

*Notice d'utilisation*

# Tableur petits projets

**Version du 27 novembre 2014**

Décembre 2014

## Rédacteurs

Charlotte COUPE – ex Sétra –CSTM-DEOST  
mél : [charlotte.coupe@developpement-durable.gouv.fr](mailto:charlotte.coupe@developpement-durable.gouv.fr)

Hélène LE MAÎTRE – DTecITM –CSTM-DEOST  
Téléphone : 33 (0) 1 60 52 33 02  
mél : [helene.le-maitre@developpement-durable.gouv.fr](mailto:helene.le-maitre@developpement-durable.gouv.fr)

## Préambule

La rentabilité socio-économique des projets routiers du réseau routier national doit être calculée chaque année par les Services de Maîtrise d'Ouvrage (SMO) pour les projets dont la mise en service est prévue dans les trois années à venir.

Certains petits projets ne nécessitent pas de modélisation des trafics. Il s'agit des petites déviations et des petits aménagements sur place pour lesquels aucun modèle de trafic n'est utilisé. En pratique dans le calcul, il peut y avoir induction de trafic et pour les déviations, on considère que les reports de trafics proviennent d'un seul axe. Pour ces projets, la mise en œuvre des outils usuels de modélisation et de calcul de rentabilité s'avère fastidieuse et des méthodes simplifiées sur la base d'outils tableurs sont plus adaptées.

Cette notice détaille le fonctionnement d'un tableur créé par le Sétra à la demande de la Direction Générale des Infrastructures de Transports et de la Mer (DGITM) pour conduire ces calculs simplifiés de rentabilité socio-économique. La notice est accompagnée d'un fichier électronique **TabCalculEco\_pt\_prj.xls**. Ouvert sous Libre Office, le tableur est plus lent mais fonctionne. **Ce tableur est à utiliser exclusivement pour de petites opérations non concédées.**

**Les valeurs du tableur n'ont pas force de circulaire** ; l'utilisateur se référera aux valeurs en vigueur.

Page laissée blanche intentionnellement

# Sommaire

<b>1 - Introduction et types de projets concernés par ce tableur .....</b>	<b>5</b>
1.1 - Contexte de l'évaluation socio-économique des projets d'infrastructure .....	5
1.2 - Objectifs du calcul du bilan socio-économique .....	5
1.3 - Evaluation des petits projets.....	6
<b>2 - Principes du calcul.....</b>	<b>6</b>
2.1 - Paramétrage du projet : définition des coupures et routes .....	8
<b>3 - Hypothèses du tableur.....</b>	<b>10</b>
3.1 - Cadrage macro-économique .....	10
3.2 - Trafics .....	10
3.3 - Gains de temps .....	11
3.4 - Malus d'inconfort .....	12
3.5 - Carburant .....	12
3.6 - Effet de serre.....	13
3.7 - Pollution de l'air .....	13
3.8 - Bruit.....	13
3.9 - Effets amont et aval.....	13
3.10 - Gains de sécurité .....	14
3.11 - Coût d'entretien et d'exploitation, de grosses réparations .....	14
3.12 - Actualisation .....	14
3.13 - Durée d'évaluation.....	14
3.14 - Calcul des indicateurs de rentabilité .....	14
3.15 - Utilisation du COFP (coût d'opportunité des fonds publics) et du prix fictif de rareté des fonds publics .....	14
<b>4 - Fonctionnement du tableur .....</b>	<b>15</b>
4.1 - Feuille « Paramètres » .....	15
4.2 - Feuille « valeurs Quinet Boiteux modif ».....	15
4.3 - Feuille « synthèse ».....	15
<b>5 - Démarche à suivre .....</b>	<b>17</b>
<b>6 - Limites d'utilisation du tableur et suites envisagées .....</b>	<b>20</b>
<b>Bibliographie .....</b>	<b>21</b>
<b>Annexe 1 - Formulation décomposée de la VAN : formules détaillées, valeurs tutélaires et valeurs de référence.....</b>	<b>22</b>
1.1   Coût d'investissement.....	23
1.2   Coûts d'entretien et d'exploitation .....	23
1.3   Surplus des usagers .....	24
1.4   Gains de sécurité .....	28
1.5   Externalités environnementales .....	29
<b>Annexe 2 – Table VDF .....</b>	<b>33</b>

Page laissée blanche intentionnellement

# 1 - Introduction et types de projets concernés par ce tableur

## 1.1 - Contexte de l'évaluation socio-économique des projets d'infrastructure

Le nombre et l'importance des investissements publics au regard d'une capacité de financement limitée, tout comme l'évolution du contexte économique, financier, social et européen, obligent à être particulièrement attentif à leur choix et à leur programmation.

Selon la **Note technique DGITM du 27 juin 2014 relative à l'évaluation des projets de transport** :

«Le calcul socio-économique vise à fournir une estimation de l'effet du projet sur les composantes du bien-être collectif qui peuvent se traduire en valeurs monétaires. Il vise à prendre en compte l'ensemble des coûts et des avantages marchands (i.e. faisant l'objet d'échanges monétaires entre acteurs) et non marchands monétarisables, en menant une analyse coûts-avantages.»

La **Note technique DGITM du 27 juin 2014 relative à l'évaluation des projets de transport** présentant la méthode d'évaluation des projets de transports pour l'application de l'instruction du 16 juin 2014 de la ministre de l'écologie, du développement durable et de l'énergie et du secrétaire d'Etat chargé des transports, de la mer et de la pêche, relative au même objet, définit la démarche générale et les modalités de mise en œuvre de cette obligation. Cette instruction présente le cadre général pour l'évaluation des projets de transports de l'État, de ses établissements publics et de ses délégataires, en application des dispositions des articles L.1511-1 à L.1511-6 du code des transports et du décret n°84-617 du 17 juillet 1984. Elle annule et remplace l'instruction-cadre du 24 mars 2004, mise à jour le 27 mai 2005 et vise les évaluations qui sont engagées postérieurement au 1er octobre 2014.

Cette note technique, et les fiches qui l'accompagnent traduisent les réflexions interministérielles objets des travaux du groupe du CGSP présidé par Emile Quinet portant sur l'évaluation socio-économique de 2013. Elles traitent notamment de l'étude de trafic et des aspects économiques (bilan coûts-avantages monétarisés, développement économique, aménagement du territoire, effets liés à la construction, à l'entretien et à l'exploitation).

L'application de ce nouveau référentiel d'évaluation a rendu nécessaire la mise à jour des outils actuels d'évaluation des projets de transport. Cette notice présente comment utiliser le tableur de calcul socio-économique des petits projets routiers.

**Le tableur a vocation à être modifié selon les modifications des documents de références du MEDDE sur l'évaluation socio-économique des projets de transport. La présente notice et le tableur correspondant appliquent les recommandations des fiches du 1<sup>er</sup> octobre 2014.**

## 1.2 - Objectifs du calcul du bilan socio-économique

Le bilan socio-économique d'un projet a pour objectif de fournir une évaluation monétarisée des impacts quantifiables d'un projet. L'évaluation socio-économique repose sur deux grands principes :

- la comparaison des impacts quantifiables d'une situation de projet à ceux d'une situation de référence, appelée aussi bilan coûts-avantages ;
- la prise en compte de la préférence pour le présent par rapport au futur : c'est l'actualisation.

L'évaluation socio-économique comporte aussi des calculs d'indicateurs qui aident le décideur à choisir entre plusieurs projets. En effet, l'étude prévisionnelle de trafic permettra de projeter aux divers horizons de l'option de référence et des scénarios d'aménagement, les principaux indicateurs de qualité ou de niveau de service que sont :

- les volumes et la structure des trafics à attendre ;
- la sécurité ;
- les temps de parcours ;
- l'environnement (bruit, pollution, CO<sub>2</sub>, effets amont-aval) ;
- les niveaux de saturation prévisibles.

## 1.3 - Evaluation des petits projets

Les petits projets sont de natures diverses : déviations, aménagements sur place, aménagements de sécurité, protections phoniques.

Les projets de déviation ou d'aménagement sur place en réseau à fort trafic (comme les rocades urbaines) qui nécessitent une modélisation des trafics doivent être traités par les outils usuels de modélisation et de calcul socio-économique du Réseau Scientifique et Technique<sup>1</sup>. Les projets de mesures de gestion de trafic et d'aménagement de carrefours ou échangeurs doivent être traités par des outils de modélisation dynamique de trafic, et les tableurs de calcul socio-économique associés.

En revanche, des méthodes simplifiées à l'aide de tableurs peuvent être mises en place pour les projets ne nécessitant pas d'affectation de trafic ni de simulation dynamique. Il s'agit des petites déviations et des aménagements sur place pour lesquels aucun modèle de trafic n'est utilisé. En pratique dans le calcul, il peut y avoir induction de trafic et pour les déviations, on considère que les reports de trafics proviennent d'un seul axe. Le tableur permet de calculer le bénéfice par euro investi (B/I) des projets d'aménagement sur place ou de petite déviation non concédés pour lesquels on ne dispose pas d'un modèle de trafic. Il s'agit donc de petits projets pour lesquels on suppose un faible report de trafic d'autres axes et peu de trafic induit. L'outil n'est pas adapté à tous les autres cas pour lesquels une solution à l'aide d'un modèle de trafic devra être utilisée.

Cette note détaille le fonctionnement d'un tableur créé par le Sétra pour conduire ces calculs simplifiés. Elle décrit le principe du calcul et les hypothèses retenues, puis le mode d'emploi des tableurs.

**Les valeurs du tableur sont données en €<sub>2010</sub>. Les valeurs tutélaires et leurs taux de croissance sont par défaut ceux du rapport Quinet « L'évaluation économique des investissements publics » de septembre 2013.**

**AVANT TOUTE MANIPULATION IL EST RECOMMANDÉ DE GARDER DANS UN REPERTOIRE SPÉCIFIQUE LES TABLEURS ORIGINAUX ET D'EN FAIRE DES COPIES A CHAQUE UTILISATION**

Les cellules modifiables sont les cellules jaunes.

## 2 - Principes du calcul

Le tableur permet de calculer le bénéfice par euro investi (B/I) des projets d'aménagement sur place ou de petite déviation **non concédés** pour lesquels on ne dispose pas d'un modèle de trafic. Il s'agit donc de petits projets pour lesquels il peut y avoir induction de trafic et pour les déviations. On considère que les reports de trafics proviennent d'un seul axe. L'outil n'est pas adapté à tous les autres cas pour lesquels une solution à l'aide d'un modèle de trafic devra être utilisée.

<sup>1</sup> La lettre du 13 novembre 2006 adressée par le directeur général adjoint des routes aux directeurs des centres d'études techniques de l'équipement précise que l'outil ARIANE ne peut plus faire partie de ses outils de référence et doit être remplacé par l'outil TransCAD.

Les données minimum nécessaires en entrée du tableur sont<sup>2</sup> :

- la date de mise en service (MES) ;
- le coût du projet HT en euros 2010 ;
- la longueur du projet en km ;
- le trafic sur le projet en Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA) de l'année de MES et la part PL ;
- le type de zone que le projet traversé en termes de densité de population ;
- le type de profil en travers de la route avant aménagement (option de référence) et après aménagement (option de projet) suivant la liste ci-dessous :

	<b>TYPE VDF<sup>3</sup></b>	<b>ROUTE</b>
<b>Types interurbains</b>	<b>1</b>	5m
	<b>2</b>	6m
	<b>3</b>	7m
	<b>4</b>	3 voies/9m
	<b>5</b>	3 voies/10.5m
	<b>6</b>	4 voies/14m
	<b>7</b>	2x2 voies (carrefour plan)
	<b>8</b>	2x2 voies (autoroute concédée)
	<b>9</b>	2x3 voies (autoroute concédée)
	<b>90</b>	2x4 voies (autoroute concédée)
	<b>10</b>	2x2 voies (route express)
	<b>11</b>	7m (route express)
	<b>12</b>	2x2 voies (carrefour giratoire)
	<b>13</b>	2x2 voies (autoroute non concédée)
	<b>14</b>	2x3 voies (autoroute non concédée)
	<b>140</b>	2x4 voies (autoroute non concédée)
	<b>15</b>	2x2 voies (voie rapide urbaine)
	<b>16</b>	2x3 voies (voie rapide urbaine)
	<b>160</b>	2x4 voies (voie rapide urbaine)
<b>Types urbains</b>	<b>20</b>	Urbain petite agglo
	<b>21</b>	2 voies normales
	<b>22</b>	2 voies rapides
	<b>23</b>	3 voies normales
	<b>24</b>	3 voies rapides
	<b>25</b>	4 voies normales
	<b>26</b>	4 voies rapides
	<b>27</b>	2 voies larges
	<b>28</b>	6 voies normales
	<b>29</b>	6 voies rapides
	<b>30</b>	Connecteur

Tableau 1 : Types de route et profils en travers.

<sup>2</sup> Feuille "Paramètres"

<sup>3</sup> VDF : Volume Delay Function. La table VDF (feuille « VDF 201410 » du tableur) donne un certain nombre de caractéristiques relatifs à différents types de profil en travers (cf. annexe 2).

## 2.1 - Paramétrage du projet : définition des coupures et routes

La notion d'arc correspond à une section homogène en trafic, en type de zone et en type de profil en travers. Lorsqu'un projet comporte plusieurs arcs, il est possible d'intégrer les caractéristiques de chacun d'entre eux dans le tableur petit projet.

On peut remplir un nombre illimité d'arcs dans la feuille paramètres. Il faut rentrer le nombre d'arcs du projet dans la feuille « paramètres ».

Pour chaque projet et chaque coupure, trois types de route peuvent être calibrés. La première route (référence : route A) correspond à la situation de référence, les deuxième et troisième (projet : route A) et (projet : route B) correspondent à la situation de projet. La deuxième route (projet : route A) correspond à un aménagement sur place de la route de référence. La troisième route (projet : route B) correspond à une déviation de la route en référence.

Dans l'exemple ci-dessous, le projet comporte 5 arcs, homogènes en trafic, en type de zone et en type de voie. En situation de projet, la route A est ouverte et éventuellement modifiée sur certains arcs : soit le trafic varie, soit les caractéristiques de la route sont modifiées. La route B est également ouverte sur les arcs 2, 3 et 4 : il s'agit donc d'une déviation de la route A sur les arcs 2, 3 et 4. Sur les arcs 1 et 5, seule la route A est ouverte en projet car le trafic ou les caractéristiques de la route A ont été modifiées sur ces arcs.

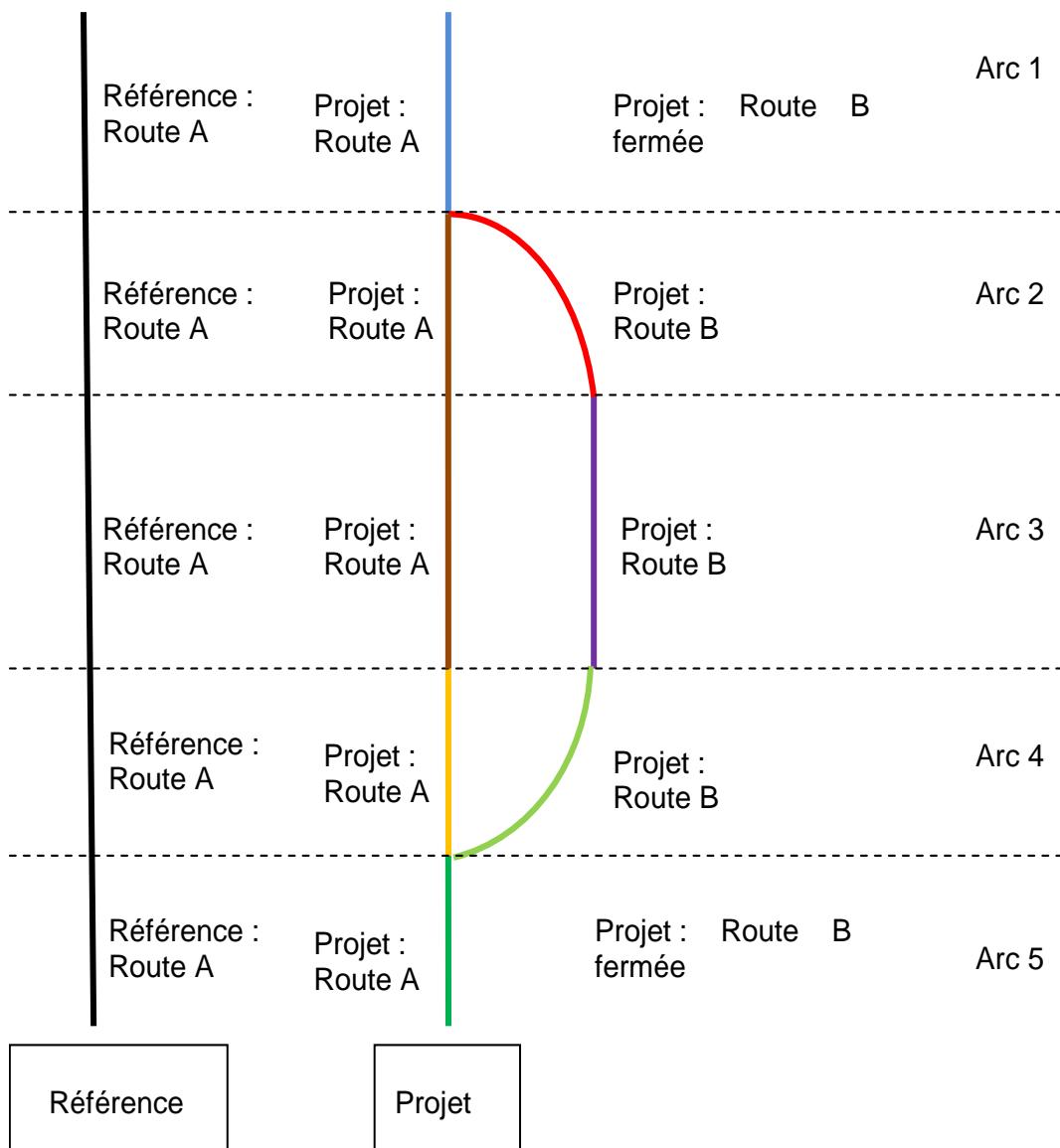


Figure 1 : Exemple de décomposition d'un projet en arcs

### 2.1.1 - Pour un aménagement sur place

Dans le cas d'un aménagement sur place, la route B doit être fermée. La route A doit être ouverte en référence et en projet.

### 2.1.2 - Utilisation pour une déviation

Le tableur calcule les gains pour les usagers qui empruntent la déviation ainsi que pour ceux qui sont restés sur la route déviée (itinéraire initial).

L'itinéraire initial (route déviée) et le projet (déviation) peuvent être découplés en plusieurs tronçons homogènes en type de profil en travers et en trafic. **Par construction du tableur, il faut veiller à ce qu'il y ait le même nombre de tronçons renseignés sur la déviation et sur l'itinéraire initial.**

### 2.1.3 - Trafic induit

Le trafic induit est défini comme la variation de trafic sur la liaison. Il s'agit ci-dessus des différences de trafic entre [route A + route B en projet] et [route A en référence] dans le cas de la déviation, et de la différence de trafic sur la route A pour le cas d'un aménagement sur place.

## 3 - Hypothèses du tableur

Cette partie présente les principales hypothèses de calcul du tableur. Pour plus de détail sur les formules de calcul, les valeurs unitaires et taux de croissance utilisés, voir l'Annexe 1.

Les valeurs sont entrées par défaut en euros 2010. Les valeurs tutélaires entrées par défaut et leurs taux de croissance sont ceux du rapport Quinet [3]. Les valeurs tutélaires du rapport Boiteux (en euros 2010) sont également prérentrées (*cf.* partie 5). Le choix Quinet ou Boiteux s'effectue dans la première case en haut à gauche de la feuille « paramètres ». Les modifications des valeurs tutélaires s'effectuent dans « valeurs Quinet Boiteux modif ».

### 3.1 - Cadrage macro-économique

Les taux de croissance du Produit Intérieur Brut (PIB) et de la population suivants qui sont retenus par défaut dans le tableur sont les suivants :

TCAM	2005-2025	2025-2050	Au-delà de 2050
PIB	1,9%	1,50%	0,00%
Population	0,42%	0,29%	0,00%

Tableau 2 : Hypothèses de cadrage économique

Les hypothèses de PIB ci-dessus correspondent au scénario moyen des projections 2025<sup>4</sup>. Les hypothèses de population correspondent à des projections de l'INSEE<sup>5</sup>. Il s'agit de taux de croissance géométriques

Ces hypothèses sont modifiables dans la feuille « paramètres ».

### 3.2 - Trafics

Les trafics entrés par arc sont les trafics de l'année de MES.

Deux options de calcul sont disponibles pour la croissance des trafics : on considère soit qu'ils croissent géométriquement depuis l'année de mise en service (MES), soit on les rentre à la main dans l'onglet « trafics ». L'option choisie est à rentrer dans l'onglet « paramètres », case B8.

NB : si l'utilisateur entre les trafics à la main, le calcul de la date optimale ne peut pas être fait par la macro de calcul de la date optimale de mise en service car il faudrait que l'utilisateur entre les trafics à la main pour chaque année de mise en service.

#### Option « croissance géométrique » :

Par défaut, les taux de croissance suivants sont entrés, en croissance géométrique :

Hypothèse moyenne	VL	PL
2010 – 2025	1,3 %	1,2%
2025 – 2050	0,65%	0,60%
Au-delà de 2050	0	0

Tableau 3 : Hypothèses de croissance du trafic

<sup>4</sup> DAEI-SESP, *La demande de transport en 2025 - Projections des tendances et des inflexions* - note de mise à jour mai 2007.

<sup>5</sup> INSEE, *Projections de population 2007-2060 pour la France métropolitaine*, Insee Résultats n° 117 Société, décembre 2010.

Les taux ci-dessus correspondent au scénario de PIB moyen entré par défaut. Si le scénario de PIB est modifié, il convient de modifier les taux de croissance de la demande.

#### Trafic induit :

Comme indiqué précédemment, le trafic induit est défini comme la différence par tronçon entre le trafic tous véhicules en projet (arc dévié + déviation) et le trafic tous véhicules en référence. Le surplus des usagers induits correspond à la moitié du surplus des usagers qui ne modifient pas leur itinéraire.

### 3.3 - Gains de temps

#### 3.3.1 - Vitesses

Deux options de calcul sont possibles pour les vitesses :

- soit les vitesses ne sont pas entrées par arc (option par défaut). Dans ce cas, les temps de parcours en situation de référence et de projets du tableur tiennent compte de la charge de l'infrastructure. Ils sont calculés à partir des courbes débit/vitesse correspondant à chaque type de route. Les courbes retenues sont celles utilisées pour toutes les études de trafic effectuées actuellement avec les modules SETRA du logiciel TransCAD [2] ;
- soit la vitesse de l'arc est rentrée manuellement, en référence et/ou en projet, dans la feuille « paramètres », auquel cas c'est cette vitesse qui est utilisée pour les calculs de temps de parcours, consommation de carburant et émissions de CO<sub>2</sub>. Si la vitesse est entrée à la main, il faut bien faire attention à l'adéquation entre trafic et vitesse. De plus, la vitesse ne sera pas modifiée au cours du temps. Cependant, cette option peut être utile dans les cas de congestion où les courbes débit-vitesse sont hors de leur domaine de validité.

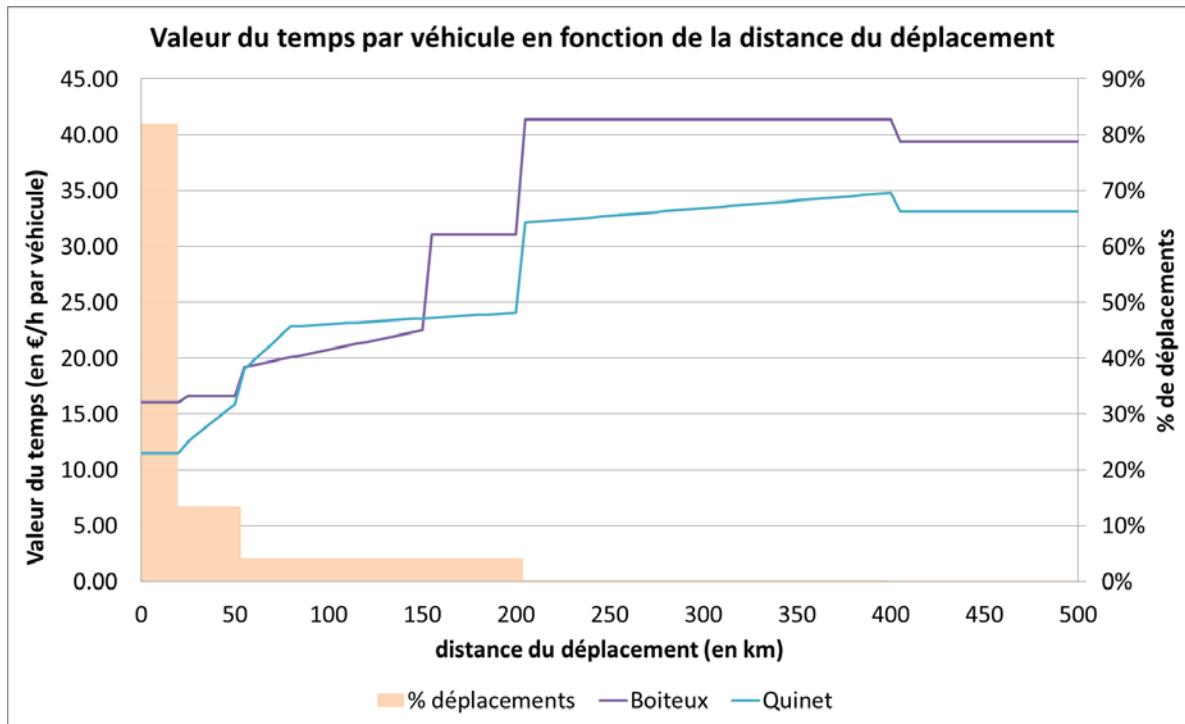
Attention, pour évaluer les projets présentant de la congestion forte il est préférable d'utiliser une modélisation dynamique.

#### 3.3.2 - Valeurs du temps

Par défaut, la valeur du temps VL est de 16 € par véhicule et par heure et correspond à des déplacements d'une longueur de 50 km en moyenne.

Si besoin, cette donnée est paramétrable dans la feuille "valeurs Quinet Boiteux modif" sachant que l'on ne peut définir qu'une valeur du temps sur le projet (on fait l'hypothèse que toutes les origines destinations passant par le projet sont dans la même fourchette de longueur, si l'hypothèse ne semble pas valable, on ne pourra pas utiliser le tableur pour calculer les indicateurs de rentabilité).

Le graphique ci-dessous représente la valeur du temps en fonction de la distance de déplacement :



La valeur du temps des PL paramétrée par défaut dans le tableur (et modifiable dans la feuille « valeurs Quinet Boiteux modif ») correspond aux hypothèses suivantes :

- 37 € par heure pour la valeur du temps des transporteurs ;
- 0,60 € par tonne et par heure pour la valeur du temps chargeur, correspondant à des marchandises à forte valeur ajoutée (cf. rapport Quinet, 2013) ;
- 11,4 tonnes transportées par PL (valeur moyenne en France : enquête Transport Routier de Marchandises (TRM) de 2008).

### 3.4 - Malus d'inconfort

Il s'agit d'une pénalité donnée aux routes les moins confortables pour la conduite. Il est calculé chaque année et valorisé conformément aux instructions en vigueur. Il dépend du type VDF de la route étudiée. Les malus d'inconfort sont modifiables dans la feuille « VDF 201410<sup>6</sup> », colonne BR (intitulée MAL\_VL).

### 3.5 - Carburant

Pour chaque type de route, la consommation moyenne est estimée pour chaque année à partir des courbes de consommation recommandées dans COPERT3<sup>7</sup> et des vitesses en charge. Pour les PL, la courbe de consommation paramétrée par défaut correspond à une route à pente nulle.

<sup>6</sup> Pour une description détaillée de la table VDF et des colonnes qui la composent, voir la note descriptive de la table VDF en annexe.

<sup>7</sup> Computer Program to Calculate Emissions from Road Transport, modèle d'estimation des émissions atmosphériques routières créé par l'Agence Européenne de l'Environnement en 1997.

Les gains de carburant sont calculés à partir de ces données de consommation et valorisés à partir des coûts de carburant HT paramétrables dans la feuille « paramètres ».

### 3.6 - Effet de serre<sup>8</sup>

La valorisation des impacts sur l'effet de serre s'effectue à partir de la consommation de carburant calculée comme expliqué ci-dessus et suivant la valeur de la tonne de carbone du rapport Quinet.

La valeur de la tonne de carbone est modifiable dans la feuille « valeurs Quinet Boiteux modif ».

### 3.7 - Pollution de l'air

Les coûts de pollution de l'air sont calculés suivant la densité de population de la zone dans laquelle se situe l'arc étudié. Cette densité est paramétrable, par arc en référence et en projet dans la feuille « paramètres », dans les lignes « type de densité » de chaque arc.

Les valeurs tutélaires de la pollution de l'air sont modifiables dans la feuille « valeurs Quinet Boiteux modif ».

### 3.8 - Bruit

Les coûts du bruit sont calculés suivant la densité de trafic et selon de population la zone dans laquelle se situe l'arc étudié. La densité de population est paramétrable, par arc en référence et en projet dans la feuille « paramètres », dans les lignes « type de densité » de chaque arc. La densité de trafic est calculée dans la feuille VL et si le trafic est supérieur à 80 % de la capacité, les valeurs relatives au trafic dense sont utilisées.

Le coût utilisé est soit un coût marginal soit un coût moyen. Ce choix est paramétrable en projet, pour la route 1. Par définition, la route B est une nouvelle route donc le coût moyen doit être utilisé. Pour la route A, si la variation de trafic est forte (supérieure à 30%), le coût **moyen** doit être utilisé, sinon il faut choisir le coût **marginal**.

- La valeur *autoroutes* est affectée aux types VDF de 8 à 16.
- La valeur *nationales ou départementales* est affectée aux types VDF de 1 à 7.
- La valeur *communales* est affectée aux types VDF urbains (à partir du type 20)

Les valeurs tutélaires du bruit sont modifiables dans la feuille « valeurs Quinet Boiteux modif ».

### 3.9 - Effets amont et aval<sup>9</sup>

Les valeurs tutélaires des effets amont et aval sont modifiables dans la feuille « valeurs Quinet Boiteux modif ». Elles n'existent que dans les valeurs « Quinet » et pas pour les valeurs « Boiteux ».

---

<sup>8</sup> Les valeurs tutélaires et leurs taux de croissance sont par défaut ceux du rapport Quinet « L'évaluation économique des investissements publics » de septembre 2013. Ils sont modifiables dans la feuille « valeurs Quinet Boiteux modif ».

<sup>9</sup> Les valeurs tutélaires et leurs taux de croissance sont par défaut ceux du rapport Quinet « L'évaluation économique des investissements publics » de septembre 2013. Ils sont modifiables dans la feuille « valeurs Quinet Boiteux modif ».

### 3.10 - Gains de sécurité

Les gains de sécurité sont calculés à partir de statistiques de risques par type de route. Les risques retenus varient en fonction du type de voie. Les taux d'insécurité par type de voir peuvent être modifiés dans la feuille « VDF 201410 », colonnes AQ à AT (intitulées NB\_ACC, TUE\_100A, BG\_100A et BL\_100A).

Les valeurs tutélaires des coûts d'insécurité sont modifiables dans la feuille « valeurs Quinet Boiteux modif ».

### 3.11 - Coût d'entretien et d'exploitation, de grosses réparations

Ils sont estimés à partir de coûts fournis pour chaque type de route et modifiables dans la feuille « VDF201410 », colonnes AU à BI.

Dans la feuille « paramètres », il est possible de modifier la durée de renouvellement dans les paramètres du projet. Dans ce cas, les grosses réparations ne sont pas annualisées mais sont prises en compte uniquement aux années de renouvellement, calculées en fonction de la durée de renouvellement.

### 3.12 - Actualisation

Le taux d'actualisation par défaut est de 4,5%, il correspond à la méthode transitoire du rapport Quinet. Il est constant et paramétrable dans la feuille « paramètres », case B12.

### 3.13 - Durée d'évaluation

La durée d'évaluation est paramétrable dans la feuille « paramètres », case B11. Les taux de croissance des avantages sont par défaut nuls à partir de 2070 sauf celui du CO<sub>2</sub>.

### 3.14 - Calcul des indicateurs de rentabilité

Les calculs sont effectués en euros 2010. Les indicateurs calculés sont la VAN (Valeur Actualisée Nette), le TRI (Taux de rentabilité Interne), le taux de rentabilité immédiat, le ratio B/I et, si l'option est choisie, la date optimale de mise en service.

### 3.15 - Utilisation du COFP (coût d'opportunité des fonds publics) et du prix fictif de rareté des fonds publics

Les dépenses publiques nettes sont calculées en prenant en compte : les coûts de construction, d'entretien, d'exploitation et de grosses réparations, la Taxe sur la Valeur Ajoutée (TVA) et la Taxe Intérieure sur la consommation des Produits Energétiques (TICPE). Le COFP leur est ensuite appliqué. Les indicateurs calculés avec prise en compte du COFP sont la VAN et le TRI.

Si l'on souhaite hiérarchiser les projets, on ajoute au COFP le prix fictif de rareté des fonds publics (PFRFP) qui est un facteur de 0.07 supplémentaire (soit COFP+PFRFP=0.27).

**NB : le calcul des taxes dans le cas où une autoroute concédée est comprise dans le projet est faux dans le tableur ! En effet, le tableur ne comprend pas le calcul des taxes des autoroutes concédées (redevance domaniale, taxes d'équilibre du territoire, etc.) et ne prend pas en compte la récupération de la TVA par les sociétés concessionnaires. On rappelle que ce tableur ne doit, dans tous les cas, pas être utilisé pour une opération concédée.**

## 4 - Fonctionnement du tableur

A l'ouverture, il est demandé d'accepter les macros. Ces macros effectuent le calcul et remplissent les différentes feuilles du classeur. Deux boutons de lancement des macros sont disponibles dans la feuille « paramètres » :

- Lancer le calcul socio-économique ;
- Lancer le calcul de l'année optimale de mise en service.

### 4.1 - Feuille « Paramètres »

Elle est constituée en jaune de toutes les données paramétrables par l'utilisateur.

L'échéancier des travaux n'est pas paramétrable, on considère que le coût de construction s'étale de façon uniforme sur la durée des travaux.

The screenshot shows the 'Paramètres' sheet with several sections highlighted:

- Paramètres généraux**: A red box highlights the top section with parameters like 'coût de construction HT en euros 2010' (100 000 000 €) and two buttons: 'Lancer le calcul socio-économique' and 'Lancer le calcul de la date optimale de mise en service'.
- Coût d'usage du véhicule**: A red box highlights the cost of vehicle use section, which includes costs like 'coût entretien du véhicule €/km' (0.074), 'coût dépréciation du véhicule €/km' (0.011), and 'TVA sur le coût du carburant' (0.224).
- Scénario de référence**: A red box highlights the scenario section, which lists traffic types (TCAM 1, TCAM 2, TCAM 3) and years (base 2010, 2010, 2010).
- Données par arc**: A red box highlights the 'arc 1' and 'arc 2' sections, which contain route information (route A/B), traffic volume (30000), and noise levels (15%).
- Rappel des types VDF**: A red box highlights the 'TYPE VDF' section, which lists various road types and their characteristics.

Figure 2 : Présentation de la feuille "paramètres"

### 4.2 - Feuille « valeurs Quinet Boiteux modif »

La feuille « valeurs Quinet Boiteux modif » permet de modifier les valeurs tutélaires. Elle est composée de deux colonnes correspondant aux valeurs tutélaires Boiteux et Quinet respectivement. Par défaut les valeurs sont entrées en euros 2010. Si les valeurs Boiteux sont utilisées, le coût du bruit n'est pas calculé, il est calculé uniquement pour les valeurs Quinet.

### 4.3 - Feuille « synthèse »

La feuille synthèse s'ouvre quand le calcul est terminé, elle présente les avantages décomposés par type, la VAN, le ratio B/I et le TRI.

Sur la durée de vie du projet	Sans COFP	Avec COFP	TR immédiat	21%
VAN	398 782 000 €	355 074 000 €		
coûts	- 72 486 000 €		Valeurs : Quinet	
avantages	471 268 000 €			
TRI	23.6%	18.5%		
B/I	5.60			

	Somme actualisée des avantages	Avantages actualisés de l'année 2020	Avantages actualisés de l'année 2045	Avantages actualisés de l'année 2070
coût d'usage	- 12 401 000 €	- 448 000 €	- 186 000 €	- 73 000 €
carburant	8 873 000 €	320 000 €	133 000 €	52 000 €
temps	321 046 000 €	10 059 000 €	4 875 000 €	2 262 000 €
confort	56 162 000 €	1 678 000 €	857 000 €	415 000 €
pollution de l'air	19 725 000 €	542 000 €	302 000 €	159 000 €
sécurité	39 964 000 €	1 105 000 €	610 000 €	322 000 €
bruit	63 081 000 €	1 752 000 €	963 000 €	506 000 €
CO2	- 17 176 000 €	- 91 000 €	- 130 000 €	- 152 000 €
effet amont-aval	- 8 007 000 €	- 221 000 €	- 122 000 €	- 65 000 €
entretien et exploitation	- 1 220 000 €	- 53 000 €	- 18 000 €	- 6 000 €
grosses réparations	- 902 000 €	- 39 000 €	- 13 000 €	- 4 000 €
coûts de construction	- 70 364 000 €			
<b>Somme</b>	<b>398 781 000 €</b>	<b>14 604 000 €</b>	<b>7 271 000 €</b>	<b>3 416 000 €</b>

Figure 3: tableau de synthèse

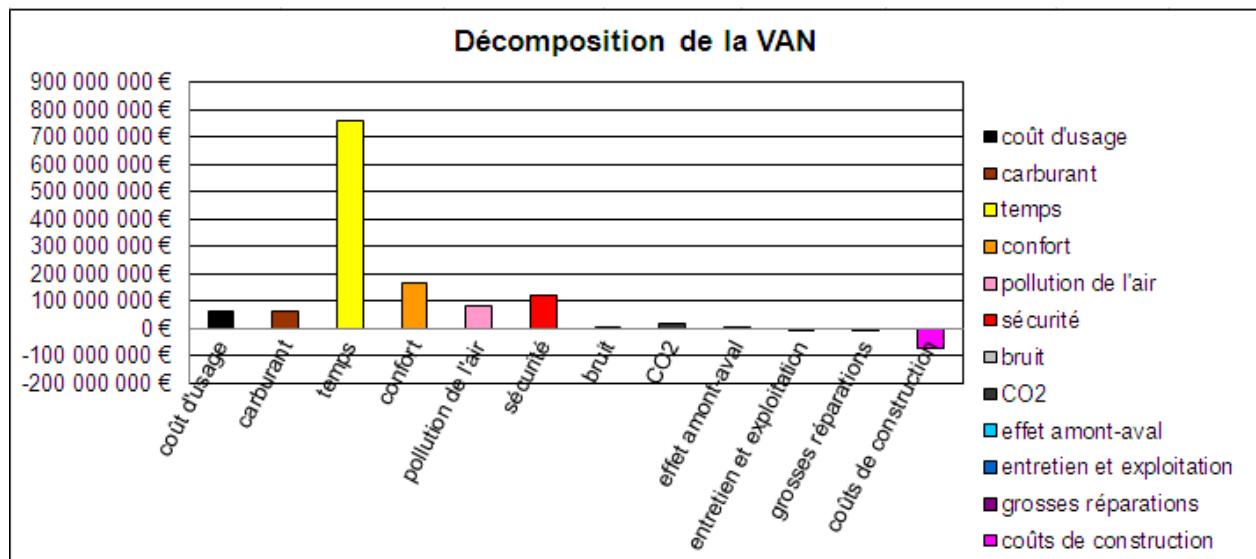


Figure 4 : schéma de synthèse

## 5 - Démarche à suivre

- *Démarche générale du calcul*

- 1) Faire une copie du tableur et le renommer au nom du projet.
- 2) Ouvrir le tableur et accepter l'activation des macros si demandée.
- 3) Découper le projet et la route initiale en arcs : section homogène en trafic et en type de profil en travers.
- 4) Renseigner la feuille "paramètres" (cases en jaune dans la figure 3), en particulier :
  - Le type de valeurs tutélaires (Quinet ou Boiteux) ;

– Les paramètres spécifiques au projet :

  - le nom du projet ;
  - la date de mise en service ;
  - la durée des travaux ;
  - le coût du projet HT en euros 2010 ;
  - le nombre de tronçons ;
  - la durée de renouvellement si on n'annualise pas le calcul des grosses réparations.

– Les paramètres de calcul :

  - La durée d'évaluation : 120 ans par défaut. La durée d'évaluation comprend la valeur résiduelle donc doit permettre un calcul à horizon **2140** ;
  - Le taux d'actualisation : 4,5% par défaut ;
  - L'année d'actualisation : 2010 par défaut ;
  - Le nombre d'années prises en compte pour le calcul de l'année optimale de mise en service : 30 ans par défaut ;
  - Le coût d'opportunité des fonds publics (COFP) : 0,2 par défaut. Si l'on veut hiérarchiser les projets, on ajoute le prix fictif de rareté des fonds publics (PFRFP) qui est un facteur de 0.7 supplémentaire (soit COFP+PFRFP=0.27).

1 Valeurs tutélaires	Quinet	Valeurs tutélaires du rapport Quinet ou du rapport Boiteux
2	paramètres du projet	
3 coût de construction HT en euros	100 000 000 €	
4		
5 année de MES	2020	
6 durée travaux	3	
7 nombre arcs	1	
8 type de calcul du trafic	géométrique	Taux de croissance géométriques ou trafics rentrés à la main
durée de renouvellement	1	
9 (optionnel, 1 par défaut)		
10 paramètres de calcul		Période des grosses réparations
11 durée évaluation	50	
12 taux d'actualisation	0.045	
13 année d'actualisation	2010	
14 nombre d'années pour calcul de l'a	30	
COFP (ne pas utiliser pour les routes concédée)	0.2	= 0 pour les autoroutes concédées car le calcul des taxes n'est effectué que pour les routes non concédées
15		

Figure 5 : paramètres du projet et paramètres de calcul

- Les composantes du coût d'usage des véhicules :

euros 2010, hors taxes	VL	PL	
coût entretien du véhicule €/km	0.074	0.153	
coût dépréciation du véhicule €/km	0.011	0.000	
coût carburant HT €/l	0.655	0.639	
TVA sur le coût du carburant	0.224		
TICPE	0.482	0.428	

Consommations de carburant calculées à partir des courbes Copert 3

Figure 6 : coûts d'usage des véhicules

- Le scénario macro-économique :

	TCAM 1	TCAM 2	TCAM 3	année de base	1er chgt de TCAM	2eme chgt de TCAM
population	0.42%	0.29%	0%	2010	2030	2070
PIB	1.50%	1.50%	0.00%	2010	2030	2070
PIB par tête	1.08%	1.21%	0.00%	2010	2030	2070
	TCAM 1	TCAM 2	TCAM 3	année de base	1er chgt de TCAM	2eme chgt de TCAM
Trafic VL	1.33%	0.67%	0.00%	2010	2030	2070
Trafic PL	1.23%	0.62%	0.00%	2010	2030	2070

Figure 7 : scénario de référence

## – Les données par arc :

- la longueur des routes A et B en km ;
- le statut ouvert ou fermé des routes A et B en référence et en projet ;
- le trafic sur chaque route en TMJA tous véhicules et la part PL ;
- le type de profil en travers de la route avant et après aménagement (type VDF) ;
- le type de zone (en termes de densité de population) ;
- le type de calcul du bruit : marginal si la variation de trafic sur le tronçon concerné est supérieure à 30%, moyen sinon.

Statut : arc ouvert ou fermé en référence et projet : permet de créer une déviation

Données par arc		référence : route A	projet : route A	projet : route B
arc 1				
longueur		8	8	10
statut	ouvert	ouvert	ouvert	ouvert
Trafic (veh/j) année MES (VL+PL)	20000	10000	15000	
part PL	15%	15%	15%	15%
type de voie	2 voies normales	2 voies normales	2x2 voies (autoroute non concedee)	
type VDF	21	21	13	
type de zone	urbain dense	urbain dense	urbain diffus	
Vitesse	40	80	80	
type de coût du bruit	moyen	moyen	moyen	

Densité de la zone pour le calcul des externalités

Vitesse à entrer à la main si l'on ne veut pas que les courbes débit vitesse soient utilisées

Type de coût utilisé pour le bruit : marginal si variation de trafic < 30%, moyen si nouvel arc ou variation de trafic > 30%

Figure 8 : données à entrer par arc

## 5) Vérifier que la valeur du temps VL convient, le cas échéant, la modifier :

- vérifier que la longueur des parcours empruntant le projet est comprise entre 20 et 80 km, sinon modifier la valeur du temps par défaut dans la feuille "valeurs Quinet Boiteux modif" ;

6) Cliquer sur le bouton **Lancer le calcul socio-économique (\*)**

## 7) Vérifier la pertinence des chiffres (avantages, B/I, TRI) : si le TRI semble trop élevé, alors le cas étudié n'entre peut-être pas dans le domaine d'application du tableur (présence de trafic induit ou de reports qui ne peuvent être négligés).

8) Enregistrer et **archiver** le tableur.• *Calcul de la date optimale de mise en service*

(\*) Si l'on souhaite calculer la date de mise en service, il faut cliquer sur le bouton **Lancer le calcul de la date optimale de mise en service** à l'étape 6. Dans ce cas, le calcul est effectué pour les années de mise en service au-delà de la date de mise en service indiquée dans la feuille « paramètres ». Ce nombre d'années de calculs avec différentes dates de mise en service est paramétré dans la feuille « paramètres », case B14 (nombre d'années pour le calcul de la date optimale de mise en service).

Dans ce cas, l'onglet VAN\_annee\_opt s'affiche et présente la chronique des VAN en fonction des années de mise en service. L'année optimale de mise en service est l'année de mise en service pour laquelle la VAN est maximale.

Pour avoir la décomposition de la VAN à l'année optimale de mise en service, il faut relancer le calcul socio-économique en entrant la date optimale de mise en service dans la case B5 (année de MES) de la feuille « paramètres ».

- *Calcul de la Valeur résiduelle*

Par défaut, la valeur résiduelle est comprise dans le calcul de la VAN à travers la durée d'évaluation : par exemple, si la date de mise en service est en 2020 et que l'on entre une durée d'évaluation de 50 +70= 120 ans, le calcul de la VAN serait effectué jusqu'en 2140 et comprendra donc la valeur résiduelle.

Pour calculer explicitement la valeur résiduelle (comme actualisée des coûts et avantages de 2070 à 2140), il convient de se placer dans la feuille « paramètres », d'entrer une date de mise en service qui correspond à la dernière année de calcul hors valeur résiduelle (2070), d'entrer 0 dans le coût d'investissement, et de modifier les trafics entrés par arc afin qu'ils correspondent aux trafics à l'année de début de calcul de la valeur résiduelle.

Une fois le calcul effectué, les résultats correspondront alors à la valeur résiduelle et à sa décomposition par type d'avantages.

## 6 - Limites d'utilisation du tableur et suites envisagées

Comme précisé en introduction, seuls les projets ne nécessitant pas d'affectation de trafic ni de simulation dynamique, comme les petits aménagements sur place pour lesquels il n'y a pas de modélisation des trafics, ou les déviations simples, dont les trafics sont connus et proviennent d'un seul axe peuvent être évalués avec ce type de tableur simplifié.

**Un petit modèle de trafic est donc souvent préférable à l'utilisation de ce type de tableur.** A minima, des tests peuvent être faits sur l'affectation de trafic afin de s'assurer que les trafics indiqués dans le tableur sont d'un ordre de grandeur cohérent avec un petit modèle.

Les projets de mesures de gestion de trafic et d'aménagement de carrefours ou échangeurs doivent être traités par des outils de modélisation dynamique de trafic. Le tableur présenté dans cette note prend en compte de façon très imparfaite la congestion : les courbes débit-vitesse ne sont pas valables en situation trop congestionnée, et l'utilisation directe de vitesses présente également des limites, notamment parce que le tableur raisonne en TMJA et le passage de données de trafic et de vitesse en heure de pointe à du trafic moyen journalier annuel et vitesses moyennes est délicat.

Des travaux sont en cours sur la question de la réalisation d'un tableur pour l'évaluation des mesures de gestion de trafic.

Le calcul proposé dans ce tableur prend en compte les avantages « classiques » des projets de transport interurbain. La fiabilité n'est donc pas prise en compte dans ce tableur.

Enfin, les trafics considérés sont uniquement routiers dans la version actuelle du tableur.

## Bibliographie

- [1] Note technique DGITM du 27 juin 2014 relative à l'évaluation des projets de transport, MEDDE, 2014.
- [2] Fonctions temps débit sur les autoroutes interurbaines, Rapport technique, Sétra, juin 2001.
- [3] Commissariat Général à la Stratégie et à la Prospective, L'évaluation socio-économique des investissements publics, Rapport de la mission présidée par Emile Quinet, septembre 2013.
- [4] Instruction du Gouvernement du 16 juin 2014 relative à l'évaluation des projets de transport, MEDDE, 2014.

# Annexe 1 - Formulation décomposée de la VAN : formules détaillées, valeurs tutélaires et valeurs de référence

Cette partie détaille les valeurs tutélaires et les valeurs de référence du calcul socio-économique, en euros 2010, en présentant les principes du calcul des coûts et des avantages.

Le bénéfice actualisé collectif s'écrit à l'année T :

$$VAN_T = - \sum_{t=t_0}^N \frac{\Delta I_t}{\prod_{i=T}^t (1+a_i)} + \sum_{t=t_0}^N \frac{\Delta A_t - \Delta E_t}{\prod_{i=T}^t (1+a_i)} + \frac{VR}{\prod_{i=T}^t (1+a_i)}$$

Avec  $VAN_T$  : bénéfice net actualisé à l'année T ;

$\Delta I_t$  : coût d'investissement à l'année t, en euros 2010, exprimé HT, décomposé ci-dessous ;

$\Delta A_t$  : avantage de l'année t, décomposé ci-dessous ;

$\Delta E_t$  : coûts récurrents d'entretien et d'exploitation de l'année t décomposé ci-dessous ;

$a_t$  : taux d'actualisation de l'année t ;

N : horizon de fin de vie du projet (par convention 2070) ;

VR : valeur résiduelle de l'investissement ;

$t_0$  : année de mise en service ;

n : durée des travaux.

$$\Delta A_t = \Delta U_t + \Delta S_t + \Delta Env_t$$

Avec :

$\Delta U_t$  : variation des avantages des usagers entre l'option de projet et l'option de référence ;

$\Delta S_t$  : variation des avantages en termes de sécurité entre l'option de projet et l'option de référence ;

$\Delta Env_t$  : variation des avantages pour l'environnement entre l'option de projet et l'option de référence ;

Chacun de ces termes, ainsi que les ratios unitaires et les valeurs tutélaires permettant de le calculer sont détaillés ci-dessous.

## 1.1 Coût d'investissement

$$\Delta I_t = (D + R_{projet,t} + R_{référence,t})$$

D : coût de construction HT du projet dépensé à l'année t ;

I : investissements éludés HT de l'année t ;

$R_{projet,t}$  et  $R_{référence,t}$  : dépenses HT de grosses réparations et de renouvellement (ou régénération) des immobilisations, et ICAS pour les routes concédées de l'année t dans l'option de projet et de référence respectivement ;

$t_0$  année de valeur des coûts (2010 dans le tableau ci-dessous).

Le tableau utilise les valeurs ci-dessous qu'il va chercher pour chaque type d'arc dans la table VDF.

NB : les coûts ci-dessous sont bien **par km pour les 2 sens**, contrairement aux coûts de la table VDF qui sont en km par sens.

Réseau routier concédé (€ <sub>2010</sub> /km), coûts HT				Montagne		Vallonné		Plaine	
Grosses réparations et renouvellement des immobilisations				66 700		534 700		45 000	
ICAS <sup>10</sup>				11 600		8 700		8 700	
Réseau routier non concédé (€ <sub>2010</sub> /km), coûts HT									
	Voies rapides urbaines		Autoroutes non concédées et voies assimilées	Grandes Liaisons d'Aménagement du Territoire (GLAT)		4 voies	3 voies	2 voies	2 voies
	2x3 voies	2x2 voies		2x2 voies	2 voies	14 m	9 m ou 10,50 m	7 m	6 m
HT	38 000	25 400	15 000	10 700	5 300	9 300	7 000	4 700	3 600
TVA	7 600	5 080	3 000	2 140	1 060	1 860	1 400	940	720
Total	45 600	30 480	18 000	12 840	6 360	11 160	8 400	5 640	4 320

## 1.2 Coûts d'entretien et d'exploitation

$$\Delta E_t = E_{projet,t} + E_{référence,t}$$

Avec  $E_{projet,t}$  et  $E_{référence,t}$  : dépenses courantes HT d'entretien et d'exploitation de l'année t dans l'option de projet et de référence respectivement.

<sup>10</sup> Investissement complémentaires sur autoroutes en service.

Les coûts d'entretien et d'exploitation sont constants en euros constants. Le tableur utilise les valeurs ci-dessous qu'il va chercher pour chaque type d'arc dans la table VDF.

	Coûts d'entretien et d'exploitation pour les réseaux non concédés (€ <sub>2010</sub> HT par km)								
	Voies rapides urbaines		Autoroutes non concédées et voies assimilées	Grandes Liaisons d'Aménagement du Territoire (GLAT)		4 voies	3 voies	2 voies	2 voies
	2x3 voies	2x2 voies		2x2 voies	2 voies		14m	9m ou 10,50m	7 m
Entretien courant	66 100	44 100	7 100	4 300	3 400	3 600	3 100	2 600	1 800
Viabilité hivernale									
H1, H2	1 300	1 300	1 300	1 300	800	1 300	1 000	800	800
H3	3 500	3 500	3 500	3 500	1 800	3 500	2 600	1 800	1 800
H4	5 200	5 200	5 200	5 200	3 000	5 200	4 000	3 000	3 000

H1, H2, H3, H4 sont les niveaux de service de viabilité hivernale selon les différentes zones climatiques.

	Réseau routier concédé (€ <sub>2010</sub> HT/km).		
	Montagne	Vallonné	Plaine
Entretien courant et exploitation	149 000	134 000	127 000

### 1.3 Surplus des usagers

$$\Delta U_t = Q_{référence,t} (CG_{référence,t} - CG_{projet,t}) + (Q_{projet,t} - Q_{référence,t}) \frac{(CG_{référence,t} - CG_{projet,t})}{2}$$

Avec  $Q_{ref}$  et  $Q_{proj}$  les trafics en option de référence et de projet respectivement ;

$CG_{ref}$  et  $CG_{proj}$  les coûts généralisés en option de référence et de projet respectivement.

Pour le mode routier :  $CG = VdT.Temps + i.L + m + p$

avec :

$VdT$  : valeur du temps du véhicule

Temps : temps de parcours (sur l'arc ou sur l'OD)

$i$  : malus d'inconfort (véhicules légers uniquement)

- m : dépense monétaire de fonctionnement des véhicules (entretien courant, pneumatiques, lubrifiants, dépréciation, frais de carburant)
- p : péages éventuels<sup>11</sup>
- L : longueur de l'itinéraire.

La variation de trafic ( $Q_{projet,t} - Q_{référence,t}$ ) =  $Q_{induit}$  est calculée sur chaque coupure, il s'agit du **trafic induit**. On lui applique la moitié sur surplus des usagers déjà sur la coupure.

### 1.3.1 Gains de temps : valeur du temps de référence

#### Transport de voyageurs

Une valeur du temps de 16€/veh/h est utilisée, correspondant à un trajet de 50km. Les valeurs du temps sont directement entrées en valeurs par véhicule et non par passager.

On fait croître la valeur du temps des VL comme le PIB par tête, avec une élasticité de 0,7 et on considère que le taux d'occupation des véhicules ne varie pas dans le temps.

$$\Delta GainsTemps_{VL,t} = \sum_{arcs} (Temps_{projet,t} - Temps_{référence,t}) \left( Q_{VL}^{référence} + \frac{Q_{VL}^{induit}}{2} \right) \times VdT_{VL,t_0} \times \prod_{i=t_0}^t (1 + 0.7 * taux_{PIBparTETE,i})$$

distance	Valeur du temps par passager	Taux d'occupation des véhicules	Valeur du temps par véhicule
moins de 20 km	7,9	1,22	9,64
entre 20 et 50 km	0,09*d+6,1	1,5	0.135*d+9,15
entre 50 et 80 km	0,09*d+6,1	1,72	0,155*d+10,5
entre 80 et 200 km	0,006*d+12,8	1,72	0.0103*d+22.0
entre 200 et 400 km	0,006*d+12,8	2,29	0.0137*d+29.3
entre 400 et 1000 km	15,2	2,18	33,14
plus de 1000 km	15,2	2,92	44,38

Tableau 4 : Valeur du temps par véhicule tous motifs en interurbain pour le mode routier (en €<sub>2010</sub>/h en 2010)

#### Transport de marchandises

Le rapport Quinet considère que le trafic routier correspond à des marchandises à forte valeur ajoutée.

On fait croître la valeur du temps des chargeurs comme le Produit Intérieur Brut (PIB) avec une élasticité de 2/3 et on considère que la valeur du temps des transporteurs est constante en euros constants.

Par défaut, on prend un chargement de 11.4t. Le chargement des PL est constant dans le temps.

<sup>11</sup> Les péages s'annulent dans le bilan pour la collectivité, il s'agit d'un transfert entre les usagers et les concessionnaires. Cependant, le COFP et le PFRFP sont appliquées à la TVA sur les péages.

$$\Delta GainsTemps_{PL,t} = \sum_{arcs} (Temps^{PL}_{projet,t} - Temps^{PL}_{référence,t}) (Q_{PL}^{référence} - Q_{PL}^{projet}) \times VdT_{PL,t}$$

Avec  $VdT_{PL,t} = VdT_{chargeur,t_0} \times \prod_{i=t_0}^t \left(1 + \frac{2}{3} * taux_{PIB,i}\right) + VdT_{transporteur,t_0}$

VDT PL	(€ <sub>2010</sub> /PL/h)
Transporteur	37.2
Chargeur: marchandises à forte VA + 11.4 t / PL	7

Tableau 5 : Valeurs du temps de référence des PL

### 1.3.2 Confort

On fait croître la valeur du confort des VL comme le PIB par tête, avec une élasticité de 0,7.

$$\Delta GainsConfort_{VL,t} = \sum_{arcs} (Malus_{projet,t_0} - Malus_{référence,t_0}) \left( Q_{VL}^{référence} + \frac{Q_{VL}^{induit}}{2} \right) \times L \times \prod_{i=t_0}^t \left(1 + 0.7 * taux_{PIBparTETE,i}\right)$$

Avec L longueur

Malus d'inconfort (VL uniquement)	(€/veh.km)	Type VDF correspondant <sup>12</sup>
7 m ordinaire	0.069	1 ; 2 ; 3 ; 4 ; 5 ; 6 ; 20 ; 21 ; 23 ; 25 ; 27 ; 28
7 m express	0.041	7 ; 11 ; 12 ; 22 ; 24 ; 26 ; 29
Artère interurbaine	0.029	
2*2 voies express	0.009	10
Autoroute	0	8 ; 9 ; 90 ; 13 ; 14 ; 140 ; 15 ; 16 ; 160

Tableau 6 : Malus d'inconfort en euros 2010 pour l'année 2010 selon le type de route

### 1.3.3 Coût d'usage du véhicule pour le mode routier

Le coût d'usage du véhicule est considéré constant en euros constants. Il peut être décomposé de la façon suivante :

- carburant ;
- entretien courant, pneumatiques, lubrifiants ;
- dépréciation du véhicule (amortissement de l'achat du véhicule).

Le coût d'usage est calculé par arc et non par OD.

<sup>12</sup> La correspondance est faite dans la table VDF, la colonne MAL\_VL contient le malus en €/km.

## Coût du carburant

Le coût du carburant est calculé par arc à partir :

- de consommations en L/km en fonction des vitesses par arc ;
- de coûts en euros par L ;
- des parts diesel et essence du parc roulant VL supposées constantes dans le temps.

coût carburant € <sub>2010</sub>	€TTC/L	TICPE
gazole	1.3	0. 428
essence	1.45	0. 607

Tableau 7 : Coûts du carburant en €<sub>2010</sub>

euros 2010 / L	PL	VL
coût carburant TTC	1.3	1.345
dont TVA	-	0.224
TICPE	0.428	0.482
coût carburant HT	0.65	0.64

Tableau 8 : Coûts du carburant en €<sub>2010</sub>

On considère par défaut que 28% du parc roulant VL roule à l'essence et 72% roule au diesel. Les PL sont tous considérés comme roulant au diesel.

## Consommation de carburant

Les courbes Copert sont utilisées pour avoir la consommation des VL et des PL selon la vitesse. Les consommations de carburant sont calculées à partir des vitesses en charge calculées avec les courbes débit-vitesse. On utilise les courbes suivantes tirées de Copert 3 :

- Pour les VL : consommation de carburant en L/km :

$$\text{Consommation}_{VL} = 0.1381 - 2.34 \times 10^{-3} \times V + 1.6 \times 10^{-5} \times V^2$$

- Pour les PL : consommation de carburant en L/km :

$$\text{Consommation}_{PL} = 0.8248 - 2.084 \times 10^{-2} \times V + 2.57 \times 10^{-4} \times V^2 - 1 \times 10^{-6} \times V^3$$

## Entretien et dépréciation du véhicule

€ <sub>2010</sub> / veh.km pour l'année 2010	PL	VL
Entretien courant, pneumatiques, lubrifiants TTC	0.153	0.089
dont TVA	0.000	0.015
Entretien courant, pneumatiques, lubrifiants HT	0.153	0.074
Dépréciation du véhicule TTC	-	0.013
dont TVA	-	0.002
Dépréciation du véhicule HT	-	0.011

Tableau 9 : Coûts d'usage du véhicule hors carburant en €2010/veh.km pour l'année 2010

## 1.4 Gains de sécurité

$$\Delta GainsSécu_{VL,t} = \sum_{arcs} TauxAccidents_{arc} \frac{(Q^{référence} - Q^{projet}) \times L}{10^8} \times Coûts Accidents_{arc,t}$$

Avec  $Coûts Accidents = (taux_{tués} + taux_{BG} \times 15\% + taux_{BL} \times 2\%) \times VVS \times \prod_{i=t_0}^t (1 + taux_{PIBparTETE,i}) + coûtDM$

Avec  $C_{accidents}$ , les coûts des accidents (ce coût est fonction de la valeur de la vie humaine statistique et du nombre de morts, blessés graves et blessés légers par accident ; lui-même fonction de l'infrastructure considérée) ;

DM coût des dégâts matériels.

TauxAccidents<sub>arc</sub> le nombre d'accidents sur l'arc pour  $10^8$  vkm.

Les valeurs des tués, blessés graves et blessés légers évoluent dans le temps avec le PIB par tête. Les dégâts matériels sont constants en euros constants.

Sécurité	€ <sub>2010</sub> année 2010
Dégâts matériels	4 600
Blessé léger	60 000
Blessé grave	450 000
Tués	3 000 000

Tableau 10 : Valeurs tutélaires de l'insécurité

Le programme de calcul utilise les valeurs nationales ci-dessous pour les taux d'accidentologie qu'il va chercher pour chaque type d'arc dans la table VDF.

ROUTE	Nombre d'accidents pour 10 <sup>8</sup> véh x km	Tués pour 100 accidents	Blessés graves pour 100 accidents	Blessés légers pour 100 accidents
2 voies, 3 voies/9m 3 voies/10.5m, 4 voies/14m	4.77	26.91	89.33	26.95
2x2 voies (carrefour plan)	5.5	13.20	27.10	115.70
2x2 voies (autoroute concédée)	1.6	11.18	68.23	57.80
2x3 voies et 2x4 voies (autoroute concédée)	1.91	9.44	66.53	60.57
route express	1.86	17.36	71.00	51.42
2x2 voies (carrefour giratoire)	5.5	13.20	27.10	115.70
2x2 voies (autoroute non concédée)	1.6	11.18	68.23	57.80
2x3 voies et 2x4 voies (autoroute non concédée)	1.91	9.44	66.53	60.57
2x2 voies (voie rapide urbaine)	8.37	3.26	27.47	105.29
2x3 voies et 2x4 voies (voie rapide urbaine)	7.76	2.91	28.32	104.60

Tableau 11 : Taux d'accidentologie par type de voie calculé à partir des données de l'annexe 2 (données 2008-2010)

## 1.5 Externalités environnementales

$$\Delta GainsEnv_t = \sum_{arcs} [(Q^{référence} - Q^{projet}) \times L \times (C_{amont} + C_{poll} + C_{bruit}) + (CO2_{référence} - CO2_{projet}) \times C_{CO2}]$$

Avec  $T_{ref}$  et  $T_{proj}$  les trafics en option de référence et de projet respectivement ;

$C_{amont}$  le coût des effets amont par veh.km (dans la pratique, on utilise des valeurs différencierées pour les trafics VL et PL) ;

$C_{poll}$  le coût de la pollution de l'air par veh.km (dans la pratique, on utilise des valeurs différencierées pour les trafics VL et PL) ;

$CO2_{proj}$  et  $CO2_{ref}$  les tonnes de  $CO_2$  émises par an par la circulation en option de projet et de référence ;

$C_{CO2}$  le coût d'une tonne de  $CO_2$  ;

$C_{bruit,proj}$  et  $C_{bruit,ref}$  le coût du bruit par veh.km en situation de projet et de référence respectivement.

Les classes de densité utilisées par la suite sont définies par les seuils de densité communale suivants :

	Interurbain	Urbain diffus	Urbain	Urbain dense	Urbain très dense
Fourchette (hab/km <sup>2</sup> )	< 37	37-450	450-1 500	1 500-4 500	> 4 500
Type Urbain	5	4	3	2	1

Tableau 12 : Densité de population des zones traversées par l'infrastructure

### 1.5.1 Pollution atmosphérique

Les valeurs de la pollution atmosphérique évoluent en tenant compte, d'une part, de l'évolution du PIB par tête et d'autre part, de l'évolution du parc circulant et de l'évolution des émissions individuelles (ces dernières sont estimées à - 6 % par an sur la période 2010-2020 pour le mode routier, VL et PL).

$$C_{poll,t} = C_{poll,t_0} \times \prod_{i=t_0}^t (1 + taux_{PIBparTETE,i}) \times \prod_{i=2010}^{2020} (1 - 6\%), \text{ pour } t > 2020$$

$$C_{poll,t} = C_{poll,t_0} \times \prod_{i=t_0}^t (1 + taux_{PIBparTETE,i}) \times \prod_{i=2010}^t (1 - 6\%), \text{ pour } t < 2020$$

	<b>VL</b>	<b>PL</b>
Interurbain	0.9	6.4
Urbain diffus	1.3	9.4
Urbain	1.7	17.7
Urbain dense	4.3	37.0
Urbain très dense	15.8	186.6

Tableau 13 : Valeurs de la pollution atmosphérique

### 1.5.2 CO<sub>2</sub>

Le coût de la tonne de CO<sub>2</sub> est de :

- 32 €<sub>2010</sub> la tonne de CO<sub>2</sub> en 2010. Cette valeur retenue par la Commission du Centre d'analyse stratégique présidée par Alain Quinet et reprise par le rapport du CGSP (2013) est cohérente avec la valeur précédemment préconisée dans le rapport du Commissariat général du Plan (2001), dit rapport « Boiteux 2 » ;
- 100 €<sub>2010</sub> la tonne de CO<sub>2</sub> en 2030. Son niveau reflète la valeur estimée requise à ce stade pour respecter les engagements de la France et de l'Europe ;
- au-delà de 2030, la valeur de la tonne de CO<sub>2</sub> suit le taux d'actualisation sans risque sur la durée de projection de l'évaluation avec une élasticité de 1 par rapport au taux de croissance du PIB.

Les émissions de CO<sub>2</sub> sont déduites de la consommation du véhicule calculée avec les courbes Copert (cf. consommation de carburant), de la part du parc roulant à l'essence et respectivement au diésel, et des facteurs d'émission des sources d'énergie de l'arrêté du 10 avril 2012<sup>13</sup> pour la phase de fonctionnement, à savoir :

- 2.24kg de CO<sub>2</sub>/L d'essence ;
- 2.49 kg de CO<sub>2</sub>/L de gazole.

<sup>13</sup> Annexe I de l'arrêté du 10 avril 2012 pris pour l'application des articles 5, 6 et 8 du décret n° 2011-1336 du 24 octobre 2011 relatif à l'information sur la quantité de dioxyde de carbone émise à l'occasion d'une prestation de transport,

### 1.5.3 Effets amont-aval

Les valeurs de référence des effets amont-aval sont centrées sur les émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre lors de la production d'énergie et de sa distribution (externalités amont).

$\text{€}_{2010}/100 \text{ v}\cdot\text{km}$	Valeurs tutélaires des émissions atmosphériques des procédés amont
VL	0,90
PL	2,96

Les valeurs unitaires des effets amont évoluent comme le PIB par tête.

$$C_{amont,t} = C_{amont,t_0} \times \prod_{i=t_0}^t (1 + taux_{PIBparTETE,i})$$

### 1.5.4 Bruit

Le rapport Quinet de 2013 propose à la fois des valeurs en €/dB/personne exposée et par an, qui peuvent être appliquées si l'on a les données correspondantes en option de référence et de projet ; et des valeurs en €/veh.km qui sont présentées ci-dessous.

Les valeurs unitaires du bruit évoluent comme le PIB par tête.

$$C_{bruit,t} = C_{bruit,t_0} \times \prod_{i=t_0}^t (1 + taux_{PIBparTETE,i})$$

Type de peuplement	Type d'infrastructure	Coût moyen VL	Coût moyen PL	Coût marginal VL	Coût marginal PL
Rural	Autoroute	0.5	1.9	0.03	0.1
	Nationale ou départementale	1.9	13.6	0.12	0.8
	Communale	10.5	115.2	0.63	6.9
Semi-urbain	Autoroute	2.0	7.8	0.12	0.5
	Nationale ou départementale	3.3	23.4	0.20	1.4
	Communale	16.9	168.6	1.01	10.1
Urbain	Autoroute	5.6	22.5	0.34	1.3

Type de peuplement	Type d'infrastructure	Coût moyen VL	Coût moyen PL	Coût marginal VL	Coût marginal PL
	Nationale ou départementale	5.7	39.7	0.34	2.4
	Communale	31.5	314.6	1.89	18.9
Urbain dense	Autoroute	8.3	33.1	0.50	2.0
	Nationale ou départementale	9.1	64.0	0.55	3.8
	Communale	37.9	379.3	2.28	22.8
Urbain très dense	Autoroute	14.0	56.0	0.84	3.4
	Nationale ou départementale	16.8	117.9	1.01	7.1
	Communale	43.0	430.5	2.58	25.8

Tableau 14 : Coûts moyens du bruit routier en €<sub>2010</sub>/1000veh.km

### Trafic dense

Si le trafic est dense (supérieur à 80% de la capacité de la route considérée), alors on utilise les coefficients suivants pour les coûts moyens et les coûts marginaux :

- Pour les autoroutes :
  - pour les coûts PL on applique un coefficient multiplicateur de 1,3.
  - pour les coûts VL on applique un coefficient multiplicateur de 0,7.
- Pour les autres routes non urbaines :
  - pour les coûts VL et PL, on applique un coefficient multiplicateur de 0,9.
- Pour les routes urbaines :
  - pour les coûts PL, on applique un coefficient multiplicateur de 1,1.
  - pour les coûts VL, on applique un coefficient multiplicateur de 0,9.

Type d'infrastructure	Types VDF
Autoroute	11;12;8;9;10;13;14;15;16
Nationale ou départementale	1;2;3;4
Communale	23;24;25;26;27;20;21;22;28;29;160;90

Concrètement, le calcul des avantages en termes de nuisances sonores s'effectue donc de la façon suivante :

- vérifier si le trafic est dense en option de projet, s'il est supérieur à 80% de la capacité de la route, on appliquera les coefficients de trafic dense aux coûts calculés ;
- calculer la variation de trafic entre option de référence et option de projet ; si cette différence est supérieure à 30%, on utilisera un coût moyen, sinon un coût marginal.
- Appliquer les coefficients de densité de trafic au coût moyen ou marginal choisi
- Appliquer ce coût à la variation de trafic entre projet et référence, pour les VL et pour les PL.

NB : on ne calcule pas un coût en référence et un coût en projet, mais on détermine le coût selon les caractéristiques (densité de trafic et de population) en option de projet puis on applique ce coût à la variation de trafic entre projet et référence.

## Annexe 2 – Table VDF

La table VDF est utilisée pour les paramètres dépendant du type de voie. En particulier, pour le calcul économique, il s'agit des paramètres de coûts d'infrastructure, de sécurité, de type de route pour le calcul du bruit, de confort. Les colonnes utilisées dans le calcul socio-économique sont indiquées en orange dans le tableau ci-dessous. Tous les paramètres pour le calcul des temps de parcours sont utilisés pour déduire la vitesse en charge du type d'arc et du trafic.

Il est possible d'ajouter de nouveaux types VDF notamment si l'on ne souhaite pas utiliser les taux moyens entrés par défaut. Il convient alors de faire attention à remplir toutes les colonnes pour ce ou ces nouveaux types de voie.

### Note liminaire, principales mises à jour :

Dans la version **de septembre 2014**, la table VDF fournie est en €<sub>2010</sub> et correspond au référentiel d'évaluation du 1<sup>er</sup> octobre 2014.

#### *Mise à jour des coûts*

Les coûts ont été mis à jour en €<sub>2010</sub> pour l'année 2010 à partir des indices INSEE correspondants à chaque type de coûts. Tous les coûts correspondent aux valeurs du référentiel d'évaluation. Ils sont donc extrapolés à partir de la circulaire Route de 2007. Par défaut on considère qu'il s'agissait de valeurs en €<sub>2000</sub> pour l'année 2000 bien qu'on ne connaisse pas l'année à laquelle ils avaient été déterminés.

Comme dans la précédente version de la table VDF, les données du référentiel sur les coûts d'entretien, d'exploitation et d'investissements ont été extrapolées afin d'être différencierées selon le nombre de voies, notamment pour les autoroutes pour lesquelles le référentiel ne donne qu'une valeur quel que soit le nombre de voies. On considère dans la table VDF que les coûts du référentiel correspondent à 2\*4 voies et les coûts pour les autoroutes 2\*2 et 2\*3 voies sont calculées en considérant que le coût est proportionnel au nombre de voies.

#### *Mise à jour des taux d'accidentologie*

Les taux d'accidentologie ont été mis à jour pour les routes interurbaines et correspondent aux valeurs présentes dans le référentiel d'évaluation. On notera qu'en urbain et pour les carrefours plans, les données d'accidentologie n'ont pas été mises à jour depuis l'instruction cadre de 2007.

### Présentation de la table SETRA\_VDF (VDF = Volume Delay Function) :

La table SETRA\_VDF est ce que l'on appelle une **table de typologie** pour les arcs du réseau routier. Elle permet de définir pour des "familles" d'arcs ayant des caractéristiques géométriques identiques, les valeurs par défaut des paramètres à prendre en compte dans la modélisation des flux et dans le calcul socio-économique.

On peut distinguer trois sortes de paramètres dans la table :

- Des **paramètres descriptifs** de la famille (ou du type) d'arcs décrite ;
- Des **paramètres pour la modélisation** de l'écoulement des flux de véhicules qui servent au calcul des temps de parcours ;
- Des **paramètres pour le calcul socio-économique**.

Cette note recense l'ensemble de ces paramètres dans un tableau puis présente leur rôle dans le tableur ainsi que l'origine des valeurs exposées.

### Tableau des paramètres de la table :

<b>1. Paramètres descriptifs du type d'arc</b>					
<b>Nom</b>	<b>Description</b>	<b>Format</b>	<b>Unité</b>		<b>Valeur des modalités</b>
TYPE	Type ou famille d'arcs	Entier	-		
ROUTE	Description du type	Caractère	-		
CONCEDE	Concession de l'arc	Entier	-		1=concédé 0=non concédé
<b>2. Paramètres pour le calcul des temps de parcours</b>					
FORMULE	Type de formule temps-débit	Entier		Formule	1 = autoroute 2 = route bidirectionnelle 3 = petite agglo 4 = grande agglo
CAPACITE	Capacité de l'arc	Entier	uvp/h	1, 2, 4	
E	Coefficient d'équivalence PL-VL	Réel	-	1, 2, 4	
CHI_V	Facteur de concentration VL	Réel	-	1, 2, 4	
CHI_C	Facteur de concentration PL	Réel	-	1, 2, 4	
MP_V	Temps de parcours à vide en plaine sur autoroute VL	Réel	min/km	1 4	
MV_V	Temps de parcours à vide en vallonné sur autoroute VL	Réel	min/km	1	
MM_V	Temps de parcours à vide en montagne sur autoroute VL	Réel	min/km	1	
T*_V	Temps critique VL	Réel	min/km	1	
<b>Nom</b>	<b>Description</b>	<b>Format</b>	<b>Unité</b>		<b>Valeur des modalités</b>
B0	Paramètre de calcul du temps de parcours à vide sur route bidirectionnelle VL	Réel	min/km	2 (VL)	
B1	Paramètre de calcul du temps de parcours à vide sur route bidirectionnelle VL	Réel	min/km	2 (VL)	
B2	Paramètre de calcul du temps de parcours à vide sur route bidirectionnelle VL	Réel	min/km	2 (VL)	

B3	Paramètre de calcul du temps de parcours à vide sur route bidirectionnelle VL	Réel	min/km	2 (VL)	
LCONTR	Part de longueur contraignante sur l'arc	Réel	-	2 (VL)	$0 \leq LCONTR \leq 1$
VIR	Présence de virages difficiles ou mal aménagés	Entier	-	2 (VL)	0=absence ; 1=présence
Tvide_V [info]	Temps de parcours à vide minimal VL indicatif	Réel	min/km	info	Pour info
Vvide_V [info]	Vitesse de parcours à vide maximale VL indicative	Réel	min/km	info	Pour info
GAMMA_V	Proportion d'augmentation du temps à la saturation VL	Réel	-	1, 2, 4	
ALPHA_V	Exposant formule temps-débit VL	Réel	-	1, 2, 4	
MP_C	Temps de parcours à vide en plaine sur autoroute PL	Réel	min/km	1 4	
MV_C	Temps de parcours à vide en vallonné sur autoroute PL	Réel	min/km	1	
MM_C	Temps de parcours à vide en montagne sur autoroute PL	Réel	min/km	1	
T*_C	Temps critique PL	Réel	min/km	1	
C0	Paramètre de calcul du temps de parcours à vide sur route bidirectionnelle PL	Réel	min/km	2 (PL)	
C1	Paramètre de calcul du temps de parcours à vide sur route bidirectionnelle PL	Réel	min/km	2 (PL)	
LR4	Longueur en rampe de plus de 4% par km	Réel	-	2 (PL)	
Tvide_C [info]	Temps de parcours à vide minimal PL indicatif	Réel	min/km	info	Pour info
Vvide_C [info]	Vitesse de parcours à vide maximale PL indicative	Réel	min/km	info	Pour info
GAMMA_C	Proportion d'augmentation du temps à la saturation PL	Réel	-	1, 2, 4	
ALPHA_C	Exposant formule temps-débit PL	Réel	-	1, 2, 4	
URBAIN_C	Supplément de temps de parcours PL par rapport au temps VL en petite agglomération en %	Réel	-	3 (PL)	$0 \leq URBAIN\_C \leq 1$

PAG_K_S	Constante de temps de parcours en petite agglo sans onde verte	Réel	min/km	3	
PAG_F_S	Pénalité de délai à un carrefour à feu en petite agglo sans onde verte	Réel	min	3	
PAG_G_S	Pénalité de délai à un giratoire en petite agglo sans onde verte	Réel	min	3	
PAG_K_OV	Constante de temps de parcours en petite agglo avec onde verte	Réel	min/km	3	
PAG_F_OV	Pénalité de délai à un carrefour à feu en petite agglo avec onde verte	Réel	min	3	
PAG_G_OV	Pénalité de délai à un giratoire en petite agglo sans onde verte	Réel	min	3	
PAG_STAT	Pénalité de délai due à la présence de stationnement en petite agglo	Réel	min/km	3	
PAG_TAG	Pénalité de délai due à l'absence de voie de dégagement tourne à gauche en petite agglo	Réel	min/km	3	

<b>3. Paramètres pour le calcul socio-économique</b>		<b>Format</b>	<b>Unité</b>
NB_ACC	Nombre d'accidents pour $10^8$ vkm	Réel	-
TUE_100A	Nombre de tué pour 100 accidents	Réel	-
BG_100A	Nombre de blessés graves pour 100 accidents	Réel	-
BL_100A	Nombre de blessés légers pour 100 accidents	Réel	-
GR_P	Coût des grosses réparations en plaine HT	Entier	€/km/sens
GR_V	Coût des grosses réparations en vallonné HT	Entier	€/km/sens
GR_M	Coût des grosses réparations en montagne HT	Entier	€/km/sens
EC_P	Coût d'entretien en plaine HT	Entier	€/km/sens
EC_V	Coût d'entretien en vallonné HT	Entier	€/km/sens
EC_M	Coût d'entretien en montagne HT	Entier	€/km/sens
IMMOS_P	Coût des immobilisations en plaine HT	Entier	€/km/sens
IMMOS_V	Coût des immobilisations en vallonné HT	Entier	€/km/sens
IMMOS_M	Coût des immobilisations en montagne HT	Entier	€/km/sens
ICAS_P	Coût des investissements complémentaires sur	Entier	€/km/sens

	autoroutes en plaine HT		
ICAS_V	Coût des investissements complémentaires sur autoroutes en vallonné HT	Entier	€/km/sens
ICAS_M	Coût des investissements complémentaires sur autoroutes en montagne HT	Entier	€/km/sens
V_H1H2	Coût de la viabilité hivernale en zones 1 et 2 HT	Entier	€/km/sens
V_H3	Coût de la viabilité hivernale en zone 3 HT	Entier	€/km/sens
V_H4	Coût de la viabilité hivernale en zone 4 HT	Entier	€/km/sens
CEV_VL	Coût d'entretien des VL HT	Réel	€/vkm
CEV_PL	Coût d'entretien des PL HT	Réel	€/vkm
DEV_VL	Coût de dépréciation des VL HT	Réel	€/vkm
DEV_PL	Coût de dépréciation des PL HT	Réel	€/vkm
CAR_VL	Coût moyen de consommation de carburant des VL HT	Réel	€/vkm
CAR_PL	Coût moyen de consommation de carburant des PL HT	Réel	€/vkm
PKM_VL	Péage moyen kilométrique VL HT <sup>14</sup>	Réel	€/vkm
PKM_PL	Péage moyen kilométrique PL HT <sup>15</sup>	Réel	€/vkm
MAL_VL	Malus d'inconfort VL <sup>16</sup>	Réel	€/vkm

NB : les € sont des € de l'année 2010

## 1. Les paramètres descriptifs des familles d'arcs

Les trois premières colonnes de la table décrivent les familles d'arcs, il s'agit des champs :

- TYPE (entier) : clé de correspondance entre les arcs du réseau et la table de typologie.
- ROUTE (caractère) : description de la famille d'arcs considérée.
- CONCEDE (entier) : égal à 1 s'il s'agit d'un arc concédé, égal à 0 sinon.

La table 201410-SETRA\_VDF contient actuellement 28 familles d'arcs.

Il est possible de définir de nouvelles familles d'arcs mais il faudra s'assurer que l'on est capable de renseigner ensuite les valeurs des différents paramètres pour ces nouvelles familles.

<sup>14</sup> Utilisé pour le calcul par arc uniquement

<sup>15</sup> Utilisé pour le calcul par arc uniquement

<sup>16</sup> Utilisé pour le calcul par arc uniquement

## 2. Les paramètres de modélisation des temps de parcours

Ces paramètres correspondent aux colonnes 4 à 42. Ils servent à calculer les temps de parcours sur les différents arcs à chaque itération du modèle d'affectation des flux.

La colonne 4 intitulée FORMULE (entier) indique la méthode de calcul de ce temps de parcours par arc. Pour chaque méthode, seuls les champs nécessaires au calcul sont ensuite renseignés dans les colonnes 5 à 42. Il existe 4 types de méthode :

- **FORMULE = 1** : méthode de calcul du temps de parcours pour **les arcs autoroutiers interurbains**
- **FORMULE = 2** : méthode de calcul du temps de parcours pour **les arcs interurbains non autoroutiers**
- **FORMULE = 3** : méthode de calcul du temps de parcours pour **les arcs en traversée de petites agglomérations (PAG)**
- **FORMULE = 4** : méthode de calcul du temps de parcours pour **les arcs urbains**

Le temps de parcours en charge est calculé à partir du temps

### 2.0. Paramètres indicatifs de l'écoulement T<sub>vide</sub> (réel) et V<sub>vide</sub> (réel)

Quatre colonnes ont été ajoutées afin de fournir des repères aux utilisateurs de la table :

- **T<sub>vide\_V [info]</sub>** (réel) représente le temps de parcours à vide minimal de l'arc (en min/km). **Il sera le temps de parcours effectif de l'arc si celui-ci présente des caractéristiques géométriques "optimales" : ligne droite, pente nulle, absence de feux, de giratoires...**
- **V<sub>vide\_V [info]</sub>** (réel) est la vitesse à vide maximale de l'arc (en km/h). Elle correspond à T<sub>vide\_V [info]</sub> et est proche de la vitesse maximal autorisée par le code de la route.
- **T<sub>vide\_C [info]</sub>** (réel) est le temps de parcours à vide minimal de l'arc (en min/km) pour les PL si l'arc a des caractéristiques géométriques optimales.
- **V<sub>vide\_C [info]</sub>** (réel) est la vitesse à vide maximale de l'arc (en km/h) pour les PL.

Il faut rappeler que ces paramètres ne sont mentionnés qu'à titre purement indicatif pour aider le modélisateur à vérifier la cohérence du paramétrage des arcs qu'il a choisi.

Pour chaque méthode de calcul, nous présentons ci-dessous les paramètres de la table :

### 2.1. FORMULE =1, paramètres pour les arcs interurbains autoroutiers

La méthode de calcul d'écoulement des flux sur les arcs autoroutiers est celle préconisée par le rapport technique de novembre 2001 publié par le Sétra : Fonction temps-débit sur les autoroutes interurbaines – Rénovation des relations entre temps de parcours et débit pour la simulation du trafic.

Les temps de parcours en charge  $tk_{mV}$  pour les VL et  $tk_{mC}$  pour les Camions ou PL, en minutes par kilomètre, sont obtenus par les relations :

$$tk_{mV} = tk_{0V} \times \left[ 1 + \gamma_V \times \left( \frac{Q_V + e \times Q_C}{\kappa} \right)^{\alpha_V} \right] \text{ pour les VL}$$

$$tk_{mC} = tk_{0C} \times \left[ 1 + \gamma_C \times \left( \frac{Q_V + e \times Q_C}{\kappa} \right)^{\alpha_C} \right] \text{ pour les PL}$$

- Si  $tk_{0V}$  et  $tk_{0C}$ , temps de parcours des VL et PL de l'arc à vide en minutes par kilomètre, T0\_VL et T0\_PL, sont connus pour l'arc, ils sont utilisés. Sinon, leur valeur dépend du champ Relief (entier) renseigné au niveau de l'arc.
  - Si Relief = 1, ce qui correspond à une route de Plaine, ils sont respectivement égaux à MP\_V (réel) et MP\_C (réel) qui sont lus dans la table de typologie.
  - Si Relief = 2, ce qui correspond à une route en milieu Vallonné, ils sont respectivement égaux à MV\_V (réel) et MV\_C (réel) qui sont lus dans la table de typologie.
  - Si Relief = 3, ce qui correspond à une route de Montagne, ils sont respectivement égaux à MM\_V (réel) et MM\_C (réel) qui sont lus dans la table de typologie.

Si le champ Relief n'est pas créé ou renseigné au niveau des arcs, TransCAD considère par défaut que Relief = 1.

- $\gamma_V$  et  $\gamma_C$ , proportions d'augmentation du temps à la saturation, sont calculés selon les formules  $\gamma_V = \frac{t_V^*}{tk_{0V}} - 1$  et  $\gamma_C = \frac{t_C^*}{tk_{0C}} - 1$  ;  $t_V^*$  et  $t_C^*$ , temps critiques par unité de distance, sont lus dans la table de typologie : T\*\_V (réel) et T\*\_C (réel).
- $e$ , coefficient d'équivalence entre PL et VL, est lu dans la table de typologie E (réel).
- $\alpha_V$  et  $\alpha_C$ , paramètres de congestion, sont lus dans la table de typologie : ALPHA\_V (réel) et ALPHA\_C (réel).
- $Q_V$  et  $Q_C$ , flux de VL et PL utilisés pour le calcul du temps de parcours (en véhicules par heure), sont obtenus à partir des facteurs de concentration  $\chi_V$  et  $\chi_C$  de la table de typologie CHI\_V (réel) et CHI\_C (réel) d'après les formules  $Q_V = x_V \times \chi_V$  et  $Q_C = x_C \times \chi_C$  où  $x_V$  et  $x_C$  désignent les flux affectés VL et PL en TMJA/24 (en véhicules par heure).
- $\kappa$  est la capacité de l'arc par sens en upv : elle est définie au niveau des arcs ou lue dans la table de typologie : CAPACITE (réel).

## 2.2. FORMULE = 2, paramètres pour les arcs interurbains non autoroutiers

Les relations temps-débit sur les arcs interurbains non autoroutiers ont fait l'objet d'études du Sétra dans la continuité de celles effectuées sur les autoroutes en 2000-2001 qui ont abouti à un document provisoire intitulé Fonction temps-débit sur les routes bidirectionnelles interurbaines. Ces études constituent la base des formulations présentées ci-dessous.

Attention, ce rapport a permis d'évaluer les valeurs des différents paramètres de cette formulation que pour les routes de 7m (type 3 dans la table de typologie). Pour les autres types d'arcs, les paramètres ont été extrapolés.

### 1.1.1 - Pour les VL :

Le temps de parcours est  $tk_{mV}$  en minutes par kilomètre. Il est donné par la formule :

$$tk_{mV} = tk_{0V} \times \left[ 1 + \gamma_V \times \left( \frac{Q_V + eQ_C}{\kappa} \right)^{\alpha_V} \right] \quad (1)$$

- Si  $tk_{0V}$ , temps de parcours de l'arc à vide en minutes par kilomètre, T0\_VL, est connu pour l'arc, il est utilisé ; sinon, il est donné par la formule suivante:

$$tk_{0V} = b_0 + b_1 \times Lcontr + b_2 \times VIR + b_3 \times FortPent$$

- les coefficients  $b_0$ ,  $b_1$ ,  $b_2$  et  $b_3$  sont lus dans la table de typologie dans les colonnes B0 (réel), B1 (réel), B2 (réel) et B3 (réel).

- LCONTR (réel) et VIR (entier) sont définis généralement au niveau de l'arc. S'ils ne sont pas définis pour un arc, ils sont lus dans la table : LCONTR (réel) et VIR (entier). Le premier paramètre dépend de la part de longueur contraignante (traversée de lieux-dits, rétrécissements de voies, aménagements de carrefours contraignants...) sur l'arc tandis que le deuxième dépend de la sinuosité de l'arc et est égal à 1 si la route présente de nombreux virages.
  - FortPent (entier) est un paramètre renseigné automatiquement par rapport au champ Relief (entier) renseigné au niveau des arcs. Si Relief=1 ou 2, FortPent=0, si Relief=3, FortPent=1. Si Relief n'est pas renseigné pour chaque arc, TransCAD considère la valeur par défaut indiquée dans l'onglet "Fonction temps-débit" de la boîte de dialogue "Affectation".
- $\gamma_V$ , proportion d'augmentation du temps à la saturation, est lu dans la table de typologie : GAMMA\_V (réel).
- $e$ , coefficient d'équivalence, est lu dans la table de typologie E (réel).
- $\alpha_V$ , paramètre de congestion, est lu dans la table de typologie : ALPHA\_V (réel).
- $Q_V$  et  $Q_C$ , flux de VL et PL utilisés pour le calcul du temps de parcours (en véhicules par heure), sont obtenus à partir des facteurs de concentration  $\chi_V$  et  $\chi_C$  de la table de typologie CHI\_V (réel) et CHI\_C (réel) d'après les formules  $Q_V = x_V \times \chi_V$  et  $Q_C = x_C \times \chi_C$  où  $x_V$  et  $x_C$  désignent les flux affectés VL et PL en TMJA/24 (en véhicules par heure).
- $\kappa$  est la capacité de l'arc par sens en upv : elle est définie au niveau des arcs ou lue dans la table de typologie : CAPACITE (entier).

### 1.1.2 - Pour les PL

Le temps de parcours est  $tk_{mC}$  en minutes par kilomètre. Il est donné par la formule :

$$tk_{mC} = tk_{0C} \times \left[ 1 + \gamma_C \times \left( \frac{Q_V + e \times Q_C}{\kappa} \right)^{\alpha_C} \right]$$

- Si  $tk_{0C}$ , temps de parcours de l'arc à vide en minutes par kilomètre, T0\_PL, est connu pour l'arc, il est utilisé ; sinon, il est donné par la formule suivante:  

$$tk_{0C} = c_0 + c_1 \times Lr4$$
  - $c_0$  et  $c_1$  sont lus dans la table de typologie : C0 (réel) et C1 (réel);
  - $Lr4$ , longueur en rampe de plus de 4% par kilomètre, est soit défini au niveau de l'arc, soit lu dans la table.
- $\gamma_C$ , proportion d'augmentation du temps à la saturation, est lu dans la table de typologie : GAMMA\_C (réel).
- $e$ , coefficient d'équivalence, est lu dans la table de typologie E (réel).
- $\alpha_C$ , paramètre de congestion, est lu dans la table de typologie : ALPHA\_C (réel).
- $Q_V$  et  $Q_C$ , flux de VL et PL utilisés pour le calcul du temps de parcours (en véhicules par heure), sont obtenus à partir des facteurs de concentration  $\chi_V$  et  $\chi_C$  de la table de typologie CHI\_V (réel) et CHI\_C (réel) d'après les formules  $Q_V = x_V \times \chi_V$  et  $Q_C = x_C \times \chi_C$  où  $x_V$  et  $x_C$  désignent les flux affectés VL et PL en TMJA/24 (en véhicules par heure).
- $\kappa$  est la capacité de l'arc par sens en upv : elle est définie au niveau des arcs ou lue dans la table de typologie : CAPACITE (entier).

### 2.3. FORMULE = 3, paramètres pour les arcs en traversée de petites agglomérations (TYPE = 20)

Cette méthode de calcul de l'écoulement des flux concerne uniquement les traversées **d'agglomérations de moins de 5000 habitants**, pour lesquelles il a été possible d'estimer le temps de traversée à partir des caractéristiques de l'agglomération. Pour ces arcs, **le temps de parcours ne dépend pas des trafics** mais des caractéristiques géométriques des arcs. Ceci peut apparaître comme une faiblesse du modèle : on ne pourra pas interpréter les phénomènes de saturation sur ces arcs mais statistiquement, il a été montré que ce calcul des temps de parcours était meilleur que celui obtenu en tenant compte du trafic [ref - Modélisation des temps de traversée des petites agglomérations Cete Nord-Picardie – Sétra, septembre 2005].

Cette méthode correspond à un calcul du temps de parcours des arcs selon les formules exposées ci-dessous.

#### Pour les VL :

Le temps de parcours est  $tk_{mV}$  en minutes par kilomètre. Soit, il est renseigné au niveau de l'arc, soit il est donné par la formule :

$$tk_{mV} = PAG\_K\_OV + PAG\_F\_OV \times \frac{(Nbfeux - 1)}{L} + PAG\_G\_OV \times \frac{Nbgir}{L} + PAG\_STAT \times STA + PAG\_TAG \times TAG$$

quand la traversée de la petite agglomération bénéficie de l'existence d'une "onde verte" ( $OV = 1$ ).

Sinon, quand la traversée de la petite agglomération ne bénéficie pas de l'existence d'une "onde verte" ( $OV = 0$ )

$$tk_{mV} = PAG\_K\_S + PAG\_F\_S \times \frac{Nbfeux}{L} + PAG\_G\_S \times \frac{Nbgir}{L} + PAG\_STAT \times STA + PAG\_TAG \times TAG$$

Les différentes constantes de ces formules sont reportées dans la table SETRA\_VDF dans les champs :

- PAG\_K\_S (réel) = 1.050
  - PAG\_F\_S (réel) = 0.100
  - PAG\_G\_S (réel) = 0.135
  - PAG\_K\_OV (réel) = 1.033
  - PAG\_F\_OV (réel) = 0.125
  - PAG\_G\_OV (réel) = 0.142
  - PAG\_STAT (réel) = 0.200
  - PAG\_TAG (réel) = 0.150
- S pour "Sans onde verte"

OV pour "Onde Verte"

Les paramètres qui doivent être renseignés directement au niveau des arcs sont : **L** (réel), Longueur en km, Nbfeux (réel), nombre de feux, Nbgir (réel), nombre de giratoires, **STA** (entier) [1 en présence de STATIONnement, 0 sinon], **TAG** (entier), [1 si absence de voie de dégagement pour Tourner A Gauche, 0 sinon], et **OV** (entier) [1 si présence d'une Onde Verte, 0 sinon],

#### Pour les PL :

Le temps de parcours est  $tk_{mC}$  en minutes par kilomètre. Soit, il est renseigné au niveau de l'arc, soit il est donnée par la formule :

$$tk_{mC} = tk_{mV} \times (1 + Urbain\_C)$$

**Urbain\_C** (réel), paramètre sans unité, est lu dans la table de typologie et égal à 0.1.

## 2.4. FORMULE = 4, paramètres pour les arcs urbains (TYPE 21 à 27)

Les temps de parcours  $tk_{mV}$  et  $tk_{mC}$ , en minutes par kilomètre, sont obtenus par les relations :

$$tk_{mV} = tk_{0V} \times \left[ 1 + \gamma_V \times \left( \frac{Q_{VL} + e \times Q_C}{\kappa} \right)^{\alpha_V} \right] \text{ pour les VL}$$

$$tk_{mC} = tk_{0C} \times \left[ 1 + \gamma_C \times \left( \frac{Q_V + e \times Q_C}{\kappa} \right)^{\alpha_C} \right] \text{ pour les PL}$$

- Si  $tk_{0V}$  et  $tk_{0C}$  sont connus pour l'arc, T0\_VL et T0\_PL, ils sont utilisés. Sinon, ils sont respectivement égaux à MP\_V (réel) et MP\_C (réel) qui sont lus dans la table de typologie. En urbain, on considère donc que le temps de parcours est indépendant du relief.
- $\gamma_V$  et  $\gamma_C$ , proportions d'augmentation du temps à la saturation, sont lus dans la table de typologie : GAMMA\_V (réel) et GAMMA\_C (réel).
- $e$ , coefficient d'équivalence, est lu dans la table de typologie E (réel).
- $\alpha_V$  et  $\alpha_C$ , paramètres de congestion, sont lus dans la table de typologie : ALPHA\_V (réel) et ALPHA\_C (réel).
- $Q_V$  et  $Q_C$ , flux de VL et PL utilisés pour le calcul du temps de parcours (en véhicules par heure), sont obtenus à partir des facteurs de concentration  $\chi_V$  et  $\chi_C$  de la table de typologie CHI\_V (réel) et CHI\_C (réel) d'après les formules  $Q_V = x_v \times \chi_v$  et  $Q_C = x_c \times \chi_c$  où  $x_v$  et  $x_c$  désignent les flux affectés VL et PL en TMJA/24 (en véhicules par heure).
- $\kappa$  est la capacité de l'arc par sens en upv : elle est définie au niveau des arcs ou lue dans la table de typologie : CAPACITE (entier).

### 3. Les paramètres du calcul socio-économique

Les paramètres du calcul socio-économique correspondent aux colonnes 43 à 71.

Les 4 premières colonnes recensent les données relatives à l'accidentologie :

- **NB\_ACC** (réel) représente le nombre d'accidents pour  $10^8$  véhicules par km.
- **TUE\_100A** (réel) représente le nombre de tués pour 100 accidents.
- **BG\_100A** (réel) représente le nombre de blessés graves pour 100 accidents.
- **BL\_100A** (réel) représente le nombre de blessés légers pour 100 accidents.

Attention, les données affichées pour l'urbain ont été estimées en 2007 à dire d'expert à partir des données établies statistiquement pour l'interurbain. Les données urbaines n'ont pas été mises à jour en 2014.

Les 15 colonnes suivantes fournissent les données économiques relatives à l'entretien des infrastructures routières.

- **GR\_P** (entier) représente les grosses réparations en  $\text{€}_{2010}/\text{km/sens HT}$  en plaine
- **GR\_V** (entier) représente les grosses réparations en  $\text{€}_{2010}/\text{km/sens HT}$  en zone vallonnée
- **GR\_M** (entier) représente les grosses réparations en  $\text{€}_{2010}/\text{km/sens HT}$  en montagne
- **EC\_P** (entier) représente l'entretien courant en  $\text{€}_{2010}/\text{km/sens HT}$  en plaine
- **EC\_V** (entier) représente l'entretien courant en  $\text{€}_{2010}/\text{km/sens HT}$  en zone vallonnée
- **EC\_M** (entier) représente l'entretien courant en  $\text{€}_{2010}/\text{km/sens HT}$  en montagne
- **IMMOS\_P** (entier), **IMMOS\_V** (entier), **IMMOS\_M** (entier) représentent les immobilisations en  $\text{€}_{2010}/\text{km/sens HT}$  en plaine, zone vallonnée et montagne. **Ces valeurs sont égales à 0 car les immobilisations sont prises en compte dans les grosses réparations.**

- **ICAS\_P** (entier), **ICAS\_V** (entier) et **ICAS\_M** (entier) représentent les investissements complémentaires en €<sub>2010</sub>/km/sens HT en plaine, zone vallonnée et montagne. Ces données ne sont pertinentes que pour les autoroutes concédées ; pour les autres types de route, ces champs sont égaux à 0.
- **V\_H1H2** (entier) représente les dépenses de viabilité hivernale en €<sub>2010</sub>/km/sens HT dans les zones de viabilité hivernale 1 et 2.
- **V\_H3** (entier) représente les dépenses de viabilité hivernale en €<sub>2010</sub>/km/sens HT dans la zone de viabilité hivernale 3.
- **V\_H4** (entier) représente les dépenses de viabilité hivernale en €<sub>2010</sub>/km/sens HT dans la zone de viabilité hivernale 4.

Les 9 dernières colonnes recensent les données relatives aux dépenses réelles ou de confort des usagers de la route.

- **CEV\_VL** (réel) et **CEV\_PL** (réel) représentent le coût d'entretien et d'exploitation du véhicule respectivement pour les VL et les PL en €<sub>2010</sub>/véhicule/km TTC pour les VL et hors TVA pour les PL. Ils ne sont pas utilisés dans le tableur.
- **DEV\_VL** (réel) et **DEV\_PL** (réel) représentent le coût de dépréciation du véhicule respectivement pour les VL et les PL en €<sub>2010</sub>/véhicule/km TTC pour les VL et hors TVA pour les PL. Actuellement **DEV\_PL** = 0 car on considère que le coût de dépréciation des PL est déjà pris en compte dans la valeur du temps des PL. Ils ne sont pas utilisés dans le tableur.
- **CAR\_VL** (réel) et **CAR\_PL** (réel) représentent le coût de consommation de carburant pour les VL et les PL en €<sub>2010</sub>/véhicule/km TTC pour les VL et hors TVA pour les PL. Ces valeurs ne sont pas utilisées dans le tableur.
- **PKM\_VL** (réel) et **PKM\_PL** (réel) représentent le péage kilométrique respectivement pour les VL et les PL en €<sub>2010</sub>/véhicule/km TTC pour les VL et hors TVA pour les PL. Il est égal à 0 pour les routes non concédées. La valeur reportée pour les autoroutes concédées est une valeur par défaut, calculée par une moyenne sur la France : il vaut mieux en pratique renseigner les péages kilométriques par arc. De plus, la valeur ici reportée ne tient pas compte de l'existence des abonnements Il n'est pas utilisé dans le tableur.
- **MAL\_VL** représente le malus d'inconfort pour les VL en €<sub>2010</sub>/km. Il n'est pas utilisé dans le tableur.

## Résumé

La rentabilité socio-économique des projets routiers du réseau routier national doit être calculée chaque année par les Services de Maîtrise d'Ouvrage (SMO) pour les projets dont la mise en service est prévue dans les trois années à venir.

Certains petits projets ne nécessitent pas de modélisation des trafics. Il s'agit des petites déviations et des petits aménagements sur place pour lesquels aucun modèle de trafic n'est utilisé. En pratique dans le calcul, il peut y avoir induction de trafic et pour les déviations, on considère que les reports de trafics proviennent d'un seul axe. Pour ces projets, la mise en œuvre des outils usuels de modélisation et de calcul de rentabilité s'avère fastidieuse et des méthodes simplifiées sur la base d'outils tableurs sont plus adaptées.

Cette notice détaille le fonctionnement d'un tableur créé par le Sétra à la demande de la DGITM pour conduire ces calculs simplifiés de rentabilité socio-économique. Elle est accompagnée d'un fichier électronique TabCalculEco\_pt\_proj.xls. Ouvert sous Libre Office, le tableur est plus lent mais fonctionne.

**Les valeurs du tableur n'ont pas force de circulaire** ; l'utilisateur se référera aux valeurs en vigueur.

## Sur le même thème

- Evaluation des projets de transports - Enseignements et pistes ouverts par le rapport Quinet sur l'évaluation socio-économique des investissements publics. Sétra, 2014.
- Valise pédagogique – Calcul socio-économique. Sétra, 2012.
- Guide d'utilisation – Calculateur socio-économique. Cerema, DTecITM, 2014, à paraître.

**Connaissance et prévention des risques - Développement des infrastructures - Énergie et climat - Gestion du patrimoine d'infrastructures  
Impacts sur la santé - Mobilités et transports - Territoires durables et ressources naturelles - Ville et bâtiments durables**

© 2014 – Cerema - Référence : 1440w – ISRN : CEREMA-DTecITM-2014-045-1

Ce document ne peut être vendu. La reproduction totale du document est libre de droits dans les conditions de la licence Creative Commons CC BY-NC-ND. Cette licence ne permet que la redistribution non commerciale de copies identiques à l'original. Dans ce cadre les documents peuvent être copiés, distribués et communiqués par tous moyens et sous tous formats.

Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement

Direction technique infrastructures de transport et matériaux - 110 rue de Paris, 77171 Sourdun - Tél. : +33 (0)1 60 52 31 31

Siège social : Cité des Mobilités - 25, avenue François Mitterrand - CS 92 803 - F-69674 Bron Cedex - Tél. : +33 (0)4 72 14 30

30 Établissement public - Siret 130 018 310 00016 - [www.cerema.fr](http://www.cerema.fr)