

AMÉNAGEMENT DES ACCÈS DÉFINITIFS  
DU PONT FLAUBERT EN RIVE GAUCHE DE LA SEINE



Pièce E - Annexe 16  
Simulation dynamique de trafic



# 16.

Annexe 16


Simulation dynamique de trafic



**RAPPORTS**  
 CETE  
 Normandie Centre  
 DITM  
 Département  
 Infrastructures de  
 Transports Multimodales  
 Août 2013

# Écoquartier Flaubert

## Simulation dynamique de trafic



MINISTÈRE  
DE L'ÉGALITÉ  
DES TERRITOIRES  
ET DU LOGEMENT

MINISTÈRE  
DE L'ÉCOLOGIE,  
DU DÉVELOPPEMENT  
DURABLE  
ET DE L'ÉNERGIE

Ministère de l'Égalité des territoires et du Logement  
Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie  
www.developpement-durable.gouv.fr

### Historique des versions du document

Version	Date	Commentaire
0	05/09/2012	Première rédaction
1	22/05/2013	Ajout de scenarii supplémentaires
2	09/08/2013	Version complète envoyée à la DREAL HN

### Affaire suivie par

<b>David SAVALLE</b> - Département Infrastructures de Transports Multimodales
Tél. : 02 35 68 60 52/ Fax : 02 35 68 82 19
Courriel : david.savalle@developpement-durable.gouv.fr

### Rédacteurs

**Guillaume BENNET** - DITM/GMOD  
**David SAVALLE** - DITM/GMOD  
**Thomas ANSELME** - DITM/GMOD

**Relecteur : Stéphane SANCHEZ** - DITM

## SOMMAIRE

<b>1 - CONTEXTE DE L'ÉTUDE.....</b>	<b>7</b>
<b>2 - OBJECTIFS DE L'ÉTUDE.....</b>	<b>9</b>
<b>3 - DIAGNOSTIC DE LA SITUATION ACTUELLE.....</b>	<b>11</b>
3.1 - Les volumes de trafics.....	11
3.2 - Les difficultés rencontrées.....	13
3.3 - Les origines-destinations.....	15
3.3.1 -Lieu et place des points d'enquêtes du relevé de plaques minéralogiques.....	15
3.3.2 -Méthodologie.....	17
3.3.3 -Traitement des données.....	17
3.3.4 -Résultats.....	19
<b>4 - MISE EN PLACE D'UN MODÈLE DE SIMULATION DYNAMIQUE.....</b>	<b>22</b>
4.1 - Choix de la période à modéliser.....	22
4.2 - Construction du modèle.....	24
4.2.1 -Saisie de la demande.....	24
4.2.2 -Codification de l'offre.....	25
4.2.3 -Méthode adoptée pour le calage du modèle.....	27
4.3 - Résultats du calage du modèle.....	29
4.3.1 - Calage sur les comptages automatiques.....	29
4.3.2 - Temps de parcours.....	33
4.3.3 - Autres types de sorties intéressantes.....	34
<b>5 - SCÉNARIO 1 : ÉCHÉANCE ÉCOQUARTIER.....</b>	<b>36</b>
5.1 - Hypothèses de modélisation.....	36
5.1.1 -Zonage.....	36
5.1.2 -Voirie de l'écoquartier.....	38
5.1.3 -Les feux de circulation.....	40
5.1.4 -Les flux de circulation.....	42
5.1.5 -Hypothèses d'affectation.....	44
5.2 - La demande : affectation statique.....	45
5.3 - Affectation dynamique : résultats du modèle.....	48
<b>6 - SCÉNARIO 2 : « TRÉMIE &amp; TCSP ».....</b>	<b>51</b>
6.1 - Hypothèses complémentaires.....	51
6.1.1 -Voirie de l'écoquartier.....	51
6.1.2 -Réseau TC (scénario Trémie & TCSP uniquement).....	51
6.1.3 -Les feux de circulation.....	53
6.1.4 -Hypothèses sur les flux.....	58
6.2 - La demande : affectation statique.....	60
6.3 - Affectation dynamique.....	61

6.3.1 -Analyse des variations des temps de parcours moyens (sur l'ensemble des répliques et sur les 3 heures étudiées).....	62
6.3.2 -Analyse plus fine de la congestion : les vitesses moyennes et vidéos des simulations.....	64
6.3.3 -Analyse croisée des résultats et explication des phénomènes de congestion et de saturation.....	70
<b>7 - SCÉNARIO 3 : SUPPRESSION DES FLUX LIÉS À L'ÉCOQUARTIER.....</b>	<b>73</b>
7.1 - La demande : affectation statique.....	73
7.2 - Affectation dynamique.....	75
7.2.1 -Analyse des variations des temps de parcours moyens.....	75
7.2.2 -Analyse des vitesses moyennes.....	76
<b>8 - SCÉNARIO 4 : LIAISON DIRECTE BOULEVARD DE L'EUROPE – N338.....</b>	<b>79</b>
8.1 - La demande : affectation statique.....	79
8.2 - Affectation dynamique.....	81
<b>9 - CONCLUSION GÉNÉRALE.....</b>	<b>84</b>
<b>ANNEXE 1 : MATRICE DES TEMPS DE PARCOURS MOYENS : CALAGE 50-50.....</b>	<b>86</b>
<b>ANNEXE 2 : MATRICE DES TEMPS DE PARCOURS MOYENS TRÉMIE &amp; TCSP 50-50.....</b>	<b>87</b>

<b>Index des illustrations</b>	
Figure 1 – Projets d'accès définitifs du Pont Flaubert et de réseau viaire structurant de l'écoquartier (source : ATTICA).....	8
Figure 2 – Trafic recensé à l'heure de pointe du matin (7h30-8h30) dans le périmètre d'étude en véh/h.....	12
Figure 3 – Plan de situation des postes de recueil minéralogique et périmètre d'étude.....	16
Figure 4 – Réseau codé.....	26
Figure 5 – Comparaison des données modèles (en ordonnée) et comptages (abscisse) – situation actuelle avec affectation statique de trafic uniquement.....	30
Figure 6 – Comparaison des données modèles (en ordonnée) et comptages (abscisse) – situation actuelle avec 50 % d'affectation statique et 50 % d'affectation dynamique.....	31
Figure 7 – Indice de Theil de la situation actuelle avec des itinéraires 50-50.....	32
Figure 8 – Vitesses moyennes harmoniques en km/h sur la période 7h30-8h00 d'une réplique de la situation de calage 50-50.....	35
Figure 9 – Zonage supplémentaire retenu dans l'écoquartier (source : Groupement MOE Urbaine).....	37
Figure 10 – Voirie projet et raccordement du zonage au réseau.....	39
Figure 11 – Exemple de codification du plan de feu (carrefour quais/Pont Guillaume) avec prolongation à la fermeture.....	41
Figure 12 – Demande de trafic en UVP au sein de l'écoquartier – scénario échéance écoquartier, 08h-09h.....	46
Figure 13 – Demande de trafic poids lourds au sein de l'écoquartier – scénario échéance écoquartier, heure de pointe du matin 08h-09h00.....	47
Figure 14 – Une simulation du scénario échéance écoquartier à 8h00 avec affectation de trafic 50-50.....	49
Figure 15 – Schéma des scénarios de TC étudiés.....	52
Figure 16 – Localisation des carrefours à feux avec priorité TC et carrefours à étudier individuellement.....	55
Figure 17 – Demande de trafic en UVP au sein de l'écoquartier – scénario Trémie & TCSP, 08h-09h.....	60
Figure 18 – Vitesse moyenne sur le réseau entre 6h30 et 7h.....	65
Figure 19 – Vitesses moyennes sur la période 08h30-09h00, au plus fort de la congestion.....	66
Figure 20 – Analyse croisée des résultats du modèle : cartographie d'une estimation de la congestion – HPM.....	70
Figure 21 – Demande de trafic en UVP au sein de l'écoquartier – scénario sans échanges, 08h-09h.....	74
Figure 22 – Vitesse moyenne par section entre 6h30 et 7h00.....	76
Figure 23 – Vitesse moyenne par section entre 8h30 et 9h00.....	77
Figure 24 – Demande de trafic en UVP au sein de l'écoquartier – scénario liaison directe, 08h-09h.....	80

Ecoquartier Flaubert– Simulation dynamique de trafic – août 2013 5/88

<b>Index des tables</b>	
Tableau 1 – Matrice Origine-destination sur le périmètre d'étude à l'heure de pointe du matin.....	19
Tableau 2 – Matrice Origine-destination sur le périmètre d'étude à l'heure de pointe du soir.....	20
Tableau 3 – Temps de parcours de la situation actuelle 50-50.....	33
Tableau 4 – flux OD sur zonage fin de l'écoquartier à l'heure de pointe du matin (7h30-8h30).....	43
Tableau 5 – Comparaison des temps de parcours scénario 2 - calage (temps en seconde).....	62
Tableau 6 – Comparaison des temps de parcours scénario 3 - calage (temps en seconde).....	75
Tableau 7 – Comparaison des temps de parcours scénario 4 - calage (temps en seconde).....	81
Tableau 8 – Comparaison des temps de parcours scénario 4 - scénario 2 (temps en seconde).....	82

Ecoquartier Flaubert– Simulation dynamique de trafic – août 2013 6/88

## 1 - Contexte de l'étude

La Communauté d'Agglomération de Rouen-Elbeuf-Austreberthe (CREA) souhaite réaliser un écoquartier au niveau de l'actuel raccordement provisoire du Pont Flaubert à la N338 (voie rapide Sud III), sur l'ancien site industriel et portuaire situé à l'ouest de l'avenue Jean Rondeaux. La fin des travaux est prévue pour 2017. Cette zone est une des portes d'entrée de l'agglomération rouennaise puisqu'elle permet de rallier le centre rive gauche depuis la N338 ou le pont Flaubert ou même la rive droite via le Pont Guillaume le Conquérant (par simplification, dans la suite du document, il sera nommé Pont Guillaume). C'est donc une zone très circulée où l'on recense de nombreuses problématiques de remontées de files aux heures de pointe.

La CREA est maître d'ouvrage du projet d'urbanisme et de voirie de l'écoquartier et a fait réaliser les différents volets des études par un groupement de maîtrise d'œuvre. Ces études comportent un volet transport et déplacements qui a eu, entre autres, pour mission de dimensionner le réseau viaire de l'écoquartier à partir d'hypothèses sur les flux futurs.

En parallèle, la DREAL est maître d'ouvrage du raccordement définitif de la N338 au Pont Flaubert, raccordement qui donnera lieu à l'implantation d'un échangeur complet au cœur de ce futur quartier. Cet aménagement ayant pour rôle de permettre les mêmes échanges qu'actuellement, c'est donc de forts trafics qui devraient transiter par ce nouvel ouvrage et au sein de cet écoquartier.

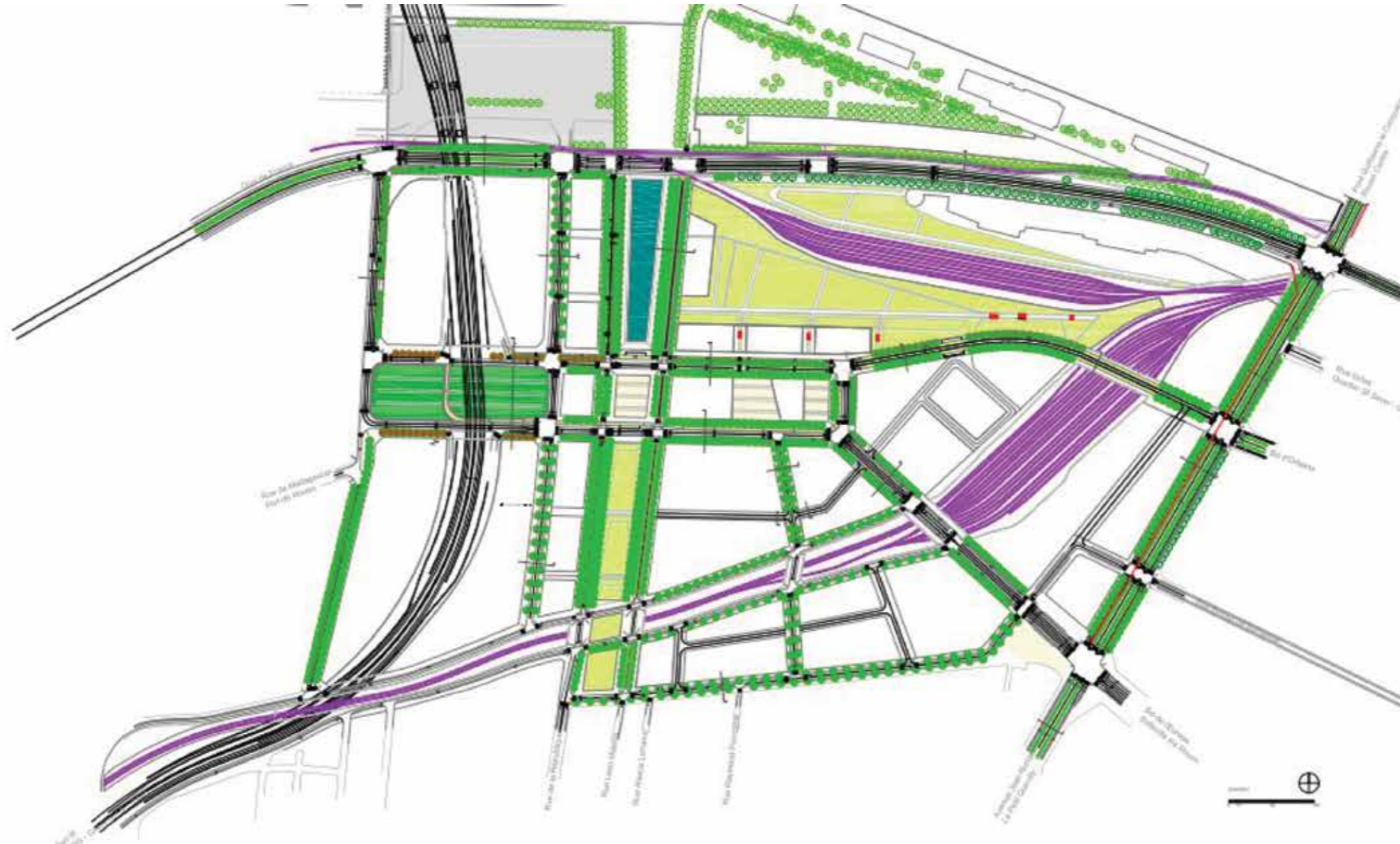


Figure 1 – Projets d'accès définitifs du Pont Flaubert et de réseau viaire structurant de l'écoquartier (source : ATTICA)

La DREAL a en conséquence confié au CETE NC l'étude du raccordement définitif dans le cadre de l'aménagement de l'écoquartier Flaubert pour évaluer les effets de ces infrastructures sur la circulation routière et l'accès à Rouen. Il a été décidé de réaliser une simulation complète de la zone à l'aide d'un modèle dynamique au vu de la complexité de la problématique et la multiplicité des enjeux.

## 2 - Objectifs de l'étude

L'étude a deux objectifs :

- établir un diagnostic de la situation actuelle : qualifier et quantifier les flux traversant ce quartier en situation actuelle tout en étudiant leurs conséquences sur le fonctionnement de l'infrastructure
- évaluer l'écoulement futur des flux au sein de ce quartier à l'horizon de mise en service du raccordement N338 – Flaubert et de la mise en place complète de l'écoquartier

L'étude s'est déroulée en deux temps :

Dans un premier temps, la CREA, appuyée également par le CETE via des financements DREAL, a mis en place et recueilli d'importantes données de trafic aux heures de pointe du matin et du soir pour permettre d'établir un diagnostic. Ce recueil a consisté en la réalisation d'une enquête par relevés de plaques minéralogiques pour connaître les origines-destinations des usagers empruntant le réseau dans cette zone, avec en parallèle une campagne de comptages automatiques pour s'assurer de la fiabilité de l'enquête.

Ce recueil a servi de base aux études de trafic qui ont été réalisées par le groupement de maître d'œuvre. Elles avaient pour objectifs, à partir d'hypothèses sur la demande future, de dimensionner le réseau viaire. Cette première approche, bien que relativement poussée, présente néanmoins les limites suivantes qui peuvent en partie être surmontées par le modèle dynamique :

- une demande dite statique et fixe : le trafic est lissé sur une heure de pointe, les calculs à chaque carrefour se basent sur le fait que la demande s'est écoulée à tous les autres carrefours, il n'y a pas de phénomènes d'hyperpointes et de considérations sur les aléas de trafics
- il n'y a pas de prise en compte des interactions entre les différents carrefours (bien que dans certains cas les capacités aient été légèrement revues à la baisse). Les TC (et leur demande de priorité aux carrefours à feux, préjudiciables au trafic) n'ont également été considérés qu'en termes de baisse de capacité des carrefours alors que ceux-ci modifient les cycles de feux et peuvent avoir des incidences sur les remontées de files, bloquer des carrefours...
- les affectations sont en générale du tout ou rien : les calculs sont basés sur le principe que l'utilisateur futur utilisera le parcours qui lui est indiqué et non le parcours qui lui semble pour lui le meilleur.



Le deuxième temps de l'étude a donc consisté à mettre en place un modèle dit de « simulation dynamique ». Il a pour but de modéliser la situation future à une échelle microscopique, c'est-à-dire avec un pas de temps faible (de l'ordre de la seconde), une modélisation de chacun des véhicules (Voitures particulières et poids lourds), en interaction les uns par rapport aux autres et avec les différents éléments du réseau routier (voirie, feux tricolore, règles de priorité...) de manière à compléter le travail effectué précédemment en offrant ainsi une vision à la fois plus globale et plus détaillée du fonctionnement futur de ce quartier.

### 3 - Diagnostic de la situation actuelle

Le diagnostic de la situation actuelle est une étape importante puisqu'il s'agit de bien comprendre le fonctionnement de l'infrastructure pour pouvoir le modéliser par la suite.

Ce diagnostic se base sur des comptages ainsi qu'une enquête par relevé de plaques minéralogiques effectués le 4 octobre 2011, et est complété par des visites préalables et postérieures à ce recueil. La journée du 4 octobre constitue une journée type (pas d'événements exceptionnels sur le trafic, amplitude temporelle et spatiale de la congestion similaire à ce que l'on connaît...), Elle servira de base pour la démarche. Les trafics peuvent effectivement varier d'un jour à l'autre, mais étant donné la complexité et l'étendue du réseau étudié, il semble pertinent de considérer que cette journée est tout à fait représentative des trafics de la zone.

Le diagnostic effectué ci-après est concentré sur la période de pointe du matin, qui concentre la majorité des difficultés rencontrées dans le secteur à l'heure actuelle. L'heure de pointe du soir présente à peu près les mêmes dysfonctionnements, tout en étant légèrement moins importants en amplitude comme en fréquence.

#### 3.1 - Les volumes de trafics

Ci-après nous présentons un résumé des comptages à l'heure de pointe du matin :

**Heure de pointe du matin 7h30-8h30**  
**Flux en véhicules/heure**

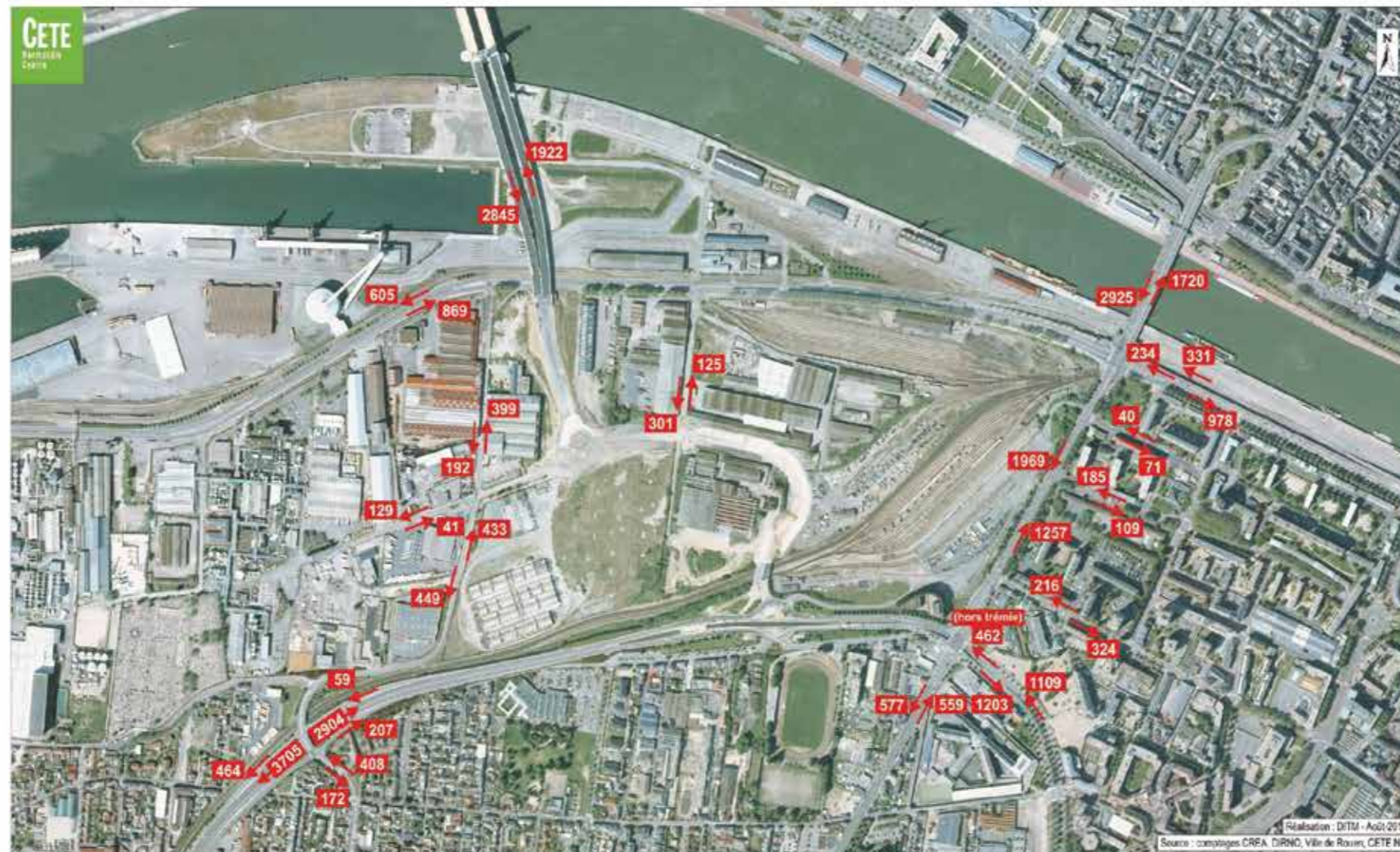


Figure 2 – Trafic recensé à l'heure de pointe du matin (7h30-8h30) dans le périmètre d'étude en véh/h

**NB :** les trafics présentés sont ceux qui ont été utilisés pour redresser les données de l'enquête minéralogique. Ainsi, lorsque que nous disposions de plusieurs sources de données, une sélection a été faite à dire d'expert pour ne conserver que les plus plausibles.

Ces éléments permettent de confirmer que la zone se caractérise par un trafic très important. On notera également un trafic non négligeable sur les petits axes (Bourbaki, Malétra et Stalingrad), qui s'avère être en bonne partie des flux shuntant le giratoire et/ou le carrefour de la prison.

### 3.2 - Les difficultés rencontrées

Les constats ci-dessous sont valables pour des jours ouvrés hors vacances scolaires et hors jours fériés. En règle générale, la congestion est plus importante les mardi et jeudi des semaines complètes.

Ces constats s'appuient sur la connaissance que nous avons du terrain ainsi que des données issues du diagnostic établi dans le cadre de la mise en place du SGDT de Rouen (Schéma de Gestion Dynamique du Trafic).

#### **Difficultés récurrentes**

Le matin, des remontées de files se créent de manière systématique au carrefour de la prison, aux environs de 7h30 (à +/- 20 minutes). Ces remontées de files sont principalement liées au flux de tourne-à-gauche, venant majoritairement de la N338 et du Pont Flaubert. Elles s'étendent progressivement à la trémie et au giratoire de la Motte (avec parfois, de manière ponctuelle un seul accès congestionné).

Lorsque ces remontées atteignent le giratoire de la Motte ou l'entrée des trémies, elles ont tendance à grandir plus rapidement car elles gênent alors un trafic plus important, qui emprunte ce giratoire ou la N338 sans passer pour autant au carrefour de la prison.

Au plus fort de la congestion, les ralentissements peuvent atteindre le centre routier. Un à deux kilomètres de ralentissements importants sont classiques. Le SGDT indique des temps de parcours de l'ordre de 22 minutes au maximum sur la section RN138-RN338 (après A139) jusqu'au Pont Flaubert contre 11 minutes en temps normal<sup>1</sup>.

On note également des difficultés, d'amplitudes variables, pour s'insérer sur le giratoire de Madagascar depuis la rue de Madagascar. Les temps d'insertion sur le giratoire peuvent atteindre plusieurs minutes. Ces remontées de files atteignent en général la rue Bourbaki et peuvent s'étendre ponctuellement jusqu'à l'échangeur de Stalingrad. Une partie non négligeable des usagers empruntant la rue de Madagascar dans le sens ouest vers est sont des usagers qui sont sortis à l'échangeur de Stalingrad pour shunter le giratoire de la Motte et

<sup>1</sup> D'autres temps de parcours réalisés par le CETE en 2012, entre le passage du super U et le giratoire de la Motte faisaient état d'un temps de parcours moyen à l'heure de pointe du matin de 7min56s (contre environ 2 minutes en temps normal, 3,2km à 90 km/h), avec un temps de parcours le plus élevé de 18min36s soit une moyenne de 10 km/h !

reprendre Flaubert.

Ce mécanisme de shunt est de manière générale assez visuel de la part des usagers : à la vue de remontées de files au niveau de Stalingrad, et s'il n'y a pas une queue trop importante sur la sortie vers Petit-Quevilly depuis la N338, une partie des usagers shunte la Motte depuis la N338 par l'échangeur de Stalingrad.

Ceci est également vrai pour la trémie. Lorsqu'elle est bloquée, une partie des usagers emprunte le giratoire si ceux-ci voient que la circulation y est plus fluide.

Le soir, le même type de difficulté est observé, mais celles-ci sont en général beaucoup moins importantes, en amplitude comme en durée.

#### **Difficultés fréquentes (2 à 3 fois par semaine)**

Les remontées de files depuis le carrefour de la prison peuvent occasionner des ralentissements pour les usagers provenant du giratoire de Madagascar sur le raccordement provisoire N338 – pont Flaubert dans le sens nord vers sud.

Des difficultés se créent également ponctuellement à cause d'un nombre d'usagers trop important réalisant la liaison Flaubert – N338 et empruntant le shunt au giratoire de la Motte. Il arrive qu'une partie des usagers empruntent alors le rond-point plutôt que le shunt.

Ces remontées de files, bien que plus ponctuelles, occasionnent également un shunt du giratoire de la Motte par Bourbaki et la rue de Stalingrad pour aller rejoindre la N338.

Le shunt de la liaison Flaubert vers la N338, ainsi que le trafic (port de Rouen, Lubrizol...) souhaitant emprunter la N338 ou se rendre à Petit-Quevilly occasionne ponctuellement de gros trafics sur la rue de Stalingrad (par rapport à son gabarit), pouvant occasionner des remontées de files depuis les feux de l'échangeur de Stalingrad (ou le feu immédiatement en amont).

Les flux qui cherchent le matin à emprunter la N338 vers Paris sont plus importants que la capacité à l'heure de pointe du matin (4900 véhicules contre une capacité mesurée de 4100). Ces flux engendrent alors quelques difficultés :

- blocage ponctuel de la trémie dans le sens est vers ouest, à chaque entrée/sortie, avec parfois un arrêt de la circulation pendant quelques secondes.
- ralentissement sur la N338 jusqu'à l'insertion de l'échangeur de Stalingrad (principalement la voie de droite)

Également, on note des ralentissements et quelques remontées de files, partiellement liés à la forte demande en direction de Paris sur :

- Carrefour de la prison (Avenue Jean Rondeaux et Boulevard de l'Europe)
- Avenue Jean Rondeaux dans le sens nord vers sud, pouvant remonter jusqu'au pont Guillaume approximativement

### 3.3 - Les origines-destinations

Comme évoqué précédemment, un recueil de données minéralogique a été effectué le 4 octobre 2011. Le périmètre de ce recueil s'est retrouvé légèrement agrandi par rapport au périmètre d'emprise du futur écoquartier car la congestion y est très forte et conduit certains usagers à shunter les points noirs.

En effet, le carrefour de la prison à Rouen (Avenue Jean Rondeaux / Boulevard de l'Europe / Boulevard de la Motte) étant très congestionné aux heures de pointes, des remontées de files s'y créent et s'étendent alors sur plusieurs kilomètres, bloquant ainsi le giratoire de la Motte et une bonne partie de la N338. Certains usagers ont alors pris l'habitude, lorsque les remontées de files sont importantes, de sortir au niveau de l'échangeur Stalingrad (dernier échangeur sur la N338 avant le giratoire de la Motte) et de shunter en passant par la rue Bourbaki. Cette manœuvre permet soit de reprendre ensuite la rue de Madagascar pour accéder au pont Flaubert via le rond-point de Madagascar, soit de continuer sur la rue Bourbaki pour arriver sur les quais de la Seine, permettant ainsi un accès au port ou à Rouen via les quais (Boulevard Jean de Béthencourt, Quai de France). Ceci est également valable pour le sens contraire.

Le périmètre ainsi élargi (voir Figure 3 pour plus de détails), une méthodologie précise a été définie pour recueillir les données.

#### 3.3.1 -Lieu et place des points d'enquêtes du relevé de plaques minéralogiques

Par rapport au périmètre du futur écoquartier Flaubert, la zone d'étude a été élargie. Elle intègre l'échangeur complet de Stalingrad ainsi que la rue Jacques Prévert à Petit-Quevilly de manière à prendre en compte également les usagers qui shuntent le giratoire de la Motte.

Pour des raisons de coûts et de logistique, toutes les entrées et sorties du périmètre n'ont pu être enquêtées. En particulier, il n'y avait pas d'enquêteurs sur la rue Stalingrad au nord-ouest de l'échangeur avec de la N338 (rue est-ouest). La rue de Madagascar (l'accès à Lubrizol) n'a pas fait l'objet d'enquêtes également mais des comptages directionnels y ont été effectués.

On notera tout même que les trafics sont faibles sur ces axes (au plus 100 véh/h) et qu'ils peuvent être donc être négligés dans une première approche. Ils seront tout de même comptabilisés en entrée (et/ou en sortie) et donc pris en compte lors du redressement, parfois avec des données de comptages directionnels. L'erreur potentielle liée à ces flux sera donc minime (sachant, qu'étant donné le faible nombre de véhicules comptés, il est difficile de pouvoir en tirer des informations statistiquement fiables quant à leurs origines et leurs destinations précises).

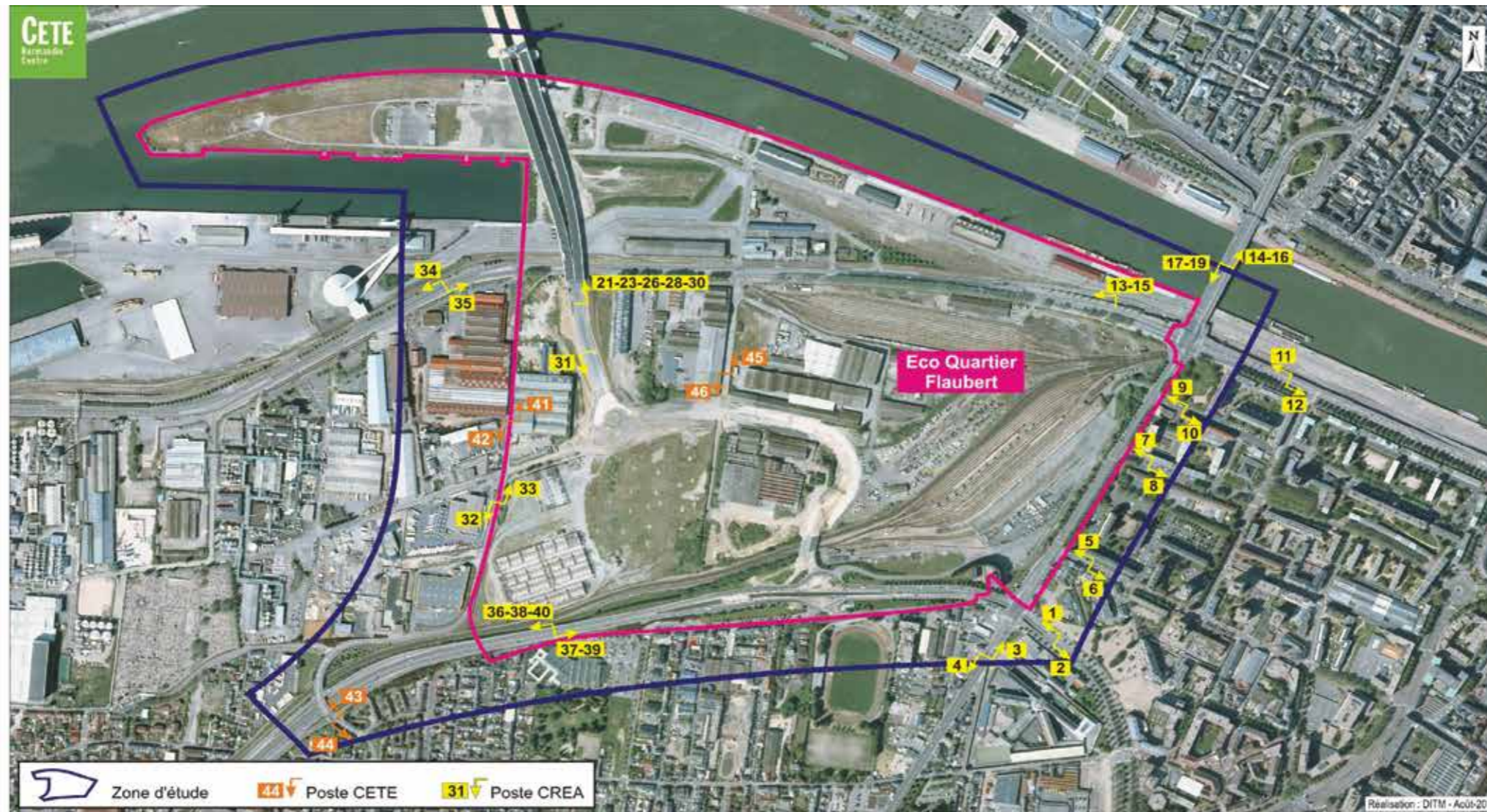


Figure 3 – Plan de situation des postes de recueil minéralogique et périmètre d'étude

NB : La situation des postes est approximative, les flèches indiquent la section concernée plutôt que l'emplacement précis des postes. Ils ont fait l'objet d'ajustement sur la section pour les besoins du recueil terrain.

### 3.3.2 -Méthodologie

Le recueil effectué a consisté en deux missions principales :

- Relevé des plaques minéralogiques des véhicules entrant et sortant du périmètre de manière à établir les origines et destinations des usagers en recoupant les informations des véhicules entrants et sortants
- Comptages automatiques au niveau de chacun de ces points d'enquêtes ainsi qu'en quelques points supplémentaires. Ces comptages ont pour but de s'assurer que le jour du recueil minéralogique les données de trafics sont correctes (volumes de trafic cohérent avec le reste des données) et ils servent également à redresser les données. Ils sont également utiles pour le calage du modèle.

Le recueil minéralogique a eu lieu le mardi 4 octobre 2011, le matin de **6h30 à 9h30** et le soir de **16h00 à 19h00**. Les plaques ont été relevées par période d'un quart d'heure pour permettre un traitement ultérieur assez fin, avec le type de véhicule (véhicule léger ou poids lourds) de manière à différencier les deux types par la suite.

Les comptages automatiques ont été effectués par différentes méthodes de comptages, certains utilisant des boucles permanentes (Ville de Rouen et DIR), d'autres par le biais de comptages pneumatiques ou de radars. Il n'y a pas eu de périodes de recueil communes à chaque comptage. Cependant, nous disposons sur chaque station d'au moins une semaine de comptages qui englobent la journée du 4 octobre 2011. Ils ont permis de valider le fait que la journée du 4 était bien une journée représentative du trafic moyen. De plus, il n'y a pas eu d'incident majeur (accident, panne,...) à déplorer qui aurait pu perturber le recueil de données.

### 3.3.3 -Traitement des données

Une fois l'ensemble de ces données obtenu, nous avons dans un premier temps procédé au mariage des plaques, c'est-à-dire repérer les plaques identiques en entrée et en sortie du périmètre tout en ayant une contrainte en termes de temps de parcours. Cela nous permet alors d'affirmer que les deux plaques relevées correspondent au même véhicule. Ces liaisons origines-destinations sont également étudiées avec les postes « intermédiaires » qui permettent d'avoir une idée des itinéraires empruntés (concernant le shunt du giratoire de la Motte ou du carrefour de la prison principalement, dans les deux sens).

Ces mariages ont été effectués par pas d'une demi-heure de manière à obtenir des matrices demi-heure. L'ensemble des véhicules n'ayant pu être mariés pour différentes raisons (passage en des endroits non enquêté, mauvaises lectures, véhicules ratés...), le taux de mariage matin comme soir est de l'ordre de 70 %, il faut ensuite procéder au redressement des données.

Sans rentrer en détail dans le redressement des données, nous pouvons dire qu'il a consisté à fixer les marges de la matrice. Cela



nécessite de définir dans un premier temps sur chacune des entrées et sorties les comptages à prendre en référence (car les relevés de plaques indiquent un nombre de véhicules parfois différent des comptages automatiques).

Ensuite, une fois déterminé le comptage référent à chaque poste, il faut alors égaliser les marges de la matrice pour obtenir une matrice dont les marges correspondent aux comptages (nombre de véhicules entrant est égal au nombre de véhicules sortants). Ce travail a été effectué pour les deux périodes étudiées et sur 3 heures (le redressement sur 30 minutes n'est pas possible car, principalement à cause de la congestion qui correspond à une variation du nombre de véhicules à l'intérieur de la zone, les nombres de véhicules en entrée et en sortie ne sont pas égaux pendant une demi-heure).

En dernier lieu, on applique un algorithme dit de Fratar qui ajuste la première matrice en fonction des contraintes indiquées aux marges. Les matrices demi-heure sont ensuite déterminées en se basant sur le trafic entrant mesuré pendant la demi-heure en question.

Ces résultats ont été fournis à la CREA et au groupement de maîtrise d'œuvre sous forme de matrice et ont servis d'hypothèses pour les scénarios de prospectives étudiés.

### 3.3.4 -Résultats

Sans présenter l'exhaustivité des résultats, ce qui serait trop long, nous présenterons tout de même les matrices aux heures de pointe pour avoir une idée de la demande :

07h30-8h30 Tout véhicule	Bd de l'Europe	Av. Jean Rondeaux	Rue Brisoult de Barneville	Bd Orléans	Rue forfait	Quai Cavalier de la Salle	Pont Guillaume	Pont Flaubert	Sud III	Quai de France	Av. Jacques Prévert	rue de Madagascar (Lubrizol)	TOTAL
Bd de l'Europe	0	37	58	10	2	52	138	121	643	25	23	0	1 109
Av. Jean Rondeaux	41	0	46	14	10	32	276	89	38	8	4	0	558
Rue Brisoult de Barneville	17	24	0	4	2	21	31	18	94	2	2	0	215
Bd Orléans	15	15	4	0	6	15	16	10	93	6	2	0	182
Rue forfait	1	2	1	0	0	9	23	1	0	3	1	0	41
Quai Cavalier de la Salle	0	0	0	0	0	0	227	0	0	0	0	0	227
Quai bas jean de Béthencourt	0	0	0	0	0	2	0	44	106	174	0	46	372
Pont Guillaume	229	362	87	49	37	559	0	86	1 232	259	28	0	2 928
Pont Flaubert	197	83	45	8	6	77	72	0	2 175	148	38	27	2 876
Sud III	717	48	80	32	7	196	712	1 343	33	36	62	56	3 322
Quai de France	43	6	8	4	0	107	212	262	187	0	39	0	868
Av. Jacques Prévert	4	2	2	0	0	4	6	14	372	2	0	0	406
Rue de Madagascar (Lubrizol)	0	0	0	0	0	0	0	8	17	16	0	0	41
TOTAL	1 264	579	331	121	70	1 074	1 713	1 996	4 990	679	199	129	13 145

Tableau 1 – Matrice Origine-destination sur le périmètre d'étude à l'heure de pointe du matin  
(en nombre de véhicules)

17h00-18h00 Tout véhicule	Bd de l'Europe	Av. Jean Rondeaux	Rue Brisoult de Barneville	Bd Orléans	Rue forfait	Quai Cavalier de la Salle	Pont Guillaume	Pont Flaubert	Sud III	Quai de France	Av. Jacques Prévert	rue de Madagascar (Lubrizol)	TOTAL
Bd de l'Europe	0	58	24	8	4	56	152	243	835	6	23	0	1 409
Av. Jean Rondeaux	55	0	37	10	6	45	307	125	39	4	6	0	634
Rue Brisoult de Barneville	21	40	0	6	3	18	36	89	142	2	6	0	363
Bd Orléans	11	46	6	0	7	21	30	34	108	0	2	0	265
Rue forfait	4	4	4	3	0	12	91	6	2	4	0	0	130
Quai Cavalier de la Salle	0	0	0	0	0	0	460	0	0	0	0	0	460
Quai bas Jean de Béthencourt	0	4	0	0	0	4	2	138	101	136	0	39	424
Pont Guillaume	266	400	49	38	17	400	0	180	1 020	152	27	0	2 549
Pont Flaubert	199	99	23	4	2	34	100	0	1 540	38	57	27	2 123
Sud III	783	59	54	20	8	137	675	1 613	44	31	105	51	3 580
Quai de France	18	14	0	2	0	157	162	209	75	0	14	0	651
Av. Jacques Prévert	10	4	0	0	0	8	36	64	273	6	0	0	401
Rue de Madagascar (Lubrizol)	0	0	0	0	0	0	0	26	40	19	0	0	85
<b>TOTAL</b>	<b>1 367</b>	<b>728</b>	<b>197</b>	<b>91</b>	<b>47</b>	<b>892</b>	<b>2 051</b>	<b>2 727</b>	<b>4 219</b>	<b>398</b>	<b>240</b>	<b>117</b>	<b>13 074</b>

Tableau 2 – Matrice Origine-destination sur le périmètre d'étude à l'heure de pointe du soir (en nombre de véhicule)

**NB :** De part leur méthode de construction, ces matrices sont des matrices de demande, c'est-à-dire qu'elles présentent le nombre de véhicules entrant dans la zone d'étude durant une heure (7h30-8h30 ou 17h-18h). Il est à remarquer que ces données de demande au niveau des entrées/sorties diffèrent des comptages relevés au niveau de celles-ci (elles sont généralement supérieures aux comptages). En effet, le temps de parcours de certaines OD étant important, tous les véhicules étant entré dans la zone pendant cette heure n'en sont pas sortis. De plus, la répartition horaire des arrivées n'étant pas uniforme, le nombre de véhicules sortant de la zone d'étude diffère du nombre de véhicules entrant. Ces écarts sont amplifiés à l'heure de pointe par l'apparition de congestion correspondant à un stockage de véhicules.

Sans rentrer dans les détails, on peut dans un premier temps observer que :

- Les niveaux de trafics matin et soir sont à peu près similaires (13 145 véhicules transitent au sein de la zone le matin contre 13 074 le soir)
- Ces trafics sont très importants puisque plus de 13 000 souhaitent transiter dans cette zone à l'heure de pointe du matin

#### **Synthèse :**

L'analyse des résultats de l'enquête minéralogique, des données de comptages automatiques (permanents ou temporaire) ainsi que les observations effectuées sur le terrain nous ont permis d'effectuer un diagnostic de la situation actuelle. Les principaux enseignements de celui-ci sont les suivants :

- Aux heures de pointes, de très nombreux véhicules cherchent à traverser la zone du futur écoquartier. La demande en provenance et en direction de la N338 est très importante (supérieure à la capacité dans le sens sortant de Rouen). Près d'un quart des véhicules traversant la zone effectuent la liaison N338 ↔ pont Flaubert.

Cette demande importante entraîne des difficultés de circulation récurrentes :

- Le carrefour de la prison est saturé pour les flux en provenance de l'ouest. Une fois la congestion apparue, elle se propage vers l'ouest sur la N338 où elle est amplifiée parce qu'elle impacte également le flux N338-Pont Flaubert.

- Le tourne-à-droite depuis le nord de l'avenue Jean Rondeaux et en direction de la N338 est également saturé. La congestion se propage alors vers le nord sur l'avenue Jean Rondeaux jusqu'au pont Guillaume.

- Enfin, le carrefour de la prison est également saturé sur les branches Est (boulevard de l'Europe) et Sud (avenue Jean Rondeaux), mais dans une moindre mesure que les difficultés évoquées ci-dessus.

Le carrefour de la prison est donc la principale source des difficultés dans le secteur, qui s'étendent bien au delà et entraînent d'autres saturations en cascade.

## 4 - Mise en place d'un modèle de simulation dynamique

La simulation dynamique est un outil de modélisation dit microscopique, c'est-à-dire qu'elle modélise tous les usagers du réseau utilisant une voiture personnelle ou un poids lourd, et les fait évoluer à partir de modèles comportementaux via des pas de calcul de l'ordre de la seconde.

Les simulations sont également dites stochastiques car, bien qu'ayant un fond d'hypothèses communes à chacune d'entre elles (modèles de comportements, un réseau et des intersections codées, un niveau de demande), chaque simulation est basée sur une pluralité de paramètres aléatoires censés représenter une réalité du trafic c'est-à-dire un scénario probable d'écoulement du trafic.

Ainsi, deux simulations d'un même scénario donneront des résultats différents, représentant par exemple le fait que certaines matinées les remontées sur la N338 atteignent le centre routier tandis que pour d'autres, elles ne dépassent pas la passerelle piétonne de Petit-Quevilly.

La méthode globale de la démarche consiste à :

- établir un diagnostic global de la situation à modéliser qui sera le scénario de référence
- créer le modèle de simulation dynamique et le caler à partir des observations et des données terrains (comptages, matrice OD...). Les résultats de ce modèle doivent permettre de bâtir un diagnostic de la situation terrain conforme aux observations
- coder les scénarios futurs et faire une analyse des données de sorties du modèle

### 4.1 - Choix de la période à modéliser

Bien qu'initialement le modèle repose sur la période de pointe du matin et du soir, en prospective nous ne travaillerons que sur une période, étant donnée la complexité du codage du réseau futur (nombreuses intersections, avec des carrefours à feux et des priorités TC).

Il a été choisi au final de travailler sur la période de pointe du matin, et ce pour plusieurs raisons :

- Les problèmes matin et soir sont relativement similaires (points noirs, têtes de congestions) car les flux sont plutôt identiques que symétriques comme indiqué précédemment
- La pointe du matin est celle qui actuellement est la source de la plus forte congestion : les remontées de files, qui se forment au niveau du carrefour de la prison, peuvent parfois atteindre sur la N338 le centre routier (situé 4 km en amont du giratoire de la Motte)

alors qu'elles restent plus limitées le soir.

- Le flux sortant de Rouen le matin est plus élevé que celui du soir, et ce flux sera un enjeu important en prospective.
- Il est d'usage à Rouen, dans les études de trafics, de considérer que la pointe du matin est moins étalée, environ 2h le matin contre 3h l'après-midi, et donc en général plus dure.

Nous travaillerons cependant sur une amplitude horaire de 3h (6h30-9h30) ce qui permet, au vu des conditions actuelles de trafics, d'étudier l'ensemble de la congestion, des premières remontées de files à partir de 7h15 environ jusqu'à 9h30 où elles sont toutes, ou presque, entièrement résorbées. La période 06h30-07h00 permet quant à elle de précharger le réseau.

## 4.2 - Construction du modèle

La création d'un modèle de simulation nécessite en premier lieu un long et fastidieux travail de récolte de données. Nous présenterons alors dans un premier temps l'ensemble des données dont nous avons pu disposer.

Dans un deuxième temps, nous présenterons le réseau codé et l'ensemble des simplifications utilisées inhérentes à la modélisation.

En troisième lieu, nous expliciterons la méthode de calage puis enfin nous présenterons les résultats du calage du modèle. Cela nous permettra de discuter de la robustesse de celui-ci à représenter la situation actuelle, qui servira également de scénario de référence à l'horizon projet, et de la pertinence de la prospective que nous pourrons faire en termes de résultats.

### 4.2.1 -Saisie de la demande

Une bonne partie des données trafic dont nous disposons a été présentée en première partie. Le recueil nous a permis de disposer de matrices de demande par pas de 30 minutes. Cela nous permet de coder la demande sous cette même forme et avec le même pas de temps.

Nous avons différencié au final deux catégories de véhicules :

- les voitures ; elles représentent aux heures de pointes plus de 90 % de la demande en termes de nombre de véhicules. Cette catégorie de véhicules représente tous les véhicules motorisés à quatre roues, qui ne sont pas des poids lourds. Ainsi, cette catégorie comprend les véhicules utilitaires légers et les fourgonnettes
- les poids lourds, moins de 10 % du trafic. Ces véhicules sont beaucoup plus longs et moins performant d'un point de vue dynamique (accélération et décélération faible, vitesse maximale désirée plus faible...). Cette catégorie contient les camions porteurs, les semi-remorques...

Lors de la génération d'un véhicule d'une catégorie donnée, celui-ci est doté de nombreuses caractéristiques aléatoires censées représenter la pluralité des véhicules existants et des comportements de leur conducteur : longueurs variables, accélération et décélération maximales et moyennes, vitesse désirée...

#### 4.2.2 -Codification de l'offre

Pour coder l'offre, il faut d'abord coder le réseau. Nous disposons de :

- Plan AutoCAD du réseau actuel (raccordement provisoire N339 – Pont Flaubert, les quais, de Rouen, la rue Bourbaki et Stalingrad)
- Les images satellites là où nous ne disposons pas de plans plus précis
- Les plans de feux, avec phasage spécifique matin si besoin pour chacun des 11 carrefours à feux du réseau (3 de la ville de Petit-Quevilly, 8 de la ville de Rouen)
- La signalisation routière aux intersections non gérées par des feux tricolores

La codification de l'offre est relativement longue puisqu'elle consiste en la saisie de nombreuses données :

- nombre de voies par tronçon, en particulier il faut coder chaque intersection avec des voies spécifiques de stockages
- l'ensemble des mouvements possibles et le nombre de voies affectées à chaque mouvement.
- les plans de feux. Pour simplifier, nous n'avons pas rentré les opérations de micro-régulation qui permettent l'optimisation des feux aux heures de pointes. Cela eût été trop complexe et sans grand intérêt étant donné le gain de quelques pourcents que cela procure. Nous avons codé un plan de feu moyen.
- la synchronisation des feux a également été saisie (sur l'avenue Jean Rondeaux en particulier)
- les capacités ainsi que les vitesses à vide





Figure 4 – Réseau codé

### 4.2.3 -Méthode adoptée pour le calage du modèle

Afin de pouvoir utiliser le modèle en prospective, il est nécessaire de procéder au calage du modèle. Il s'agit de reproduire le plus fidèlement possible la situation actuelle.

Pour parvenir à ce résultat, nous disposons de nombreux paramètres dans le modèle, qu'ils soient globaux (temps de réaction, paramètres des lois de poursuite et de changements de files...) ou locaux (distance de changement de files, modification locale de paramètres globaux...).

Également, nous paramètrons le modèle de choix d'itinéraires qui sert, dans un modèle dynamique, à reproduire la logique de l'usager qui prend en compte l'état en temps réel et sa connaissance générale du trafic, pour déterminer l'itinéraire réel emprunté (à contrario d'un modèle statique où les itinéraires sont calculés une fois, et ne prennent pas en compte les remontées de files ou « gênes » locales sur l'écoulement du trafic).

Pour s'assurer que le paramétrage du modèle est correct (et représente bel et bien la réalité), nous disposons :

- de comptages automatiques (qui représentent le point d'équilibre de la confrontation de l'offre et de la demande)
- de temps de parcours (à titre plus indicatif car ceux-ci n'ont pas été réalisés en même temps que le recueil minéralogique)
- d'un diagnostic mettant en évidence les difficultés de circulation et leurs fréquences d'apparition

Nous procéderons à un calage en deux temps.

Dans un premier temps, nous calerons le modèle en fixant les itinéraires tels qu'ils ont été recueillis dans l'enquête origine-destination par relevés de plaques minéralogiques. Ceci nous permettra de caler les différents paramètres globaux, et si besoin des paramètres locaux (à éviter de préférence). Nous appellerons ce **scénario situation actuelle avec affectation statique**. L'affectation dans ce scénario sera la même que celle estimée par le recueil du 4 octobre.

Dans un deuxième temps, nous nous intéresserons à caler le modèle de choix d'itinéraires. Il aura principalement pour but de permettre de prendre en compte de manière réaliste les phénomènes de shunts. Ils représentent la capacité de l'usager à s'adapter à la saturation et en prospective cela pourra être un élément à ne pas négliger. Pour cela, nous créerons donc un deuxième scénario dans lequel la moitié des véhicules choisira son itinéraire en fonction du trafic (affectation dynamique), l'autre moitié choisira son itinéraire de manière statique (même itinéraire que le scénario situation actuelle avec affectation statique). Nous appellerons ce **scénario situation actuelle avec affectation 50-50**.

Afin de reproduire les phénomènes aléatoires, il faut raisonner sur plusieurs niveaux. Pour cela, nous fixons l'objectif de travailler sur 10 répliques (pour chacune des deux méthodes d'affectations) ; une réplique étant la simulation d'un scénario complet sur la base d'un

même paramétrage de calage mais pour laquelle les variables aléatoires changent (heure de génération des véhicules, paramètre du véhicule généré à chaque instant et à chaque endroit)... Cela permettra trois niveaux d'analyses :

- L'analyse de chacune des répliques devra être en mesure de reproduire les remontées récurrentes, sachant que l'intensité de la congestion sera différente pour chaque réplique.
- Certaines répliques mettront en avant des phénomènes de saturation non visibles sur toutes. Ceci devra permettre de coller avec l'analyse des congestions fréquentes mais non récurrentes.
- L'analyse agrégée (moyenne des dix répliques), qui devra permettre de reproduire les comptages et les temps de parcours moyens dont nous disposons.

### **4.3 - Résultats du calage du modèle**

L'analyse de la situation de référence se fait à partir des résultats du calage. Nous présenterons donc en premier lieu les résultats du calage en comparaison des données trafics dont nous disposons, pour ensuite présenter les chiffres qui serviront de référence pour comparer avec les scénarios futurs.

#### **4.3.1 - Calage sur les comptages automatiques**

La principale donnée du calage consiste à comparer les comptages automatiques du 4 octobre à ceux de boucles de comptages fictives du modèle. Nous obtenons, la droite de régression suivante après calage :

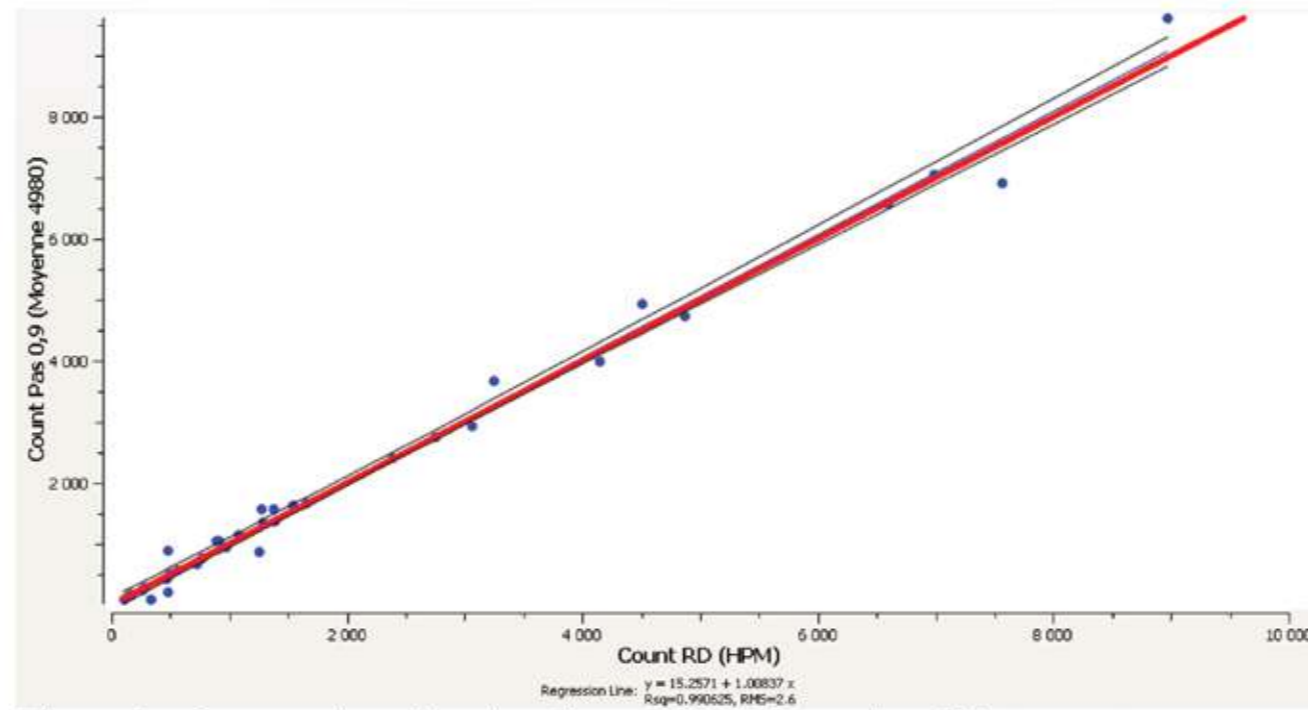


Figure 5 – Comparaison des données modèles (en ordonnée) et comptages (abscisse) – situation actuelle avec affectation statique de trafic uniquement

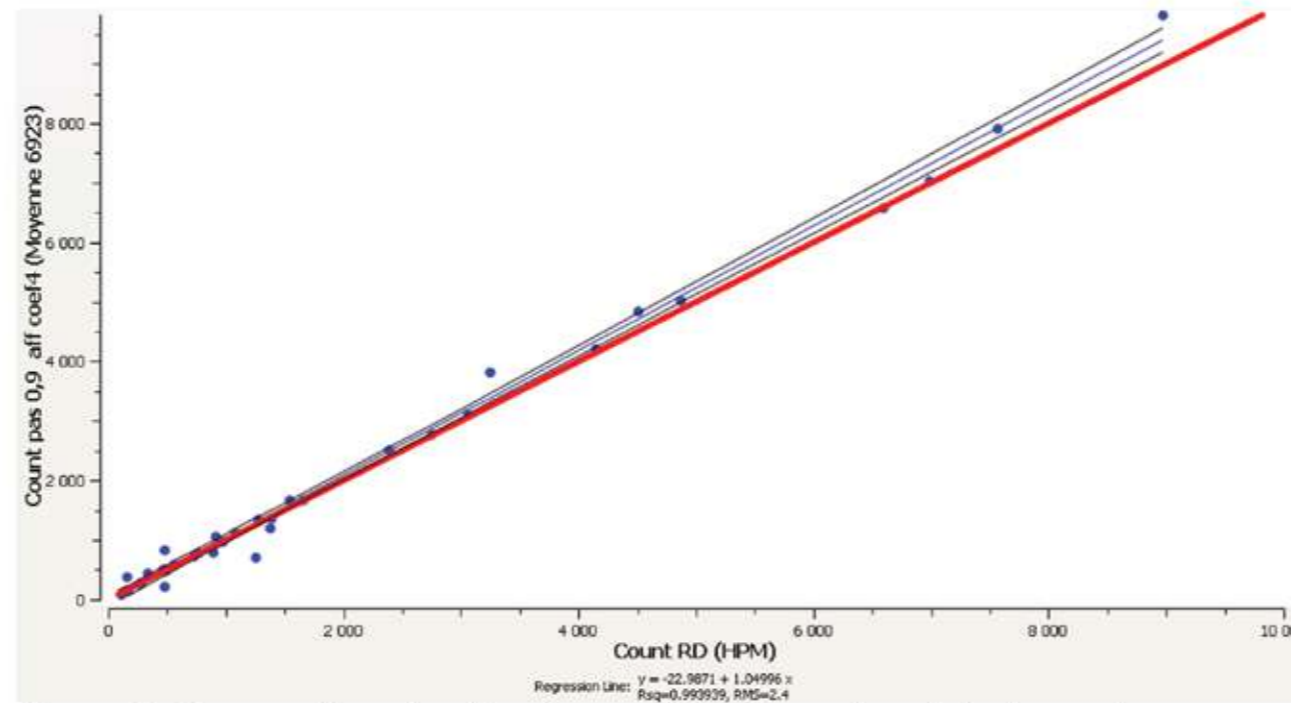


Figure 6– Comparaison des données modèles (en ordonnée) et comptages (abscisse) – situation actuelle avec 50 % d'affectation statique et 50 % d'affectation dynamique

Le calage avec l'intégralité des itinéraires statiques est légèrement meilleur, mais celui en itinéraire dynamique s'avère également très valable. Si l'on regarde de plus près le calage, et que l'on s'intéresse à l'indice de Theil<sup>2</sup> pour le calage 50-50 :

<sup>2</sup> Indice couramment utilisé en simulation dynamique. Celui-ci, comparativement aux courbes précédentes, prend en compte chaque pas de la matrice et résume en un indice les 3 heures de simulations, à chaque station



Figure 7– Indice de Theil de la situation actuelle avec des itinéraires 50-50

Les points verts indiquent les comptages bien calés, les points oranges ceux qui pourraient être améliorés mais qui sont acceptables et les rouges sont inacceptables.

On relève donc 5 points orange (2 à l'échangeur de Stalingrad, 1 rue de Stalingrad, 1 rue Bourbaki et 1 rue Malétra) et aucun rouge. On notera que pour l'échangeur de Stalingrad et Malétra les flux sont faibles (donc l'erreur, en proportion, est vite grande).

Pour la rue Stalingrad (sens sud vers nord), on a tendance à sous-estimer les flux qui shuntent. Cela s'explique en grande partie parce que certains usagers shuntent le giratoire de la Motte par la rue Stalingrad par habitude plus que pour un gain avéré de temps de parcours, en particulier tôt le matin, ce que le modèle représente mal. Il est également à noter que ce poste fût la source de plusieurs problèmes lors de l'exploitation du recueil minéralogique et est l'un de ceux dont le taux de mariages a été le plus mauvais.

Pour la rue Bourbaki dans le sens nord vers sud, on a tendance à surestimer le trafic, de l'ordre de 200 véhicules à l'heure de pointe mais

les flux sont faibles initialement. L'erreur provient de deux choses. Premièrement, les usagers sous-utilisent les quais depuis Rouen pour prendre Flaubert, alors que ceux-ci sont fluides (mais l'environnement peut paraître un peu « hostile » à la circulation de VL : beaucoup de poids lourds, chaussée en mauvais état...). Deuxièmement, on peut penser qu'une majorité des flux qui arrivent par les quais sont des flux qui se rendent dans cette zone pour aller travailler, les quais de Rouen n'étant a priori peu ou pas un itinéraire compétitif pour se rendre à Rouen, et il n'y a également que peu de pôles générateurs (habitations et logements) de trafic qui pourraient amener des usagers à se retrouver ici. Ces flux sont donc, en partie, des flux qui sont entrés dans le cordon mais sans en être sorti. La méthode de redressement leur a affecté une destination qui a priori serait une autre au sein de la zone. Cela peut en partie expliquer pourquoi l'on se retrouve avec un peu plus d'usagers sur cette rue.

#### 4.3.2 - Temps de parcours

Le modèle permet également de fournir des temps de parcours sur les différentes liaisons origine-destination.

Origine	Destination	Temps de parcours Minimum	Temps de parcours Moyen	Temps de parcours Maximum
Sud III	Pont Guillaume	10mn42s	15mn43s	19mn18s
Sud III	Europe	6mn49s	11mn21s	14mn56s
Sud III	Flaubert	8mn34s	14mn29s	17mn57s
Flaubert	Sud III	3mn12s	3mn48s	4mn53s
Flaubert	Pont Guillaume	5mn28s	5mn58s	6mn31s
Flaubert	Europe	5mn44s	6mn32s	7mn56s
Rondeaux	Pont Guillaume	2mn40s	3mn3s3s	3mn33s
Europe	Sud III	2mn36s	2mn44s	2mn52s
Pont Guillaume	Rondeaux	1mn50s	2mn37s	3mn38s
Pont Guillaume	Quai Cavalier de la Salle	1mn0s	1mn1s	1mn3s
Pont Guillaume	Sud III	4mn14s	5mn16s	6mn13s

Tableau 3 – Temps de parcours de la situation actuelle 50-50

**NB 1 :** Ces temps de parcours sont issus des temps moyens par réplication (donc sur les 3 heures de la simulation), et ont été pondérés par le nombre de véhicules ayant terminé leur trajet. Ainsi, Le temps de parcours minimum est le temps minimum moyen sur 3 heures de l'ensemble des



réplications. Ces temps de parcours sont similaires à la situation actuelle avec affectation statique.

*NB 2* : ces temps de parcours sont égaux aux temps passés sur le réseau simulé. Ils prennent également en compte, si nécessaire, le temps de s'insérer dans le réseau si les remontées de files dépassent le réseau modélisé. Ils doivent donc être utilisés comme indicateur et non comme temps de parcours terrain à proprement parler.

En termes de temps de parcours simulés, le modèle semble conforme à ce que l'on connaît (ou ce à quoi on peut s'attendre pour les sections sur lesquelles nous ne disposons pas de données). On visualise des différences importantes (environ d'un facteur 2) entre les temps minimums et maximums sur les OD depuis la N338. Cependant, on le voit par exemple sur le temps de parcours moyen minimum sur la liaison N338 – Pont Guillaume, il y a toujours de la congestion, les temps minimaux étant de 10 minutes (alors qu'à vide ils sont de l'ordre de 4 à 5 minutes).

Les autres OD peuvent subir des ralentissements mais plus modérés, de 1 à 2 minutes en plus, ce qui est peu en absolu mais beaucoup proportionnellement au temps de parcours à vide. On pourra se référer à l'annexe 1 : matrice des temps de parcours moyens en situation de calage 50-50.

Au global, la vitesse moyenne de parcours est de 28,7 km/heure.

#### 4.3.3 - Autres types de sorties intéressantes

Sans présenter l'ensemble des données disponibles en sortie, il semble utile d'indiquer que plusieurs autres données sont disponibles si besoin comme les vitesses moyennes, que cela soit sur une réplication ou en moyenne sur l'ensemble des réplications, cette moyenne pouvant être calculée sur toute la période de trois heures ou sur un pas de temps de 30 minutes choisie.

Ces sorties, permettent de mieux apprécier certains éléments sur les vitesses pratiquées et la congestion à certains endroits. Elles ont cependant l'inconvénient d'être calculées par tronçon, et dépendent donc, de la localisation du tronçon, de sa longueur...

Également, les vidéos des simulations permettent de visualiser les résultats des réplications, et en particulier les phénomènes de ralentissements plus ponctuels.



Figure 8 – Vitesses moyennes harmoniques en km/h sur la période 7h30-8h00 d'une réplique de la situation de calage 50-50

## 5 - Scénario 1 : échéance écoquartier

Tout comme établir un modèle de base demande de coder l'offre et la demande, il faut, en projection, faire des hypothèses sur ces deux éléments.

Les hypothèses sur la demande reposent sur plusieurs éléments :

- affiner le zonage (nouveaux pôles générateurs et récepteurs de trafic)
- des hypothèses de génération/émission de trafic de ces nouvelles zones
- des hypothèses concernant le devenir de la demande actuelle

Sur l'offre, il faut coder dans notre cas :

- le réseau viaire, en définissant en particulier des vitesses à vide, ses capacités, des règles de circulation
- le cas échéant les transports en commun
- les feux de circulation (phase, temps de vert, temps de cycles...) avec la prise en compte des transports en commun si besoin.

### 5.1 - Hypothèses de modélisation

#### 5.1.1 -Zonage

Le zonage est basé sur le plan programme de janvier 2010, celui-ci permet de prendre en compte les éléments suivants du projet d'écoquartier :

- Halls d'activités et bureaux
- Les logements
- Les commerces

À ce stade des études, nous ne disposons pas de suffisamment d'informations pour prendre en compte un éventuel parking-relais et les équipements qui seront aménagés dans l'écoquartier. Pour les équipements, cela peut s'avérer pour le moment pertinent, car ils ne seront a priori pas générateurs de flux à l'heure de pointe du matin.



Figure 9 – Zonage supplémentaire retenu dans l'écoquartier (source : Groupement MOE Urbaine)

La Figure 9 présente les hypothèses sur le zonage. 16 nouvelles zones ont été créées.

### 5.1.2 -Voirie de l'écoquartier

Le bureau d'études Transitec, après de premières études statiques, a dimensionné la voirie en situation projet. Étant donné le résultat de ces études, nous sommes partis du scénario de réseau avec mise à sens unique de la rue Bourbaki dans sa partie sud. À ce réseau, nous avons rajouté des connecteurs pour relier les zones nouvellement créées à ce réseau. Pour cela, nous avons au maximum utilisé la voirie du projet. Si cela n'était pas possible nous avons ajouté des arcs fictifs qui permettent aux flux en échange entre le réseau existant et la zone de se faire.

Pour la voirie, nous avons créé trois nouveaux types d'arcs :

- Voirie principale (vitesse 50 km/h, capacité<sup>3</sup> de 1200 *véhicules/voie/heure*)
- Voirie secondaire (vitesse 30 km/h, capacité de 600 *véhicules/voie/heure*)
- Voirie de desserte (vitesse 20 km/h, capacité de 400 *véhicules/voie/heure*)

Sur la voirie secondaire et de desserte de l'écoquartier, les poids lourds ont été interdits (excepté pour l'entreprise Lubrizol).

Localement, les capacités ont parfois été modifiées si cela permettait de mieux correspondre aux prévisions d'affectation de Transitec (en ville, les capacités des arcs sont en fait principalement liées au temps de vert qui est accordé à la section par rapport au temps de cycle total du feu tricolore. On utilise pour affiner la formule suivante : capacité = 2000 \* temps de vert / durée du cycle *véhicules/voie/heure*).

<sup>3</sup> La capacité, propriété habituelle d'un modèle statique, joue également un rôle dans l'affectation dynamique en termes d'attractivité (le réseau principal, bien que saturé, attire tout de même, de part sa capacité, plus de flux qu'une voie secondaire non saturée sur laquelle les temps de parcours sont plus faibles).

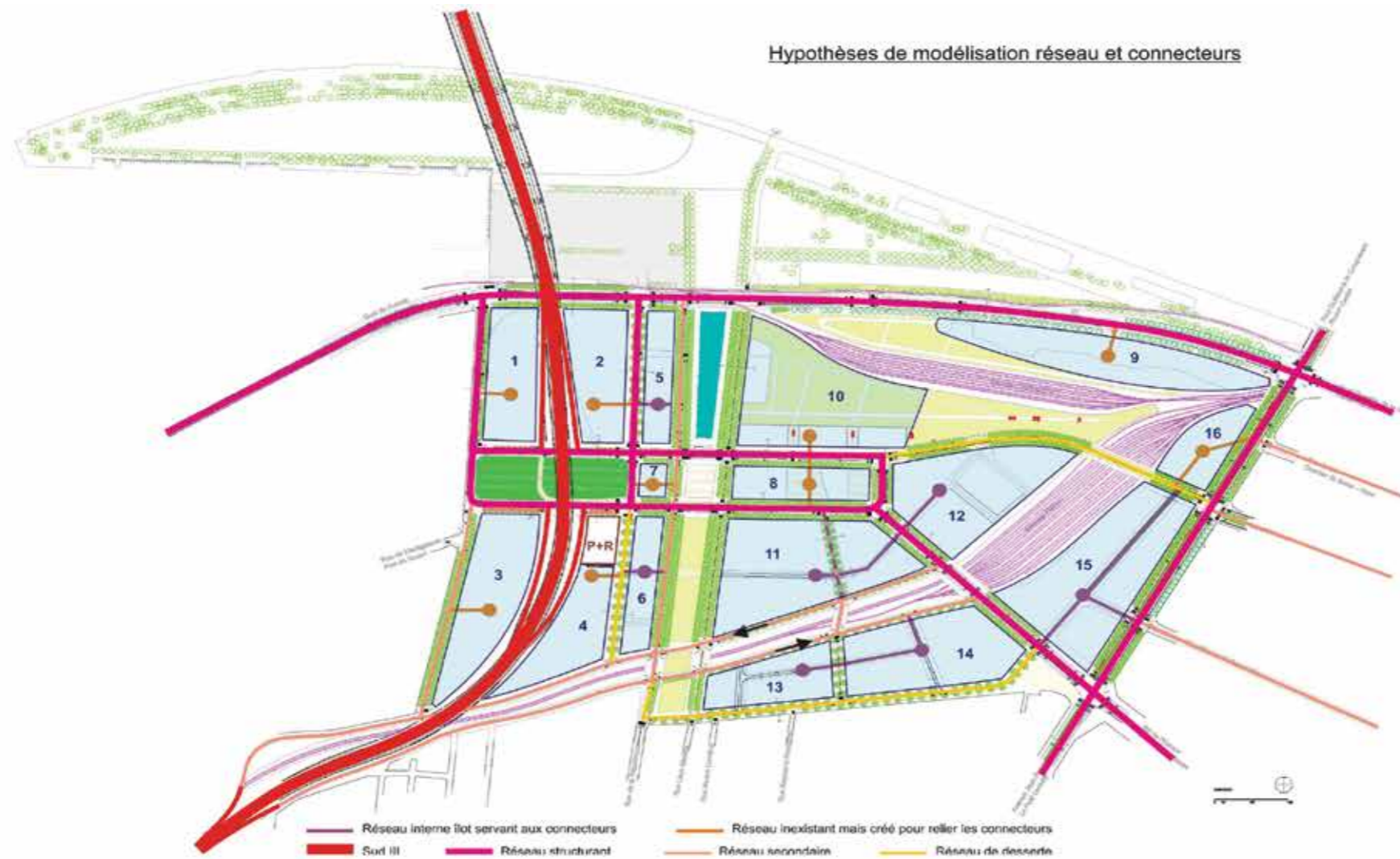


Figure 10 – Voirie projet et raccordement du zonage au réseau

Pour plus de précisions, on se reportera au plan de la maîtrise d'œuvre, disponible en annexe de ce rapport et nommé [2012-05-03 ATT\\_PRO\\_PLA\\_Plan du réseau viaire\\_IndA\\_1 A3.pdf](#).

Également, à ce stade des études, nous ne disposons pas de tous les éléments concernant la géométrie possible des bretelles de sorties vers l'écoquartier depuis l'A150 ou la N338. Nous avons alors pris comme hypothèse que les bretelles étaient sur deux voies sur les 80 derniers mètres (bien que non déterminante pour ce scénario, la longueur des bretelles sur ces voies jouera un rôle important dans le bon fonctionnement de la N338 dans le sens sud vers nord).

### 5.1.3 -Les feux de circulation

La plupart des carrefours du réseau étudié sont nouveaux et nécessitent de mettre en place des plans de feux excepté pour les feux de Stalingrad qui dans un premier temps ont été laissés tels quels.

Le codage des feux a été réalisé en deux temps, car régler des feux nécessite de connaître la demande. Or, la demande dépend de l'offre qui est en grande partie liée au réglage des feux.

Nous sommes partis des affectations de l'étude Transitec (heure de pointe du matin avec mise à sens unique de la rue Bourbabki), qui nous ont permis de calculer des plans de feux simples :

- cycle de 90'
- durée d'interphase de 2' (excepté Pont Guillaume, 3' car le carrefour est très large)
- 2 phases, temps de jaune de 3'
- des durées de vert proportionnelles au flux, avec un minimum de 6' (et dépendant du nombre de voies)

Ceci nous a permis d'affiner certaines capacités puis de faire tourner le modèle dynamique à partir des résultats de l'affectation statique. Ces premières simulations ont permis de mettre en évidence certains problèmes et d'affiner le réglage des feux. Principalement, nous avons alors mis en place des prolongations à la fermeture pour évacuer les flux en tourne à gauche (quais vers écoquartier, carrefour J. Rondeaux/ Europe, carrefour quais/Pont Guillaume et certains carrefours de l'écoquartier). Certaines phases ont également vu leur durée modifiée, en prenant en compte les flux circulant dans le modèle comparativement aux prévisions statiques (affectation statique différente et prise en compte des remontées de files qui diminuent sur certains carrefours le flux de véhicules qui arrivent à accéder à ce carrefour).

Nous avons mis en place une synchronisation de plusieurs carrefours de manière à privilégier certains flux. Ils sont les suivants, par ordre décroissant d'importance en cas de conflits :

- les flux provenant de la N338 ou Flaubert et empruntant l'échangeur de l'écoquartier
- les flux de l'écoquartier souhaitant emprunter les échangeurs pour Flaubert ou la N338

- les flux de la place centrale (éviter au maximum les blocages)

Certaines synchronisations ont également été mises en place de manière à éviter de saturer les carrefours avec des remontées de files.

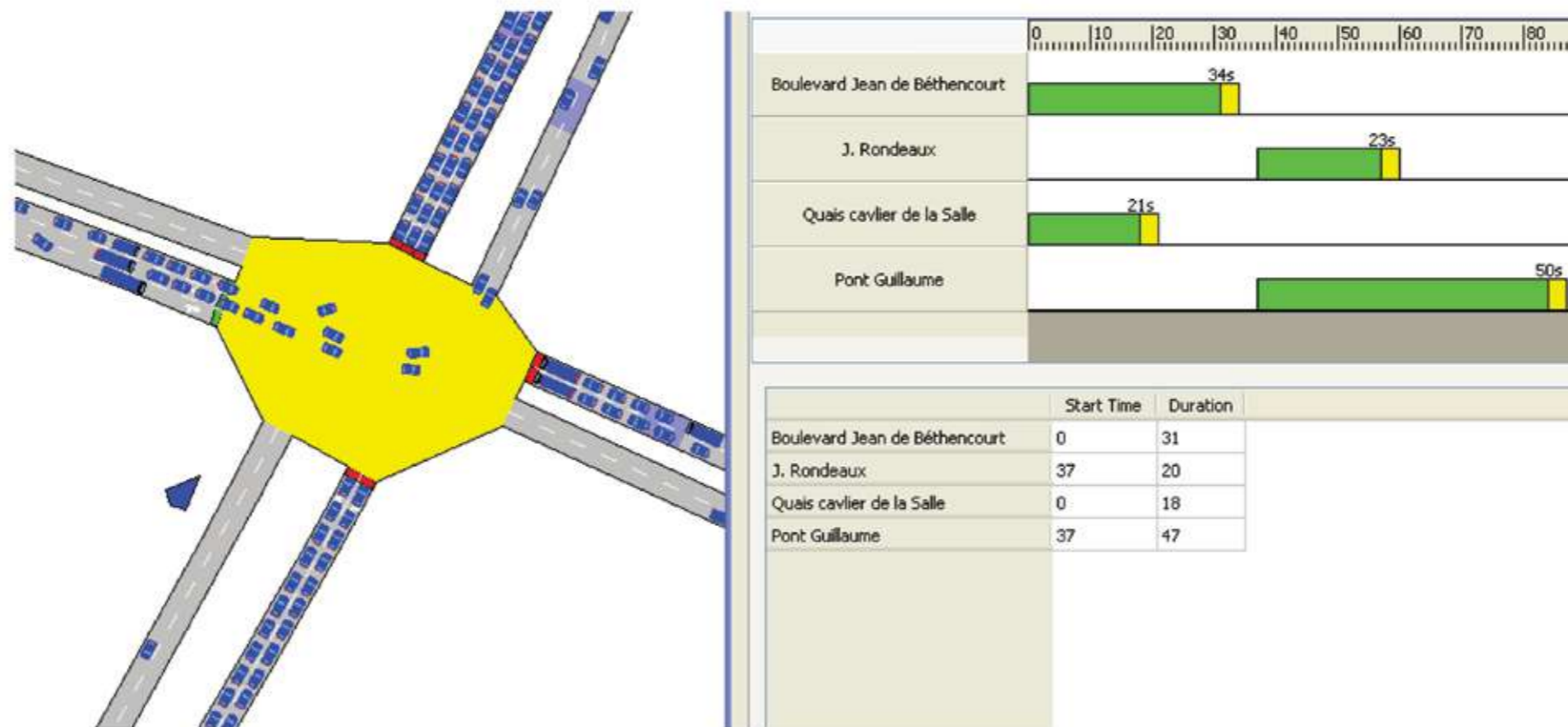


Figure 11 – Exemple de codification du plan de feu (carrefour quais/Pont Guillaume) avec prolongation à la fermeture



#### 5.1.4 -Les flux de circulation

Les hypothèses sur les flux découlent principalement des études réalisées par Transitec. Nous les récapitulerons simplement.

Deux types de flux sont à différencier. Il y a les flux d'échanges avec l'écoquartier et ceux de transit. On considère, étant données les distances, qu'il n'y a aucun flux interne en voiture.

Pour les flux de transit, la CREA a souhaité considérer qu'à l'échéance d'études (horizon 2027), ils seront égaux à ceux de la situation actuelle. Cela revient à considérer que la croissance des trafics sera nulle. Cette hypothèse n'a de sens que parce que l'on travaille sur l'hyperpointe où le réseau de l'agglomération est saturé, et n'est donc pas en mesure d'écouler une demande de trafic supplémentaire. Les flux des quais bas rive gauche seront quant à eux reportés sur les quais Cavalier de la Salle, les premiers devant être fermés à la circulation à l'horizon de réalisation du projet.

Pour les flux d'échanges avec l'écoquartier, les hypothèses de Transitec sont les suivantes :

- 12 200 véhicules générés par jour (avec une différenciation selon que les flux soient liés à des logements, à des commerces ou des bureaux)
- 30 % des flux seront affectés sur la N338, 30 % sur Flaubert, 15 % sur Pont Guillaume et Quai Jean de Béthencourt, 25 % sur le boulevard de l'Europe

Pour établir des matrices de demande (6 matrices d'une demi-heure) sur le zonage fin, nous compléterons ces hypothèses :

- Les flux générés sur le zonage fin de l'écoquartier (16 zones) sont proportionnels à la SHON par type de bâti (différenciation logement, bureaux, commerces et hall d'activités)
- Le matin, sur la période d'étude, les logements émettent des flux tandis que les bureaux, commerces et halls d'activités les attirent.<sup>4</sup>
- 7,5% des flux se rendront/proviendront du Pont Guillaume, 7,5% des quais Jean de Béthencourt
- La répartition par demi-heure se fera en utilisant le profil de trafic sur N338

<sup>4</sup> Cette hypothèse semble raisonnable le matin. L'inverse eût été faux le soir, principalement à cause des déplacements secondaires et des chaînes de déplacements.

Zonage fin écoquartier	Emission					Attraction				
	Sud III	Flaubert	Bethencourt	Guillaume	Europe	Sud III	Flaubert	Bethencourt	Guillaume	Europe
1	0	0	0	0	0	21	21	5	5	17
2	0	0	0	0	0	26	26	6	6	21
3	0	0	0	0	0	25	25	6	6	21
4	0	0	0	0	0	23	23	6	6	19
5	6	6	2	2	5	10	10	3	3	9
6	6	6	1	1	5	14	14	4	4	12
7	0	0	0	0	0	10	10	3	3	8
8	0	0	0	0	0	29	29	7	7	24
9	12	12	3	3	10	22	22	5	5	18
10	9	9	2	2	7	17	17	4	4	14
11	26	26	6	6	21	7	7	2	2	5
12	21	21	5	5	17	6	6	2	2	5
13	8	8	2	2	7	0	0	0	0	0
14	26	26	6	6	21	2	2	1	1	2
15	32	32	8	8	26	4	4	1	1	3
16	4	4	1	1	3	7	7	2	2	6
TOTAL 1	148	148	37	37	123	224	224	56	56	186
<b>TOTAL 2</b>			<b>494</b>					<b>745</b>		

Tableau 4 – flux OD sur zonage fin de l'écoquartier à l'heure de pointe du matin (7h30-8h30)

*NB* : les flux émis sont des flux en provenance de cette zone, dans la colonne émission, on lit alors la destination. À l'inverse, les flux attirés se rendent dans l'écoquartier, les colonnes attraction sont alors les origines des flux.

Ainsi, les hypothèses de flux indiquent qu'à l'heure de pointe du matin les flux se rendant dans l'écoquartier seront plus importants que les flux émis. Ceci diffère légèrement des hypothèses de Transitec qui généraient des flux sans différencier les émissions des attractions. Il était ensuite considéré que 50 % étaient des flux émis et autant attirés (ici on est dans le 40 – 60).

### 5.1.5 -Hypothèses d'affectation

Le calage du modèle ayant été fait avec deux scénarios d'affectation, nous avons fait de même ici, pour étudier potentiellement deux scénarios d'affectation.

Le calage de la situation actuelle repose sur deux scénarios d'affectation :

- un calage statique (on utilise la répartition par itinéraires relevés lors du recueil minéralogique)
- un calage avec une affectation statique à 50 % (la même que ci-dessus) et dynamique à 50 %.

En prospective, nous ne connaissons pas les itinéraires empruntés. Mais nous utiliserons tout de même deux affectations :

- une entièrement statique, utilisant les algorithmes des modèles statiques (type urbain à 4 étapes)
- une autre basée à 50 % sur l'affectation statique et à 50 % dynamique, en réutilisant les paramètres de calage dynamique de l'affectation. Cette affectation sera appelée 50-50

La base de ces hypothèses d'affectation sont très différentes de celles de Transitec mais permettent d'obtenir des résultats relativement similaires sur le réseau structurant, tout en prenant en compte un usage du réseau de desserte de l'écoquartier par le trafic en transit.

## 5.2 - La demande : affectation statique

Dans un premier temps, nous avons réalisé une affectation statique. Elle a pour but de confronter l'offre à la demande mais via des modèles statiques, sans remontées de files. Ainsi, avec ces modèles, tous les flux désirant s'écouler s'écoulent, il n'y a ni remontées de files, ni interactions entre les carrefours saturés. Cette première approche correspond à celle de l'étude réalisée par le groupement de maîtrise d'œuvre mais avec une méthode d'affectation différente (bien que les résultats soient similaires).

La Figure 12 présente les résultats de l'affectation statique tous véhicules en UVP<sup>5</sup> et la Figure 13 s'intéresse aux flux de poids lourds.

On peut, en premier lieu, formuler plusieurs remarques :

- La demande est très importante, en particulier au sein de la place centrale de l'écoquartier.
- La demande cherchant à emprunter la N338 le matin, quelle que soit sa provenance, est très importante : presque 5 200 UVP soit environ 5 000 véhicules/heure<sup>6</sup>. Actuellement, la N338 à l'heure de pointe peut écouler 4150 véhicules/heure, ce qui peut sembler être approximativement la capacité maximale de l'infrastructure.
- On identifie dans un premier temps certains points durs : carrefour Pont Guillaume/quais, carrefour Jean Rondeaux/Europe, la place centrale de l'écoquartier et les bretelles d'échanges avec la N338.
- Le réseau secondaire de l'écoquartier sera relativement chargé puisque le trafic atteindra les 500 UVP/heure sur certaines portions du réseau

<sup>5</sup> Unité de Véhicules Particulier – une voiture équivaut à 1, un poids lourd à 2

<sup>6</sup> En premier lieu, il avait été fait état d'environ 5 000 UVP à l'heure de pointe. Ce chiffre correspondait en fait au trafic de 8h à 9h, l'heure de pointe la plus dure étant 7h30-8h30, pour la N338 tout particulièrement

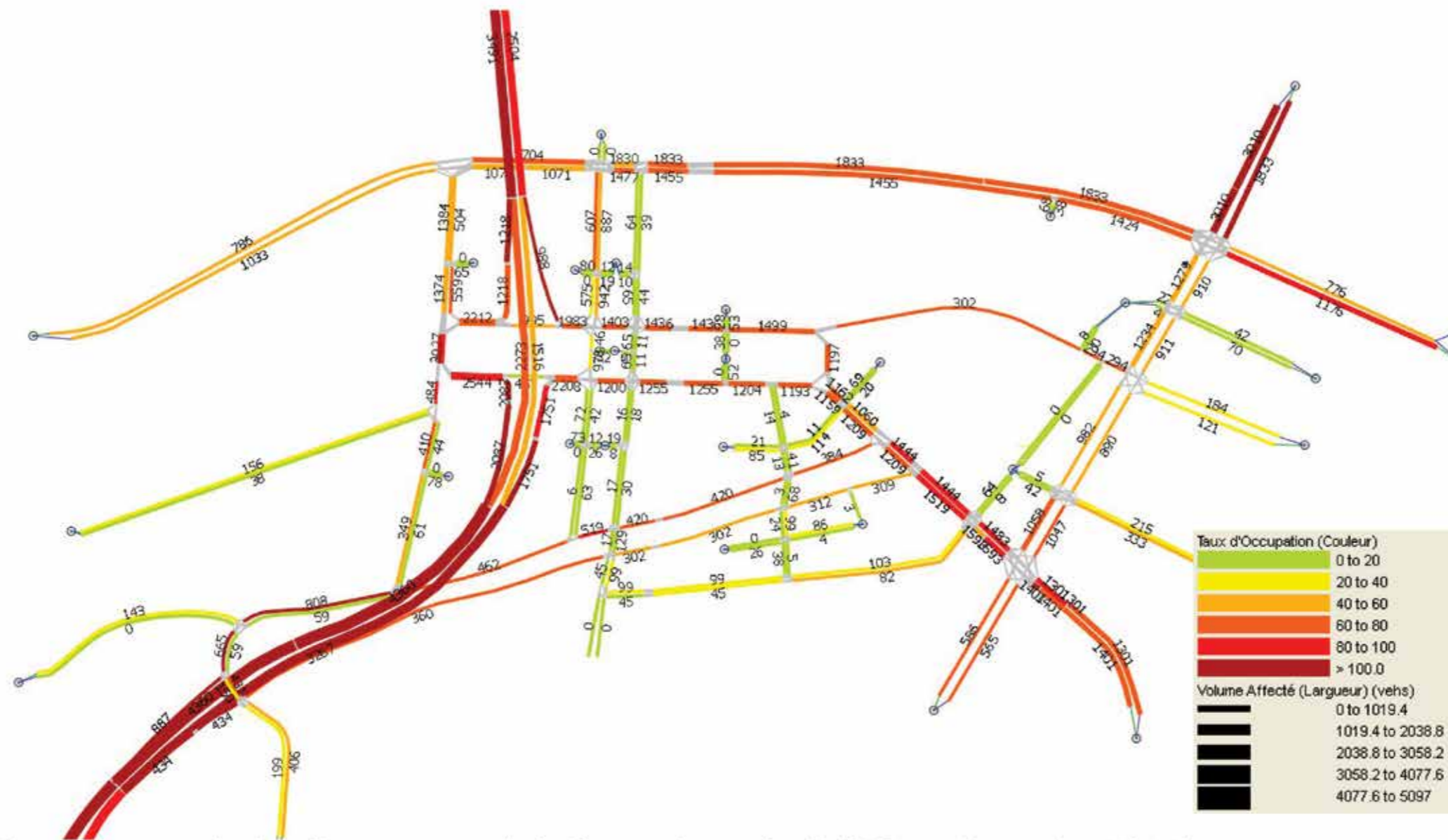


Figure 12 – Demande de trafic en UVP au sein de l'écoquartier – scénario échéance écoquartier, 08h-09h

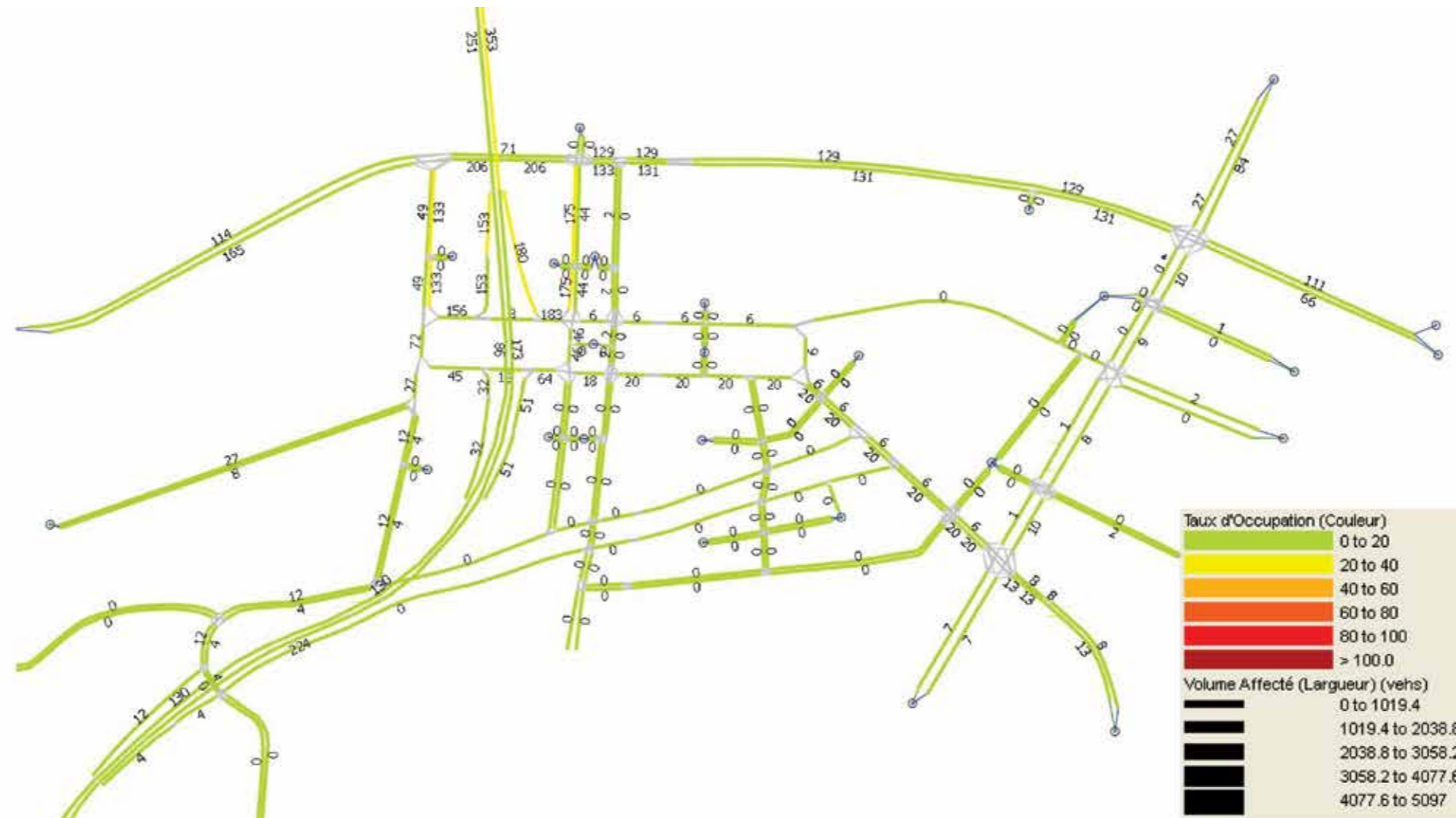


Figure 13 – Demande de trafic poids lourds au sein de l'écoquartier – scénario échéance écoquartier, heure de pointe du matin 08h-09h00

### 5.3 - Affectation dynamique : résultats du modèle

Comme indiqué précédemment, les flux modélisés sont très importants. Cela n'est pas sans conséquence sur les résultats de la simulation puisque les niveaux très élevés de trafics conduisent à une saturation progressive qui devient trop importante pour que l'on considère que le modèle reste significatif (en particulier, lorsque les temps de parcours sont trop élevés, les modèles de choix d'itinéraires conduisent à emprunter des chemins parfois complexes, ce qui aggrave la congestion – cela peut en partie sembler réaliste, lors de très forte congestion, les gens cherchent à se réaffecter à tout prix, même dans des toutes petites rues et cela peut conduire à une explosion de temps de parcours mais n'ayant aucune mesure sur ces phénomènes, il nous semble difficile de conclure sur la pertinence du modèle).

L'ensemble des répliques simulées mettent en avant les phénomènes suivant (Figure 14) :

- Les premières remontées durables (plus d'un cycle de feux pour passer un feu, plusieurs cycles d'affilées) apparaissent dès 7h30. Les premiers carrefours impactés sont d'abord Pont Guillaume/ quais puis J. Rondeaux/ Europe
- La demande sur la bretelle de sortie de la N338 vers l'écoquartier est relativement forte et conduit à créer des ralentissements sur la N338, et ce dès 07h15. Une partie des usagers shuntent alors par Stalingrad ce qui aide à gérer les difficultés mais un trafic en « accordéon » se met en place sur une bonne partie des simulations (parfois jusqu'à la fin)
- La demande cherchant à emprunter la N338 est également importante, et conduit à créer des ralentissements sur les quais et la place centrale peu après 07h30. Des usagers shuntent alors progressivement la place centrale pour emprunter la N338 au niveau de Stalingrad
- La sur-saturation des quais hauts à l'ouest de l'avenue Jean Rondeaux conduit par la suite à privilégier l'itinéraire par l'avenue Jean Rondeaux depuis la place centrale de l'écoquartier. À terme, les deux itinéraires se retrouvent fortement saturés depuis le carrefour avec le Pont Guillaume.
- Le réseau principal sature petit-à-petit et conduit certains usagers à emprunter le réseau secondaire et de desserte de l'écoquartier, conduisant également à sa saturation.
- La saturation de la place centrale dans certaines simulations conduit à saturer les bretelles de sorties vers l'écoquartier, depuis l'A150 et la N338, ce qui est source de forts ralentissement sur le raccordement (et dans les deux sens de circulation).

Malgré cela, ce premier scénario nous permet de mettre en avant certains problèmes qui nous permettront d'affiner les hypothèses pour un scénario plus réaliste.

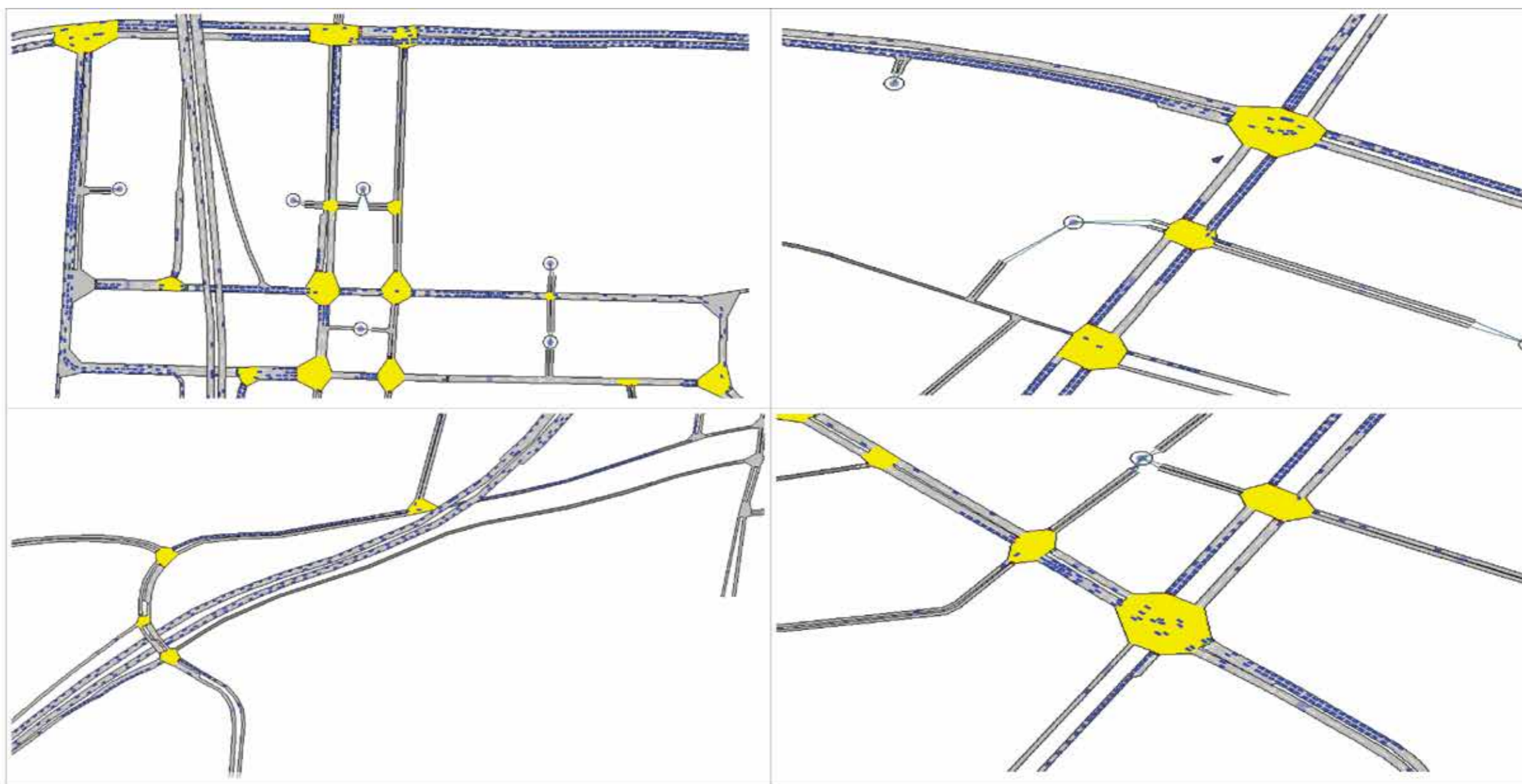


Figure 14 – Une simulation du scénario échéance écoquartier à 8h00 avec affectation de trafic 50-50



La vitesse moyenne des véhicules dans le réseau, sur l'ensemble des répliques et sur les 3 heures étudiées, est de 12 km/h, ce qui est très faible, et ne doit donc pas être considéré comme valable. Il est cependant possible de tirer certains éléments de ce premier scénario d'étude :

- Les flux en jeu étant très importants, il semble difficilement concevable que les flux sur la N338 ou Flaubert ne soient pas ralentis assez fortement, voire arrêtés si les carrefours à feux en sortie des bretelles venaient à se bloquer (si la place centrale de l'écoquartier venait à saturer). Dans le sens sud vers nord, l'échangeur de Stalingrad devra nécessairement absorber une partie importante du trafic, condition nécessaire pour que la demande puisse s'écouler sans être la source de très forte congestion. Mais, une fois passée les bretelles de sorties, ces flux se retrouveront à nouveau dans des remontées de files au niveau des carrefours avec l'avenue Jean Rondeaux (ou plus en amont en fonction de la longueur des remontées de files).
- Les carrefours à feux avec Jean Rondeaux permettront de réguler partiellement le volume de flux arrivant dans l'écoquartier, sans pour autant le réguler suffisamment pour que le trafic soit fluide. Cette régulation, bien qu'insuffisante et non voulue initialement, est pertinente.

**Synthèse :**

Ce scénario aboutit à une saturation complète et rapide du réseau. Il arrive même que la situation ne revienne pas à la normale en fin de période modélisée. De plus, la part des transports en commun sur les déplacements générés par l'écoquartier est importante et nécessite pour être atteinte une très bonne desserte du quartier par les TC, qui n'est pas prise en compte actuellement.

Il est donc nécessaire d'effectuer de nouvelles hypothèses, d'effectuer des optimisations ainsi que de prendre en compte les transports en commun, principalement par l'intermédiaire des deux projets de TCSP.

## 6 - Scénario 2 : « Trémie & TCSP »

Suite aux résultats du premier scénario, il est alors apparu nécessaire d'affiner certaines des hypothèses, tant en termes d'offre qu'en termes de demande. Également, pour étudier un scénario plus réaliste, il a été pris en compte les transports en communs en site propre avec demande de priorité aux feux rouges, condition sine qua non pour espérer atteindre les hypothèses de part modal des flux générés par l'écoquartier.

### 6.1 - Hypothèses complémentaires

#### 6.1.1 - Voirie de l'écoquartier

Dans le scénario Trémie et TCSP, on ne garde plus qu'une seule voie est/ouest et ouest/est au niveau du carrefour plan Jean Rondeaux/ boulevard de l'Europe, et on ajoute deux trémies d'une voie chacune sous Jean Rondeaux pour réaliser la liaison boulevard de l'Europe – Écoquartier. On se référera à ATT\_EQF\_URB\_C Trémie J. Rondeaux.pdf dans le répertoire annexe au rapport.

La bretelle de sortie depuis la N338 vers l'écoquartier a été agrandie, la section à deux voies est de 140 mètres dans le modèle (contre un peu moins de 80 précédemment).

#### 6.1.2 - Réseau TC (scénario Trémie & TCSP uniquement)

Deux lignes sont prévues dans le projet d'écoquartier. L'axe nord/sud, dont le passage au sein de la zone étudiée sera sur Jean Rondeaux et Pont Guillaume.

Pour l'autre ligne, l'axe est/ouest, plusieurs tracés ont été proposés. En ce qui nous concerne, nous n'en retiendrons qu'un seul, celui où le bus empruntera le Pont Flaubert via les échangeurs au sein de l'écoquartier. C'est, à première vue, le projet qui semble-t-il devrait être le plus impactant vis-à-vis de la place centrale (qui est un enjeu important pour la fluidité du réseau national).



Figure 15 – Schéma des scénarios de TC étudiés

En termes de fréquences, il a été retenu les hypothèses suivantes :

- un bus toutes les 6 minutes sur la période de pointe, soit de 7h à 9h
- un bus toutes les 10 minutes sinon (soit, dans les simulations, de 6h30 à 7h00 et de 9h00 à 9h30).

### 6.1.3 -Les feux de circulation

La priorité des transports en commun aux feux relève d'enjeux importants pour l'attractivité du réseau (vitesse commerciale et régularité), en particulier dans le cadre de l'écoquartier Flaubert où les hypothèses initiales en termes de part modale sont en faveur des transports en commun et des modes doux. Il convient donc d'y prêter une attention particulière, même à ce stade des études, les hypothèses sur les feux étant, comme nous l'avons vu, relativement déterminantes sur la capacité des voies au droit des intersections gérées par des feux.

Dans ce projet, le système s'avère être relativement complexe. En effet, nous sommes dans un cas où les niveaux de circulations sont élevés et dans lequel il y a des contraintes importantes de synchronisation. Également, nous sommes en présence de deux lignes de TC, qui de plus seront amenées à se croiser au niveau de l'avenue Jean Rondeaux.

Sans rentrer dans le détail d'une étude de mise en place d'un système de priorité TC, ce qui serait de toute façon peu judicieux à ce niveau des études, il convient d'en faire une première analyse pour adopter une ligne de conduite lors du codage des feux dans le modèle de simulation dynamique.

Pour cela, nous nous fixerons comme objectifs, en l'état actuel de la connaissance du projet, de mettre en place des plans de feux à la fois relativement simples mais réalistes. C'est-à-dire qu'ils devront prendre à la fois en considération la géométrie des intersections, les niveaux de demande de trafic et s'insérer dans le plan de feux existant de la même manière qu'ils le seraient s'ils devaient être mis en place réellement.

Pour cela, au final, nous avons choisi au global de retenir les hypothèses suivantes :

- les sites propres seront réservés uniquement aux TC

Cette hypothèse signifie que les vélos et les taxis ne l'emprunteront pas. Ainsi, en termes de codage, la voie bus n'aura le feu vert que si et seulement si un bus en fait la demande. Cela permet d'optimiser au global la capacité du carrefour pour les autres usagers (voitures et poids lourds).

- On évitera, dans la mesure du possible, les conflits entre les véhicules de transports en commun et les autres flux

Cette hypothèse signifie que l'on évitera, pour les gros flux, que les transports en communs aient le feu vert en même temps que des mouvements potentiellement conflictuels, excepté si le trafic pouvant poser problème est très faible. Ceci est une règle à Rouen (cas récent de la ligne 7 – carrefour rue d'Elbeuf/rue Méridienne par exemple). Dans notre cas, cette hypothèse permet principalement d'éviter la multiplication du nombre de feux à coder car cela ne concernera que les carrefours à feux où la réserve de capacité est suffisante pour intégrer, sans aucun problème, des transports en communs.

- On intégrera une seule possibilité de demande de priorité aux feux de la part d'un TC

Ceci est une hypothèse qui peut sembler peu favorable aux transports en commun dans un premier temps mais, dans la réalité, il y aura un codage un peu différent. Ainsi, nous considérerons que, sur un cycle, la seule possibilité pour le transport en commun de passer est à la fin du cycle, on lui accorde un temps de vert, entre 6 à 10 secondes, après que chacune des phases du cycle se soit déroulée. On écourte en fait la phase de l'axe considéré comme non prioritaire (c'est-à-dire perpendiculaire à Jean Rondeaux ou à la place centrale en général) au profit du transport en commun. Ce système peut conduire à des temps d'attente pour le transport en commun un peu élevés, mais permet de reproduire au niveau global sur le cycle, la gêne qui sera engendrée sur le trafic. En réalité, il existe d'autres moyens, comme l'anticipation et la prolongation, qui permettent de favoriser les transports en commun sans défavoriser trop les flux. Cela n'étant à la fois pas nécessairement opportun vis-à-vis de nos objectifs et difficiles à mettre en œuvre étant donné les limitations du logiciel dont nous disposons (utilisation principalement des normes de feux américaines, non des françaises), nous nous contenterons de cette simplification qui semble conforme à nos objectifs.

- Les véhicules en tourne-à-gauche pourront se stocker sur la voie de TCSP si besoin

Cette hypothèse est sans doute la plus « forte » et importante en termes de sécurité pour les usagers. Néanmoins, elle est réaliste puisqu'elle découle d'observations (cf intersection avec métro et TEOR à Rouen, par exemple le rond point de l'Europe) mais surtout elle est nécessaire étant donné les niveaux de trafics et de tourne-à-gauche à certaines intersections (Pont Guillaume/ quais, Jean Rondeaux/Europe...). Cette hypothèse pourra être critiquée mais, en absence d'alternatives, servira de base. Il pourra cependant être judicieux de repenser la géométrie de certains carrefours (voire interdire des mouvements) pour prévenir certains problèmes liés aux tourne-à-gauche.

La base de chaque plan de feux étant la même que présentée lors de l'étude du premier scénario, il sera si besoin ajouté une phase spécifique. Il y aura des adaptations locales, mais en pratique une des deux phases sera considérée comme prioritaire sur l'autre, c'est-à-dire que sa durée ne varie pas (ou peu). On prendra alors principalement le temps de vert sur les voies non prioritaires pour les donner au TC.

Sur l'ensemble des feux étudiés, nous avons classé les intersections en trois catégories (cf Figure 16), vert, orange et rouge. Les deux dernières catégories faisant l'objet d'analyses plus poussées.

- Celles qui ne poseront aucune difficulté (en vert sur le schéma). Le codage respecte scrupuleusement ce qui a été indiqué précédemment
- Celles qui seront « gérables a priori » (orange), c'est-à-dire qu'elles devront intégrer un système de priorité un peu plus complexe que celui codé mais qui devraient, lors de leurs mises en place sur le terrain, ne pas poser de problèmes particuliers.
- Les complexes (rouges). Celles-ci sont la source de difficultés de codage dans le modèle, de part les trafics très élevés en tourne-à-gauche, la géométrie ou la présence des deux lignes TC qui se croisent. Ces intersections devraient donner lieu, même au stade d'avant projet, à un approfondissement.

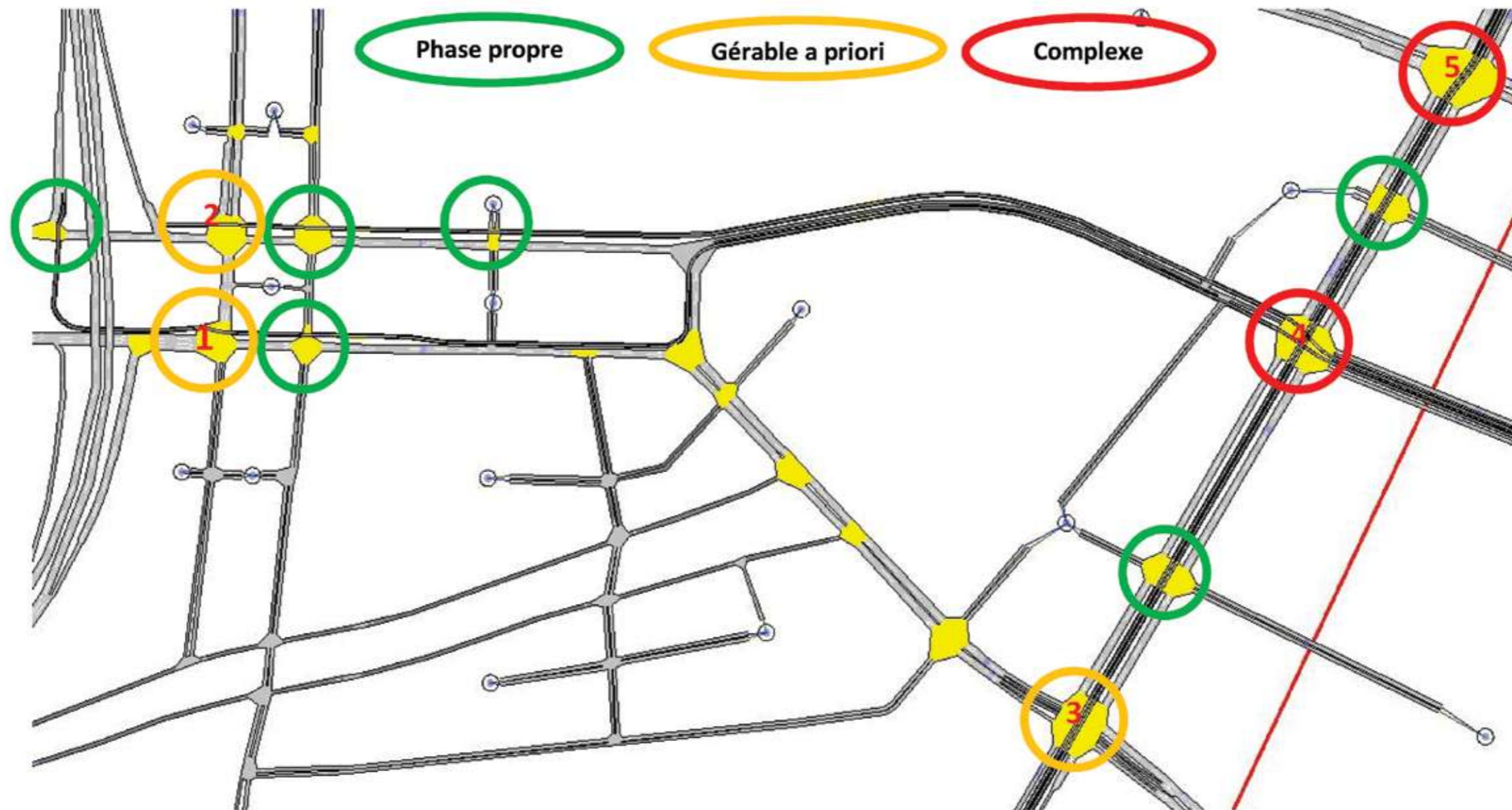
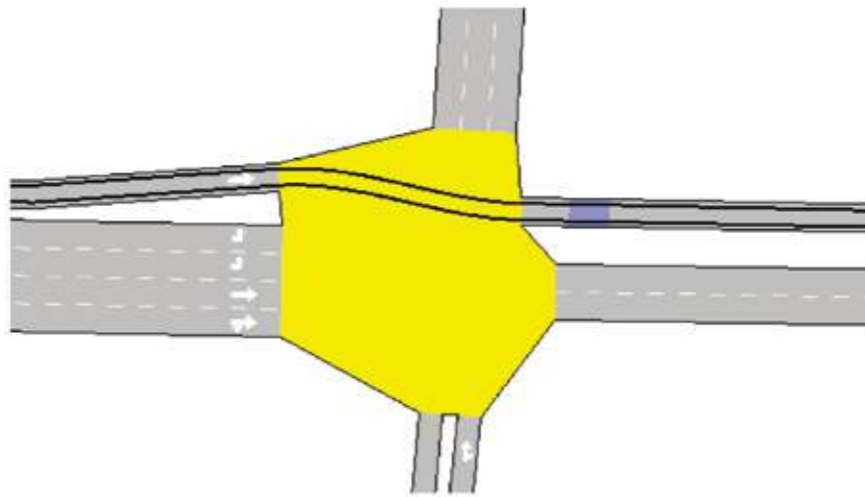


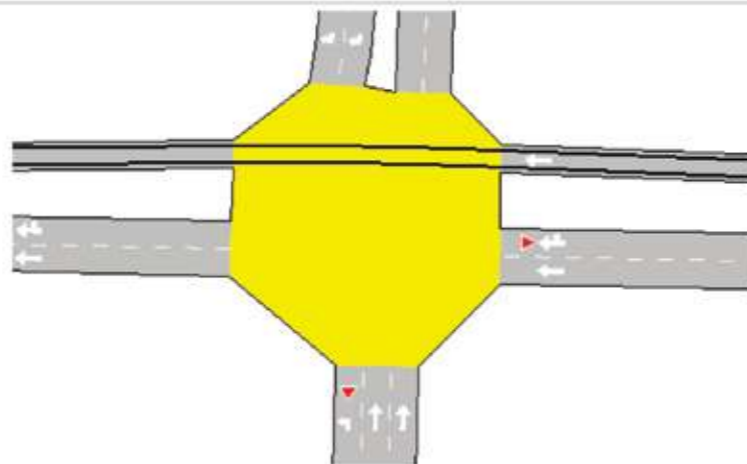
Figure 16 – Localisation des carrefours à feux avec priorité TC et carrefours à étudier individuellement

Cinq feux ont donc été étudiés précisément. En fonction des contraintes, une solution technique est proposée pour servir de base au modèle de trafic. D'autres solutions existent et la solution retenue au final sera peut-être différente. Néanmoins, certains problèmes sont soulevés et des pistes de solutions explorées.



Carrefour 1 : intersection sur la place centrale (au sud)

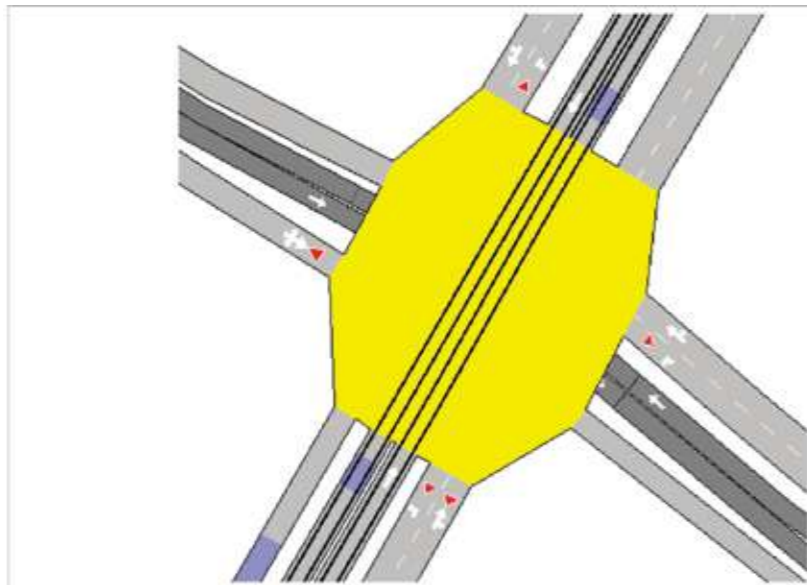
Ce feu concernera la gestion du flux sortant de la N338 à l'ouest (vers le nord ou l'est) avec l'axe TC en ouest/est. Ce feu devra intégrer une gestion spécifique du tourne-à-gauche du flux ouest vers le nord en fonction de la demande de priorité d'un TC. Ceci sera possible car sur les 4 voies de l'intersection à l'ouest de l'intersection, deux voies sont affectées au tourne-à-gauche uniquement.



Carrefour 2 : intersection au nord de la place centrale.

Ce carrefour sera très circulé puisqu'il sera emprunté depuis le sud et l'est vers l'ouest par les flux souhaitant emprunter le Pont Flaubert. En sud/nord, on trouvera en partie les flux se rendant sur Pont Guillaume ou les quais Jean de Béthencourt depuis la N338.

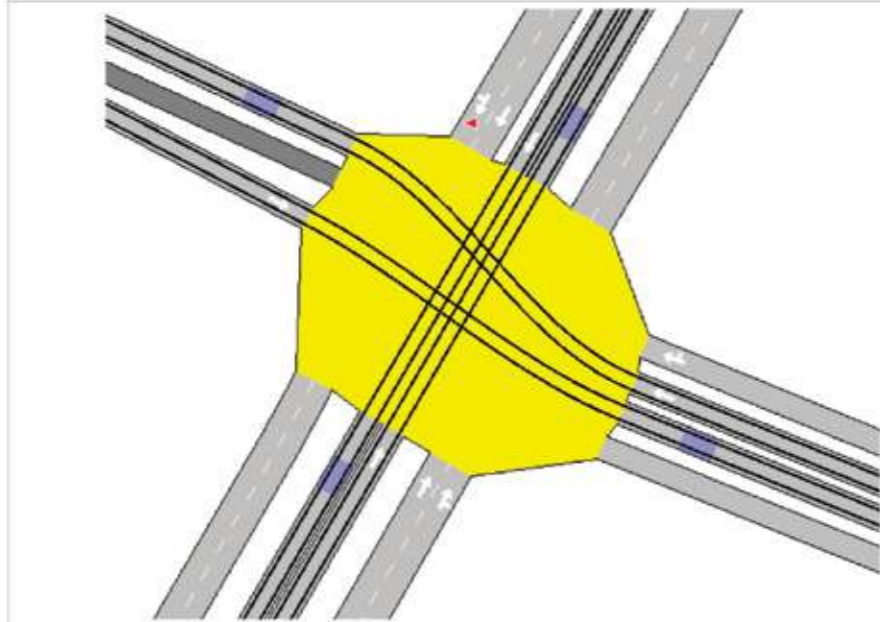
Ici, une phase spécifique a été mise en place (pas de tourne-à-droite autorisé en même temps que le TC pour le mouvement est vers nord). Il pourrait être envisagé d'interdire ce tourne-à-droite pour augmenter la capacité de ce feu et permettre au TC d'avoir le vert en même temps que le flux est/ouest (flux en tourne-à-droite faible et facilement reportable au prochain carrefour si besoin ou au carrefour précédent)



**Carrefour 3: Jean Rondeaux/ boulevard de l'Europe**

Les trafics ici seront très élevés, en particuliers les tourne-à-gauche. Il n'est donc pas concevable de prévoir un cycle en 3 phases à ce carrefour mais il faudra exploiter les voies de tourne-à-gauche dédiées, dans les deux sens sur Jean Rondeaux, tout en considérant que les véhicules se stockeront pour le tourne-à-gauche sur la voie de TCSP (temps de dégagement long).

La solution adoptée est de coder les tourne-à-gauche sur Rondeaux en orange clignotant, qui s'activent en même temps que le vert sur Jean Rondeaux s'il n'y a pas de TC, et qui s'activent en décalé pour laisser passer le TC en premier lieu si demande de priorité il y a. Le TC et les mouvements de tout droit et tourne-à-droite ont alors le vert sur Jean Rondeaux. Une fois le TC passé, la flèche orange clignotante de tourne-à-droite est activée.



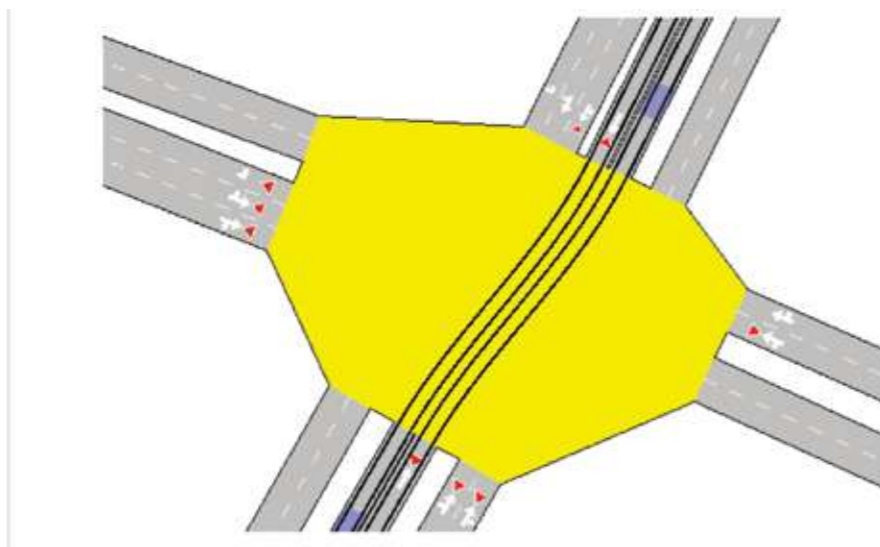
**Carrefour 4 : Jean Rondeaux et boulevard d'Orléans**

Les trafics sont ici assez faibles mais l'intersection est complexe car les deux lignes de TC se croiseront ici. Une mise en pratique de la priorité TC pourra ici s'avérer complexe.

Pour le modèle, il a été choisi d'interdire tous les tourne-à-gauche (flux au maximum de 50UVP/heure), qui ont été reportés sur la rue Brisoult de Barneville.

Le TC sur Jean Rondeaux est alors compatible avec la circulation normale, en est/ouest il fait l'objet d'une phase spécifique car non compatible avec les flux du boulevard d'Orléans.





#### Carrefour 5 : Pont Guillaume/ Jean Rondeaux/ quais hauts

Ce carrefour à feux sera probablement le plus complexe à gérer : trafics très élevés et tourne-à-gauche très importants. Il devra faire l'objet d'une analyse plus poussée, en termes de géométrie et de priorité TC. On pourra, par exemple, penser à interdire les tourne-à-gauche depuis le centre rive gauche, mouvement aujourd'hui interdit. Ceci permettra de plus à inciter les usagers provenant du Quai Cavalier de la Salle à utiliser le Boulevard Jean de Béthencourt pour se rendre dans l'écoquartier plutôt que Jean Rondeaux.

Le codage a par contre été relativement simple, la seule solution que nous avons envisagée étant une phase spécifique pour les TC. Il est à noter que celle-ci est tout de même contraignante à mettre en place car les tourne-à-gauche stockés sur le site propre peuvent mettre du temps à évacuer le carrefour, en particulier depuis l'ouest.

#### 6.1.4 -Hypothèses sur les flux

Comme nous l'avons dit en conclusion du premier scénario, il semble nécessaire d'émettre de nouvelles hypothèses concernant les flux car la demande est trop élevée. Il faut nécessairement jouer formuler de nouvelles hypothèses sur la demande.

Les hypothèses suivantes ont été émises en compléments :

- Les PL, empruntant actuellement les quais bas, se reporteraient plus en amont de la zone d'étude, et non pas sur les quais hauts (ceux-ci étant actuellement interdits au poids-lourds). Il n'arriverait donc pas sur la zone d'étude : suppression d'environ 110 PL à l'heure de pointe et 355 sur l'ensemble de la période d'étude.
- Les poids lourds empruntant la N338 ne pourraient sortir à Stalingrad ou à l'écoquartier : la desserte du port de Rouen se ferait en amont, par le boulevard maritime. Suppression de 45 PL à l'heure de pointe du matin, 157 au total.
- Pour la circulation générale, la capacité du réseau secondaire a été légèrement augmentée pour qu'environ 500 UVP par heure puisse utiliser l'échangeur de Stalingrad (dans les deux sens)
- Les flux, comme indiqué dans la partie précédente, seront légèrement modifiés étant donné l'interdiction des tourne-à-gauche au niveau du carrefour Jean Rondeaux/ boulevard d'Orléans (report sur Brisoult de Barneville)

Au vu des résultats du premier scénario, il semble cependant que cela ne soit pas suffisant pour aboutir à une simulation qui puisse nous fournir des résultats exploitables : les flux resteront élevés et conduiront à une saturation progressive de l'ensemble (cf 5.3). Il semble donc nécessaire de faire des hypothèses complémentaires sur le flux sortant de Rouen le matin et souhaitant emprunter la N338.

Or le rapport de la 3e campagne de comptages suite à la mise en service du Pont Flaubert<sup>7</sup> a permis de mettre en évidence plusieurs choses :

- Les traversées de Seine à Rouen ont stagné (croissance nulle) les dix dernières années avant l'ouverture du Pont Flaubert
- A la mise en service du Pont Flaubert, les traversées de Seine ont augmenté de l'ordre de 6% (dont environ 1,5% est imputable aux doubles traversées liées à la mise en place d'un nouveau plan de circulation des poids-lourds dans l'agglomération. La croissance est alors de 4,5%).
- Aux heures de pointe, la croissance des trafics a été de l'ordre de 10% (double traversée de Seine incluse). La congestion des ponts de Rouen avait pour effet de juguler la croissance des flux, en particulier aux heures de pointes où, étant donné la congestion importante, les flux ne pouvaient croître.

On voit donc bien que la demande s'adapte à l'offre et que la congestion entraîne des reports de trafic, des reports modaux, ainsi que des phénomènes d'étalement de pointe. Dans le cas présent, il est prévisible que compte tenu de la demande de trafic qui cherche à s'écouler depuis Rouen en direction de la N338 et de la congestion qui sera créée sur le pont Guillaume le Conquérant suite à la réduction du nombre de voie, la demande tendra probablement à baisser légèrement aux heures de pointe.

En conséquence, il a été décidé que la demande souhaitant à terme emprunter Sud III le matin serait diminuée de 10% (tous les flux en direction de Sud III seront diminués de 10% hors Pont Flaubert → Sud III). Cette hypothèse présente également l'intérêt de rendre les résultats plus faciles à exploiter, et donc de pouvoir mieux comparer les scénarios.

En revanche, il faudra être prudent sur les conclusions de l'étude : en effectuant cette hypothèse on présage déjà d'une des conclusions de l'étude qui est que les mouvements en direction de sud III (et en particulier sur le pont Guillaume le Conquérant) seront saturés. Il faudra donc bien vérifier que les résultats des simulations ne contredisent pas cette hypothèse.

<sup>7</sup> *Agglomération de Rouen : Suivi des circulations après mise en service du Pont Flaubert – 3ème campagne de comptages* », mars 2010, CETE NC  
Également, nous ferons référence à certains éléments de comptages d'OSCAR 2010, chapitre 6, qui présente une rétrospective de l'évolution des comptages au sein de l'agglomération rouennaise ces 15 dernières années

## 6.2 - La demande : affectation statique

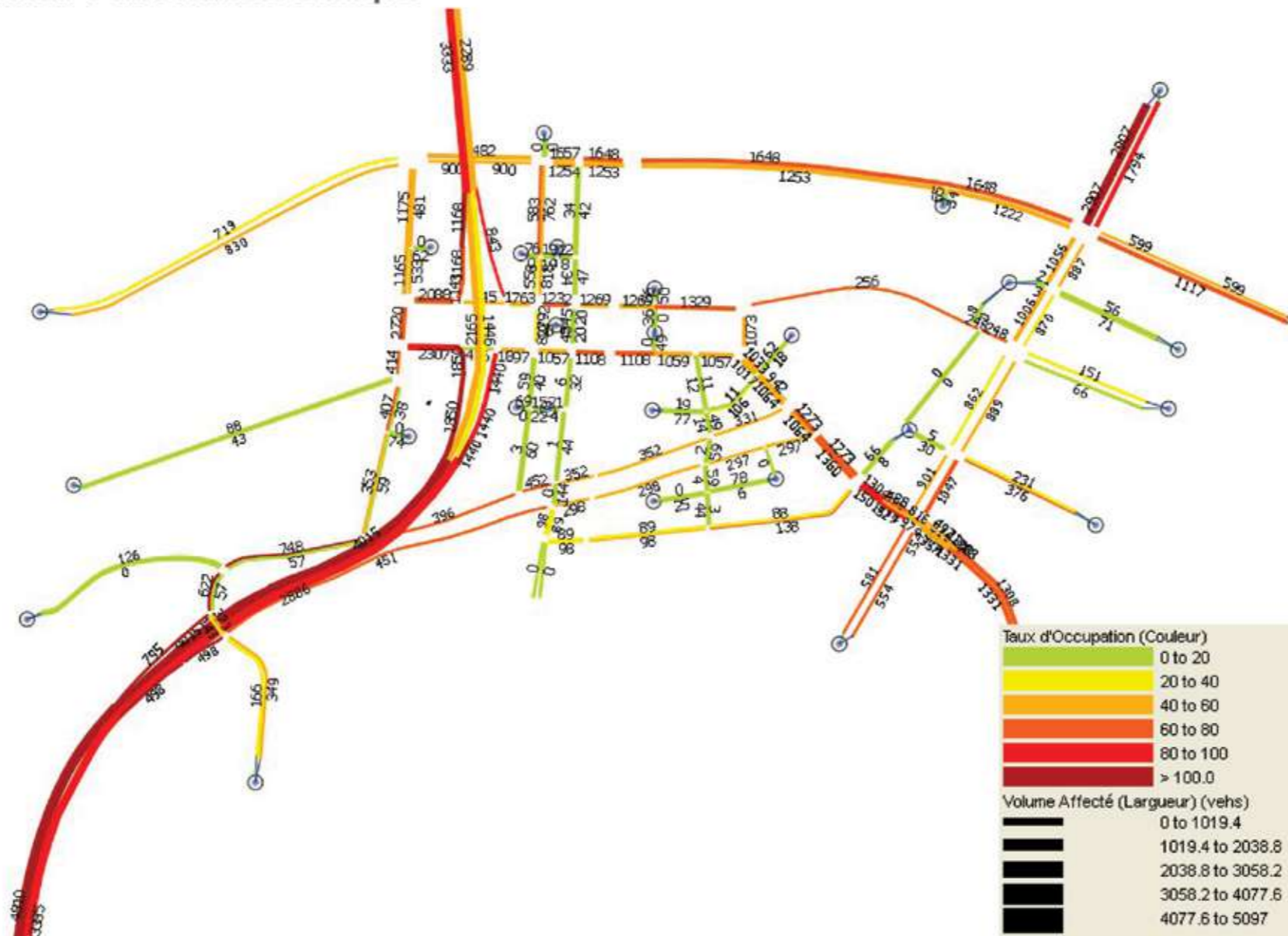


Figure 17 – Demande de trafic en UVP au sein de l'écoquartier – scénario Trémie & TCSP, 08h-09h

Écoquartier Flaubert

Une première analyse des affectations statiques comme précédemment nous permet de faire dans un premier temps quelques constats :

- les hypothèses de baisses des trafics ont été relativement faibles par rapport au scénario précédent au global : 14 207 UVP contre 14 808 (calage + flux écoquartier à l'heure de pointe du matin), soit une baisse d'environ 4 % au total
- Les flux gênants par rapport au fonctionnement du raccordement définitif du Pont Flaubert ont plus fortement baissé, avec, au niveau des bretelles de l'échangeur de l'écoquartier avec la N338 une baisse de l'ordre de 250 UVP par sens (et en prenant en compte des réaffectations a priori, en statiques)
- Les carrefours en amont de l'écoquartier ne verront que peu leur niveau de trafic diminuer (car réparti sur l'ensemble des carrefours), ils joueront a priori encore un rôle régulateur de flux dans l'écoquartier (sachant que la trémie au niveau de Jean Rondeaux devrait peut-être fluidifier le carrefour Jean Rondeaux/ Europe.

### 6.3 - Affectation dynamique

En termes de résultat, bien que les deux scénarios d'affectation aient été testés, seuls les résultats de l'affectation 50 % statique et 50 % dynamique seront ici présentés. Les chiffres varient peu par rapport à l'affectation 100 % statique et l'affectation dynamique a l'avantage de mettre en évidence, dans une certaine mesure, une affectation a priori plus réaliste.

### 6.3.1 -Analyse des variations des temps de parcours moyens (sur l'ensemble des réplifications et sur les 3 heures étudiées)

Temps de parcours Calage - scénario Trémies & TCSP	Pont Flaubert	Quais de France	Lubrizol	Pont Guillaume	Bd Orleans	Brisout de Barneville	Bd Europe	J. Rondeaux	Quais Cavalierde la Salle	Rue j. Prévert	Sud III	Rue Forfait	Rue de Stalingrad
Pont Flaubert		-73		76	80	81				152	-94		212
Quais de France					Supprimé				64	189			
Lubrizol	321	518											
Pont Guillaume	584	464			Supprimé	810	722	771	1472	810	701	822	
Bd Orleans	137					Supprimé	Supprimé	Supprimé		456	378		
Brisout de Barneville	232	340				586				294	449		
Bd Europe	220			237	174	158			236	334	493	115	
J. Rondeaux	-488	-332								-447	-295		
Quais Cavalierde la Salle		257	463	368					Supprimé		438		
Rue j. Prévert	-190	-183		-158		-164		-214	-140		-199		
Sud III	-755	-614	-676	-456	-432	-479	-332	-496	-479	-548		-342	
Rue Forfait	245	82				211	162	133		591			



Tableau 5 – Comparaison des temps de parcours scénario 2 - calage (temps en seconde)

NB 1 : les temps de parcours en sortie du modèle par OD sont donnés à titre indicatif en Annexe 2 (à comparer avec le calage en Annexe 1). Il semble cependant préférable d'étudier les variations plus que les valeurs absolus. Ces temps de parcours sont uniquement des temps de parcours pour les voitures particulières, les PL pouvant être étudiés en détail mais les temps de parcours varient peu sur une même OD.

NB 2 : les mouvements supprimés correspondent à l'interdiction des tourne-à-gauche depuis et vers le boulevard d'Orléans. Ces flux ont été reportés de/vers la rue Brisoult de Barneville. Les flux des quais bas ont été reportés sur les quais Cavalier de la Salle.

Plusieurs constats peuvent être faits au vu de ces éléments :

**Baisse des temps de parcours depuis la N338 :**

Globalement, la baisse des temps de parcours est inversement proportionnelle à la distance parcourue, excepté pour la liaison N338 – Flaubert, l'une des baisses de temps de parcours les plus importantes (gain de temps de plus de 10 minutes en moyenne sur les heures de pointe).

Le temps pour rejoindre Lubrizol ou le quai de France depuis la N338 a également fortement diminué, le gain de temps est également supérieur à 10 minutes.

La baisse est également relativement importante pour rejoindre la rue Jacques Prévert (environ 10 minutes), puis pour rejoindre J. Rondeaux, quais Cavalier de la Salle, pont Guillaume, boulevard d'Orléans et Brisoult de Barneville (de l'ordre de 8 à 9 minutes).

La baisse pour le Boulevard de l'Europe est de l'ordre de 6 minutes.

Ainsi, on peut en conclure que les vitesses moyennes sur la N338 ont augmenté (d'où des temps d'accès maintenant bien plus faible pour Lubrizol et Flaubert), mais que la congestion s'est reportée au-delà, vers Pont Guillaume et le boulevard de l'Europe, les temps d'accès ayant diminué mais en plus faible proportion.

La situation s'est globalement améliorée pour les flux venant de la N338.

**Baisse des temps de parcours depuis Jean Rondeaux et la rue Jacques Prévert :**

La baisse des temps depuis ces rues vers le reste du réseau s'explique par une amélioration des feux de circulation pour ces axes. Le feu de l'échangeur Stalingrad étant simplifié (moins de mouvements autorisés) et les remontées de files moins importantes sur Sud III expliquent également ce gain de temps.

**Stagnation et augmentation des temps de parcours sur les autres OD :**

Depuis le Pont Flaubert, les quais de France et les quais Cavalier de la Salle on note au mieux une stagnation, au pire une augmentation des temps de parcours moyens. Ceci est lié à la fois aux difficultés de circulation sur la place centrale, les quais et l'avenue Jean Rondeaux.

La liaison Pont Flaubert – N338 se voit tout de même gagnante puisque le temps de parcours moyen a baissé d'une minute et trente secondes.

**Une explosion de la durée des temps de parcours depuis le Pont Guillaume :**

Ces flux sont très fortement pénalisés, avec des augmentations de temps de parcours de l'ordre de 10 à 15 minutes. Ceci est en majeure partie liée au feu du Pont Guillaume avec Jean Rondeaux, complexe à gérer (beaucoup de tourne-à-gauche, un TCSP avec une phase

spécifique). C'est également ici qu'a lieu la plus forte chute de capacité : passage de 5 voies à 3 voies et forte modification du cycle des feux.

Il n'y a plus qu'une voie pour effectuer le tourne-à-gauche vers le centre rive gauche, qui devient alors l'OD la plus pénalisée avec une augmentation de temps de parcours la plus importante alors que la distance à parcourir est la plus faible (on rappellera que dans l'estimation des temps de parcours sont pris en compte le temps pour s'insérer dans le réseau si la voie est congestionnée jusqu'aux limites modélisées).

Ces temps de parcours sont certes des estimations, il pourra être argué que le réglage des feux pourra être amélioré. Néanmoins, les simulations indiquent que toutes les branches sont saturées (quais et Jean Rondeaux) et que le problème est lié au carrefour tout entier. Des réglages pourront favoriser ce flux mais **ce carrefour sera très clairement un gros point noir** en ce qui concerne la circulation<sup>8</sup>.

### 6.3.2 -Analyse plus fine de la congestion : les vitesses moyennes et vidéos des simulations

L'analyse des vitesses moyennes par période horaire (moyenne sur toutes les répliques d'un créneau d'une demi-heure) permet d'affiner l'analyse de la congestion et de la localiser plus précisément.

La vitesse moyenne sur l'ensemble des simulations et de la période d'étude est de 19,9 km/h (vitesse calculée à partir des distances totales parcourues et des temps de parcours totaux, comprenant les temps d'insertion dans le réseau, temps pendant lequel la distance parcourue est nulle) contre environ 28,7 lors du calage. C'est-à-dire que les **vitesse moyennes ont été diminuées de 9 km/h !** La méthode de calcul tend à tirer à la baisse le chiffre mais au global, malgré l'amélioration sur certaines OD, les temps de parcours moyens augmenteront fortement relativement au nombre d'usagers.

Nous proposons de regarder plus en détail les vitesses moyennes par section. Pour cela, nous comparerons les vitesses moyennes sur la période 06h30-07h00, c'est-à-dire les vitesses moyennes lorsqu'il n'y a que très peu de trafic, sans remontée de files (Figure 18) avec ceux de la période 08h30-09h00 qui est la fin de la période de pointe actuelle (période où les remontées de files sont maximales – Figure 19).

<sup>8</sup> À ce propos, des calculs manuels ont été réalisés par le CETE en ce qui concerne cette intersection. Le taux de charge de ce carrefour, avec les hypothèses indiquées précédemment, et à l'heure de pointe du matin s'avère être plus proche des 140 % (144 % selon nos calculs) que des 120 % comme annoncé par Transitec.

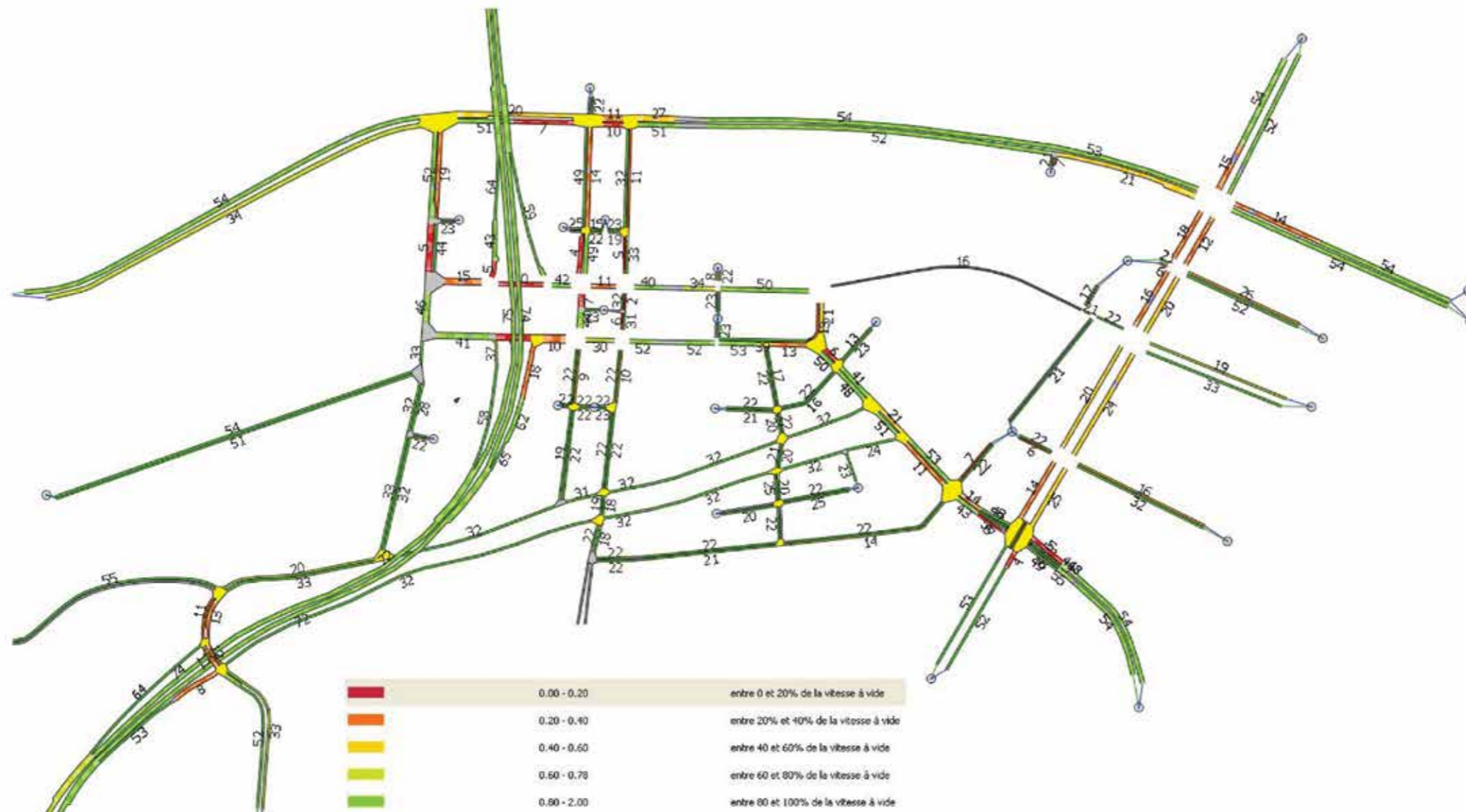


Figure 18 – Vitesse moyenne sur le réseau entre 6h30 et 7h



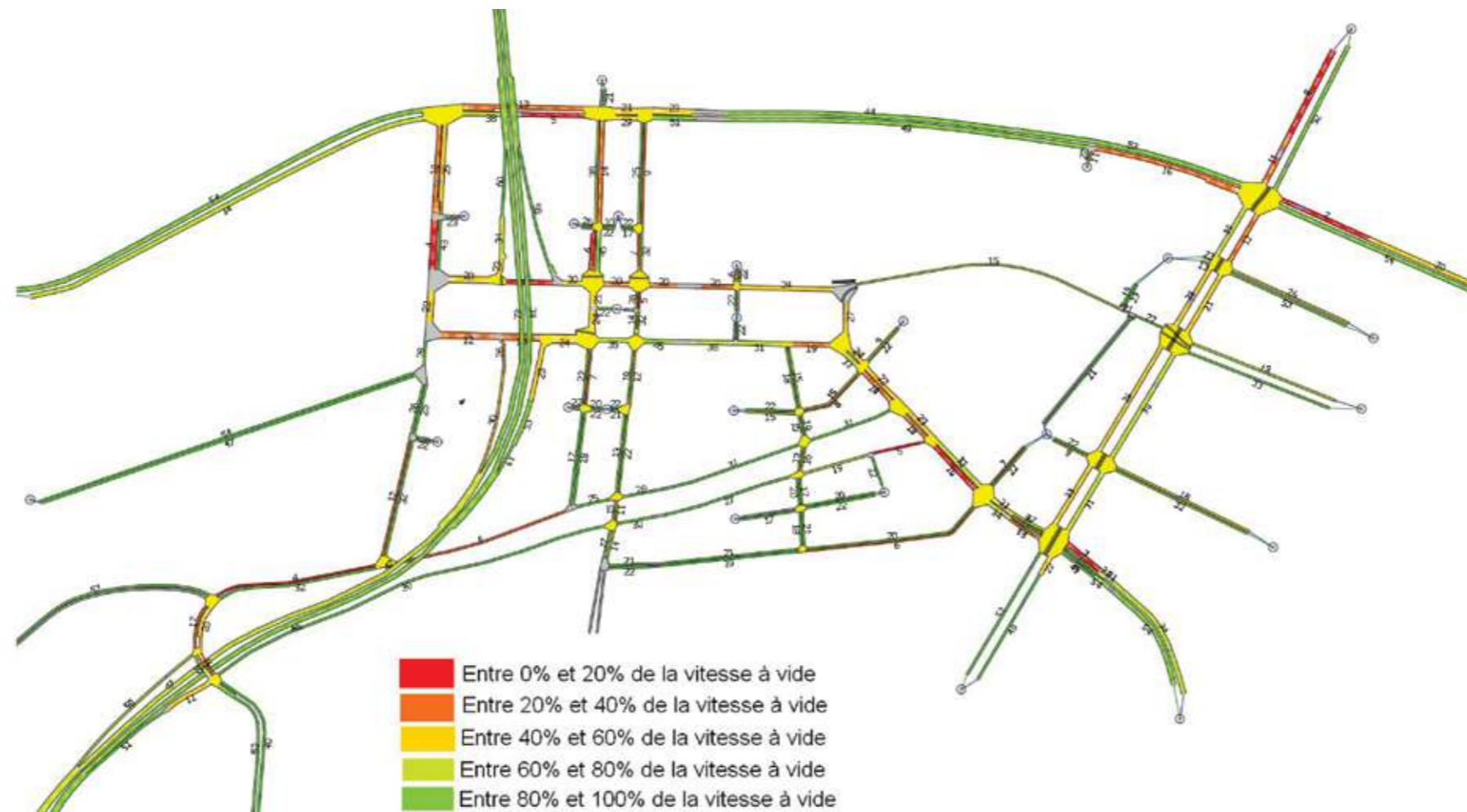


Figure 19 – Vitesses moyennes sur la période 08h30-09h00, au plus fort de la congestion

**NB :** les vitesses sont des moyennes par section, la couleur dépend alors du rapport entre la vitesse à vide (vitesse réglementaire) et la vitesse moyenne pratiquée. Ainsi, une section en amont d'un feu les vitesses moyennes sont faibles (car les véhicules s'arrêtent lorsque le feu est rouge), et d'autant plus que la section est petite. C'est donc l'évolution qu'il faut regarder.

**Place centrale de l'écoquartier et pénétrante**

Les vitesses moyennes ont très fortement chuté. À 09h00, les vitesses pratiquées au niveau de la place centrale sont plutôt de l'ordre de 20 km/h. Une partie est liée aux feux mais pas seulement (cf comparaison avec les vitesses moyennes sur la période 06h30-07h00). Les flux s'écoulent mal au niveau des différents échappatoires de la place centrale :

- remontées de files depuis le carrefour Boulevard de l'Europe/ Jean Rondeaux
- remontées de files depuis les carrefours à feux aux niveaux des quais (axes perpendiculaires à la place centrale)
- remontées de files liées à la saturation de la bretelle pour rejoindre la N338.

Les flux ont donc également du mal à s'insérer au niveau de la place centrale :

- ralentissements sur les bretelles depuis Flaubert et depuis la N338.
- ralentissements depuis les quais et le prolongement du boulevard de l'Europe vers l'écoquartier. Le prolongement du boulevard d'Orléans, à sens unique, est lui aussi fortement congestionné, cet axe jouant, du moins au début des simulations, le rôle de shunt pour atteindre la place centrale lorsque le prolongement du boulevard de l'Europe ou les accès depuis les quais sont bouchés.

**Carrefour Jean Rondeaux/Europe :**

La circulation est fortement impactée sur Jean Rondeaux, le Pont Guillaume, les quais Cavaliers de la Salle et Jean de Béthencourt. Le boulevard de l'Europe, hors trémie sature également fortement. Les simulations mettent en évidence que, malgré l'interaction de ce carrefour avec celui du Pont Guillaume (qui sature fortement), la saturation très importante de ce carrefour est principalement liée aux flux très importants qui souhaitent emprunter ce carrefour plutôt que causée par les remontées de files depuis le carrefour avec le pont Guillaume.

La saturation au niveau du carrefour Jean Rondeaux/Europe bloque les trémies de part et d'autre du carrefour, dans les deux sens, ne permettant pas d'écouler convenablement le flux place centrale ↔ boulevard Europe. Ceci s'explique par le fait que les mouvements plans au niveau de ce carrefour restent importants (écoquartier vers Jean Rondeaux Nord, Europe vers Jean Rondeaux nord et sud ainsi que Jean Rondeaux vers écoquartier). Les remontées de files s'agrandissent jusqu'à bloquer les trémies (qui sont relativement courtes, donc la saturation peut arriver relativement tôt). Ce phénomène diminue fortement l'intérêt des trémies, tant en termes de trafic que d'insertion urbaine dans l'écoquartier, la non réalisation permettant de plus d'avoir un carrefour à trois voies depuis l'écoquartier, ce qui pourrait s'avérer au moins aussi efficace, si ce n'est plus. En effet, il peut sembler préférable d'écouler le trafic sur 3 voies en plan (dont 1 voie dédiée et une autre partagée pour le tourne-à-gauche, laissant la 3e voie libre), plutôt que sur une voie en plan, bloquée plus rapidement par les tourne-à-gauche et bloquant la trémie.

**Carrefour Pont Guillaume/ quais rive gauche :**

C'est le gros point noir en termes de trafic sur toutes les simulations. Il bloque relativement tôt, et très fortement (cf vitesses moyennes sur Jean Rondeaux et le quai Jean de Béthencourt à 9h). En cause, principalement, de nombreux flux de tourne-à-gauche :

- pont Guillaume vers Cavalier de la Salle
- Jean Rondeaux vers les quais Jean de Béthencourt
- quais Jean de Béthencourt vers le pont Guillaume (qui recueillera une bonne partie des flux en tourne-à-gauche à l'actuel carrefour de la prison), auquel s'ajoute les flux actuels et sur un nombre de voies plus limité.

Ce carrefour impacte alors les autres sur Jean Rondeaux à cause des remontées de files (rue Forfait puis boulevard d'Orléans et dans une moindre mesure rue Brisoult de Barneville et boulevard de l'Europe).

**Les shunts de la place centrale – la saturation sur le raccordement définitif :**

La saturation de la place centrale, principal accès et point de sortie à la N338, pousse les usagers à shunter. Hormis le phénomène de shunt par le prolongement du boulevard d'Orléans, et déjà évoqué plus haut, il y aura des shunts par les parallèles à la voie ferrée (mouvement d'ailleurs nécessaire pour un fonctionnement optimal du raccordement définitif et de la place centrale).

Pour accéder à la N338 depuis le prolongement du boulevard de l'Europe, deux itinéraires seront empruntés, la voie la plus au sud de l'écoquartier qui a été modélisée, qui est une voie à deux sens et la voie parallèle à la voie ferrée, qui conduit sur la rue de Stalingrad. L'accès à ces voies posera dans un premier temps des problèmes de conflits avec le flux se rendant au carrefour Europe/Rondeaux (tourne-à-gauche à effectuer depuis le boulevard de l'Europe, environ 500 UVP/h), qu'il conviendra de traiter correctement (principalement par des feux).

Dans ce scénario, les feux au niveau de Stalingrad ont été réglés pour absorber environ 500 véhicules provenant de l'écoquartier, en plus de ceux provenant de Petit-Quevilly. Ce réglage est alors la source de remontées de files, relativement importantes (vitesses très faibles sur une bonne partie de la rue Stalingrad dont la tête de bouchons est le feu de l'échangeur Stalingrad), c'est-à-dire dans l'écoquartier et sur une voirie a priori non adaptée à recevoir un tel trafic. Ces remontées de files (les faibles vitesses) indiquent que l'attractivité de ce shunt est en réalité plus grande (de toute façon la saturation de la place centrale ne pourra qu'inciter les usagers à shunter, quitte à ce qu'ils le fassent plus en amont pour arriver au niveau de Petit-Petit-Quevilly, rue Jacques Prévert).

Sans avoir fait tourner de scénario supplémentaire, le fonctionnement du shunt (lié à la bretelle d'accès à la N338 de l'écoquartier) laisse cependant penser qu'il est dangereux de vouloir ouvrir les vannes pour libérer ce trafic.

En effet, la capacité globale de la N338 est d'environ 4100 véhicules/heure (débit actuellement mesuré après l'insertion de Stalingrad). C'est une capacité élevée et il ne semble pas envisageable de pouvoir arriver à plus. Sur ces 4100 véhicules, environ 2100 réalisent la

liaison Flaubert – N338. Il ne reste donc que la possibilité pour environ 2000 véhicules de s'insérer sur la N338, et cela soit au niveau de la place centrale, soit au niveau de l'échangeur de Stalingrad. Laisser plus de véhicules s'insérer à Stalingrad, c'est enlever de la capacité au niveau de la place centrale et y augmenter la saturation. L'inverse est également vrai mais, géométriquement, il ne semble non plus pas concevable de faire rentrer plus de 2000 véhicules/heure par l'échangeur de la place centrale (2000 étant atteignables avec une géométrie parfaite).

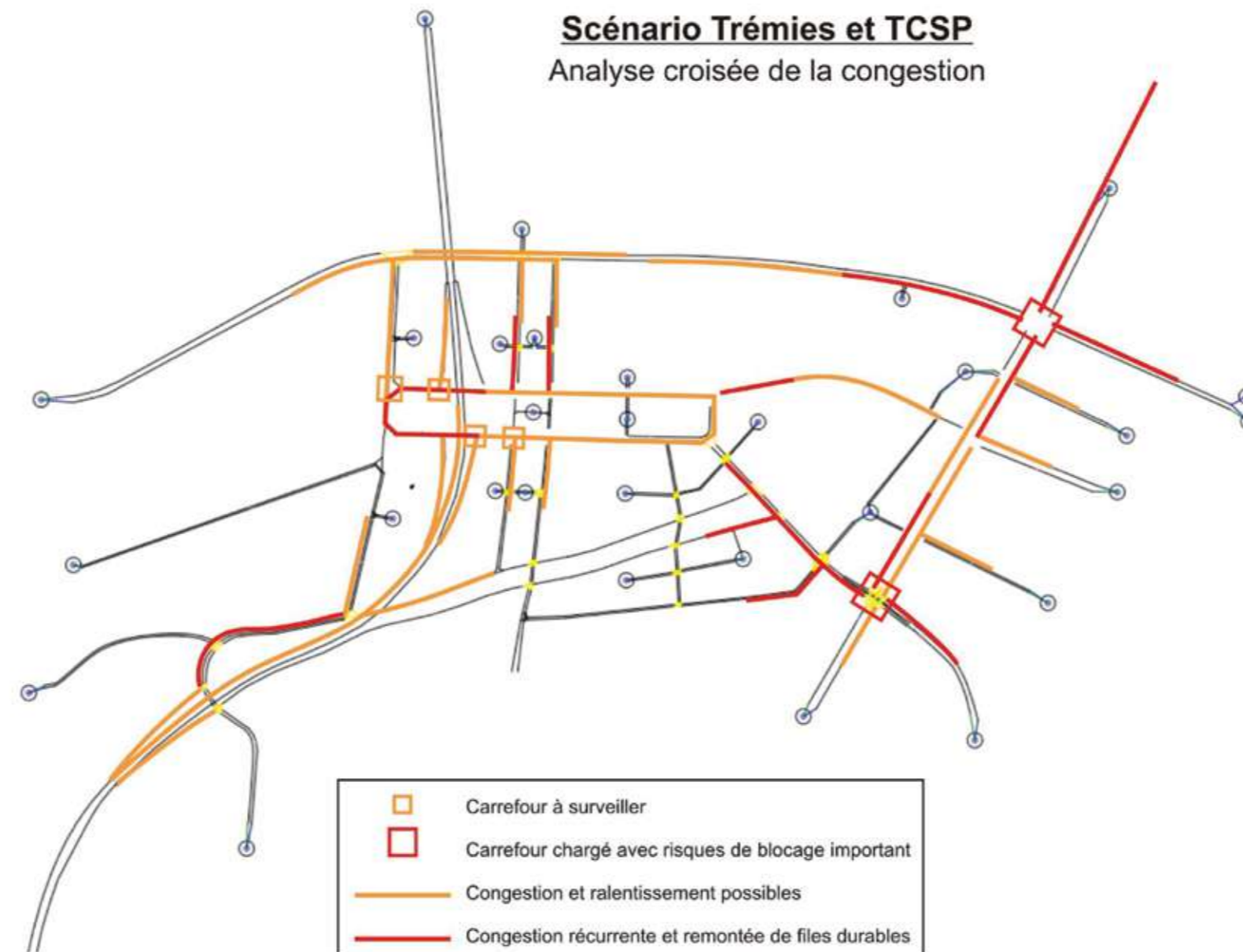
Ce phénomène de saturation du raccordement définitif est d'ailleurs visible lors de la lecture des vitesses moyennes, où, sur la section entre l'écoquartier et Stalingrad dans le sens nord vers sud, elles sont en moyennes de 33 km/h (phénomène d'accordéons importants et durables).

Dans tous les cas, il semblerait, et bien que les carrefours sur l'avenue Jean Rondeaux et Pont Guillaume jouent déjà le rôle de régulateur, que des remontées de files se créent nécessairement, au niveau de la place centrale de l'écoquartier et au niveau du shunt dans le sens est vers ouest.

En ce qui concerne le shunt dans le sens ouest vers est, celui-ci semble également inévitable, faire sortir tous les flux par la place centrale n'étant pas possible (la demande est de 2000 mais la capacité de la bretelle de sortie, entre les aléas de trafic et le feu, serait inférieure). L'analyse des vitesses et de l'écoulement dynamique montrent plusieurs phénomènes :

- Tant que la bretelle de sortie de l'écoquartier ne sera pas saturée (et hors saturation de la place centrale), il semble préférable de sortir au niveau de la place centrale, en empruntant par la suite de préférence les quais, puis à saturation de ces derniers, emprunter Jean Rondeaux via le carrefour de la prison pour rejoindre le Pont Guillaume
- Si la place centrale venait à saturer, il peut être intéressant de sortir à Stalingrad et utiliser la voie le long de la voie ferrée. Mais, au fur-et-à-mesure que s'étend la congestion depuis l'intersection Jean Rondeaux (sur le prolongement du boulevard de l'Europe), l'utilisation du shunt perd de son intérêt car la petite voirie est très pénalisée par la forte congestion de ce carrefour.
- Un équilibre se crée, mais la variabilité du trafic, les possibles blocages de la place centrale, et les aléas d'écoulement font qu'il y aura des ralentissements sur la section courante de la N338 (non nécessairement durables mais présents à toutes les simulations et ce plusieurs fois). La vitesse moyenne sur la section Stalingrad-écoquartier est de 48 km/h (contre plus de 70 entre 06h30 et 07h00, ce sont également des phénomènes d'accordéons)

### 6.3.3 -Analyse croisée des résultats et explication des phénomènes de congestion et de saturation



Écoquartier *Figure 20 – Analyse croisée des résultats du modèle : cartographie d'une estimation de la congestion – HPM*

Les différents éléments présentés, ainsi que les nombreuses autres sorties du modèle, nous permettent d'établir une carte récapitulant les estimations des phénomènes de congestions et leur localisation, ainsi que leur intensité et leur fréquence.

Il est évident que les longueurs des remontées de files sont approximatives mais elles sont basées néanmoins sur l'observation de l'ensemble des simulations et peuvent être considérées comme un indicateur intéressant.

Contrairement à la saturation actuelle avec une tête de bouchons au niveau du carrefour de la prison, on aurait ici deux têtes de bouchons pour le flux souhaitant se rendre à Rouen le matin : l'intersection avec le Pont Guillaume et dans une moindre mesure le carrefour Europe/Jean Rondeaux. La liaison N338 – Flaubert pourra se réaliser dans de bien meilleures conditions qu'aujourd'hui mais, aux heures de pointe, il faudra tout de même s'attendre à être ralenti, plus ou moins fortement. La solution envisagée, en passant de une tête très forte à deux têtes moyennes de bouchons (voir trois avec un autre ralentissement sur Jean Rondeaux également) permet de diminuer le nombre d'utilisateurs impactés et la dureté des ralentissements (car seuls les ralentissements sur Jean Rondeaux impactent alors un nombre important d'utilisateurs autres que ceux venant de la N338). Ceci est d'autant plus vrai que sur le raccordement définitif, la congestion serait défavorable aux utilisateurs réalisant la liaison N338 – Flaubert (volume important), alors qu'ici, en saturant après être sorti du réseau national, les saturations semblent moins gênantes car ne captant que peu d'autres flux (flux des quais ou de l'écoquartier se rendant à Rouen, dans les deux cas des flux faibles).

En ce qui concerne les flux cherchant à emprunter la N338 depuis Rouen, ils sont déjà trop importants le matin et conduisent à quelques légers ralentissements actuellement. Mais, ces ralentissements sont relativement bien répartis entre les utilisateurs. Avec l'écoquartier, outre le fait que le nombre d'utilisateurs souhaitant emprunter la N338 sera plus important (et donc plus de personnes, et en moyenne plus longtemps, seront touchés), les ralentissements seront beaucoup moins bien répartis : peu d'impacts sur la liaison Flaubert - N338 (gros flux et pour qui la situation s'améliorera, malgré quelques ralentissements) et depuis Petit-Quevilly, mais ils seront très importants pour les utilisateurs provenant des quais Cavalier de la Salle, du Pont Guillaume ou du boulevard de l'Europe. Les temps de parcours exploseront (10 min en plus environ), et ce malgré le fait que les utilisateurs soient ralentis à plusieurs endroits (avant d'accéder à l'écoquartier, puis en amont de la place centrale et sur la place centrale). Il est à noter que ces résultats sont compatibles avec l'hypothèse de saturation de ces mouvements effectuée au 6.1.4.

Les remontées de files des utilisateurs cherchant à emprunter la N338 impacteront beaucoup d'autres utilisateurs (principalement sur Jean Rondeaux) rendant ainsi l'opération globalement assez défavorable pour l'ensemble des utilisateurs.

Dernier élément d'analyse, la place centrale restera très circulée. Outre le fait qu'à « l'équilibre » il y aura nécessairement des ralentissements sur le raccordement définitif, la situation sera relativement critique et conduira, au moindre aléa (mauvais écoulements aux feux, hyperpointes...), à une saturation de la place centrale. Les flux provenant des bretelles N338 et Flaubert ne pourront plus s'écouler et la congestion remontera alors très vite sur l'ouvrage, et ce dans les deux sens.

**Synthèse :**

Malgré les optimisations effectuées, ce scénario ne prévoit pas une circulation complètement fluide aux heures de pointe. Il subsiste en effet des ralentissements, et en particulier, les temps de parcours pour les usagers en provenance du boulevard de l'Europe, de la rue Brisout de Barneville, et du boulevard d'Orléans, seront en hausse par rapport à la situation actuelle. Mais c'est surtout au niveau du pont Guillaume le Conquérant que la situation est la plus critique, avec des saturations très importantes dans le sens Nord-Sud. De plus, des difficultés sont à prévoir au niveau de la place centrale et sur les bretelles de sortie du raccordement.

Toutefois, les difficultés de circulation rencontrées dans l'écoquartier n'impactent pas ou très peu la circulation sur le réseau national. Par rapport à la situation actuelle, on constate une nette amélioration des temps de parcours sur la liaison N338 ↔ pont Flaubert, plus marquée dans le sens sud → nord que nord → sud. Ce résultat est néanmoins conditionné à la mise en place d'une gestion très fine des feux de circulation de façon à éviter que les saturations de la place centrale et des bretelles évoquées ci dessus atteignent la section courante de la N338 et du pont Flaubert.

## 7 - Scénario 3 : suppression des flux liés à l'écoquartier

Les scénarii précédents mettent en évidence des difficultés marquées de circulation à l'heure de pointe du matin. Afin de déterminer l'impact des différents trafics, et d'étudier notamment l'impact des flux liés à l'écoquartier, il semble pertinent d'étudier un scénario sans génération de trafic liée à l'écoquartier. Le scénario étudié correspond donc au scénario précédent avec la suppression des flux d'échanges de l'écoquartier.

### 7.1 - La demande : affectation statique

L'analyse des affectations statiques nous permet de faire un premier constat :

- La baisse de trafic est de 1 108 UVP pour atteindre 13 099 UVP
- Les flux sur les différents axes ont légèrement diminué. L'ensemble de la place centrale est soulagé d'environ 200 UVP. On ne constate cependant pas de forte variation de la saturation sur les différents axes (peu d'axe ont changé de couleur)



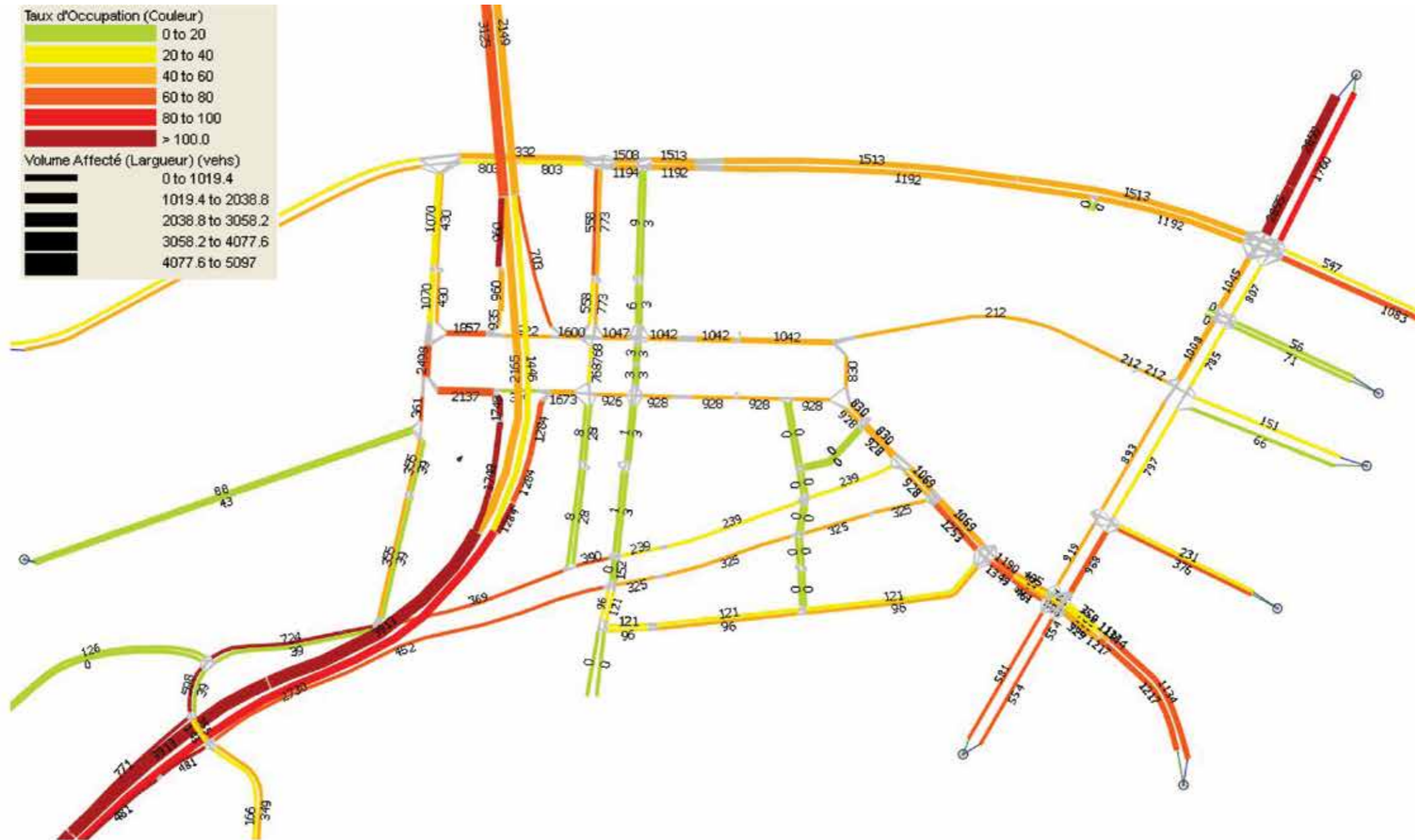


Figure 21 – Demande de trafic en UVP au sein de l'écoquartier – scénario sans échanges, 08h-09h

## 7.2 - Affectation dynamique

Comme précocement, les deux expériences d'affectations (100 % statique et 50 % statique/50 % dynamique) ont été testées, mais les résultats présentés sont ceux de l'affectation 50/50.

### 7.2.1 -Analyse des variations des temps de parcours moyens

Comparaison temps de parcours	Pont Flaubert	Quais de France	Lubrizol	Pont Guillaume	Bd Orleans	Brisout de Barneville	Bd Europe	J. Rondeaux	Quais Cavalierde la Salle	Rue j. Prévert	Sud III	Rue Forfait	Rue de Stalingrad
Pont Flaubert		-85			-85		-74			102	-96		151
Quais de France	-63				Supprimé		-134			105			
Lubrizol	229	428											
Pont Guillaume	461	394			Supprimé	753	672	714	1380	679	592	772	
Bd Orleans						Supprimé	Supprimé	Supprimé		265	263		
Brisout de Barneville	83	-64				388				245	309		
Bd Europe		-137		112	68	71		-75	111	246	314	82	
J. Rondeaux	-628	-516								-501	-431		
Quais Cavalierde la Salle		97	197	174					Supprimé		237		
Rue j. Prévert	-322	-267		-247		-272	-110	-299	-277		-206		
Sud III	-759	-631	-695	-546	-533	-572	-417	-586	-561	-552		-433	
Rue Forfait	74					180	154	148		717			

+10 min ou plus	+5 à 10 min	+2 à 5 min	+1 à 2 min
	+/- 1 min		
-1 à 2 min	-2 à -5 min	-5 à -10 min	-10 mn ou plus

Tableau 6 – Comparaison des temps de parcours scénario 3 - calage (temps en seconde)

On constate que les temps de parcours ont globalement diminué par rapport au scénario précédent. Les temps de parcours depuis le boulevard de l'Europe et le quai Cavalier de la Salle restent néanmoins plus important que dans la situation de calage.

### 7.2.2 -Analyse des vitesses moyennes

La vitesse moyenne sur l'ensemble des simulations et de la période d'étude est de 22,6 km/h, soit un gain de 2 km/h par rapport au scénario précédent.

Regardons maintenant plus en détail les vitesses moyennes par section et par demi-heure, et plus particulièrement, la période 6h30-7h00 et la période 8h30-9h00.



Figure 22 – Vitesse moyenne par section entre 6h30 et 7h00

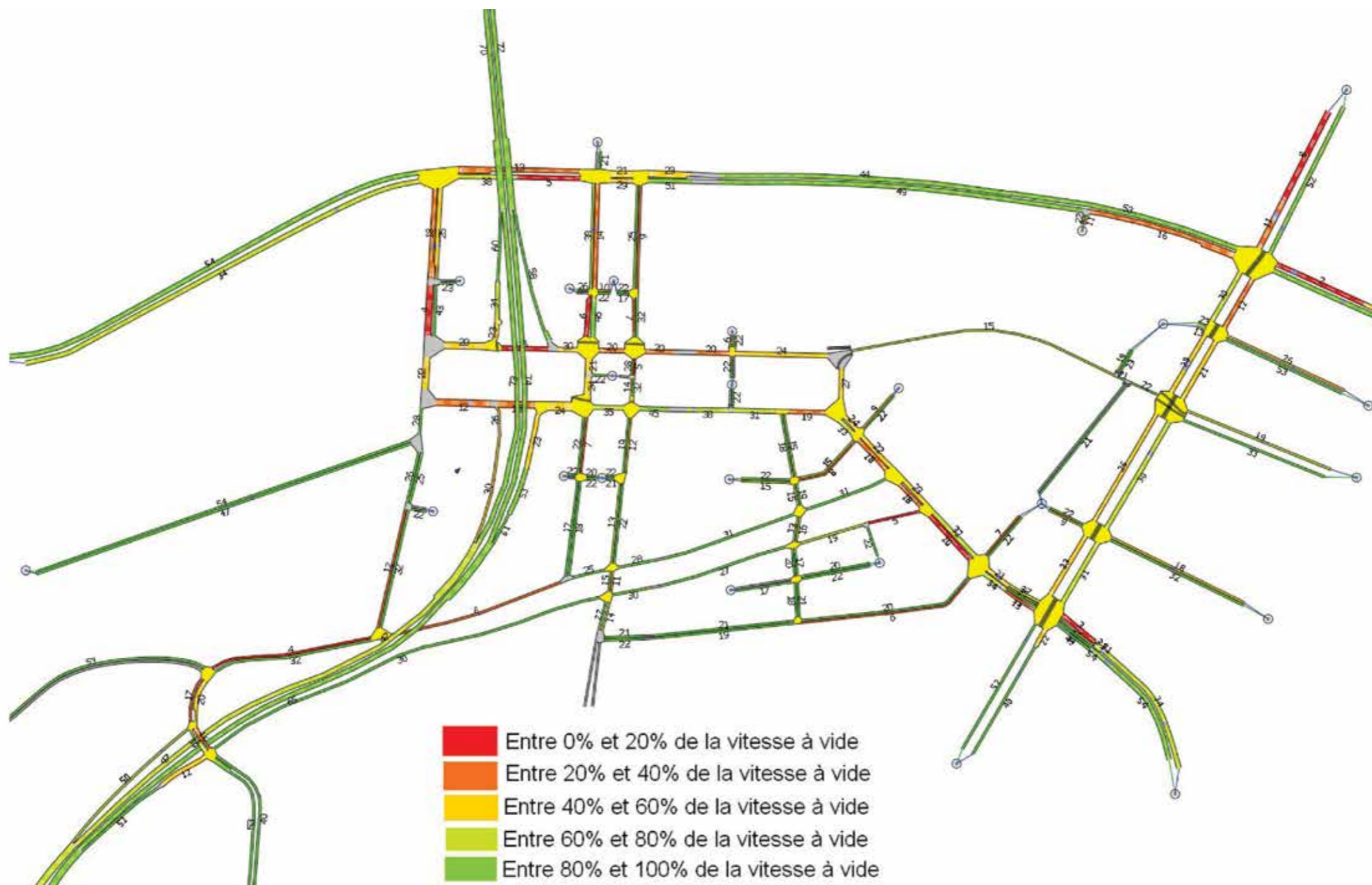


Figure 23 – Vitesse moyenne par section entre 8h30 et 9h00

On remarque tout d'abord que l'évolution entre les deux scénarii pour la période 6h30-7h00 est faible (1 km/h maximum pour certaines sections).

L'évolution est en revanche plus marquée pour la période 8h30-9h00. On constate en effet que la circulation sur certains axes est améliorée :

- la place centrale est plus fluide, avec des vitesses moyennes pouvant être augmentées de 10 km/h
- cette fluidification améliore légèrement la circulation sur les bretelles de sorties du raccordement, amélioration plus marquée sur la sortie de la N338
- la fluidification de la sortie de la N338 améliore la circulation sur cet axe, et donc la liaison N338-Flaubert
- la demande vers la N338 reste élevée ce qui entraîne des ralentissements sur la partie sud-ouest de la place centrale lorsque le débit maximal est atteint

**Synthèse :**

La suppression des flux liés à l'écoquartier permet de fluidifier légèrement le réseau, mais ne suffit pas à supprimer la congestion. Ces flux contribuent donc seulement à une légère aggravation de la saturation du réseau.

On peut néanmoins remarquer que la définition du réseau viaire serait probablement complètement différente en l'absence d'écoquartier (puisque celle-ci est aujourd'hui « contrainte » par l'écoquartier), et donc que ces conclusions sont à prendre avec réserve.

## 8 - Scénario 4 : liaison directe Boulevard de l'Europe – N338

Les scénarii précédents montrent des difficultés de circulation en partie dues à de forts trafics sur la place centrale et sur le prolongement du boulevard de l'Europe. Une partie de ces flux (parfois la moitié) correspond au mouvement Europe ↔ N338 et représente environ 600 véhicules dans chaque sens à l'heure de pointe du matin. Il semble donc intéressant de pouvoir retirer ce flux de la place centrale en aménageant une liaison directe entre le boulevard de l'Europe et la N338. Les modifications ainsi apportées au réseau sont les suivantes :

- arrivé du prolongement du boulevard de l'Europe sur le carrefour de la prison sur deux voies dans chaque sens
- les trémies sous le carrefour de la prison ne remontent plus à l'ouest mais continuent en direction des trémies actuelles sous le giratoire de la Motte
- le carrefour au nord de l'échangeur de Stalingrad est supprimé et la liaison Europe->N338 se connecte à l'actuelle voie d'insertion
- dans le sens N338-> Europe, la liaison se connecte au niveau du carrefour au sud de l'échangeur

### 8.1 - La demande : affectation statique

L'analyse des résultats de l'affectation statique montre que la situation est partiellement améliorée. En effet la partie sud de la place centrale et le prolongement du boulevard de l'Europe sont fortement déchargés. Cependant, on observe un report de trafic depuis les quais sur l'avenue Jean Rondeaux et le prolongement du boulevard de l'Europe, ce qui recharge la partie nord de la place centrale et vient en partie compenser la baisse de trafic due à la suppression du flux Europe → N338. De plus, la suppression de l'accès à la N338 depuis l'échangeur de Stalingrad a également pour conséquence d'augmenter le flux sur la place centrale au niveau de la bretelle d'accès à la N338. En effet, le flux Europe → N338 est plus faible que le flux qui s'insérait dans le scénario précédent au niveau de l'échangeur de Stalingrad.

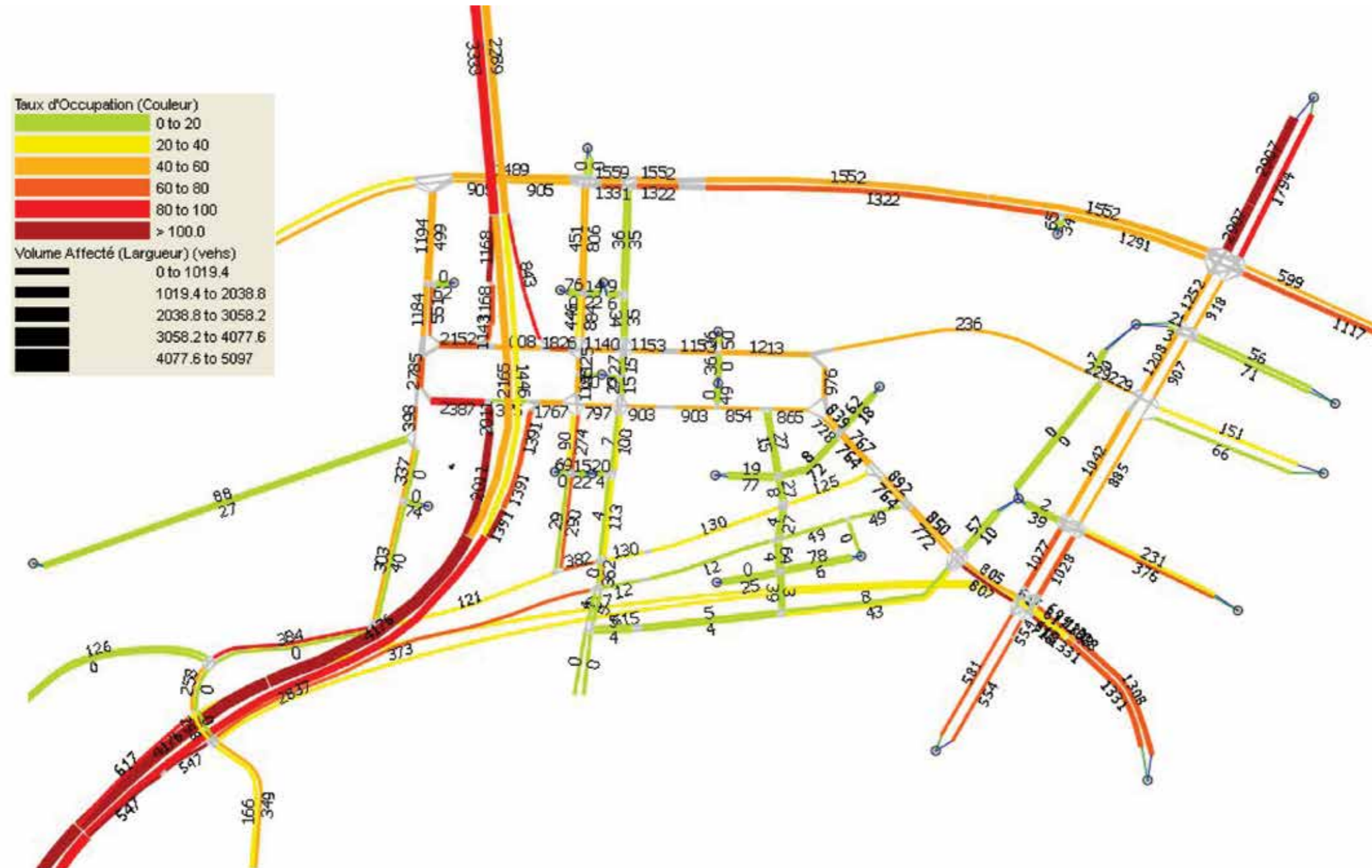


Figure 24 – Demande de trafic en UVP au sein de l'écoquartier – scénario liaison directe, 08h-09h

## 8.2 - Affectation dynamique

Comme précédemment, les deux expériences d'affectations (100 % statique et 50 % statique/50 % dynamique) ont été testées, mais les résultats présentés sont ceux de l'affectation 50/50.

Voici les résultats des temps de parcours simulés en comparaison avec la situation actuelle :

Temps de parcours Calage - scénario Liaison directe	Pont Flaubert	Quais de France	Lubrizol	Pont Guillaume	Bd Orleans	Brisout de Barneville	Bd Europe	J. Rondeaux	Quais Cavalierde la Salle	Rue j. Prévert	Sud III	Rue Forfait	Rue de Stalingrad
Pont Flaubert			60	120	299	210		87	73		-94	117	
Quais de France				91	Supprimé	165		100	88	60			
Lubrizol	431	670									777		
Pont Guillaume	729	478			Supprimé	810	717	746	1510	734	726	770	
Bd Orleans	172	120		62		Supprimé	Supprimé	Supprimé		276	440		
Brisout de Barneville	374	242		91		800			82	78	547		
Bd Europe	351	192		123					95	168			
J. Rondeaux	-423	-241								-641	-192		
Quais Cavalierde la Salle		340	592	441					Supprimé		511		
Rue j. Prévert		-63				93	-211	-118			585		
Sud III	-757	-592	-446	-384	-307	-352	-495	-489	-391	-550		-276	
Rue Forfait	472	101				183	159	131		356			



Tableau 7 – Comparaison des temps de parcours scénario 4 - calage (temps en seconde)

Comme pour le scénario 2, on constate une amélioration des temps de parcours pour les usagers en provenance de sud III et de l'avenue Jean Rondeaux, et en particulier pour la liaison Sud III – Pont Flaubert, et on constate globalement une dégradation de la situation pour les autres usagers.



Pour aider à l'interprétation de ce scénario, il peut également être intéressant de le comparer avec le scénario 2 :

	Pont Flaubert	Quais de France	Lubrizol	Pont Guillaume	Bd Orleans	Brisout de Barneville	Bd Europe	J. Rondeaux	Quais Cavalierde la Salle	Rue j. Prévert	Sud III	Rue Forfait	Rue de Stalingrad
Pont Flaubert					219	129				-163		85	-182
Quais de France					Supprimé	123	70			-129			
Lubrizol	111	152									754		
Pont Guillaume	145				Supprimé					-76			
Bd Orleans		115				Supprimé	Supprimé	Supprimé		-180	62		
Brisout de Barneville	142	-98				214				-217	98		
Bd Europe	131	169		-113	-131	-122			-141	-165	-484	-67	
J. Rondeaux	66	91								-194	103		
Quais Cavalierde la Salle		84	129	72					Supprimé		74		
Rue j. Prévert	179	120		156		257	-209	96	153		784		
Sud III			230	71	125	127	-163		89			67	
Rue Forfait	227									-235			

+10 min ou plus	+5 à 10 min	+2 à 5 min	+1 à 2 min
+/- 1 min			
-1 à 2 min	-2 à -5 min	-5 à -10 min	-10 mn ou plus

Tableau 8 – Comparaison des temps de parcours scénario 4 - scénario 2 (temps en seconde)

Mis à part pour les usagers en provenance ou à destination du boulevard de l'Europe (et en particulier pour la liaison Europe - N338), ce scénario a entraîné une dégradation des temps de parcours sur l'intégralité des autres O/D par rapport au scénario Trémie & TCSP. Au global, la vitesse moyenne sur l'ensemble des simulations et de la période d'étude est de 19,9 km/h, soit l'équivalent du scénario Trémie et TCSP.

On note cependant une baisse des vitesses moyennes sur la partie nord de la place centrale lorsque la congestion est au plus fort, ce qui traduit une augmentation du risque de congestion dans ce secteur.

**Synthèse :**

La liaison directe N338-Europe permet donc d'améliorer les temps de parcours pour certains mouvements (notamment pour les O/D en provenance ou à destination du boulevard de l'Europe, et surtout pour la liaison Sud III - Europe ), mais cela s'effectue au détriment de quasiment tous les autres, même si globalement le temps total passé sur le réseau est équivalent à celui du scénario Trémie & TCSP.

Son impact sur la place centrale, et dans une moindre mesure sur la N338, est plutôt négatif, avec des risques accrus de congestion.

En définitive, ce scénario ressort donc comme étant moins pertinent que le scénario trémie & TCSP.

## 9 - Conclusion générale

L'analyse de la situation actuelle a permis de comprendre l'origine et l'évolution de la congestion sur la zone d'étude : elle est principalement causée par le carrefour de la prison qui engendre des remontées de file et des saturations de carrefours qui se propagent de proche en proche.

Le premier scénario a consisté à simuler les trafics à l'échéance de réalisation de l'écoquartier, sur la base d'un réseau viaire simple et une gestion des carrefours non optimisée. Les résultats montrent une saturation complète du réseau d'étude, ce qui met l'accent sur la nécessité de rechercher des solutions d'optimisation, et en particulier d'envisager une gestion dynamique des carrefours à l'horizon de la mise en place de l'écoquartier.

Le scénario trémie et TCSP permet d'obtenir des simulations avec des résultats intéressants. Il en ressort, qu'à l'horizon d'ouverture de l'ensemble de l'écoquartier et de la mise en service du raccordement définitif pont Flaubert – N338, sous les hypothèses citées précédemment (voir 6.1), un bilan globalement défavorable, mais pas pour tous les usagers :

- Les flux cherchant à sortir de Rouen le matin par la N338 seraient fortement pénalisés (perte de temps d'au moins dix minutes) par rapport à la situation actuelle. Les carrefours Europe/Jean Rondeaux et Jean Rondeaux /Guillaume seraient de gros points noirs dans l'agglomération et la circulation sur la place centrale serait dense et difficile. Il faut néanmoins préciser que l'on a rajouté des flux et des contraintes de capacité dans une zone déjà congestionnée à l'heure actuelle, il fallait donc s'attendre, dans une certaine mesure, à dégrader la situation.
- En revanche, la liaison N338 – Flaubert serait fortement améliorée, en particulier dans le sens Sud → Nord : le temps de parcours moyen à l'heure de pointe du matin pour réaliser la liaison N338 → pont Flaubert devrait diminuer d'au moins 10 minutes. Il est important de préciser encore une fois que la fluidité du raccordement définitif est conditionnée à la mise en place d'une gestion des carrefours dynamique et adaptée de façon à éviter les remontées de file sur l'ouvrage.

Le scénario de suppression des flux d'échanges avec l'écoquartier, bien qu'il montre une légère amélioration des conditions de circulations, ne permet pas de rendre la situation fluide au sein de l'écoquartier. Autrement dit, les flux liés à l'écoquartier ne viennent donc pas faire « déborder le vase » : ils amplifient seulement la congestion.

Enfin, une liaison directe entre la N338 et le boulevard de l'Europe ne permet pas d'améliorer la situation globale (le gain de temps de parcours de certains usagers est compensé, voire dépassé, par l'augmentation du temps de parcours des autres usagers). Il engendre même des risques accrus de saturation de la place centrale et par voie de conséquence du raccordement définitif. Ce scénario semble donc globalement moins favorable que le scénario trémie & TCSP.

# ***ANNEXES***

### Annexe 1 : matrice des temps de parcours moyens : calage 50-50

	Pont Flaubert	Quais de France	Lubrizol	Pont Guillaume	Bd Orléans	Brisout de Barneville	Bd Europe	J. Rondeaux	Quais Cavalier de la Salle	Rue j. Prévert	Sud III	Rue Forfait	Rue de Stalingrad
Pont Flaubert		3mn59	1mn38	5mn58	8mn3	7mn22	6mn32	7mn11	6mn10	4mn33	3mn48	7mn11	3mn18
Quais de France	5mn5			6mn22	6mn27	8mn22	8mn51	8mn0	5mn38	5mn54	7mn23		
Lubrizol	4mn37	3mn22									4mn54		
Pont Guillaume	4mn11	3mn50			1mn31	2mn41	3mn39	2mn37	1mn1	6mn22	5mn16	1mn3	
Bd Orléans	4mn39	5mn46		1mn31		2mn54	3mn32	2mn31	2mn4	5mn36	5mn3	1mn24	
Brisout de Barneville	3mn23	6mn28		2mn2	1mn29		2mn27	1mn28	2mn9	5mn5	4mn5	1mn21	
Bd Europe	3mn20	7mn7		2mn29	2mn20	1mn40		2mn46	2mn46	3mn51	2mn44	2mn3	
J. Rondeaux	15mn1	13mn49		3mn3	2mn22	1mn39	1mn26		3mn13	16mn22	15mn48	2mn31	
Quai Bas		3mn32	4mn43						2mn25		6mn5		
Quais Cavalier de la Salle				1mn8									
Rue j. Prévert	10mn36	10mn52		10mn59		10mn14	5mn56	9mn55	11mn52		5mn30		
Sud III	14mn29	15mn52	15mn26	15mn43	15mn5	15mn32	11mn21	15mn5	15mn56	10mn45		14mn9	
Rue Forfait	3mn43	4mn27		0mn59					1mn24				

Temps de parcours < 5 mn
5 mn <= TP < 10 mn
10 mn < Temps de parcours

## Annexe 2 : matrice des temps de parcours moyens Trémie & TCSP 50-50

	Pont Flaubert	Quais de France	Lubrizol	Pont Guillaume	Bd Orleans	Brisout de Barneville	Bd Europe	J. Rondeaux	Quais Cavalierde la Salle	Rue j. Prévert	Sud III	Rue Forfait	Rue de Stalingrad	Ecoquartier Zonage agrégé
Pont Flaubert		2mn45	2mn31	7mn14	9mn23	8mn43	6mn36	7mn39	6mn47	7mn6	2mn14	7mn43	6mn50	3mn43
Quais de France	4mn35			7mn14		9mn4	7mn57	8mn51	6mn42	9mn3	7mn21			
Lubrizol	9mn58	11mn59									5mn17			
Pont Guillaume	13mn55	11mn34				16mn11	15mn41	15mn28	25mn33	19mn52	16mn56	14mn44		13mn16
Bd Orleans	6mn55	5mn51		2mn9					2mn17	13mn12	11mn21	1mn32		
Brisout de Barneville	7mn15	12mn8		2mn46	1mn41	9mn45	2mn3	1mn37	2mn58	9mn59	11mn34	2mn5		
Bd Europe	7mn0	7mn30		6mn26	5mn14	4mn19		2mn2	6mn42	9mn25	10mn57	3mn59		4mn40
J. Rondeaux	6mn53	8mn17		2mn59	2mn5	1mn33	0mn55		3mn10	8mn55	10mn53	2mn21		
Quais Cavalierde la Salle				7mn17										8mn0
Rue j. Prévert	7mn26	7mn49		8mn21		7mn29	5mn53	6mn21	9mn32		2mn12			
Sud III	1mn53	5mn38	4mn9	8mn8	7mn53	7mn34	5mn49	6mn49	7mn56	1mn37	3mn5	8mn26		3mn30
Rue Forfait	7mn48	5mn48		1mn33		3mn31	2mn41	2mn12	1mn39	9mn50				
Rue de Stalingrad														
Ecoquartier Zonage agrégé	3mn20			3mn13			2mn22		3mn10		5mn45			

Temps de parcours < 5 mn
5 mn <= TP < 10 mn
10 mn < Temps de parcours



**CETE Normandie Centre**  
**10 chemin de la Poudrière**  
**CS 90245**  
**76121 Le Grand Quevilly Cédex**

**Tél. 33 (0)2 35 68 81 00**  
[CETE-Normandie-Centre@developpement-durable.gouv.fr](mailto:CETE-Normandie-Centre@developpement-durable.gouv.fr)



<http://www.cete-normandie-centre.developpement-durable.gouv.fr/>