

## 7. Analyse des coûts collectifs et bilan énergétique du projet

### 7.1. Méthodologie

#### 7.1.1. Calcul des coûts socio-économiques

L'intérêt du projet de prolongement de la ligne T1 vers Val de Fontenay est évalué au regard de ses effets sur la collectivité. L'évaluation socio économique s'appuie sur une approche monétaire quantifiée fournissant des indicateurs chiffrés, couplée à une évaluation qualitative des impacts sur l'environnement. Cette analyse permet de démontrer les nombreux avantages du projet pour la collectivité.

L'évaluation socio-économique est basée sur la méthode dite de « l'analyse coûts-avantages » :

- L'objectif de cette méthode est d'identifier, de quantifier et de monétariser les avantages que le projet va procurer à la collectivité sur une période de 30 ans, et de les comparer aux coûts engendrés par le projet sur la même période, en investissement et en fonctionnement.
- Ainsi, un projet présente un intérêt socio-économique si la somme actualisée des avantages sur la période d'étude est supérieure ou égale à la somme actualisée des coûts sur la même période. Les indicateurs sont le taux de rentabilité immédiate, le taux de rentabilité interne et le bénéfice actualisé du projet.
- Les coûts comprennent d'une part les coûts d'investissement tant en infrastructure et installations fixes du transporteur qu'en matériel roulant supplémentaire et spécifique, et d'autre part les charges d'exploitation supplémentaires générées par l'exploitation de la nouvelle liaison.
- Les avantages se composent des gains de temps réalisés par les voyageurs utilisateurs de la nouvelle infrastructure, et des gains divers liés aux reports de déplacements réalisés précédemment en voitures particulières et transférés vers les transports collectifs.

Les valeurs monétaires utilisées pour cette analyse sont établies aux conditions économiques de janvier 2011. Ils sont les suivants :

- Valeur du temps 18,10 €/h,
- Coût d'utilisation de la voiture particulière 0,33 € / véh x km,
- Taux d'occupation de la voiture particulière 1,29.

Amortissement du coût de création d'une place de stationnement :

- A Paris 3 628 € / an,
- En petite couronne 1 894 € / an.

Décongestion de la voirie : 0,125 / véh x km

Diminution des coûts sociaux liés à la circulation des voitures particulières :

- Bruit 0,030 € / véh x km,
- Pollution 0,023 € / véh x km,
- Effet de serre 0,009 € / véh x km,
- Entretien de la voirie 0,024 € / véh x km,
- Sécurité 0,008 € / véh x km.

L'ensemble des avantages pour la collectivité valorisés ci-après portent sur l'année 2018, première année de pleine exploitation du prolongement de la ligne T1.

Les calculs socio-économiques reprennent la méthode d'évaluation socio-économique et financière des projets de transports collectifs établie par le STIF en 2001.

#### 7.1.2. Calcul des coûts collectifs

A ces calculs socio-économiques s'ajoutent le calcul des coûts collectifs.

L'impact des effets des trafics avec et sans le projet est estimé grâce à des indices et coûts proposés par l'instruction cadre sur l'harmonisation des méthodes d'évaluation des grands projets d'infrastructures de transport du 25 mars 2004 présentant les valeurs à prendre en compte dans l'estimation des coûts de la pollution atmosphérique due à un projet routier. Il s'agit de l'évaluation des coûts collectifs.

L'objectif de ces calculs est d'estimer les coûts engendrés par les infrastructures routières vis-à-vis de la pollution locale et régionale ainsi que vis-à-vis de l'effet de serre. Les valeurs sont données en euros par jour et sont calculées à partir de coefficients forfaitaires indiqués dans l'instruction cadre. Les coefficients pour l'estimation de la pollution locale et régionale sont indiqués dans le tableau suivant.

Valeurs 2012 en véh.km (Euro/100 véh.km)

	Urbain dense	Urbain diffus	Rase campagne	Moyenne
Densité (hbts/km <sup>2</sup> )	>420	Entre 37 et 420	<37	-
Véhicules particuliers	2	0.7	0.1	0.6
Poids lourds	17.6	6.2	0.4	3.9

Source : Fluidyn

Compte tenu de la localisation du prolongement du T1 et des axes routiers concernés par l'étude au sein des communes du domaine d'étude, le coût par véhicule considéré pour le calcul des coûts collectifs correspond donc à « l'urbain dense ».

Concernant l'effet de serre, contrairement aux autres valeurs de monétarisation des coûts externes qui relèvent d'une démarche coûts avantages, la valeur retenue pour le carbone est fondée sur une relation coût efficacité : il s'agit du niveau de taxation du carbone contenu dans les émissions de gaz à effet de serre qui permettrait à la France de satisfaire aux engagements de Kyoto. Ce prix est néanmoins à utiliser dans le calcul économique en tant que coût monétarisé de toute tonne de carbone rejetée dans l'atmosphère. Cette pénalisation des émissions de carbone est à prendre en compte y compris dans l'éventualité où une taxe d'un montant équivalent serait effectivement introduite.

Les tonnages de carbone sont déterminés à partir des consommations directes de produits pétroliers par les véhicules de transport. Le prix de la tonne de carbone est régit par le tableau suivant :

*Prix de la tonne de carbone*

2000 - 2010	Après 2010
100 €/ tonne de carbone, soit 0,066 € par litre d'essence soit 0,073 € par litre de diesel	+ 3% / an

Source : Fluidyn

## 7.2. Les avantages pour la collectivité

### 7.2.1. Gains de temps et de confort

Le prolongement de la ligne T1 permet des gains de temps pour les utilisateurs du réseau de transport en commun et une accessibilité renforcée depuis et vers l'aire d'étude élargie. En effet, le prolongement de la ligne offrira aux utilisateurs des transports collectifs un moyen de rabattement plus efficace vers les modes lourds du secteur :

- Le gain de temps moyen généralisé pour les utilisateurs actuels des transports en commun est estimé entre 5 et 7 minutes par voyage grâce au prolongement de la ligne T1, ce qui pour un total de 45 425 voyages par jour correspond à un gain de temps total compris entre 1,15 et 1,62 millions d'heures par an (ces chiffres sont en cours de consolidation, ils pourront être amenés à évoluer),
- Le gain de temps des utilisateurs actuels de la voiture qui utiliseront dorénavant la ligne T1 est considéré égal à la moitié du gain des anciens utilisateurs des transports collectifs, soit 3 à 4 minutes par voyage. Il en est de même pour les voyageurs qui, bénéficiant d'une meilleure accessibilité, effectuent des déplacements qu'ils ne faisaient pas avant la mise en service du projet. Ce gain de temps total est estimé entre 43 000 et 60 000 heures par an, pour un total de 1975 voyages par jour (ces chiffres sont en cours de consolidation, ils pourront être amenés à évoluer),
- Le prolongement de la ligne T1 permet d'améliorer le confort des utilisateurs des lignes 105 et 301,

- Au total, les gains de temps annuels s'élèvent entre 1,15 et 1,62 millions d'heures par an et sont valorisés entre 23,6 et 33,04 millions d'euros aux conditions économiques de 2011.

### 7.2.2. Gains liés au report modal

Le prolongement de la ligne T1 favorisera également le report modal depuis la voiture particulière vers les transports collectifs. Les gains seront alors nombreux et de plusieurs sortes.

Tout d'abord, les anciens utilisateurs de voitures particulières bénéficieront eux aussi des gains de temps liés au prolongement de la ligne T1. De même, la réduction du trafic automobile engendrée par le report modal, permettra de réduire la congestion de la voirie du secteur concerné par le projet.

L'amélioration de la fluidité du trafic permet donc également un gain de temps pour les usagers de la route.

Avec le report modal, les anciens automobilistes qui décident d'utiliser les transports collectifs bénéficieront de la variation de leurs dépenses de déplacements. Il s'agit là des économies monétaires réalisées grâce à l'utilisation des transports collectifs plutôt que d'une voiture particulière. En effet, ces anciens automobilistes paieront uniquement un titre de transport pour utiliser le métro, et n'auront plus de dépenses de carburant, assurance automobile, frais d'entretien, de stationnement, de péage, etc.

La diminution du trafic routier engendrée par le report modal permet également de réduire l'ensemble des coûts d'utilisation de la voirie (entretien, fonctionnement, police, renouvellement, etc.). Dans le même esprit, le report modal entraîne une diminution des besoins en places de stationnement, ce qui permet de réaliser des économies sur le coût de construction de ces places.

Enfin, le report modal induit une réduction des nuisances générées par la circulation automobile (pollution, bruit, émission de gaz à effet de serre) et contribue ainsi à la préservation de l'environnement. De même, en contribuant à réduire le trafic routier, le projet permet de réduire les risques d'accidents de la route et améliore ainsi la sécurité. Ces gains environnementaux et sociaux apportés par le projet ont eux aussi été valorisés.

Au total, les gains liés au report modal depuis la voiture particulière vers les transports collectifs sont valorisés entre 16 et 21 millions d'euros aux conditions économiques de 2011 pour la première année d'exploitation (ces chiffres sont en cours de consolidation, ils pourront être amenés à évoluer). Ils se décomposent de la façon suivante :

- Décongestion de la voirie : 5,28 M€,
- Économies d'utilisation de la voiture et sécurité 0,06 M€,
- Réduction des dépenses d'entretien de la voirie : 1,94 M€,
- Réduction des dépenses de stationnement : 2,66 M€,
- Réduction des coûts environnementaux : 0,46 M€.

### 7.2.3. Les gains non monétisables du projet

Les gains en termes de développement urbain et cadre de vie.

Les impacts du prolongement de la ligne T1 sur le développement urbain et l'aménagement du territoire revêtent également une importance marquée, qui n'est pas traduite dans la valorisation monétaire.

Le projet permettra d'améliorer la desserte du secteur concerné par le projet, en accompagnant notamment tous les projets d'aménagement urbain qui visent à développer l'emploi et réaliser de nouveaux logements et équipements. Grâce aux projets urbains présentés dans ce dossier, plusieurs dizaines de milliers de nouveaux habitants et emplois sont attendus.

Ainsi, le prolongement de la ligne T1 contribuera à améliorer la desserte en transports collectifs de tout le secteur. Les gains de temps seront importants et l'accessibilité depuis et vers le territoire s'en trouvera fortement renforcée.

Le projet aura ainsi un impact positif sur l'urbanisation et l'activité économique.

Le projet de prolongement a été conçu de façon à être cohérent avec les projets urbains. Par exemple, la refonte du centre ville de Bobigny, l'agrandissement du pôle gare de Noisy-le-Sec, la réappropriation de l'ex A186 sur Romainville et Montreuil, le secteur Péripôle à Fontenay-sous-Bois. De même, l'implantation du Site de Maintenance et de Remisage (SMR) de la ligne T1 s'inscrit en cohérence avec les projets de développement urbain sur le site des Hauts Montreuil et Murs à Pêches.

## 7.3. Les coûts du projet

### 7.3.1. Coûts d'investissement

Le coût global du projet s'élève à 484,597 millions d'euros aux conditions économiques de 2011.

Ont été déduits de ce coût :

- Une valorisation des hectares libérés pour une valeur de 32,5 M€ pour 6,5 ha.

### 7.3.2. Coûts du matériel roulant

Le coût du matériel roulant est estimé à 78,5 millions d'euros aux conditions économiques de 2011, pour l'acquisition de 27 rames.

### 7.3.3. Coûts d'exploitation

Le coût d'exploitation est estimé à 12,09 millions d'euros pour la première année (chiffre provisoire pouvant évoluer, notamment la restructuration bus). Celle-ci n'étant pas figée (plusieurs scénarii sont encore à l'étude), il pourra faire l'objet d'une actualisation.

### 7.3.4. Coûts collectifs

En appliquant les coefficients, présentés au paragraphe 7.2.2., aux trafics et émissions des trois horizons, les coûts collectifs suivants sont obtenus :

Coûts collectifs selon les horizons

Coûts en Euros/jour	Pollution locale et régionale	Effet de serre
H1 (2012)	97 772	30 444
H2 (2020 sans prolongement du T1)	105 442	41 781
H3 (2020 avec prolongement du T1)	104 853	41 682

Source : Fluidyn

Dans le domaine d'étude, les coûts collectifs liés à la pollution locale et régionale augmentent (+7.85%) entre l'année 2012 et l'année 2020 sans prolongement du T1. En 2020, l'aménagement du prolongement du T1 permet une légère diminution (-0.6%) des coûts liés à la pollution locale et régionale.

Les coûts liés à l'effet de serre connaissent une hausse entre 2012 et 2020 sans prolongement du T1 en raison de la hausse estimée du prix de la tonne de carbone et de l'augmentation du trafic et ceci malgré la baisse de la consommation de carburant. En 2020, l'aménagement du prolongement du T1 permet une légère diminution de l'effet de serre (-0.24% par rapport à la situation sans aménagement).

## 7.4. Le bilan énergétique et émissions de CO<sub>2</sub>

Les paragraphes suivants présentent le bilan énergie et l'impact sur les émissions de gaz à effet de serre projet de tramway T1 de Bobigny à Val de Fontenay, à partir des prévisions de trafic et de la réorganisation du réseau bus qui accompagneront le prolongement.

Le bilan donnera l'écart de consommation et d'émissions de gaz à effet de serre induit par la mise en service de ce prolongement par rapport à la situation de référence du T1 tel qu'il circulera à la fin de l'année 2012, à savoir après la mise en service de son prolongement à l'ouest entre Saint-Denis et Asnières Gennevilliers Les Courtilles.

Les postes pris en compte dans le bilan sont :

- L'énergie de traction du tramway,
- L'éclairage-force des stations,
- L'énergie de traction des bus,
- L'énergie des véhicules particuliers.

### 7.4.1. Hypothèse de calcul

#### 7.4.1.1. L'énergie de traction du tramway

Les consommations du futur tramway sont estimées à partir des consommations d'énergie de traction du tramway sur l'année 2011 avant la mise en service du prolongement vers l'ouest. Cette consommation et les données de service pour le T1 en 2011 permettent de calculer le taux de consommation kilométrique d'une voiture. Les prévisions de trafic (en voiture.km) après le prolongement vers l'ouest, puis après le prolongement vers l'est permettent d'estimer la consommation de la ligne après chacun des deux prolongements.

Le contenu énergétique de l'électricité est issu des données fournies par l'ADEME ; il est pris égal à 0,086 gep / kWh.

Le facteur d'émission de l'électricité pour l'énergie de traction est fourni par la Base Carbone® de l'ADEME et pris égal à 0,053 gCO<sub>2</sub> e / kWh (facteur d'émission de l'électricité pour l'usage transport, s'exprimant en grammes CO<sub>2</sub> équivalent, anciennement geq CO<sub>2</sub>, grammes équivalent CO<sub>2</sub>).

L'éclairage-force des stations :

Les consommations des futures stations du prolongement sont estimées à partir de la consommation moyenne des stations existantes du T1.

Le contenu énergétique de l'électricité est issu des données fournies par l'ADEME ; il est pris égal à 0,086 gep / kWh.

Le facteur d'émission de l'électricité est fourni par la Base Carbone® de l'ADEME et pris égal à 0,078 gCO<sub>2</sub> e / kWh (facteur d'émission de l'électricité pour la France continentale).

#### 7.4.1.2. L'énergie de traction des bus

Pour chaque ligne de bus impactée par la mise en service du prolongement, le taux de consommation est déterminé en fonction du centre bus d'affectation et du type de matériel (midi, standard ou articulé). Les consommations de référence sont celles de l'année 2008. L'écart de consommation prend en compte l'écart de kilométrage et le changement de matériel.

Le contenu énergétique du gazole est issu des données fournies par l'ADEME ; il est pris égal à 84,78 gep / litre.

Le facteur d'émission, permettant de convertir des litres de gazole en émissions de GES, est issu de la Base Carbone ; il est pris égal à 3 845 kg CO<sub>2</sub> e / tep, et intègre les émissions liées à la production, au transport, et à la combustion du gazole (périmètre dit « du puits à la roue »).

#### 7.4.1.3. L'énergie des véhicules particuliers

Parmi les évolutions de trajet possibles, seul le report modal des véhicules particuliers vers les transports en commun a un impact. En effet, ni les changements de trajets en transport en commun, ni les trajets induits n'ont d'impact sur les consommations d'énergie de traction déjà prise en compte. Le report modal des véhicules particuliers vers les transports est pris en compte par déduction des consommations d'énergie des véhicules.

L'ADEME donne les facteurs de conversion suivants :

- Consommation d'énergie : 45 gep / voy.km,
- Émissions de gaz à effet de serre : 186 g CO<sub>2</sub> e / voy.km.

Ces valeurs correspondent aux émissions moyennes du parc en 2005, en tenant compte de la répartition gazole / essence et du taux d'incorporation de biocarburant dans les carburants à cette date. La répartition par voy.km se base sur l'hypothèse qu'une voiture transporte en moyenne 1,25 personnes. Les hypothèses prises en compte dans les calculs de report modal de la RATP étant de 1,29 personnes par véhicules, la correction est faite sur les valeurs.

## 7.4.2. Résultats

Le tableau suivant récapitule l'impact du prolongement sur les consommations d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre :

*Impact du tramway sur les consommations d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre*

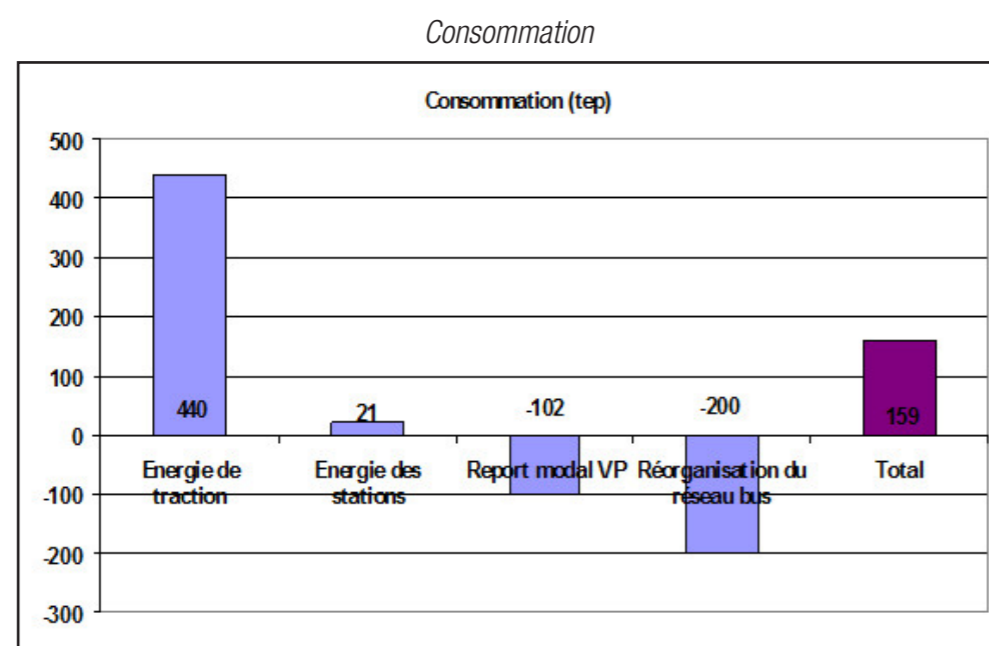
	Consommation (tep)	Emissions de CO2 (teq CO2)
Energie de traction	440	271
Energie des stations	21	19
Report modal VP	-102	-337
Réorganisation du réseau bus	-200	-769
<b>Total</b>	<b>159</b>	<b>-816</b>

Source : RATP

Les consommations d'énergie sont plus importantes après mise en service du prolongement. L'effet d'abaissement des consommations provient habituellement en partie de la restructuration des lignes d'autobus. Dans le cas du projet T1, le tramway circulera, notamment à Montreuil, sur un secteur qui n'est aujourd'hui pas desservi.

En revanche, le bilan est positif en termes de dépendance aux énergies fossiles. En effet, le prolongement implique uniquement de nouvelles consommations d'électricité alors que la réorganisation du réseau bus et le report modal de la voiture vers les transports en commun entraîne une réduction des consommations de carburant d'environ 300 tep, soit 350 000 litres par an.

Le bilan des émissions de gaz à effet de serre est globalement positif avec une réduction des émissions estimée à environ 800 tonnes CO2 équivalent par an.



Source : RATP