



# MÉTHODES D'ANALYSE DES SYSTÈMES TERRITORIAUX 2013 – 2014

SUPPORT DE FORMATION  
Ecole des Ponts ParisTech



**TransCAD**  
Transportation GIS Software

## SÉANCE 9 TRANSPORT ROUTIER

REPRESENTATION DE L'OFFRE ET DE LA DEMANDE

AFFECTATION  
EXPLOITATIONS

Nicolas COULOMBEL

Natalia KOTELNIKOVA-WEILER

Vincent LASSERRE

Fabien LEURENT

Alexis POULHES

UMR LVMT - Ecole des Ponts ParisTech

6-8 avenue Blaise Pascal - Cité Descartes - Champs-sur-Marne

77455 Marne-la-Vallée CEDEX 2

## PLAN

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Représentation de l'offre de transport routier .....</b>                    | <b>5</b>  |
| 1.1. La couche des tronçons routiers.....   | 5         |
| 1.1.1. Présentation des couches tronçons et nœuds .....                           | 5         |
| 1.1.2. Calcul des temps de parcours à vide.....                                   | 6         |
| 1.2. Intégration du zonage : les connecteurs .....                                | 7         |
| 1.2.1. Ajout du zonage et des centroïdes .....                                    | 7         |
| 1.2.2. Sélection des centroïdes et des connecteurs .....                          | 7         |
| 1.3. Génération du fichier network .....  | 8         |
| 1.3.1. Qu'est ce que le graphe du réseau ? .....                                  | 8         |
| 1.3.2. Création du graphe du réseau (fichier « .net »).....                       | 8         |
| 1.3.3. Calcul du Plus Court Chemin (PCC) entre deux points.....                   | 10        |
| 1.3.1. Calcul de la matrice d'impédance .....                                     | 11        |
| <b>2. Représentation de la demande de transport.....</b>                          | <b>13</b> |
| 2.1. Préparation de la matrice O-D pour l'affectation.....                        | 13        |
| 2.1.1. Changer les indices de la matrice O-D .....                                | 13        |
| <b>3. L'équilibre offre-demande : l'affectation du trafic.....</b>                | <b>15</b> |
| 3.1. L'affectation tout ou rien .....   | 15        |
| 3.1.1. Spécifier les centroïdes dans un réseau .....                              | 15        |
| 3.1.2. Affectation tout ou rien .....   | 16        |
| 3.1.3. Données de sortie standard d'une affectation .....                         | 17        |
| 3.2. L'affectation à l'équilibre .....  | 19        |
| 3.2.1. La fonction de congestion .....  | 19        |
| 3.2.2. Lancement de l'affectation à l'équilibre.....                              | 20        |
| 3.3. Autres méthodes d'affectation (optionnel).....                               | 21        |
| <b>4. Exploitations basées sur une affectation .....</b>                          | <b>23</b> |
| 4.1. Analyse thématique sur les vitesses à l'équilibre.....                       | 23        |
| 4.2. Analyse thématique sur l'augmentation des temps de parcours (optionnel)..... | 24        |
| 4.3. Différence d'affectations.....   | 25        |
| 4.4. Courbes isochrones .....   | 26        |
| 4.4.1. Calcul des isochrones avec les temps à vide .....                          | 26        |
| 4.4.2. Mise à jour du réseau avec les temps en charge .....                       | 27        |
| 4.5. Temps économisé par zone .....   | 27        |
| <b>5. Exploitations avancées .....</b>  | <b>28</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| 5.1. Chevelus.....   | 28        |
| 5.2. Diagramme d'intersections .....   | 31        |
| 5.3. Réalisation d'une zone cordon et extraction d'une matrice sur une zone d'étude (optionnel) .. | 32        |
| 5.3.1. Création d'une ligne-cordon.....  | 32        |
| 5.3.2. Analyse locale avec l'extraction de la matrice de demande sur le cordon.....                | 34        |
| <b>Récapitulation des principales fonctions découvertes.....</b>                                   | <b>37</b> |
| <b>Annexes .....</b>   | <b>38</b> |
| Tester la connectivité d'un réseau.....  | 38        |
| Editer un réseau.....  | 39        |
| Créer des connecteurs .....  | 39        |
| Passer de la matrice journalière à la matrice horaire en UVP.....                                  | 41        |
| Taux de passage de la Matrice Journalière → Matrices horaires de déplacements .....                | 41        |
| Taux de passage de Matrices horaires de déplacements VP → Matrices horaires VP (véhicules).....    | 43        |

Nous arrivons à la dernière étape du modèle à 4 étapes, l'affectation. Dans cette séance nous nous focaliserons sur l'affectation sur le réseau routier. L'objectif est de comprendre les grands principes de l'affectation statique dans un réseau et d'en analyser les résultats. Pour effectuer une affectation routière, il est nécessaire de disposer d'une offre, le réseau routier de 2008, et d'une demande, la matrice Origine-Destination des flux de véhicules sur une heure. Cette dernière est issue de l'étape du choix modal : c'est la matrice que l'on avait appelée « Flux VP » dans la dernière séance et à laquelle on a appliqué un coefficient pour passer d'un flux journalier à un flux horaire (voir annexe).

Une introduction au réseau routier de la DRIEA puis la construction du réseau virtuel sous TransCAD vous permettra de simuler des plus courts chemins entre 2 points du réseau.

Ensuite, ce « network » vous servira pour affecter une matrice de flux horaire, sur une heure de pointe du soir ou du matin sur le réseau avec soit une méthode d'affectation tout ou rien c'est à dire sans prise en compte de la capacité soit une méthode d'affectation à l'équilibre, en tenant compte de la congestion sur le réseau.

La dernière partie de la séance vous permet d'aborder l'exploitation des résultats d'affectation et les premières analyses que l'on peut tirer d'un changement dans l'offre ou la demande dans le réseau routier comme par exemple le changement de la demande dû à la construction du GPE.

# 1. Représentation de l'offre de transport routier

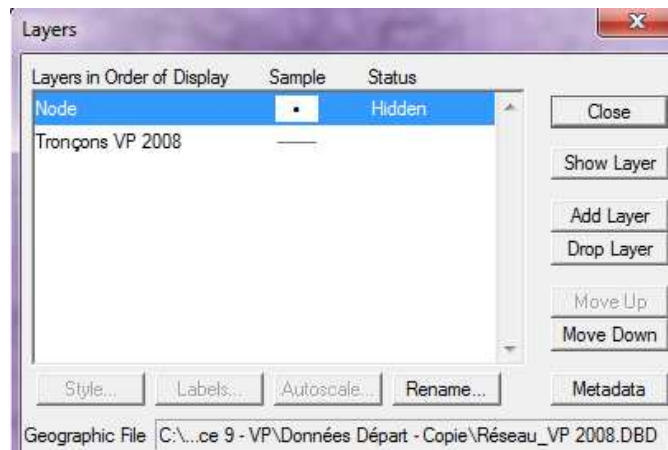
La première partie du TD vise à préparer l'offre de transport routier : sous TransCAD, celle-ci est synthétisée par un fichier *network* (.net), présenté plus loin. Pour générer ce fichier .net (→1.3), il est nécessaire de disposer d'une couche du réseau routier (→1.1), complétée par des connecteurs permettant de relier les centroïdes au réseau (→1.2).

## 1.1. La couche des tronçons routiers

Ouvrez la couche du réseau routier « Réseau\_VP 2008.dbd ».

### 1.1.1. Présentation des couches tronçons et nœuds

Dans TransCAD, toute couche de tronçons est accompagnée d'une couche de nœuds, nommée *Node* ainsi que masquée par défaut.



De fait, un tronçon est un arc reliant 2 nœuds, ce qui se perçoit facilement en rendant les nœuds visibles (cf. figure ci-dessous).

Dans le cadre de ce TD, nous nous servirons surtout de la couche des tronçons. Vous pouvez d'ailleurs remarquer que la couche *Node* dispose de peu de champs. Elle sera néanmoins essentielle lors de certaines étapes comme nous le verrons par la suite.

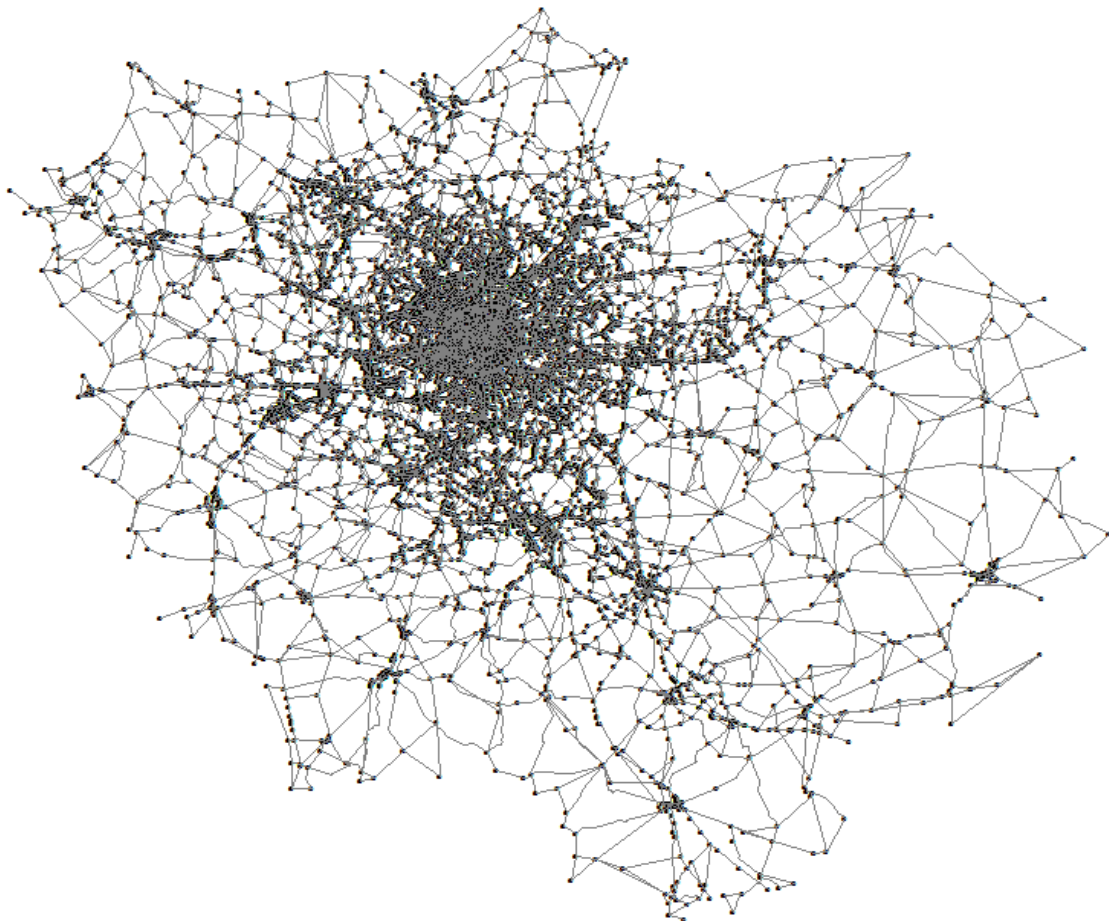
Parmi les attributs disponibles pour la couche des tronçons, nous noterons principalement:

- « Dir » : indique si la circulation se fait dans les deux sens (Dir=0) ou à sens unique suivant l'orientation du segment (Dir=1) ou l'orientation inverse (Dir=-1);<sup>1</sup>
- « NUMTYPE » : renseigne sur la nature ou la localisation de la voirie;
- « CAPACITE » : capacité du tronçon en UVP/h;<sup>2</sup>
- « VITESSE LIBRE » : la vitesse à vide du tronçon en km/h.

<sup>1</sup> Cela n'est pas visible directement mais les segments sont orientés dans TransCAD.

<sup>2</sup> Pour tenir compte des différents types de véhicules, il est souvent fait utilisation de l'Unité de Véhicule Particulier (UVP) définie comme suit :

- un véhicule léger ou une camionnette = 1 UVP ;
- un poids lourds de 3,5 tonnes et plus = 2 UVP ;
- un cycle = 0,3 UVP (exceptionnellement entre 0,2 et 0,5).

CARTE DU RESEAU ROUTIER FRANCILIEN**1.1.2. Calcul des temps de parcours à vide**

Dans la suite des travaux, il nous sera nécessaire de disposer des temps de parcours à vide sur l'ensemble des tronçons.

Ajoutez un champ nommé « Temps\_a\_vide » de type « Real (8 Bytes) » à l'aide de la commande « **Dataview – Modify Table** ». Disposant de la longueur des arcs (champ « Length ») et des vitesses à vide (champ « VITESSE LIBRE »), utilisez « **Fill – Formula** » pour calculer pour chaque tronçon le temps de parcours en minutes.



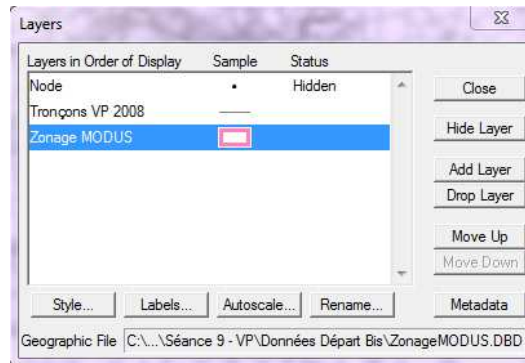
*Remarque : vous trouverez en annexe d'autres manipulations possibles avec le réseau routier qu'on ne réalisera pas pendant cette séance: « **Tester la connectivité d'un réseau** » et « **Editer un réseau** ».*

## 1.2. Intégration du zonage : les connecteurs

### 1.2.1. Ajout du zonage et des centroïdes

Dans les modèles de transport basés sur un zonage (tel que MODUS), **les centroïdes**, qui correspondent aux barycentres géographiques ou centres de gravité des différentes zones, **sont les points diffusant et recevant la demande de transport**. En clair, ce sont les points de départ et d'arrivée de la matrice O-D.

Ajoutez à la carte en cours la couche des zones MODUS « ZonageMODUS.dbd ».



*PS : dans le cadre de ce TD, la couche des zones n'aura d'utilité que visuelle.*

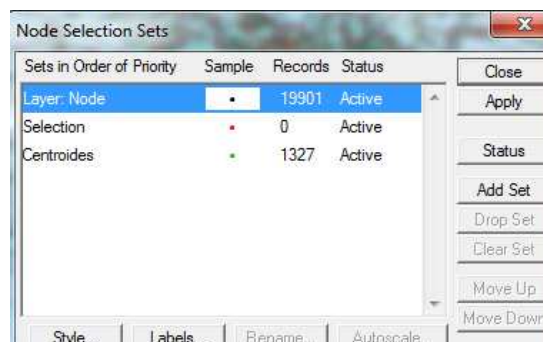
Normalement, l'étape de « connexion » se fait en deux parties :

1. on commence par créer les centroïdes à partir des zones à l'aide de la commande « **Tools – Export** » et de l'option « Export as Centroid Points » ;
2. on connecte les centroïdes au réseau routier à l'aide de connecteurs (**arcs fictifs permettant de relier un centroïde au réseau**). Cette procédure est décrite en annexe.

Dans notre cas, le réseau MODUS de la DRIEA dispose déjà des connecteurs (qui ont été définis manuellement par des experts), que nous avons souhaité conserver. Vous n'aurez donc qu'à identifier les nœuds centroïdes et les connecteurs par sélection.

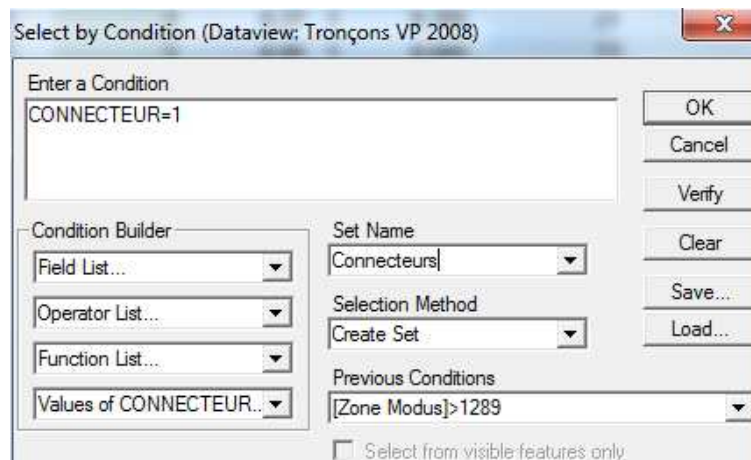
### 1.2.2. Sélection des centroïdes et des connecteurs

Les nœuds centroïdes sont identifiables à l'aide du champ « Centroïde » disponible dans la couche *Node*, qui indique le numéro de zone MODUS si le nœud est un nœud centroïde. Créez une sélection « Centroides » regroupant tous les nœuds dont le champ « Centroïde » n'est pas vide.





Pour visualiser les connecteurs sur la couche des tronçons, réalisez une sélection à partir du champ « CONNECTEUR » (qui vaut 1 si l'arc est un connecteur, 0 sinon).



### 1.3. Génération du fichier network

#### 1.3.1. Qu'est ce que le graphe du réseau ?

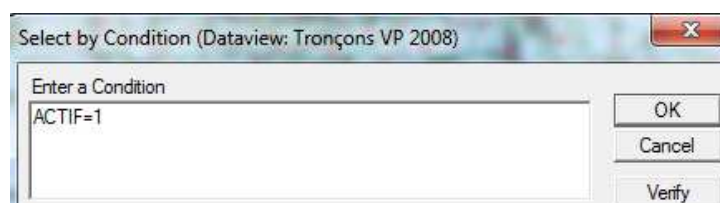
La création du graphe du réseau permet à TransCAD d'interpréter la couche des tronçons comme un réseau de transport. Une métrique est définie par défaut (le champ « Length », cf. *infra*), et on peut ajouter d'autres variables tels que le temps de parcours, le type de tronçon... De cette manière, TransCAD va être en mesure de déterminer un chemin entre deux points comme une suite de tronçons à parcourir, et de calculer les différents attributs le caractérisant (longueur du chemin, temps de parcours, ...). Il devient également possible d'établir le Plus Court Chemin (PCC) entre deux points.

#### 1.3.2. Création du graphe du réseau (fichier « .net »)

✋ : avant toute chose :

- vérifiez que TransCAD est bien configuré en km et non en miles ;
- activez le menu « **Networks/Paths** » dans l'item « **Procedures** ».

Avant de créer le graphe du réseau, nous devons choisir les arcs qui vont intégrer le réseau routier. Dans notre cas, il s'agit des tronçons dont le champ « ACTIF » est égal à 1. En effet, les autres arcs appartiennent à des projets de route et doivent donc être inactifs pour une affectation en 2008. Créez une sélection de ces tronçons, nommée « Actifs », avec « **Selection – Select by Condition** ».



La commande « **Networks/Paths – Create** » permet de générer un fichier network (.net) récapitulant les caractéristiques du réseau. La création du réseau est une procédure relativement simple, expliquée dans les 2 figures ci-dessous.



Activez la couche des tronçons, puis sélectionnez la commande « **Networks/Paths – Create** ». Nous allons créer notre réseau comme indiqué ci-dessous :

**Create From** : détermine si le réseau est généré à partir de tous les tronçons ou uniquement à partir d'une sélection (ici « Actifs »).

**Length Field** : attribut de longueur du réseau.

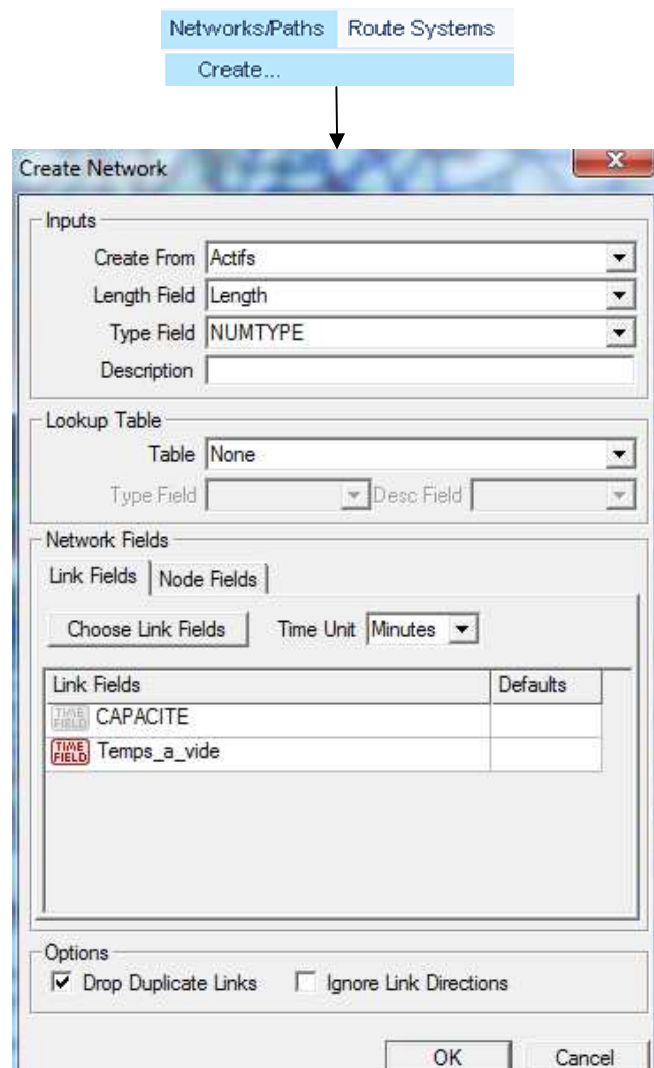
**Type Field** (optionnel) : pour choisir l'attribut codant les types de voirie (ici « NUMTYPE »). TransCAD a besoin de ce champ pour pouvoir se servir d'une *Lookup Table* (cf. infra).

**Lookup Table** (optionnel) : permet de compléter des données manquantes à l'aide d'une table fournissant des valeurs par défaut. Celles-ci varient selon le type de voirie, codé par le *Type Field*.

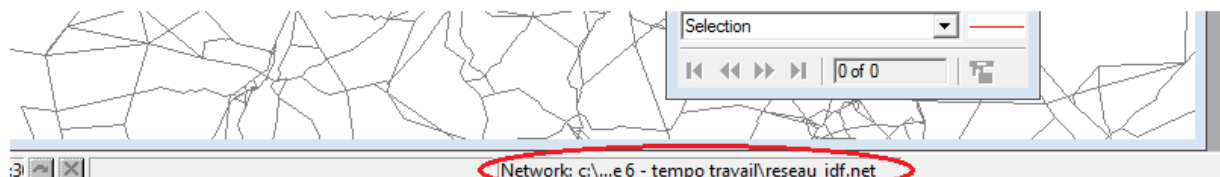
**Network Fields** : cette section permet de choisir les champs sur la couche des tronçons (*Link*) ou des nœuds (*Node*) qui compléteront les attributs du réseau (ici les champs « Temps\_a\_vide » et « Capacite », qui serviront lors de l'affectation).

**Time field** : cliquez sur « Temps\_a\_vide », *Time Field* se colorie en rouge. En cas de donnée manquante pour « Temps\_a\_vide », TransCAD interprète désormais la valeur par défaut comme une vitesse à appliquer au tronçon (qui doit être donnée en km/h).

**Time unit** : indique dans quelle unité de temps sont les *time fields* pour que TransCAD puisse faire la conversion lors du calcul de données manquantes (ici, le champ « Temps\_a\_vide » est en minutes).

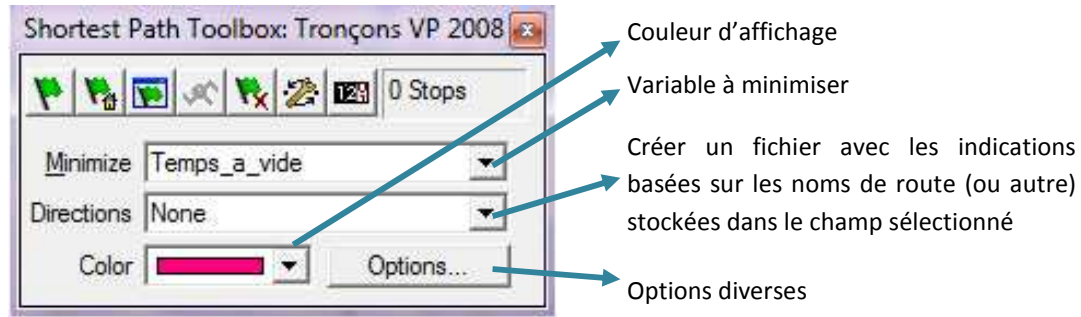


Validez et sauvegardez votre fichier sous le nom « Réseau\_IdF ». Vous devez voir apparaître le nom de votre fichier réseau dans la barre d'états située en bas de la carte :



### 1.3.3. Calcul du Plus Court Chemin (PCC) entre deux points

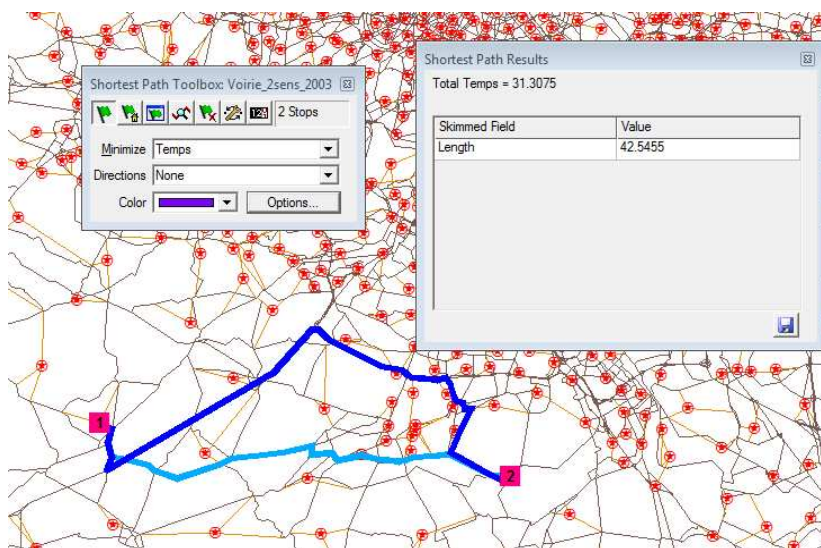
Le fichier network généré, nous pouvons calculer avec TransCAD le PCC entre deux points. Ouvrez la barre d'outils des PCC à l'aide de l'item « **Networks/Paths – Shortest Path** ». Vous voyez apparaître la boîte suivante :



Voici les explications pour les différents boutons :

- : ajouter un point dans l'itinéraire
- : ajouter une adresse dans l'itinéraire
- : ajouter un ensemble d'arrêts à partir d'une sélection de points
- : trouver le PCC
- : tout effacer (arrêts et chemins)
- : permet d'accéder au menu réglages (*Network Settings*) du réseau
- : choix des variables à agréger (*Skim*) le long du chemin

Effectuez quelques tests, notamment en minimisant soit la distance, soit le temps à vide. On constate que cela peut aboutir à des chemins différents, comme illustré ci-dessous :



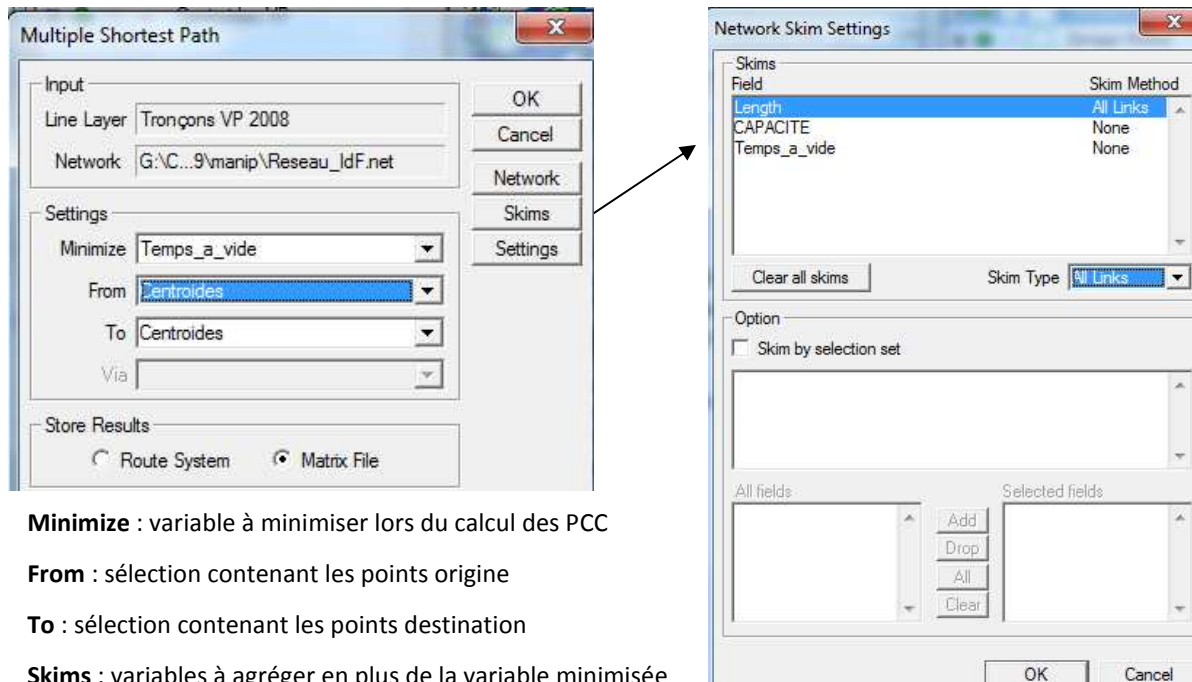
En bleu clair : le PCC en distance

En bleu foncé : le PCC en temps à vide

### 1.3.1. Calcul de la matrice d'impédance

TransCAD peut généraliser le calcul des plus courts chemins (PCC) pour un ensemble de nœuds d'origine et de destination, et fournir les résultats (temps de parcours, distance, etc.) sous forme matricielle.

Le calcul d'une telle matrice, appelée matrice d'impédance, se fait à l'aide de la commande « **Networks/Paths – Multiple Paths** », en ayant activé au préalable la couche des nœuds.



**Minimize** : variable à minimiser lors du calcul des PCC

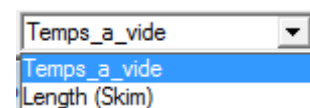
**From** : sélection contenant les points origine

**To** : sélection contenant les points destination

**Skims** : variables à agréger en plus de la variable minimisée

Dans l'exemple ci-dessus, nous minimisons le temps de parcours à vide entre les nœuds centroides (sélection « Centroides », qui vient d'être créée).

Après validation, TransCAD lance le calcul et ouvre une vue sur la matrice. Le menu déroulant permet de choisir l'attribut à afficher.



Au final, la matrice donne pour chaque liaison O-D le temps et la distance associé au Plus Court Chemin (par rapport au temps de parcours à vide).

| Matrix1 - Shortest Path (Temps_a_vide) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|  | 18575 | 18576 | 18577 | 18578 | 18579 | 18580 | 18581 | 18582 | 18583 | 18584 |
| 18575                                  | --    | 1.71  | 2.66  | 2.95  | 4.07  | 3.39  | 3.10  | 3.42  | 4.86  | 4.38  |
| 18576                                  | 1.76  | --    | 1.51  | 3.43  | 5.28  | 4.71  | 4.41  | 4.74  | 6.18  | 5.69  |
| 18577                                  | 3.21  | 1.75  | --    | 1.93  | 3.78  | 5.11  | 5.86  | 6.19  | 7.63  | 7.14  |
| 18578                                  | 3.74  | 4.23  | 3.45  | --    | 2.12  | 3.45  | 4.57  | 5.12  | 7.20  | 6.71  |
| 18579                                  | 3.52  | 4.44  | 4.99  | 3.24  | --    | 2.85  | 3.97  | 4.52  | 6.61  | 6.12  |
| 18580                                  | 2.72  | 4.08  | 5.03  | 4.37  | 2.30  | --    | 1.24  | 3.28  | 5.38  | 4.89  |
| 18581                                  | 3.04  | 4.40  | 5.35  | 4.69  | 2.87  | 1.89  | --    | 2.71  | 4.81  | 4.32  |
| 18582                                  | 3.58  | 4.94  | 5.89  | 5.27  | 3.93  | 2.96  | 2.66  | --    | 2.43  | 1.94  |
| 18583                                  | 4.57  | 5.93  | 6.88  | 6.40  | 5.88  | 4.90  | 4.61  | 2.43  | --    | 3.94  |
| 18584                                  | 4.38  | 5.74  | 6.69  | 6.06  | 4.72  | 3.75  | 2.82  | 2.73  | 3.19  | --    |

*Remarque : c'est avec cette matrice que s'effectue le bouclage du modèle à 4 étapes. Comme vous avez pu le remarquer lors de la séance précédente, l'étape de distribution requiert une matrice de temps par mode. Or celle-ci est fournie par la phase d'affectation, qui intervient après la distribution. Etant donnée cette difficulté, on utilise en première passe une matrice de temps par mode basée sur les temps à vide, ce qui peut se calculer sans matrices O-D. Cela permet de procéder aux 4 étapes et d'obtenir une première matrice de temps par mode. Cette matrice est réinjectée dans la phase de distribution, et on recommence les 3 étapes jusqu'à convergence (en général, la phase de génération ne dépend pas des temps de parcours et n'a donc pas besoin d'être reproduite).*

## 2. Représentation de la demande de transport

A la fin de la séance précédente, nous disposions d'une matrice O-D journalière pour le mode Véhicule Particulier (VP). Pour pouvoir utiliser cette matrice, il faudrait appliquer des coefficients de passage à l'Heure de Pointe du Soir (HPS),<sup>3</sup> ainsi que convertir les flux de déplacements en flux d'UVP (en tenant compte du co-voiturage).

Pour cet exercice, on procédera directement avec des matrices à l'HPS et exprimées en UVP. Ces matrices sont fournies par la DRIEA, qui les a obtenues à l'aide de son modèle MODUS.

*Remarque : des informations supplémentaires sur la manière de passer d'une matrice journalière à une matrice HPS et de convertir les déplacements en UVP sont fournies en annexe.*

### 2.1. Préparation de la matrice O-D pour l'affectation


Ouvrez la matrice « 2009\_VP\_HPS\_UVP.mtx » qui nous donne pour chaque couple O-D le nombre de véhicules (en UVP) qui se déplacent de O à D à l'heure de pointe du soir.

#### 2.1.1. Changer les indices de la matrice O-D

Avant de pouvoir aborder l'affectation du trafic VP sur le réseau routier, une étape supplémentaire est nécessaire. Vous pouvez remarquer que la matrice O-D est indicée par les numéros de centroïde MODUS, ceux-ci allant de 1 à 1327. Or, lors de l'affectation, TransCAD a besoin que la matrice soit indicée suivant les identifiants des nœuds centroïdes de la couche *Node* (couche des points associée à la couche des tronçons), ceux-ci ne correspondant pas comme nous allons le voir aux numéros de zone.

L'étude des valeurs du champ « Centroïde » révèle qu'il n'y a pas correspondance entre numéro de zone MODUS et identifiant du nœud centroïde. Par exemple, pour le centroïde correspondant à la zone 20, l'identifiant du nœud centroïde est 18 594.

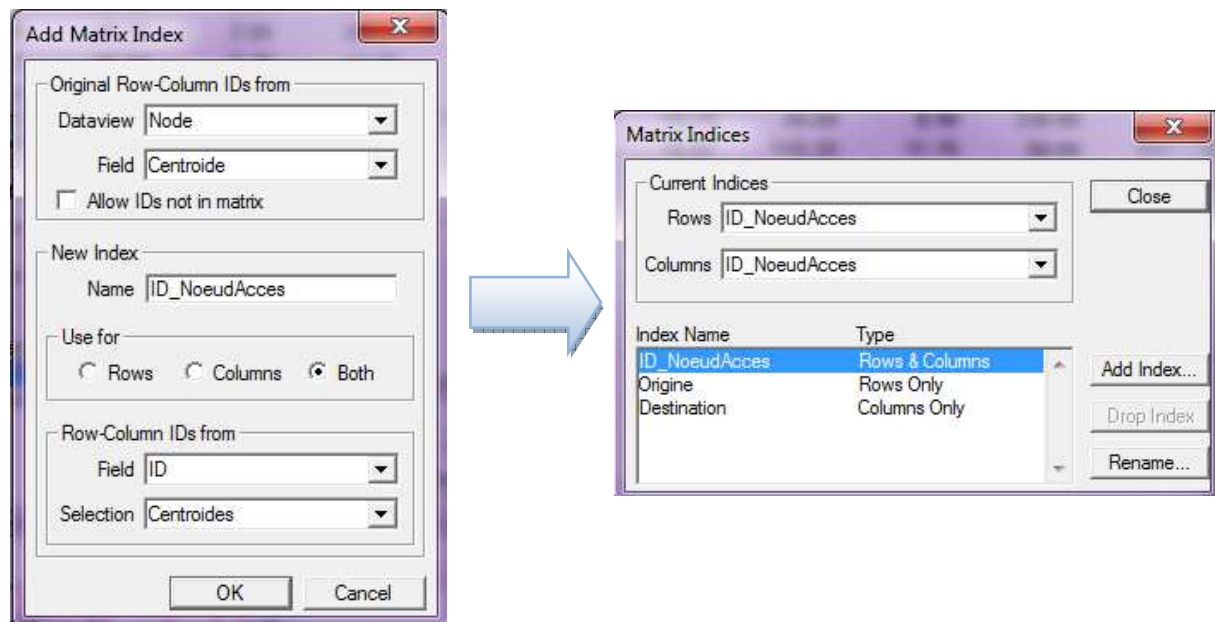
*Remarque : en faisant un click droit sur la colonne « Centroïde », puis commande « Find », vous pouvez retrouver facilement la ligne correspondant au centroïde de la zone 20.*

Nous allons changer les index des lignes et des colonnes de la matrice O-D pour les faire correspondre aux identifiants des nœuds centroïdes. Pour ce faire, sur la matrice des flux VP, activez la commande « **Matrix - Indices** » (ou raccourci ) , puis cliquez sur « **Add Index** ». Ensuite, procédez comme suit :

- sélectionnez la table « Node » et le champ « Centroïde » comme champ correspondant à l'index d'origine ;
- choisissez « ID\_NoedAcces » comme nom pour votre nouvel index ;
- cochez « **Both** » pour pouvoir se servir du nouvel index pour les lignes et les colonnes ;
- sélectionnez « ID » comme nouveau champ devant servir d'index et la sélection « Centroïdes », puis validez l'ensemble. Le nouvel index est créé.

---

<sup>3</sup> On pourrait également considérer l'Heure de Pointe du Matin (HPM), mais par souci de simplicité nous ne regarderons que l'heure de pointe du soir.



Affichez votre matrice avec les identifiants des nœuds centroïdes en sélectionnant « ID\_NoeudAcces » comme index pour les lignes et colonnes en lieu des indices précédents.

Matrix8 - Matrice O-D VP (UVP 2009 HPS)

|       | 18575 | 18576  | 18577 | 18578  | 18579  | 18580 | 18581  | 18582 |
|-------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|-------|
| 18575 | 2.23  | 7.67   | 1.72  | 2.71   | 5.43   | 9.16  | 12.94  | 1.92  |
| 18576 | 7.32  | 186.28 | 32.74 | 39.03  | 38.85  | 54.51 | 69.51  | 9.54  |
| 18577 | 2.11  | 43.94  | 32.58 | 27.20  | 30.45  | 5.45  | 26.67  | 3.37  |
| 18578 | 7.38  | 38.26  | 36.50 | 108.20 | 66.06  | 5.73  | 45.77  | 5.29  |
| 18579 | 3.88  | 23.65  | 9.19  | 27.89  | 250.34 | 35.04 | 122.91 | 10.00 |
| 18580 | 2.26  | 9.39   | 2.98  | 8.76   | 34.46  | 45.48 | 28.72  | 7.91  |
| 18581 | 2.57  | 11.57  | 3.64  | 9.28   | 37.96  | 36.77 | 98.89  | 6.36  |
| 18582 | 0.98  | 3.60   | 1.08  | 3.17   | 7.37   | 5.62  | 10.63  | 13.00 |
| 18583 | 1.55  | 7.08   | 2.08  | 7.68   | 23.81  | 15.19 | 44.69  | 8.98  |
| 18584 | 2.16  | 10.86  | 3.10  | 8.76   | 23.43  | 16.87 | 115.33 | 11.75 |

### 3. L'équilibre offre-demande : l'affectation du trafic

#### DEFINITION

La procédure d'affectation routière vise à simuler le choix d'itinéraire sur le réseau routier, ce par classe de trafic et par relation origine-destination, pour une période donnée.

Les variables d'entrée comprennent d'une part la représentation du réseau, d'autre part une matrice origine-destination des volumes de déplacements pour chaque classe de trafic.

Les variables de sortie comprennent les temps de parcours et les volumes pour chaque arc du réseau. De manière plus globale, on dispose aussi des distances, coûts et temps par classe de trafic et relation origine-destination.

Voici maintenant les grands principes de l'affectation :

- Pour chaque déplacement appartenant à un flux O-D, on recherche l'itinéraire sur le réseau minimisant le coût depuis l'origine jusqu'à la destination.
- Ce coût est évalué selon une fonction de coût qui peut varier suivant les classes de trafic pour représenter une hétérogénéité des comportements.
- Par arc, le niveau de trafic influence le temps de traversée, par effet de congestion. Ce qui interagit avec le choix d'itinéraire.
- L'ajustement mutuel du choix d'itinéraire et des congestions locales, débouche sur un équilibre entre l'offre de transport et la demande de déplacement. On le calcule par un algorithme itératif : le niveau de convergence dépend du nombre d'itérations et doit être vérifié dans chaque application.

#### 3.1. L'affectation tout ou rien

Pour illustrer la procédure d'affectation de manière simple, nous allons commencer par une méthode naïve appelée « tout ou rien ». Celle-ci consiste à ce que chaque véhicule choisisse le PCC entre son origine et sa destination sans tenir compte ni des contraintes de capacité sur la voirie, ni des retards liés à la congestion.

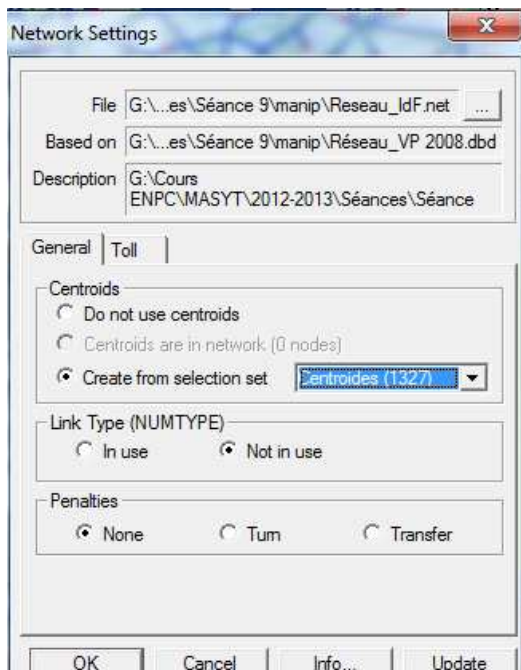
Cependant, avant de procéder à cette affectation, une précaution technique est nécessaire.

##### 3.1.1. Spécifier les centroïdes dans un réseau

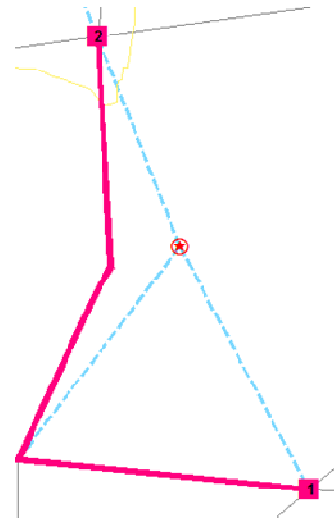
Un bug connu de TransCAD pouvant survenir lors de l'affectation vient de véhicules effectuant des boucles autour des centroïdes. Une solution simple (et rigoureuse de surcroît) consiste à spécifier les centroïdes dans le réseau pour interdire tout passage non nécessaire.

Spécifiez les centroïdes à l'aide du menu « **Networks/Paths – Settings** » :





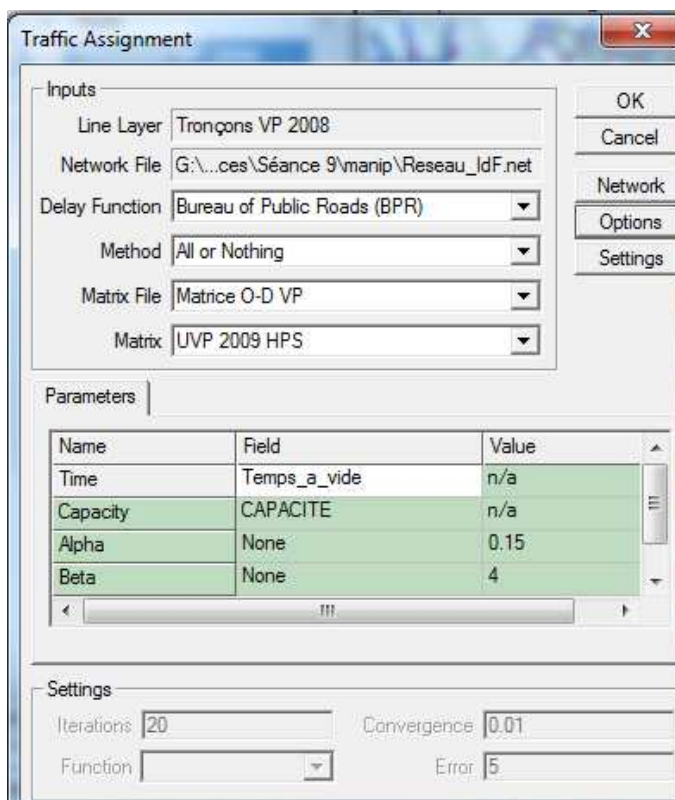
Une fois les centroïdes spécifiés dans le réseau, les PCC sont modifiés de sorte à éviter tout passage par un centroïde comme illustré ci-dessous.



### 3.1.2. Affectation tout ou rien

Ce problème réglé, nous pouvons lancer la procédure d'affectation à l'aide de la commande « **Planning – Single Class Traffic Assignment – Traffic Assignment** ».

*PS : afin de pouvoir lancer l'affectation, la couche des tronçons doit être activée et une matrice O-D doit être ouverte (indexée par les ID de la couche Node)*



**Method** : méthode employée pour affecter. Choisir *All or Nothing* (Tout ou Rien)

**Matrix File** : fichier « .mtx » contenant la matrice O-D

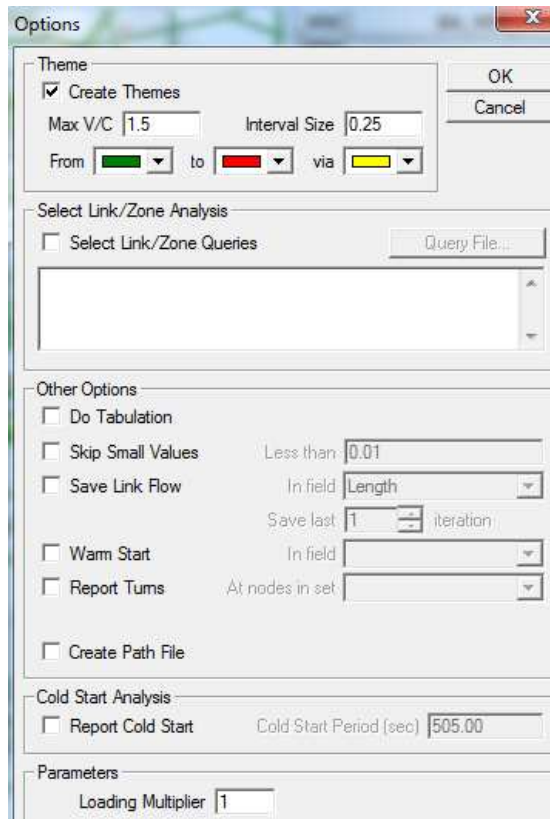
**Matrix** : la matrice O-D à affecter

**Time** : champ du réseau contenant les temps de parcours à vide

**Network** : permet de modifier les *Network Settings*.

**Options** : options diverses (cf. infra)

**Settings** : pour enregistrer des réglages



**Create Themes** : si coché, permet la génération automatique d'une analyse thématique sur les flux et d'une analyse couleur sur le taux d'occupation de la voirie.

**Select Link/Zone Analysis** : permet de raffiner l'analyse sur une sélection de liens ou de zones.

#### OTHER OPTIONS (OPTIONS AVANCEES)

**Do Tabulation** : produit un rapport sur la distribution des flux en volume

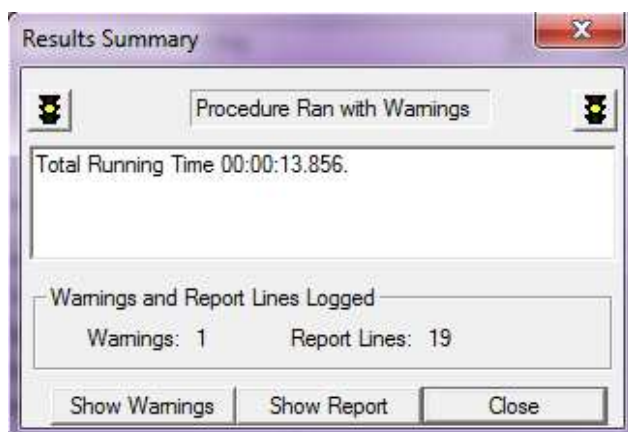
**Skip Small Values** : pour ignorer les O-D avec des flux inférieurs à la valeur choisie

**Report Turns** : pour générer des rapports d'intersection (cf. 5.2)

### 3.1.3. Données de sortie standard d'une affectation

#### 3.1.3.1. Avertissements et rapport d'affectation

Une fois l'affectation terminée, la boîte de dialogue suivante apparaît :



**Show Warnings** : affiche les avertissements (erreurs rencontrées, ici une erreur mineure liée à un tronçon présentant une vitesse trop élevée...)

**Show Report** : affiche le rapport pour la procédure d'affectation

Le rapport généré par TransCAD contient les informations suivantes sur l'affectation : la date, le temps de calcul, les options, les données d'entrée, les données de sortie. Il fournit aussi les variables du système de transport :

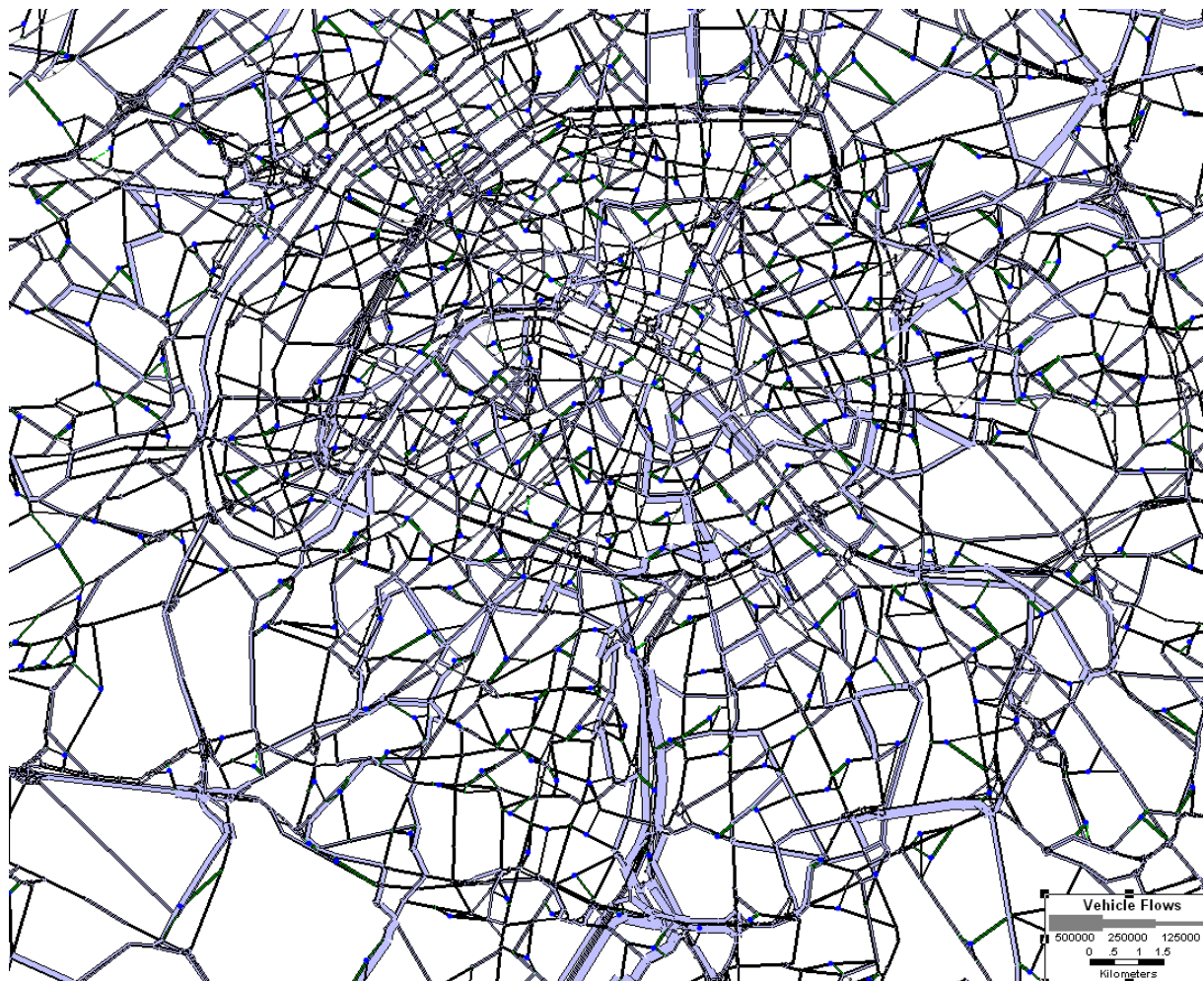
- « **Total VHT** » : le nombre total de véhicules-heures ;
- « **Total VMT** » : le nombre total de véhicules-km.

### 3.1.3.2. Résultats au niveau des arcs du réseau

A la fin de l'affectation, TransCAD joint automatiquement la table contenant les résultats de la procédure à la table des tronçons. On trouve notamment les attributs suivants :

- « **AB\_Flow, BA\_Flow** » : flux dans les sens AB et BA
- « **Tot\_Flow** » : total des flux dans les deux sens
- « **AB\_Time, BA\_time** » : temps de trajet (ou coût)
- « **Max\_Time** » : maximum du temps de trajets (ou coût) dans les deux sens
- « **AB\_VOC, BA\_VOC** » : ratio Volume/Capacité (congestion de l'arc)
- « **Max\_VOC** » : ratio maximum Volume/Capacité dans les deux sens
- « **AB\_Speed, BA\_Speed** » : vitesse de circulation

De plus, TransCAD génère automatiquement les analyses thématiques sur les flux et les taux d'occupation si la case « **Create Theme** » a été cochée :



*NB : dans le cas particulier de l'affectation tout ou rien, les questions de congestion et de capacité de la voirie ne sont pas prises en compte, ce qui explique que l'analyse thématique sur le taux d'occupation de la voirie ne soit pas effectuée.*

### 3.2. L'affectation à l'équilibre

Nous procédons maintenant à une affectation à l'équilibre des usagers (*user equilibrium*).

#### 3.2.1. La fonction de congestion

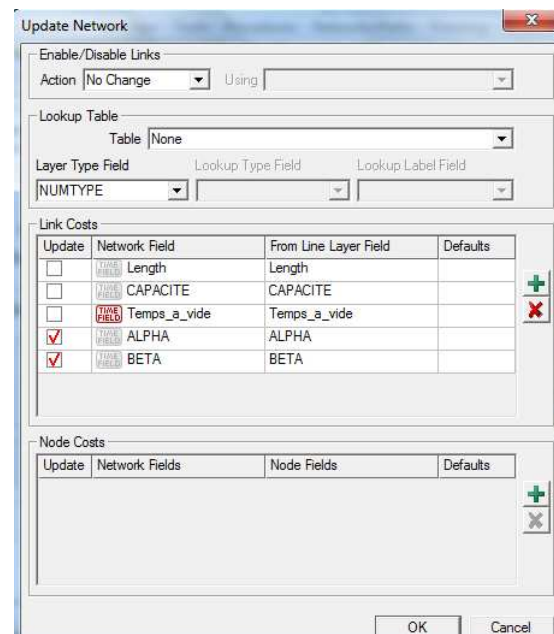
Contrairement à précédemment, **la congestion est désormais prise en compte** via une **fonction de congestion**. Celle-ci relie le temps de parcours au niveau de charge et à la capacité du tronçon, ainsi qu'à des paramètres dépendant classiquement du type de voirie.

Une fonction couramment utilisée est la fonction BPR (*Bureau of Public Roads*) :

|   |   |
|---|---|
| $t = t_f \left[ 1 + \alpha (v / c)^\beta \right]$ | <p><math>t</math> = temps de parcours en charge</p> <p><math>t_f</math> = temps de parcours à vide (<i>Free Flow</i>)</p> <p><math>\alpha</math> et <math>\beta</math> = coefficients d'ajustement</p> <p><math>c</math> = capacité de l'arc</p> <p><math>v</math> = flux de véhicules traversant l'arc</p> |
|---|---|

Comme nous pouvons le voir, la fonction de congestion requiert :

- le temps de parcours à vide et la capacité du tronçon : ces éléments sont des attributs disponibles sur notre graphe du réseau ;
- des paramètres  $\alpha$  et  $\beta$  donnés par les champs « ALPHA » et « BETA » de la couche des tronçons.
- **Vous devez rajouter ces champs** au graphe du réseau en allant dans le menu « **Networks/Paths – Settings** », puis bouton « **Update** ». Ajoutez enfin à l'aide du bouton vert les deux nouveaux champs ALPHA et BETA provenant de la couche des arcs, tout en vérifiant que la case Update est bien cochée.





### 3.2.2. Lancement de l'affectation à l'équilibre

Lancez de nouveau « **Planning – Single Class Traffic Assignment – Traffic Assignment** », et fixez les réglages comme indiqué ci-dessous :

**Inputs**

Line Layer: Tronçons VP 2008

Network File: C:\...nnées Départ - Copie\Reseau\_IdF.net

Delay Function: Bureau of Public Roads (BPR)

Method: User Equilibrium

Matrix File: Matrice O-D VP

Matrix: UVP 2009 HPS

**Parameters**

| Name     | Field        | Value |
|----------|--------------|-------|
| Time     | Temps_a_vide | n/a   |
| Capacity | CAPACITE     | n/a   |
| Alpha    | ALPHA        | 0.15  |
| Beta     | BETA         | 4     |
| Preload  | None         | 0     |

**Settings**

Iterations: 20

Convergence: 0.01

Function: (empty)

Error: 5

**Delay function** : fonction de congestion utilisée pour l'affectation

**Alpha, Beta** : vous devez utiliser les champs du graphe du réseau (colonne *Field*) en lieu des valeurs par défaut (colonne *Value*)

#### SETTINGS

**Iterations** : nombre maximum d'itérations effectuées

**Convergence** : valeur seuil indiquant la convergence de la procédure.

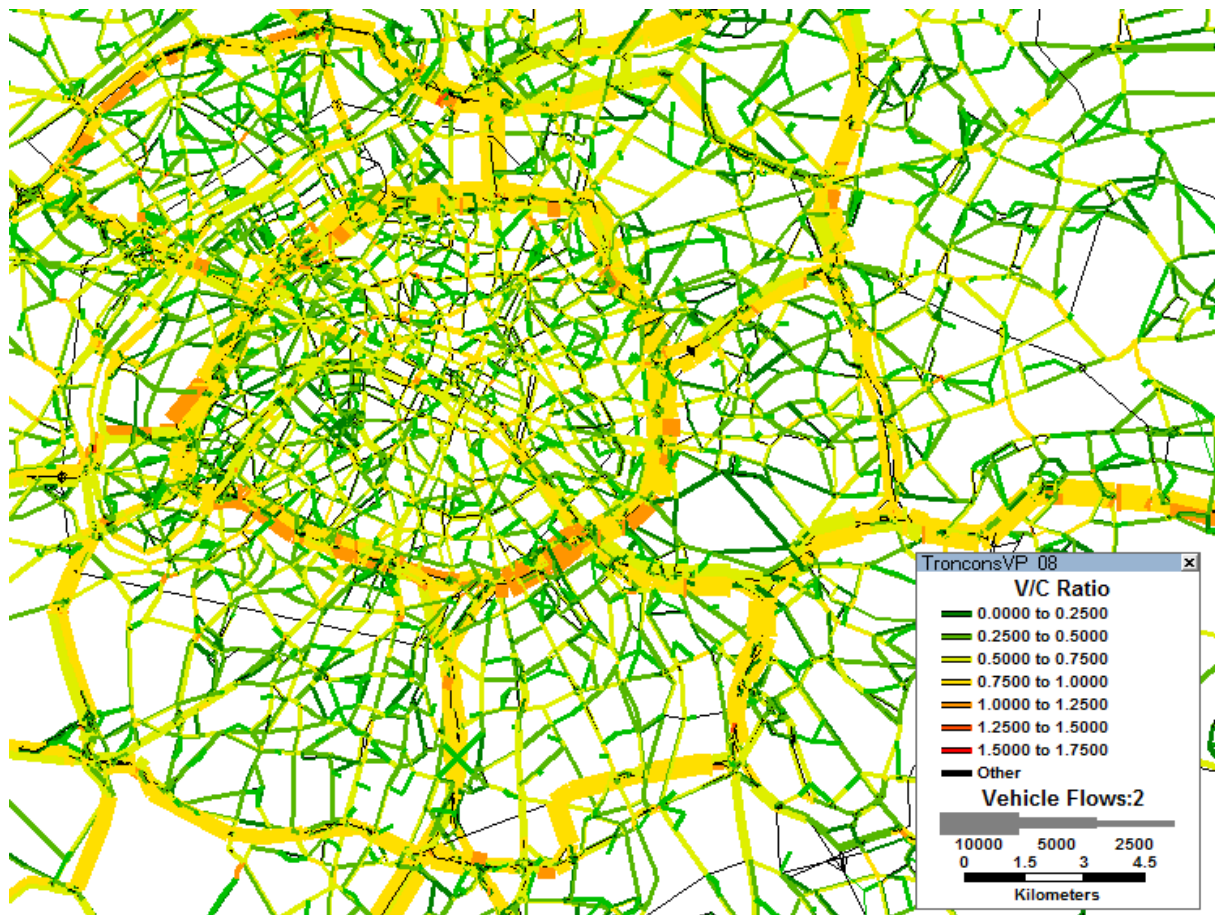
N'oubliez pas d'aller dans les options pour cocher l'option « Create themes », qui crée automatiquement une analyse thématique avec la charge et le niveau de saturation.

Le rapport contient désormais des informations sur les différentes itérations et sur la convergence ou non de la procédure d'affectation.

| Iteration | Obj. Func.      | Step     | Relative Gap | AEC       | Max. Flow Change | Relative VHT | RMSE   | % RMSE | CPU Time     |
|-----------|-----------------|----------|--------------|-----------|------------------|--------------|--------|--------|--------------|
| 1         | 31150139.466591 | 0.221015 | 0.820238     | 78.006483 | 3527.448002      |              | 301.42 | 40.53  | 00:00:05.182 |
| 2         | 21118323.193743 | 0.348424 | 0.641905     | 31.669625 | 2873.034266      | 0.481222     | 265.26 | 35.49  | 00:00:07.743 |
| 3         | 15856005.727642 | 0.275073 | 0.313157     | 7.911141  | 1994.385591      | 0.487959     | 163.75 | 21.82  | 00:00:10.358 |
| 4         | 14758304.511351 | 0.223051 | 0.149718     | 3.073046  | 1467.787545      | 0.187511     | 109.79 | 14.70  | 00:00:12.945 |
| 5         | 14407318.519593 | 0.154560 | 0.084772     | 1.617987  | 650.812538       | 0.070122     | 61.18  | 8.22   | 00:00:15.442 |
| 6         | 14268517.406886 | 0.222074 | 0.056194     | 1.043912  | 1176.704302      | 0.026689     | 70.77  | 9.55   | 00:00:17.914 |
| 7         | 14150730.225357 | 0.141685 | 0.047870     | 0.872371  | 735.516619       | 0.019013     | 56.79  | 7.71   | 00:00:20.407 |
| 8         | 14086834.370820 | 0.154063 | 0.034112     | 0.614162  | 1480.926729      | 0.012048     | 52.89  | 7.20   | 00:00:22.902 |

A l'équilibre des usagers, chaque personne choisit le PCC en tenant compte de la congestion. Par conséquent, les itinéraires les plus rapides sont chargés les premiers, jusqu'à ce que leur niveau de congestion devienne tel que d'autres itinéraires alternatifs deviennent intéressants, et ainsi de suite.

La carte ci-dessous illustre les résultats de l'affectation :



*NB : pensez à rendre inactive la mise en forme de la sélection « Actifs », sinon tous les tronçons apparaîtront en bleu et vous ne pourrez visualiser l'analyse thématique par couleurs.*

*Remarque : Sur certains tronçons le flux est supérieur à la capacité, ce qui est permis par le modèle d'affectation. En effet, la fonction de congestion pénalise les arcs les plus chargés au moment de l'affectation mais n'interdit pas au flux de passer même si la capacité théorique ne le permet pas.*

### **3.3. Autres méthodes d'affectation (optionnel)**

TransCAD intègre diverses autres méthodes d'affectation comme reporté dans le tableau ci-dessous:

| <b>Méthodes d'affectation</b>          | <b>Description sommaire</b>  | <b>Attributs nécessaires</b> | <b>Solution à l'équilibre</b> |
|--|--|------------------------------|-------------------------------|
| <b>« All-or-Nothing Assignment »</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Affectation sur le PCC : un seul itinéraire proposé même s'il en existe d'autres de coût identique.</li> <li>-Affectation sans considération de la capacité ni de la congestion des arcs.</li> </ul>   | Temps                        | NON                           |
| <b>« STOCH Assignment »</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Prise en compte de plusieurs alternatives.</li> <li>-Affectation sur les itinéraires considérés comme les plus réalistes (probabilité associée aux chemins) pour une O-D (optimisation du temps de parcours).</li> </ul>   | Temps<br>Capacité            | NON                           |
| <b>« Incremental Assignment »</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>-A chaque étape une proportion définie de la demande est affectée. Les temps de parcours sont recalculés en fonction des volumes sur les arcs.</li> <li>-Le résultat dépend de l'ordre dans lequel le chargement des volumes entre les différentes O-D est effectué.</li> </ul> | Temps<br>Capacité            | NON                           |
| <b>« Capacity Restraint »</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Approximation d'une solution à l'équilibre par chargement en tout ou rien, puis calcul des temps de parcours en se basant sur une fonction de congestion prenant en compte la capacité des arcs.</li> <li>-Le résultat dépend du nombre d'itérations demandé.</li> </ul>       | Temps<br>Capacité            | NON                           |
| <b>« User Equilibrium »</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Après chargement, aucun usager ne peut améliorer son temps de parcours en changeant d'itinéraire.</li> <li>-A chaque itération le volume en charge sur les arcs dépend de la capacité et des temps de parcours.</li> </ul>   | Temps<br>Capacité            | OUI                           |
| <b>« Stochastic User Equilibrium »</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Modèle plus réaliste prenant en compte le fait que les voyageurs n'ont pas une information parfaite et peuvent par conséquent utiliser des routes moins attractives.</li> <li>-Demande un nombre important d'itérations.</li> </ul>  | Temps<br>Capacité            | OUI                           |
| <b>« System Optimum Assignment »</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Les voyageurs ont une information parfaite ; aucun voyageur ne peut changer d'itinéraire sans accroître le temps de parcours total.</li> <li>-Modèle intéressant pour l'analyse des SIT (minimise le temps total de parcours sur le réseau).</li> </ul>                        | Temps<br>Capacité            | OUI                           |



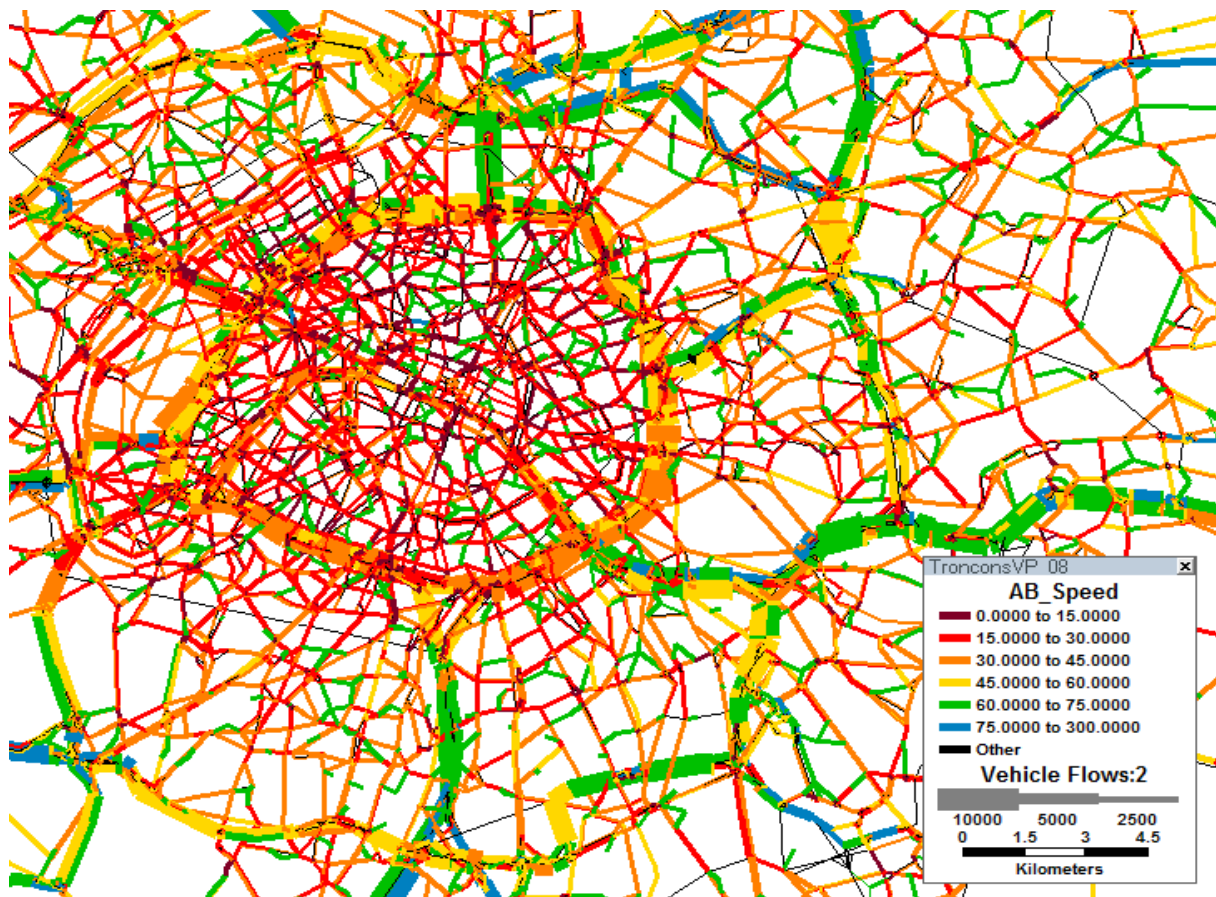
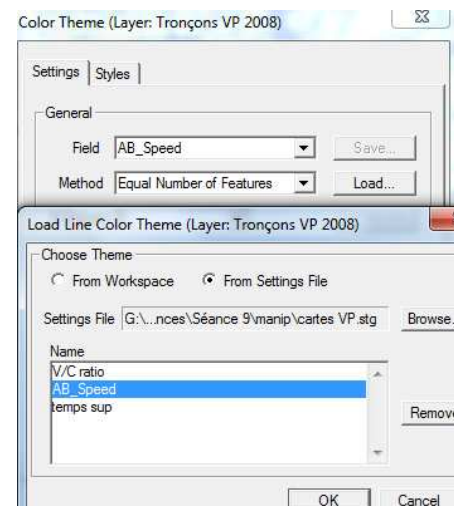
## 4. Exploitations basées sur une affectation

Les analyses présentées dans ce paragraphe constituent une première approche pour évaluer l'impact d'un projet de transport sur le trafic routier : par exemple, comment la construction d'une infrastructure de transport (route ou transport en commun), la mise en place d'un péage ou encore la réduction de la vitesse sur certaines voies influent sur l'ensemble du réseau francilien.

### 4.1. Analyse thématique sur les vitesses à l'équilibre

Outre le ratio volume sur capacité de la page précédente, indicateur de la congestion sur le réseau, il est intéressant d'analyser les vitesses à l'équilibre par tronçons.

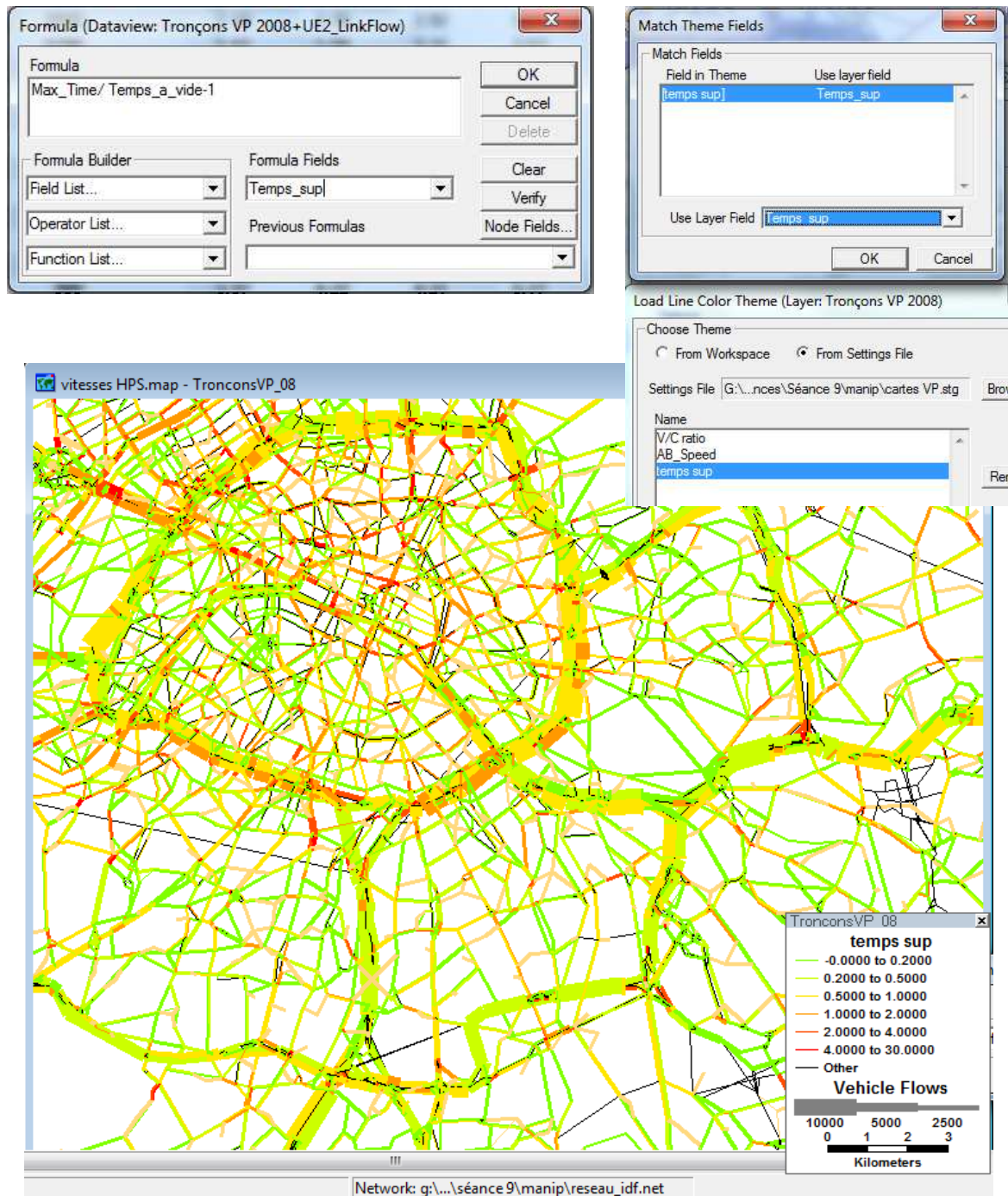
Pour cela, commencez par enlever l'analyse thématique V/C ratio pour la remplacer par une analyse à partir du champ « AB\_Speed » qui apparaît dans le tableau avec les résultats de l'affectation. Vous pouvez récupérer les caractéristiques de l'analyse thématique en chargeant les paramètres « AB\_Speed » dans le fichier « cartes VP.stg ».



## 4.2. Analyse thématique sur l'augmentation des temps de parcours (optionnel)

Vous pouvez créer une carte supplémentaire affichant l'augmentation relative du temps de parcours, de façon à comparer les temps à l'équilibre avec les temps à vide.

Commencez par calculer un champ calculé (Formula Field) pour réaliser ensuite une analyse thématique suivant la même procédure que pour la carte précédente. Cette fois-ci vous pouvez utiliser les paramètres « temps\_sup » du fichier « **cartes VP.stg** ».

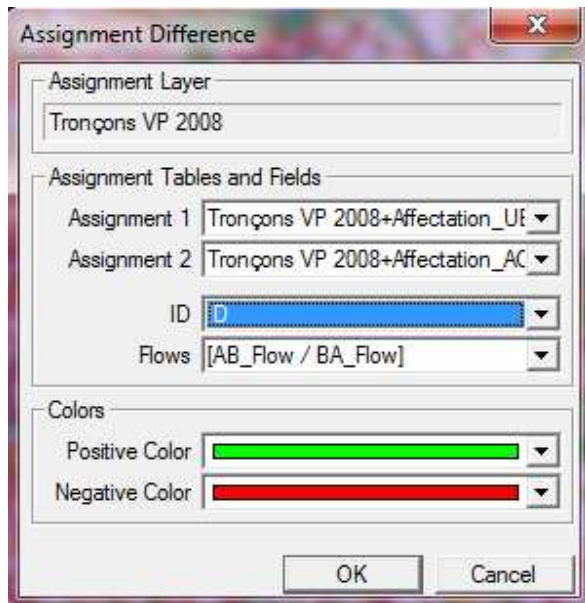




### 4.3. Différence d'affectations

TransCAD permet la comparaison des résultats de deux affectations. Cette méthode est particulièrement pertinente pour étudier l'impact d'un scénario donné (création d'une nouvelle autoroute par exemple) par rapport à une situation de référence.

Comparez l'affectation à l'équilibre par rapport à l'affectation tout ou rien à l'aide de la commande « **Planning – Assignment Utilities – Assignment Differences** ».

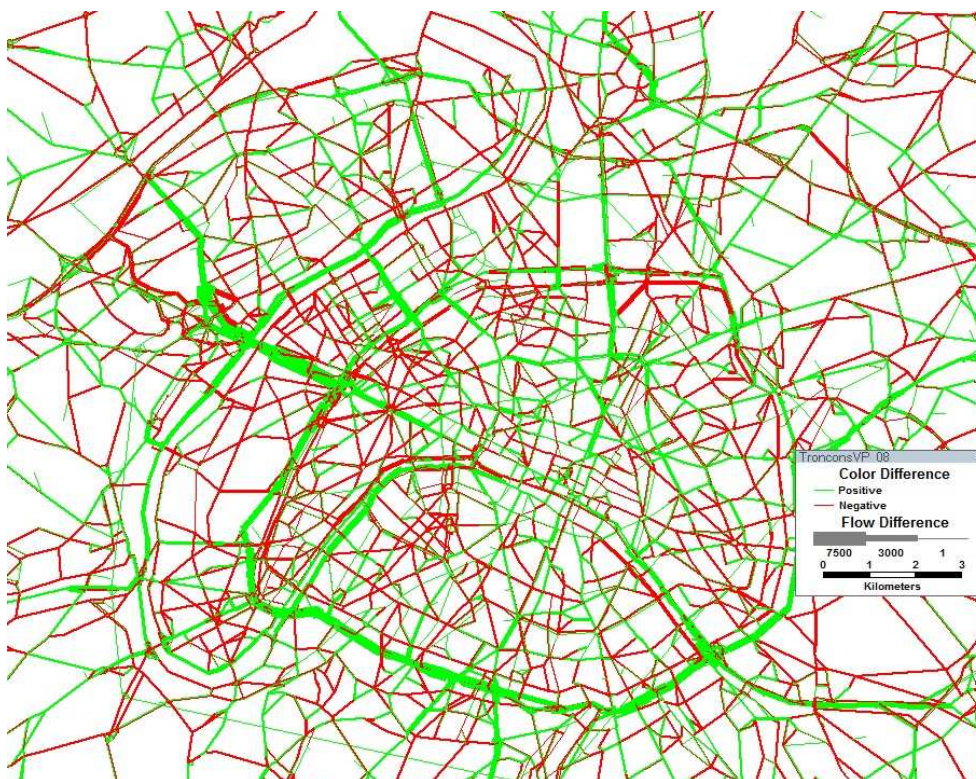


**Assignment 1** : scénario à analyser

**Assignment 2** : situation de référence

(TransCAD calcule Assignment 1 - Assignment 2)

Les résultats sont stockés dans une table dédiée.

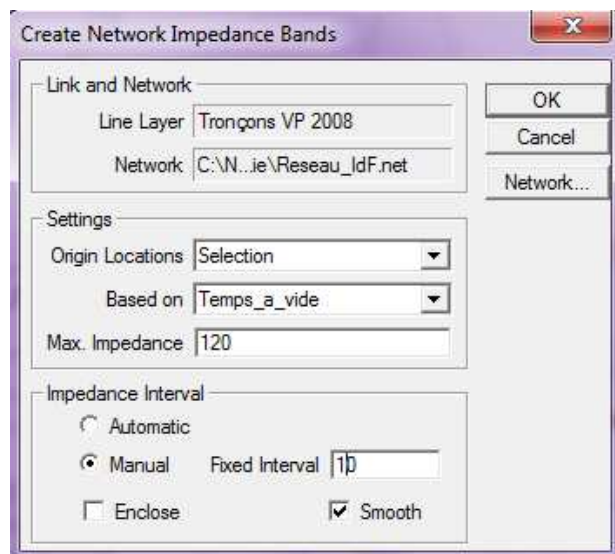


## 4.4. Courbes isochrones

Une courbe isochrone représente l'ensemble des points accessibles en un temps donné à partir d'un point ou d'un ensemble de points. En pratique, TransCAD calcul le temps d'accès à tous les nœuds du réseau et réalise la carte des isochrones par interpolation.

### 4.4.1. Calcul des isochrones avec les temps à vide

Après avoir activé la couche des nœuds, sélectionnez un nœud de votre choix, puis activez la commande « **Networks/Paths – Network Bands** » :



**Origin Locations** : indique la sélection de nœuds pour lesquels sont calculés les isochrones

**Based on** : champ utilisé pour calculer les isochrones

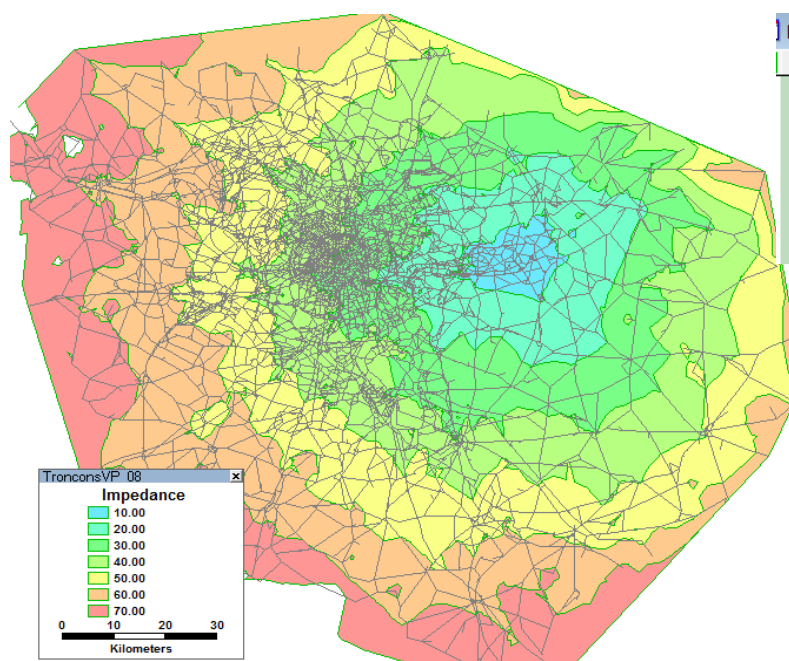
**Max. Impedance** : valeur limite au-delà de laquelle les isochrones ne sont plus calculées.

**Impedance interval** : intervalle de temps séparant deux courbes

**Enclose** : pour inclure les points situés au-delà de l'impédance maximale.

**Smooth** : pour lisser les courbes

Renseignez les différents champs en indiquant un temps de parcours maximum de 2 h et en dessinant les courbes pour un intervalle fixe de 10 minutes, puis validez par « **OK** ».



| ID | Area    | From  | To    |
|----|---------|-------|-------|
| 7  | 2542.05 | 60.00 | 70.00 |
| 6  | 3078.71 | 50.00 | 60.00 |
| 5  | 2923.23 | 40.00 | 50.00 |
| 4  | 2627.67 | 30.00 | 40.00 |
| 3  | 1858.20 | 20.00 | 30.00 |
| 2  | 1106.26 | 10.00 | 20.00 |
| 1  | 209.67  | 0.00  | 10.00 |

**Isochrones depuis  
Chessy-MLV**

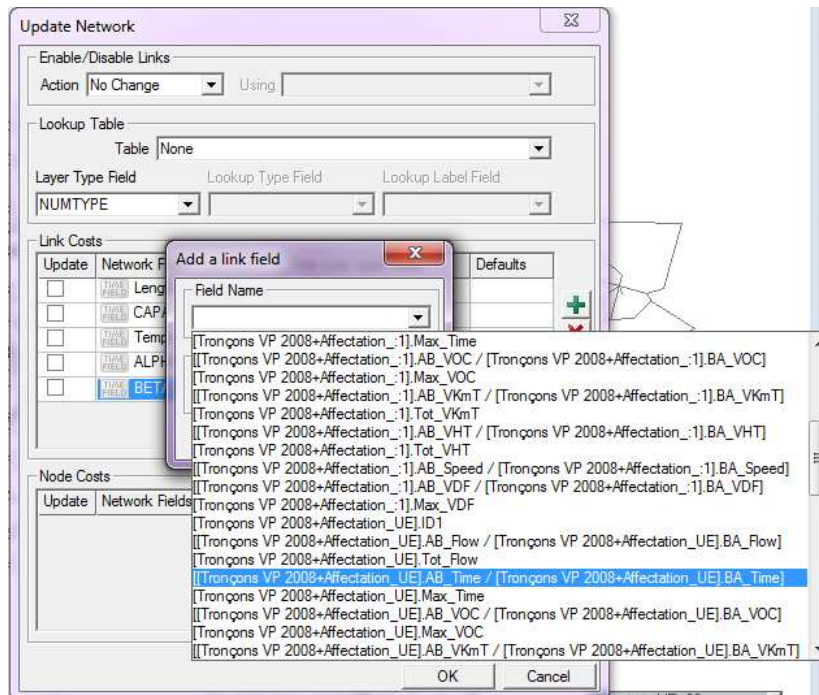
(temps à vide en min)

La table de données associées à la couche résultante reprend les intervalles de temps indiqués et les superficies couvertes.

#### 4.4.2. Mise à jour du réseau avec les temps en charge

Comme vous avez pu le constater, nous n'avons pour l'instant pu calculer les isochrones que pour les temps de parcours à vide. Pour pouvoir nous servir des résultats de l'affectation (*i.e.* des temps en charge), nous devons mettre à jour le réseau.

Après avoir activé la couche des tronçons, lancez « **Networks/Paths – Settings** » et cliquez sur le bouton « **Update** » (situé en bas à droite).



Ajouter le champ dual des temps en charge pour l'affectation à l'équilibre des usagers.

*PS : si vos deux affectations (à l'équilibre et tout ou rien) sont encore ouvertes, repérez-vous à l'aide du nom des jointures.*

La mise à jour effectuée, réalisez la nouvelle carte des isochrones avec les temps en charge.

#### 4.5. Temps économisé par zone

La carte du gain ou de la perte de temps d'une zone choisie vers l'ensemble des autres zones (ou l'inverse) peut donner des informations intéressantes. Par exemple, couplée avec la matrice des lignes de désir, on peut facilement voir si le gain de temps entre 2 zones correspond bien aux zones pour lesquelles les flux sont importants.


Pour construire cette carte, ils vous suffit, à partir des matrices d'impédances des 2 affectations d'effectuer la soustraction des temps sur la ligne ou la colonne qui correspond à votre zone (ligne pour avoir comme origine votre zone et colonne comme destination) et de la joindre avec la carte des zones Modus.

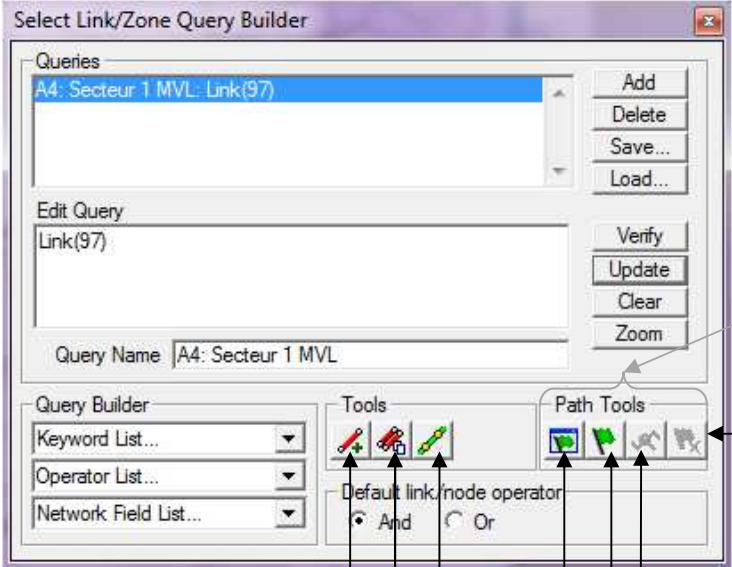


## 5. Exploitations avancées

### 5.1. Chevelus

La construction de chevelus est un élément essentiel pour étudier le besoin, le parcours ou le dimensionnement de tout nouveau projet de transport. Celui-ci renseigne sur un tronçon donné, pour l'ensemble des flux, les origines et les destinations de chacun. En pratique par exemple, si sur un tronçon, un flux important effectue un détour pour aller d'une origine à une destination, peut-être que l'offre de transport entre ces 2 zones est à développer.

Commencez par sélectionner un tronçon, par exemple sur l'A4 en traversée de MLV, avec « **Planning – Assignment Utilities – Select Link/Zone Query Builder** ». Utilisez à cette fin « **Select Link** »  de l'éditeur de sélection sur un réseau.



**Select Link/Zone Query Builder**

Queries  
A4: Secteur 1 MVL: Link(97)

Edit Query  
Link(97)

Query Name: A4: Secteur 1 MVL

Query Builder  
Keyword List...  
Operator List...  
Network Field List...

Tools  
Default link/node operator  
☒ And ☐ Or

Path Tools

Pour des requêtes basées sur des PCC ou des sélections

Effacer la sélection de nœuds

Sélectionner automatiquement les tronçons reliant les nœuds (sélectionnés) sur le PCC

Choisir les arrêts du PCC

Ajouter tous les tronçons d'une sélection donnée

Inclure des nœuds à l'analyse  
+ Opérateurs logiques éventuellement

Ajouter un ou plusieurs tronçons [avec les opérateurs logiques & (et) et | (ou)], en gardant les deux sens (AB et BA).  
& : le flux résultant traverse les différents sections sélectionnées.  
| : le flux résultant traverse au moins une des tronçons sélectionnées.

Ajouter une sélection de tronçon(s) en choisissant un seul sens : AB et BA.  
+ Opérateurs logiques éventuellement

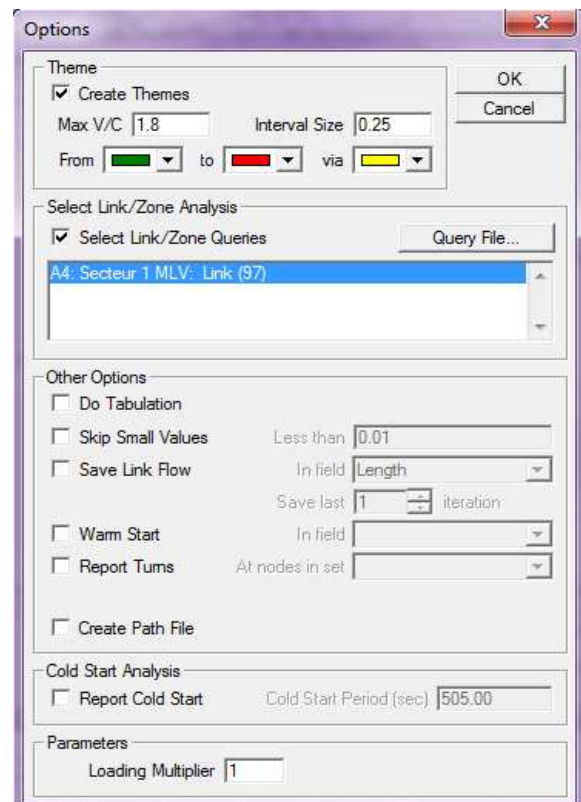
Sauvegardez votre requête sous le nom « A4\_secteur1.qry » par exemple.




Tronçon sélectionné sur l'A4 dans le Secteur 1 de MLV

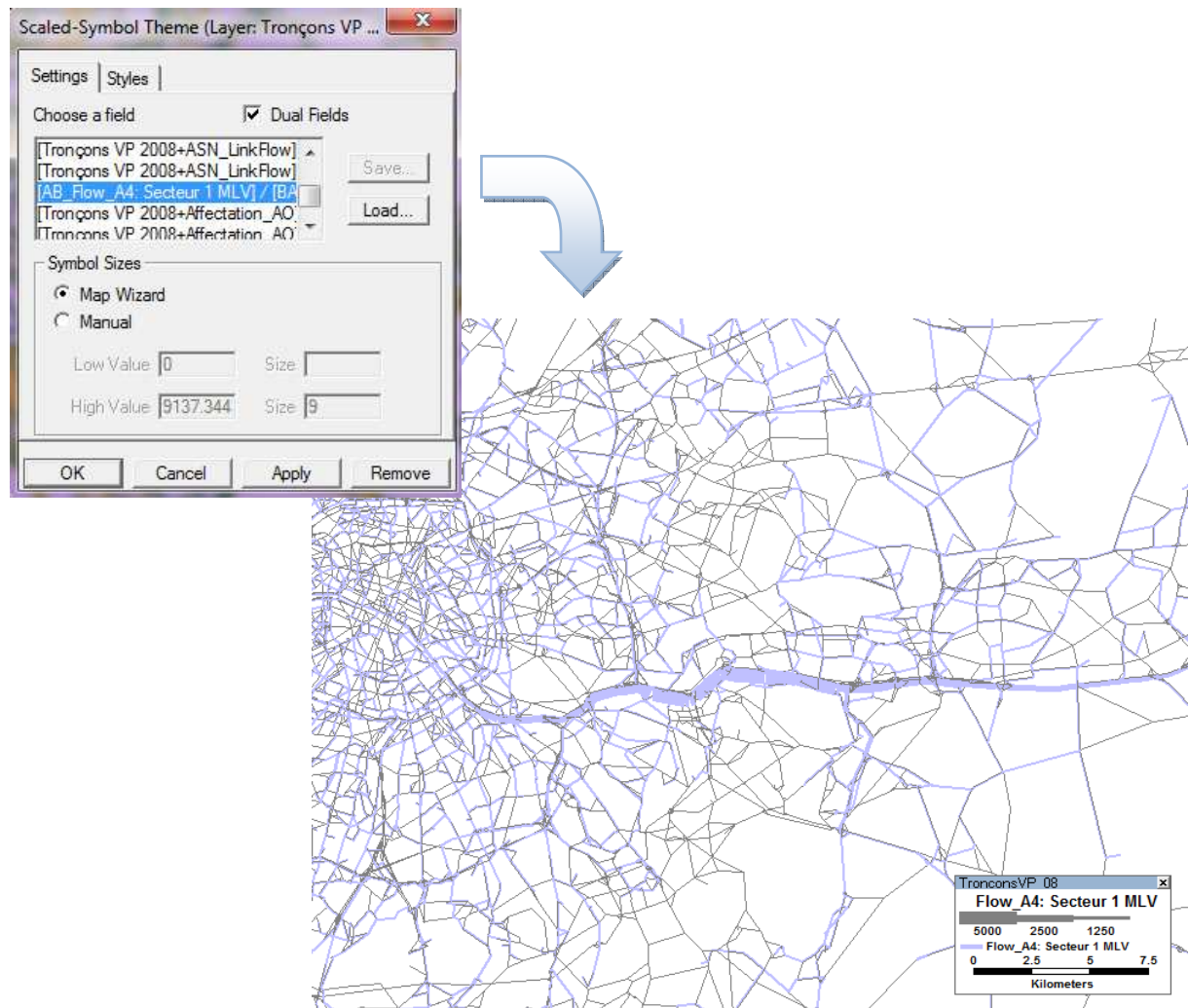
Réalisez de nouveau une affectation à l'équilibre comme indiquée en 3.2, mais en chargeant dans l'onglet « **Options** » la requête réalisée sur l'A4.

Cliquez sur « **Select Link/Zone Queries** » pour charger « A4\_secteur1.qry » avec « **Query File** ».



A la fin de la procédure, votre table de données contient en plus des champs classiques les champs « AB\_Flow\_A4\_secteur1 » et « BA\_Flow\_A4\_secteur1 ». Vous pouvez visualiser les trafics transitant par le tronçon avec « Scaled Symbol Theme » 





La matrice associée à la requête est créée par TransCAD sous le nom de « Critical Matrix ». Elle comprend toutes les OD pour lesquelles le trafic empreinte le tronçon sélectionné. Sa structure correspond à la matrice tous motifs à l'HPS. Elle est indexée par défaut par l'ID des nœuds du réseau. Vous pouvez utiliser la commande « **Matrix - Indices** » pour retrouver les numéros de zones.

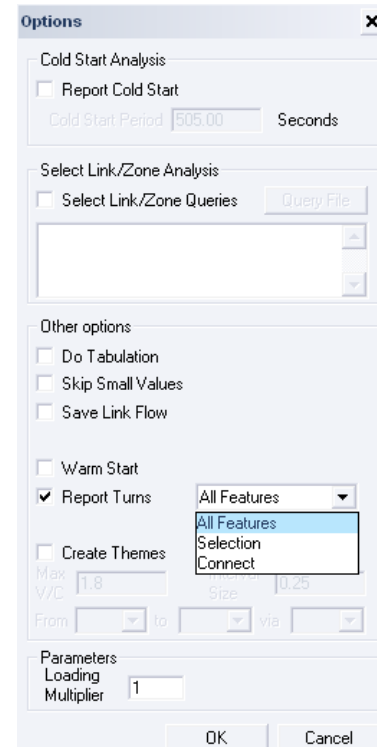
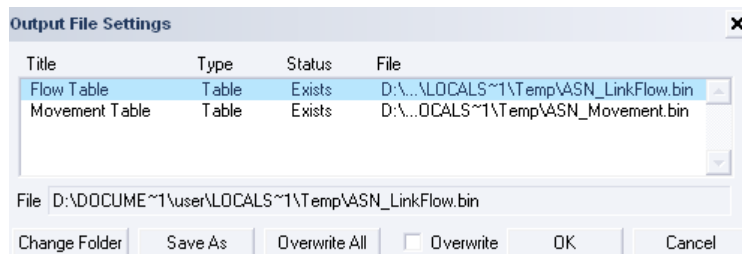
| Matrix11 - Critical Matrix (A4: Secteur 1 MLV) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|  | 18755 | 18756 | 18757 | 18758 | 18759 | 18760 | 18761 | 18762 | 18763 | 18764 | 18765 | 18766 | 18767 |
| 18575  | 0.08  | 0.10  | 0.02  | 0.03  | --    | 0.01  | 0.02  | 0.05  | 0.02  | --    | 0.04  | 0.05  | 0.0   |
| 18576  | 0.18  | 0.24  | 0.20  | 0.31  | 0.01  | 0.07  | 0.08  | 0.17  | 0.06  | 0.00  | 0.20  | 0.19  | 0.1   |
| 18577  | 0.16  | 0.21  | 0.03  | 0.05  | --    | --    | 0.04  | 0.12  | 0.03  | --    | 0.09  | 0.05  | 0.0   |
| 18578  | 0.15  | 0.21  | 0.03  | 0.18  | --    | --    | 0.04  | 0.13  | 0.03  | --    | 0.09  | 0.05  | 0.0   |
| 18579  | 0.24  | 0.34  | 0.44  | 0.49  | --    | 0.01  | 0.06  | 0.20  | 0.05  | --    | 0.17  | 0.12  | 0.0   |
| 18580  | 0.15  | 0.20  | 0.03  | 0.27  | --    | --    | 0.04  | 0.14  | 0.03  | --    | 0.10  | 0.06  | 0.0   |
| 18581  | 0.37  | 0.58  | 0.33  | 0.63  | --    | 0.01  | 0.11  | 0.34  | 0.09  | 0.00  | 0.34  | 0.21  | 0.1   |
| 18582  | 0.07  | 0.09  | 0.01  | 0.02  | --    | --    | 0.02  | 0.03  | 0.01  | --    | 0.04  | --    | 0.0   |
| 18583  | 0.44  | 0.54  | 0.40  | 0.59  | --    | 0.04  | --    | 0.37  | 0.09  | --    | 0.29  | 0.21  | 0.1   |
| 18584  | 0.36  | 0.50  | 0.38  | 0.51  | --    | 0.01  | 0.10  | 0.35  | 0.08  | --    | 0.29  | 0.12  | 0.1   |

## 5.2. Diagramme d'intersections (optionnel)

Lors de l'affectation, il est possible de créer une table pour les mouvements directionnels aux nœuds avec l'option « **Report Turns** », fonction intéressante pour le dimensionnement des carrefours.

Pour utiliser cette fonction :

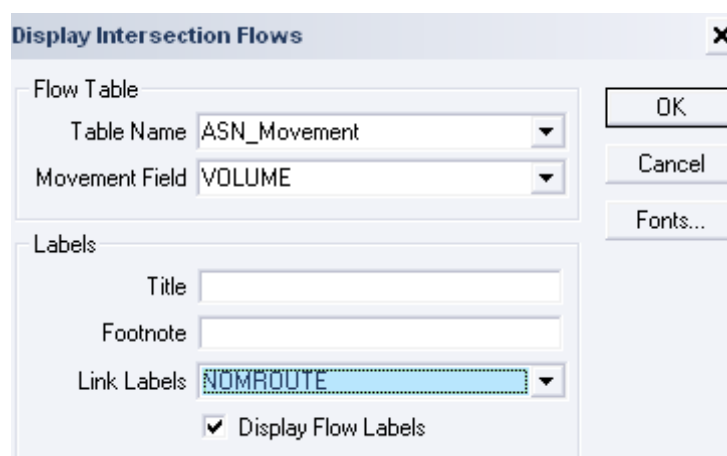
- réalisez une nouvelle affectation avec l'item « **Planning - Traffic Assignment...** »,
- activez la fenêtre « **Options** » et cochez « **Report Turns** » (Cf. page suivante),
- Lancez une nouvelle affectation,
- Changez de répertoire et enregistrez votre affectation sous un nouveau nom.



Il est possible de créer les mouvements directionnels aux nœuds seulement sur une sélection.

Utilisez l'item « **Planning - Assignment Utilities - Display Intersections Flows** » quand l'équilibre est atteint pour renseigner les différents champs de la fenêtre « **Display Intersection Flows** ».

Vérifiez surtout que dans « **Table Name** » est indiqué le nom de votre nouvel enregistrement avant de valider.



TransCAD ouvre une vue sur le gestionnaire des intersections aux nœuds :



Sélectionnez un nœud et visualisez le diagramme d'intersection,

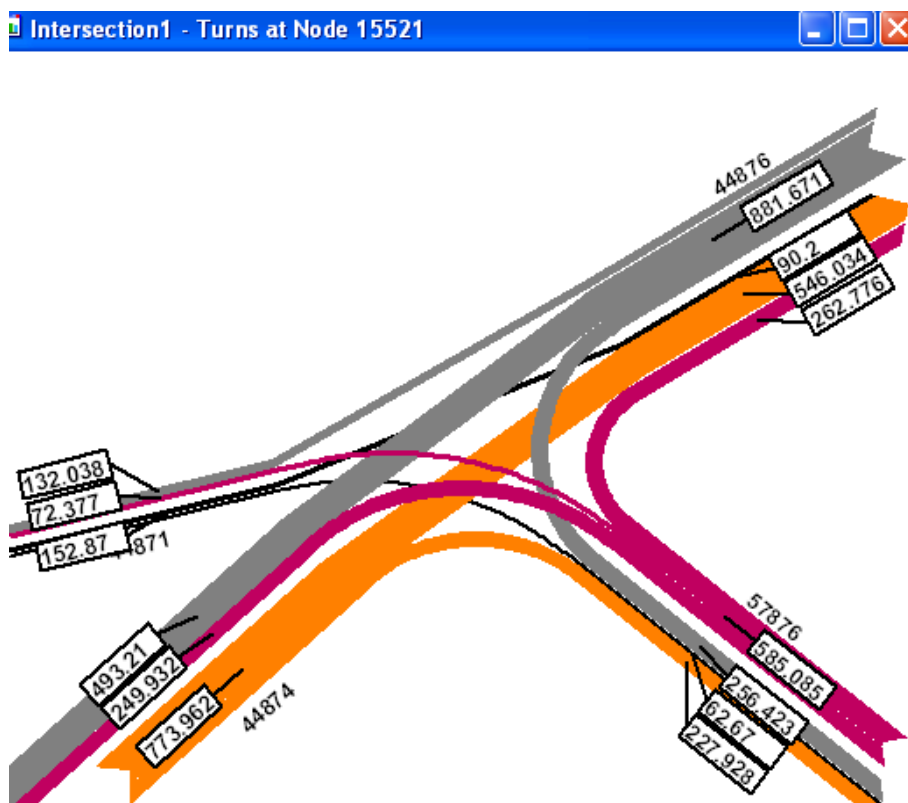


Réalisez un diagramme en cliquant sur votre carte active,



Configurez votre boîte à outils.

Ci-dessous, un diagramme d'intersection correspondant à un nœud du réseau routier.



### ***5.3. Réalisation d'une zone cordon et extraction d'une matrice sur une zone d'étude (optionnel)***

#### **5.3.1. Création d'une ligne-cordon**

Il s'agit de créer un cordon autour de Marne-la-Vallée en utilisant l'outil « **Screenline Analysis** ». Cette commande permet sur TransCAD de comparer les résultats de comptage et de modélisation du trafic en dessinant une ligne fictive coupant un certain nombre d'axes du réseau. Quand le « Screenline » est définie comme un objet-polygone, il s'agit d'un « **cordon line** ».

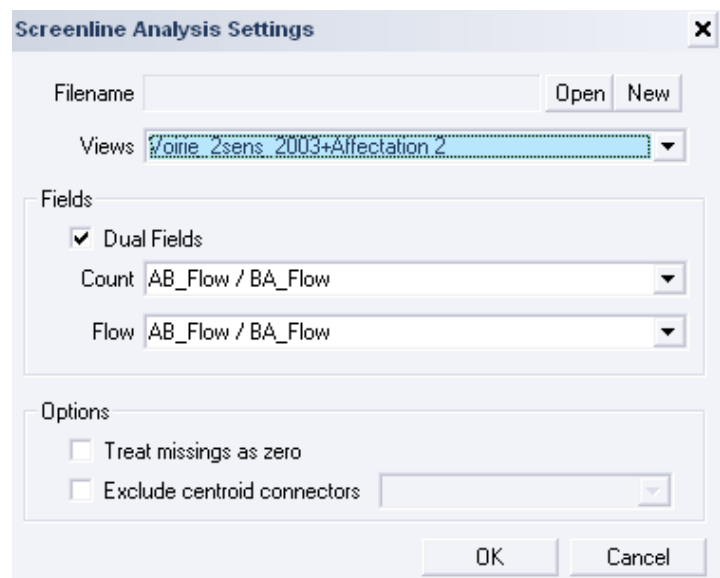
Nous allons utiliser cet outil non pas pour effectuer une comparaison entre flux réels et modélisés, mais pour avoir une connaissance locale des flux sur la zone.

Utilisez « **Planning - Assignment Utilities - Screenline Analysis** » pour créer un cordon sur le périmètre de la ville nouvelle de MLV.

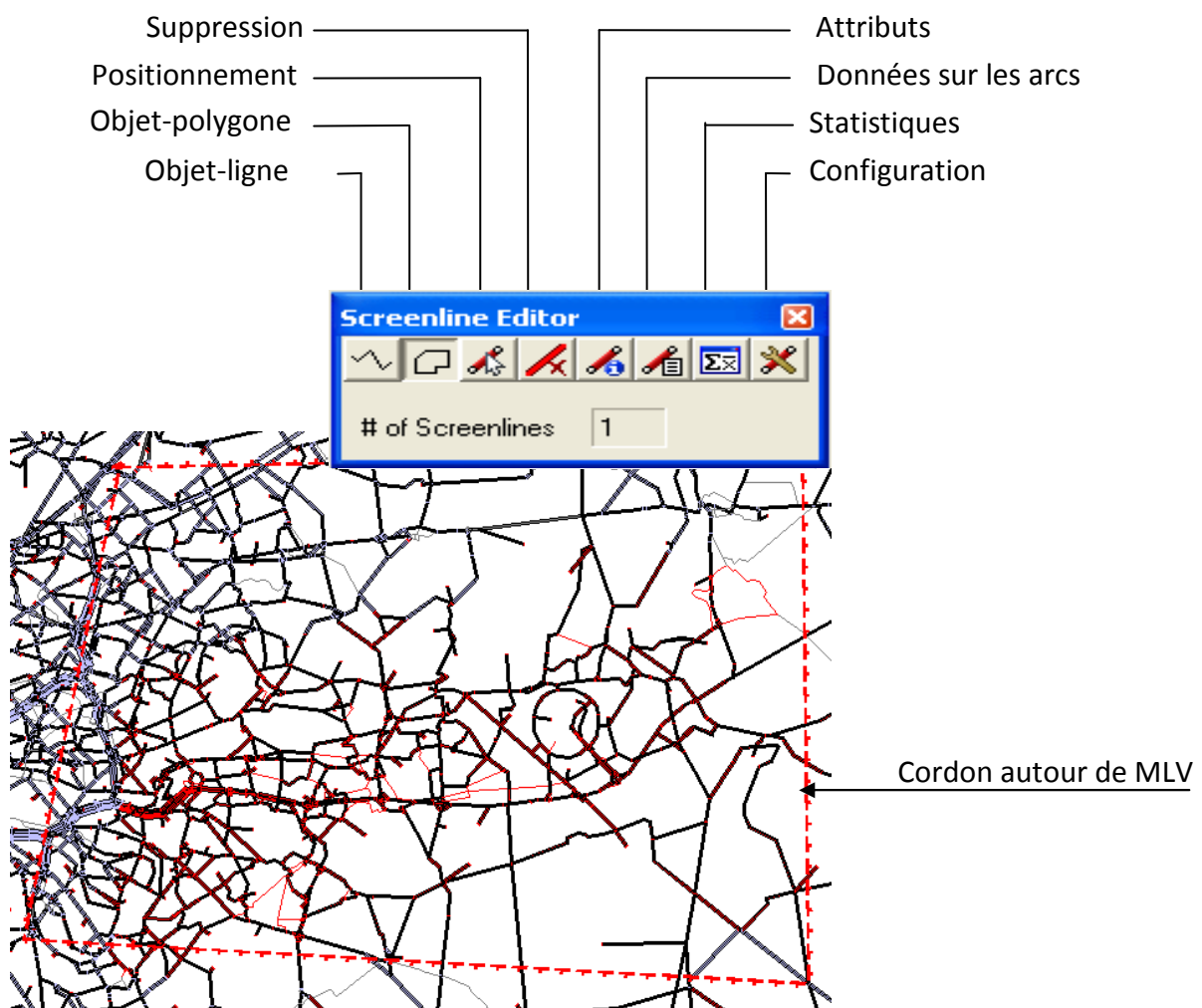
Sur la fenêtre qui s'ouvre indiquez l'affectation qui nous intéresse pour l'analyse.


Cliquez sur « **New** » pour stocker votre cordon (ScreenMLV.scr), qui peut servir éventuellement pour d'autres affectations ou horizons temporels de simulation.

[Cliquez sur « **Open** », pour charger un cordon déjà sauvegarder.]



Cliquez sur l'option objet-polygone de l'éditeur pour dessiner un cordon autour de MLV.

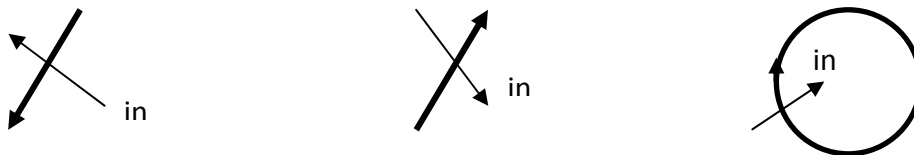


Cliquez sur « **Calculate Screenline Analysis Results** »  (de « Screenline Editor ») pour créer la table de données des résultats sur votre zone cordon.

| Dataview19 - Screenline Summary |            |         |          |          |          |           |           |          |           |           |
|---------------------------------|------------|---------|----------|----------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| [Cordon MLV]                    | NAME       | IN_FLOW | IN_COUNT | IN_RATIO | OUT_FLOW | OUT_COUNT | OUT_RATIO | TOT_FLOW | TOT_COUNT | TOT_RATIO |
| 4                               | ScreenLine | 7828184 | 7828184  | 1.00     | 7799490  | 7799490   | 1.00      | 15627674 | 15627674  | 1.00      |

- « **NAME** » : nom de votre cordon
- « **IN\_FLOW** » : somme des flux affectés (par modélisation) à l'intérieur de la zone cordon
- « **IN\_COUNT** » : somme des trafics (par comptage) à l'intérieur de la zone cordon
- « **IN\_RATIO** » : ratio entre « **IN\_FLOW** » et « **IN\_COUNT** »
- « **OUT\_FLOW** » : somme des flux affectés (par modélisation) à l'extérieur de la zone cordon
- « **OUT\_COUNT** » : somme des trafics (par comptage) à l'extérieur de la zone cordon
- « **OUT\_RATIO** » : ratio entre « **OUT\_FLOW** » et « **OUT\_COUNT** »
- « **TOT\_FLOW** » : somme des flux
- « **TOT\_COUNT** » : somme des comptages
- « **TOT\_RATIO** » : ratio entre « **TOT\_FLOW** » et « **TOT\_COUNT** »

*Remarque : dans les cas où le "Screenline" ne constitue pas une boucle, le sens dans lequel il est dessiné permet de définir les flux internes (« **IN** »)*



### 5.3.2. Analyse locale avec l'extraction de la matrice O-D sur le cordon

Pour une analyse locale de la demande de transport, TransCAD permet de faire une extraction de la matrice sur une sélection de zones élémentaire ou sur une zone cordon définie par le modélisateur.

La commande est disponible avec l'item « **Planning – Single Class Traffic Assignment – Subarea Analysis** ».

Pour la création de la matrice de demandes sur une zone d'étude définie par sélection par le modélisateur, le logiciel distinguera :

- « **Cross Links** » : arcs croisant la ligne-cordon
- « **Internal centroïds** » : nœuds-centroïdes à l'intérieur de la zone
- « **External station** » : nœuds de destination de l'arc croisant la zone, en dehors de celle-ci.

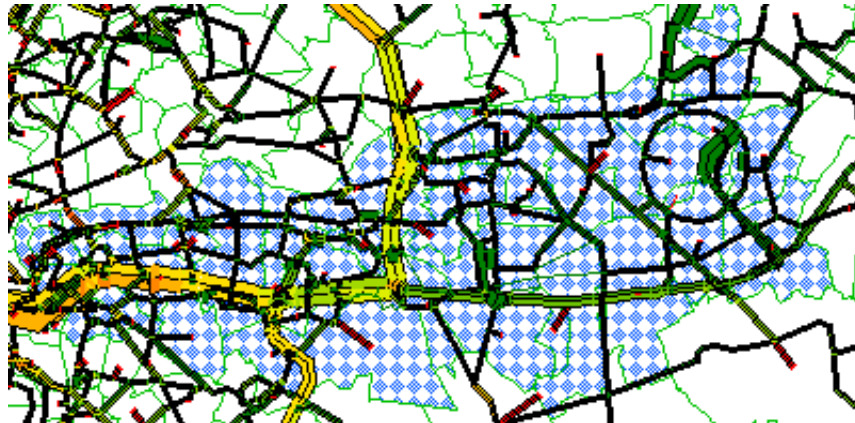
Un déplacement est affecté à la matrice OD d'une zone dans les cas suivants :

- le déplacement a pour origine ou passe par « **external station** », passe par la zone d'étude, et a pour destination « **external station** » ou y passe.
- le déplacement a pour origine ou passe par « **external station** », entre dans la zone d'étude, et a pour destination un centroïde interne à celle-ci.
- le déplacement a pour origine un centroïde interne à la zone d'étude, sort de celle-ci, et a pour destination ou passe par « **external station** »

- le déplacement a pour origine un centroïde interne à la zone d'étude et a pour destination un autre centroïde interne.

Commencez par rendre active votre découpage zonal et sélectionnez un territoire francilien (par exemple MLV)

Utilisez l'item « **Planning – Single Class Traffic Assignment – Subarea Analysis** » pour activer la fenêtre « **Subarea Assignment** » (qui requiert toutes les données d'une affectation simple).



Sélectionnez « **Area Layer** » pour indiquer que nous travaillons sur la base du découpage modus et « **Selection** » pour ne considérer que le territoire de MLV, puis cliquez sur « **Create Subarea** ».

**Subarea Assignment**

Line Layer: Réseau\_VP

Network File: C:\D...tion routière\Reseau\_IdF.net

Delay Function: Bureau of Public Roads (BPR)

Method: User Equilibrium

Matrix File: 2009\_HPS

Matrix: Flux

Parameters

| Name     | Field               | Value |
|----------|---------------------|-------|
| Time     | [AB_Time / BA_Time] | n/a   |
| Capacity | CAPACITE            | n/a   |
| Alpha    | None                | 0.5   |
| Beta     | None                | 4     |
| Preload  | None                | 0     |

Create Subarea Using

☐ Polygon ☒ Area Layer ☐ Selections Create Subarea

Layer: Zonage Selection: Selection

Area Info:

Globals

Iterations: 20 Alpha: 0.5

Convergence: 0.0100 Beta: 4.00

Function: Error: 5.0000

**Subarea Assignment**

Line Layer: Réseau\_VP

Network File: C:\D...tion routière\Reseau\_IdF.net

Delay Function: Bureau of Public Roads (BPR)

Method: User Equilibrium

Matrix File: 2009\_HPS

Matrix: Flux

Parameters

| Name     | Field               | Value |
|----------|---------------------|-------|
| Time     | [AB_Time / BA_Time] | n/a   |
| Capacity | CAPACITE            | n/a   |
| Alpha    | None                | 0.5   |
| Beta     | None                | 4     |
| Preload  | None                | 0     |

Create Subarea Using

☐ Polygon ☒ Area Layer ☐ Selections Create Subarea

Layer: Zonage Selection: Selection

Area Info: Centroids: 32 External Stations: 50 Internal Links: 1556

Globals

Iterations: 20 Alpha: 0.50

Convergence: 0.0100 Beta: 4.00

Function: Error: 5.0000

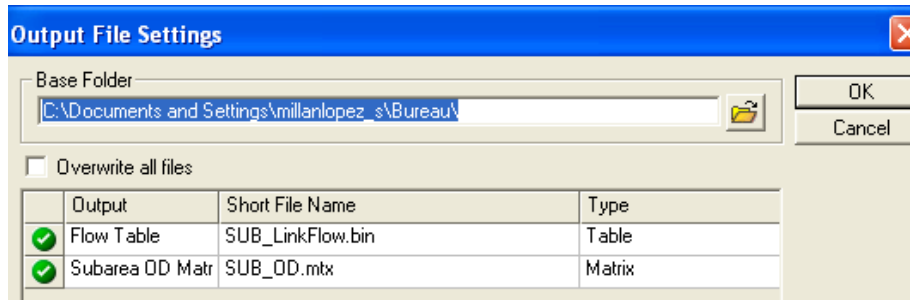


TransCAD résume après lancement de la procédure les informations sur la zone concernée.

Validez par « **OK** ». Sur la fenêtre suivante :

- cliquez sur « **Save As** » pour créer de nouveaux fichiers,
- cliquez sur « **Overwrite All** » pour écraser vos anciens fichiers,
- cliquez sur « **Change Folder** » pour changer de répertoire pour la sauvegarde.

Validez par « **OK** » pour lancer l'affectation.

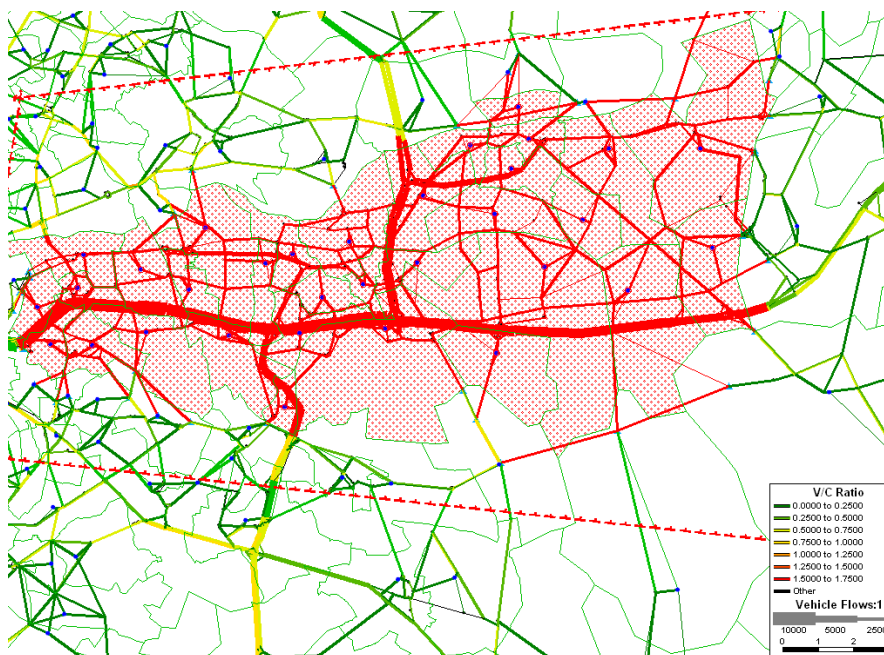


Relancez la procédure d'affectation si l'équilibre n'est pas atteint en augmentant le nombre d'itérations (voir §1.4. L'affectation simple à l'équilibre).

En plus des résultats classiques d'affectation, TransCAD crée la matrice OD qui concerne la zone d'étude.





Ex. matrice obtenue avec 20 affectations (sans équilibre).

|       | 15950 | 15951  | 16075  | 16077 | 16293 | 16294  | 16743  |
|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|
| 18715 | 21.28 | 117.74 | 2.37   | --    | 9.13  | 79.98  | 40.06  |
| 18716 | 18.04 | 83.03  | 2.01   | --    | 3.16  | 22.74  | 10.09  |
| 18718 | 1.60  | 1.98   | --     | --    | 6.84  | 27.23  | 17.23  |
| 18735 | 57.92 | 142.63 | 255.01 | --    | 29.67 | 132.32 | 363.08 |
| 18742 | 21.61 | 39.07  | --     | 8.26  | --    | --     | 118.92 |
| 18752 | --    | --     | --     | --    | 3.98  | 2.19   | --     |
| 18755 | 25.55 | 32.71  | --     | --    | 1.13  | 13.78  | 14.76  |
| 18756 | 21.93 | 91.77  | 0.94   | --    | 3.61  | 39.44  | 28.03  |
| 18765 | 9.04  | 10.83  | --     | 64.40 | 7.70  | 76.67  | 48.81  |
| 18774 | 3.68  | 18.16  | 8.74   | --    | 18.64 | 3.66   | 41.81  |





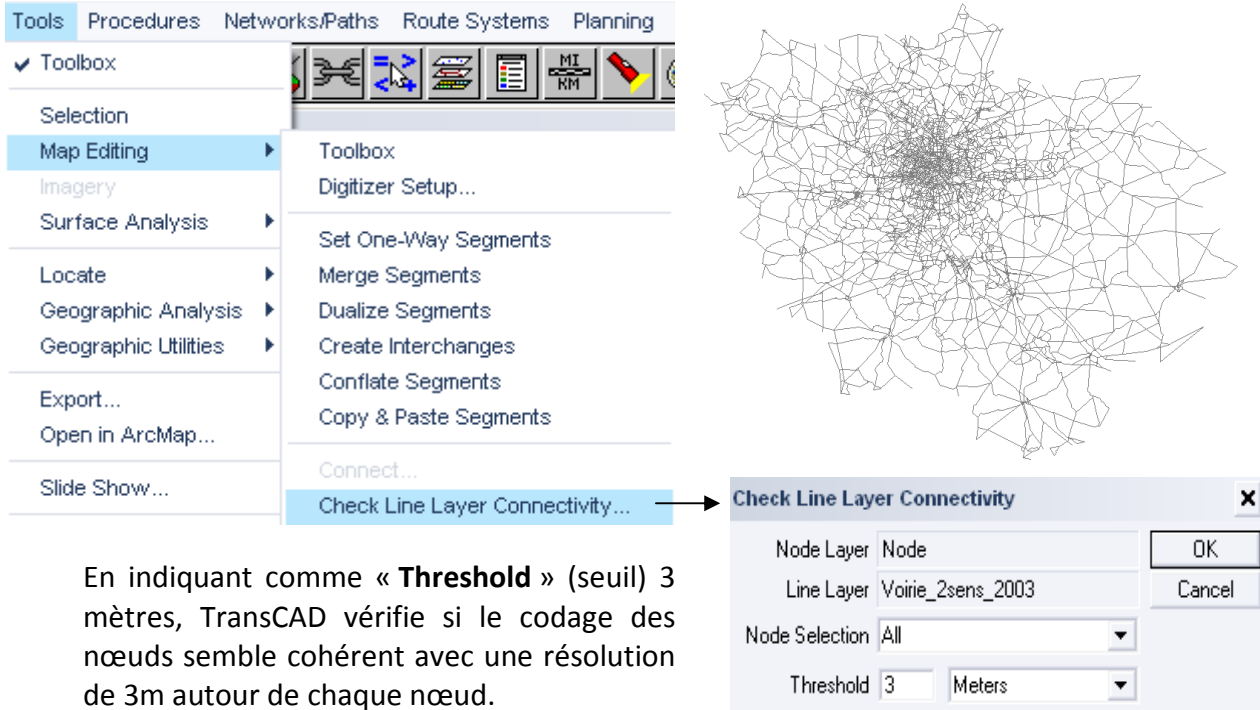
## Récapitulation des principales fonctions découvertes

| Thème                     | Pour ...   | Fonction sur TransCAD...  |
|---------------------------|--|---|
| <b>Offre de transport</b> | Vérifier la connectivité d'un réseau                       | « Tools - Map Editing - Check line Layer Connectivity »   |
|                           | Editer un réseau   | « Tools - Map Editing - Toolbox »   |
|                           | Créer des connecteurs                                      | « Tools - Map Editing - Connect »   |
|                           | Création du graphe de réseau                               | « Networks/Paths - Create »   |
| <b>Matrices</b>           | Indexer une matrice  | « Matrix-Indices »                             |
|                           | Afficher aux marges les statistiques de base d'une matrice | Clic droit sur la matrice active puis « Properties »  |
|                           | Transposer une matrice                                     | « Matrix - Transpose »                         |
|                           | Réunir des matrices  | « Matrix - Combine... »                        |
|                           | Réaliser des calculs sur une matrice                       | « Matrix-Fill »                               |
| <b>Affectation</b>        | Calculer une matrice d'impédance                           | « Networks/Paths - Multiple Paths »   |
|                           | Réaliser une affectation                                   | « Planning - Traffic Assignment »   |
|                           | Réaliser une différence d'affectations                     | « Planning - Planning Utilities - Assignment Differences »  |
|                           | Réaliser des courbes isochrones                            | « Networks/Paths - Network Bands »  |
|                           | Réaliser un chevelu  | « Planning - Planning Utilities-Select Link Zone Queries » puis « Select link/Zone Queries » dans « Planning-Traffic Assignment » |
|                           | Réaliser un diagramme d'intersections                      | « Planning - Planning Utilities - Display Intersections Flows »   |
|                           | Réaliser une zone cordon                                   | « Planning - Planning Utilities - Screenline Analysis »   |
|                           | Extraire la matrice OD d'une zone cordon                   | « Planning - Planning Utilities-Subarea Analysis »  |

## Annexes

### *Tester la connectivité d'un réseau*

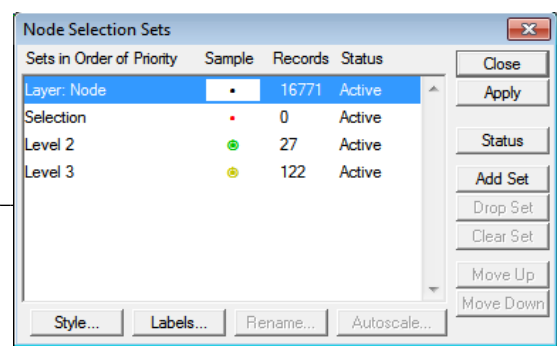
Nous allons maintenant vérifier que le réseau ne présente pas de problèmes de connectivité à l'aide de l'utilitaire « **Tools - Map Editing - Check Line Layer Connectivity** »



En indiquant comme « **Threshold** » (seuil) 3 mètres, TransCAD vérifie si le codage des nœuds semble cohérent avec une résolution de 3m autour de chaque nœud.

Plus précisément, le logiciel procède de la façon suivante afin de vérifier la connectivité:


- pour chaque nœud, TransCAD énumère tous les autres nœuds à une distance inférieure au seuil considéré (deux nœuds très proches étant souvent le signe d'un mauvais codage)
- les nœuds directement reliés par un arc au nœud testé sont ignorés
- s'il reste au moins un nœud dans la liste, le nœud testé est identifié comme ayant un problème de connectivité, et est classé sur la base du nombre d'arcs auxquels il est relié dans une des classes suivantes :
  1. « **Level 1** » ● : nœuds reliés à un seul arc,
  2. « **Level 2** » ● : nœuds reliés à 2 arcs,
  3. « **Level 3** » ● : nœuds reliés à 3 arcs ou +.

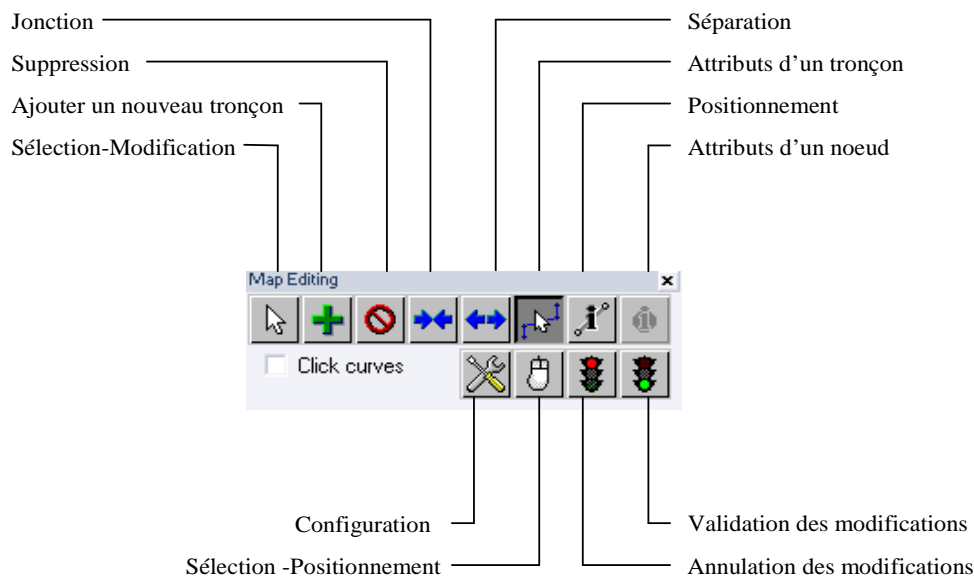


L'item « **Selection - Settings** » (appliqué à la couche Node) liste le nombre de nœuds concernés pour chaque niveau. TransCAD n'ayant détecté aucun problème dans la classe « **Level 1** », nous pouvons passer aux étapes suivantes.

## Editer un réseau

Si vous souhaitez apporter des modifications sur un réseau (ce qui n'est pas le cas ici mais pourrait servir dans d'autres situations, notamment l'évaluation de nouvelles infrastructures), il vous faudrait activer l'outil d'édition avec l'item « **Tools – Map Editing –**

**Toolbox** », ou via le raccourci .

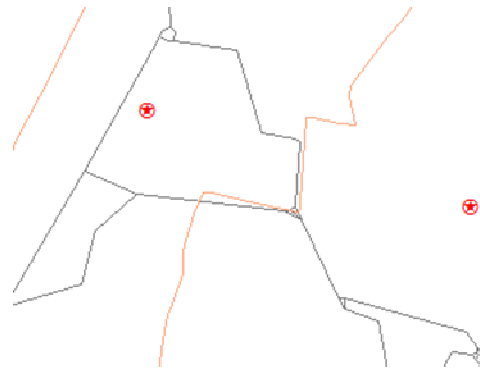


## Créer des connecteurs

*Remarque* : cette partie suppose que les centroïdes aient déjà été créés à partir du zonage à l'aide de la commande « **Tools – Export** », option « **Export as Centroid Points** ».

On constate que les centroïdes (indiqués ci-dessous par une étoile rouge) ne sont pour l'instant pas reliés au réseau routier.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Ceci est logique : la couche réseau VP correspond au réseau routier réel, contrairement aux centroïdes qui, étant les barycentres de zones définies par la DRIEA, ne correspondent pas à des lieux précis. Il est donc normal qu'ils ne soient pas au départ reliés au réseau.



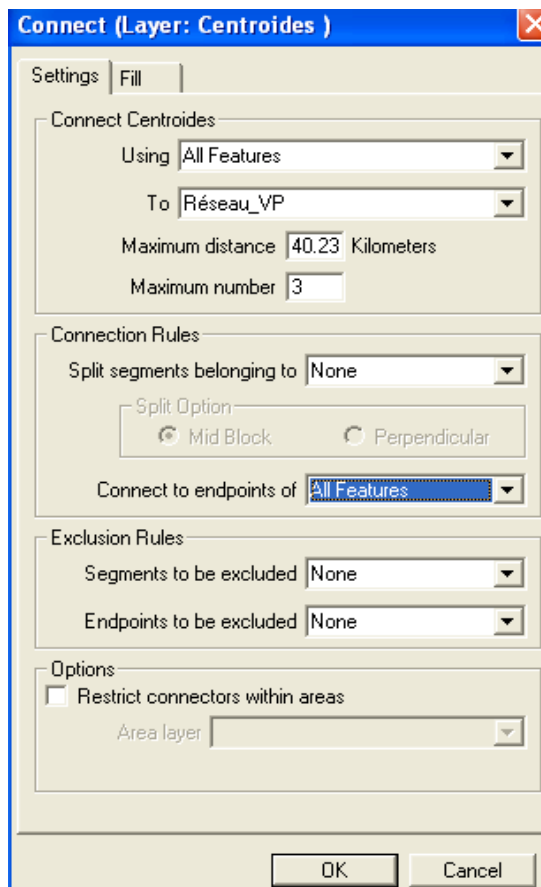
Zoom sur

2 centroïdes

**Un connecteur est un arc fictif permettant de relier un centroïde au réseau.** TransCAD offre deux méthodes de connexion :

- soit créer un arc du centroïde au nœud le plus proche ;
- soit créer un arc vers le segment le plus proche, et créer de fait un nouveau nœud.

Nous opterons pour la première méthode. A cette fin, activez la couche « Centroïdes » et créez trois connecteurs par centroïde à l'aide de « **Tools - Map Editing - Connect** ».



#### REGLAGES DE BASE

Les connecteurs sont-ils créés pour tous les centroïdes ou seulement une sélection ?

Couche de tronçons à laquelle seront ajoutés les connecteurs

Longueur max que peut avoir un connecteur

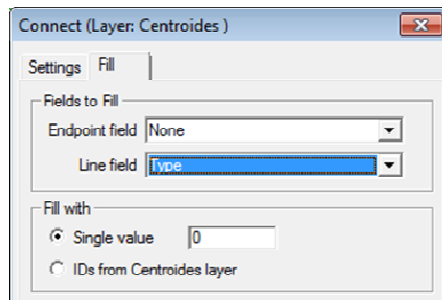
Nb de connecteurs créés

**Connection rules:** permet de spécifier si les centroïdes sont reliés directement aux nœuds existants (*endpoints*), aux tronçons (*segments*), ou à une combinaison des 2 (suivant des sélections).

#### OPTIONS AVANCEES

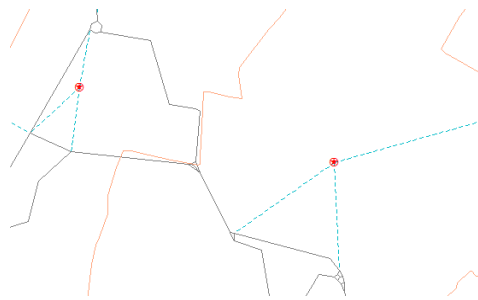
**Exclusion rules:** permet d'exclure des tronçons ou noeuds des possibilités de connexion.

← Permet de restreindre à l'aide d'un zonage la création des connecteurs. Tout connecteur doit rester au sein de la zone dont le centroïde fait partie.



Dans l'onglet « **Fill** », indiquez que le champ « Type » devra être rempli par « 0 », ce afin de distinguer facilement les connecteurs, puis validez l'ensemble.

Les centroïdes sont désormais reliés au réseau par 3 connecteurs (en tirets bleus ci-dessous).



*PS :* pour repérer plus facilement les connecteurs, vous pouvez créer une sélection nommée *Connecteurs* avec la condition « Type=0 » (cf. supra).

### ***Passer de la matrice journalière à la matrice horaire en UVP***

#### **Taux de passage de la Matrice Journalière → Matrices horaires de déplacements**

Les taux de passage horaire sont tirés de l'EGT 2001 par motif et par couronne pour chacun des 3 modes. Ces taux s'appliquent aux **déplacements bruts** (pour le mode routier, avant ajout des flux non pris en compte dans la modélisation de la demande : flux exogènes de PL, de cordon, de flux spécifiques aux aéroports effectué à l'étape de finalisation des matrices horaires; pour le mode TC, avant ajout des flux spécifiques aux gares, cf. ci-dessous *Matrices journalières-Matrices horaires*).

| TC    | HPM    | Paris  | PC     | GC     | VP    | HPM    | Paris  | PC     | GC     | MD    | HPM    | Paris  | PC     | GC     |
|-------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|
|       | HPS    |        |        |        |       | HPS    |        |        |        |       | HPS    |        |        |        |
| Paris | 0,4171 | 0,4171 | 0,4694 | 0,4004 | Paris | 0,2590 | 0,2590 | 0,2770 | 0,3153 | Paris | 0,3081 | 0,3081 | 0,2718 | 0      |
|       | 0,0115 |        |        |        |       | 0,0076 |        |        |        |       | 0,0122 |        |        |        |
| PC    | 0,3891 | 0,3891 | 0,3336 | 0,2796 | PC    | 0,2145 | 0,2145 | 0,2430 | 0,2647 | PC    | 0,3483 | 0,3483 | 0,2449 | 0,4306 |
|       | 0,0109 |        |        |        |       | 0,0155 |        |        |        |       | 0      |        |        |        |
| GC    | 0,3584 | 0,3584 | 0,3610 | 0,2977 | GC    | 0,2016 | 0,2016 | 0,2407 | 0,2483 | GC    | 0      | 0      | 0,2877 | 0,2557 |
|       | 0,0021 |        |        |        |       | 0,0025 |        |        |        |       | 0      |        |        |        |

**Motif 1 : Domicile → Travail**



| TC    | HPM    | Paris  | PC     | GC     | VP    | HPM    | Paris  | PC     | GC     | MD    | HPM    | Paris  | PC     | GC     |
|-------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|
|       | HPS    |        |        |        |       | HPS    |        |        |        |       | HPS    |        |        |        |
| Paris | 0,0003 | 0,0079 | 0,0013 | 0,0013 | Paris | 0,0075 | 0,0059 | 0,0040 | 0,0040 | Paris | 0,0094 | 0,0307 | 0      | 0      |
|       | 0,1572 |        |        |        |       | 0,1087 |        |        |        |       | 0,0845 |        |        |        |
| PC    | 0      | 0,0035 | 0      | 0      | PC    | 0,0069 | 0,0034 | 0,0038 | 0,0038 | PC    | 0      | 0,0130 | 0      | 0      |
|       | 0,2087 |        |        |        |       | 0,1124 |        |        |        |       | 0,0893 |        |        |        |
| GC    | 0      | 0      | 0,0004 | 0,0004 | GC    | 0,0032 | 0,0104 | 0,0044 | 0,0044 | GC    | 0      | 0      | 0,0181 | 0,1761 |
|       | 0,1952 |        |        |        |       | 0,1536 |        |        |        |       | 0      |        |        |        |

**Motif 2 : Travail → Domicile**

| TC    | HPM    | Paris  | PC     | GC     | VP    | HPM    | Paris  | PC     | GC     | MD    | HPM    | Paris  | PC     | GC     |
|-------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|
|       | HPS    |        |        |        |       | HPS    |        |        |        |       | HPS    |        |        |        |
| Paris | 0,1279 | 0,0784 | 0,0052 | 0,0052 | Paris | 0,0863 | 0,0298 | 0,0338 | 0,0338 | Paris | 0,1616 | 0,1992 | 0      | 0      |
|       | 0,1065 |        |        |        |       | 0,0646 |        |        |        |       | 0,0831 |        |        |        |
| PC    | 0,1232 | 0,1887 | 0,1423 | 0,1423 | PC    | 0,0691 | 0,1056 | 0,0373 | 0,0373 | PC    | 0,0858 | 0,2266 | 0      | 0      |
|       | 0,0907 |        |        |        |       | 0,0852 |        |        |        |       | 0,1951 |        |        |        |
| GC    | 0,1536 | 0,1802 | 0,3535 | 0,3535 | GC    | 0,0673 | 0,0911 | 0,0960 | 0,0960 | GC    | 0      | 0,1483 | 0,2972 | 0,0449 |
|       | 0,0652 |        |        |        |       | 0,0910 |        |        |        |       | 0      |        |        |        |

**Motif 3 : → Achats / Affaires personnelles**

| TC    | HPM    | Paris  | PC     | GC     | VP    | HPM    | Paris  | PC     | GC     | MD    | HPM    | Paris  | PC     | GC     |
|-------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|
|       | HPS    |        |        |        |       | HPS    |        |        |        |       | HPS    |        |        |        |
| Paris | 0,0249 | 0,0188 | 0,0611 | 0,0611 | Paris | 0,0080 | 0,0067 | 0,0609 | 0,0609 | Paris | 0,0225 | 0      | 0      | 0      |
|       | 0,0627 |        |        |        |       | 0,0724 |        |        |        |       | 0,0600 |        |        |        |
| PC    | 0,0330 | 0,0279 | 0,0339 | 0,0339 | PC    | 0,0167 | 0,0157 | 0,0157 | 0,0157 | PC    | 0      | 0,0233 | 0      | 0      |
|       | 0,0852 |        |        |        |       | 0,0465 |        |        |        |       | 0,0580 |        |        |        |
| GC    | 0,0370 | 0,0700 | 0,0631 | 0,0631 | GC    | 0,0471 | 0,0174 | 0,0179 | 0,0179 | GC    | 0      | 0      | 0,0261 | 0,0817 |
|       | 0,1003 |        |        |        |       | 0,0813 |        |        |        |       | 0      |        |        |        |

**Motif 4 : → Loisirs**

| TC    | HPM    | Paris  | PC     | GC     | VP    | HPM    | Paris  | PC     | GC     | MD    | HPM    | Paris  | PC     | GC     |
|-------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|
|       | HPS    |        |        |        |       | HPS    |        |        |        |       | HPS    |        |        |        |
| Paris | 0,0060 | 0,0001 | 0,0024 | 0,0024 | Paris | 0,0099 | 0,0092 | 0      | 0      | Paris | 0,0347 | 0,0354 | 0      | 0      |
|       | 0,1609 |        |        |        |       | 0,1015 |        |        |        |       | 0,1031 |        |        |        |
| PC    | 0,0000 | 0,0037 | 0,0000 | 0,0000 | PC    | 0,0040 | 0,0161 | 0,0103 | 0,0103 | PC    | 0      | 0,0371 | 0      | 0      |
|       | 0,1596 |        |        |        |       | 0,0621 |        |        |        |       | 0,0646 |        |        |        |
| GC    | 0      | 0,0192 | 0,0019 | 0,0019 | GC    | 0      | 0,0046 | 0,0156 | 0,0156 | GC    | 0      | 0      | 0,0477 | 0,1135 |
|       | 0,0779 |        |        |        |       | 0,0477 |        |        |        |       | 0      |        |        |        |

**Motif 5 : Non basé Travail → Domicile**

| TC    | HPM    | Paris  | PC     | GC    | VP     | HPM    | Paris  | PC    | GC     | MD     | HPM    | Paris | PC | GC |
|-------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|----|----|
|       | HPS    |        |        |       |        | HPS    |        |       |        |        | HPS    |       |    |    |
| Paris | 0,1710 | 0,1355 | 0,1382 | Paris | 0,0580 | 0,0458 | 0,0735 | Paris | 0,0220 | 0      | 0      |       |    |    |
|       | 0,0471 | 0,0490 | 0,1785 |       | 0,0360 | 0,0559 | 0,0842 |       | 0,0204 | 0      | 0      |       |    |    |
| PC    | 0,3814 | 0,2910 | 0,1634 | PC    | 0,1210 | 0,1137 | 0,1310 | PC    | 0      | 0,0582 | 0      |       |    |    |
|       | 0,0203 | 0,0215 | 0,1088 |       | 0,0321 | 0,0358 | 0,0215 |       | 0,3367 | 0,0316 | 0      |       |    |    |
| GC    | 0,4496 | 0,4838 | 0,3831 | GC    | 0,0857 | 0,1011 | 0,1322 | GC    | 0      | 0      | 0,0888 |       |    |    |
|       | 0,0013 | 0,0515 | 0,0122 |       | 0,0557 | 0,0306 | 0,0303 |       | 0      | 0      | 0,0154 |       |    |    |

**Motif 6 : Non basé Domicile → Travail**

### Taux de passage de Matrices horaires de déplacements VP → Matrices horaires VP (véhicules)

Les taux d'occupation des VP sont calculés à partir de l'EGT 2001 selon le motif et la couronne.

|  |                                      |                                      |                                      |
|--|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Motif 1 : Domicile → Travail</b><br><b>Motif 2 : Travail → Domicile</b><br><b>Motif 3 : → Achats/Affaires Perso</b><br><b>Motif 4 : → Loisirs</b><br><b>Motif 5 : N.B. Travail → Domicile</b><br><b>Motif 6 : N.B. Domicile → travail</b> | Paris                                | PC                                   | GC                                   |
| Paris  | 1,1328<br>1,1725<br>1,3656<br>1,6824 | 1,0462<br>1,1055<br>1,2345<br>1,3604 | 1,0580<br>1,0834<br>1,5612<br>1,5685 |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
|    | 1,6022<br>1,0997   | 1,4311<br>1,1257   | 1,3737<br>1,0810   |
| PC | 1,0778<br>1,0447<br>1,3033<br>1,4783<br>1,4143<br>1,1102 | 1,0601<br>1,0857<br>1,4071<br>1,5848<br>1,5015<br>1,0971 | 1,0557<br>1,0487<br>1,2581<br>1,5180<br>1,4558<br>1,0441 |
| GC | 1,0600<br>1,0720<br>1,2983<br>1,4702<br>1,7528<br>1,1100 | 1,0480<br>1,0478<br>1,3421<br>1,5583<br>1,3815<br>1,0794 | 1,0881<br>1,0900<br>1,3649<br>1,6347<br>1,4446<br>1,1160 |

Taux d'occupation des VP selon le motif et la couronne

De façon agrégée tous motifs et toutes O-D confondus, les taux d'occupation moyens des VP sont :

- HPM : Taux occup moyen = 1,19
- HPS : Taux occup moyen = 1,32