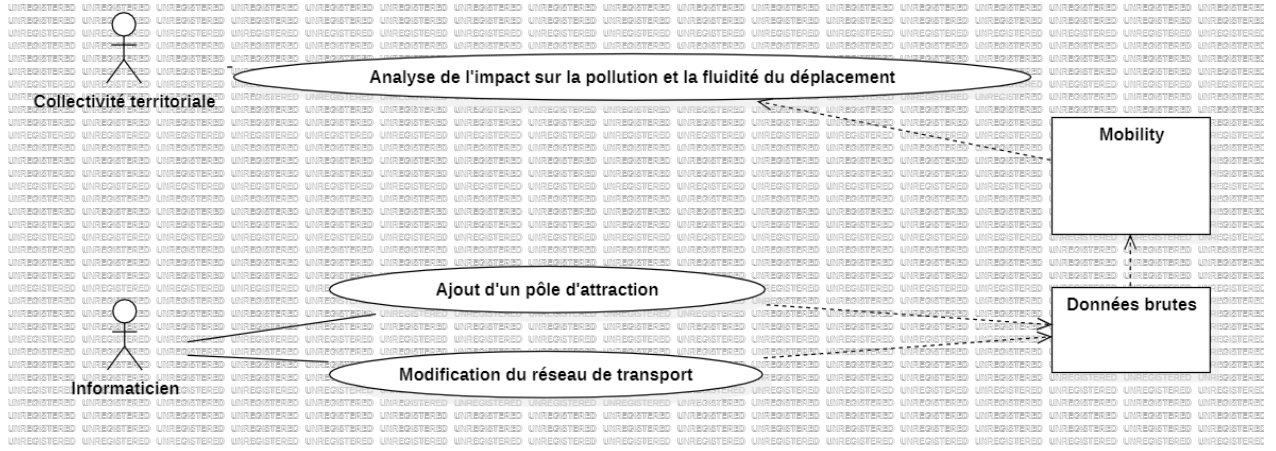


FIGURE 3 – Diagramme de cas d'utilisation

### 3 Analyse fonctionnelle - solutions proposées

Dans cette partie, nous allons voir quelles solutions nous pourrions apporter aux demandes de notre commanditaire dans le cadre de ce projet.

Il existe déjà une première version de la librairie Mobility permettant de modéliser, grâce à un modèle de radiation, les déplacements *domicile-travail*, sans prendre en compte les moyens de transports utilisés ou même le réseau routier. Notre travail consiste à élargir les capacités d'analyse de Mobility en lui permettant de modéliser d'autres motifs de déplacement, toujours sans prendre en compte les aspects précisés au-dessus. Nous avons choisi de modéliser les déplacements *domicile-lieu de scolarisation* car il nous semblait que c'était un des motifs de déplacement où obtenir les données nécessaires serait le plus simple au vu du temps que nous avons pour réaliser ce projet.

#### 3.1 Choix des modèles

L'idée est de garder une modélisation des déplacements suivant le modèle de radiation universel<sup>2</sup>. Étant donné que notre travail porte sur les déplacements *domicile-établissement scolaire*, nous avons pensé qu'il serait tout aussi pertinent d'évaluer la validité d'un modèle de proximité (uniquement basé sur la distance, là où le modèle de radiation dépend aussi de l'attractivité) et de carte scolaire.

En ce qui concerne le modèle de radiation universel, nous n'avons pas eu à le réimplémenter. Notre travail a été principalement de rechercher des données, de les mettre dans un format qui correspond aux entrées du modèle de radiation, et à appeler la fonction avec nos nouvelles données.

Pour le modèle de proximité, nous avons décidé d'implémenter un modèle très naïf où les élèves sont affectés à une école, un collège ou un lycée uniquement selon la distance euclidienne qui sépare leur ville d'habitation des villes où se trouvent les établissements scolaires. Ce modèle ne prend pas en compte le nombre de place disponible par école. Les établissements peuvent être plus remplis que leur réelle capacité.

Pour le modèle de carte scolaire, nous avons cherché des données qui décrivent ce système d'affectation commune par commune. Nous n'avons trouvé de données à l'échelle nationale que pour les collèges, et ces données ne sont pas exhaustives. Il y a notamment une absence de données dans la

2. Er-Jian Liu and Xiao-Yong Yan. A universal opportunity model for human mobility. Scientific Reports, 10(1), March 2020.



majorité des départements de Bretagne, dans les arrondissements de Paris et dans quelques autres départements. L'assignation des élèves à un établissement se fait par lecture du tableau, les élèves sont affectés à l'établissement qui leur est prescrit dans le tableau.

### 3.2 Établissement de la vérité terrain

Nous devons pour évaluer la validité des modèles, trouver des données de vérité terrain ce qui n'est pas évident puisqu'il s'agit de trouver un document à l'échelle nationale ou à plus petite (départementale, régionale, etc...) recensant les lieux où résident les écoliers et les lieux où ils se rendent à l'école. Une fois notre vérité terrain créée, il nous a suffi de comparer les résultats de nos deux modèles par rapport à celle-ci, notamment via un indice de similarité déjà établi par l'équipe de Mobility.

Le diagramme de classes suivant vous permettra d'avoir une vision d'ensemble du fonctionnement de la bibliothèque mobility.

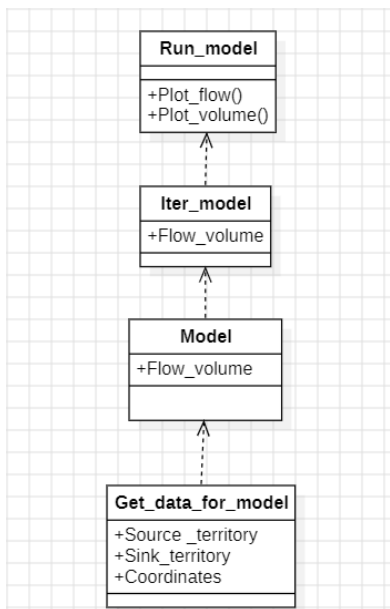


FIGURE 4 – Diagramme de classes

## 4 Étude technique : Choix des logiciels et langages - Architecture

Concernant le langage choisi, étant donné que nous travaillons sur une bibliothèque Python, nous n'avons pas le choix du langage utilisé. Nous allons travailler également en Python. Le but est que le code soit le plus simple possible, donc de mobiliser au minimum les autres langages. Cependant, si une fonctionnalité nécessaire de statistique ne peut pas être effectuée grâce à ce langage de programmation, nous pouvons faire appel à d'autres. Pour donner un exemple, une partie de la bibliothèque à laquelle nous ne touchons pas utilise le langage de calculs statistiques R, car certaines fonctionnalités ne sont pas disponibles en Python.

Le diagramme de composants suivant vous permettra peut-être de mieux comprendre ce que nous souhaitons faire dans le cadre de la réalisation de ce projet.

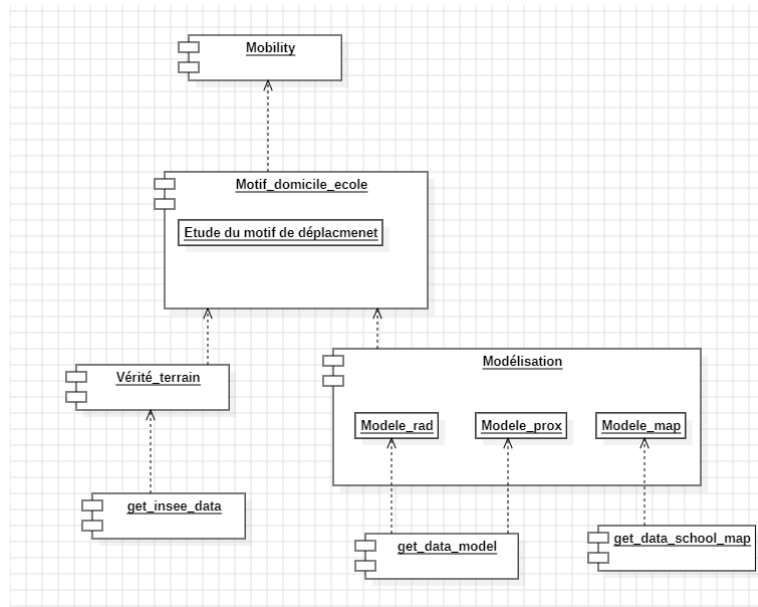


FIGURE 5 – Diagramme de composants solution

## 5 Réalisation et suivi du projet

### 5.1 Les risques

L'évaluation des risques a été faite dans la table 1 présentée ci-dessous. Les solutions préventives sont présentées dans la table 2.

NATURE DU RISQUE	DESCRIPTION	ALÉA	VULNÉRABILITÉ	RISQUE
Humain	Risque de conflit et tensions dans l'équipe	Peu probable	Modéré	Très Modéré
Logistique	Risque matériel	Probable	Mineur	Très modéré
Humain	Mal se répartir les tâches	Probable	Élevé	Modéré
Humain	Risque de surcharge	Probable	Modéré	Modéré
Technique	Ne pas réussir à s'approprier et à utiliser la librairie	Peu probable	Grave	Critique
Scientifique	Ne pas réussir à construire la vérité terrain	Probable	Grave	Critique
Scientifique	Ne pas réussir à trouver les données	Probable	Catastrophique	Très critique

TABLE 1 – Tableau des risques du projet d'amélioration de la bibliothèque Python Mobility

DESCRIPTION	SOLUTION PRÉVENTIVE
Risque de conflit et de tensions dans l'équipe	Team building
Risque matériel	Sauvegarder les données régulièrement
Mal se répartir les tâches	Créer et suivre le planning
Risque de surcharge	Etre assidu dans les séances
Ne pas réussir à s'approprier et à utiliser la librairie	Demander de l'aide régulièrement à la commanditaire
Ne pas réussir à trouver les données	Envisager différents axes de recherche
Ne pas réussir à construire la vérité terrain	Demander de l'aide aux commanditaires

TABLE 2 – Tableau solutions préventives des risques

Voici les risques auxquels notre projet est confronté :

- **Risque de conflit et de tension dans l'équipe** : ce risque peut être l'un des plus importants dans une équipe. Si les membres ne s'entendent plus, la communication se détériore et les membres peuvent se mettre à travailler chacun de leur côté, ce qui peut mettre à mal le projet. Heureusement, il est peu probable que cela arrive car nous nous connaissons bien, et le risque que cela porte atteinte au projet est modéré car nous avons tous déjà travaillé en équipe.
- **Risque matériel** : c'est le risque que les ordinateurs que nous utilisons ne fonctionnent plus à cause d'une panne, ou que les logiciels ne soient pas compatibles avec les systèmes d'exploitation. Étant donné la robustesse des ordinateurs mis à notre disposition à l'ENSG et la légèreté de la bibliothèque, cela ne représente pas un gros risque pour notre projet.
- **Risque de mal se répartir les tâches** : cela pourrait grandement mettre à mal notre projet si cela arrivait. Cependant, l'encadrement de l'ENSG dans le suivi de projet, ainsi que la proximité avec notre commanditaire nous permet de limiter ce risque.
- **Risque de ne pas réussir à s'approprier la librairie** : nous n'avons en effet jamais travaillé sur une bibliothèque Python et le projet de Mobility est en cours depuis plusieurs années déjà. Certaines parties risquent de nous échapper. Pour éviter cela, nous pouvons poser des questions à notre commanditaire en cas de blocage.
- **Risque de ne pas réussir à trouver les données** : nous devons trouver des données pour le cas scolaire. Ces données ne se trouvent pas encore dans la librairie. Il est très possible que nous ne parvenions pas à trouver des données suffisamment explicites pour nos besoins. Les solutions alternatives seraient de changer de champs d'étude (d'abandonner les déplacements pour des raisons scolaires, et prendre par exemple les déplacements pour des raisons de santé ou autre), ou bien faire un sondage, ce qui risque d'être long et peu précis.
- **Risque de ne pas réussir à construire une vérité terrain** : afin d'obtenir des résultats, il nous faut absolument réussir à construire une vérité terrain. Tâche qui est d'autant plus complexe puisqu'elle dépend des données que nous arrivons à trouver. Dans le cas où nous aurions du mal à savoir comment faire, nous devrions demander de l'aide à notre commanditaire pour qu'elle nous aiguille vers le chemin à suivre.

Finalement, les risques ici présents ne nous ont pas ou peu affectés au cours de la réalisation du projet. Nous avons seulement eu peur quelques fois de ne pas réussir à trouver puis à manipuler les données. Heureusement, nous y sommes finalement parvenus à temps et nous avons pu coder les modèles à temps.

## 5.2 Planning du projet

Afin de nous aider à organiser notre travail et à limiter le risque de surcharge, nous avons réalisé un diagramme de Gantt. Grâce à ce diagramme, on a la possibilité de planifier les différentes tâches que nous allons devoir réaliser. Ce qui apparaît en bleu est ce qui était prévu au départ, ce qui est en jaune a été décalé par rapport au planning initial, et ce qui apparaît en rouge a été annulé suite à une réévaluation de nos objectifs par rapport au temps imparti.



FIGURE 6 – Diagramme de Gantt

Quant au diagramme de Pert, il nous permet d'établir un ordre précis pour effectuer chaque tâche puisque certaines dépendent de la réalisation d'une autre tâche.

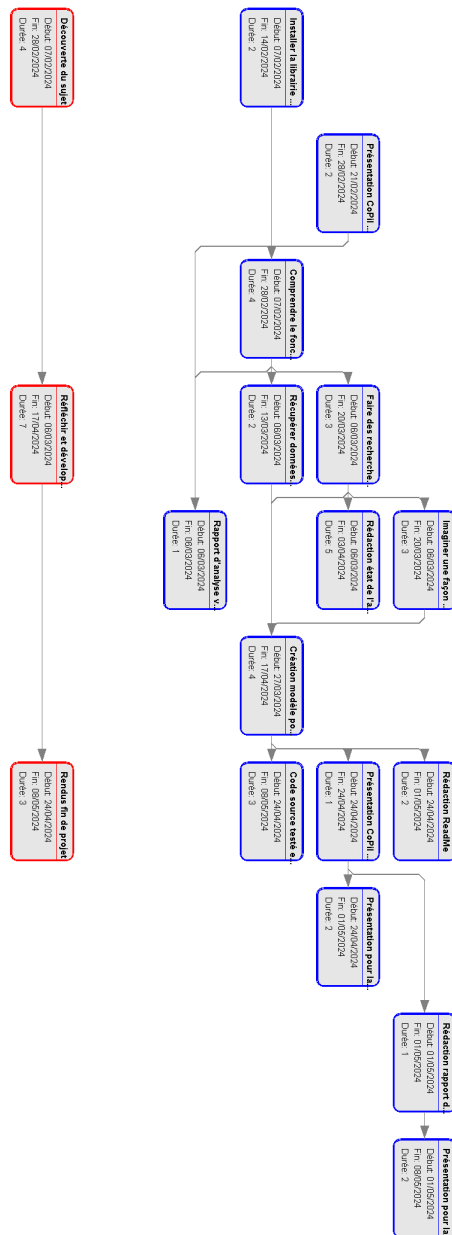


FIGURE 7 – Diagramme de Pert

## Conclusion

Notre projet s'est bien fini, nous avons réussi à créer 3 modèles (radiation, proximité et carte scolaire) pour les déplacements scolaires qui fonctionnent et qui donnent des résultats convaincants. On voit que le modèle de radiation universel est le plus efficace pour modéliser les déplacements pour les motifs scolaires, mieux que des modèles qui se basent sur la proximité ou la carte scolaire. On voit ainsi que le modèle de radiation est un modèle très puissant qui peut modéliser même des phénomènes sociaux qui peuvent être légalement encadrés. Cependant, il pourrait être judicieux d'implémenter dans la bibliothèque Mobility une fonction qui choisit par les trois modèles, celui qui a le meilleur indice de similarité. A partir de cela, on pourrait modéliser les déplacements à partir du modèle choisi. On ferait pour les déplacements scolaire un modèle mixte.

Bien que ces tests soient satisfaisants pour l'usage qui en est fait dans la bibliothèque, il faut bien garder à l'esprit que les déplacements par motifs ne doivent pas simplement être additionnés entre eux pour constituer des flux de voyageurs. Il a été modélisé pour l'instant sur la bibliothèque les motifs de déplacement *domicile-travail* et *domicile-lieu scolaire*. Or, ces deux types de trajets se font la plupart du temps en même temps, surtout pour les écoles primaires : les parents déposent leurs enfants à l'école puis vont directement au travail sans repasser par chez eux. Cela est à garder à l'esprit au moment de l'utilisation de la bibliothèque.