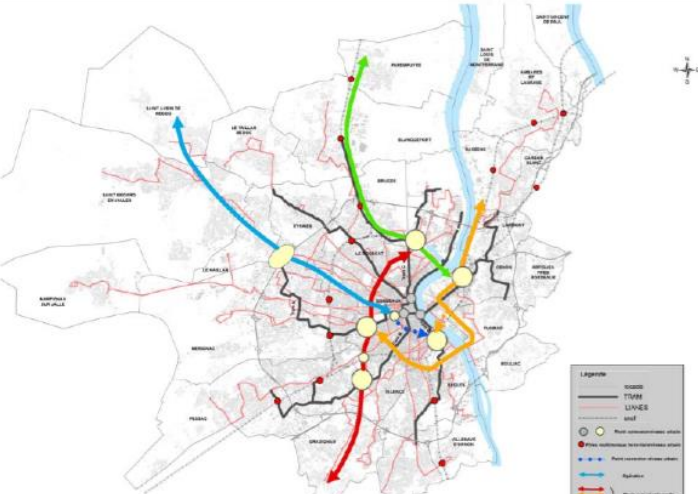
Etudes opérationnelles pour le projet de liaison
Gradignan-Talence-Bordeaux-Cenon

17/10/2018

Référence T17J19

MODELISATION MICROSCOPIQUE SUR LES BOULEVARDS



ETUDES OPERATIONNELLES POUR LE PROJET DE LIAISON GRADIGNAN-TALENCE-BORDEAUX-CENON

MODELISATION MICROSCOPIQUE SUR LES BOULEVARDS

FICHE D'IDENTIFICATION	
Maître d'ouvrage	Bordeaux Métropole
Projet	Etudes opérationnelles pour le projet de liaison Gradignan-Talence-Bordeaux-Cenon
Étude	Modélisation microscopique sur les boulevards
Nature du document	Rapport V1
Date	17/10/2018
Nom du fichier	T17J19_Modélisation Micro_Rapport_V1.docx
Référence	T17J19
Nombre de pages	69

SYSTRA • société anonyme à directoire et conseil de surveillance
CS 41594 • 72 rue Henry Farman • 75315 PARIS CEDEX 15 • FRANCE • Tél +33 1 40 16 61 00 • Fax +33 1 40 16 61 04
Capital social : 27 283 102 € • 387 949 530 RCS PARIS • Code APE 7112B • TVA FR 1938794530

APPROBATION

Version	Nom		Fonction	Date	Modifications
1	Rédaction	H. Garrigues I. Fayette	Spécialiste micro	11/10/2018	
	Vérification	A. Sautter M. Bernard	Chef/Directrice de projet	17/10/2018	
	Engagement de la responsabilité de l'entité	I. Fayette	Spécialiste micro	17/10/2018	
2	Rédaction				
	Vérification				
	Engagement de la responsabilité de l'entité				
3	Rédaction				
	Vérification				
	Engagement de la responsabilité de l'entité				

TABLE DES MATIERES

1.	**PRESENTATION DU MODELE MICROSCOPIQUE**	**6**
1.1	**PERIMETRE DE MODELISATION**	**6**
1.2	**CODAGE DU RESEAU**	**8**
1.2.1	LE RESEAU VIAIRE	8
	8	
1.2.2	LES CARREFOURS A FEUX	10
1.2.3	LES CEDEZ-LE-PASSAGE	13
1.2.4	LA GESTION DES CONFLITS SUR LE RESEAU COURANT	14
1.2.5	L'INTEGRATION DES FLUX CYCLABLES	15
1.3	**CODAGE DES FLUX**	**18**
1.3.1	LES FLUX MOTORISES NON-GUIDES (VP ET PL)	18
1.3.2	LES FLUX GUIDES (TRAMWAY)	20
1.3.3	LES PIETONS	22
1.4	**CODAGE DES PRIORITES BUS ET TRAMWAYS**	**22**
1.4.1.1	Les tramways	22
1.5	**PERIODE DE MODELISATION**	**25**
2.	**RESULTATS DU MODELE DE REFERENCE**	**26**
2.1	**INJECTION DES TRAFICS**	**26**
2.2	**CALAGE DES TEMPS DE PARCOURS**	**29**
2.2.1	PRECISIONS PREALABLES	29
2.2.2	RESULTATS POUR LE SENS DE CIRCULATION DESCENDANT (NORD -> SUD)	31
2.2.3	RESULTATS POUR LE SENS DE CIRCULATION MONTANT (SUD -> NORD)	32
DANS LE SENS MONTANT, LE MODELE EST BEAUCOUP MOINS SENSIBLE AUX PERTURBATIONS DE CIRCULATION. LE CALAGE S'EST PRESQUE EFFECTUE NATURELLEMENT, SANS AVOIR RECOURS A DE NOMBREUX AJUSTEMENTS.		32
2.2.4	CALAGE DES REMONTEES DE FILES	33
3.	**CONSTITUTION DE LA MATRICE DE PROJET**	**43**
3.1	**APPROCHE METHODOLOGIQUE**	**43**
3.2	**PREMIERS RESULTATS ET LIMITES DE LA METHODOLOGIE**	**43**
4.	**RESULTATS DE LA SIMULATION DYNAMIQUE**	**47**
4.1	**SCENARIOS SIMULES**	**47**
4.2	**PRESENTATION DES PRINCIPAUX INDICATEURS**	**47**
4.2.1	TRAFIC INJECTE ET ECOULE	47
4.2.2	LES TEMPS DE PARCOURS	49
4.2.2.1	Analyse globale	49
4.2.2.2	Analyse détaillée des temps de parcours sur les boulevards	49
4.2.2.3	Les temps de parcours sur quelques itinéraires transversaux	55

4.2.3 LES REMONTEES DE FILES 55

4.3 ANALYSE DES RESULTATS 57

4.3.1 SCENARIO BHNS 57

4.3.2 SCENARIO TRAMWAY 57

5. ANNEXES 59

5.1 BASE DES PLANS DE FEUX CODES EN SITUATION DE REFERENCE (HORS PRIORITES BHNS ET TRAMWAY) 59

1. PRESENTATION DU MODELE MICROSCOPIQUE

Le présent modèle de simulation dynamique a été exclusivement développé dans le cadre de l'étude d'Optimisation d'une ligne de TCSP Gradignan-Talence-Bordeaux-Cenon.

Ce modèle est construit sur la base du réseau viaire existant en novembre 2017, il intègre plusieurs modes de transports : la voiture particulière (VP), les poids lourds (PL), les bus urbains, les tramways (lignes A et C), ainsi que les vélos.

1.1 Périmètre de modélisation

La modélisation est centrée sur l'écoulement du trafic des boulevards de Bordeaux entre le CHU et la place Latule, ainsi qu'aux voies qui leurs sont attenantes : les boulevards George V, Gautier, Wilson, Pierre 1er, Godard et Daney ; les boulevards George V et Daney n'étant modélisés que partiellement.

De la Place Latule, au nord, à la barrière d'Ornano, au sud, les boulevards ont été codés sur un linéaire de 5300 mètres. Sur la partie sud-ouest du périmètre, le codage intègre le boulevard Pompidou, la rue de Canolle et la rue Despagnet, ce qui inclut le carrefour de la place Amélie Raba-Léon.

Pour les voies attenantes ou sécantes aux boulevards, le codage a été réalisé jusqu'aux carrefours suivants, ne disposant pas de données détaillées concernant la répartition des échanges sur ces voies « secondaires ». En général, le linaire codé sur les voies secondaires se situe entre 100 et 250 mètres.

La planche ci-après permet de visualiser en bleu le réseau qui a été codé sous Vissim 8, les carrefours figurent en rose.

Illustration 1. Réseau modélisé sous Vissim

1.2 Codage du réseau

1.2.1 Le réseau viaire

Le modèle intègre l'ensemble des réseaux alloués aux divers modes de déplacements. Les réseaux codés comprennent donc les voies dédiées à la circulation des véhicules motorisés (circulation courante VP+PL, sites propres bus et plateformes tramways des lignes A et C) ainsi que le réseau cyclable et les traversées piétonnes, en respectant les profils en travers existants.

Illustration 2. Le respect des emprises

Concernant les piétons, les traversées piétonnes sont modélisées au droit des carrefours sans intégrer pour autant l'intégralité des trottoirs sur l'ensemble du linéaire. L'objectif étant surtout de reproduire la gêne induite par les traversées piétonnes sur les mouvements tournants de véhicules.

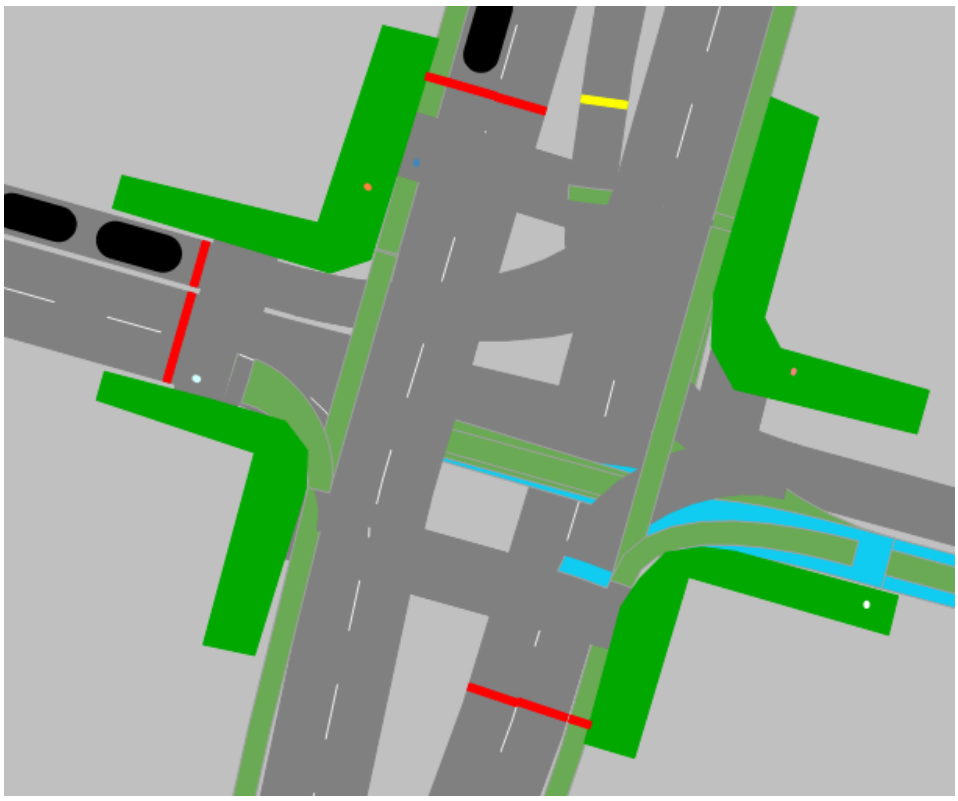


Illustration 3. Intégration des piétons au modèle

1.2.2 Les carrefours à feux

Le modèle comprend 26 plans de feux répartis sur l'ensemble du périmètre. Ces plans de feux reproduisent les cycles de feux du SAE GERTRUDE durant les heures de pointe. Les carrefours sont modélisés sur des cycles de 100 secondes pour la plupart mais il y a des exceptions.

Dans tous les cas de figure, nous avons retenu comme hypothèse de départ les cycles de feux les plus capacitaires pour l'écoulement du trafic sur les boulevards. Tous les plans de feux codés sont directement issus des extractions de GERTRUDE.

Nombre	Nom	TpsCycle
1	ornano 904	100
2	larminat pompidou 902	100
3	pêcheurs 901	53
4	bonnac ares 601	100
5	adour brach 619	100
6	judaique republique 605	100
7	mandel ferry soissons marseil 627	100
8	colmar 1310	360
9	ecole normale 1309	105
10	barr st medard 1308	108
11	turenne 1307	100
12	carnot 1306	100
13	gayon eysines 1305	100
14	barr médoc 1304	100
15	schuman 1303	100
16	tivoli 1302	90
17	mandron hugo 1301	90
18	trebod 1401	100
19	ampere 1402	80
20	1472 arthus	100
21	1404 berthelot	80
22	1405 ravezies	100
23	1406 hameau	100
24	pompidou berruer 911	61
25	canolle pompidou 913	100
26	LATULE	100

Dans un 1er temps les feux ont été codés de manière classique sous Vissim, c'est-à-dire avec des temps de cycles fixes.

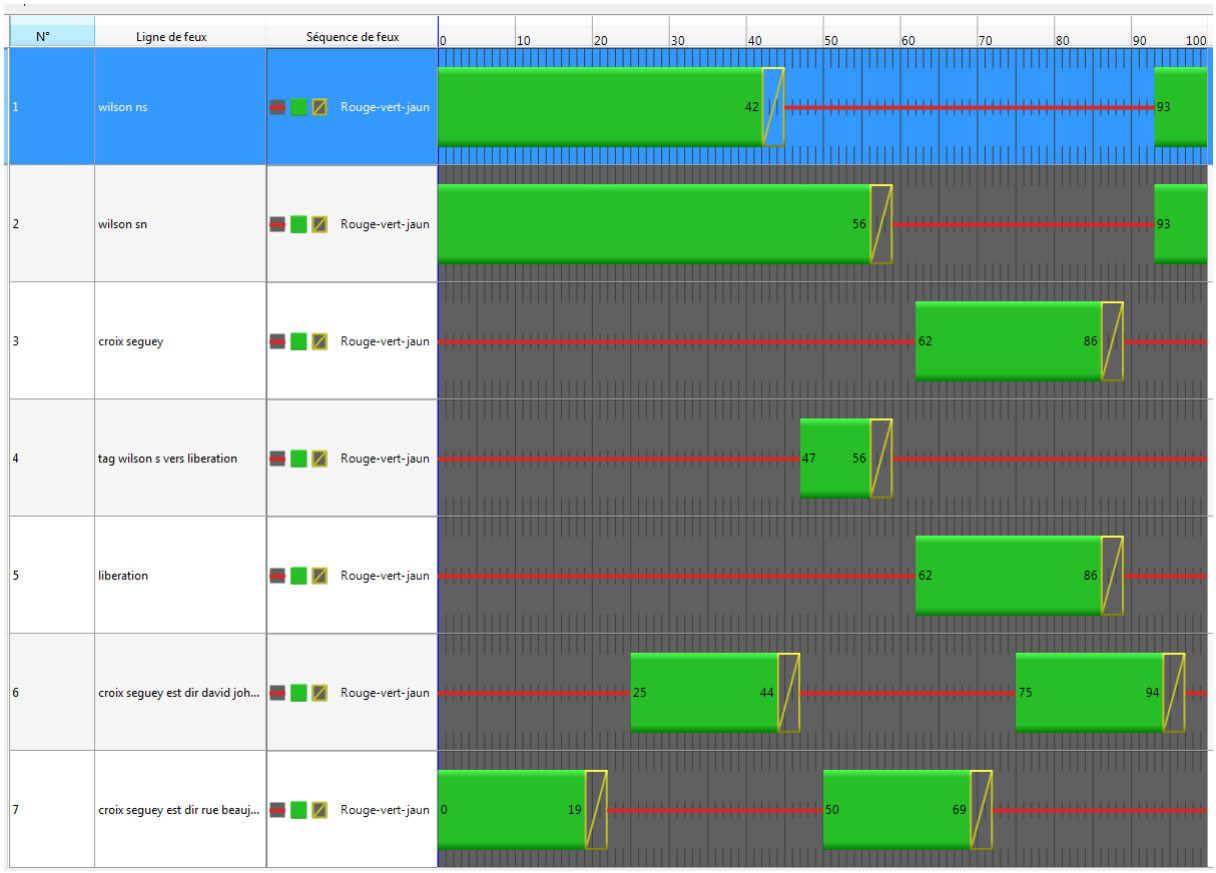


Illustration 4. Exemple de feux codés avec des temps de cycles fixes (Croix-Seguey)

Dans un 2nd temps, tous les carrefours faisant intervenir une priorité bus ou tramway ont été codés par des fichiers VAP et PUA.

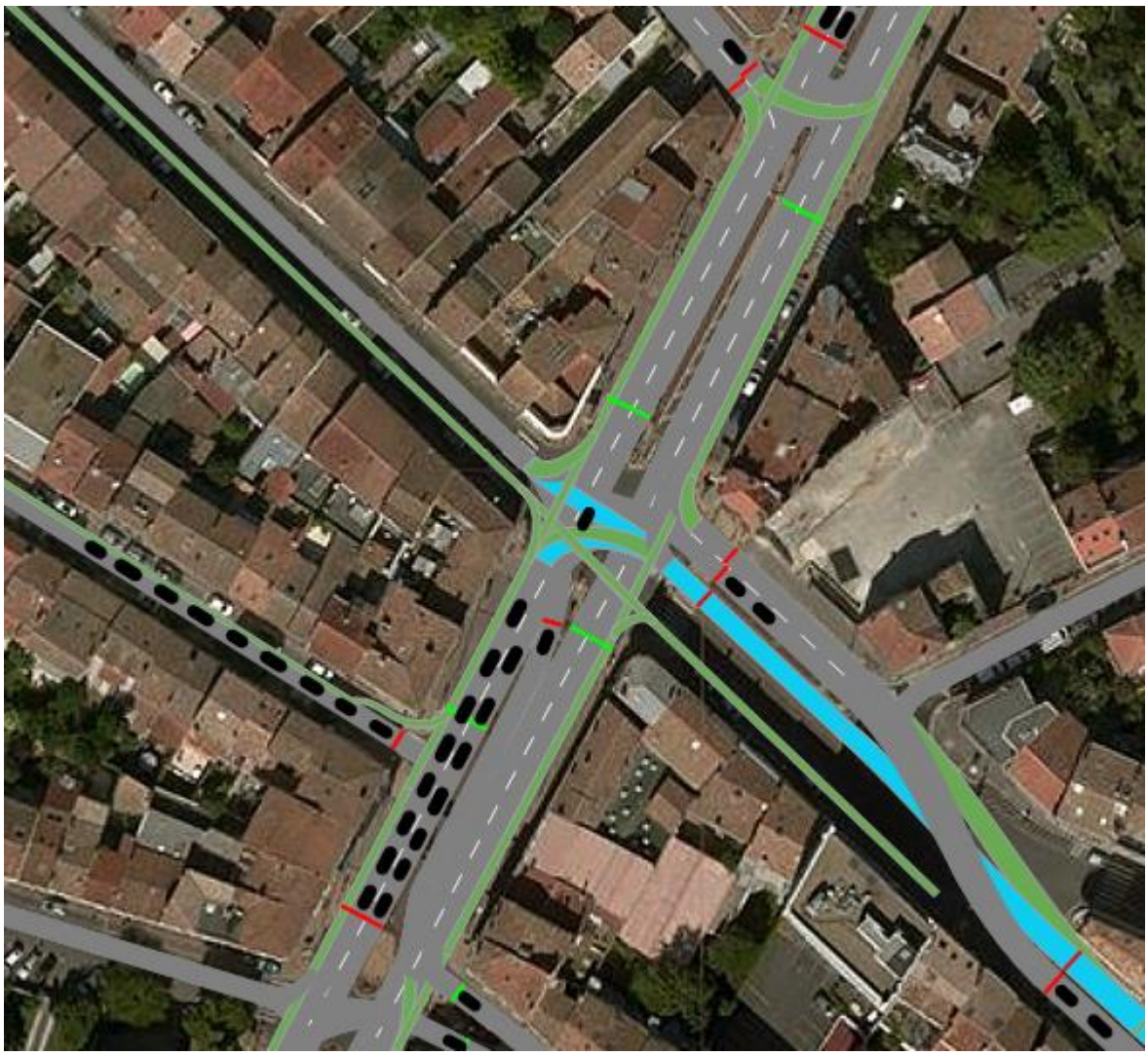


Illustration 5. Carrefour de la Croix-Seguey et du boulevard Wilson

1.2.3 Les cédez-le-passage

Les cédez-le-passage ont été codés au cas par cas suivant les vitesses d'approche des véhicules sur la voie principale. En général, nous appliquons une distance de visibilité de 3 secondes avec un écart inter-véhiculaire de 5m.

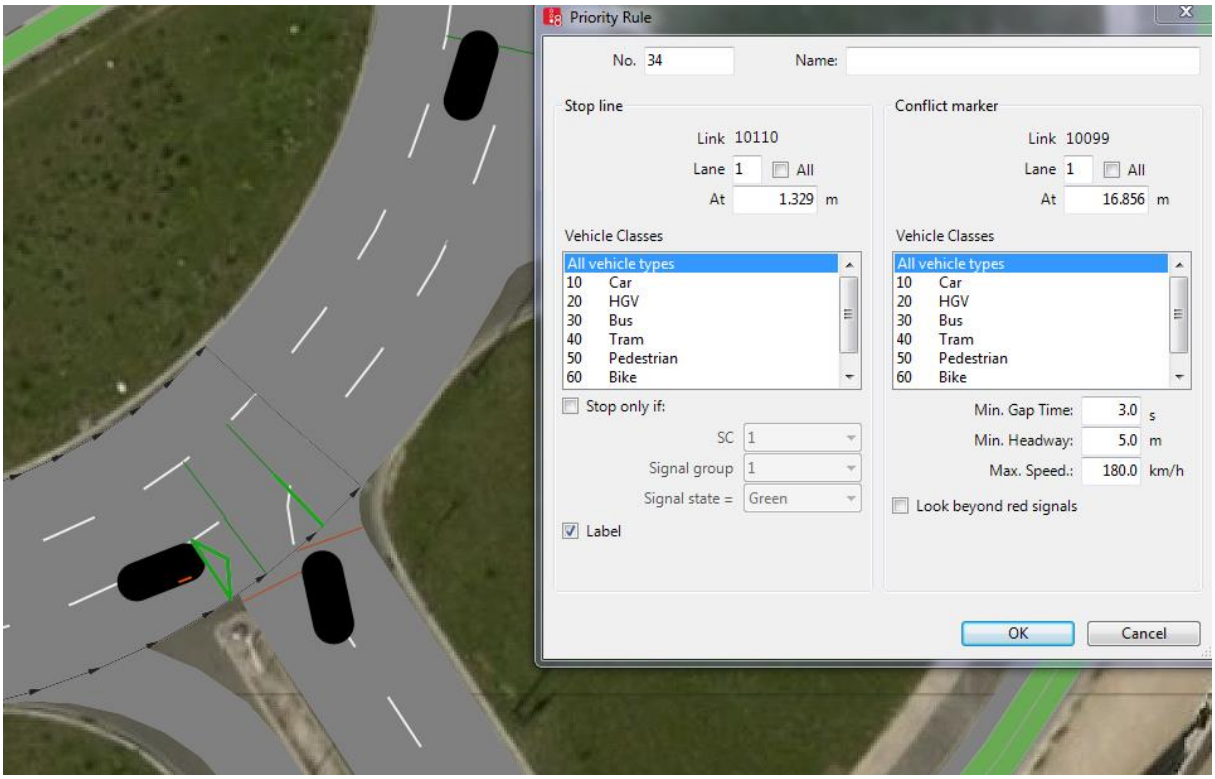


Illustration 6. Codage des priorités en CDP – exemple du Cours du Médoc et de la Place Ravezies

1.2.4 La gestion des conflits sur le réseau courant

Dans certains cas, la gestion des échanges entre véhicules n'est pas prise en charge par un système de priorité de type « feu », « stop » ou « cédez-le-passage », il s'agit en général du stockage des véhicules dans le cadre d'un passage 2 à 1 voies ou du respect des priorités-à-droite. Dans le modèle, les véhicules ont alors tendance à s'entasser et se superposer.

Dans ces cas de figure, nous mettons en place une gestion des conflits donnant la priorité au flux principal, telle qu'elle s'applique dans le code de la voirie publique et, dans la plupart des cas, telle qu'elle s'applique dans les pratiques des usagers.

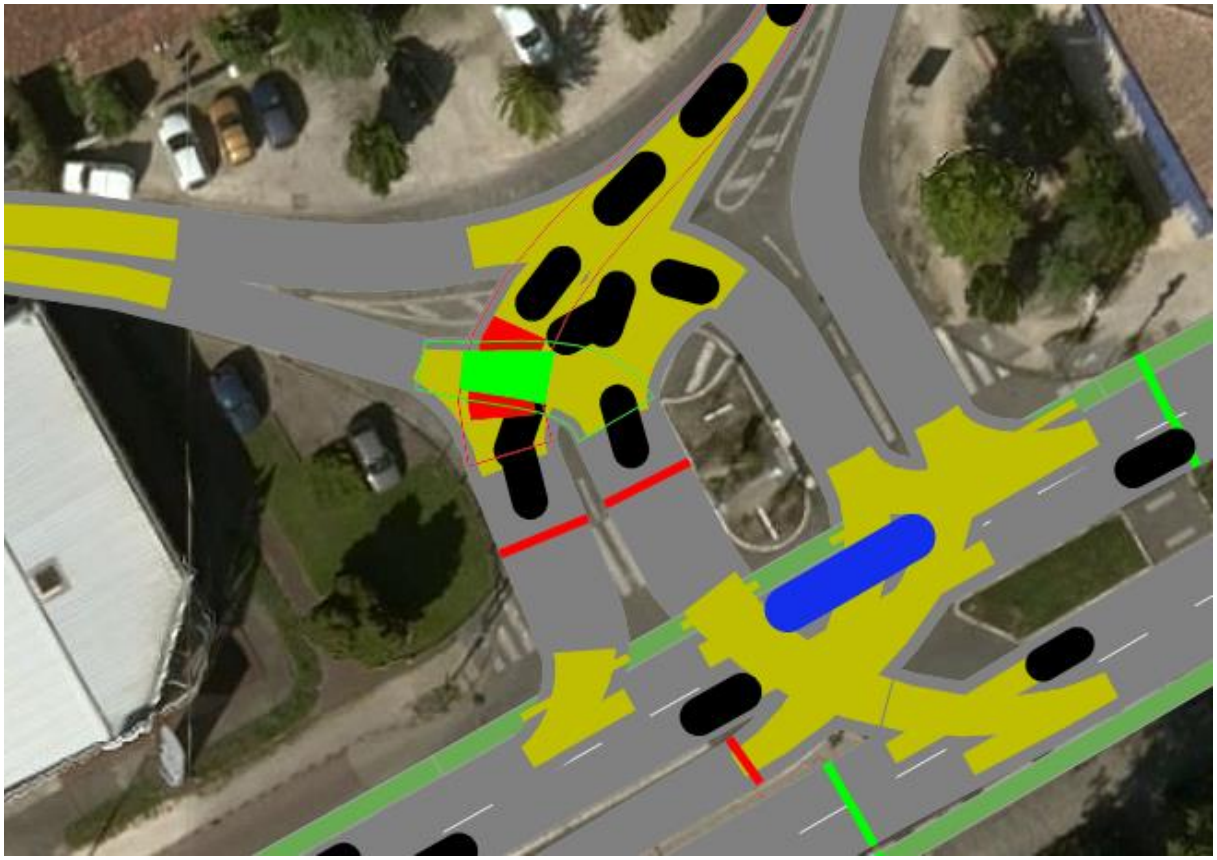


Illustration 7. Exemple de gestion des conflits au droit de la Place Ampère

1.2.5 L'intégration des flux cyclables

Le réseau modélisé comporte un linéaire très important de voies dédiées aux cycles. Ces flux sont modélisés avec des vitesses et temps de réaction qui leur sont propres. La difficulté concernant la modélisation des flux cyclables repose sur la gestion des mouvements tournants aux intersections, particulièrement pour les mouvements de « tourne-à-gauche ».

Plusieurs comportements ont été observés sur site, ces comportements varient selon le niveau de pratique du cycliste. Dans la majorité des cas la traversée s'effectue en 2 temps : dans un premier temps le cycle traverse le carrefour dans le sens de la filante (phase de feu 1), puis il marque l'arrêt en bordure de chaussée, dans l'attente du déclenchement de la phase 2 (flux provenant des voies secondaires).

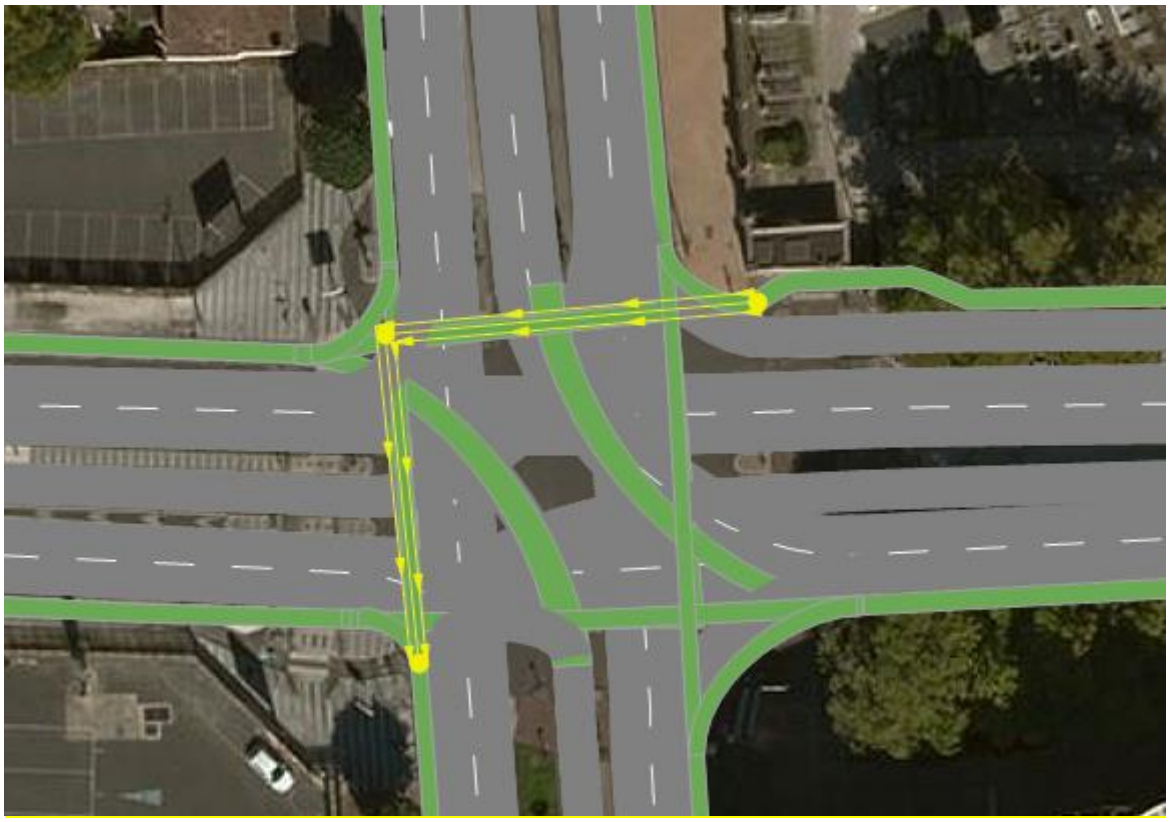


Illustration 8. Exemple de tourne-à-gauche pour un vélo, avec franchissement du carrefour en 2 temps

L'injection des vélos repose sur la matrice fournies par CPEV. Cette matrice présente le nombre de vélos pour chaque tronçon enquêté. En revanche, on ne dispose pas d'information sur les itinéraires empruntés ; nous avons alors reproduit en proportion les O-D observées par les voitures suivant leur point d'entrée dans le réseau.

nom voie	tronçon	volume (0)	volume (900)	volume (1800)	volume (2700)	volume (3600)	volume (4500)	volume (5400)	volume (6300)	volume (720	volume (8100)	volume (9000)	volume (9900)	
C10 voie E	337	1	2	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	2: bicycle
despagnet	467	16	25	34	35	51	51	51	51	38	43	39	39	2: bicycle
E71	645	36	53	75	77	111	111	111	111	82	93	85	84	2: bicycle
E1	638	8	13	18	18	26	26	26	26	19	22	20	20	2: bicycle
E5	647	1	2	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	2: bicycle
E9	569	14	20	28	29	42	42	42	42	31	35	32	32	2: bicycle
E10	567	6	10	13	14	20	20	20	20	15	17	15	15	2: bicycle
E12	250	2	2	3	3	5	5	5	5	4	4	4	4	2: bicycle
E19	281	3	4	6	6	9	9	9	9	7	8	7	7	2: bicycle
E20	293	3	4	6	6	9	9	9	9	7	8	7	7	2: bicycle
E33	229	2	3	5	5	7	7	7	7	5	6	5	5	2: bicycle
E34	358	35	52	73	75	109	109	109	109	80	91	83	83	2: bicycle
E35	362	6	10	13	14	20	20	20	20	15	17	15	15	2: bicycle
E36	158	19	28	39	40	58	58	58	58	43	49	44	44	2: bicycle
E39	365	33	50	69	71	103	103	103	103	76	86	79	78	2: bicycle
E40	595	11	16	23	24	34	34	34	34	25	29	26	26	2: bicycle
E43	590	57	86	120	123	178	178	178	178	131	149	136	135	2: bicycle
E44	378	67	100	140	143	207	207	207	207	152	174	158	157	2: bicycle
E47	388	1	2	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	2: bicycle
E48	390	10	15	22	22	32	32	32	32	24	27	24	24	2: bicycle
E51	399	3	5	7	7	10	10	10	10	7	8	8	8	2: bicycle
E53	537	8	13	18	18	26	26	26	26	19	22	20	20	2: bicycle
E55	410	21	31	43	44	64	64	64	64	47	54	49	49	2: bicycle
E56	409	13	19	26	27	39	39	39	39	29	33	30	30	2: bicycle
E58	416	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2: bicycle
E70	7	52	78	109	111	161	161	161	161	119	135	123	122	2: bicycle
E72	22	53	78	110	113	163	163	163	163	120	137	125	124	2: bicycle
E76	14	3	5	7	7	10	10	10	10	7	8	8	8	2: bicycle
E6	549	10	14	20	21	30	30	30	30	22	25	23	23	2: bicycle
E2	641	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	2: bicycle
E37	660	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2: bicycle

Tableau 1. Matrice d'injection des flux vélos par tranche horaire

Nombre : 163	Nur	Nom	Tron	Position	TousTypesVéh	ClassesVéhicules
123	290		410	12,167	☐	60
124	291		100	46,727	☐	60
125	292	E56	409	2,327	☐	60
126	305		11	45,913	☐	60
127	306		46	79,603	☐	60
128	307		451	37,809	☐	60
129	308		22	62,121	☐	60
130	317		12	90,352	☐	60
131	318		589	34,907	☐	60
132	319		7	58,544	☐	60
133	320		386	120,985	☐	60
134	321		337	12,594	☐	60
135	330	rabat I	32	122,549	☐	60
136	332	sud E7	645	0,864	☐	60
137	438	despag	467	17,602	☐	60
138	445		355	5,352	☐	60
139	446	E34	358	17,999	☐	60
140	447	E35	362	24,388	☐	60
141	448	E39	365	3,982	☐	60
142	449		509	64,769	☐	60
143	450		510	163,330	☐	60
144	451		390	23,970	☐	60
145	452		146	78,326	☐	60
146	453		638	162,708	☐	60
147	454	E5	647	24,897	☐	60
148	455	E6	549	12,410	☐	60
149	456	E2	531	258,580	☐	60
150	457	E9	569	39,866	☐	60

Nombre : 3	ChoixItinRoutiers	Num	Nom	TronDest	PosistionDest	VolumeRelatif(0)
1	332: sud E71	1		30	36,922	0,650
2	332: sud E71	2		386	47,361	0,180
3	332: sud E71	3		613	0,505	0,160

Tableau 2. Extraction du codage des itinéraires vélos

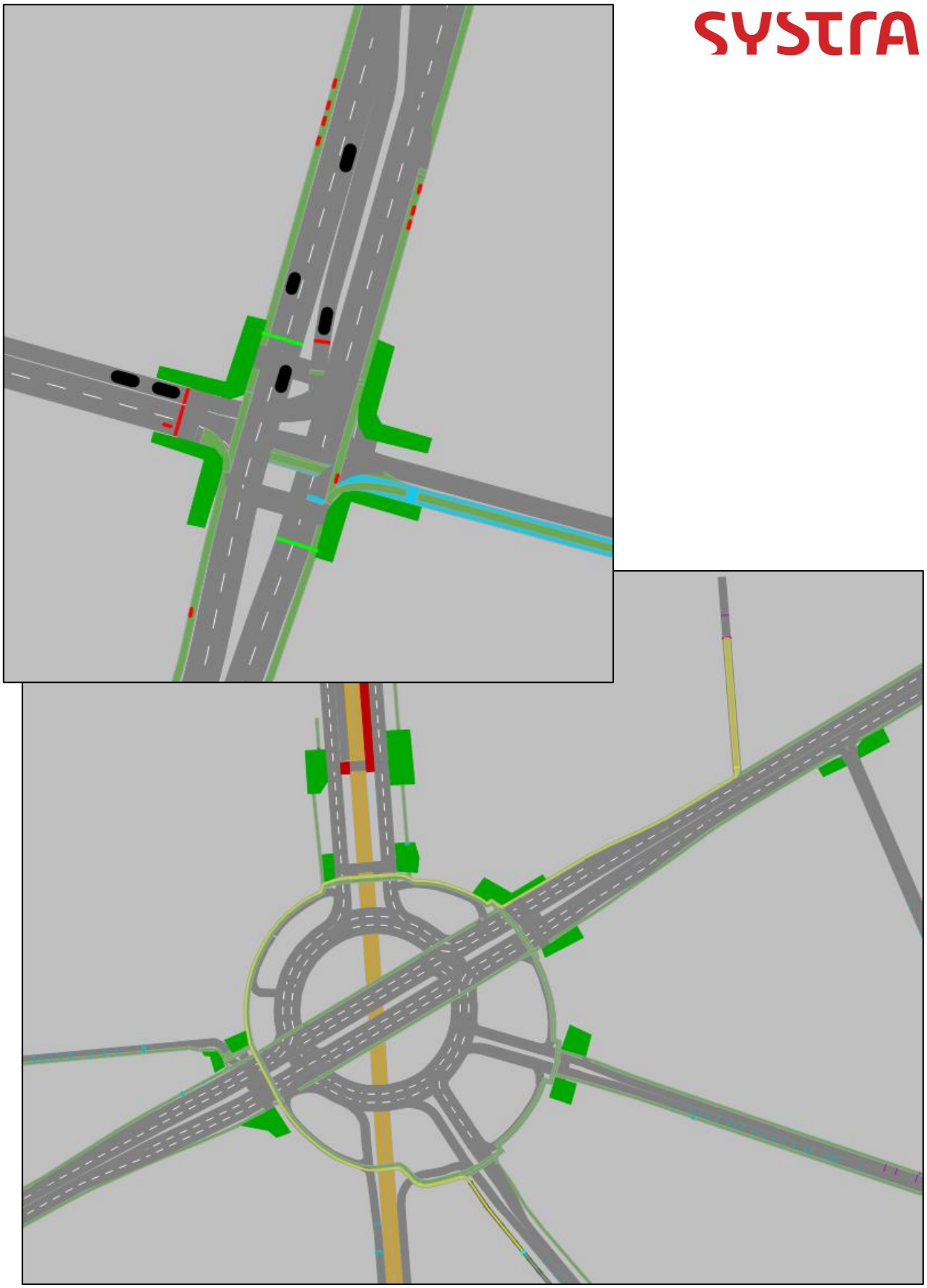


Illustration 9. Présence de vélos (en rouge) dans le réseau et exemple d'itinéraire vélo (en jaune)

1.3 Codage des flux

1.3.1 Les flux motorisés non-guidés (VP et PL)

Les déplacements injectés dans le modèle sont ceux comptés par CPEV le jeudi 30 novembre 2017 à l'occasion de la campagne de comptages organisée spécialement pour cette étude. L'enquête minéralogique, qui a mobilisé plus de 160 enquêteurs, a permis d'établir la matrice de demande en heure de pointe du matin et en heure de pointe du soir.

Le modèle présente donc l'avantage de disposer de données cohérentes organisées par mode sous formes de matrices origine/destination. Nous parlons de cohérence en ce sens que les données ont été collectées sur des périodes de temps identiques, avec une correspondance entre le nombre de véhicules et leurs itinéraires respectifs.

Ces données permettent de restituer une vision exacte des conditions de circulation le jour de l'enquête. Ces données retranscrivent un fonctionnement « typique » des boulevards.

Chaque mode de transport possède sa matrice de déplacement ; cette dernière correspond au cordon d'enquête établi sur le périmètre du modèle.

Légers			Bd Alfred Daney	Rue Jean Hameau	Rue du Professeur Lannelongue	Rue Vital Mareille	Allée de Boutaut	Av Jules Guesde	Av Emile Counord	Cours du Médoc	Allée Haussmann	Rue Henri Guillemin	Av Marcelin Berthelot	Rue Théophile Gautier / Rue Camille Cunelle	Rue du Docteur Finlay	Rue Jean Arkin	Place Ampère	Rue Pierre Trebod	Rue Baudin / Rue des Mercenaires	Av Victor Hugo	Rue de Bordeaux	Rue Chaigneau	Av de Tivoli / Rue des Girondins	Rue de Tivoli	Rue Nouaux	Rue de Lisieferme	Av de la Libération Charles de Gaulle	Av d'Eysines	Rue Salvin Gonzales	Av Gorse	Rue Tusseau	Av Charles de Gaulle	Rue de Caudéran	Rue Jules Ladoumègue	Rue Pasteur	Rue de Nuthouse	Av du Jeu de Paume	Rue de la Liberté	Rue Georges Mandel	Av de la République	Rue de Beuch	Rue Naujalès	Rue Gorge Sonnier	Bd Antoine Gautier	Bd Georges Pompidou	Rue du Général de Larminat	Rue du Docteur Schweitzer	Rue du Cursus	Rue du Président	Rue Berger	Rue du Commandant Marchand
			S1	S2	S3	S4	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S16	S17	S18	S19	S20	S23	S24	S26	S27	S28	S29	S30	S31	S33	S37	S38	S39	S41	S42	S45	S46	S49	S50	S52	S56	S57	S60	S65	S66	S68	S70	S71	S72	S73	S74	S75	S77	S80
Origines	Bd Alfred Daney	E1	0	25	0	0	23	29	111	21	0	0	62	13	0	19	0	29	29	15	23	0	16	25	0	0	0	25	0	7	28	15	0	1	52	0	1	26	0	23	0	1	13	65	44	28	0	0	0	0	1	0
	Rue Jean Hameau	E2	106	0	0	0	13	15	0	0	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0	12	0	11	0	0	0	0	11	0	1	0	1	0	0	0	0	0	8	0	9	0	0	1	23	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rue du Professeur Lannelongue	E3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rue Vital Mareille	E4	187	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rue Pierre Latécoère	E5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Allée de Boutaut	E6	115	55	0	0	26	25	120	64	56	0	0	0	0	15	16	14	0	7	58	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	14	21	0	0	0	0	0	0	0
	Av Emile Counord	E8	0	0	0	0	0	0	0	97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cours du Médoc	E9	70	0	0	0	102	40	0	0	0	45	0	0	0	4	4	0	0	4	11	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	1	0
	Allée Haussmann	E10	37	0	0	0	13	14	4	0	0	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
	Rue Henri Guillemin	E11	15	0	0	0	11	0	13	11	0	0	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Av Marcelin Berthelot	E12	92	17	0	0	0	0	0	13	15	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
	Rue Claude Boucher	E15	16	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rue Théophile Gautier	E16	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rue Jean Artus	E18	13	0	0	0	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	Place Ampère	E19	14	0	0	0	1	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	41	7	0	0	21	0	15	21	0	0	0	11	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
	Rue Pierre Trebod	E20	21	0	0	0	7	0	0	0	0	1	0	1	0	11	8	0	21	8	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Av Victor Hugo	E24	1	0	0	0	1	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	102	28	0	0	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rue Mandron	E25	16	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	151	0	12	0	0	0	0	0	10	0	0	0	13	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rue Chaigneau	E27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Av de Tivoli	E28	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	118	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	19	0	0	0	0	0	0	0
	Rue de Tivoli	E29	15	0	0	0	0	4	4	0	11	15	0	0	0	0	10	15	12	0	24	0	8	07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rue Nouaux	E30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rue de Lisieferme	E31	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	18	14	0	0	25	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Av du Président Robert Schuman	E32	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	11	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0
	Rue de la Croix-de-Seguey	E34	13	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	11	0	0	0	18	0	0	4	13	0	0	10	0	22	0	0	0	25	16	0	0	0	0	4	0	0
	Rue Lahorge	E35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rue Ulysse Gayon	E36	26	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	0	0	11	0	0	0	0	56	0	0	0	97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Av Carnot	E39	10	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	0	0	0	4	0	75	0	32	16	0	0	0	0	0	0	7	0	21	0	0	4	30	0	7	0	0	1	0	0	0
	Rue Naujac	E40	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cours Marc Nouaux	E43	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	254	0	0	0	45	0	0	0	21	0	16	0	0	0	25	0	1	0	0	0	0	0	0
	Rue de l'Ecole Normale	E44	11	0	0	0	0	0	0	22	27	16	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	7	0	7	0	0	41	41	0	12	0	0	0	18	0	19	0	0	0	40	0	10	0	0	0	0	0	0
	Av de Mimont	E47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rue de la Salle / Rue Henry Deffes	E48	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rue du Colmar	E51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Av du Jeu de Paume	E52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rue de Marseille / Rue de Soissons	E53	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	17	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rue Jules Ferry	E55	45	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	9	0	29	0	1	0	9	0	21	277	0	0	0	0	96	4	2	0	0	0	0	0	0
	Rue de la Liberté	E56	19	0	0	0	12	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	1	0	1	127	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0
	Rue Dauzats	E58	7	0	0	0	4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rue Judaïque	E59	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	12	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rue Edmond Labasse	E61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rue Bernard Adour	E64	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Av d'Arès	E67	67	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rue des Chênes Lieges	E69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bd Antoine Gautier	E70	104	0	0	0	18	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bd Georges Pompidou	E71	58	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rue du Général de Larminat	E72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rue François Daunes / Rue de Doumerc	E73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rue des Pêcheurs	E75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Passage Hermite	E76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rue du Chalet	E78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rue Jean Pierre Marie Bouron	E79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rue du Commandant Marchand	E80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tableau 3. Exemple de matrice pour les flux VL durant l'HPM du jeudi

Chaque case de la matrice correspond à un nombre de flux VL allant d'un point A à un point B aux extrémités du modèle. Tous les flux sont donc modélisés.

Pour plus de détails concernant ces matrices, on se reportera aux fichiers de comptages restitués par CPEV.

Le trafic est injecté dans le modèle suivant une matrice origine – destination faisant intervenir 53 points d'injections et 49 points de sortie du trafic.

Les variations de trafic (Cf. 1.5 p25) durant la précharge et la décharge sont également appliquées sur la matrice « source » qui s'étend de 7h30 à 8h30.

Illustration 10. Exemple d'itinéraire suivi par les VL

Dans le modèle, chaque ligne correspond à un point d'origine :

Count: 129	No	Name	Link	Pos	AllVehTypes	VehClasses
69	375	E67	441	8,676	☐	10
70	376	E69	447	23,908	☐	10
71	377	E70	13	5,312	☐	10
72	378	E71	29	9,727	☐	10
73	379	E72	20	20,380	☐	10
74	380	E73	126	6,649	☐	10
75	381	E75	453	11,944	☐	10
76	382	E76	14	11,360	☐	10
77	383	E78	129	12,056	☐	10
78	384	E79	287	12,935	☐	10
79	385	E80	392	6,466	☐	10
80	386	E1	625	66,153	☐	20
81	387	E2	631	46,894	☐	20
82	388	E6	234	31,269	☐	20

Catégorie de véhicule

10 = VL

20 = PL …

Numéro de poste d'enquête à l'origine

Count: 934	VehRoutDec	No	Name	DestLink	DestPos	RelFlow(0)
586	367: E52	1		288	30,676	0,010
587	367: E52	2		586	90,604	0,010
588	367: E52	3		414	82,903	0,010
589	367: E52	4		69	46,819	0,310
590	367: E52	5		338	94,366	0,400
591	367: E52	6		462	65,556	0,020
592	367: E52	7		26	160,309	0,100
593	367: E52	8		463	59,447	0,030
594	368: E53	1		628	95,788	0,130
595	368: E53	2		632	88,022	0,030
596	368: E53	3		240	95,309	0,070
597	368: E53	4		398	127,592	0,030
598	368: E53	5		414	57,237	0,310
599	368: E53	6		424	38,682	0,240

Pour le poste E52, on dénombre 8 itinéraires différents

La dernière colonne indique le poids relatif du trafic concerné par cet itinéraire

Ici, 3% des flux VL provenant du point d'enquête E52 se dirigent vers la route (le lien) 463

Chaque cellule de chaque matrice a été codée dans le modèle. Il en va ainsi pour les flux VL, PL, Bus et vélos.

1.3.2 Les flux guidés (Tramway)

Les tramways ont été codés différemment. Ces derniers suivent un itinéraire prédéfini, avec des arrêts connus. Nous avons codé ces derniers en injectant les tramways dans le modèle en synchronisation avec leurs horaires de passage aux différents arrêts. L'illustration suivante montre à quel moment les tramway sont injectés dans le modèle pour le tram C en direction du Parc des Expositions. Ces injections correspondent aux horaires de desserte de l'arrêt de la Place Ravezies.

No.: 1 Name: C sud nord

Base data | Departure Times | PT telegrams

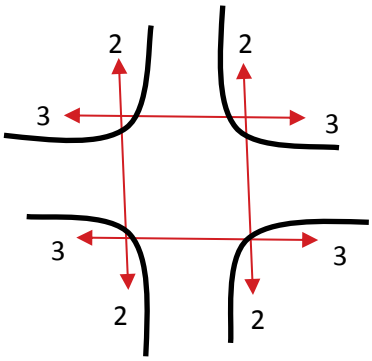
Count: 31	Dep	TeleCour	Occup
1	0,0	0	10
2	600,0	0	10
3	1200,0	0	15
4	1800,0	0	15
5	2400,0	0	15
6	3000,0	0	20
7	3480,0	0	20
8	3780,0	0	20
9	4140,0	0	20
10	4440,0	0	20
11	4740,0	0	20
12	5040,0	0	20
13	5340,0	0	20
14	5640,0	0	20
15	5940,0	0	20
16	6240,0	0	20
17	6540,0	0	20
18	6840,0	0	20
19	7140,0	0	15
20	7440,0	0	15
21	7740,0	0	15
22	8040,0	0	15
23	8340,0	0	15
24	8640,0	0	15
25	8880,0	0	15
26	9180,0	0	15
27	9480,0	0	15
28	9780,0	0	15
29	10080,0	0	10
30	10380,0	0	10
31	10680,0	0	10

Illustration 11. Injection des tramway de la ligne C sens sud/nord au droit de l'arrêt de la place Ravezies

A défaut d'injecter le nombre de montées/descentes des passagers aux différents arrêts de tramway dans le modèle, nous intègrerons l'écart-type du temps d'arrêt entre les stations.

1.3.3 Les piétons

En l'absence de données détaillées sur les flux piétonniers, nous avons adopté un échange de piétons, par cycle de feu, constant de part et d'autre des différents carrefours ponctuant les boulevards.



1.4 Codage des priorités Bus et tramways

1.4.1.1 Les tramways

Le franchissement de carrefours par les tramways déclenche des priorités totales, impliquant la fermeture de tous les feux excepté celui du tramway concerné et des lignes de feux sans interaction directe avec le franchissement de la plateforme tramway.

Dans le modèle, cela se traduit par l'implantation d'un détecteur de présence sur chaque voie de tramway, en amont de chaque carrefour.

Toutes les secondes le détecteur renvoie la présence ou non du tramway. La procédure se décrit comme suit :

- Détection du tramway
- Commande de fermeture de tous les feux du carrefour
- Temps de dégagement de 3 à 4 secondes pour libérer la voie du tramway
- Ouverture du feu de tramway durant 4 secondes (équivalent au temps de franchissement du carrefour par le tramway)
- Fermeture du feu tramway et temps de dégagement de 6 secondes (équivalent à la fermeture de toutes les lignes de feux)
- Ouverture de la ligne de feu allouée à la circulation courante – attribution à la phase de feu suivant celle qui a été interrompue à la détection du tramway.

En général, le détecteur de tramway est placé 20 à 25 mètres en amont du carrefour. Cela varie suivant le temps de dégagement nécessaire à l'évacuation du carrefour.

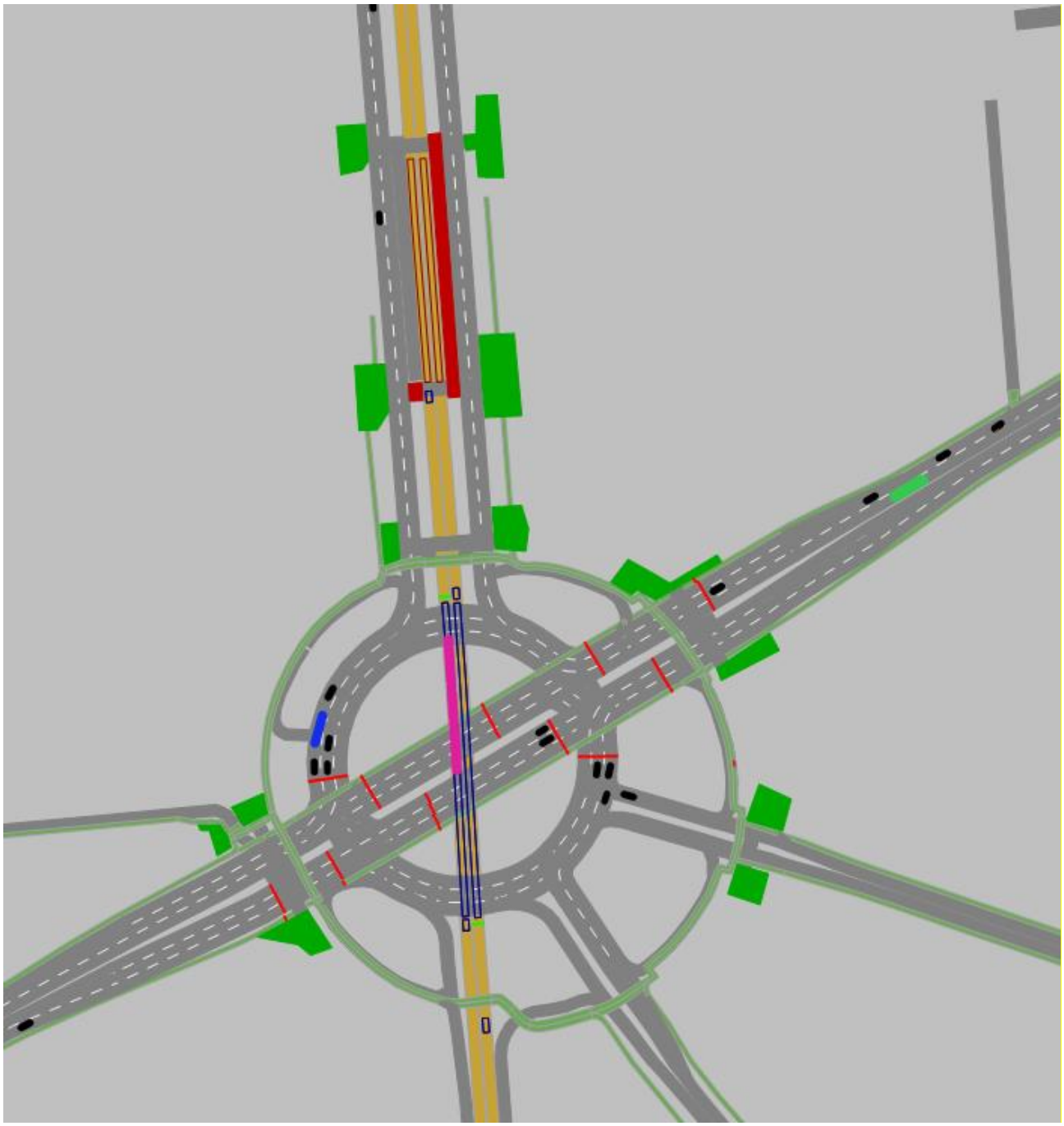


Illustration 12. Franchissement de la Place Ravezies

Dans le modèle, la mise en place de la procédure décrite se fait par l'intermédiaire d'un fichier VAP et PUA. Le fichier VAP gère la durée des phases de feux ainsi que leur logique d'enchaînement ; le fichier PUA gère les interphases.

```
/* Gestion d'une priorité tramway
    Bordeaux Ornano 12 janvier 2018
*/

Program carrefour_prio;

/* Constantes */
CONST

/* Constantes de base */
  VRAI = 1,
  FAUX = 0,
  INFINI = 10000,

/* Sécurités fonctionnelles */

  /*Description des phases */
  dS1min = 7,
  dS2min = 3,
  dS1max = 82,
  dS2max = 5,

  /*Description des interphases*/
  dS1S2 = 4,
  dS2S1 = 5,
  dS1TS = 6,
  dS2TS = 6,

/* Initialisation des dA */
  dA1 = 3,
  dA2 = 3,

/* Capteurs */
  Cap1_1 = 101, /*Appel sens 1*/
  Cap1_2 = 102, /*Acquittement sens 1*/
  Cap2_1 = 201, /*Appel sens 2*/
  Cap2_2 = 202; /*Acquittement sens 2*/

/******** ROUTINE PRINCIPALE ************

TRACE (ALL);
```

```
$SIGNAL_GROUPS---------------
NomLF   Numero
$----------------------------
V1  1
V2  2
V3  3
V4  4
V5  5
V6  6
V7  7
V8  8
V9  9
V10  10
V11  11
T1  12
T2  13

$STAGES----------------------
NomPhase  Numero
$----------------------------
Phase_1         V1  V2  V3  V6  V7  V8  V9  V10  V11
Phase_2         V4  V5
Phase_3         T1  T2

$STARTING_STAGE--------------
Nom de la phase de depart
$----------------------------
Phase_1

$INTERSTAGE1-----------------
length [s] : 19
from stage : 1
to stage : 2
$----------------------------
V1  -127  1
V2  -127  1
V3  -127  0
V4  15  127
```

Illustration 13. Extraits de fichiers VAP et PUA

1.5 Période de modélisation

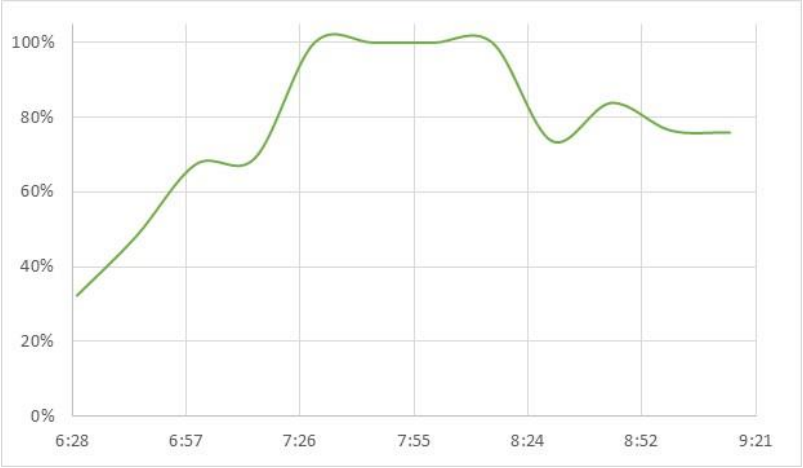
Le modèle présente le fonctionnement de la circulation durant l'heure de pointe du matin du jeudi.

La modélisation ne reprend pas uniquement l'HPM que l'on a située entre 7h30 et 8h30, il intègre une période de charge et de décharge du réseau. Ainsi la modélisation débute à 6h30 et s'achève à 9h30.

start	end	pas de 15'		start	end
0	900	15	précharge	6h30	6h45
900	1800	30		6h45	7h00
1800	2700	45		7h00	7h15
2700	3600	60		7h15	7h30
3600	4500	75	HPM	7h30	7h45
4500	5400	90		7h45	8h00
5400	6300	105		8h00	8h15
6300	7200	120		8h15	8h30
7200	8100	135		8h30	8h45
8100	9000	150	décharge	8h45	9h00
9000	9900	165		9h00	9h15
9900	10800	180		9h15	9h30

Pour reproduire les périodes de charge et de décharge du trafic, nous nous sommes basés sur la moyenne des variations de trois points de comptages de référence disponibles[1] : Boutaut, Tivoli et Daney.

Précharge				HPM				Décharge			
0-900	900-1800	1800-2700	2700-3600	3600-4500	4500-5400	5400-6300	6300-7200	7200-8100	8100-9000	9000-9900	9900-10800
6:30	6:45	7:00	7:15	7:30	7:45	8:00	8:15	8:30	8:45	9:00	9:15
32%	48%	67%	69%	100%	100%	100%	100%	74%	84%	76%	76%



[1] Seuls ces points de comptages nous permettent d'avoir une vision fine des variations du trafic avec des pas de 6 minutes.

2. RESULTATS DU MODELE DE REFERENCE

2.1 Injection des trafics

La moyenne des trafics écoulés dans le modèle sur 10 réplications (runs) présente très peu d'écarts avec le trafic réel observé et injecté dans le modèle.

Le coefficient de détermination affiche un excellent R^2 de 0,99.

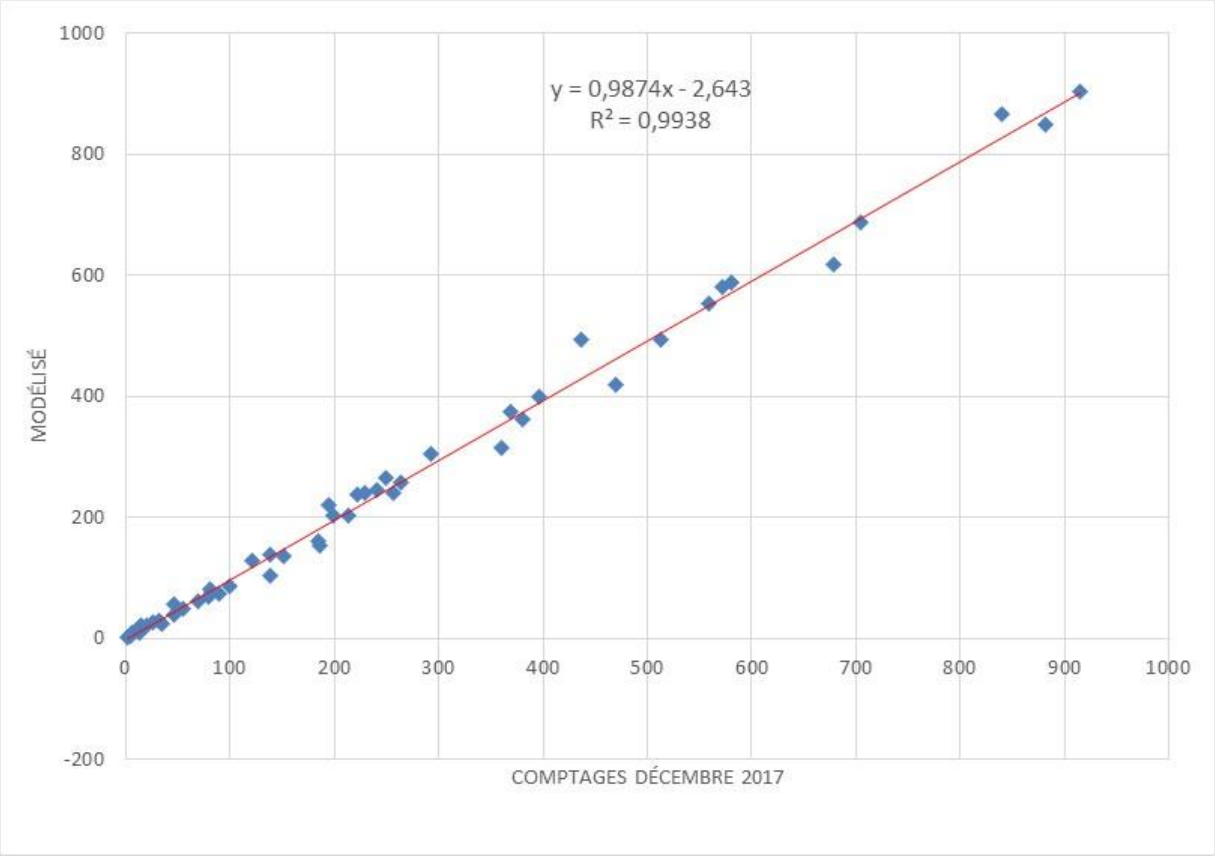


Illustration 14. Corrélation entre les trafics écoulés par le modèle et les comptages

voie concernée	n° entrée dans le modèle	HPM_2017 réel	HPM_modèle situation référence 10 runs	Delta	%_écart	GEH_HPM
Bd Alfred Daney	E1	915	903	12	1%	0,4
Rue Jean Hameau	E2	361	314	47	13%	2,6
Rue du Professeur Lannelongue	E3	5	3	2	40%	1,0
Rue Vital Mareille	E4	396	400	4	1%	0,2
Rue Pierre Latécoère	E5	32	28	4	13%	0,7
Allée de Boutaut	E6	679	617	62	9%	2,4
Av Emile Counord	E8	100	86	14	14%	1,5
Cours du Médoc	E9	513	494	20	4%	0,9
Allée Haussmann	E10	185	160	26	14%	1,9
Rue Henri Guillemin	E11	138	139	1	1%	0,1
Av Marcelin Berthelot	E12	195	220	25	13%	1,7
Rue Claude Boucher	E15	33	27	6	18%	1,1
Rue Théophile Gautier	E16	15	20	5	33%	1,2
Rue Jean Artus	E18	80	70	11	13%	1,2
Place Ampère	E19	250	264	14	6%	0,9
Rue Pierre Trebod	E20	121	128	7	5%	0,6
Av Victor Hugo	E24	369	373	4	1%	0,2
Rue Mandron	E25	293	305	12	4%	0,7
Rue Chaigneau	E27	9	12	3	33%	0,9
Av de Tivoli	E28	264	256	8	3%	0,5
Rue de Tivoli	E29	230	239	9	4%	0,6
Rue Marceau	E30	35	25	11	30%	1,9
Rue de Lisleferme	E31	139	103	37	26%	3,3
Av du Président Robert Schuman	E32	222	237	15	7%	1,0
Rue de la Croix-de-Seguey	E34	257	241	16	6%	1,0
Rue Laharpe	E35	151	136	15	10%	1,3
Rue Ulysse Gayon	E36	241	244	3	1%	0,2
Av Carnot	E39	381	362	19	5%	1,0
Rue Naujac	E40	81	80	1	1%	0,1
Cours Marc Nouaux	E43	470	418	52	11%	2,5
Rue de l'Ecole Normale	E44	882	849	34	4%	1,1
Av de Mirmont	E47	21	22	1	5%	0,2
Rue de la Jalle / Rue Henry Deffes	E48	82	75	7	9%	0,8
Rue de Colmar	E51	16	15	1	6%	0,3
Av du Jeu de Paume	E52	90	73	17	19%	1,9
Rue de Marseille / Rue de Soissons	E53	70	60	10	14%	1,2
Rue Jules Ferry	E55	580	587	7	1%	0,3
Rue de la Liberté	E56	186	153	34	18%	2,6
Rue Dauzats	E58	26	26	0	0%	0,0
Rue Judaïque	E59	437	493	56	13%	2,6
Rue Edmond Labasse	E61	46	39	7	15%	1,1
Rue Bernard Adour	E64	213	203	10	5%	0,7
Av d'Arès	E67	704	686	18	3%	0,7
Rue des Chênes Lieges	E69	55	49	6	11%	0,8
Rue des Pêcheurs	E75	14	10	4	29%	1,2
Passage Hermite	E76	47	57	10	21%	1,4
Rue du Chalet	E78	5	3	2	40%	1,0
Rue Jean Pierre Marie Bouron	E79	6	10	4	67%	1,4
Bd Georges Pompidou	E71	572	581	9	2%	0,4
Bd Antoine Gautier	E70	840	866	26	3%	0,9
Rue du Général de Larminat	E72	559	552	7	1%	0,3
Rue du Commandant Marchand	E80	2	1	1	50%	0,8
Rue François Daunes / Rue de Doumerc	E73	199	202	3	1%	0,2

Tableau 4. Présentation des écarts de trafic dans le calage du modèle pour l'HPM

					trafic observé (2017)	résultats situation réf. Multirun	
		collection points	count	jeudi HPM 7h30-8h30	tous véhicules	trafic injecté modèle **minimum**	trafic injecté modèle **maximum**
Bd Alfred Daney	E1 IN	1	1	**E1**	915	873	916
Rue Jean Hameau	E2 IN	4	2	**E2**	361	309	338
Rue du Professeur Lannelongue	E3 IN	6	3	**E3**	5	3	9
Rue Vital Mareille	E4 IN	8	4	**E4**	396	371	435
Rue Pierre Latécoère	E5 IN	10	5	**E5**	32	30	43
Allée de Boutaut	E6 IN	13,14	6	**E6**	679	562	654
Av Emile Counord	E8 IN	16	7	**E8**	100	83	106
Cours du Médoc	E9 IN	18	8	**E9**	513	473	522
Allée Haussmann	E10 IN	20	9	**E10**	185	138	168
Rue Henri Guillemin	E11 IN	22	10	**E11**	138	127	155
Av Marcelin Berthelot	E12 IN	24	11	**E12**	195	173	226
Rue Claude Boucher	E15 IN	26	12	**E15**	33	27	40
Rue Théophile Gautier	E16 IN	27	13	**E16**	15	12	20
Rue Jean Artus	E18 IN	30	14	**E18**	80	69	88
Place Ampère	E19 IN	32	15	**E19**	250	222	273
Rue Pierre Trebod	E20 IN	34	16	**E20**	121	122	147
Av Victor Hugo	E24 IN	37	17	**E24**	369	344	398
Rue Mandron	E25 IN	39,40	18	**E25**	293	275	305
Rue Chaigneau	E27 IN	42	19	**E27**	9	6	12
Av de Tivoli	E28 IN	44	20	**E28**	264	243	270
Rue de Tivoli	E29 IN	46	21	**E29**	230	213	243
Rue Marceau	E30 IN	48	22	**E30**	35	19	39
Rue de Lisleferme	E31 IN	50	23	**E31**	139	51	130
Av du Président Robert Schuman	E32 IN	52,53	24	**E32**	222	222	251
Rue de la Croix-de-Seguey	E34 IN	55,56	25	**E34**	257	257	292
Rue Laharpe	E35 IN	57	26	**E35**	151	122	161
Rue Ulysse Gayon	E36 IN	58	27	**E36**	241	106	279
Av Carnot	E39 IN	62	29	**E39**	381	440	481
Rue Naujac	E40 IN	64	30	**E40**	81	83	124
Cours Marc Nouaux	E43 IN	67	31	**E43**	470	418	482
Rue de l'Ecole Normale	E44 IN	68,69	32	**E44**	882	813	887
Av de Mirmont	E47 IN	72	33	**E47**	21	17	30
Rue de la Jalle / Rue Henry Deffes	E48 IN	73	34	**E48**	82	91	126
Rue de Colmar	E51 IN	76	35	**E51**	16	15	31
Av du Jeu de Paume	E52 IN	77	36	**E52**	90	73	103
Rue de Marseille / Rue de Soissons	E53 IN	79,8	37	**E53**	70	30	78
Rue Jules Ferry	E55 IN	81,82	38	**E55**	580	454	590
Rue de la Liberté	E56 IN	83	39	**E56**	186	154	207
Rue Dauzats	E58 IN	86	40	**E58**	26	23	34
Rue Judaïque	E59 IN	87,88	41	**E59**	437	466	513
Rue Edmond Labasse	E61 IN	91	42	**E61**	46	35	47
Rue Bernard Adour	E64 IN	92	43	**E64**	213	183	221
Av d'Arès	E67 IN	95	44	**E67**	704	624	700
Rue des Chênes Lieges	E69 IN	97	45	**E69**	55	46	65
Bd Antoine Gautier	E70 IN	109,110	51	**E70**	14	10	20
Bd Georges Pompidou	E71 IN	107,108	50	**E71**	47	40	70
Rue du Général de Larminat	E72 IN	113,114,115	52	**E72**	5	3	8
Rue François Daunes / Rue de Doume	E73 IN	120	54	**E73**	6	4	10
Rue des Pêcheurs	E75 IN	99	46	**E75**	572	501	581
Passage Hermite	E76 IN	101	47	**E76**	840	771	885
Rue du Chalet	E78 IN	103	48	**E78**	559	503	570
Rue Jean Pierre Marie Bouron	E79 IN	104	49	**E79**	2	0	3
Rue du Commandant Marchand	E80 IN	118	53	**E80**	199	168	210

Tableau 5. Trafics minimums et maximums écoulés par le modèle (multirun)

2.2 Calage des temps de parcours

2.2.1 Précisions préalables

- L'hypothèse de départ qui consistait à retenir les temps de cycle les plus importants (100 secondes) ne fonctionne pas pour l'ensemble du modèle.

- GERTRUDE ajuste les temps de cycle en temps réel selon la charge de trafic par tronçon ; au cours des relevés de temps de parcours, certains carrefours tournaient manifestement sur des cycles de 100 secondes, d'autres de 90 secondes. Cela se détecte en analysant les temps de parcours relevés sur site.

- Malgré des ajustements sur le temps des cycles de feux, nous avons pu observer des écarts persistants de temps de parcours qui s'expliquaient non pas par des capacités d'écoulement mais par des effets de verrous résultant d'une mauvaise synchronisation entre certains feux.

- Le travail de calage a été extrêmement fastidieux car il est censé reproduire une situation (celle observée lors des recueils) qui ne se présente qu'une fois, avec une micro-régulation en temps réel.

- Nous avons donc travaillé sur les moyennes de temps de parcours (2 passages par sens), en nous assurant que les résultats du modèle se situaient toujours dans la « fourchette » des deux passages.

- L'ajustement des temps de parcours a été appréhendé en reproduisant les longueurs de files au différents carrefours ; cet indicateur nous permet d'apprécier la cohérence entre la durée de cycle des feux aux carrefours et l'écoulement du trafic.

- En dernier lieu, les temps de parcours ont été affinés par un calage des vitesses par section (21 sections) et par sens de circulation

- Cette approche permet de reproduire le comportement des conducteurs en circulation courante, notamment en prenant en compte des critères de cohabitation entre véhicules, ce que le modèle restitue difficilement par défaut.

- **Plus de 50 itérations comprenant des modifications successives ont été réalisées pour parvenir au résultat suivant, que nous considérons comme satisfaisant au regard des contraintes de fonctionnement du site (régulation en temps réel).**

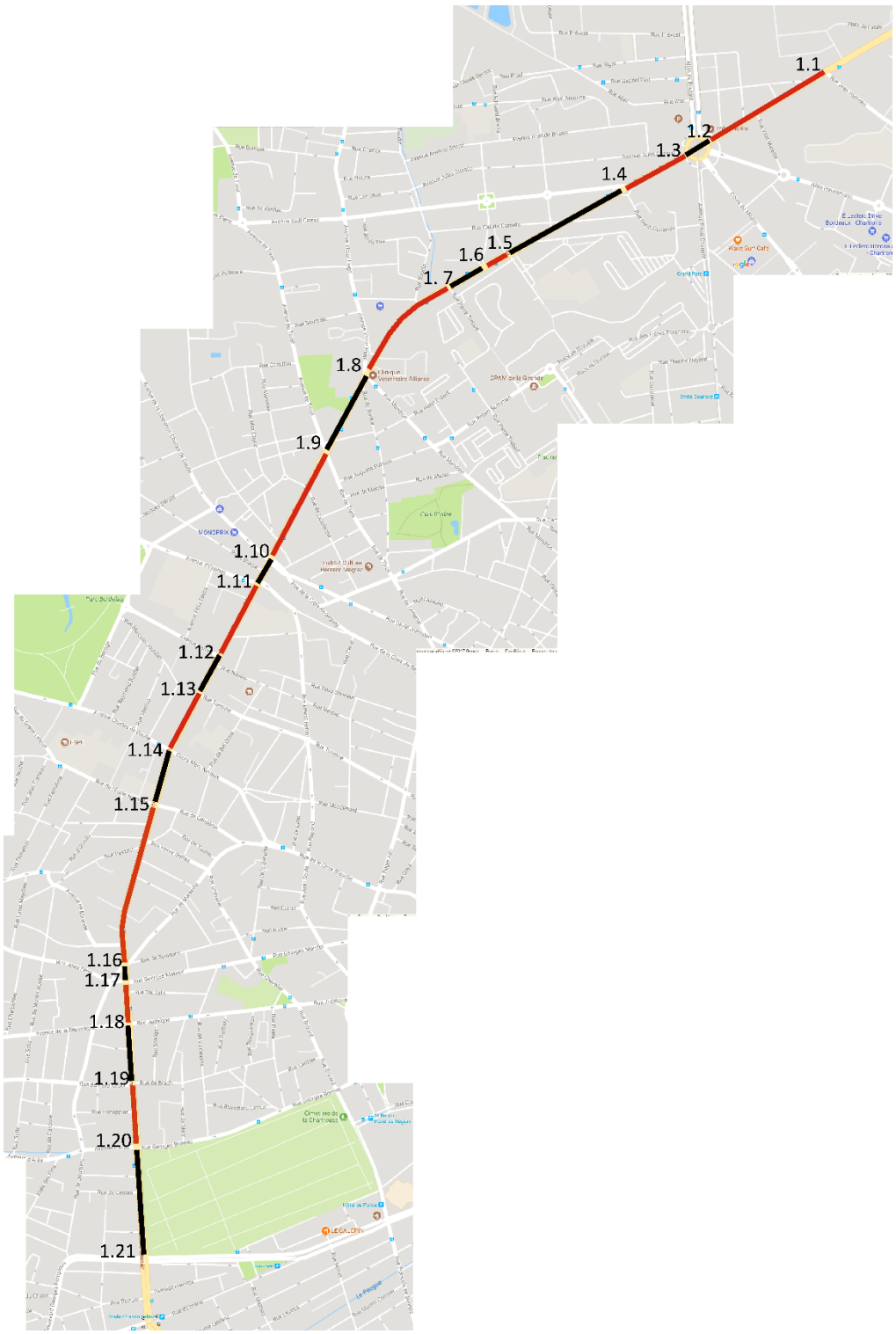


Illustration 15. Sections délimitant les temps de parcours

2.2.2 Résultats pour le sens de circulation descendant (nord -> sud)

Dans l'ensemble, le modèle présente un peu plus de congestion que ce qui a été mesuré lors des visites terrain. Nous expliquons ces écarts de différentes manières :

- Sur le terrain, les cycles de feux sont ajustés en temps réel / dans le modèle, les cycle de feux sont fixes et constants. GERTRUDE peut mettre en place ponctuellement des stratégies de régulation que nous n'avons pas prises en compte car nous ne connaissons pas les règles et les paliers de trafic générant une permutation d'un fonctionnement à un autre dans GERTRUDE.
- Il peut également y avoir un effet de désynchronisation des feux dans le modèle partant du principe que certains feux sont calés sur un cycle de 100 secondes, d'autres sur 90 secondes, sans compter les carrefours comprenant des priorités Bus et Tramway. Vraisemblablement GERTRUDE se recale automatiquement pour assurer une resynchronisation des feux ; le modèle ne sait pas le faire.

	Passage 1 - sens descendant	Passage 2 - sens descendant	modèle - sens descendant - moyenne 10 multirun	écarts (mn.sec)	modèle - sens descendant - minimum multirun (10)	modèle - sens descendant - maximum multirun (10)
DEP ITI1	00:00:00	00:00:00	00:00:00		00:00:00	00:00:00
PI 1.1	00:02:09	00:02:04	00:01:24	-0.40	00:01:16	00:01:30
PI 1.2	00:01:39	00:01:05	00:01:38		00:01:28	00:01:49
PI 1.3	00:00:10	00:00:07	00:00:25	+0.15	00:00:20	00:00:29
PI 1.4	00:00:29	00:00:37	00:01:04	+0.27	00:00:58	00:01:12
PI 1.5	00:00:39	00:00:54	00:01:07	+0.13	00:00:48	00:01:54
PI 1.6	00:00:08	00:00:10	00:00:29	+0,19	00:00:24	00:00:40
PI 1.7	00:00:14	00:00:14	00:00:32	+0.18	00:00:23	00:00:49
PI 1.8	00:01:00	00:01:11	00:01:56	+0.45	00:00:53	00:03:09
PI 1.9	00:01:53	00:04:48	00:02:13		00:01:42	00:02:31
PI 1.10	00:04:14	00:02:18	00:02:46		00:01:53	00:03:21
PI 1.11	00:00:36	00:01:06	00:00:38		00:00:32	00:00:40
PI 1.12	00:00:53	00:01:19	00:01:28	+0.09	00:01:20	00:01:37
PI 1.13	00:00:25	00:00:18	00:01:00	+0.35	00:00:55	00:01:07
PI 1.14	00:03:44	00:02:10	00:02:11		00:02:07	00:02:16
PI 1.15	00:00:30	00:01:24	00:00:53		00:00:52	00:00:54
PI 1.16	00:01:34	00:01:26	00:01:30		00:01:13	00:01:45
PI 1.17	00:00:08	00:01:49	00:00:16		00:00:14	00:00:20
PI 1.18	00:00:13	00:01:46	00:00:31		00:00:31	00:00:32
PI 1.19	00:00:26	00:00:21	00:00:37		00:00:36	00:00:37
PI 1.20	00:01:12	00:01:04	00:00:40	-0.24	00:00:37	00:00:43
PI 1.21	00:01:40	00:00:47	00:01:36		00:01:09	00:02:00
FIN ITI1	00:00:12	00:00:14	00:00:33	+0.19	00:00:32	00:00:33
TOTAL	**00:24:08**	**00:27:12**	**00:23:18**	-0.50	**00:20:36**	**00:25:12**

Tableau 6. Comparaison des temps de parcours sens nord->sud

- Concernant le temps de parcours sur la section 1 (au nord), le modèle retranscrit un écoulement du trafic plus fluide que ce qui a été observé. L'écart de 40 secondes entre le temps moyen (modèle) et le temps réel provient du phénomène d'injection du trafic ne restituant pas les conditions de circulation à la sortie de la place de la Latule.
- Concernant les temps de parcours obtenus sur la section 1.8[2], on remarque un écart important entre les temps minimum et le temps maximum obtenus sur 10 réplications. Globalement les temps sur cette section variaient entre 1 minute et 1 minute 40 ; ils atteignent 3 minutes sur 2 réplications. Nous retrouvons cette volatilité des temps de parcours dans la réalité, mais au

[2] La section 8 a un linéaire de près de 150 mètres

niveau de la section 1.9. Il y a un décalage de 30 mètres entre le phénomène réel et celui du modèle.

Par ailleurs il est important de comprendre comment est obtenu le temps de parcours général sur l'itinéraire (23 minutes 18 secondes). En effet, d'un côté nous présentons des temps de parcours relevés allant de 24 à 27 minutes sur site et de l'autre côté nous avançons que le modèle génère un peu plus de congestion mais un temps de parcours de 23 minutes.

Ce paradoxe s'explique simplement : les temps de 24 et de 27 minutes ont été obtenus en réalisant 2 passages dans le sens descendant durant l'HPM. Le 1er passage débute à 7h24, le second à 7h54. Les temps obtenus correspondent uniquement à 2 passages dans des conditions de circulation précises. Le temps de 23minutes 18 restitué par le modèle correspond à la moyenne des temps de parcours achevés par tous les véhicules ayant traversé l'itinéraire du nord au sud sur l'ensemble de l'heure de pointe (7h30 – 8h30).

2.2.3 Résultats pour le sens de circulation montant (sud -> nord)

Dans le sens montant, le modèle est beaucoup moins sensible aux perturbations de circulation. Le calage s'est presque effectué naturellement, sans avoir recours à de nombreux ajustements.

Le temps de parcours moyen restitué par le modèle est de 20 minutes 36 secondes.

	Passage 1 - sens montant	Passage 2 - sens montant	modèle - sens montant - moyenne 10 multirun	écarts (mn.sec)	modèle - sens montant - minimum multirun (10)	modèle - sens montant - minimum multirun (10)
FIN ITI1	00:00:00	00:00:00	00:00:00		00:00:00	00:00:00
PI 1.21	00:00:11	00:00:11	00:00:14	+0.03	00:00:13	00:00:15
PI 1.20	00:00:24	00:01:41	00:01:18		00:01:00	00:01:32
PI 1.19	00:00:21	00:00:26	00:00:28	+0.02	00:00:21	00:00:48
PI 1.18	00:00:31	00:01:28	00:00:53		00:00:51	00:00:56
PI 1.17	00:00:31	00:00:16	00:00:38	+0.07	00:00:37	00:00:39
PI 1.16	00:00:07	00:00:06	00:00:09	+0.02	00:00:09	00:00:09
PI 1.15	00:01:17	00:05:00	00:02:02		00:01:58	00:02:07
PI 1.14	00:01:12	00:00:25	00:00:47		00:00:46	00:00:49
PI 1.13	00:00:40	00:01:20	00:01:08		00:01:03	00:01:15
PI 1.12	00:00:17	00:00:46	00:00:29		00:00:28	00:00:30
PI 1.11	00:01:19	00:00:29	00:01:03		00:01:02	00:01:04
PI 1.10	00:00:12	00:00:13	00:00:17	+0.04	00:00:17	00:00:18
PI 1.9	00:01:54	00:02:16	00:01:55		00:01:38	00:02:18
PI 1.8	00:00:28	00:00:24	00:00:46	+0.18	00:00:44	00:00:47
PI 1.7	00:00:35	00:00:35	00:00:45	+0.10	00:00:42	00:00:51
PI 1.6	00:00:42	00:00:11	00:00:30		00:00:23	00:00:36
PI 1.5	00:00:23	00:00:27	00:00:42	+0.15	00:00:39	00:00:47
PI 1.4	00:04:09	00:02:15	00:01:54	-0.21	00:01:06	00:02:49
PI 1.3	00:00:56	00:02:46	00:01:51		00:01:22	00:02:05
PI 1.2	00:00:12	00:00:10	00:00:24	+0.12	00:00:22	00:00:27
PI 1.1	00:01:46	00:00:38	00:01:19		00:01:15	00:01:21
DEP ITI1	00:01:06	00:01:05	00:00:45	-0.20	00:00:45	00:00:46
TOTAL	**00:19:13**	**00:23:08**	**00:20:36**		**00:17:51**	**00:21:10**

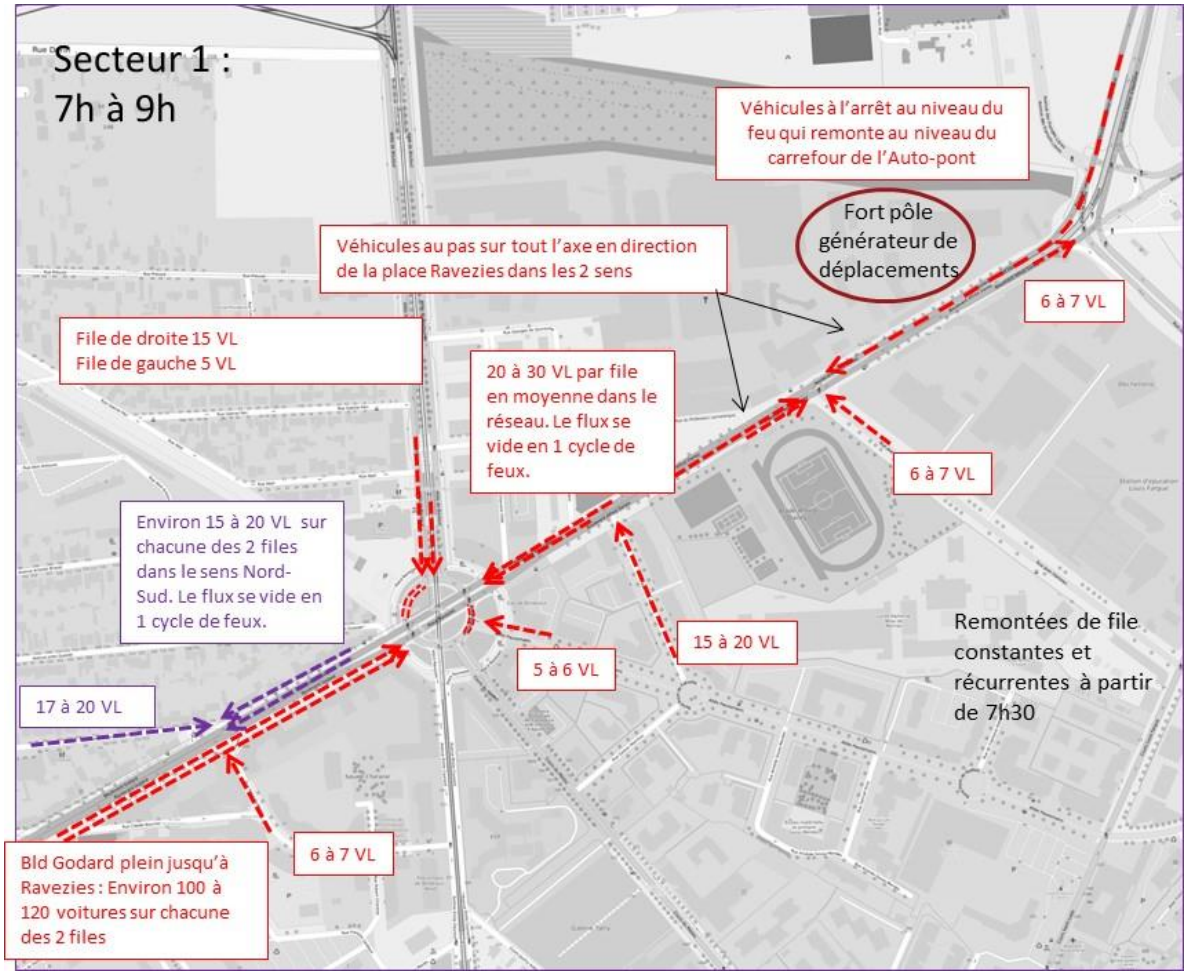
Tableau 7. Comparaison des temps de parcours sens sud->nord

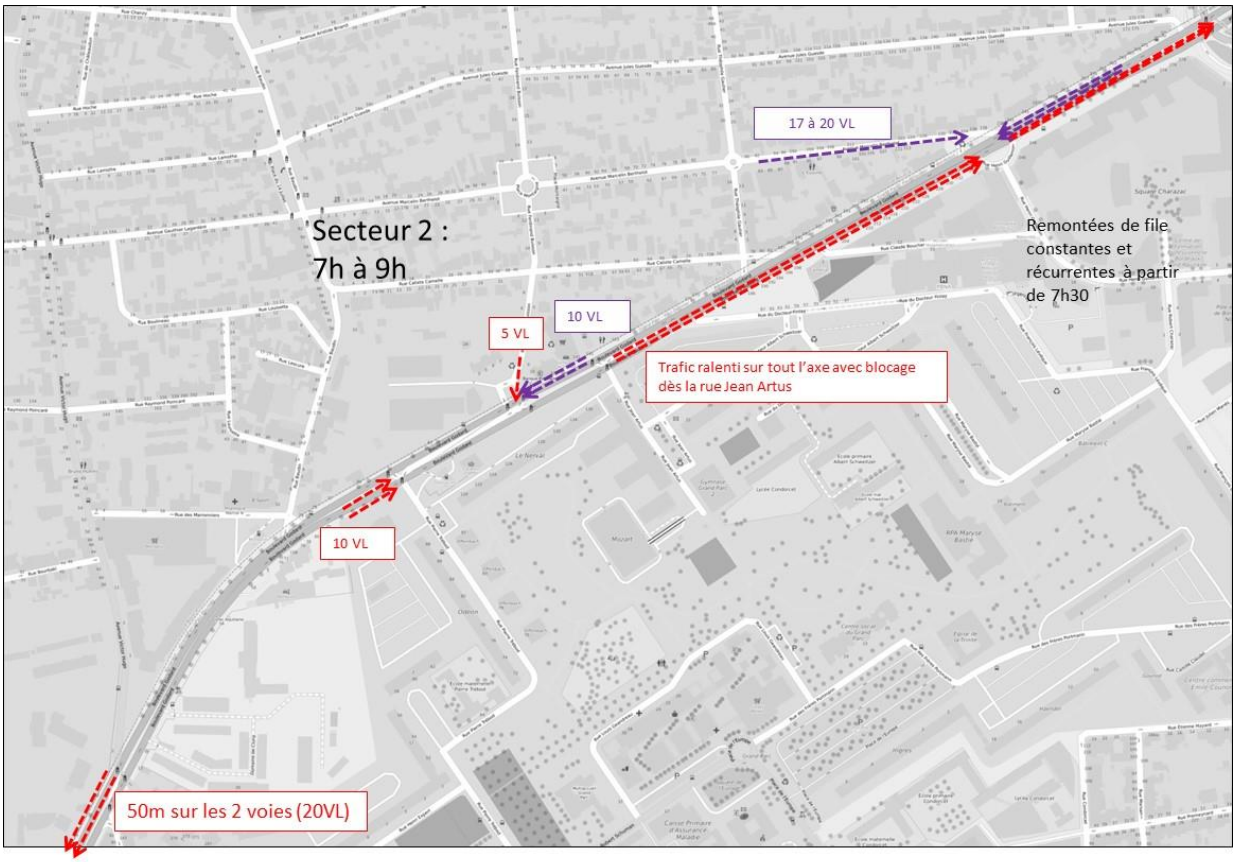
Dans l'ensemble, le calage des temps de parcours est assez fidèle à la réalité observée – surtout lorsque l'on considère l'intégration de variables comme la régulation en temps réel et la modification de plans de feux au passage d'un tramway.

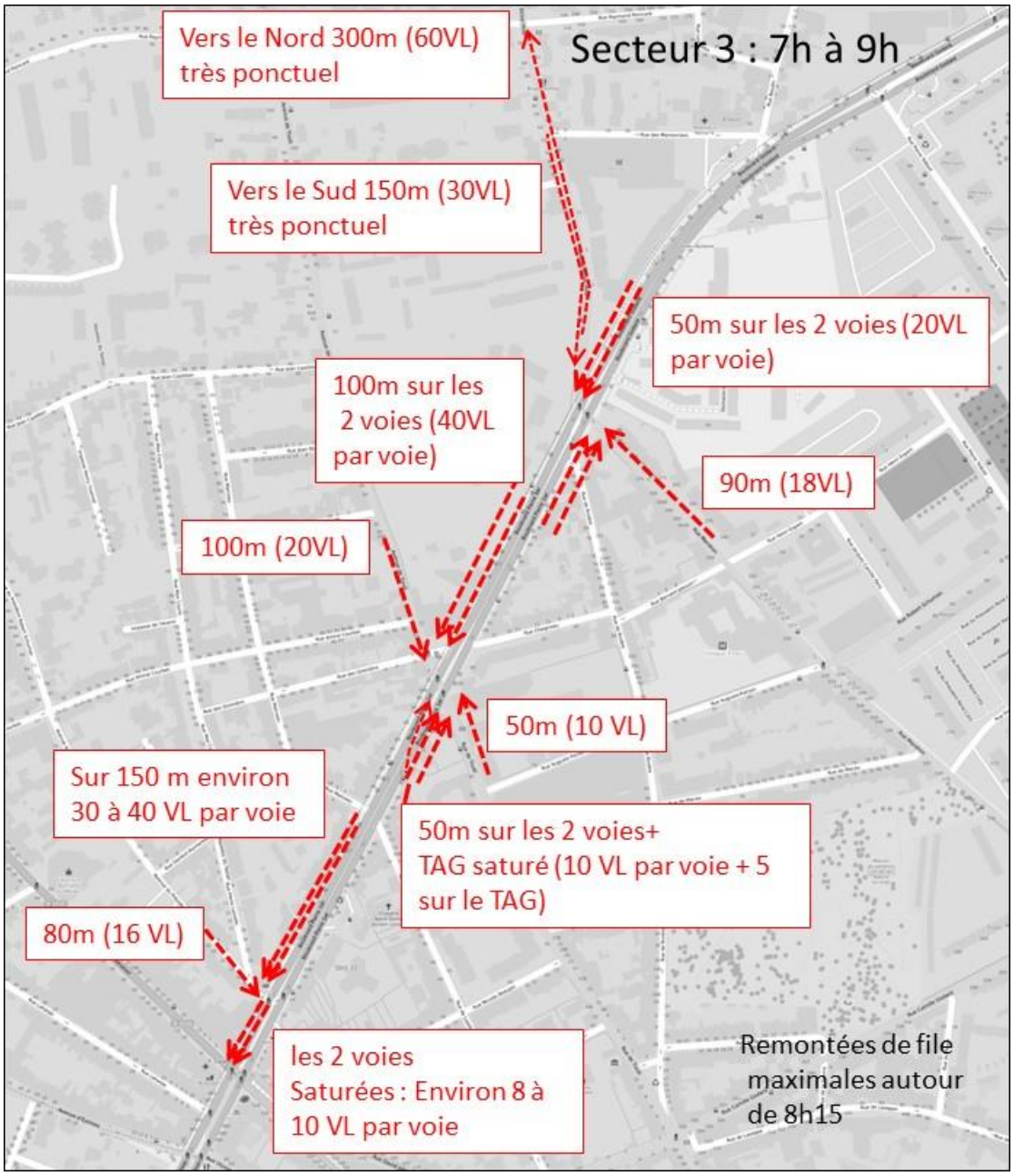
2.2.4 Calage des remontées de files

Il y a eu un travail itératif d'allers-et-retours visant à synchroniser les temps de parcours et les files d'attente. Dans certains cas, les files d'attente ont été ajustées en implémentant des vitesses désirées sur des sections où l'on souhaitait modifier la longueur de la file d'attente. En général, on augmente la vitesse pour obtenir une remontée de file plus longue en aval et inversement.

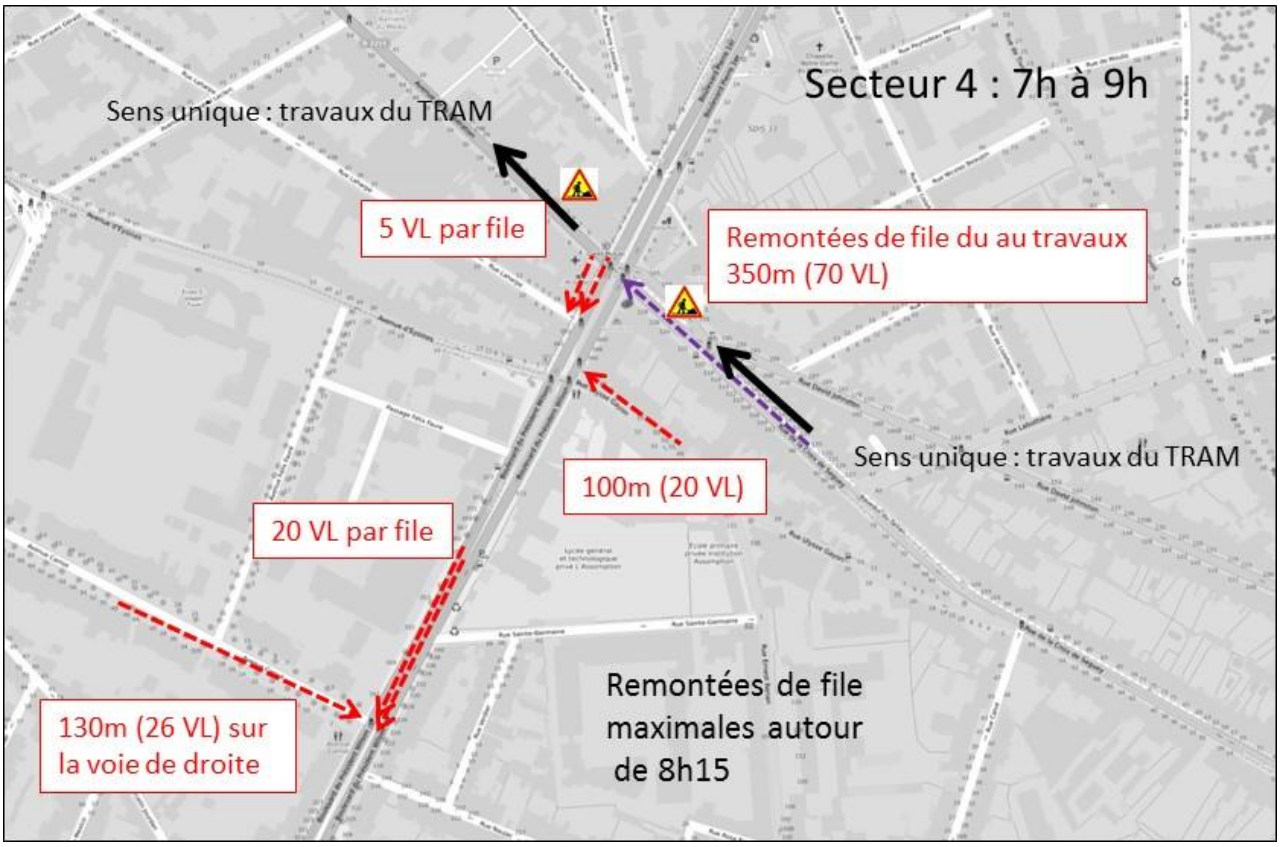
Les remontées de files présentées ci-après ont été obtenues entre 8h00 et 8h15 ; période considérée comme la plus critique pour la circulation dans l'ensemble. On présente avant les relevés de CPEV le jour de l'enquête.

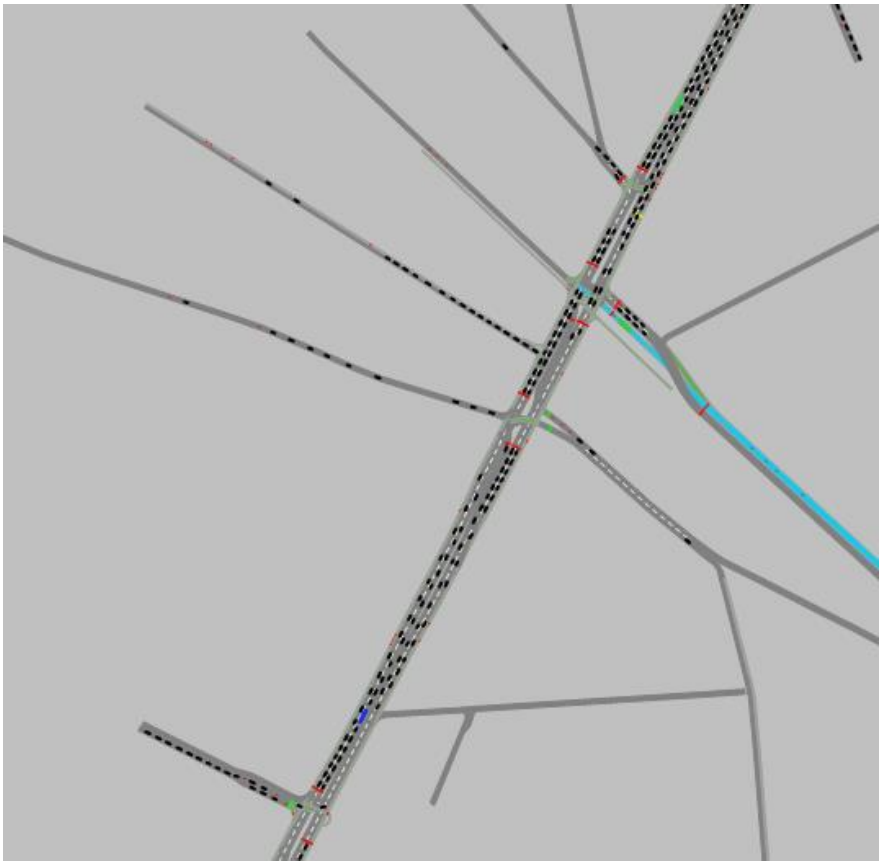

Secteur 1 :
7h à 9h
Véhicules à l'arrêt au niveau du feu qui remonte au niveau du carrefour de l'Auto-pont
Fort pôle générateur de déplacements
Véhicules au pas sur tout l'axe en direction de la place Ravezies dans les 2 sens
6 à 7 VL
File de droite 15 VL
File de gauche 5 VL
20 à 30 VL par file en moyenne dans le réseau. Le flux se vide en 1 cycle de feux.
6 à 7 VL
Environ 15 à 20 VL sur chacune des 2 files dans le sens Nord-Sud. Le flux se vide en 1 cycle de feux.
15 à 20 VL
Remontées de file constantes et récurrentes à partir de 7h30
5 à 6 VL
17 à 20 VL
6 à 7 VL
Bld Godard plein jusqu'à Ravezies : Environ 100 à 120 voitures sur chacune des 2 files

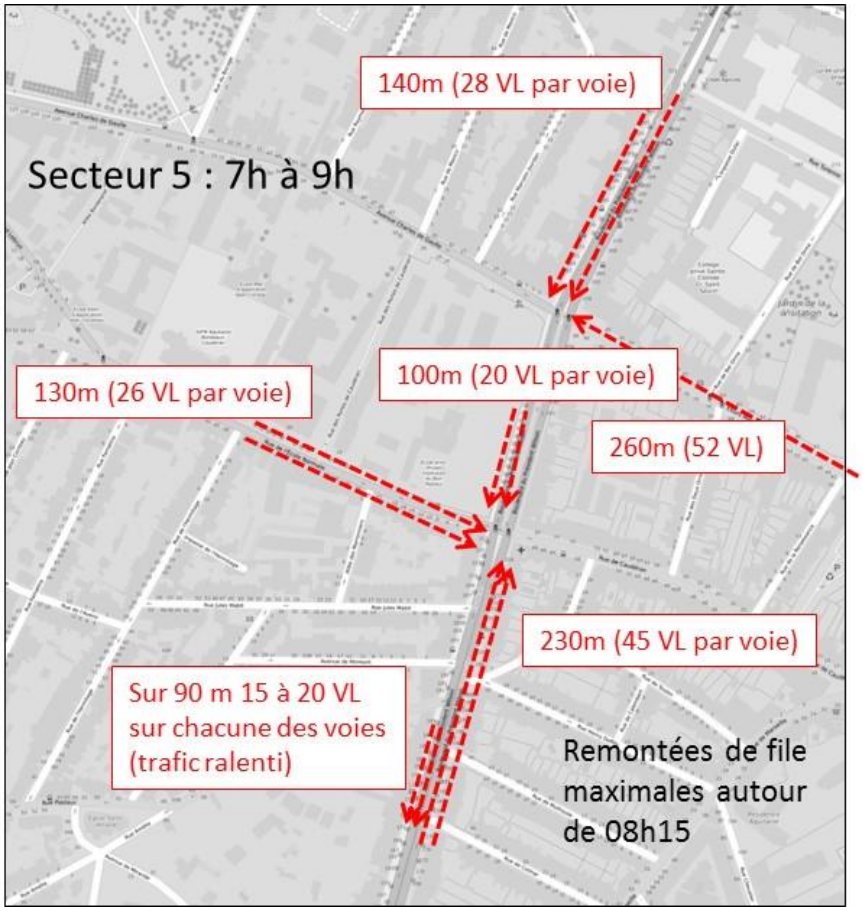

17 à 20 VL
Secteur 2 :
7h à 9h
Remontées de file constantes et récurrentes à partir de 7h30
10 VL
5 VL
Trafic ralenti sur tout l'axe avec blocage dès la rue Jean Artus
10 VL
50m sur les 2 voies (20VL)

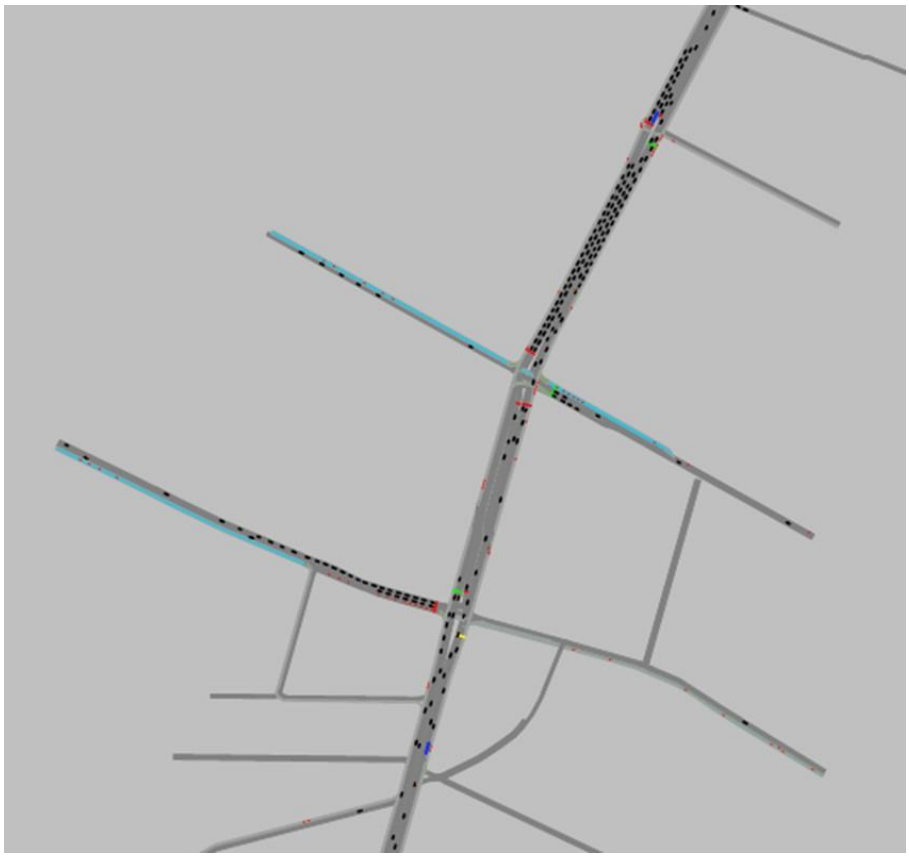

Secteur 3 : 7h à 9h
Vers le Nord 300m (60VL) très ponctuel
Vers le Sud 150m (30VL) très ponctuel
50m sur les 2 voies (20VL par voie)
100m sur les 2 voies (40VL par voie)
90m (18VL)
100m (20VL)
50m (10 VL)
Sur 150 m environ 30 à 40 VL par voie
50m sur les 2 voies+ TAG saturé (10 VL par voie + 5 sur le TAG)
80m (16 VL)
les 2 voies Saturées : Environ 8 à 10 VL par voie
Remontées de file maximales autour de 8h15

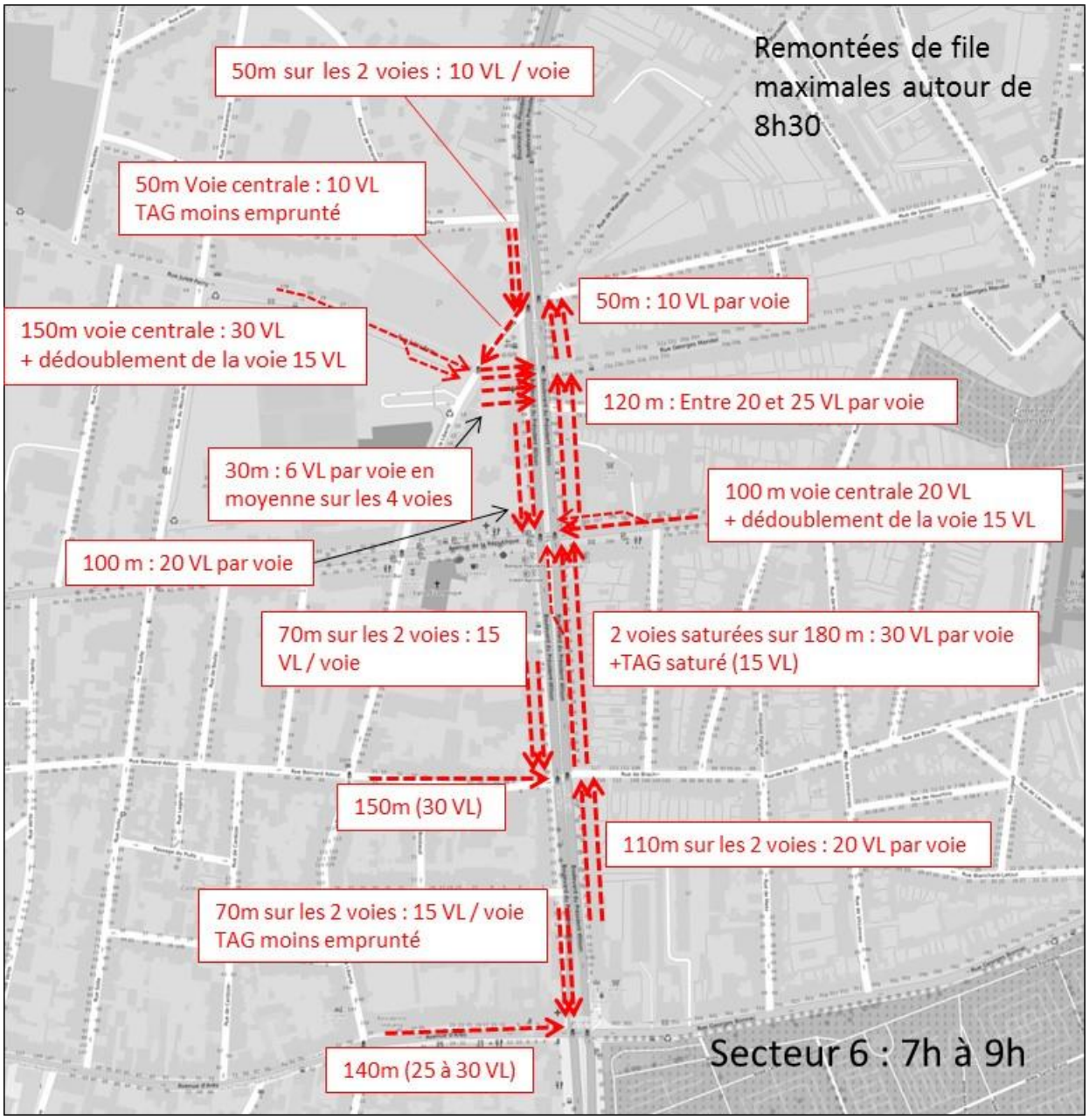
Secteur 3


Secteur 4 : 7h à 9h
Sens unique : travaux du TRAM
5 VL par file
Remontées de file du au travaux
350m (70 VL)
Sens unique : travaux du TRAM
100m (20 VL)
20 VL par file
130m (26 VL) sur
la voie de droite
Remontées de file
maximales autour
de 8h15

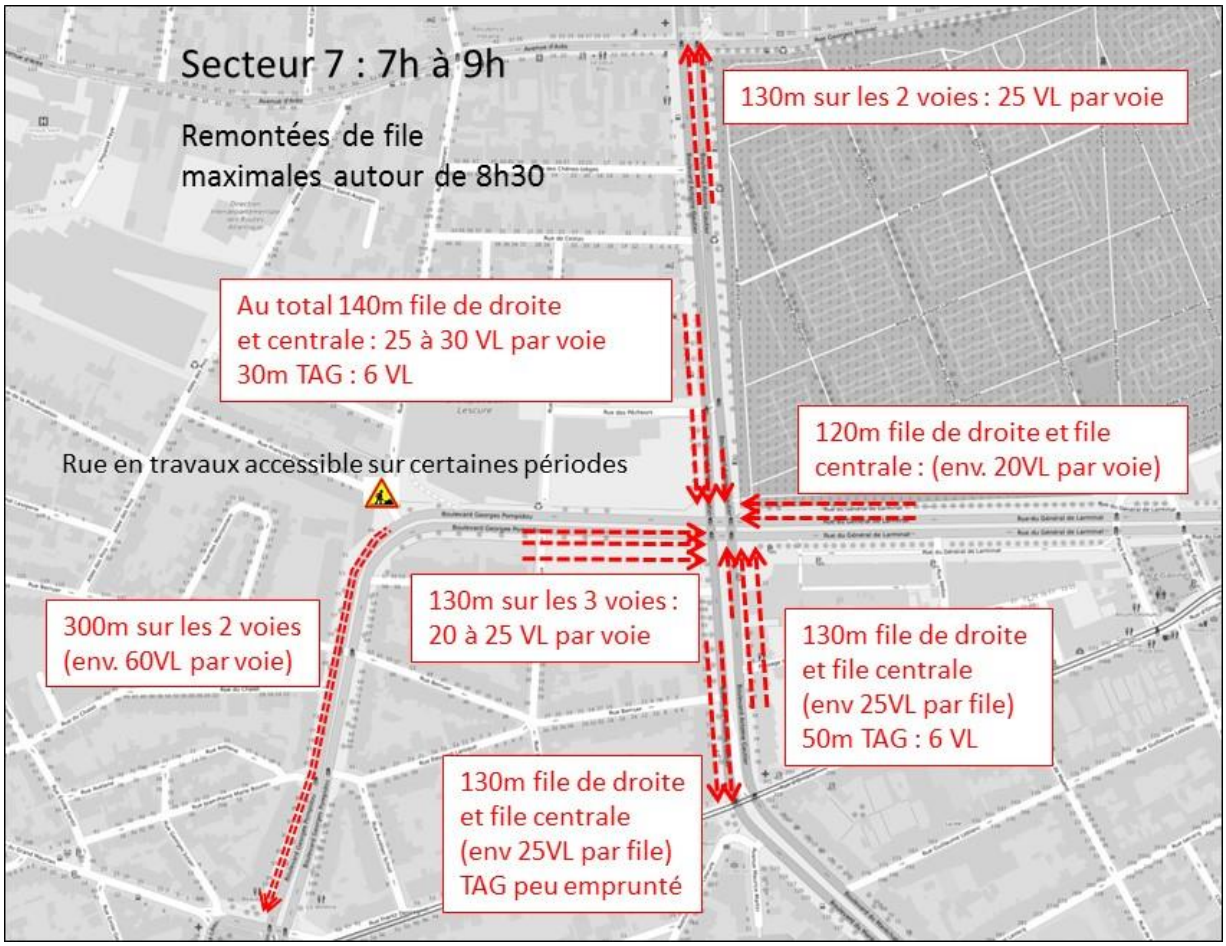


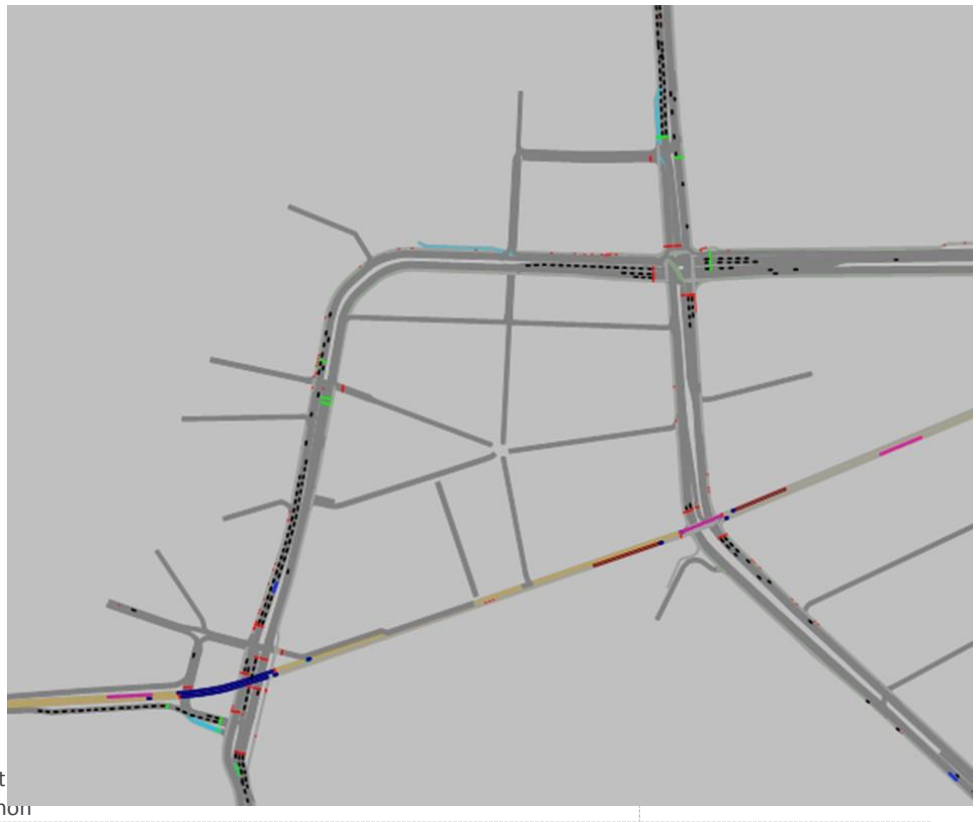

Secteur 5 : 7h à 9h
140m (28 VL par voie)
100m (20 VL par voie)
130m (26 VL par voie)
260m (52 VL)
230m (45 VL par voie)
Sur 90 m 15 à 20 VL sur chacune des voies (trafic ralenti)
Remontées de file maximales autour de 08h15




Remontées de file maximales autour de 8h30
50m sur les 2 voies : 10 VL / voie
50m Voie centrale : 10 VL
TAG moins emprunté
50m : 10 VL par voie
150m voie centrale : 30 VL
+ dédoublement de la voie 15 VL
120 m : Entre 20 et 25 VL par voie
30m : 6 VL par voie en moyenne sur les 4 voies
100 m voie centrale 20 VL
+ dédoublement de la voie 15 VL
100 m : 20 VL par voie
70m sur les 2 voies : 15 VL / voie
2 voies saturées sur 180 m : 30 VL par voie
+TAG saturé (15 VL)
150m (30 VL)
110m sur les 2 voies : 20 VL par voie
70m sur les 2 voies : 15 VL / voie
TAG moins emprunté
140m (25 à 30 VL)
Secteur 6 : 7h à 9h

Secteur 6


Secteur 7 : 7h à 9h
Remontées de file maximales autour de 8h30
130m sur les 2 voies : 25 VL par voie
Au total 140m file de droite et centrale : 25 à 30 VL par voie
30m TAG : 6 VL
120m file de droite et file centrale : (env. 20VL par voie)
Rue en travaux accessible sur certaines périodes
300m sur les 2 voies (env. 60VL par voie)
130m sur les 3 voies : 20 à 25 VL par voie
130m file de droite et file centrale (env 25VL par file) 50m TAG : 6 VL
130m file de droite et file centrale (env 25VL par file) TAG peu emprunté

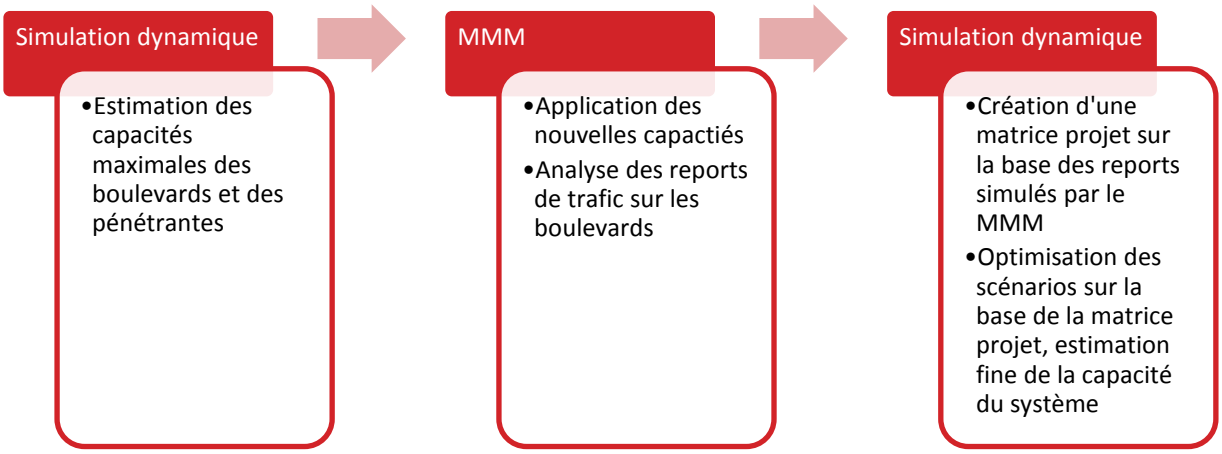


3. CONSTITUTION DE LA MATRICE DE PROJET

3.1 Approche méthodologique

La situation de projet va réduire la capacité sur les boulevards, du fait d'une part de la suppression d'une voie VP sur l'ensemble des boulevards, et d'autre part de la priorité aux feux accordée au TCSP. Une part importante de la demande va donc devoir se reporter, soit sur d'autres itinéraires, soit sur d'autres modes. C'est le modèle macroscopique (MMM) qui peut estimer ces reports.

La méthodologie suivie pour déterminer la nouvelle matrice de projet à injecter sur les boulevards a été la suivante :



3.2 Premiers résultats et limites de la méthodologie

Avec la suppression d'une voie par sens et la priorité donnée au tramway aux carrefours, la capacité chute fortement sur les boulevards. En testant plusieurs matrices en entrée du scénario tramway axial, nous avons estimé que les capacités en projet étaient de :

- 600 véhicules/heure le long des boulevards, contre 1200 actuellement
- Entre 250 et 400 véhicules/h sur les sécantes (aujourd'hui, 700 véh/h sur l'avenue d'Arès, 850 sur la rue de l'Ecole Normale) selon leur importance.

Ces nouvelles capacités ont été entrées dans le modèle MMM dans le cadre de la modélisation macroscopique du projet (scénario tram), et ont conduit à une baisse de 34% du nombre de véhicules circulant en heure de pointe du matin sur les boulevards.

Initialement, la volonté était de construire une matrice projet prenant en compte de manière fine les reports de trafic sur les boulevards observés avec le modèle MMM. Cette matrice projet aurait pris en compte :

- L'évolution du volume total de véhicules sur le périmètre des boulevards (-34%)
- La déformation de la matrice, liée à l'évolution des déplacements en situation de projet par rapport à la situation actuelle (ainsi, si le trafic sur les boulevards est fortement pénalisé, on

peut s'attendre à ce que des trajets en baïonnettes se transforment en traversée simple des boulevards, les usagers adoptant une stratégie d'évitement des boulevards)

Pour prendre en compte la déformation de la matrice, nous avons cherché à établir une passerelle exacte entre les deux logiciels VISUM (MMM) et VISSIM (simulation dynamique), afin de pouvoir reporter les écarts observés dans le MMM directement dans VISSIM. Cela s'est révélé extrêmement compliqué car VISUM est un modèle statique à l'échelle de la Gironde, et donc dispose de beaucoup moins d'arcs sur les boulevards. On trouve aussi des injecteurs sur les boulevards (connecteurs depuis des centroïdes de zones), qui n'ont pas de sens dans la réalité. Il a donc fallu faire beaucoup d'hypothèses pour répartir le trafic des axes principaux (codés dans VISUM) sur l'ensemble des axes, avec un premier niveau d'approximation. Par ailleurs, la situation actuelle VISUM était la situation 2017 sans les travaux du tram D, alors que la situation actuelle VISSIM inclut déjà la mise à sens unique de l'avenue de la Libération, il y a donc des différences dans les plans de circulations entre les deux modèles. Enfin, la situation actuelle sous VISUM n'est pas du tout calée sur les mouvements tournants (ce n'est pas la vocation d'un modèle statique à l'échelle départementale), et même sur les axes, la situation actuelle présente des écarts en volumes avec les comptages.

Nous avons donc décidé de jouer sur les volumes en entrée de la matrice actuelle VISSIM (la matrice des enquêtes), tout en conservant la répartition des flux de la matrice initiale, via un pivot additif. En parallèle, nous avons modifié à la main dans la matrice projet les itinéraires qui ne sont plus réalistes suite à une interdiction de TAG ou une mise à sens unique de voie. Les itinéraires sont alors reportés vers l'axe suivant ou précédent. Nous sommes allés au bout de cette méthode, et nous sommes tombés sur l'écueil du pivot additif : certaines valeurs d'injection de trafic deviennent négatives, (exemple un axe avec 300 véhicules par heure où le modèle VISUM dit qu'il faut retrancher 350 véhicules) – elles sont alors mises à 0. Les résultats détaillés des injections par axe sont montrés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 8. Ecarts d'injection de trafic sur les entrées avec la méthode de la passerelle VISUM-VISSIM

	Actuelle	Scénario	Ecart
Boulevard Alienor d'Aquitaine	890	560	-37%
Rue Hameau	340	360	6%
Rue Latécoère	30	30	0%
Rue Vital Mareille	400	390	-3%
Rue Lannelongue	10	0	-100%
Allée de Boutaut	660	730	11%
Avenue Counord	100	100	0%
Cours du Médoc	510	400	-22%
Allée Haussmann	180	150	-17%
Rue Herni Guillermin	140	90	-36%
Avenue Berthelot	200	70	-65%
Rue Boucher	30	30	0%
Rue Théophile Gautier	20	0	-100%
Rue Jean Artus	80	10	-88%
Rue Trebod	120	70	-42%
Rue Ferdinand Buisson	250	180	-28%
Avenue Victor Hugo	360	330	-8%
Rue Mandron	290	320	10%

Rue Chaigneau	10	0	-100%
Avenue de Tivoli	260	110	-58%
Rue de Tivoli	230	210	-9%
Rue Marceau	40	0	-100%
Rue de Lisleferme	140	120	-14%
Avenue du Président Robert Schuman	220	0	-100%
Rue de la Croix-de-Seguey	240	0	-100%
Rue Laharpe	150	0	-100%
Rue Gayon	240	170	-29%
Avenue Carnot	380	430	13%
Rue Naujac	80	90	13%
Cours Marc Nouaux	460	450	-2%
Rue de l'école Normale	860	560	-35%
Avenue de Mirmont	20	0	-100%
Rue de la Jalle	30	30	0%
rue Henry Deffes	50	40	-20%
Rue de Colmar	20	10	-50%
Avenue du jeu de Paume	90	100	11%
Rue de Marseille	40	30	-25%
Rue de Soissons	40	0	-100%
Rue Jules Ferry	570	250	-56%
Rue Liberté	190	150	-21%
Rue Dauzats	30	10	-67%
Rue Judaïque	420	400	-5%
Rue Labasse	50	130	160%
Rue Adour	210	400	90%
Avenue d'Arès	690	210	-70%
Rue des chênes lièges	50	0	-100%
Boulevard Gautier	830	500	-40%
Rue de la Canolle	570	240	-58%
Rue général de Larminat	550	470	-15%
Rue Daunes	200	200	0%
Cité des Pêcheurs	10	0	-100%
Passage Hermitte	50	50	0%
Rue du Chalet	10	10	0%
Rue Bouron	10	10	0%
Avenue du Parc de Lescure	90	90	0%
Rue du commandant Marchand	0	0	--
Rue de la pelouse de Douet	440	440	0%
Rue Despagnet	80	80	0%
Rue du Grand Maurian	320	330	3%
Total	**13580**	**10140**	**-25%**

Les résultats de cette méthode sont incohérents, car on a des pénétrantes importantes avec 0 véhicule en entrée, et par ailleurs, un volume global qui est plus important que celui recherché (puisque qu'on ne veut pas de valeurs négatives).

Ainsi, les écarts trop importants entre les deux modèles nous ont conduit à proposer une méthodologie plus simple pour établir la matrice projet :

- La simulation dynamique établit les capacités théoriques sur les boulevards et les pénétrantes
- Ces nouvelles capacités sont introduites dans le MMM, et on évalue la réduction de la demande sur les boulevards en pourcentage (-34%)
- La nouvelle matrice est créée en :
    - Appliquant de manière uniforme la réduction de la demande observée dans VISUM
    - Reportant tous les itinéraires qui ne sont plus possibles à cause d'une interdiction de TAG ou d'une mise à sens unique de voie vers les voies adjacentes

C'est cette nouvelle matrice qui est injectée dans les scénarios projet du modèle de simulation dynamique.

4. RESULTATS DE LA SIMULATION DYNAMIQUE

4.1 Scénarios simulés

Deux situations de projet ont été simulées :

- Le scénario de tramway axial « désaxé » en HPM ;
- Le scénario de BHNS bilatéral en HPM.

Dans cette partie, nous analysons :

- Le trafic écoulé par le modèle ;
- Les temps de parcours sur les boulevards et sur quelques itinéraires transversaux ;
- Les files d'attentes aux feux sur les principales voies secondaires du réseau.

Tous les résultats sont calculés sur une moyenne de 10 réplications aléatoire d'injection du trafic.

4.2 Présentation des principaux indicateurs

4.2.1 Trafic injecté et écoulé

Pour mémoire, le trafic total injecté dans le modèle en scénario de référence (2017) était de 12 812 véhicules ; le modèle parvenait à écouler 98% de ce trafic.

Le trafic injecté dans les scénarios tram et BHNS est celui de la matrice projet décrite plus haut, qui comprend 34% de déplacements en moins, soit 8 407 véhicules.

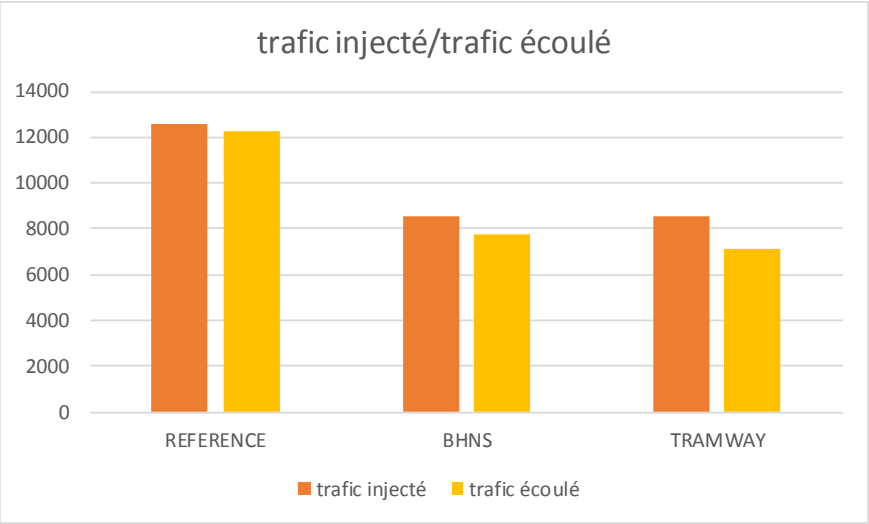


Illustration 16. Comparaison entre la demande trafic injectée puis écoulée par scénario en HPM

Le scénario BHNS parvient à écouler 93% du trafic injecté, et le scénario tramway seulement 85%.

jeudi HPM 7h30-8h30 code injecteur	Nom des voies	HPM_2017 réel=trafic injecté dans modèle	HPM_modèle situation référence restitution trafic écoulé moyenne 10 runs	trafic injecté BHNS	HPM_Restitution trafic écoulé BHNS moyenne 10 runs	HPM_trafic injecté TRAMWAY	HPM_Restitution trafic écoulé TRAMWAY moyenne 10 runs
E1	Boulevard Alienor d'Aquitaine	915	903	614	568	614	342
E2	Rue Hameau	361	314	248	223	248	164
E3	Rue Latécoère	5	3	3	3	3	2
E4	Rue Vital Mareille	396	400	261	246	261	186
E5	Rue Lannelongue	32	28	21	23	21	18
E6	Allée de Boutaut	679	617	456	424	456	401
E8	Avenue Counord	100	86	65	57	65	50
E9	Cours du Médoc	513	494	341	322	341	276
E10	Allée Haussmann	185	160	125	114	125	103
E11	Rue Herni Guillermin	138	139	91	87	91	84
E12	Avenue Berthelot	195	220	129	121	129	133
E15	Rue Boucher	33	27	22	24	22	24
E16	Rue Théophile Gautier	15	20	10	8	10	10
E18	Rue Jean Artus	80	70	52	52	52	57
E19	Rue Ferdinand Buisson	250	264	164	161	164	150
E20	Rue Trebod	121	128	76	75	76	69
E24	Avenue Victor Hugo	369	373	246	222	246	222
E25	Rue Mandron	293	305	195	178	195	167
E27	Rue Chaigneau	9	12	6	6	6	7
E28	Avenue de Tivoli	264	256	177	145	177	166
E29	Rue de Tivoli	230	239	152	130	152	147
E30	Rue Marceau	35	25	23	29	23	28
E31	Rue de Lisleferme	139	103	91	78	91	59
E32	Rue Robert Schuman	222	237	147	146	147	126
E34	Rue de la Croix-de-Seguey	257	241	30	30	30	30
E35	Rue Laharpe	151	136	99	88	99	84
E36	Rue Gayon	241	244	159	255	159	243
E39	Avenue Carnot	381	362	253	230	253	203
E40	Rue Naujac	81	80	53	77	53	39
E43	Cours Marc Nouaux	470	418	315	297	315	288
E44	Rue de l'école Normale	882	849	590	519	590	446
E47	Avenue de Mirmont	21	22	14	11	14	11
E48	Rue de la Jalle	82	75	54	47	54	53
E51	Rue de Colmar	16	15	11	19	11	15
E52	Avenue du jeu de Paume	90	73	60	54	60	63
E53	Rue de Soissons	70	60	47	21	47	36
E55	Rue Jules Ferry	580	587	387	356	387	303
E56	Rue Liberté	186	153	123	113	123	104
E58	Rue Dauzats	26	26	17	17	17	14
E59	Rue Judaïque	437	493	296	262	296	266
E61	Rue Labasse	46	39	30	27	30	35
E64	Rue Adour	213	203	141	125	141	111
E67	Avenue d'Arès	704	686	473	401	473	377
E69	Rue des chênes lièges	55	49	37	32	37	25
E75	Cité des Pêcheurs	14	10	12	13	12	12
E76	Passage Hermitte	47	57	31	42	31	46
E78	Rue du Chalet	5	3	3	2	3	2
E79	Rue Bouron	6	10	4	3	4	3
E71	Rue de la Canolle	572	581	387	353	387	352
E70	Boulevard Gautier	840	866	560	508	560	543
E72	Rue général de Larminat	559	552	373	340	373	304
E80	Rue du commandant Marchand	2	1	1	2	1	2
E73	Rue Daunes	199	202	132	121	132	113
trafic total dans le modèle		12812	**12511**	8407	**7807**	8407	**7114**
		100%		66%		66%	

Illustration 17. Trafic injecté dans le modèle et trafic écoulé suivant le scénario en HPM

4.2.2 Les temps de parcours

4.2.2.1 Analyse globale

L'histogramme ci-dessous montre les temps de parcours sur l'ensemble de l'itinéraire des boulevards suivant les scénarios.

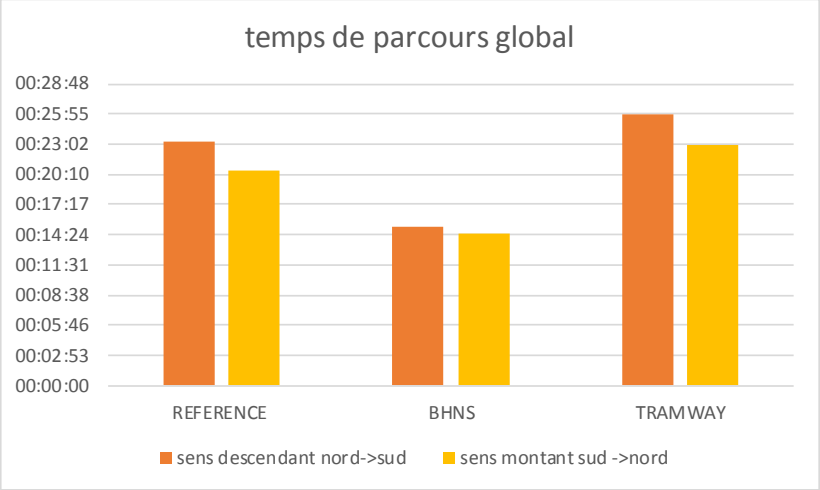


Illustration 18. Comparaison entre les temps de parcours sur l'ensemble de l'itinéraire en HPM

Le scénario Tramway présente des conditions de circulation plus défavorables que la situation existante. Les temps de parcours correspondent à ceux du réseau lorsque ce dernier est porté à saturation : près de 25 minutes pour aller du boulevard Daney au boulevard Georges V, 23 minutes dans le sens inverse.

A contrario, le scénario BHNS présente des temps de parcours très bons. Cela signifie que la demande est plutôt plus faible que la capacité sur les boulevards, car le trafic s'écoule sans aucun ralentissement.

4.2.2.2 Analyse détaillée des temps de parcours sur les boulevards

Les temps de parcours reflètent directement la qualité d'écoulement du trafic dans le réseau. Les résultats présentés dans les tableaux et histogrammes qui suivent permettent de localiser rapidement où se situent les points de blocage pour la circulation[3].

Scénario Tramway

Dans le sens descendant, les temps de parcours sont beaucoup plus importants de la rue Hameau jusqu'au carrefour de la Croix-Seguey. La circulation se fluidifie par la suite. Le carrefour de la Croix-Seguey (carrefour avec la ligne D) est un point dur qui génère des remontées de véhicules et de la saturation en amont.

[3] Identification des verrous résultant en général de temps de vert insuffisants.

Dans le sens montant, la circulation est plus fluide et les écarts de temps de parcours avec les autres scénarios sont moins importants. On relève cependant trois sections présentant des temps de parcours bien supérieurs : entre la rue de Soissons et la rue de l'Ecole Normale, entre la rue Carnot et l'avenue d'Eysines, entre la place de Ravezies et la rue Hameau. Nous avons donc trois verrous : le carrefour au droit de l'avenue d'Eysines (croisement de la ligne D), celui de la rue de l'Ecole Normale (croisement du BHNS de Saint-Aubin) et celui de la rue Hameau. Les temps de vert totaux alloués sur les boulevards sont trop faibles, il est néanmoins difficile de les augmenter en raison de la demande de trafic sur les voies secondaires. Les temps de vert disponibles sont largement amputés par la fréquence de passage des tramways et les temps de dégagement qu'ils impliquent.

Scénario BHNS

Dans le sens descendant comme dans le sens montant, les temps de parcours du scénario BHNS sont assez bons, on relève uniquement un point dur au droit du carrefour de la rue Trébod (sens montant) pour lequel un allongement du temps de vert est envisageable.

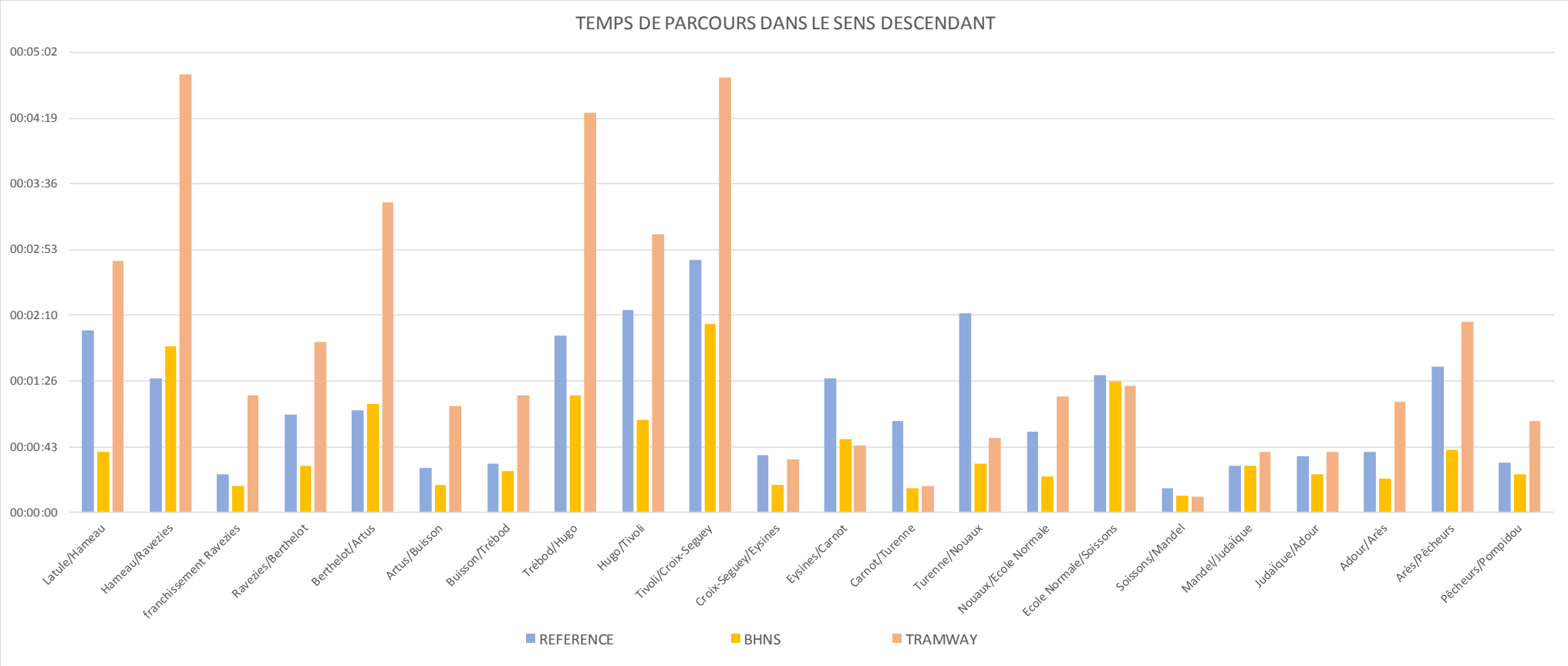


Illustration 19. Temps de parcours dans le sens descendant (du nord vers le sud) en HPM

Tableau 9. Temps de parcours dans le sens descendant (du nord vers le sud) en HPM

		EXISTANT		MODELE EXISTANT				BHNS			TRAMWAY		
		Passage 1 - sens descendant	Passage 2 - sens descendant	modèle - sens descendant - moyenne 10 multirun	écarts (mn.sec)	modèle - sens descendant - minimum multirun (10)	modèle - sens descendant - maximum multirun (10)	modèle - sens descendant - moyenne 10 multirun	modèle - sens descendant - minimum multirun (10)	modèle - sens descendant - maximum multirun (10)	modèle - sens descendant - moyenne 10 multirun	modèle - sens descendant - minimum multirun (10)	modèle - sens descendant - maximum multirun (10)
DEP ITI1	Latule	00:00:00	00:00:00	00:00:00		00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
PI 1.1	Latule/Hameau	00:02:09	00:02:04	00:02:00	-0.04	00:01:16	00:01:30	00:00:40	00:00:29	00:01:16	00:02:45	00:02:51	00:03:12
PI 1.2	Hameau/Ravezies	00:01:39	00:01:05	00:01:28		00:01:28	00:01:49	00:01:49	00:01:14	00:02:27	00:04:48	00:04:37	00:05:06
PI 1.3	franchissement Ravezies	00:00:10	00:00:07	00:00:25	+0.15	00:00:20	00:00:29	00:00:17	00:00:13	00:00:29	00:01:17	00:01:08	00:01:29
PI 1.4	Ravezies/Berthelot	00:00:29	00:00:37	00:01:04	+0.27	00:00:58	00:01:12	00:00:31	00:00:24	00:00:49	00:01:52	00:01:44	00:01:58
PI 1.5	Berthelot/Artus	00:00:39	00:00:54	00:01:07	+0.13	00:00:48	00:01:54	00:01:11	00:00:50	00:02:05	00:03:24	00:03:04	00:03:45
PI 1.6	Artus/Buisson	00:00:08	00:00:10	00:00:29	+0,19	00:00:24	00:00:40	00:00:18	00:00:14	00:00:23	00:01:10	00:01:02	00:01:20
PI 1.7	Buisson/Trébod	00:00:14	00:00:14	00:00:32	+0.18	00:00:23	00:00:49	00:00:27	00:00:18	00:00:33	00:01:17	00:01:15	00:01:25
PI 1.8	Trébod/Hugo	00:01:00	00:01:11	00:01:56	+0.45	00:00:53	00:03:09	00:01:17	00:00:52	00:01:56	00:04:23	00:04:04	00:04:59
PI 1.9	Hugo/Tivoli	00:01:53	00:04:48	00:02:13		00:01:42	00:02:31	00:01:01	00:00:44	00:01:22	00:03:03	00:02:45	00:03:15
PI 1.10	Tivoli/Croix-Seguey	00:04:14	00:02:18	00:02:46		00:01:53	00:03:21	00:02:04	00:01:49	00:02:19	00:04:46	00:04:25	00:05:25
PI 1.11	Croix-Seguey/Eysines	00:00:36	00:01:06	00:00:38		00:00:32	00:00:40	00:00:18	00:00:16	00:00:23	00:00:35	00:00:28	00:00:47
PI 1.12	Eysines/Carnot	00:00:53	00:01:19	00:01:28	+0.09	00:01:20	00:01:37	00:00:48	00:00:43	00:01:04	00:00:44	00:00:37	00:01:02
PI 1.13	Carnot/Turenne	00:00:25	00:00:18	00:01:00	+0.35	00:00:55	00:01:07	00:00:16	00:00:14	00:00:21	00:00:17	00:00:13	00:00:20
PI 1.14	Turenne/Nouaux	00:03:44	00:02:10	00:02:11		00:02:07	00:02:16	00:00:32	00:00:29	00:00:35	00:00:49	00:00:39	00:00:58
PI 1.15	Nouaux/Ecole Normale	00:00:30	00:01:24	00:00:53		00:00:52	00:00:54	00:00:24	00:00:19	00:00:28	00:01:16	00:01:06	00:01:31
PI 1.16	Ecole Normale/Soissons	00:01:34	00:01:26	00:01:30		00:01:13	00:01:45	00:01:26	00:01:13	00:01:58	00:01:23	00:01:15	00:01:41
PI 1.17	Soissons/Mandel	00:00:08	00:01:49	00:00:16		00:00:14	00:00:20	00:00:11	00:00:09	00:00:13	00:00:10	00:00:08	00:00:22
PI 1.18	Mandel/Judaïque	00:00:13	00:01:46	00:00:31		00:00:31	00:00:32	00:00:31	00:00:27	00:00:33	00:00:40	00:00:36	00:01:12
PI 1.19	Judaïque/Adour	00:00:26	00:00:21	00:00:37		00:00:36	00:00:37	00:00:25	00:00:23	00:00:29	00:00:40	00:00:31	00:00:52
PI 1.20	Adour/Arès	00:01:12	00:01:04	00:00:40	-0.24	00:00:37	00:00:43	00:00:22	00:00:21	00:00:25	00:01:13	00:01:11	00:01:25
PI 1.21	Arès/Pêcheurs	00:01:40	00:00:47	00:01:36		00:01:09	00:02:00	00:00:41	00:00:32	00:01:03	00:02:05	00:01:57	00:02:27
FIN ITI1	Pêcheurs/Pompidou	00:00:12	00:00:14	00:00:33	+0.19	00:00:32	00:00:33	00:00:25	00:00:23	00:00:30	00:01:00	00:00:58	00:01:14
TOTAL	Nord -> Sud	**00:24:08**	**00:27:12**	**00:23:18**	-0.50	**00:20:36**	**00:25:12**	**00:15:13**	**00:13:04**	**00:17:13**	**00:25:53**	**00:24:35**	**00:27:42**

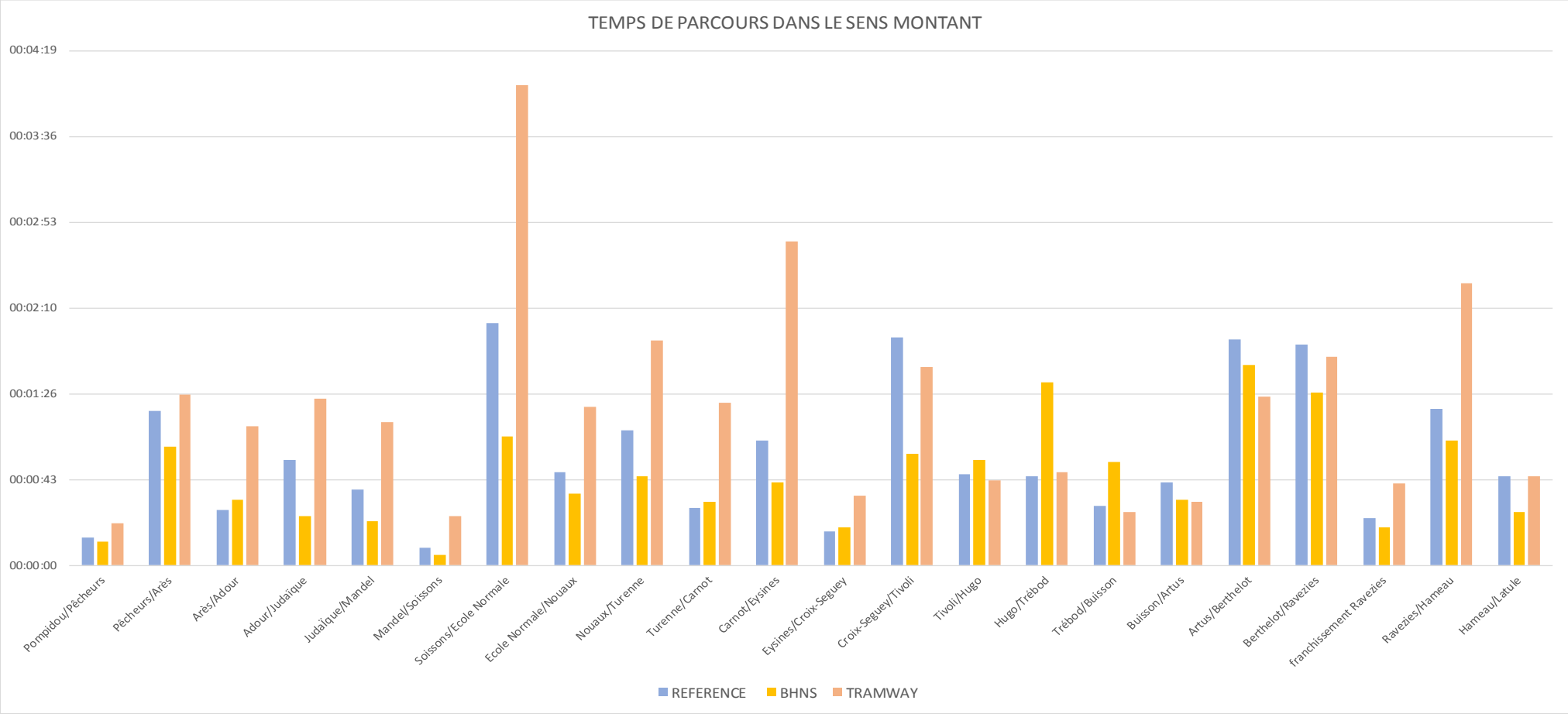


Illustration 20. Temps de parcours dans le sens montant (du sud vers le nord) en HPM

Tableau 10. Temps de parcours dans le sens montant (du sud vers le nord) en HPM

		Passage 1 - sens montant	Passage 2 - sens montant	modèle - sens montant - moyenne 10 multirun	écarts (mn.sec)	modèle - sens montant - minimum multirun (10)	modèle - sens montant - minimum multirun (10)	modèle - sens montant - moyenne 10 multirun	modèle - sens montant - minimum multirun (10)	modèle - sens montant - maximum multirun (10)	modèle - sens montant - moyenne 10 multirun	modèle - sens montant - minimum multirun (10)	modèle - sens montant - maximum multirun (10)
FIN ITI1	Pompidou	00:00:00	00:00:00	00:00:00		00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
PI 1.21	Pompidou/Pêcheurs	00:00:11	00:00:11	00:00:14	+0.03	00:00:13	00:00:15	00:00:12	00:00:09	00:00:15	00:00:21	00:00:18	00:00:25
PI 1.20	Pêcheurs/Arès	00:00:24	00:01:41	00:01:18		00:01:00	00:01:32	00:01:00	00:00:48	00:01:14	00:01:26	00:01:17	00:01:44
PI 1.19	Arès/Adour	00:00:21	00:00:26	00:00:28	+0.02	00:00:21	00:00:48	00:00:33	00:00:27	00:00:43	00:01:10	00:01:01	00:01:31
PI 1.18	Adour/Judaïque	00:00:31	00:01:28	00:00:53		00:00:51	00:00:56	00:00:25	00:00:21	00:00:32	00:01:24	00:01:14	00:01:45
PI 1.17	Judaïque/Mandel	00:00:31	00:00:16	00:00:38	+0.07	00:00:37	00:00:39	00:00:22	00:00:20	00:00:23	00:01:12	00:01:05	00:01:28
PI 1.16	Mandel/Soissons	00:00:07	00:00:06	00:00:09	+0.02	00:00:09	00:00:09	00:00:05	00:00:04	00:00:05	00:00:25	00:00:23	00:00:26
PI 1.15	Soissons/Ecole Normale	00:01:17	00:05:00	00:02:02		00:01:58	00:02:07	00:01:05	00:00:59	00:01:22	00:04:02	00:03:27	00:04:40
PI 1.14	Ecole Normale/Nouaux	00:01:12	00:00:25	00:00:47		00:00:46	00:00:49	00:00:36	00:00:30	00:00:54	00:01:20	00:01:12	00:01:39
PI 1.13	Nouaux/Turenne	00:00:40	00:01:20	00:01:08		00:01:03	00:01:15	00:00:45	00:00:36	00:01:05	00:01:53	00:01:36	00:02:20
PI 1.12	Turenne/Carnot	00:00:17	00:00:46	00:00:29		00:00:28	00:00:30	00:00:32	00:00:26	00:00:39	00:01:22	00:01:11	00:01:38
PI 1.11	Carnot/Eysines	00:01:19	00:00:29	00:01:03		00:01:02	00:01:04	00:00:42	00:00:33	00:00:57	00:02:43	00:02:13	00:03:05
PI 1.10	Eysines/Croix-Seguey	00:00:12	00:00:13	00:00:17	+0.04	00:00:17	00:00:18	00:00:19	00:00:17	00:00:23	00:00:35	00:00:31	00:00:41
PI 1.9	Croix-Seguey/Tivoli	00:01:54	00:02:16	00:01:55		00:01:38	00:02:18	00:00:56	00:00:44	00:01:20	00:01:40	00:01:32	00:01:53
PI 1.8	Tivoli/Hugo	00:00:28	00:00:24	00:00:46	+0.18	00:00:44	00:00:47	00:00:53	00:00:36	00:01:18	00:00:43	00:00:39	00:00:54
PI 1.7	Hugo/Trébod	00:00:35	00:00:35	00:00:45	+0.10	00:00:42	00:00:51	00:01:32	00:00:42	00:02:22	00:00:47	00:00:44	00:00:51
PI 1.6	Trébod/Buisson	00:00:42	00:00:11	00:00:30		00:00:23	00:00:36	00:00:52	00:00:35	00:01:17	00:00:27	00:00:26	00:00:28
PI 1.5	Buisson/Artus	00:00:23	00:00:27	00:00:42	+0.15	00:00:39	00:00:47	00:00:33	00:00:27	00:00:42	00:00:32	00:00:30	00:00:37
PI 1.4	Artus/Berthelot	00:04:09	00:02:15	00:01:54	-0.21	00:01:06	00:02:49	00:01:41	00:00:54	00:02:26	00:01:25	00:01:17	00:01:49
PI 1.3	Berthelot/Ravezies	00:00:56	00:02:46	00:01:51		00:01:22	00:02:05	00:01:27	00:01:20	00:01:38	00:01:45	00:01:25	00:02:14
PI 1.2	franchissement Ravezies	00:00:12	00:00:10	00:00:24	+0.12	00:00:22	00:00:27	00:00:19	00:00:16	00:00:20	00:00:41	00:00:32	00:00:49
PI 1.1	Ravezies/Hameau	00:01:46	00:00:38	00:01:19		00:01:15	00:01:21	00:01:03	00:00:58	00:01:08	00:02:22	00:01:54	00:02:56
DEP ITI1	Hameau/Latule	00:01:06	00:01:05	00:00:45	-0.20	00:00:45	00:00:46	00:00:27	00:00:26	00:00:27	00:00:45	00:00:41	00:00:54
TOTAL	Sud -> Nord	**00:19:13**	**00:23:08**	**00:20:36**		**00:17:51**	**00:21:10**	**00:14:31**	**00:12:51**	**00:17:01**	**00:22:53**	**00:21:14**	**00:24:43**

4.2.2.3 Les temps de parcours sur quelques itinéraires transversaux

Ces temps de parcours permettent de restituer l'évolution de la circulation sur les voies secondaires. Les temps de parcours sont dégradés dans le scénario Tramway, sans présenter pour autant de réelle évolution par rapport à la situation existante. On peut dire que la circulation sur les voies secondaires évolue de façon similaire à celle des boulevards.

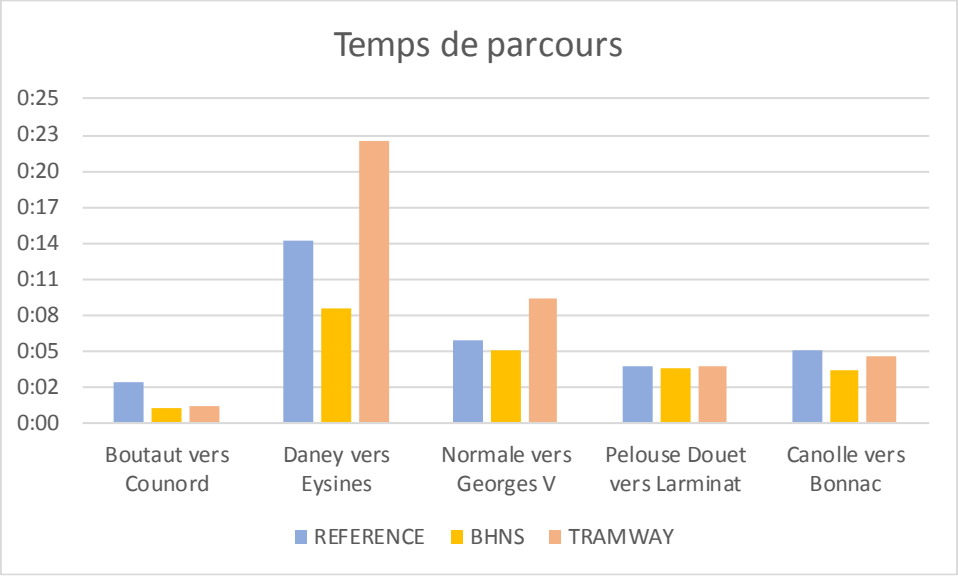


Illustration 21. Temps de parcours sur les voies secondaires en HPM

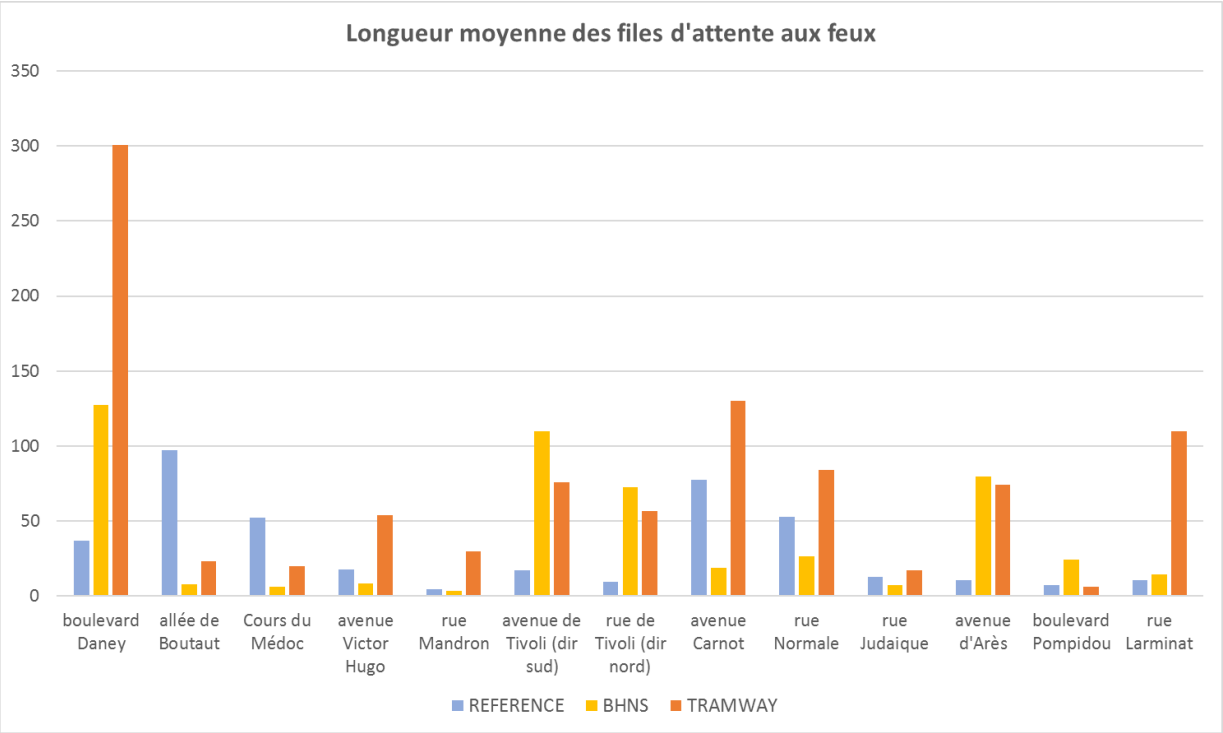
4.2.3 Les remontées de files

Ici sont présentées les longueurs moyennes et maximales des files d'attente aux feux. Il faut comprendre que la file d'attente dite « moyenne » sera la plus représentative de ce que l'on peut attendre alors que la file d'attente dite « maximale » correspond en général aux périodes de saturation du réseau.

D'une manière générale, on observe un allongement des files d'attente sur les voies secondaires, en dépit de l'hypothèse de réduction de la demande de trafic.

Nous savons que, dans le cas du scénario BHNS, des optimisations sont possibles pour allouer davantage de temps de vert sur les voies secondaires (et diminuer la longueur des files d'attente). Cela est possible car la circulation sur les boulevards est fluide.

En revanche, dans la cas du scénario Tramway, ces files d'attente sont difficilement résorbables. Le seul levier permettant d'optimiser ce scénario repose sur la diminution de la fréquence de tramway.



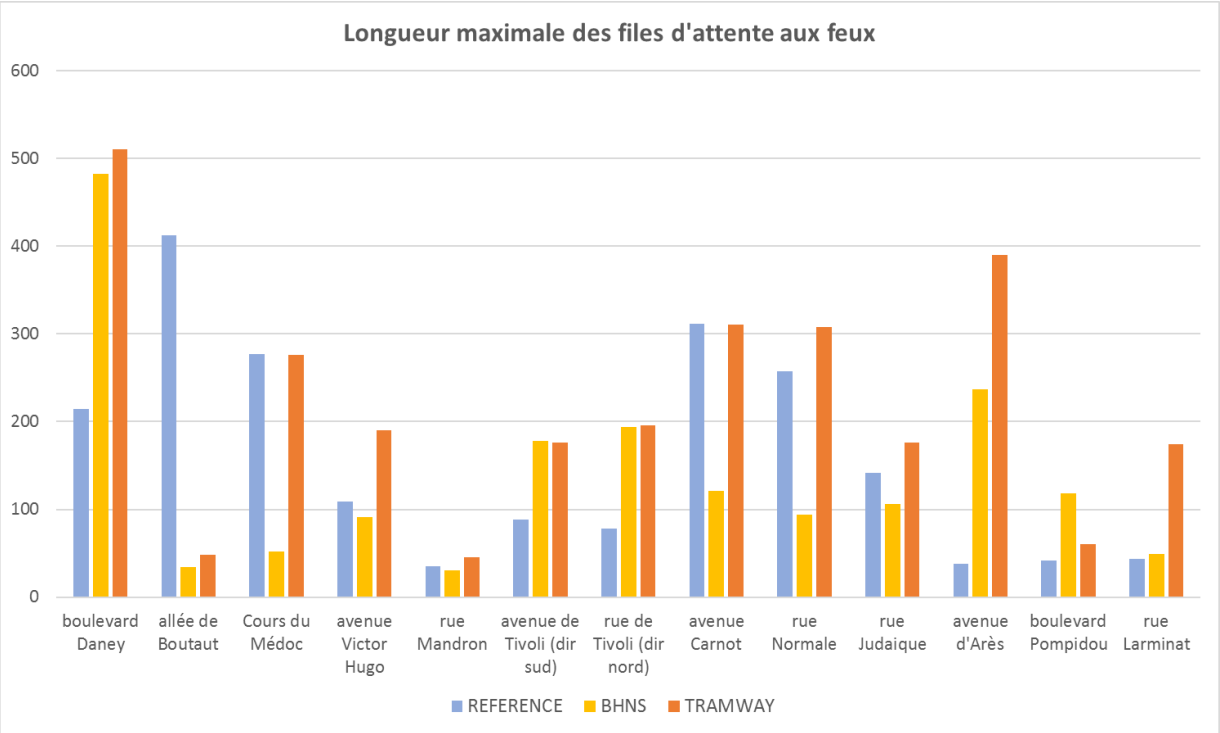


Illustration 22. Evolution des files d'attente aux feux en HPM

4.3 Analyse des résultats

4.3.1 Scénario BHNS

Les résultats sont calculés sur une moyenne de 10 réplications aléatoires d'injection du trafic. Il existe des réplications où l'intégralité du trafic est écoulé, avec parfois même davantage de trafic écoulé sur certaines branches que ce que le modèle est censé injecter ; tout dépend du calculateur stochastique.

De manière générale, le scénario BHNS montre des temps de parcours très bons sur les boulevards, mais un léger rallongement des files d'attente sur les voies sécantes. Ainsi, nous comprenons que le scénario favorise l'écoulement du trafic sur le boulevard, au détriment de celui des entrées sur les boulevards. C'est aussi pour cela qu'une partie du trafic n'est pas écoulé lors de certaines réplications aléatoires.

Cela relève donc de l'optimisation des plans de feux. Bien que ce travail ait déjà été effectué, des améliorations pourraient encore être apportées (en adoptant un comportant similaire à celui de GERTRUDE) pour mieux gérer cette répartition.

Le scénario BHNS présente une circulation fluide sur l'ensemble des boulevards, ces derniers ont donc la capacité d'absorber davantage de trafic provenant des voies secondaires. Nous estimons que ce scénario serait en mesure d'écouler un peu plus de trafic, autour de 9 000 véhicules/heure, ce qui représente une baisse de capacité de 30% par rapport à aujourd'hui.

4.3.2 Scénario Tramway

Le scénario Tramway présente une situation beaucoup plus dégradée, que ce soit sur les voies secondaires comme sur les boulevards. Dans le cas présent, il semble que la matrice à 66% soit encore trop importante au regard des capacités d'écoulement du réseau. Mais chaque franchissement de tramway, à chaque carrefour, implique des fermetures de lignes de feux et des temps perdus, ces dernières génèrent des remontées de files sur les boulevards et le réseau se retrouve en saturation totale au bout de ¾ d'heure. Les temps de parcours « s'envolent » et les débits chutent.

Par ailleurs, contrairement au scénario BHNS, les possibilités d'optimisation des carrefours à feux sont ici très réduites.

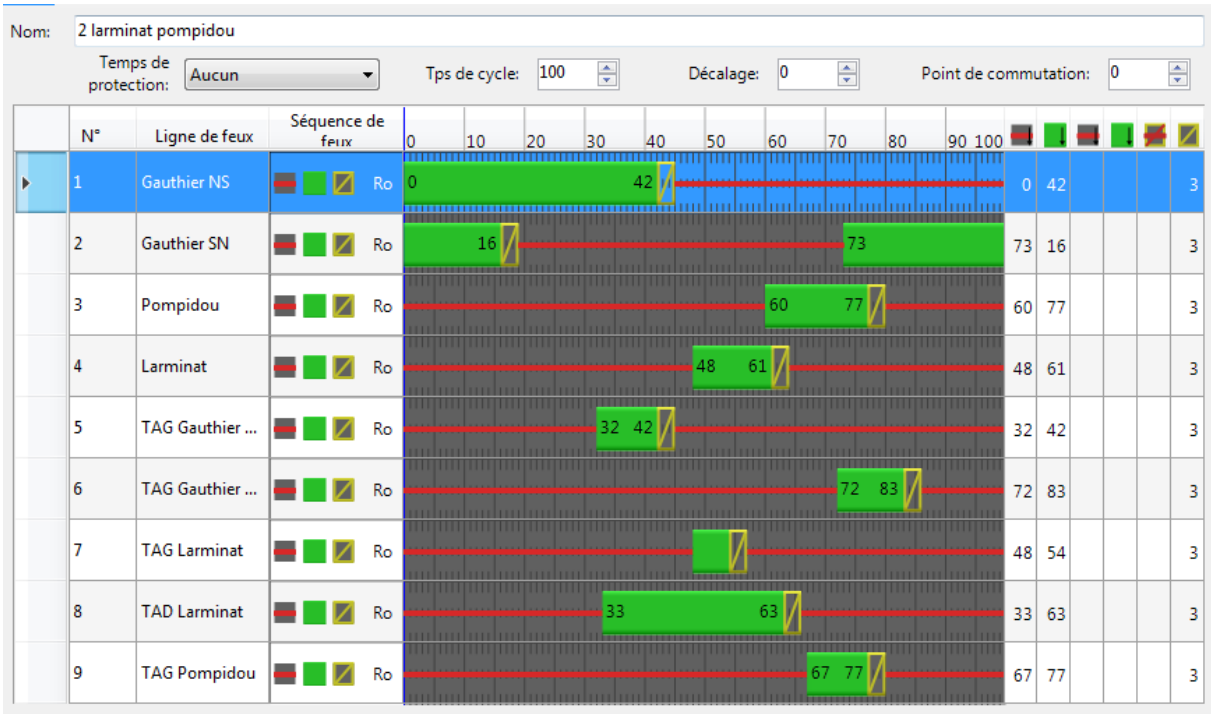
Le scénario tramway présente de la congestion sur l'ensemble des voies, le trafic injecté n'arrive pas à être écoulé correctement. Nous estimons que la baisse de capacité de ce scénario se situe plutôt autour de -45% et non -34% pour proposer des conditions de circulation acceptables.

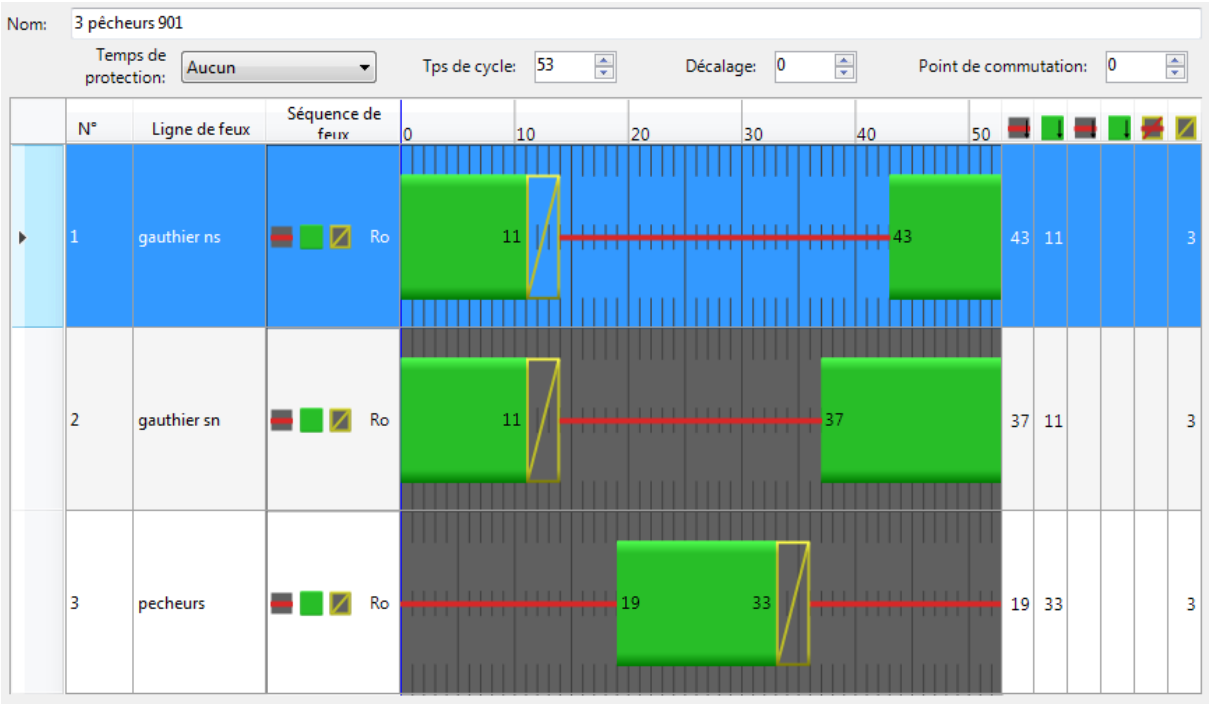
Il est important de comprendre d'où proviennent les écarts de résultats entre le scénario BHNS et le scénario Tramway. Ceux-ci découlent de l'exploitation des feux aux carrefours où les temps perdus durant un franchissement de carrefour sont beaucoup plus importants pour le tramway que pour le BHNS. Par ailleurs, dans le cas du BHNS, le vert « tout droit » peut être donné pour les voitures en parallèle du BHNS, ce qui n'est souvent pas le cas pour le tram, où le risque de collision conduit à

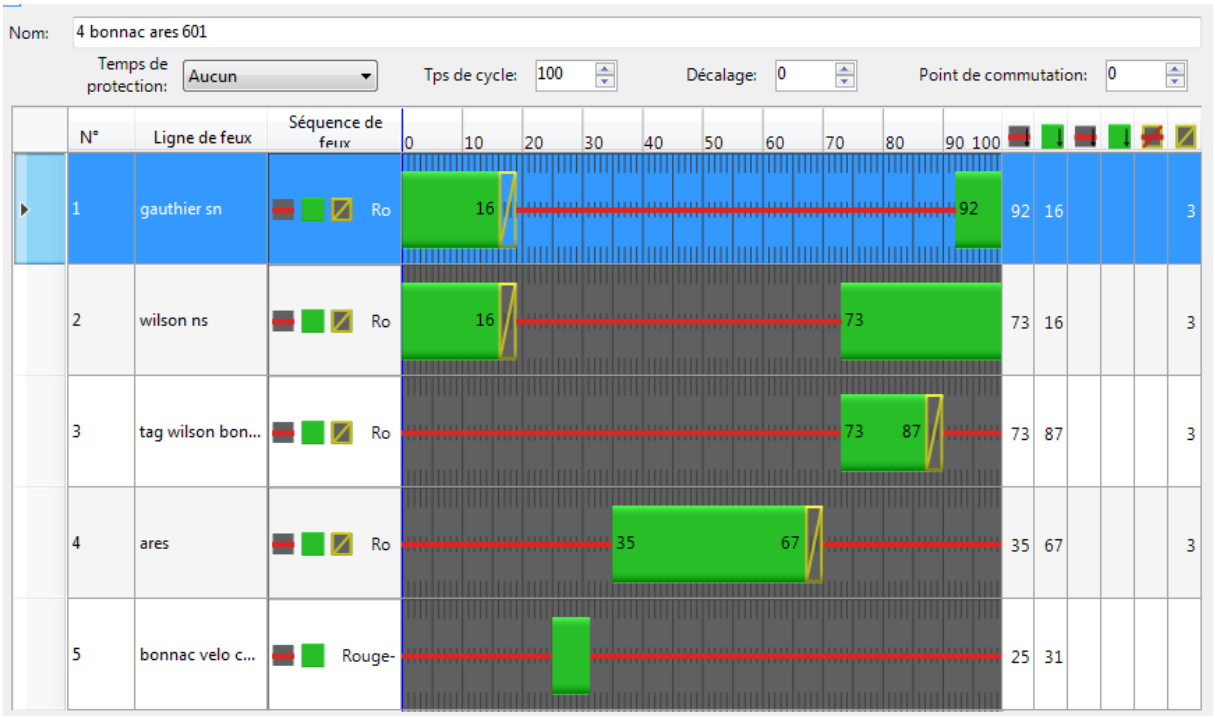
interdire tout mouvement des voitures lorsque le tram passe (sauf si le carrefour ne présente pas de voie de TAG).

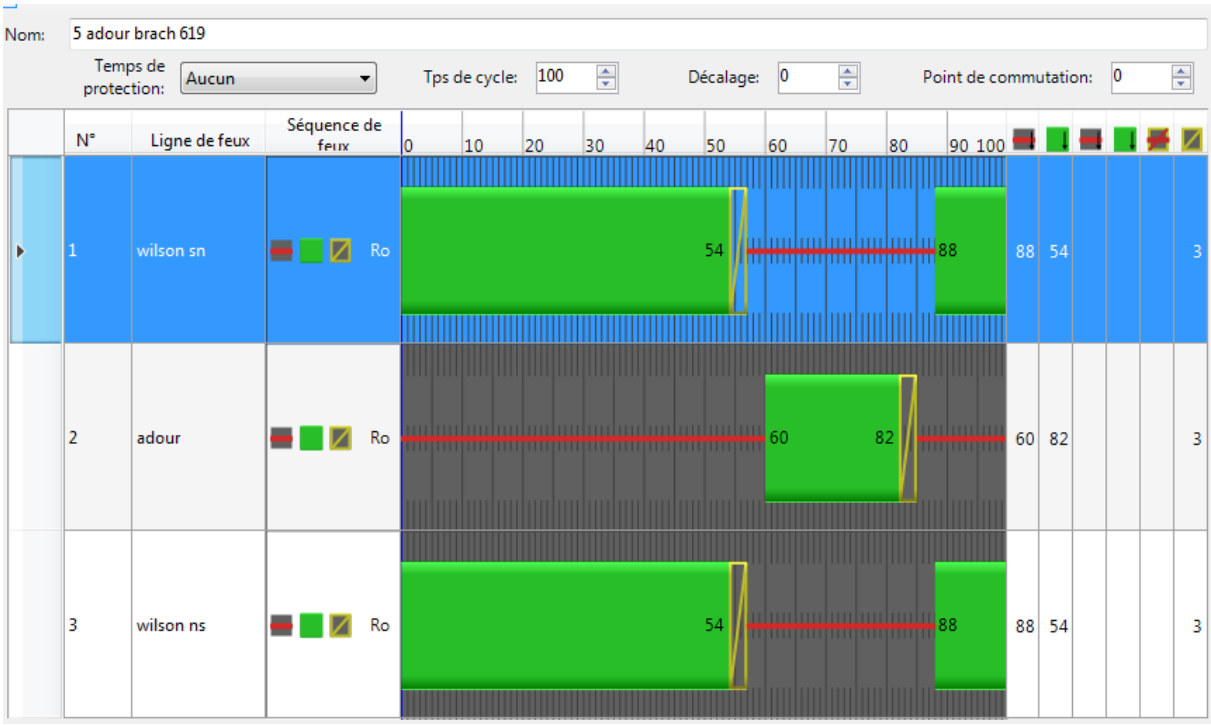
5. ANNEXES

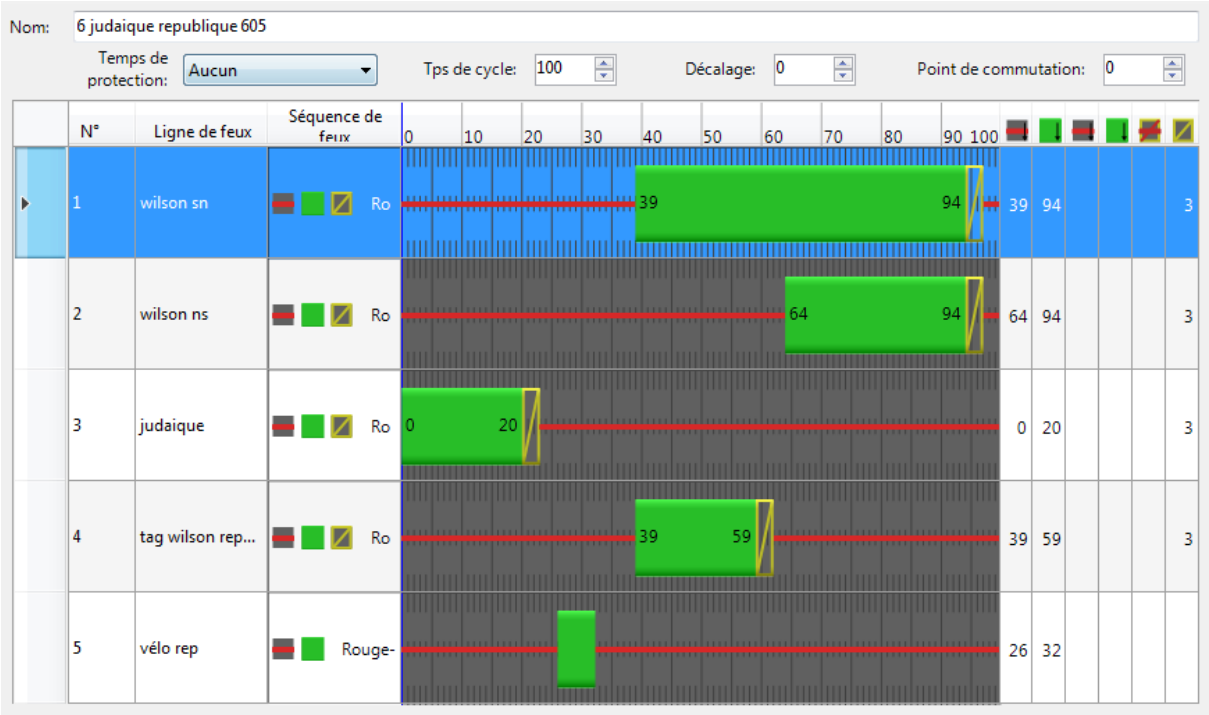
5.1 Base des plans de feux codés en situation de référence (hors priorités BHNS et Tramway)

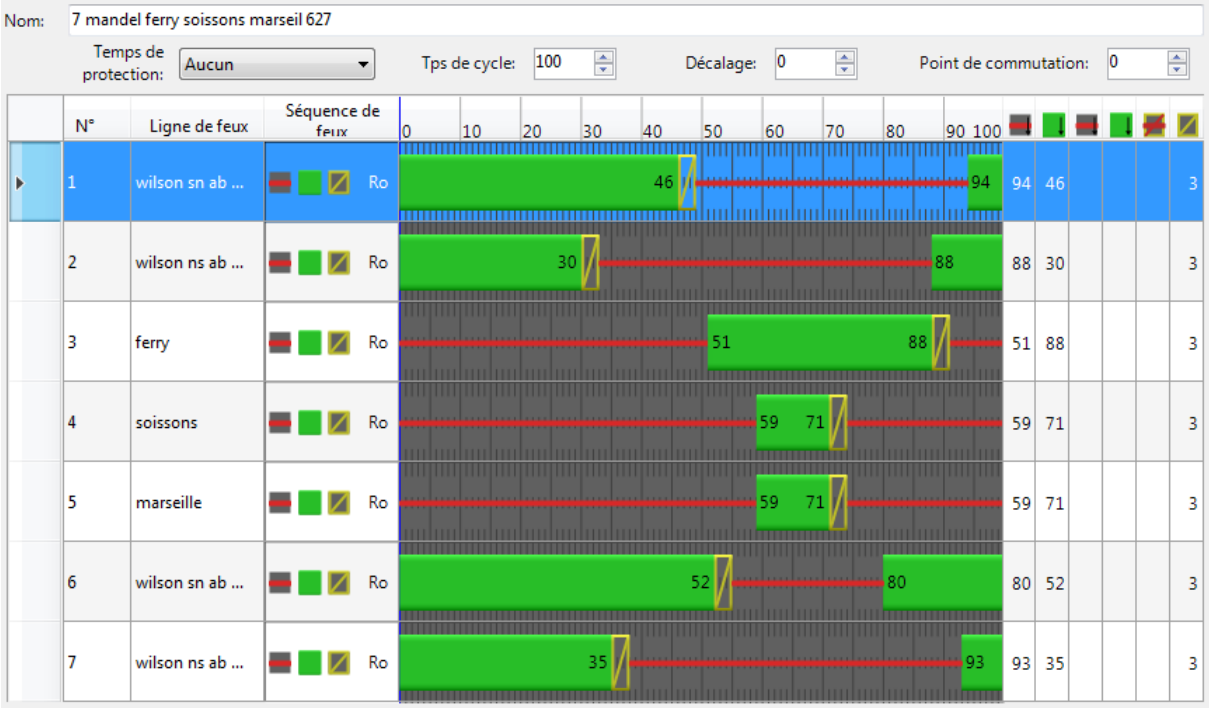


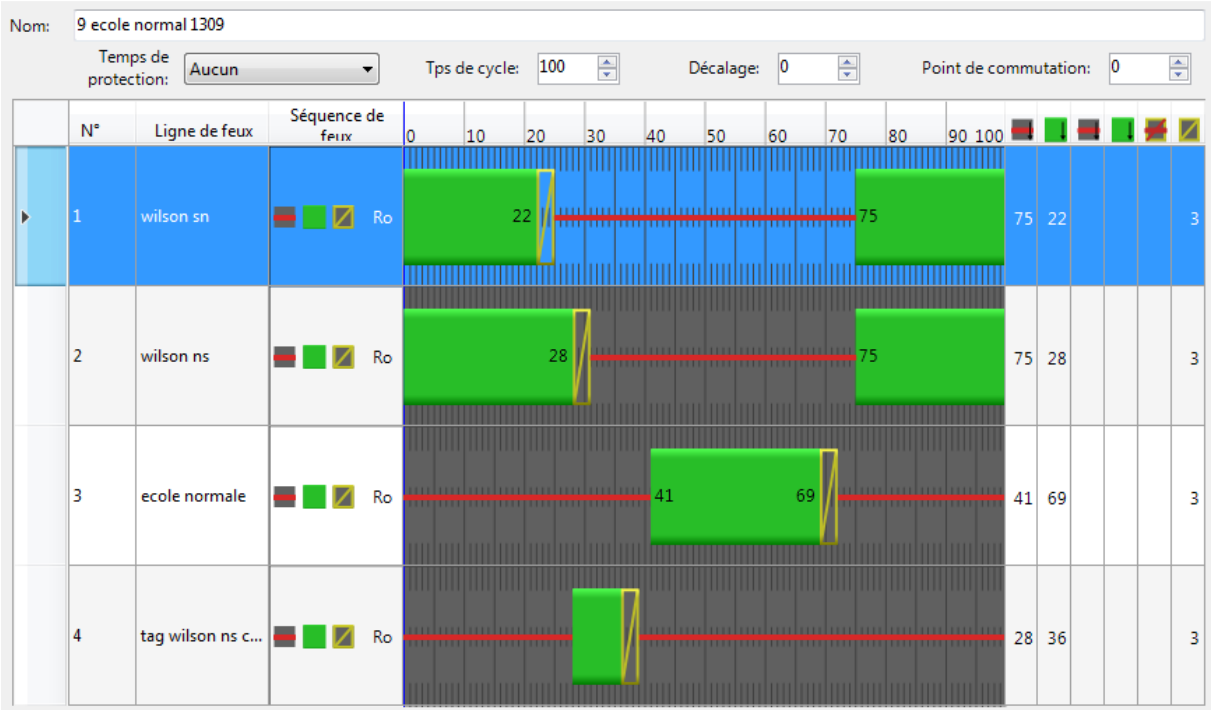


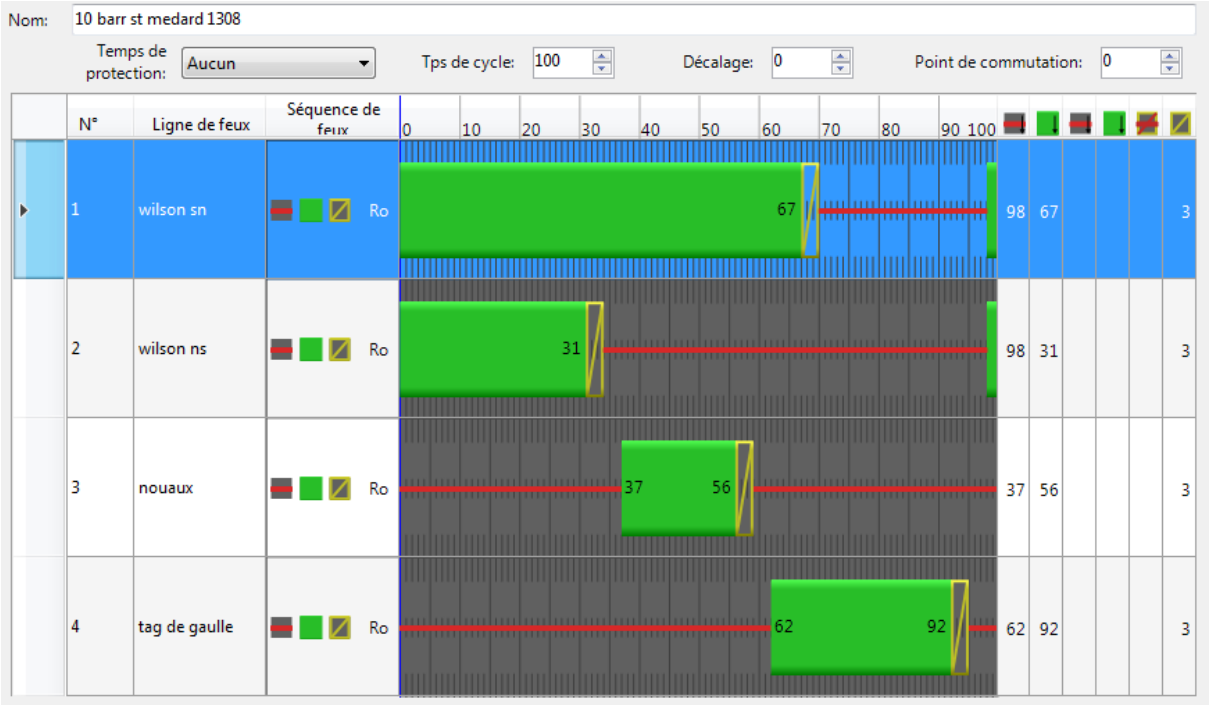

Nom: 4 bonnac ares 601
Temps de protection: Aucun
Tps de cycle: 100
Décalage: 0
Point de commutation: 0
N° Ligne de feux Séquence de feux
1 gauthier sn Ro 16 92 92 16 3
2 wilson ns Ro 16 73 73 16 3
3 tag wilson bon... Ro 73 87 73 87 3
4 ares Ro 35 67 35 67 3
5 bonnac velo c... Rouge- 25 31

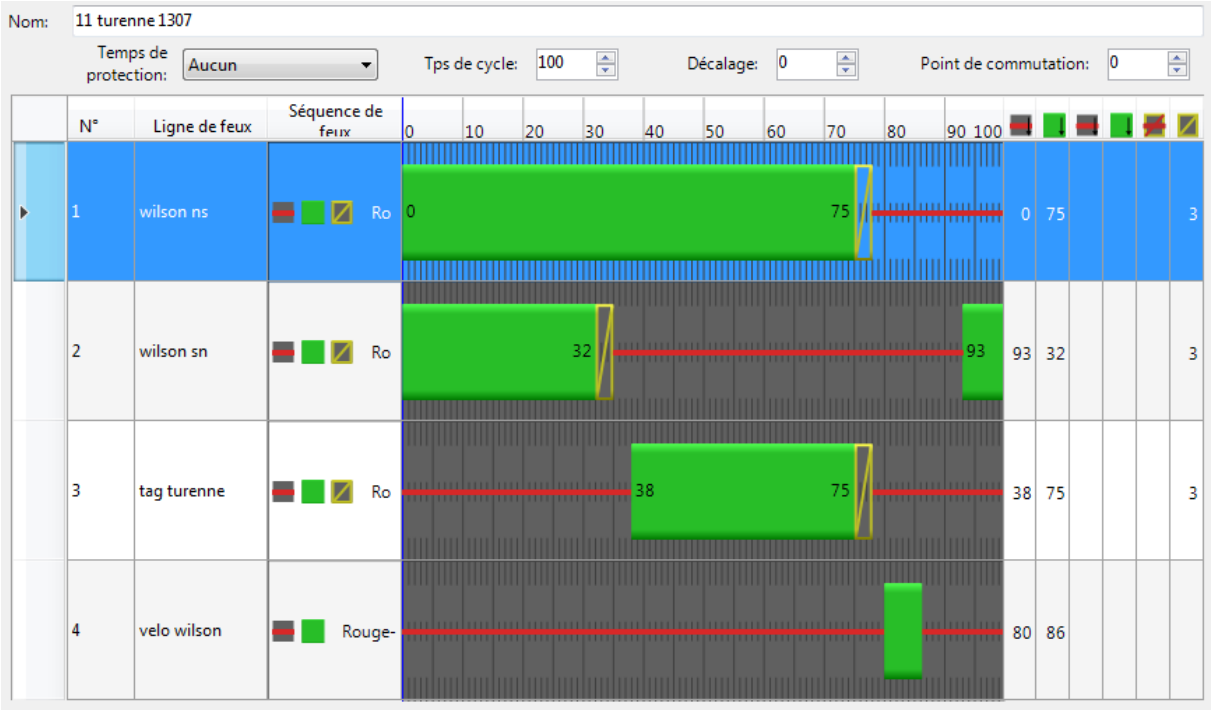

Nom: 5 adour brach 619
Temps de protection: Aucun
Tps de cycle: 100
Décalage: 0
Point de commutation: 0
N° Ligne de feux Séquence de feux
1 wilson sn Ro 54 88 88 54 3
2 adour Ro 60 82 60 82 3
3 wilson ns Ro 54 88 88 54 3

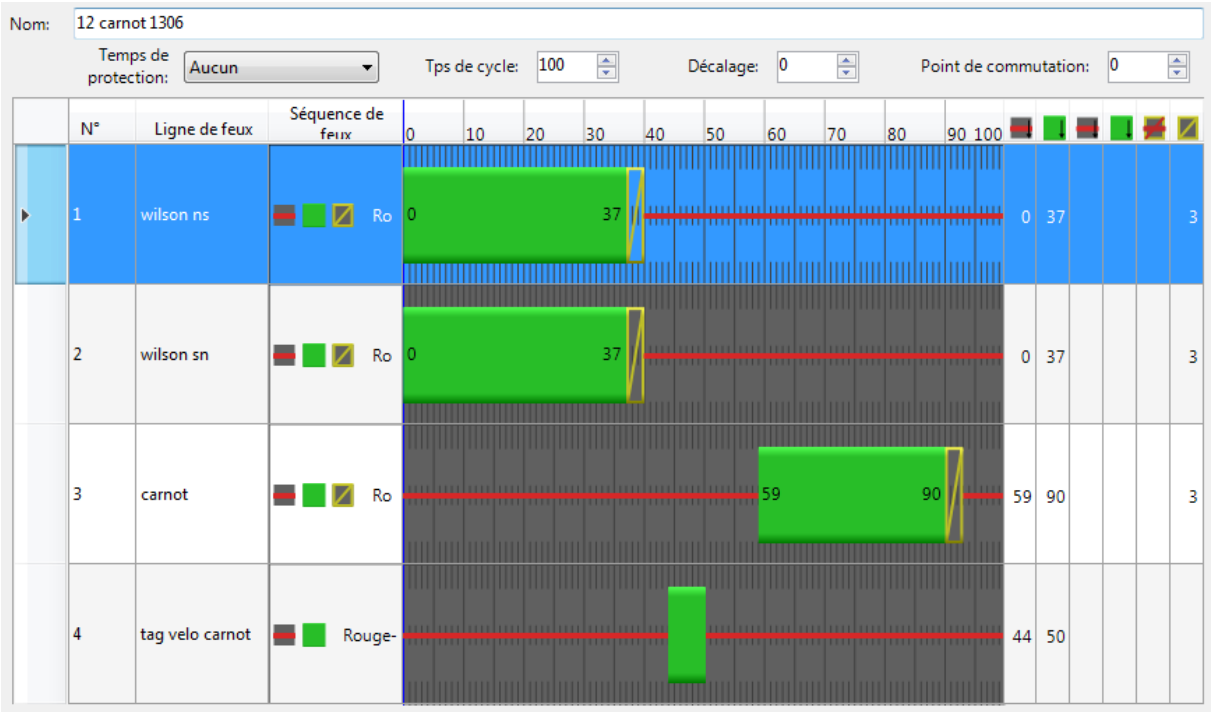

Nom: 6 judaique republique 605
Temps de protection: Aucun
Tps de cycle: 100
Décalage: 0
Point de commutation: 0
N° Ligne de feux Séquence de feux
1 wilson sn Ro 39 94 39 94 3
2 wilson ns Ro 64 94 64 94 3
3 judaique Ro 0 20 0 20 3
4 tag wilson rep... Ro 39 59 39 59 3
5 vélo rep Rouge- 26 32

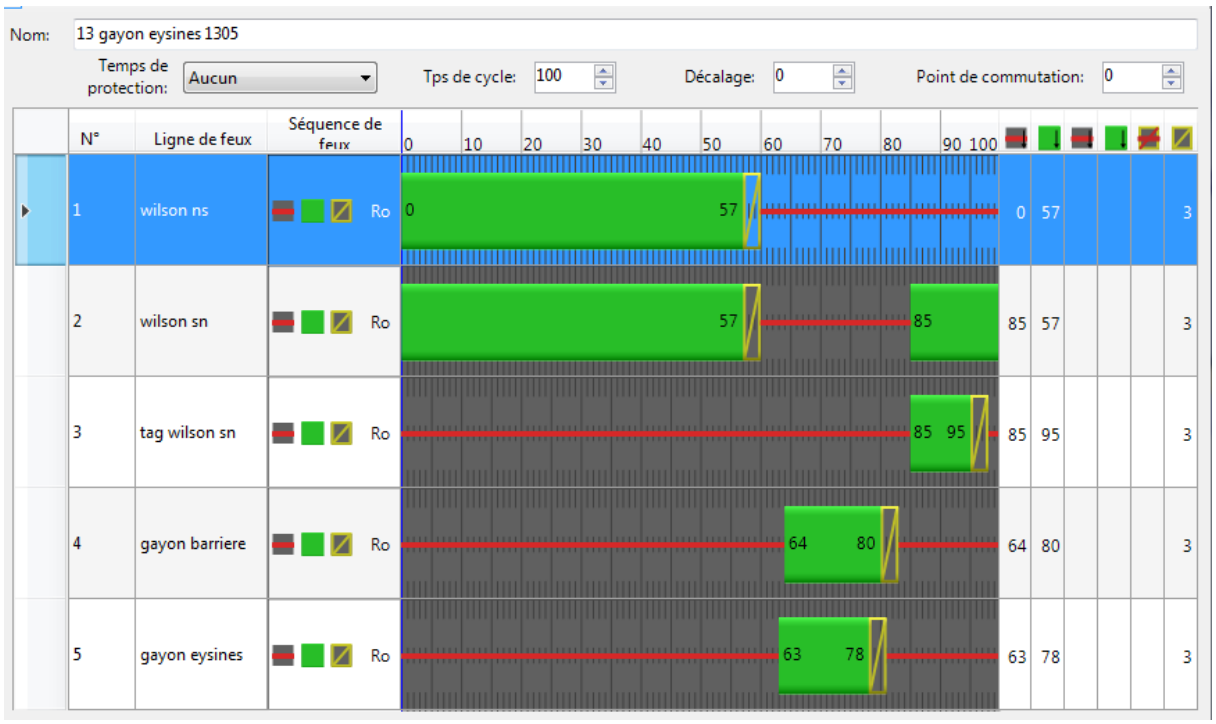

Nom: 7 mandel ferry soissons marseil 627
Temps de protection: Aucun
Tps de cycle: 100
Décalage: 0
Point de commutation: 0
N° Ligne de feux Séquence de feux
1 wilson sn ab ... Ro 46 94 94 46 3
2 wilson ns ab ... Ro 30 88 88 30 3
3 ferry Ro 51 88 51 88 3
4 soissons Ro 59 71 59 71 3
5 marseille Ro 59 71 59 71 3
6 wilson sn ab ... Ro 52 80 80 52 3
7 wilson ns ab ... Ro 35 93 93 35 3

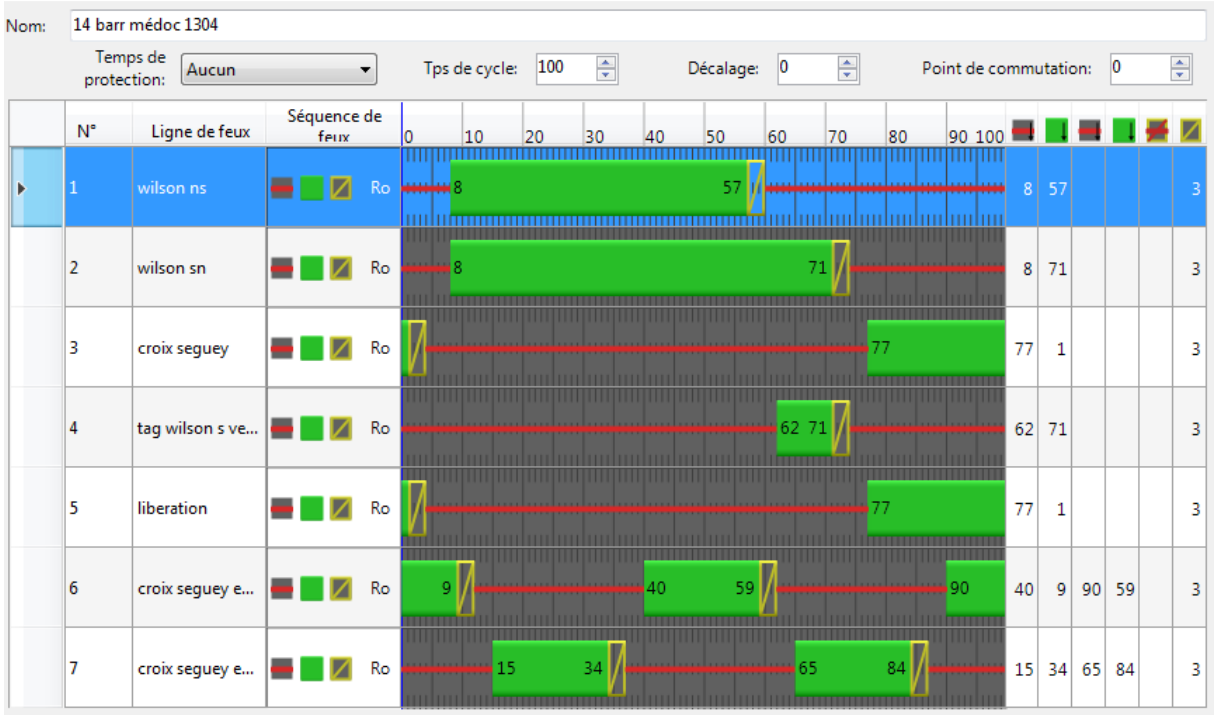

Nom: 9 ecole normal 1309
Temps de protection: Aucun
Tps de cycle: 100
Décalage: 0
Point de commutation: 0
N° Ligne de feux Séquence de feux
1 wilson sn Ro 22 75 75 22 3
2 wilson ns Ro 28 75 75 28 3
3 ecole normale Ro 41 69 41 69 3
4 tag wilson ns c... Ro 28 36 3

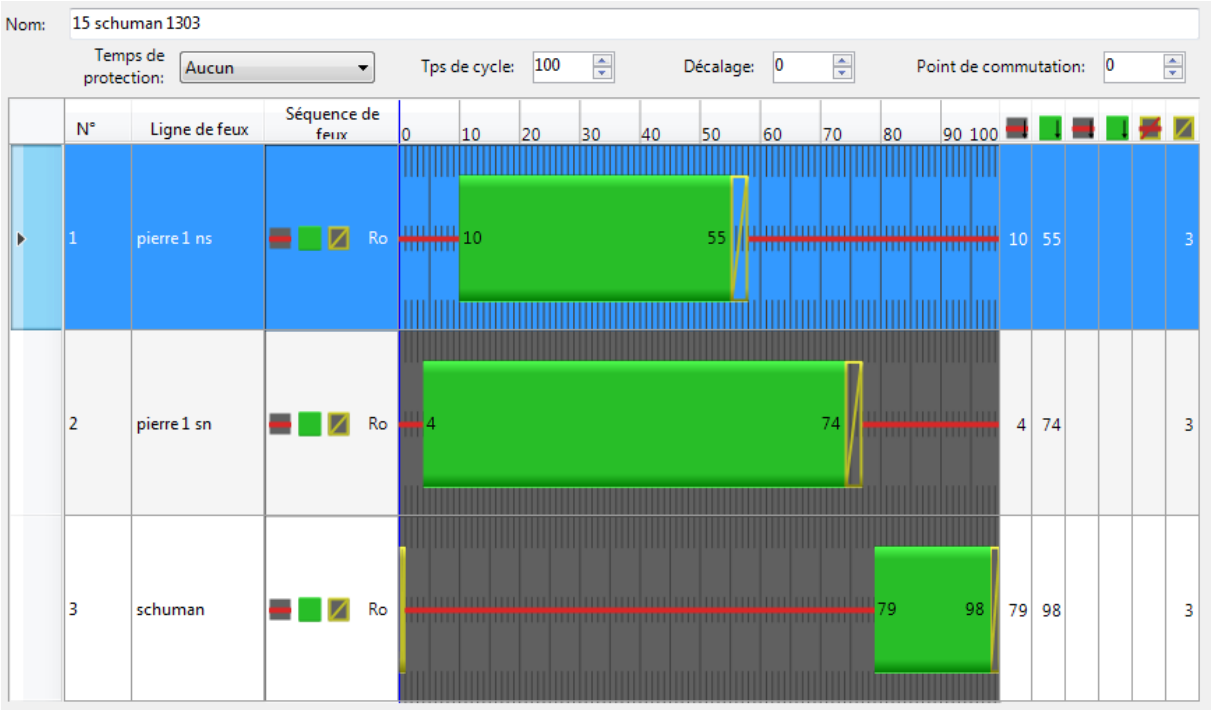

Nom: 10 barr st medard 1308
Temps de protection: Aucun
Tps de cycle: 100
Décalage: 0
Point de commutation: 0
N° Ligne de feux Séquence de feux
1 wilson sn Ro 67 98 67 3
2 wilson ns Ro 31 98 31 3
3 nouaux Ro 37 56 37 56 3
4 tag de gaulle Ro 62 92 62 92 3

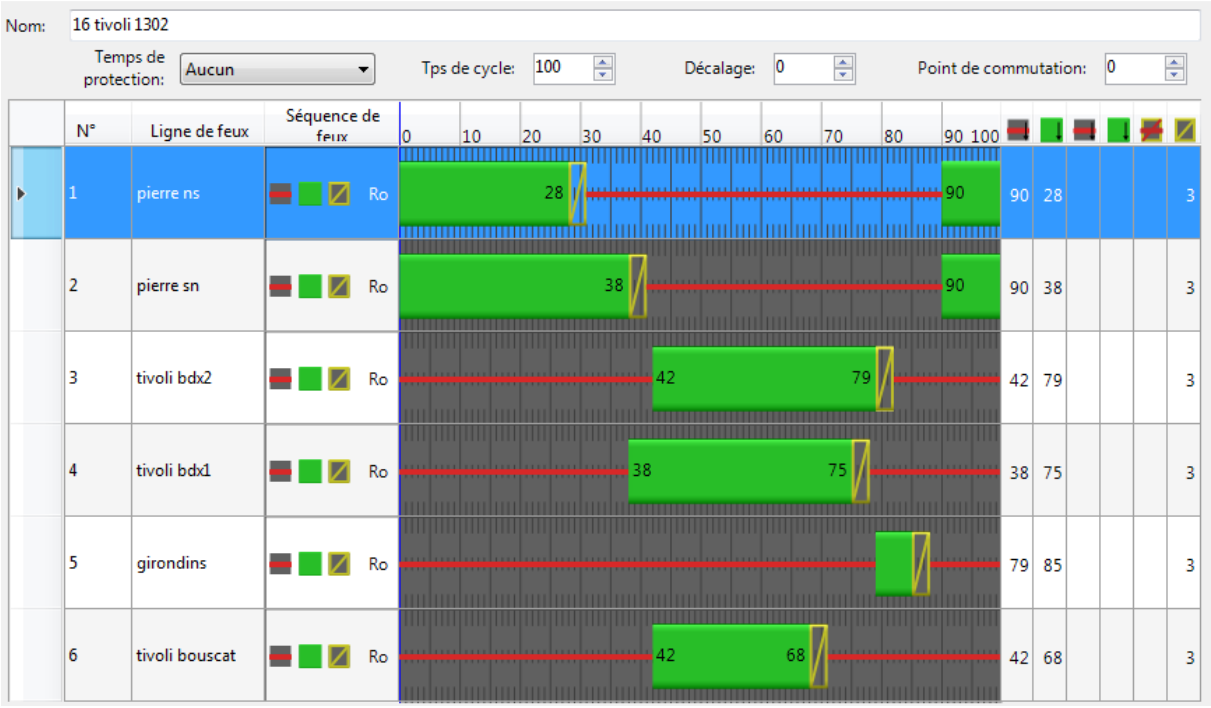

Nom: 11 turenne 1307
Temps de protection: Aucun
Tps de cycle: 100
Décalage: 0
Point de commutation: 0
N° Ligne de feux Séquence de feux
1 wilson ns Ro 0 75 0 75 3
2 wilson sn Ro 32 93 93 32 3
3 tag turenne Ro 38 75 38 75 3
4 velo wilson Rouge- 80 86

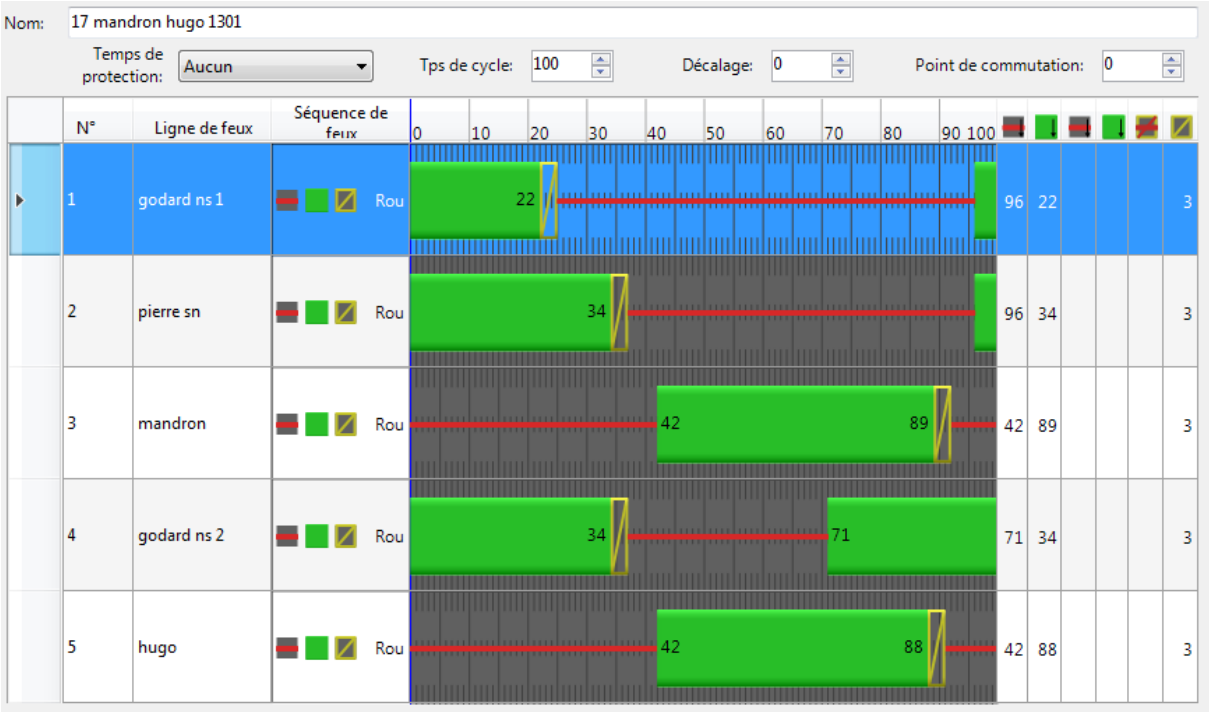

Nom: 12 carnot 1306
Temps de protection: Aucun
Tps de cycle: 100
Décalage: 0
Point de commutation: 0
N° Ligne de feux Séquence de feux
1 wilson ns Ro 0 37 0 37 3
2 wilson sn Ro 0 37 0 37 3
3 carnot Ro 59 90 59 90 3
4 tag velo carnot Rouge- 44 50

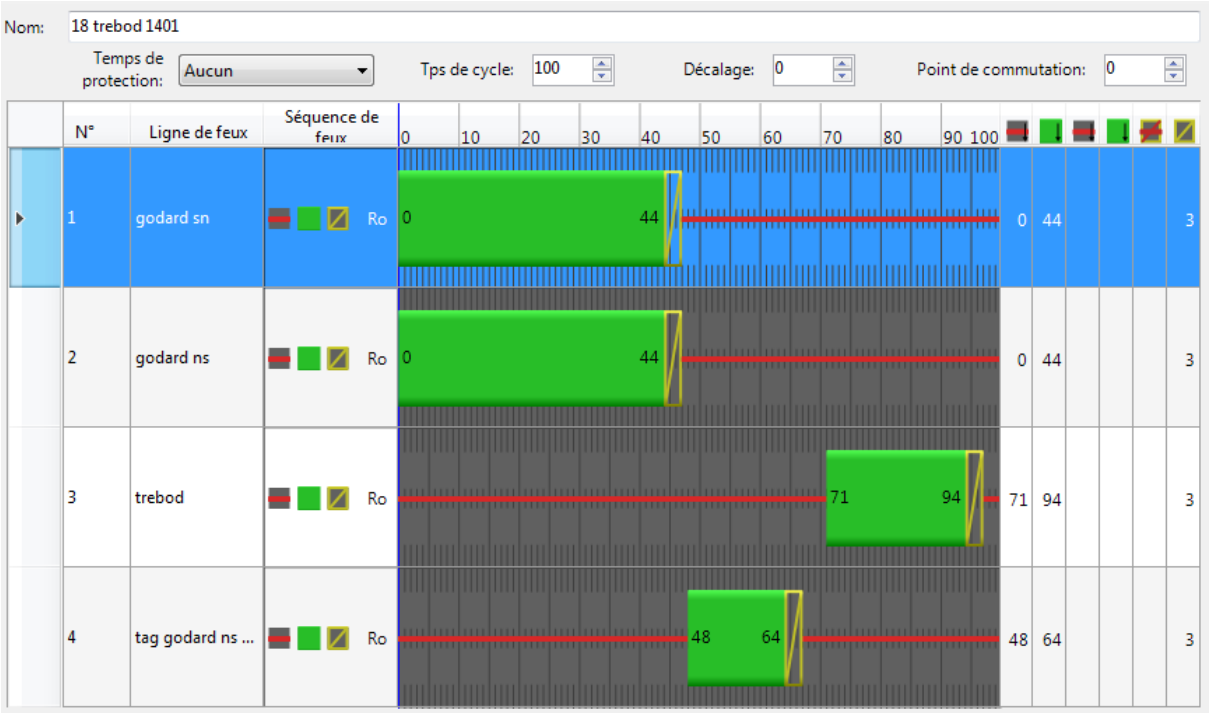

Nom: 13 gayon eysines 1305
Temps de protection: Aucun
Tps de cycle: 100
Décalage: 0
Point de commutation: 0
N° Ligne de feux Séquence de feux
1 wilson ns Ro 0 57 0 57 3
2 wilson sn Ro 57 85 85 57 3
3 tag wilson sn Ro 85 95 85 95 3
4 gayon barriere Ro 64 80 64 80 3
5 gayon eysines Ro 63 78 63 78 3

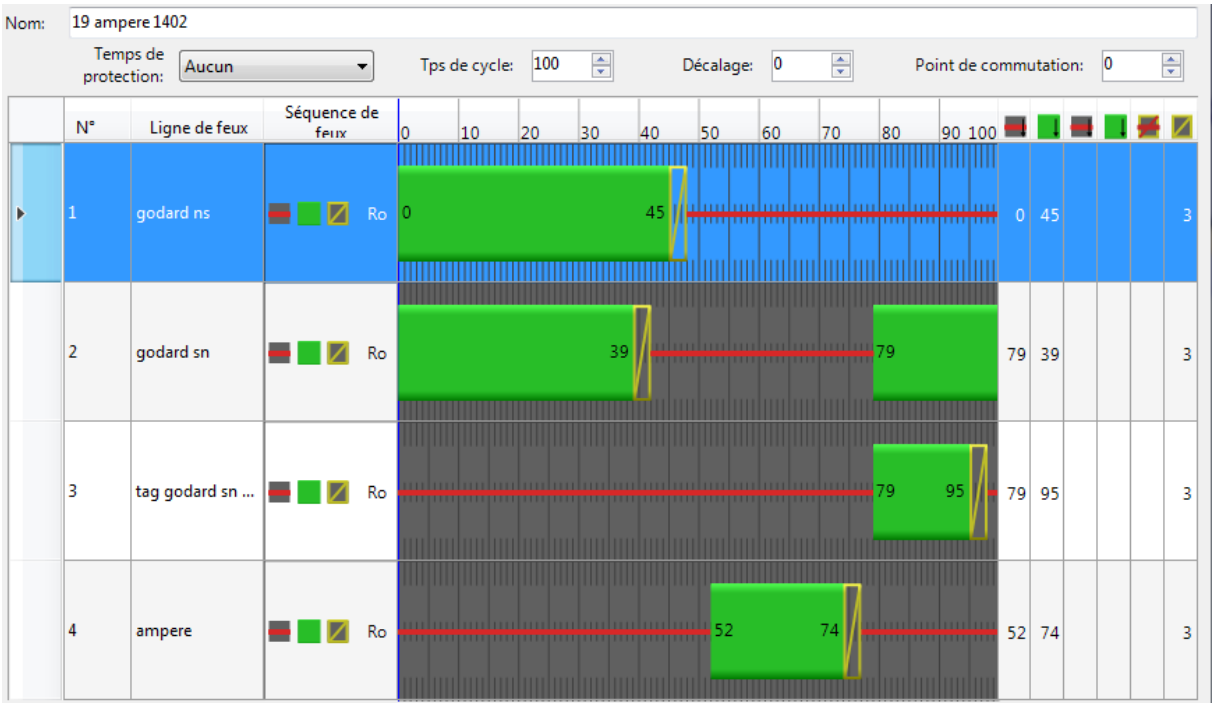

Nom: 14 barr médoc 1304
Temps de protection: Aucun
Tps de cycle: 100
Décalage: 0
Point de commutation: 0
N° Ligne de feux Séquence de feux
1 wilson ns Ro 8 57 8 57 3
2 wilson sn Ro 8 71 8 71 3
3 croix seguey Ro 77 77 1 3
4 tag wilson s ve... Ro 62 71 62 71 3
5 liberation Ro 77 77 1 3
6 croix seguey e... Ro 9 40 59 90 40 9 90 59 3
7 croix seguey e... Ro 15 34 65 84 15 34 65 84 3

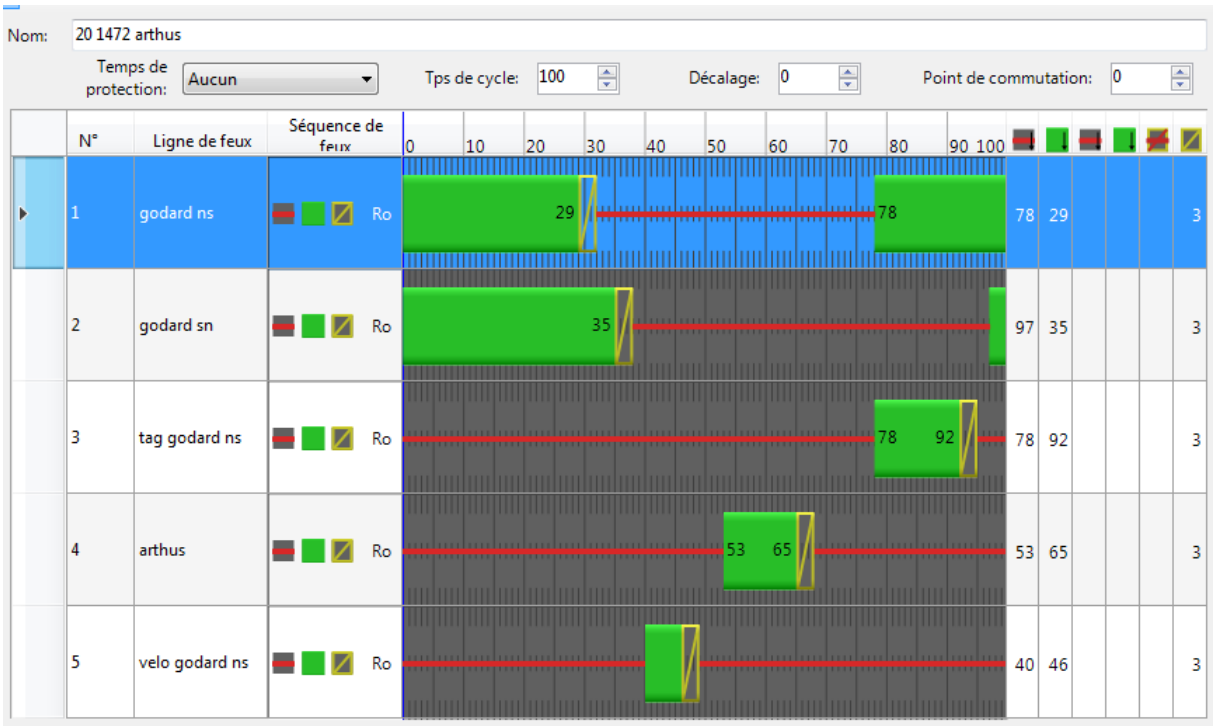

Nom: 15 schuman 1303
Temps de protection: Aucun
Tps de cycle: 100
Décalage: 0
Point de commutation: 0
N° Ligne de feux Séquence de feux
1 pierre 1 ns Ro 10 55 10 55 3
2 pierre 1 sn Ro 4 74 4 74 3
3 schuman Ro 79 98 79 98 3

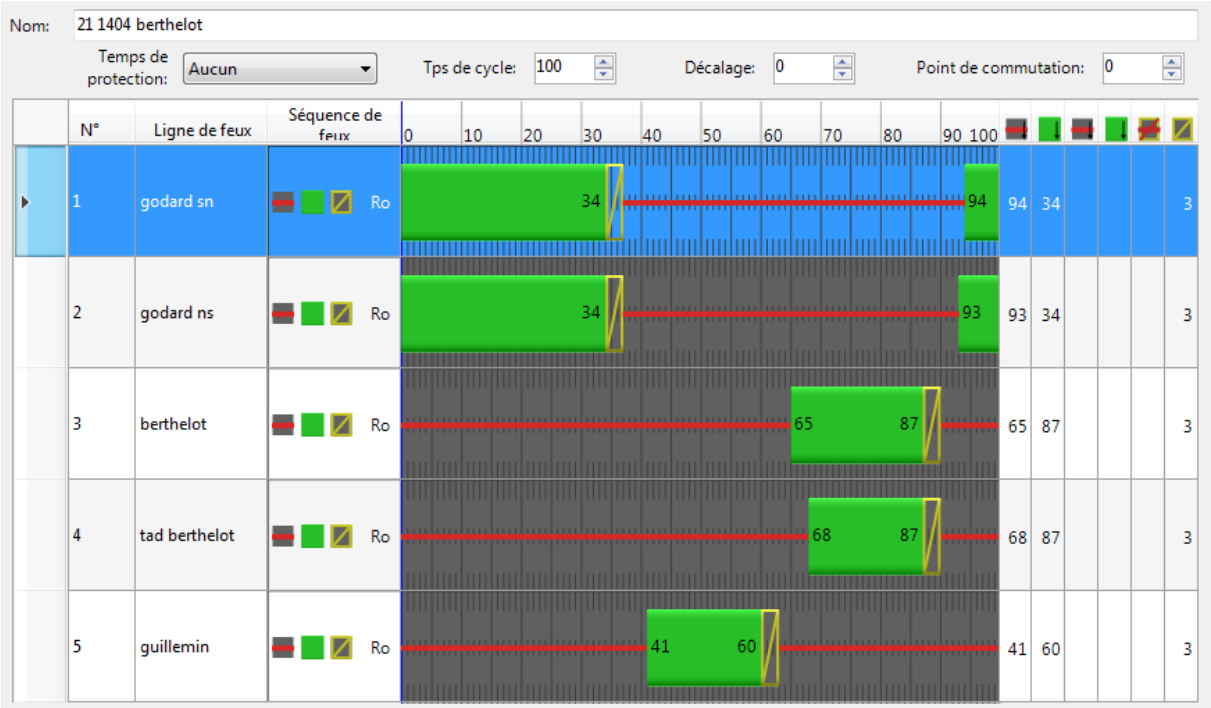

Nom: 16 tivoli 1302
Temps de protection: Aucun
Tps de cycle: 100
Décalage: 0
Point de commutation: 0
N° Ligne de feux Séquence de feux
1 pierre ns Ro 28 90 90 28 3
2 pierre sn Ro 38 90 90 38 3
3 tivoli bdx2 Ro 42 79 42 79 3
4 tivoli bdx1 Ro 38 75 38 75 3
5 girondins Ro 79 85 3
6 tivoli bouscat Ro 42 68 42 68 3

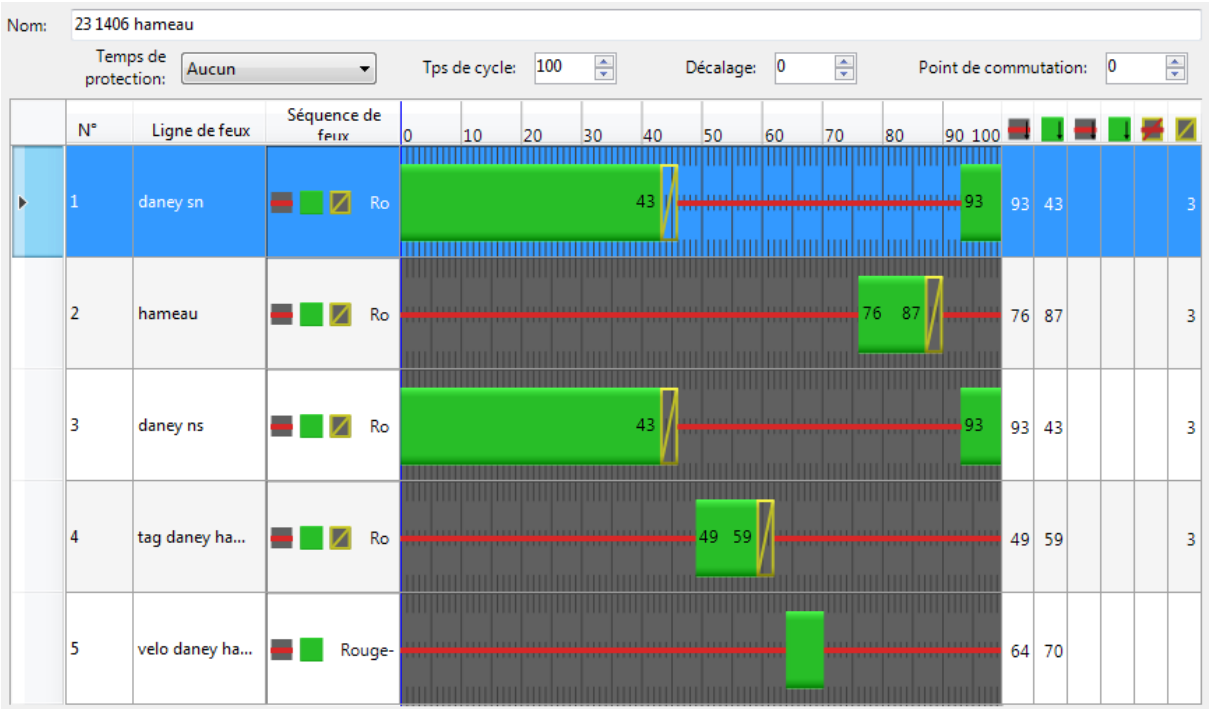

Nom: 17 mandron hugo 1301
Temps de protection: Aucun
Tps de cycle: 100
Décalage: 0
Point de commutation: 0
N° Ligne de feux Séquence de feux
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
1 godard ns 1 Rou 22 96 22 3
2 pierre sn Rou 34 96 34 3
3 mandron Rou 42 89 42 89 3
4 godard ns 2 Rou 34 71 71 34 3
5 hugo Rou 42 88 42 88 3

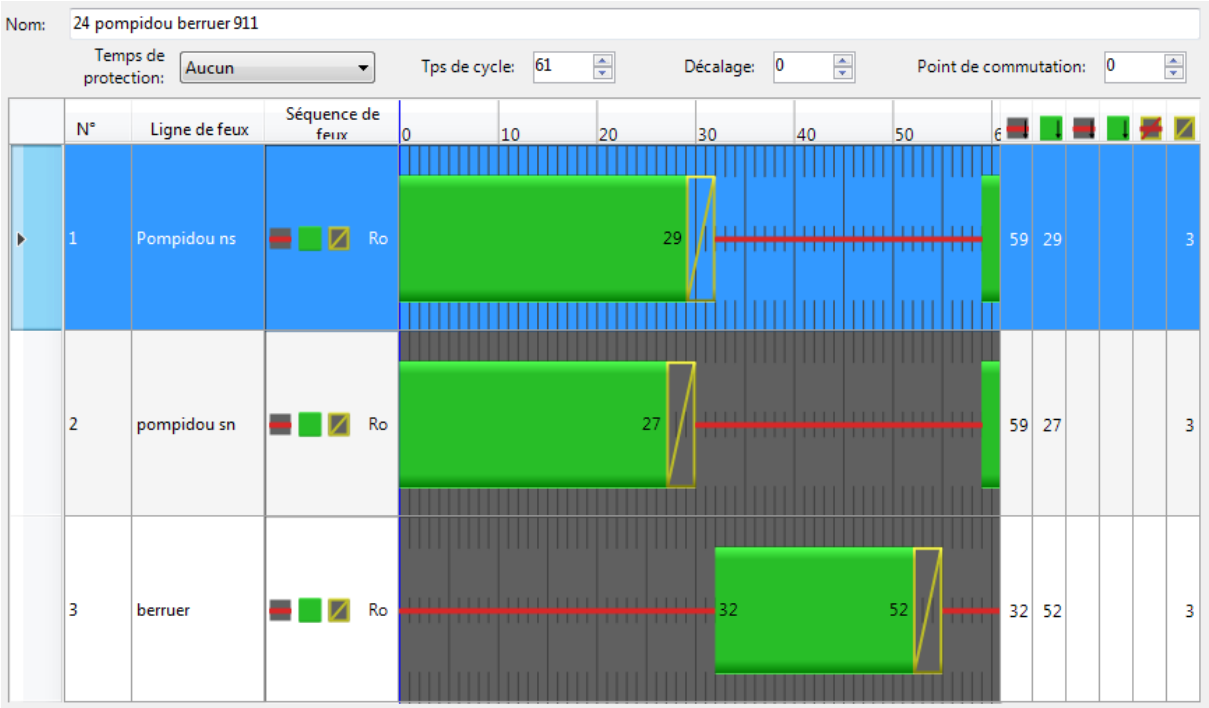

Nom: 18 trebod 1401
Temps de protection: Aucun
Tps de cycle: 100
Décalage: 0
Point de commutation: 0
N° Ligne de feux Séquence de feux
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
1 godard sn Ro 0 44 0 44 3
2 godard ns Ro 0 44 0 44 3
3 trebod Ro 71 94 71 94 3
4 tag godard ns ... Ro 48 64 48 64 3


Nom: 19 ampere 1402
Temps de protection: Aucun
Tps de cycle: 100
Décalage: 0
Point de commutation: 0
N° Ligne de feux Séquence de feux
1 godard ns Ro 0 45 0 45 3
2 godard sn Ro 39 79 79 39 3
3 tag godard sn ... Ro 79 95 79 95 3
4 ampere Ro 52 74 52 74 3


Nom: 20 1472 arthus
Temps de protection: Aucun
Tps de cycle: 100
Décalage: 0
Point de commutation: 0
N° Ligne de feux Séquence de feux
1 godard ns Ro 29 78 78 29 3
2 godard sn Ro 35 97 35 3
3 tag godard ns Ro 78 92 78 92 3
4 arthus Ro 53 65 53 65 3
5 velo godard ns Ro 40 46 3


Nom: 21 1404 berthelot
Temps de protection: Aucun
Tps de cycle: 100
Décalage: 0
Point de commutation: 0
N° Ligne de feux Séquence de feux
1 godard sn Ro 34 94 94 34 3
2 godard ns Ro 34 93 93 34 3
3 berthelot Ro 65 87 65 87 3
4 tad berthelot Ro 68 87 68 87 3
5 guillemin Ro 41 60 41 60 3


Nom: 23 1406 hameau
Temps de protection: Aucun
Tps de cycle: 100
Décalage: 0
Point de commutation: 0
N° Ligne de feux Séquence de feux
1 daney sn Ro 43 93 93 43 3
2 hameau Ro 76 87 76 87 3
3 daney ns Ro 43 93 93 43 3
4 tag daney ha... Ro 49 59 49 59 3
5 velo daney ha... Rouge- 64 70


Nom: 24 pompidou berruer 911
Temps de protection: Aucun
Tps de cycle: 61
Décalage: 0
Point de commutation: 0
N°
Ligne de feux
Séquence de feux
0
10
20
30
40
50
1
Pompidou ns
Ro
29
59
29
3
2
pompidou sn
Ro
27
59
27
3
3
berruer
Ro
32
52
32
52
3