



# Rapport Simulation Gestion d'un carrefour

IETA Michael Rigaud | IETA Guillaume Neau  
2016-2017

## Table des matières

Table des matières .....	1
Objectif de l'étude.....	2
Analyse du problème.....	3
Présentation du système.....	3
Présentation des entités composant le système.....	3
Fonctionnement type .....	5
Modélisation du système .....	6
Modélisation du réseau routier .....	6
Modélisation des intersections .....	6
Modélisation des routes .....	8
Modélisation de la signalisation.....	8
Modélisation d'une voiture .....	9
Liste des événements .....	9
Implémentation du modèle .....	10
Présentation générale .....	10
Utilisation du logger. ....	12
Résultats et simulations .....	13
Reproduction du carrefour. ....	13
Utilisation du carrefour. ....	14
Analyse .....	21
Analyse de l'existant .....	21
Analyse de l'influence de la durée des feux sur le trafic .....	22
Stratégie d'amélioration .....	23
V&v .....	25
Code et simulation .....	25
Démarche et rapport .....	25
Conclusion .....	27

## OBJECTIF DE L'ETUDE

Commandé par la ville de Brest, la présente étude vise à dimensionner le carrefour « Coruscant » de la ville afin de fluidifier le trafic de la zone. Afin de parvenir à cet objectif, une simulation numérique du carrefour a été mise au point puis nous avons fait varier les différents paramètres et testé différentes hypothèses de fonctionnement.

Ce document présente l'analyse du problème et détail la mise en place de la simulation ainsi que les différents résultats obtenus.

# ANALYSE DU PROBLEME

## Présentation du système

Le système est composé de POINTS D'ENTRES, ROUTES et INTERSECTIONS dans lequel circule des VOITURES.

Sur ce système on trouvera des PANNEAUX DE SIGNALISATION et des FEUX DE CIRCULATION.

L'agencement général du carrefour est décri dans le cahier des charges. Et nous cherchons à répondre à la problématique d'encombrement du carrefour en suivant les trois étapes décris dans le cahier des charges.

À savoir reproduction du comportement du carrefour dans une simulation numérique, étude de la sensibilité du carrefour à la signalisation, élaboration d'une stratégie d'amélioration.

## Présentation des entités composant le système

### 1. POINT D'ENTRES

Les points d'entrés sont les différentes zones d'intérêt de la ville dont la matrice d'intérêt est fourni dans le cahier des charges.

En outre, chaque point d'entrée possède une fréquence d'entré dans la zone carrefour.

Ainsi le POINT D'ENTREE possède deux attributs correspondant à deux variables :

- Le point cible qui sera une variable aléatoire représentant la probabilité qu'une voiture provenant d'un point entrée aille vers un point cible.
- La fréquence d'apparition d'une voiture qui sera une variable supposée linéaire sur une heure, représentant le nombre de voiture par heure entrant par point.

### 2. ROUTES

Une route est la liaison entre soit deux points d'entrées où un point d'entrée et une intersection. Les routes peuvent être empruntées dans les deux sens. D'après le cahier des charges la route possède deux attributs constants :

- La longueur d'une route, définis dans le cahier des charges pour chaque route.
- La vitesse maximale autorisée sur cette route, définis dans le cahier des charges.

Pour les besoins du modèle nous avons ajouté :

- Chaque route possède un nombre de tronçons fixe.

### 3. INTERSECTIONS

Une intersection représente un croisement entre deux routes, elle peut comporter une ou plusieurs signalisations.

Une intersection possède un attribut à priori constant :

- La liste des routes disponible en entrée/sortie de l'intersection

### 4. SIGNALISATIONS

La signalisation représente les feux de signalisation ou les panneaux de signalisation disposés sur l'ensemble du carrefour. Ils peuvent être couplés ou non couplés.

Le cahier des charges définit trois attributs constants pour les feux de signalisation :

- La durée du feu vert
- La durée du feu orange
- La durée du feu rouge

### 5. VOITURES

Les voitures effectuent des trajets entre deux points d'entrée différents en suivant les différentes routes et intersections disponibles et en respectant la signalisation.

Le cahier des charges définit trois attributs constants ainsi que leurs comportements. Pour les besoins de la simulation nous considérons que la voiture possède un attribut constant 'trajet' représentant le trajet que souhaite effectuer la voiture.

- La longueur d'une voiture
- Le trajet d'une voiture (Point d'entrée et de sortie)
- La vitesse moyenne d'une voiture sur un tronçon
- Son accélération et sa décélération

## Fonctionnement type

Les voitures sont générées par l'environnement de simulation sur un point d'entrée avec un trajet à effectuer. Pour cela une voiture doit parcourir le carrefour en suivant les différentes routes. Puis la voiture est supprimée de la simulation lorsqu'elle a effectué son trajet.

Chaque voiture déclenche l'événement l'amenant à se déplacer, cet événement appelle alors une méthode permettant de calculer la position prochaine de la voiture et la date de création du prochain événement associé à cette voiture. Et ceux jusqu'à réalisation du trajet.

# MODELISATION DU SYSTEME

La modélisation s'appuie sur le descriptif établi par le cahier des charges et l'analyse du problème, en ajoutant certaines hypothèses pour le besoin de la simulation.

## Modélisation du réseau routier

Le réseau routier a été modélisé par un graphe orienté dont les sommets sont soit les points d'entrées soit une intersection et les arrêtes les routes possédant une capacité proportionnelle à leurs distances respectives.

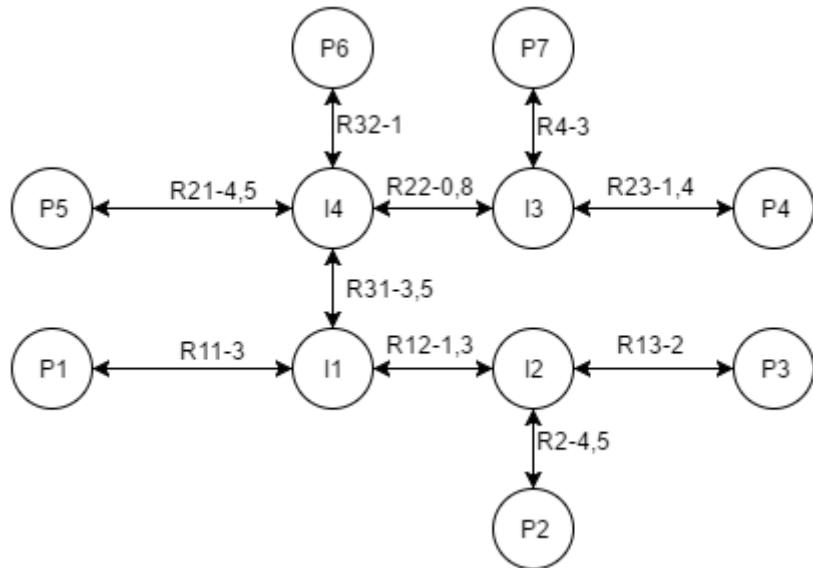


Figure 1 Graphe du réseau routier

Cette modélisation nous permet donc d'utiliser les algorithmes de plus court chemin et de remplissage associé à la théorie des graphes.

## Modélisation des intersections

Par ailleurs les intersections I[1..4] font l'objet d'un raffinement supplémentaire. Nous avons choisi d'implémenter et de tester successivement trois modélisations représentées par les graphes suivant :

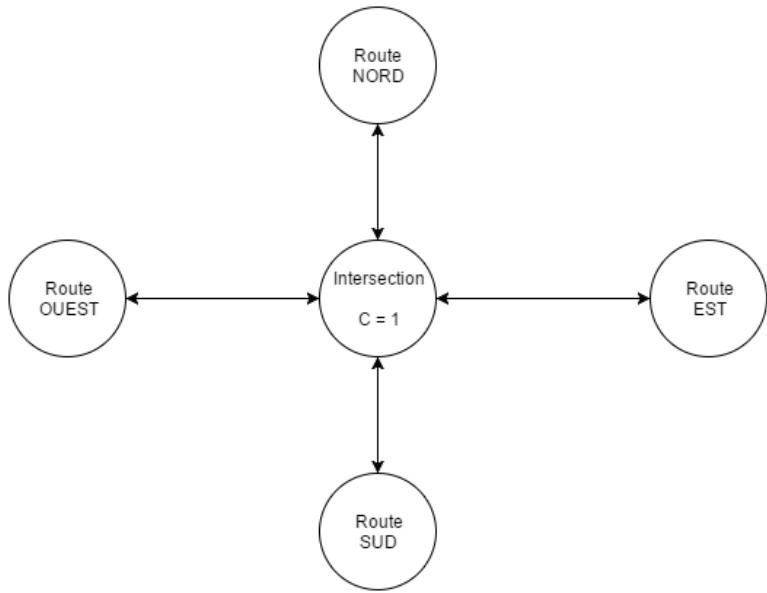


Figure 2 : Premier modèle d'intersection

Le premier modèle repose sur le fait qu'une seule voiture peut emprunter l'intersection à la fois, cela est symbolisé par la présence d'un nœud de capacité 1 au centre du graphe de chaque intersection.

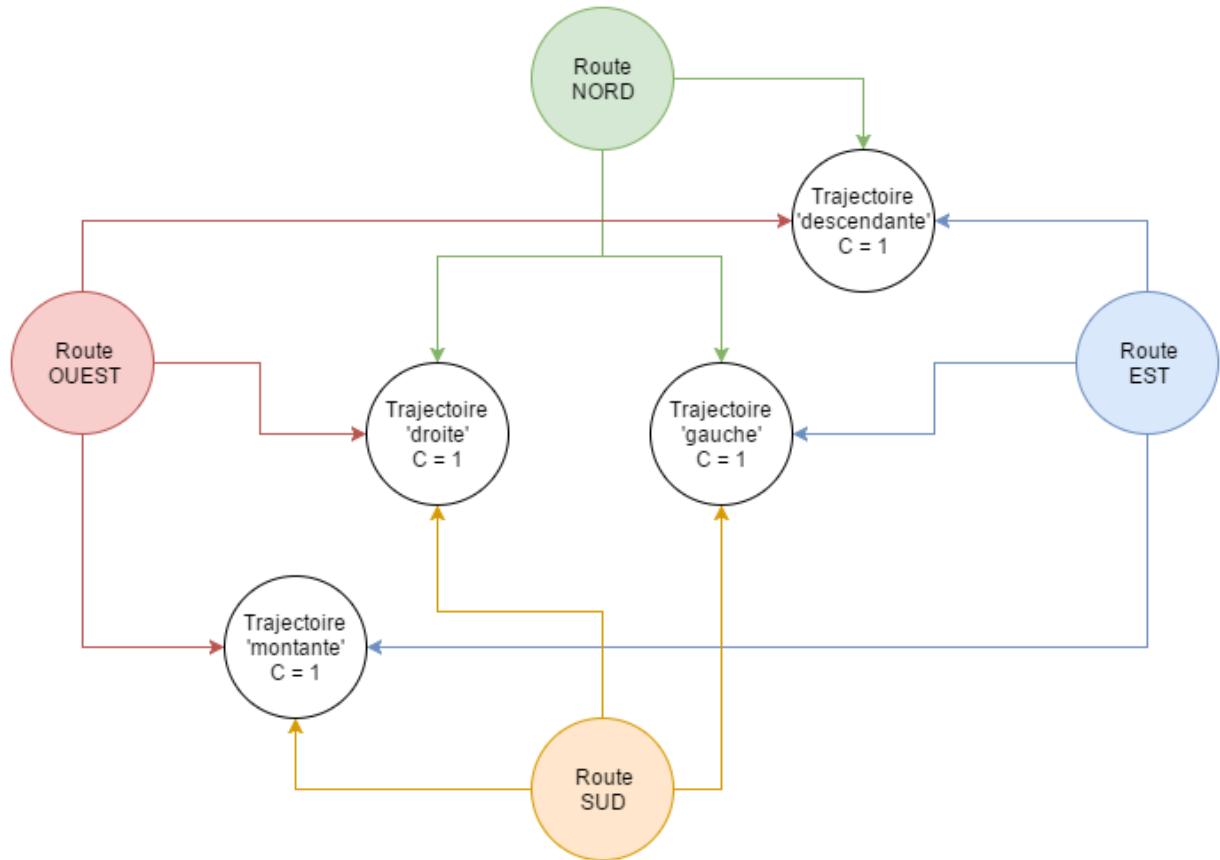
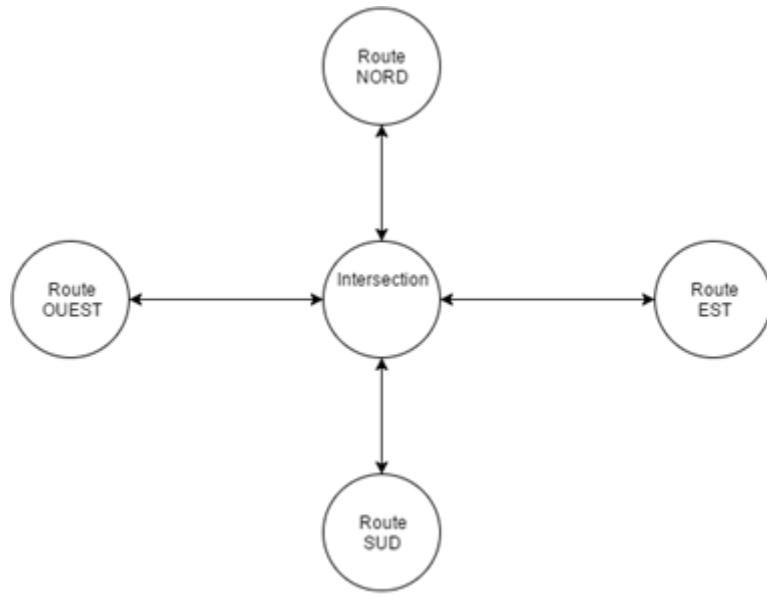


Figure 3 : Deuxième modèle d'intersection

Le second modèle suppose que 4 trajectoires sont empruntable dans une intersection. Chacune de ces trajectoires est représentée par un nœud de capacité 1.



Enfin le troisième modèle est celui du rond-point, il est identique au premier modèle mais suppose une grande capacité du nœud centrale.

## Modélisation des routes

Les routes sont les arrêtes des graphes. Pour les besoins de la simulation, chaque route est découpée en tronçons de 6 m correspondant à la longueur 4 m d'une voiture ainsi que au 2 m de distance de sécurité.

Ainsi la capacité d'une route peut être déterminé suivant :

$$\text{capacité} = \frac{\text{longueur de la route}}{\text{longueur d'un tronçon}}$$

Chaque route pouvant être emprunté dans deux sens : Nous avons attribué aux directions ‘gauche’ ou ‘haut’ une valeur positive et aux directions ‘droite’ ou ‘basse’ une valeur négative.

## Modélisation de la signalisation

Nous avons distingué deux types de signalisation pour les besoins de la simulation :

Les panneaux stop, sont intégrés au modèle et font ralentir les voitures à l'approche d'une intersection.

Les feux de signalisation sont modélisés dans trois états (vert, rouge, orange) différents et, en fonction du modèle d'intersection ferment ou ouvrent arbitrairement l'accès aux nœuds centraux de l'intersection et font ralentir les voitures.

Le comportement des feux de signalisation peut être couplé ou non.

## Modélisation d'une voiture

Les voitures sont des éléments générés par le moteur de simulation puis injectés dans le réseau routier sur un point d'entrée. Lors de la création d'une voiture par le moteur de simulation son point d'entrée et son point de sortie sont déterminés.

## Liste des événements

Nous avons trois événements principaux autour desquelles s'organise la simulation :

L'événement 'déplacer voiture' qui permet de calculer la position successive d'une voiture. 'Déplacer voiture' permet en outre de faire les calculs nécessaires à la gestion des intersections, ralentissement, accélérations, démarrage et arrêt de la voiture.

L'événement 'crée voiture' associé à l'environnement de simulation permet de créer une voiture, d'initialiser ses attributs dynamiques et aléatoires et de la positionner dans le carrefour.

L'événement associé au changement de couleur de la signalisation.

# IMPLEMENTATION DU MODELE

## Présentation générale

La caractéristique principale de notre code est qu'il est séparé en deux packages, ces deux packages suivent une logique de séparation des classes. Ainsi un package est dédié à la simulation et ses événements tandis que l'autre est dédié au modèle physique tel que décrit dans la partie précédente. Ceci afin que le code gagne en lisibilité et maintenabilité.

Le package simulation met à jour le package élément lors du déroulé de la simulation.

Exemple :

L'exemple démontrant ce principe et celui de notre voiture : 'VoitureEntity' hérite de 'SimEntity' et sert à la gestion événementielle. Elle correspond à la partie liée à la simulation.

En outre 'VoitureEntity' gère 'voiture', qui correspond à une voiture dans le réseau routier avec la liste de ses attributs.

### 1. Arborescence du code

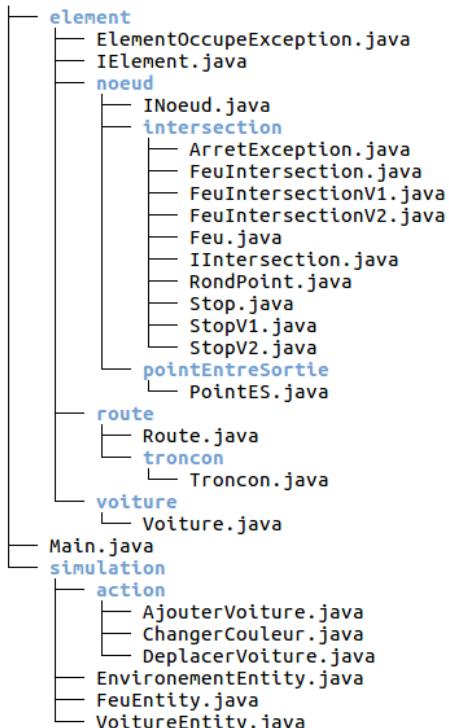


Figure 4 : Arborescence générale du code

## 1. Package élément

Il contient le modèle physique tel que décrit dans la partie modélisation du système et permet de conduire la simulation en étant mis à jour par les événements du package simulation.

Son arborescence repose sur les éléments distincts identifiés du système. Il contient donc trois packages : noeud, route et voiture.

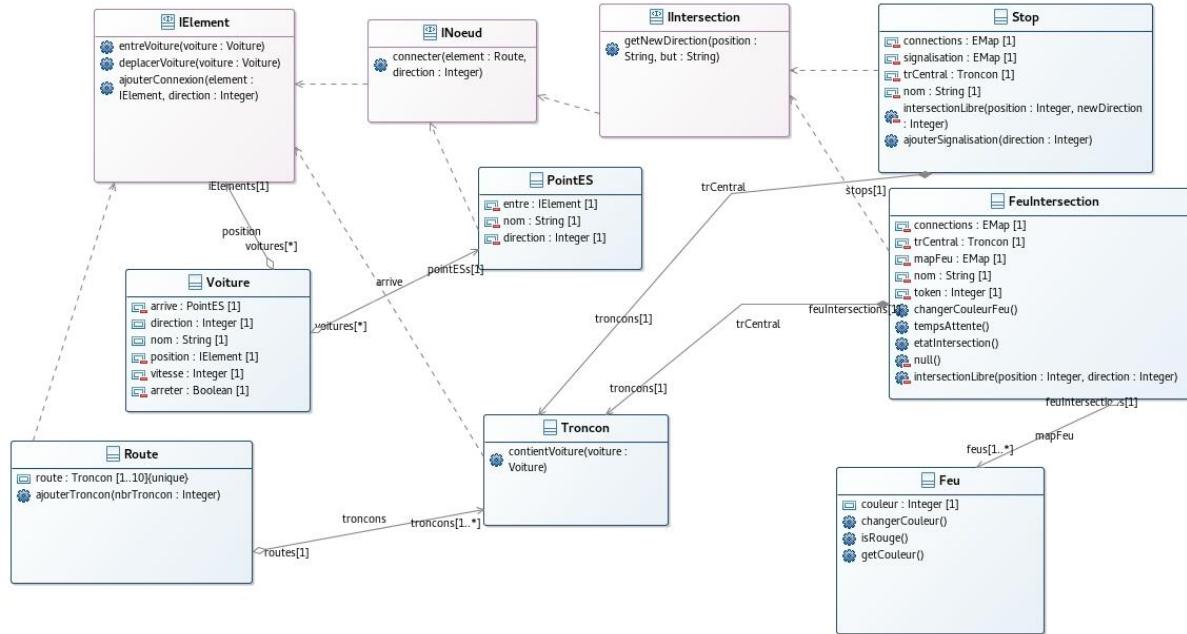


Figure 5 : Diagramme UML du package élément

## 2. Package simulation

Le package simulation permet la gestion des entités de simulation et l'encadrement du déroulé de la simulation. Il contient trois classes 'EnvironnementEntity', 'VoitureEntity', 'FeuEntity' ainsi que trois autres classes permettant l'attribution d'action à chacune des entités.

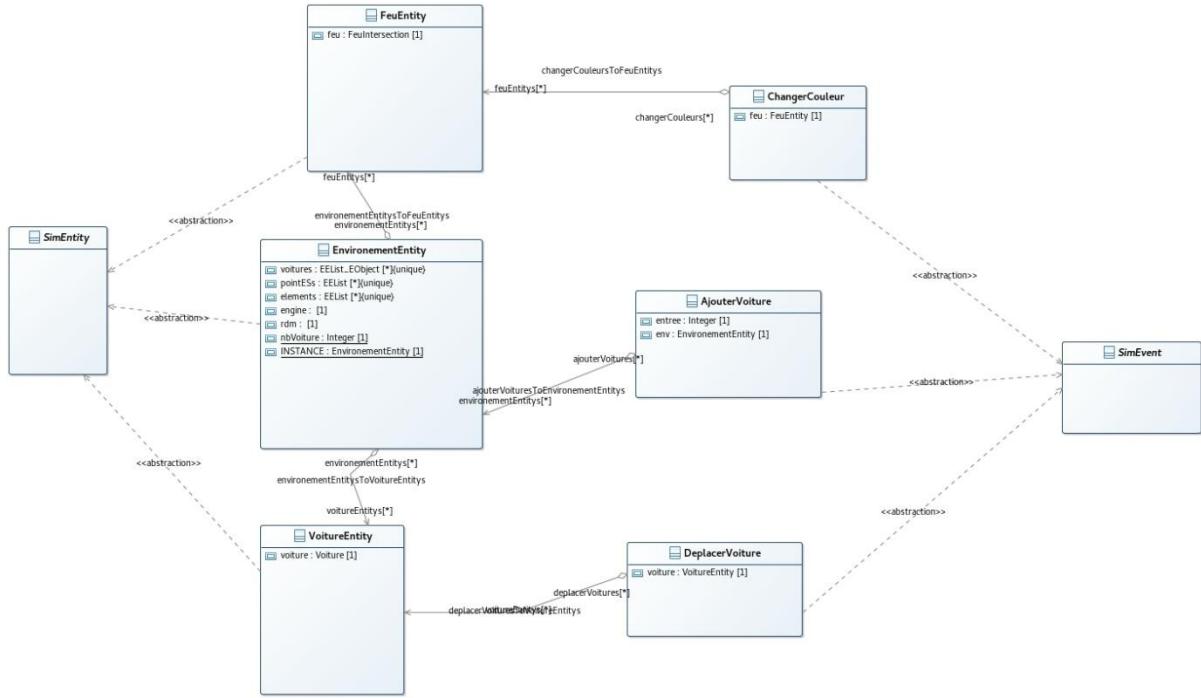


Figure 6 : Diagramme UML du package simulation

## Utilisation du logger.

Nous avons utilisé le loger afin de conserver une trace des événements du réseau routier. Chacun de nos trois événements génère une trace dans le fichier de log. Cependant afin de ne pas surcharger l'historique nous avons décidé de limiter l'écriture de l'événement ‘déplacer voiture’. Ce dernier n’écrit dans le fichier que s'il entraîne à minima un changement de vitesse de la voiture l'ayant appelé.

Nous avons en outre plusieurs onglets dans le fichier Excel :

Le premier onglet est général et permet de lire la vie du réseau à un niveau élevé. ('log')

Le deuxième onglet détaille la vie de chaque voiture générée. ('Voiture')

Le troisième onglet détaille les états des feux. ('Signalisation'). Pour des raisons de performances, le log feu est dans l'état commenté dans le code.

Le quatrième onglet détaille l'état des capacités du réseau routier et permet une analyse de la charge du réseau. ('Graphe')

# RESULTATS ET SIMULATIONS

Nous avons effectué plusieurs simulations avec des configurations d'intersections différentes.

Le premier objectif de l'étude est de reproduire le comportement du carrefour. Pour cela nous partons du premier fichier de log effectué avec le modèle d'intersection le plus basique.

Il faut noter que les échelles de temps de tous les graphes que nous représentons ne sont pas linéaires, en effet le logger écrit beaucoup plus de lignes lors des périodes de forte affluence. Ainsi les périodes de fortes affluences sont plus facilement analysables dans le journal des logs.

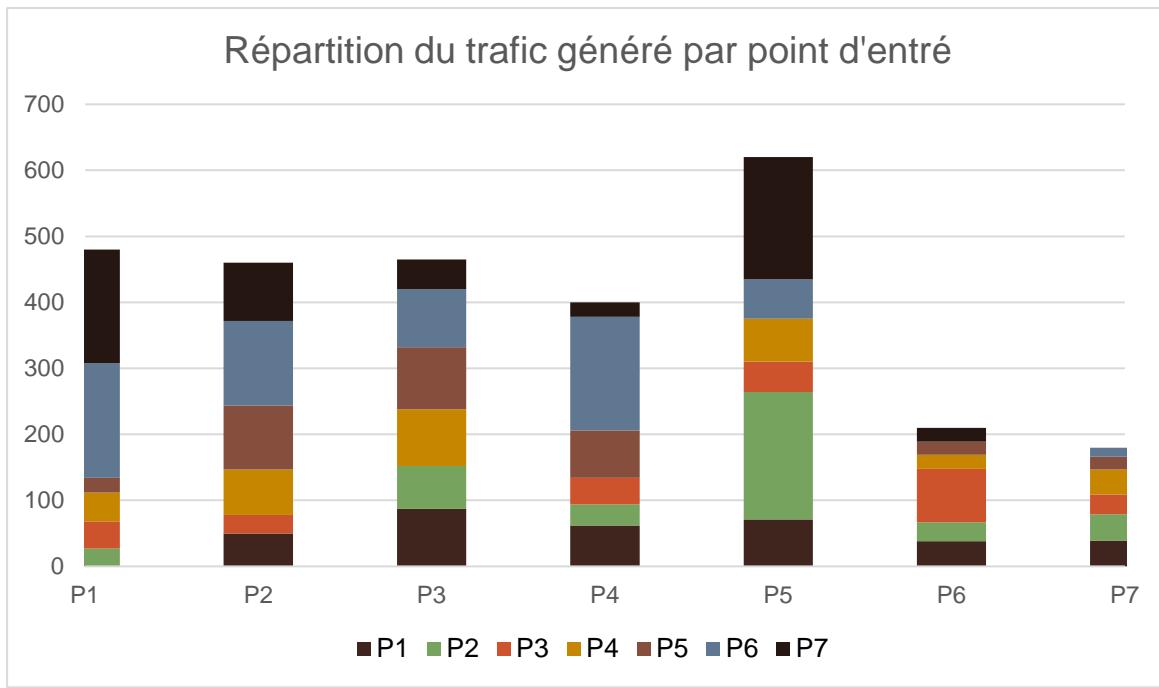
## Reproduction du carrefour.

La simulation commence donc à 0h00 et finit à 24h00 s'étalant ainsi sur une journée en temps logique. À la lecture du journal issu des logs Nous constatons que nos voitures sont bien créées par l'environnement et effectuent bien des trajets cohérents en temps et en espace.

De plus :

Si l'on effectue la moyenne des temps de parcours en début de simulation quand le carrefour n'est pas encombré, on trouve une vitesse de 47,5 km/h. L'écart par rapport à 50km/h est dû aux accélérations et décélérations à l'approche des intersections. Ainsi que à la fluctuation due aux trafics et aux feux.

De même on constate bien que le bon nombre de voitures a été généré par point. Le graphe ci-dessous illustre que la répartition des destinations des voitures respecte bien celle du cahier des charges.



*Figure 7 : Répartition effective du trafic dans la simulation*

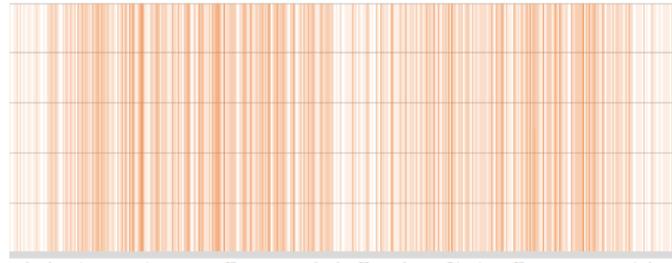
Ainsi, première colonne, le trafic en P1 totalise 480 voitures sur la journée dont 172 à destination du point P7 soit 35,8% du trafic du point P1. Cette erreur de 0,8% est pleinement expliquée et incluse dans la variance du modèle statistique utilisé afin de générer les voitures de manière aléatoire. À savoir une loi uniforme.

## Utilisation du carrefour.

Afin de produire une analyse du carrefour et de cerner le problème nous avons créé une série de graphe représentant l'évolution des capacités des routes au fur et à mesure de la journée. Et des fréquences de sollicitation des intersections. Le loger étant paramétré pour créer une ligne dès qu'un des événements afférents à la création / destruction d'une voiture ou la sollicitation d'une intersection, nous pouvons affirmer que ces graphes représentent fidèlement la situation du carrefour.

### 1. Utilisation des intersections

11



```

18/01/2017 00:08:24
18/01/2017 00:08:41
18/01/2017 00:12:47:537
18/01/2017 00:13:23:871
18/01/2017 00:23:21:339
18/01/2017 00:32:57:679
18/01/2017 00:42:47:001
18/01/2017 00:52:48
18/01/2017 00:53:09:015
18/01/2017 00:55:35:537
18/01/2017 00:57:245
18/01/2017 00:58:287
18/01/2017 00:59:00:38:725
18/01/2017 01:00:30:93
18/01/2017 01:01:29
18/01/2017 01:03:35:537
18/01/2017 01:04:41:22:245
18/01/2017 01:05:10:01:299
18/01/2017 01:06:12:47:537
18/01/2017 01:07:23:03:637
18/01/2017 01:08:22:10:39:3
18/01/2017 01:09:00:58:287
18/01/2017 01:10:35:537
18/01/2017 01:11:33:04:491
18/01/2017 01:12:47:537
18/01/2017 01:13:23:871
18/01/2017 01:14:30:93
18/01/2017 01:15:47:13:33
18/01/2017 01:16:30:4:49
18/01/2017 01:17:13:04:49
18/01/2017 01:17:23:03:637
18/01/2017 01:17:32:47:789
18/01/2017 01:17:42:55:002
18/01/2017 01:17:52:58:491
18/01/2017 01:18:03:14:895
18/01/2017 01:18:13:11:143
18/01/2017 01:18:23:12
18/01/2017 01:18:33:14:895
18/01/2017 01:18:43:22:599
18/01/2017 01:18:53:36
18/01/2017 01:19:04:37:071
18/01/2017 21:20:34:147

```

14

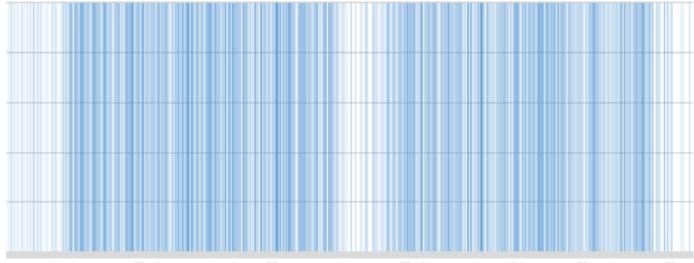
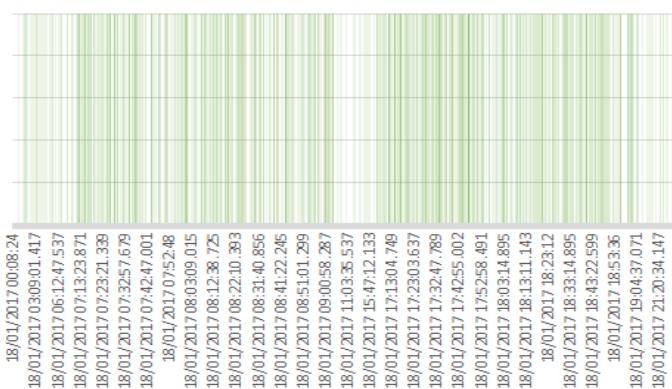


Figure 8: Intersection 1 et 4

12



```

18/01/2017 00:08:24
18/01/2017 00:09:01:417
18/01/2017 00:12:47:537
18/01/2017 00:13:23:871
18/01/2017 00:23:21:339
18/01/2017 00:32:57:679
18/01/2017 00:42:47:001
18/01/2017 00:52:48
18/01/2017 00:53:09:015
18/01/2017 00:55:35:537
18/01/2017 00:57:245
18/01/2017 00:58:287
18/01/2017 00:59:00:38:725
18/01/2017 01:00:30:93
18/01/2017 01:01:29
18/01/2017 01:03:35:537
18/01/2017 01:04:41:22:245
18/01/2017 01:05:10:01:299
18/01/2017 01:06:12:47:537
18/01/2017 01:07:23:03:637
18/01/2017 01:08:22:10:39:3
18/01/2017 01:09:00:58:287
18/01/2017 01:10:35:537
18/01/2017 01:11:33:04:491
18/01/2017 01:12:47:537
18/01/2017 01:13:23:871
18/01/2017 01:14:30:93
18/01/2017 01:15:47:13:33
18/01/2017 01:16:30:4:49
18/01/2017 01:17:13:04:49
18/01/2017 01:17:23:03:637
18/01/2017 01:17:32:47:789
18/01/2017 01:17:42:55:002
18/01/2017 01:17:52:58:491
18/01/2017 01:18:03:14:895
18/01/2017 01:18:13:11:143
18/01/2017 01:18:23:12
18/01/2017 01:18:33:14:895
18/01/2017 01:18:43:22:599
18/01/2017 01:18:53:36
18/01/2017 01:19:04:37:071
18/01/2017 21:20:34:147

```

13

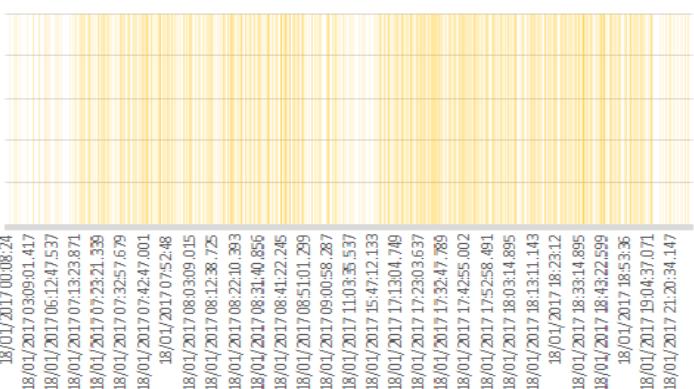


Figure 9: Intersection 2 et 3

Chaque bâtonnet représentant un appel de l'intersection : On constate que les heures de forte affluence sont de fait identifiables à une forte concentration d'appel de l'intersection.

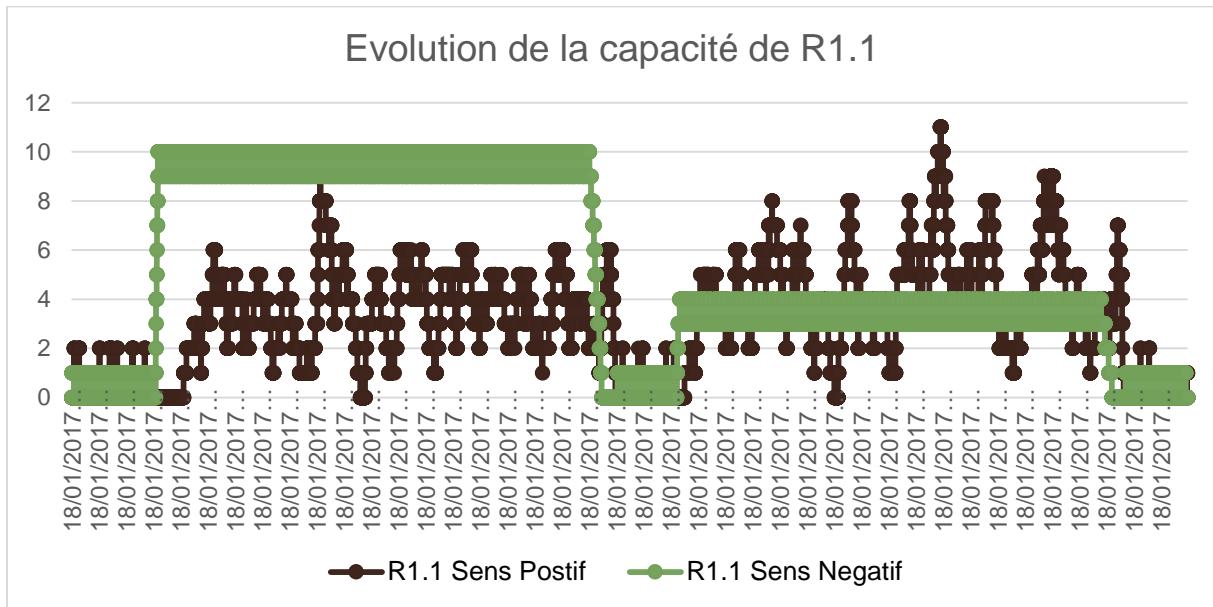
De plus, ces différents graphes montrent deux choses :

La première est que du fait de l'affluence des véhicules entre 7h et 9h et 17h et 19h le logger a écrit beaucoup plus de lignes sur cet intervalle de temps que sur les autres plages horaires

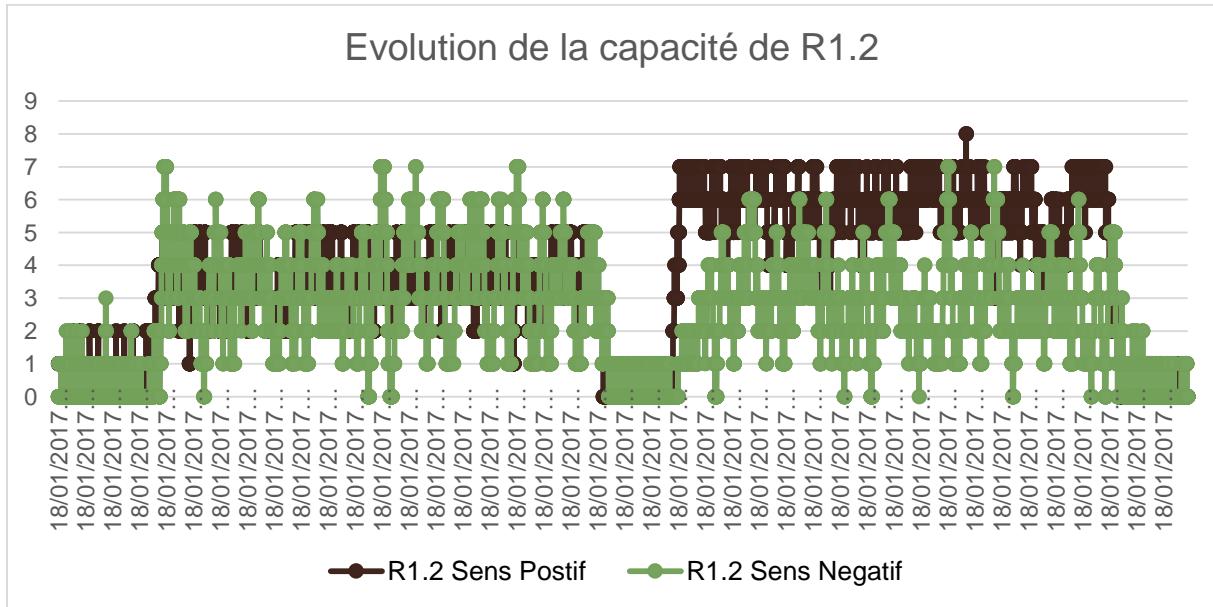
La deuxième est que les intersections I1 et I4 sont beaucoup plus sollicitées que les intersections I2 et I3. On remarque en effet une concentration plus faible d'appel sur les graphes I2 et I3 que sur les graphes d'I1 et I4.

## 2. Utilisation des routes

Les graphes suivant montrent l'évolution des capacités des différentes routes lors de la simulation.



*Figure 10: Capacité de R1.1*



*Figure 11: Capacité de R1.2*

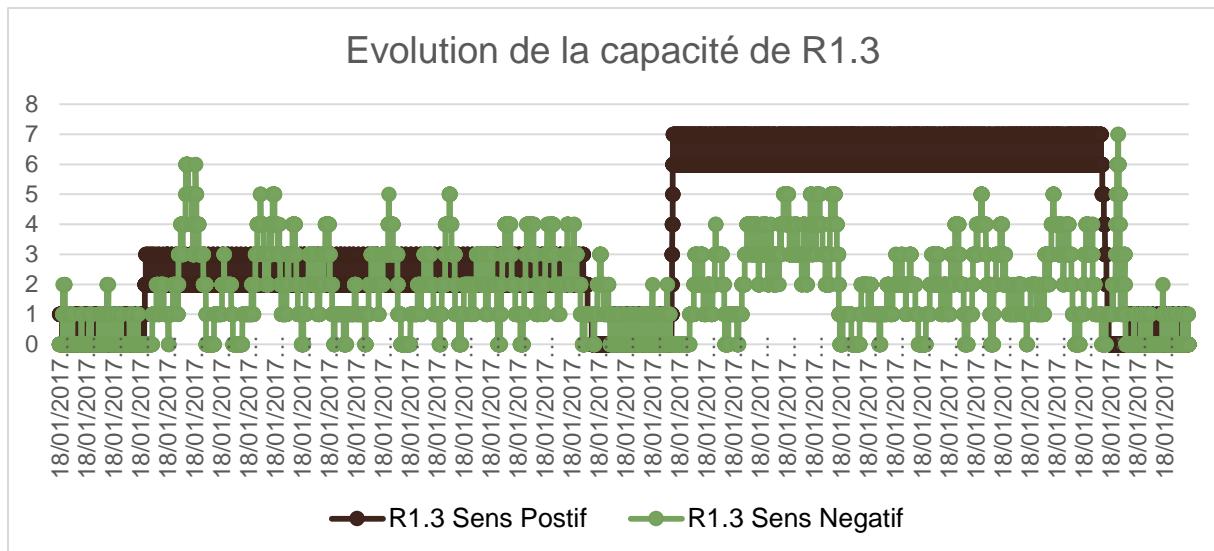


Figure 12: Capacité de R1.2

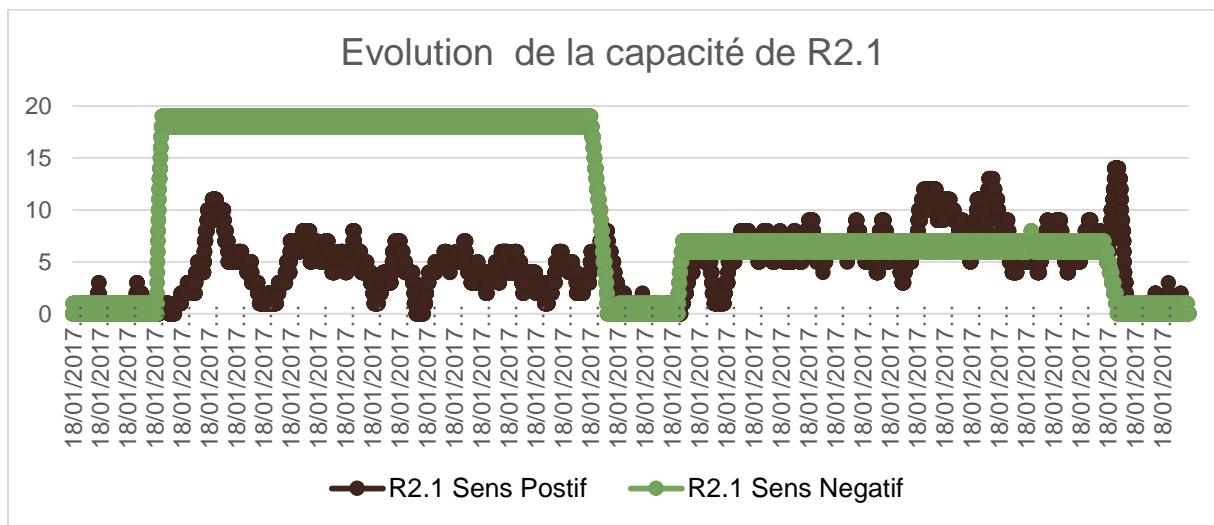


Figure 13 : Capacité de R2.1

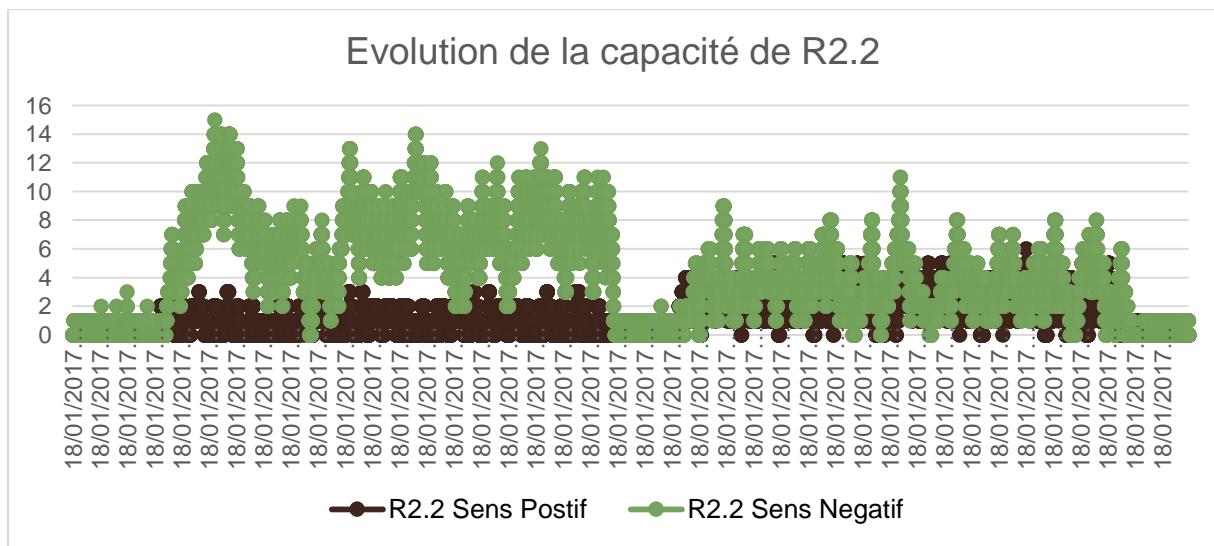
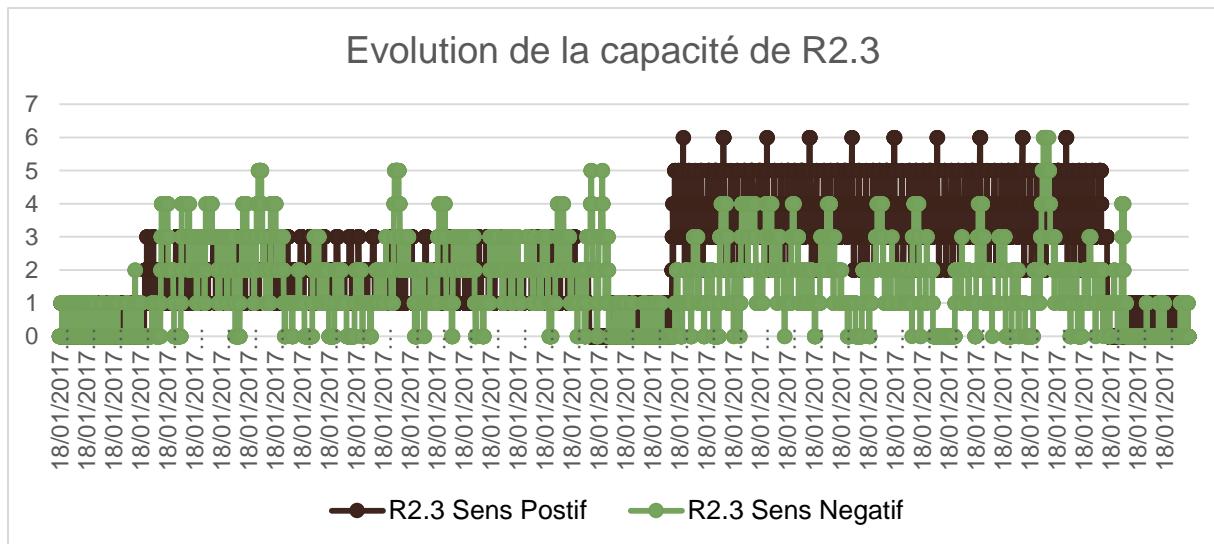
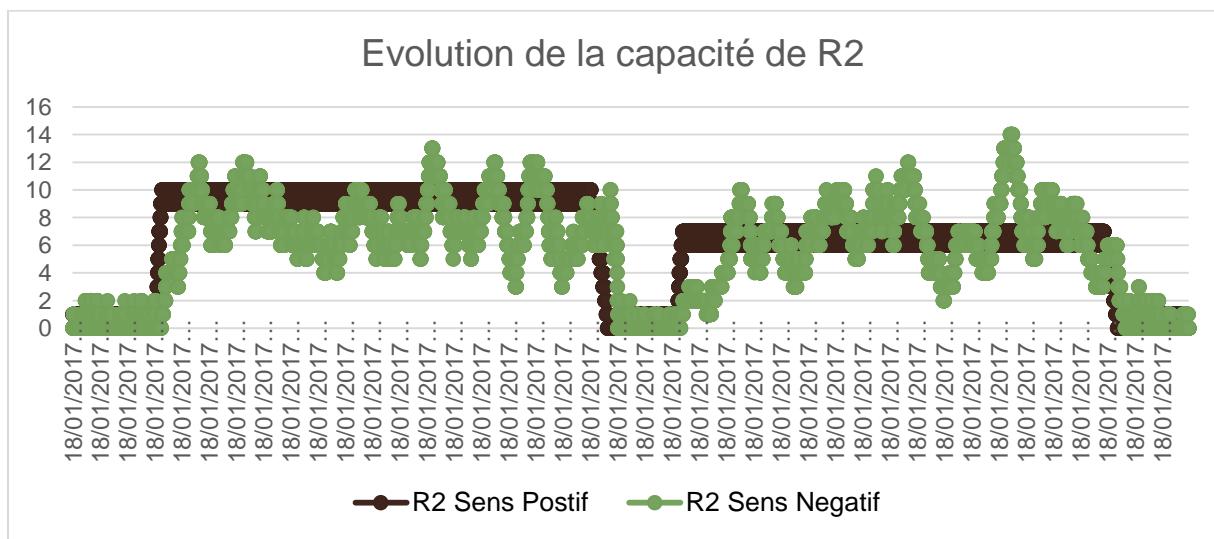


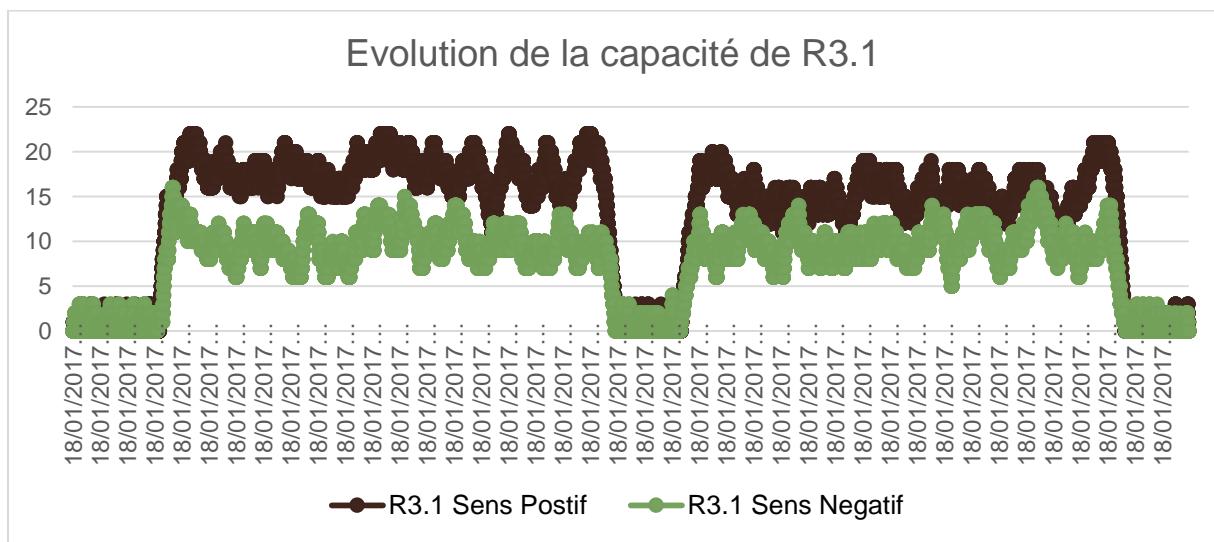
Figure 14 : Capacité de R2.2



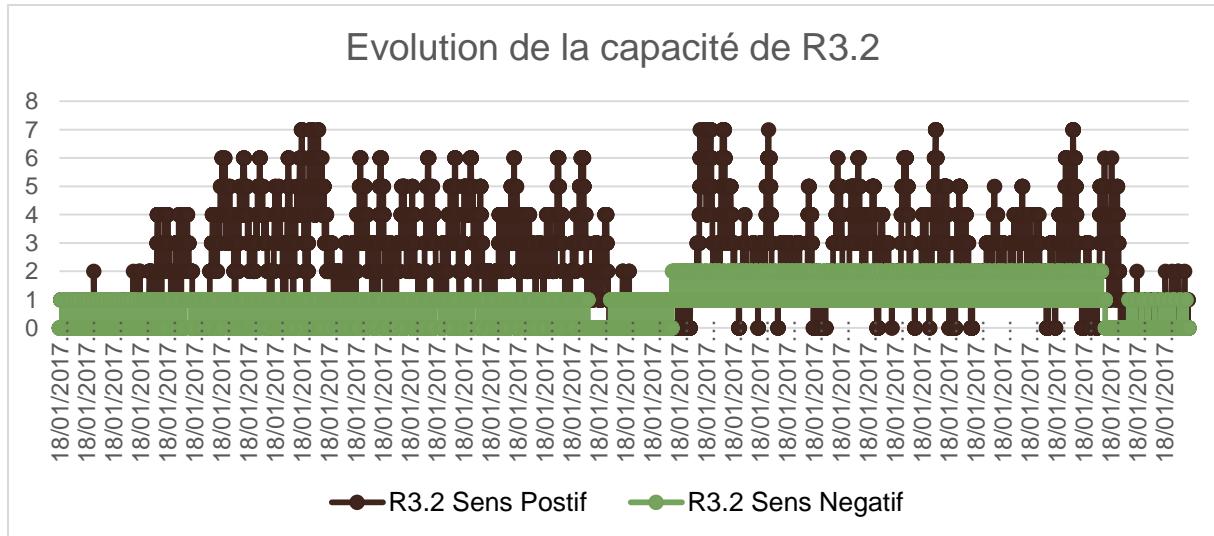
*Figure 15 : Capacité de R2.3*



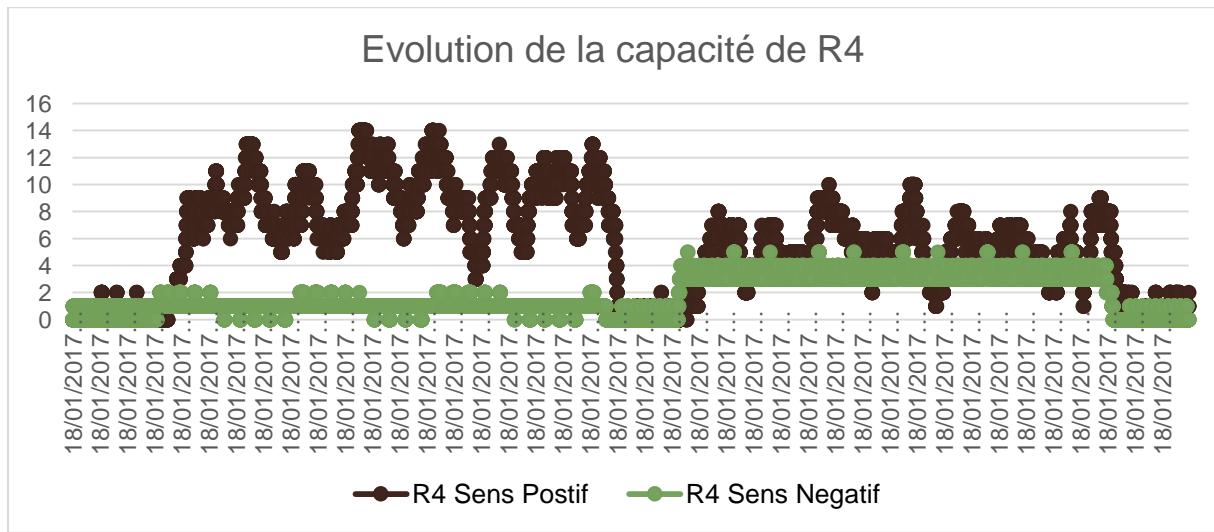
*Figure 16 : Capacité de R2*



*Figure 17: Capacité de R3.1*



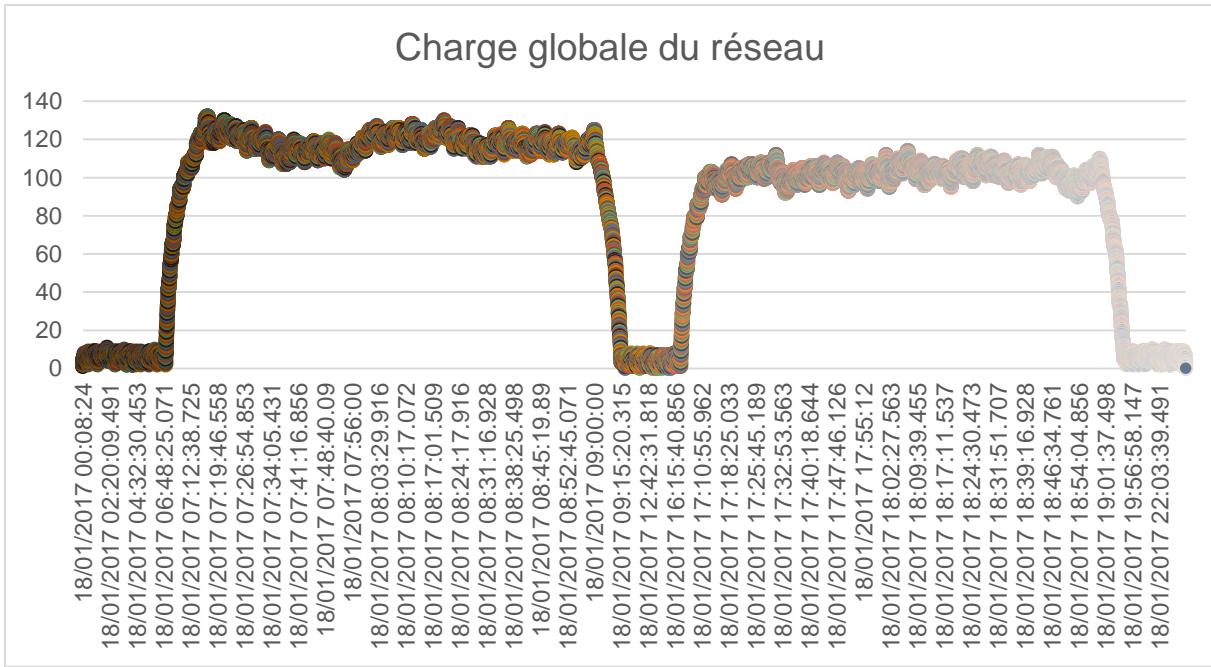
*Figure 18: Capacité de R3.2*



*Figure 18: Capacité de R4*

Les graphes générés montre une utilisation inégale du réseau routier ainsi que la présence de phénomène s'apparentant à de la saturation. Ce phénomène est dû à l'arrivée massive de voiture en continu sur un temps égale à celui requis pour parcourir la route. Ainsi le nombre de voiture reste constant sur un intervalle de temps donné.

La charge globale du réseau est donnée par le graphique suivant :



*Figure 19: charge globale du réseau*

De notre point de vue nous avons réussi simuler le carrefour. Nous pouvons donc reproduire et produire plusieurs graphes afin d'étudier les différents points de l'étude.

# ANALYSE

Afin de conduire nos analyses nous avons réalisé plusieurs simulations avec des paramètres différents.

## Analyse de l'existant

Après analyse des graphes et après recouplement avec le journal des événements, il semblerait que les problèmes de concentration soient principalement dus aux intersections et à la politique de signalisation appliqués au carrefour.

La présence de pic dans les graphes de capacité peut être un symptôme d'encombrement où d'irrégularité dans le trafic et reflète de manière générale l'activité des feux. Il est important d'analyser chaque pic, car ils peuvent se créer lorsque l'accès à une intersection est bloqué et que les voitures s'accumulent donc sur une seule voie. Pour cela nous avons croisé l'analyse des graphes avec la lecture des logs sur une même période.

Voici nos conclusions :

Route	Problème	Sens
R1.1	NON	
R1.2	irrégularité légère	NEGATIF
R1.3	NON	
R2	encombrement	NEGATIF
R2.1	irrégularité	POSITIF
R2.2	encombrement	NEGATIF
R2.3	irrégularité	POSITIF ET NEGATIF
R3.1	irrégularité	POSITIF ET NEGATIF
R3.2	irrégularité	POSITIF
R4	irrégularité	POSITIF

18/01/2017 08:13:50.137	Error	R2.2	fr.ensta.element.ElementOccupeException: Troncon occupe par V868 et V841 essaye d'y entrer
18/01/2017 08:13:51.473	Error	R2.2	fr.ensta.element.ElementOccupeException: Troncon occupe par V812 et V817 essaye d'y entrer
18/01/2017 08:13:52.053	Error	R2.2	fr.ensta.element.ElementOccupeException: Troncon occupe par V841 et V812 essaye d'y entrer
18/01/2017 08:13:52.117	information	R2.2	fr.ensta.element.noeud.intersection.ArretException: Voiture V868 arrete au niveau de l'intersection I3
18/01/2017 08:13:52.137	Error	R2.2	fr.ensta.element.ElementOccupeException: Troncon occupe par V868 et V841 essaye d'y entrer
18/01/2017 08:13:53.473	Error	R2.2	fr.ensta.element.ElementOccupeException: Troncon occupe par V812 et V817 essaye d'y entrer
18/01/2017 08:13:54.053	Error	R2.2	fr.ensta.element.ElementOccupeException: Troncon occupe par V841 et V812 essaye d'y entrer
18/01/2017 08:13:54.117	information	R2.2	fr.ensta.element.noeud.intersection.ArretException: Voiture V868 arrete au niveau de l'intersection I3
18/01/2017 08:13:54.137	Error	R2.2	fr.ensta.element.ElementOccupeException: Troncon occupe par V868 et V841 essaye d'y entrer
18/01/2017 08:13:55.473	Error	R2.2	fr.ensta.element.ElementOccupeException: Troncon occupe par V812 et V817 essaye d'y entrer
18/01/2017 08:13:56.053	Error	R2.2	fr.ensta.element.ElementOccupeException: Troncon occupe par V841 et V812 essaye d'y entrer
18/01/2017 08:13:56.117	information	R2.2	fr.ensta.element.noeud.intersection.ArretException: Voiture V868 arrete au niveau de l'intersection I3
18/01/2017 08:13:56.137	Error	R2.2	fr.ensta.element.ElementOccupeException: Troncon occupe par V868 et V841 essaye d'y entrer

Figure 20: Type de message prouvant un encombrement sur la R2.2

## Analyse de l'influence de la durée des feux sur le trafic

Afin de quantifier l'influence des feux sur le trafic nous avons réalisé plusieurs simulations avec des temps d'état différent. La plus emblématique est obtenue avec une durée de feu verte deux fois moins longue que nominale. Et une durée de feu rouge deux fois plus longue.

Dans cette configuration nous constatons que la charge globale du réseau est de 10 points supérieur à la configuration de test.

En revanche, et en fonction des routes, nous constatons des disparités dans les graphes de capacité.

On constate que les irrégularités présentes sur les routes R2.2, R2.3 et R4 sont accentuées par le doublement de la durée du feu rouge.

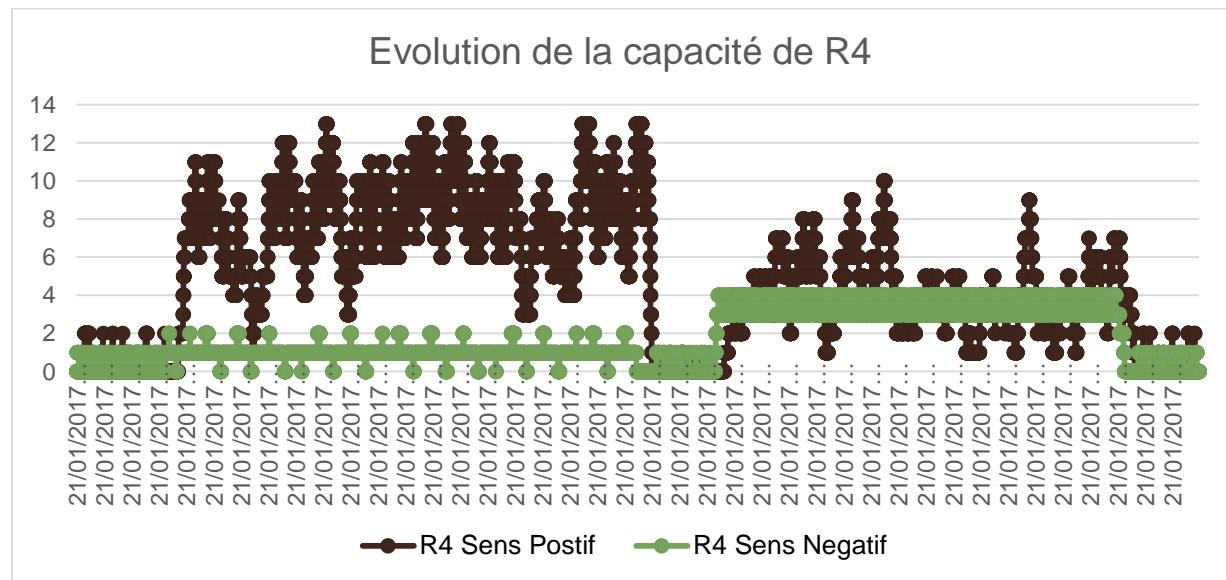


Figure 21: Capacité de R4 avec une durée de feu différente

On constate en outre que ces irrégularités se propagent ensuite dans tout le réseau routier et impacte grandement le chargement des autres routes.

Le phénomène est particulièrement visible avec R2 :

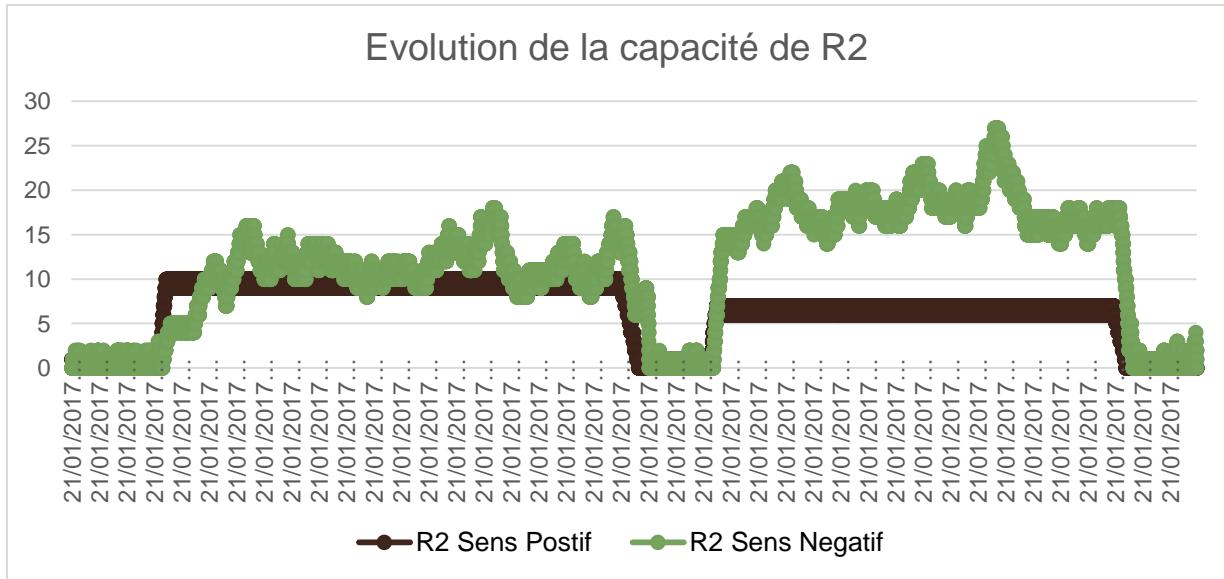


Figure 22: Capacité de R2 avec une durée de feu différente

En conclusion :

Des feux non-synchronisés ou une durée de feu rouge trop longue par rapport à une durée de feu vert :

- Congestionnent I3
- Accentuent les irrégularités sur les routes adjacentes.
- Augmente la charge globale du réseau
- Propage des irrégularités sur l'ensemble du trafic. (Augmentation de la charge sur les routes)

Il est donc clair que la présence de feu et leur para-métrisation est un problème sur ce carrefour.

## Stratégie d'amélioration

Afin de pallier aux problèmes présents et de faire disparaître au maximum les temps d'attente sur le réseau nous avons choisis de modéliser chacune des intersections par des ronds-points.

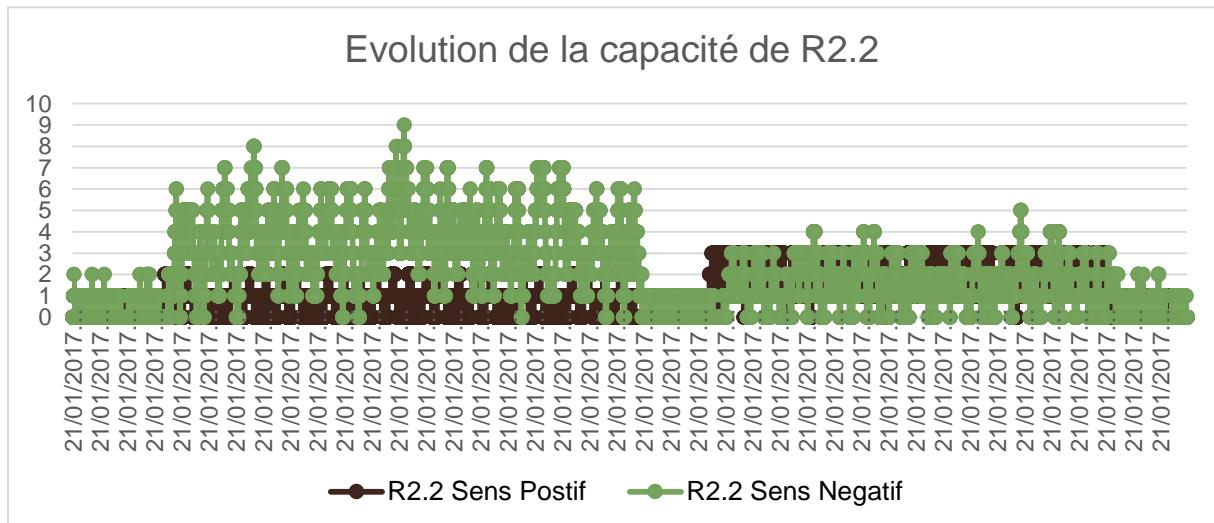


Figure 22: Capacité de R2.2

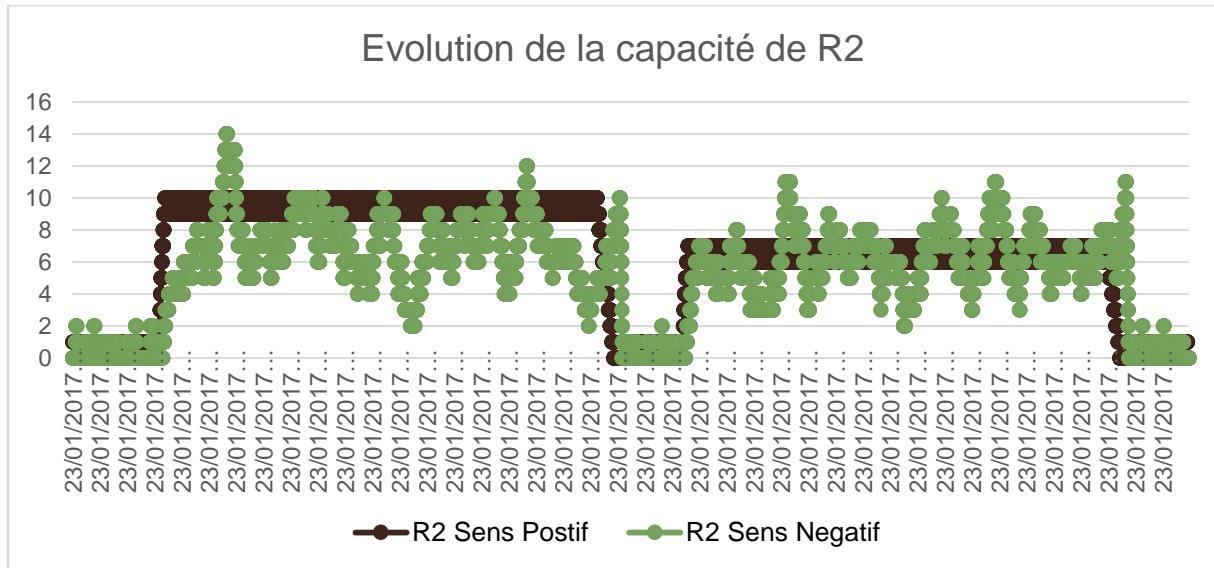


Figure 23: Capacité de R2

L'amélioration est directement visible, nous constatons une diminution de la charge des routes. En particulier les routes R2.2 et R2 ne présentent plus d'encombrement dans le sens négatif et elle est devenue parfaitement fluide.

En résumé : La construction de rond-point sur les quatre intersections du carrefour permet de réduire la charge globale du trafic de 15 points en plus de gommer partiellement les irrégularités présentes dans les graphes de charges du carrefour ainsi que de diminuer le nombre de voitures présent en période d'affluence sur les routes.

# V&V

La procédure d'auto-Vérification et auto-Validation de notre travail nous amène aux conclusions suivantes :

## Code et simulation

Notre code est bien structuré, flexible, exécutable et modulaire. Il reprend le paradigme de la simulation présenté dans le cadre du cours. Nous le présentons sous forme de diagramme UML dans ce rapport.

Nous avons en outre vérifié son exécution sans erreur dans les cas prévus par l'étude et les configurations associés.

En revanche nous avons associé à chaque tronçon un nombre de voitures par plage horaire et non un nombre de voitures par heure dans une plage horaire. Ceci en partie dû à une erreur que nous recevons lorsque trop de voitures sont générées.

```
Simulation commence à 20/01/2017 00:00:00
Exception in thread "main" java.lang.IllegalArgumentException: Invalid row number (1048576) outside allowable range (0..1048575)
    at org.apache.poi.xssf.streaming.SXSSFSheet.createRow(SXSSFSheet.java:107)
    at org.apache.poi.xssf.streaming.SXSSFSheet.createRow(SXSSFSheet.java:54)
    at enstabretagne.base.utility.loggerimpl.SXLSXExcelDataloggerImpl.createRowFrom(SXLSXExcelDataloggerImpl.java:255)
    at enstabretagne.base.utility.loggerimpl.SXLSXExcelDataloggerImpl.log(SXLSXExcelDataloggerImpl.java:178)
    at enstabretagne.base.utility.Logger.lambda$0(Logger.java:96)
    at java.util.ArrayList.forEach(ArrayList.java:1249)
    at enstabretagne.base.utility.Logger.log(Logger.java:96)
    at enstabretagne.base.utility.Logger.log(Logger.java:71)
    at enstabretagne.base.utility.Logger.Data(Logger.java:42)
    at fr.ensta.simulation.VoitureEntity.deplacerVoiture(VoitureEntity.java:28)
    at fr.ensta.simulation.action.DeplacerVoiture.process(DeplacerVoiture.java:18)
    at fr.ensta.lerouxlu.simu.SimEngine.triggerNextEvent(SimEngine.java:73)
    at fr.ensta.Main.main(Main.java:37)
```

Figure 23: Logs d'erreur

Cependant cela nous a tout de même permis de livrer une analyse sur l'état du carrefour.

## Démarche et rapport

Nous avons suivi la procédure recommandée dans le cahier des charges, et après avoir exposé la problématique ainsi que les entités mises en jeu nous avons défini le modèle utilisé ainsi que ces implications.

Avec des outils et des méthodes propres à la théorie des graphes nous avons analysé surtout l'évolution des capacités du réseau avec l'objectif de minimiser la capacité maximum dans les graphiques ensuite produit.

Pour cela nous avons eu recours à la lecture des logs sur des plages horaires ciblées par avance, puis changé notre modélisation pour valider notre hypothèse pour finalement proposer une solution viable.

Par ailleurs et vu que le graphe du réseau est un graphe orienté dans lequel il n'existe pour une trajectoire donnée qu'un unique chemin, la minimisation des flots parcourant ce graphe s'est rapidement résolu à la minimisation des flots parcourant chaque arrêtes.

Cette démarche nous a permis de valider que la création de ronds-points améliora grandement la situation sur le carrefour de coruscant.

En revanche, nous ne fournissons pas de graphe détaillé du temps d'attente moyen de chaque voiture par tronçons et pour des raisons de lisibilité nous ne fournissons pas tous les graphes de toutes les simulations que nous avons conduites.

## CONCLUSION

Le carrefour de coruscant est visiblement un carrefour encombré par la circulation.

Après être parvenue à simuler le carrefour nous avons cerné l'origine principale de ce problème à savoir la présence de plusieurs feux sur l'intersection I3. Si l'allongement des durées de feu vert où feu rouges permet de fluidifier où de ralentir la circulation, il nous a paru clair que la construction de rond-point permettra d'apporter une amélioration nette et visible à la situation actuelle.