

LES RENCONTRES NATIONALES SUR LA MODELISATION DES DEPLACEMENTS

PARTENARIAT



16 MAI 2023



Simuler les projets de transport sur l'Eurométropole de Metz :

De la micro simulation centralisée des carrefours à L'émergence d'un modèle multimodal des déplacements

Insertion urbaine des Transports Collectifs



LIGNES METTIS A ET B



LA SIMULATION DYNAMIQUE EN TEMPS REEL DANS LA GESTION DE PROJET

Dominique LOESCH
Eurométropole de Metz

1.1 Le projet Mettis

1.2 La simulation
dynamique en
temps différé

1.3 Les résultats

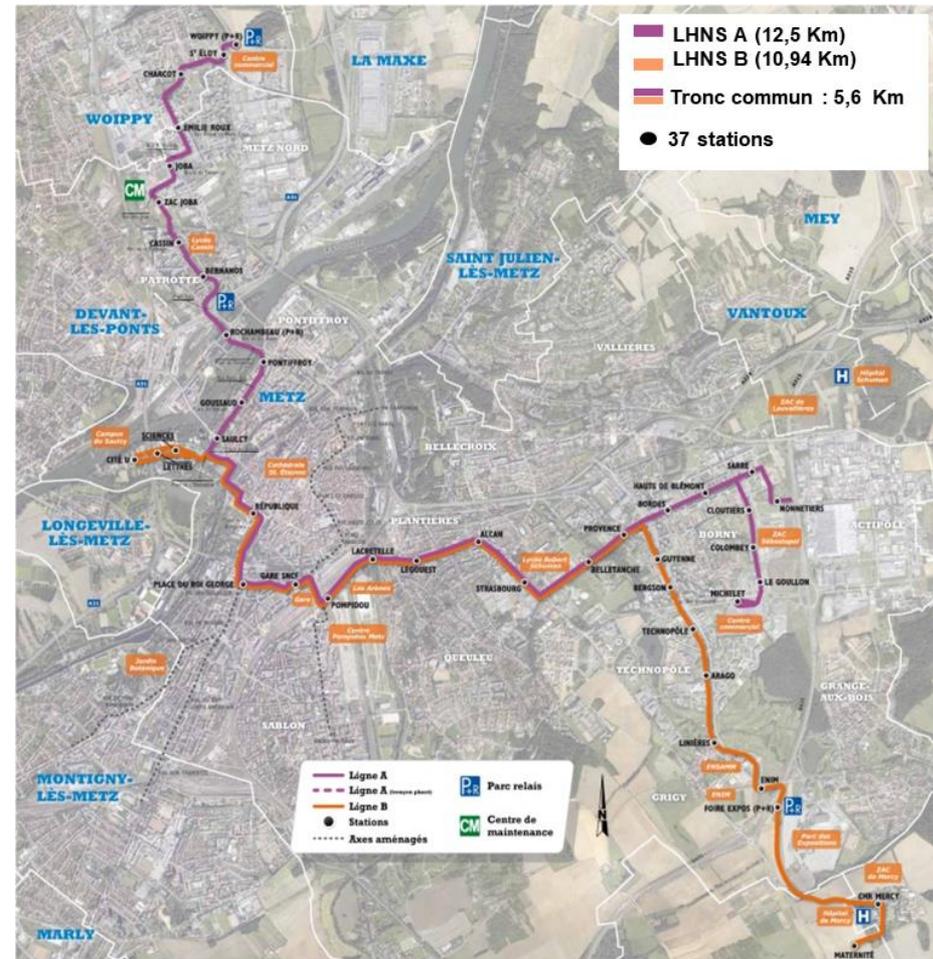
1.4 La simulation
dynamique en
temps réel

CONTEXTE DE L'ETUDE

2 LIGNES A ET B SUR UN PARCOURS DE 18KM TRAVERSANT 94 CARREFOURS À FEUX EN « PRIORITÉ ABSOLUE »

PROPOSITION DE SIMULATION DYNAMIQUE DU PROJET POUR:

- ❑ MESURER L'IMPACT PRÉCIS SUR LA CIRCULATION GÉNÉRALE
- ❑ VALIDATION DES AMÉNAGEMENTS
- ❑ CRÉATION DE BASES DE DONNÉES TRANSPORT ET TRAFIC EN VUE DES OPTIMISATIONS DE MICRORÉGULATION CENTRALISÉE
- ❑ VALIDATION DU NOUVEAU PLAN DE DÉPLACEMENT
- ❑ AIDE À LA DÉCISION POLITIQUE DU PROJET



LES POINTS DE BLOCAGE

— Les points de difficultés secteurs des ponts et échangeurs

— Le tracé Mettis

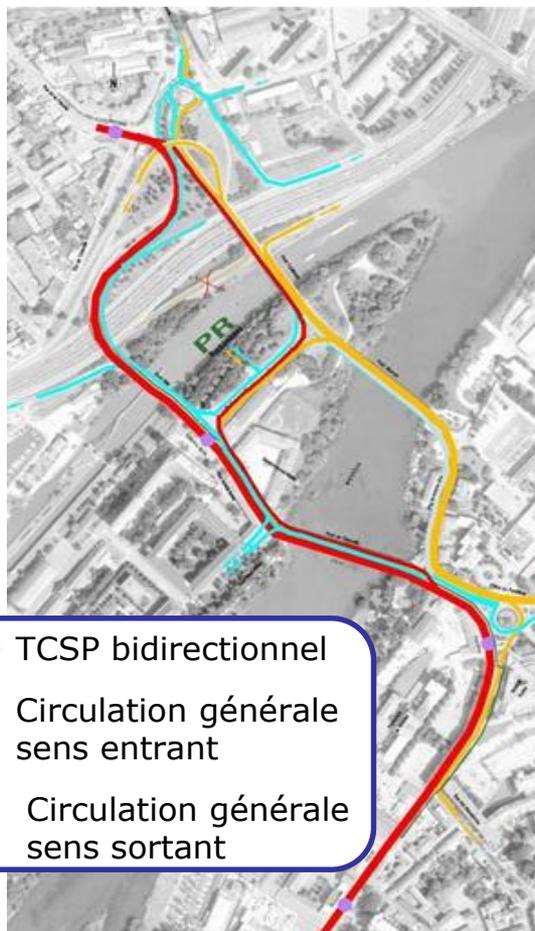
La simulation dynamique va porter sur le secteur des échangeurs et de certains carrefours limitrophes impactés par le projet

Entrée / Sortie autoroute A31
5000 véh/j

1 Km entre le carrefour et l'échangeur



Les Variantes Simulées



Variante 1



Variante 2

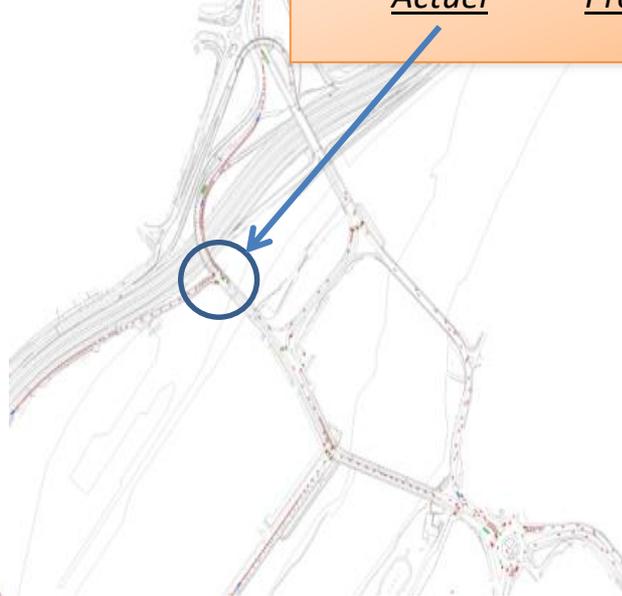


Variante 3

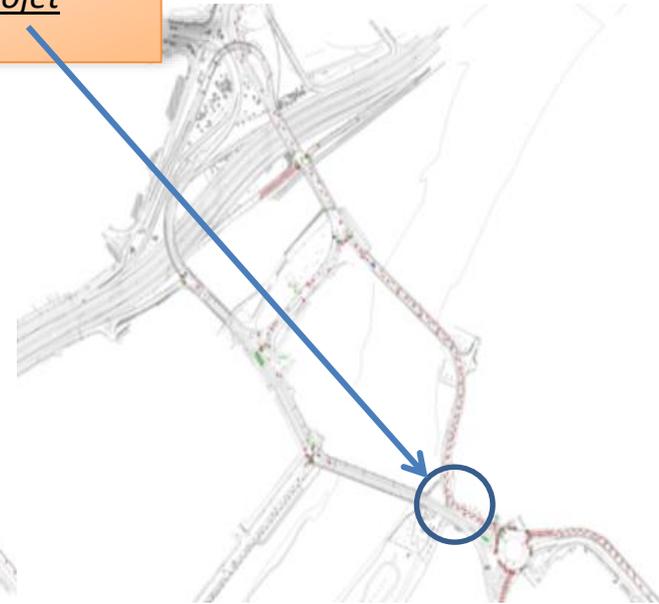
-  TCSP bidirectionnel
-  Circulation générale sens entrant
-  Circulation générale sens sortant

Entrecroisement Nord/SudActuelProjet

Variante 1



Variante 2



Variante 3

La variante 3 ne génère pas de remontées sur les échangeurs, elle améliore en plus le fonctionnement actuel car les entrecroisements Nord/Sud en sortie de l'A31 sont éloignés de 500m des échangeurs.

Variante 1

Variante 2

Variante 3

Base de Données Trafic

Heure de Pointe Matin

Carrefours	Situation actuelle			Solution 1 optimisée			Solution 2 optimisée			Solution 3		
	Demande	Offre	Déficit	Demande	Offre	Déficit	Demande	Offre	Déficit	Demande	Offre	Déficit
C23-Thionville-Goll	1257	1267	1%	2037	1908	-7%	1856	1597	-16%	2269	2210	-3%
C25-Thionville-A31	2216	2161	-3%	2757	2464	-12%	1746	1640	-6%	2500	2458	-2%
C50-Thionville-Rochambeau	2173	2145	-1%	343	328	-5%	1485	1218	-22%	792	777	-2%
C51-Thionville-Rochambeau	1653	1595	-4%	2053	1887	-9%	1876	1768	-6%	1879	1848	-2%
C52-Place du Pontiffroy	3535	3340	-6%	2973	2806	-6%	3113	2820	-10%	3112	3054	-2%
C55-Thionville-A31	-	-	-	-	-	-	977	738	-32%	508	509	0%
Total			-3%			-8%			-13%			-2%

Heure de Pointe Soir

Carrefours	Situation actuelle			Solution 1 optimisée			Solution 2 optimisée			Solution 3		
	Demande	Offre	Déficit	Demande	Offre	Déficit	Demande	Offre	Déficit	Demande	Offre	Déficit
C23-Thionville-Goll	1312	1339	2%	1869	1754	-7%	1918	1747	-10%	2092	2055	-2%
C25-Thionville-A31	2436	2390	-2%	2753	2316	-19%	1966	1526	-29%	2759	2624	-5%
C50-Thionville-Rochambeau	1481	1483	0%	262	275	5%	1112	1036	-7%	608	591	-3%
C51-Thionville-Rochambeau	1732	1687	-3%	2246	1810	-24%	1978	1468	-35%	2073	1934	-7%
C52-Place du Pontiffroy	3237	3133	-3%	3089	2696	-15%	3211	2614	-23%	3211	2993	-7%
C55-Thionville-A31	-	-	-				875	804	-9%	237	233	-2%
Total			-2%			-15%			-20%			-5%

Base de Données Transport

LHNS-NordSud	Temps de parcours			Retard		Vitesse	
	min	moyenne	max	Moyenne	Ecart-Type	Moyenne	Ecart-Type
Ligne A	26:37	28:42	31:24	03:01	01:41	19,5 km/h	1,1 km/h
Ligne B	20:58	23:08	25:35	03:35	02:03	17,4 km/h	1,4 km/h
Ligne 16-9	11:13	12:15	13:20	02:47	00:52	16,8 km/h	1,1 km/h
Ligne 5-25	08:14	09:27	11:23	01:34	01:20	15,9 km/h	2,0 km/h
Boileau - Joba	01:04	01:11	01:18	00:04	00:05	21,1 km/h	1,4 km/h
Joba - Cassin	02:15	02:35	03:00	00:22	00:18	19,5 km/h	2,2 km/h
Cassin - Bernanos	00:56	01:04	01:09	00:07	00:18	19,3 km/h	2,4 km/h
Bernanos - ParcRelais	01:29	01:39	01:48	00:05	00:14	20,2 km/h	2,0 km/h
ParcRelais - Pontiffroy	01:07	01:19	01:23	00:11	00:22	22,5 km/h	3,4 km/h
Pontiffroy - Goussaud	01:00	01:04	01:07	00:02	00:03	22,7 km/h	1,0 km/h
Goussaud - Place du Saulcy	01:21	01:25	01:30	00:04	00:04	16,5 km/h	0,7 km/h
Place du Saulcy - Pont Moyen	00:52	02:03	04:01	01:01	01:33	11,9 km/h	5,2 km/h
Pont Moyen - République	01:37	01:57	02:22	00:16	00:25	21,2 km/h	3,4 km/h
République - Roi George	02:20	02:41	03:00	00:22	00:21	15,1 km/h	1,8 km/h
Roi George - Gare SNCF	01:41	02:02	02:24	00:18	00:38	15,1 km/h	2,4 km/h
Gare SNCF - Gare Routière	01:42	02:05	02:35	00:21	00:43	21,0 km/h	4,0 km/h
Gare Routière - Lacretelle	00:56	01:04	01:14	00:07	00:13	18,4 km/h	2,5 km/h
Lacretelle - Legouest	00:49	00:53	00:59	00:00	00:05	23,5 km/h	1,6 km/h
Legouest - Alcan	01:06	01:18	01:33	00:09	00:15	24,8 km/h	3,4 km/h
Alcan - Strasbourg	01:02	01:10	01:28	00:18	00:10	15,5 km/h	1,8 km/h
Strasbourg - ATAC	00:50	00:54	00:59	00:00	00:04	22,5 km/h	1,4 km/h
ATAC - Belletanche	01:19	01:28	01:35	00:05	00:07	20,5 km/h	1,5 km/h
Belletanche - Provence	01:12	01:17	01:23	00:03	00:05	21,5 km/h	1,3 km/h
Provence - Bordes	00:59	01:04	01:10	00:04	00:04	18,4 km/h	1,1 km/h
Bordes - Boulonnais	00:47	00:52	00:58	00:00	00:04	21,6 km/h	1,5 km/h
Boulonnais - GPV	01:25	01:29	01:34	00:02	00:04	17,0 km/h	0,8 km/h

Serveur Principal
Gertrude - Client



Interface API
(Application Program Interface)

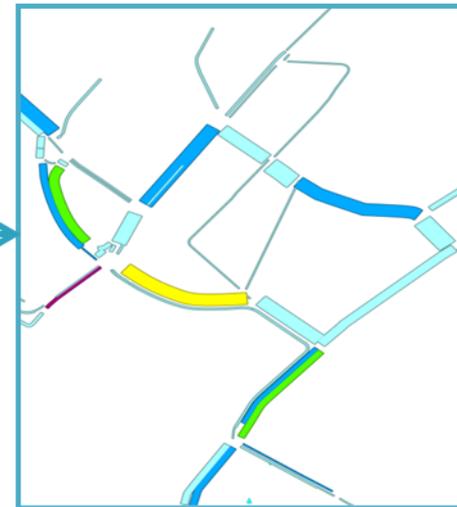


Micro simulateur
dynamique
Aimsun - Server

API TEMPS REEL

L'échange de données entre le simulateur et l'application Gertrude fonctionne en mode Client-serveur:

« en temps réel à la seconde »



Les possibilités de la microrégulation centralisée ont conduits à développer une API en temps réel en non plus en temps différé afin d'optimiser les programmes des carrefours.

Optimisation des Programmes de Microrégulation Centralisée

Exemple de programme de micro
régulation centralisée permettant
dans une séquence d'adapter le
temps de vert en fonction de la
demande.

```

Sans titrel  ZONEZZ0105.SRC
562 *****
563 COURANT_SEQ_07
564 *****
565 * & Adaptatif sur Tag vers Plantiere
566 * test adaptatif
567 TAD [[ CCAD = -1
568 + CAAD = 6
569 + MAILAD= 6
570 + IV = 3
571 + DUR = 1
572 + TOC = -1
573 + TEIAT = 1
574 + FFR = -1
575 + TSTH = NON TSTB = -1 ]]
576
577 * Action adaptatif
578 AAD [[ SQRD = -1
579 + MAILR= -1, 1, -1, 2
580 + SQR = 13, 18, 22, sqt
581 + PARTAGE=NON CPTCC= -1 ]]
582
583 * anti-blocage :
584 SI (C_FAT[ncc;10] : 0 OU C_FAT[ncc;11] : 0 OU
585 + (C_VERT[ncc;6] > 10 ET Z_CHRZ[nz;2] < 100)) ALORS
586 REP_J [[ SQS=nsq SQR=11 CPTCC=46 ]]
587 FINSI
588
589 FIN_SEQ_07
590 *****
591 * & Prolongation du Tag vers Plantiere
592 TPR [[ CCPR = -1
593 + CAPR = 6
594 + FEU = 6
595 + IV = 3
596 + MAXI = 8
597 + MAILPR= 6
598 + TOC = -1
599 + CONF = 1
600 + LQAVL = ncc, 11, 20, 1
601 + MAVL = 89, 10, -1 ]]
602
603 * Action de prolongation:
604 m19 = 22
605 SI (C_TSO[ncc;22] < 7) m19 = -1
606 APR [[ SQS = 13, 18, sqt, m19
607 + MAILS= -1, -1, 7, -1
608 + PRIO = -1, -1, -1, -1
609 + RST = NON CPTCC= -1 ]]
610
611 *----->>>>> TRAITEMENT DE LA SEQUENCE 09
612 DEBUT_SEQ_09
613 *****

```


LE MODÈLE MULTIMODAL DES DÉPLACEMENTS

Mathieu JACQUOT
Cerema

Les objectifs

- Un modèle vieux de 15 ans passé de TransCAD à Aimsun
- Des besoins non satisfaits de la métropole et des services de l'Etat

⇒ Contrat de partenariat public-public pour la mise au point d'un modèle multimodal des déplacements

- Appel d'offre de maîtrise d'œuvre remporté par Systra-Aimsun
- AMO Cerema Est + coopération pour les « innovations » méthodologiques

Sujet	Attentes	Faisabilité
	Impacts des projets d'urbanisations sur le système de transport	😊, attention à la prise en compte des générateurs de trafic (hôpitaux par ex.)
Marchandises	Livraisons, ZFE	! utilisation d'un modèle national sans possibilités de vérification locale
	Evolution du Port de Metz	😊 enquêtes OD à effectuer (~10 k€)
	Evolutions des flux longue distance	😊 données MTES, DREAL
Voyageurs - route	Simulations des projets structurants dont voie réservée covoiturage	😊 incertitude sur les possibilités d'estimation du report modal
	Interface de communication statique/dynamique	! impacts sur le choix du logiciel et/ou le coût
	Offre de stationnement	! nécessite probablement des adaptations des logiciels
	Stratégie d'implantations d'aires de covoiturage et de P+R	😊 mais ! aires de covoiturage en bordure de périmètre (Lesmenils) ?
	Changement de comportement - covoiturage	😞 Possibilité d'émettre des scénarios hypothétiques
	Evolution du coût d'usage	😞 Utilisation de valeurs du temps type
Voyageurs - TC	Modifications du réseau urbain et interurbain Rabattement vers la gare de Metz-Ville	😊
	Optimisations du réseau urbain et interurbain (correspondances, saturation)	😊 Nécessite des exploitations des données de suivi de flotte
	Evolution de la tarification	😞 Utilisation de valeurs du temps type
Voyageurs - Vélo	Hiérarchisation des aménagements cyclables	! Nécessite des comptages vélo, une codification détaillée du réseau (cyclabilité)
Voyageurs - Marche	Prise en compte dans le choix modal, analyses globales	😊
Périmètre	Modèle opérationnel sur le territoire de Metz Métropole	😊
	Prise en compte de l'aire d'influence des projets	😊 Choix à effectuer (périmètre EDGT ou SCOT ?)
Périodes modélisées	Pointe du matin, pointe du soir et heures creuses d'un jour ouvré	😊 Compromis à trouver entre l'analyse des congestions (plages courtes) et de la mobilité (plages longues)
	Pointe du samedi	! Coût important, à faire chiffre en option ?

La communication statique/dynamique

DU STATIQUE VERS LE DYNAMIQUE :

- DESCRIPTION DU RÉSEAU IDENTIQUE A UN MODÈLE MICROSCOPIQUE

DU DYNAMIQUE VERS LE STATIQUE, UNE PRISE EN COMPTE DÉTAILLÉE DES PRINCIPAUX CARREFOURS

- IMPLÉMENTATION DES PLANS DE FEUX

$$retard = \frac{1.0 - \min(1.33 \cdot \frac{vert}{cycle}, 1.0)}{1.0 - \frac{vert}{cycle}} \cdot retard\ uniforme + retard\ incremental$$

$$retard\ uniforme = \frac{0.5 \cdot cycle \cdot (1.0 - \frac{vert}{cycle})^2}{1.0 - (\min(1.0, X) \cdot \frac{vert}{cycle})}$$

$$retard\ incremental = \frac{900.0 \cdot Période}{\sqrt{(X - 1.0) + ((X - 1.0)^2 + (4.0 \cdot X / (Capacité \cdot Période))}}$$

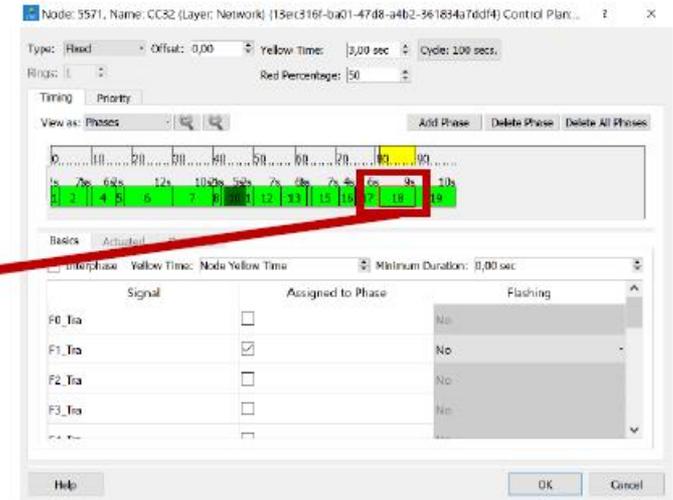
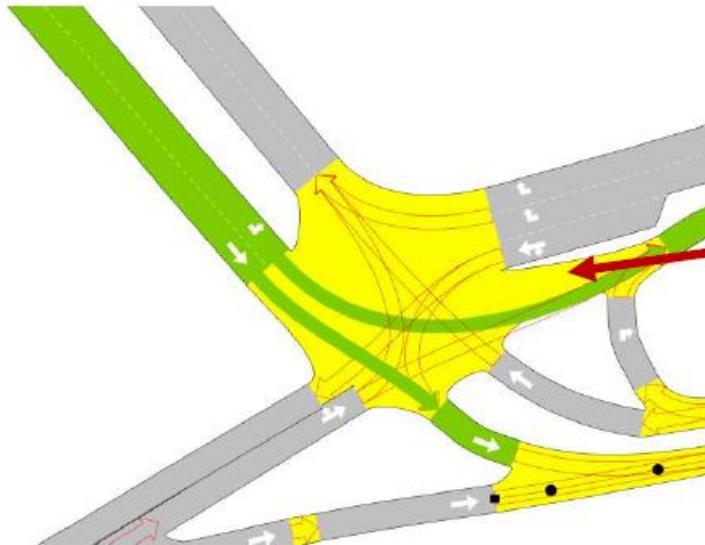


Illustration 17. Représentation des mouvements tournants

La communication statique/dynamique

DU STATIQUE VERS LE DYNAMIQUE :

- ❑ DESCRIPTION DU RÉSEAU IDENTIQUE A UN MODÈLE MICROSCOPIQUE

DU DYNAMIQUE VERS LE STATIQUE, UNE PRISE EN COMPTE DÉTAILLÉE DES PRINCIPAUX CARREFOURS :

- ❑ IMPLÉMENTATION DES PLANS DE FEUX
- ❑ PRISE EN COMPTE SIMPLIFIÉE DES CONFLITS SUR GIRATOIRES

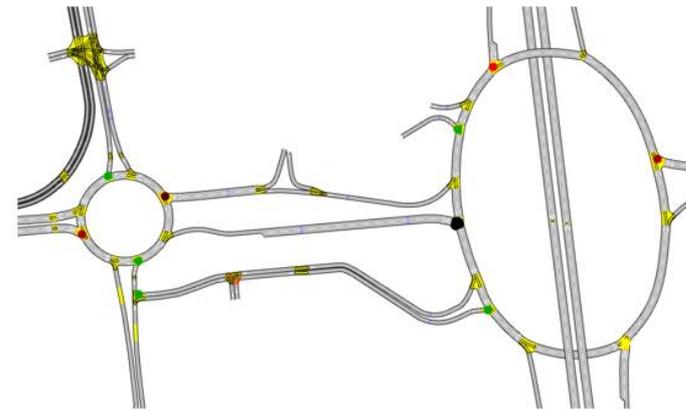
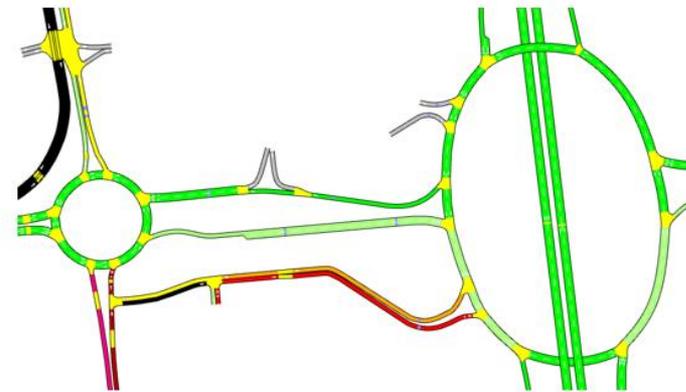


Illustration 30. Echangeur sur l'échangeur de l'Actipôle en PPS

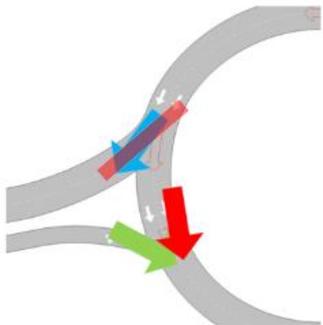
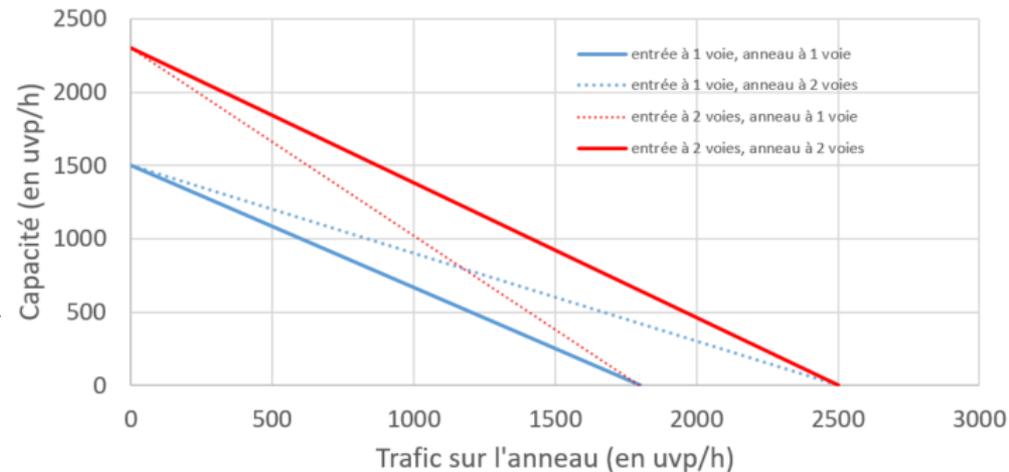


Illustration 12. Mouvements en conflit

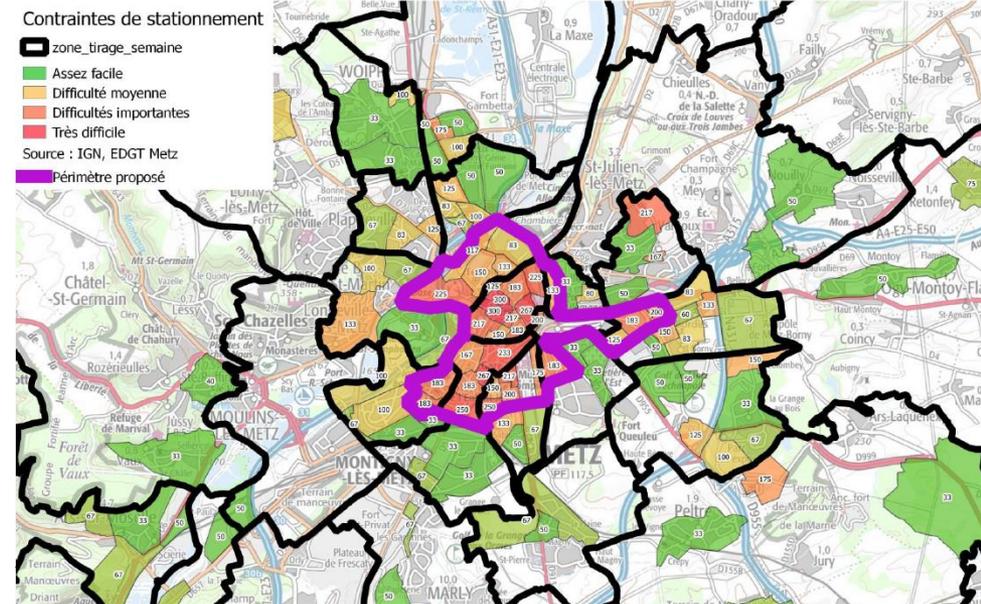
Capacité d'une entrée sur un carrefour giratoire



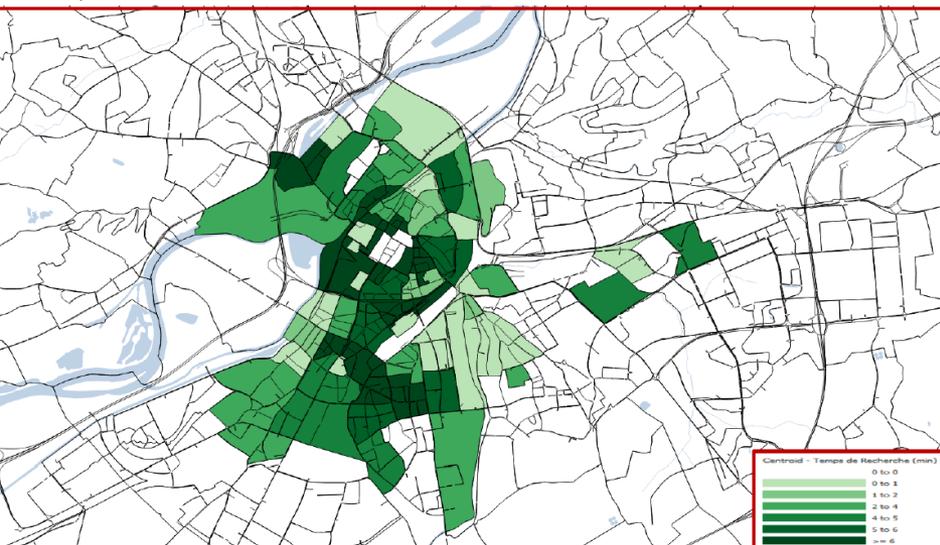
La prise en compte du stationnement

BESOIN IDENTIFIÉE DE TENIR COMPTE DE L'OFFRE EXPLICITEMENT :

- ❑ DÉFINITION D'UN PÉRIMÈTRE DE STATIONNEMENT CONTRAINT
- ❑ INTÉGRATION SIMPLIFIÉE DANS L'AFFECTATION D'UNE PÉNALITÉ DE STATIONNEMENT EN FONCTION DE L'ÉQUILIBRE OFFRE/DEMANDE
- ❑ COMPARAISON EN ORDRES DE GRANDEURS AVEC DES DONNÉES DE COMPTAGE
- ❑ VALIDATION A DIRE D'EXPERT

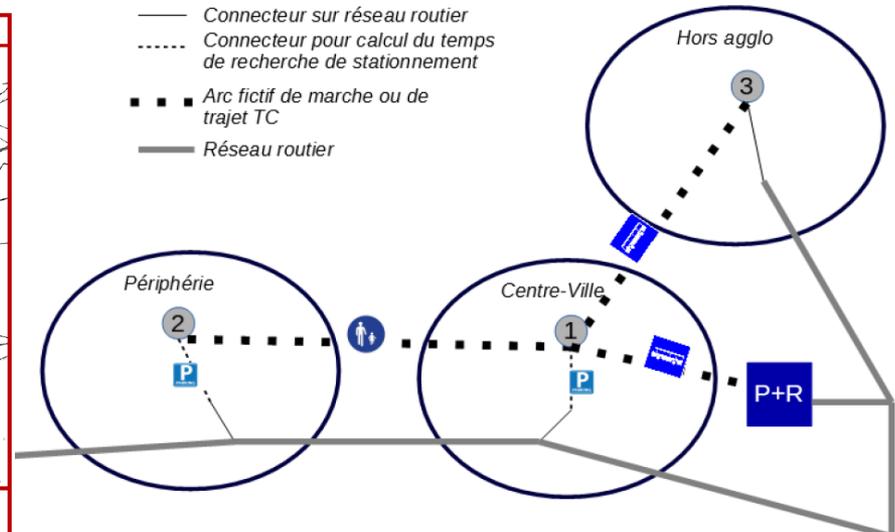


PPM - Temps De Recherche Du Stationnement



LEGENDE

- Connecteur sur réseau routier
- Connecteur pour calcul du temps de recherche de stationnement
- ■ ■ Arc fictif de marche ou de trajet TC
- Réseau routier



Quelques résultats

UN REPORT MODAL DIFFICILE A L'ÉCHELLE DE L'ENSEMBLE DU PÉRIMÈTRE

Scénario	Autosolisme	Covoiturage	MAP	TC	Vélo
Parts modales de base (PPS)	<u>32 %</u>	<u>36 %</u>	<u>24 %</u>	<u>8 %</u>	<u>1 %</u>
Variation coût VP + 50 %	-6 %	+1 %	+2 %	+13 %	+23 %
Vitesse 50 -> 30 et 30 -> 10	-8 %	-11 %	+5 %	+70 %	+1 %
Cste modale velo = TC	-4 %	-2 %	-23 %	-17 %	+793 %
+50 % non motorisés et +25 % peu motorisés	-4 %	+5 %	+2 %	+0 %	+5 %
Fréquence TC +50 %	+0 %	-1 %	+0 %	+5 %	-1 %
-25 % places stationnement (secteur payant)	-3 %	-6 %	+8 %	+14 %	+ 24 %

EXEMPLE D'UTILISATION DU MODÈLE MULTIMODAL

Adrian RENAUX
Eurométropole de Metz

3.1 Projet pour expérience 4 étapes

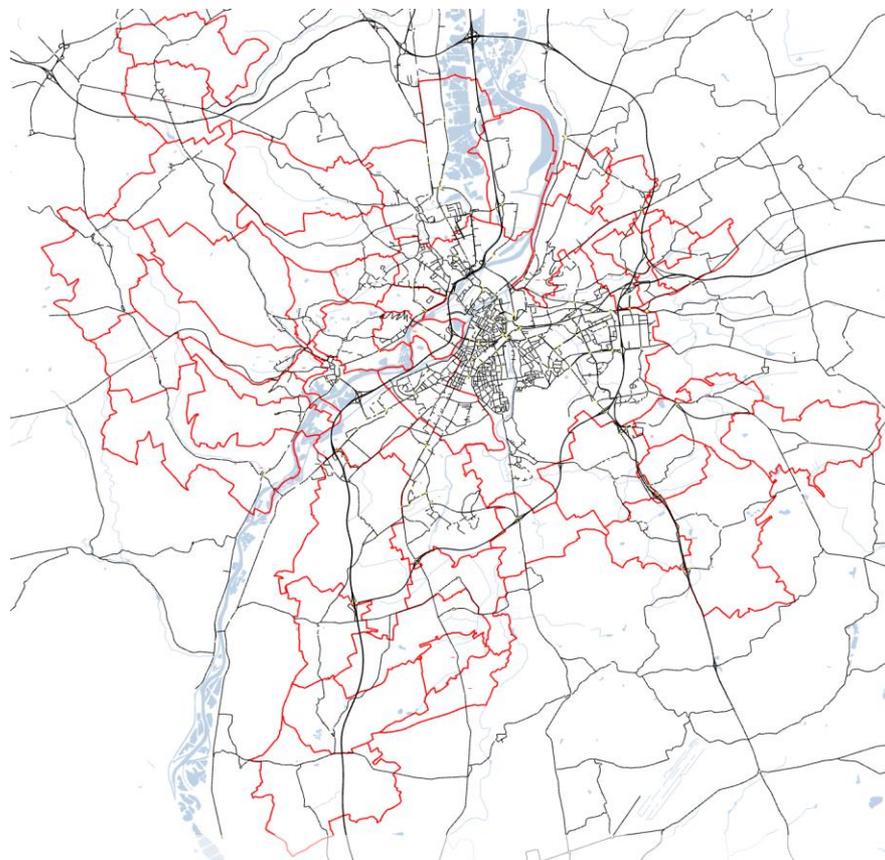
3.2 Projet pour expérience d'affectation statique

3.3 Projet pour expérience microscopique

EXEMPLE D'UTILISATION DU MODÈLE MULTIMODAL

Ce modèle multimodal a été construit avec un réseau routier très détaillé.

Ce qui permet une exploitation à plusieurs niveaux



3.1 Projet pour expérience 4 étapes

3.2 Projet pour expérience d'affectation statique

3.3 Projet pour expérience microscopique

Les expériences 4 étapes sont utilisées pour des projets de grande envergure telle que :

- Modification importante de la voirie.
- Implantation de grandes zones commerciales ou résidentielles.
- Modification du réseau de transport en commun.
- Changement dans les politiques de déplacement de la métropole.

Ce type de projet modifie les choix modaux des usagers.



Exemple : création d'une nouvelle ligne de bus avec modification de voirie sur la partie sud de la métropole.

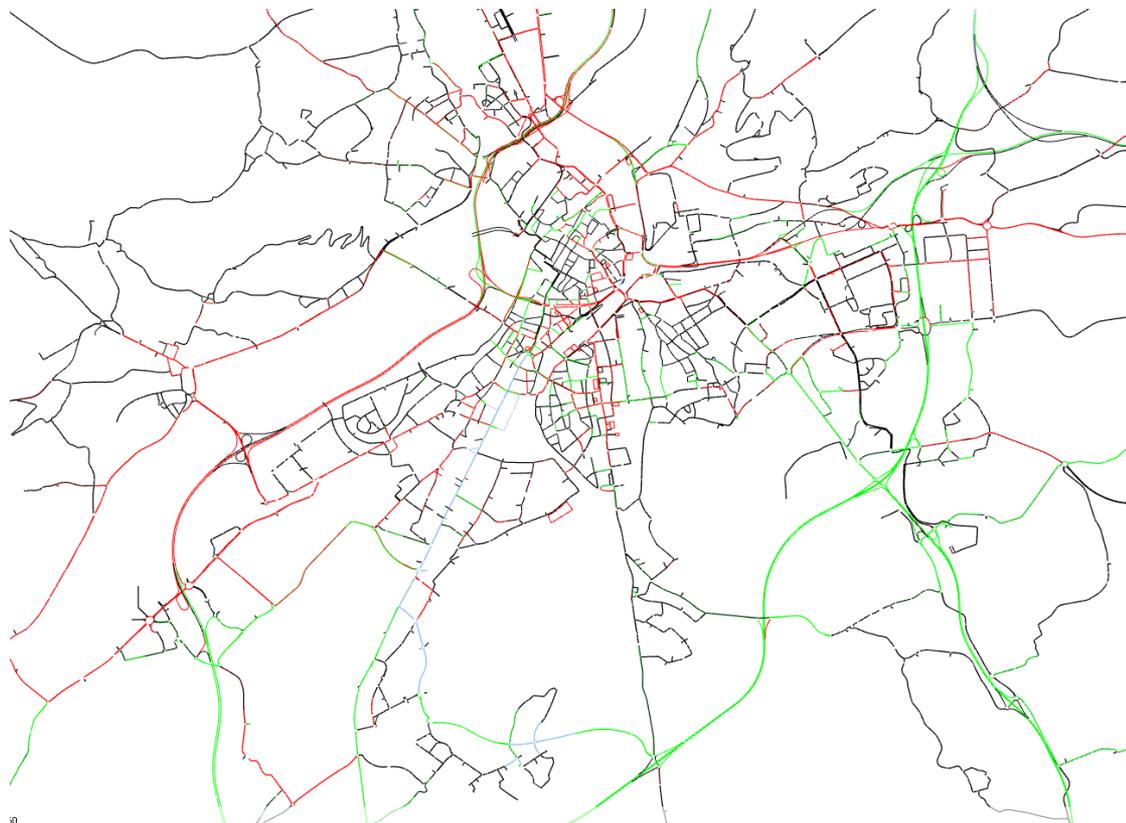
3.1 Projet pour experience 4 étapes

3.2 Projet pour experience d'affectation statique

3.3 Projet pour experience microscopique

Résultats produits :

- Comparaison grande maille des débits entre la situation actuelle et projet.
- Carte de débit et de saturation
- Carte de charge des lignes TC



Exemple : carte comparative des débits entre situation actuelle et projet.

3.1 Projet pour expérience 4 étapes

3.2 Projet pour expérience d'affectation statique

3.3 Projet pour expérience microscopique

Les expériences macroscopiques sont utilisées pour :

- Des projets de plus petite envergure qui impacte peu les habitudes de déplacements des usagers.
- Détailler des zones spécifiques issues des expériences 4 étapes.



Exemple : Exemple : Projet Ligne BHNS 3 - Zoom pour expérience Macroscopique
Secteur Montigny-Lès-Metz : suppression d'un couloir VP sur un axe principal

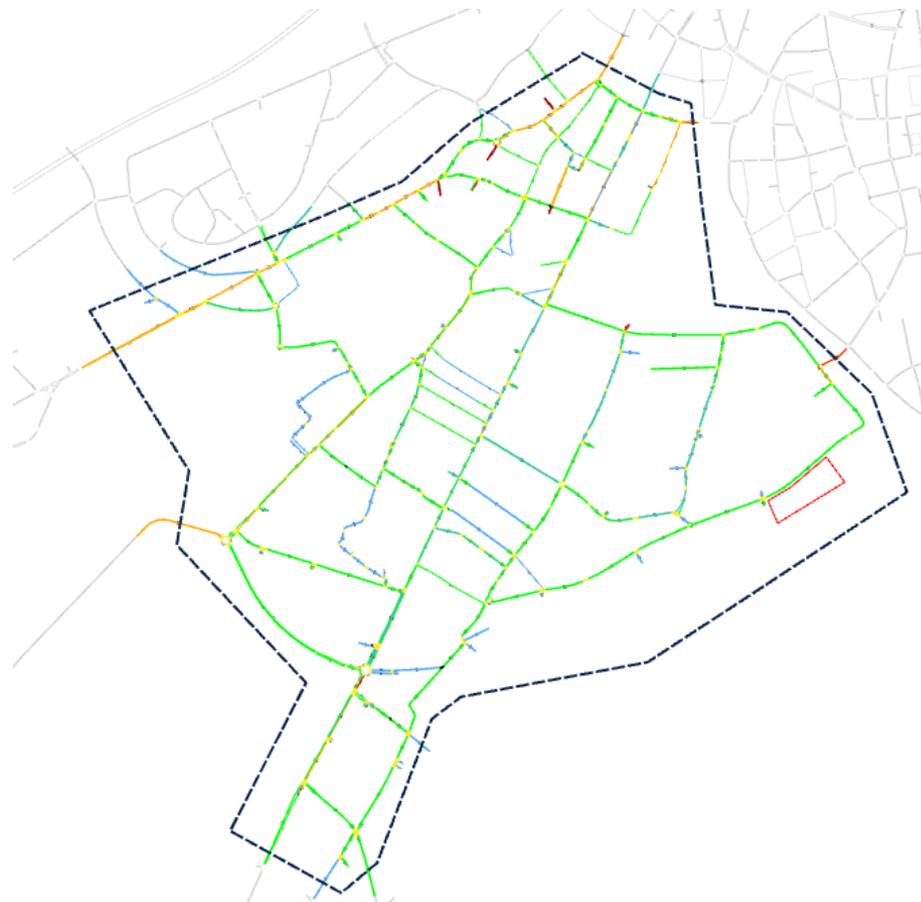
3.1 Projet pour expérience 4 étapes

3.2 Projet pour expérience d'affectation statique

3.3 Projet pour expérience microscopique

Résultats produits :

- Carte de débits et saturation plus détaillée.



Exemple : carte de débit sur le secteur de Montigny-Lès-Metz

3.1 Projet pour expérience 4 étapes

3.2 Projet pour expérience d'affectation statique

3.3 Projet pour expérience microscopique

Les expériences microscopiques sont utilisées pour :

- Voir plus en détail les congestions et les remontées de files
- Tester nos programmes de carrefour à feux micro-régulé.



Exemple : Projet Ligne BHNS 3 - Zoom pour expérience Microscopique
Secteur Montigny-Lès-Metz : suppression d'un couloir VP sur l'axe principal

Conclusion

AU DÉPART, UN BESOIN DE GESTION CENTRALISÉE DES FEUX NOTAMMENT EN LIEN AVEC LE PROJET DE BHNS...

... MAIS LES LIMITES DU MODÈLE MONOMODAL ROUTIER CONDUISENT A LA CONSTRUCTION D'UN MODÈLE MULTIMODAL...

... QUI S'AVÈRE TRÈS LOURD ET TRÈS COMPLEXE MAIS PERMET DES ÉTUDES SUR DE MULTIPLES FACETTES DE LA MOBILITÉ :

- NOUVELLE LIGNE BHNS,
- PROJET D'URBANISATION TECHNOPOLE 2,
- ZFE-M
- AVEC DES POTENTIELS RESTANT À EXPLOITER SUR LE STATIONNEMENT, LES VÉLOS ET LE COVOITURAGE