

Préambule

La loi du 31 décembre 2012 instaure l'obligation d'évaluation socio-économique préalable des projets d'investissements financés par l'État et ses établissements publics, ainsi qu'une contre-expertise indépendante de cette évaluation lorsque le niveau de financement dépasse un seuil que le décret d'application de la loi a fixé à 100 M€.

Par courriers en date des 23 septembre et 15 octobre 2020 la Société du Grand Paris (SGP) a saisi le SGPI des dossiers d'enquête préalables aux déclarations d'utilité publique modificatives des lignes 15 est (15E) et 15 ouest (L15O) du Grand Paris Express (GPE).

C'est en respectant toutes les règles prévues dans le décret d'application (exigences du contenu du dossier, indépendance des contre-experts, délais) que le SGPI a fait réaliser cette contre-expertise indépendante de l'évaluation de ces deux projets.

Bien qu'il s'agisse de dossiers différents, les deux pièces H (évaluations socioéconomiques) contiennent les mêmes évaluations des effets de l'ensemble du projet du GPE qui sont fondamentales pour la contre-expertise. Le cœur des dossiers étant le même, le rapport unique de contre-expertise est constitué comme suit : une description des deux projets de manière séparée ; une analyse unique de l'évaluation socioéconomique du GPE ; des discussions séparées des bénéfices socioéconomiques de chaque projet ; une conclusion unique.

Ce rapport a été établi à partir des documents fournis par la SGP et par les réponses apportées par cette dernière aux questions des contre-experts tout au long de la procédure. Il ne saurait être reproché à ce rapport de ne pas tenir compte d'éléments qui n'auraient pas été communiqués à ses auteurs.

Sommaire

PREAMBULE	2
SOMMAIRE	3
1 DESCRIPTION DES PROJETS ET EVOLUTION DEPUIS LES DOSSIERS D'ENQUETE PUBLIQUE DE 2015	4
1.1 LA LIGNE 15 EST.....	4
1.2 LA LIGNE 15 OUEST.....	6
1.3 DYNAMIQUE DES TERRITOIRES ET ANTICIPATION.....	8
2 PREVISIONS DE TRAFIC	9
2.1 LES CHANGEMENTS APPORTES AU MODELE MODUS DE LA DRIEA-IF.....	9
2.2 DONNEES P+E	12
2.3 LES NOUVELLES PREVISIONS DE TRAFIC ET COMPARAISON AVEC LES PREVISIONS 2015	13
2.4 QUELLE FIABILITE DES RESULTATS ?	14
3 LE BILAN SOCIOECONOMIQUE DU GPE	15
3.1 LA METHODOLOGIE SUIVIE PAR LA SGP	15
3.2 L'EVOLUTION DES HYPOTHESES ET DE LA METHODOLOGIE DEPUIS LES PROJETS DE 2015.....	16
3.3 LES P+E.....	17
3.4 ESTIMATION DES BENEFICES SOCIOECONOMIQUES DU GPE ET COMPARAISON AVEC LES ETUDES PRECEDENTES.	18
3.5 INCERTITUDES PESANT SUR LES ESTIMATIONS DE LA SGP.....	24
4 LE SCENARIO DE MISE EN ŒUVRE DE LA SNBC	27
5 ANALYSE DES RISQUES	30
5.1 LES INCERTITUDES LIEES A LA CRISE SANITAIRE.....	30
5.2 COMMENTAIRE GENERAL	30
6 LE BILAN SOCIOECONOMIQUE DES LIGNES 15E ET 15O	32
6.1 METHODOLOGIE UTILISEE.....	32
6.2 LES AVANTAGES SOCIOECONOMIQUES DES LIGNES 15E ET 15O	33
6.3 LA LIGNE L15 EST	34
6.4 LA LIGNE L15 OUEST.....	34
7 CONCLUSIONS	37
8 ANNEXE	41

1 Description des projets et évolution depuis les dossiers d'enquête publique de 2015

Dans ce chapitre, les deux lignes seront décrites dans l'ordre suivant : la L15E d'abord puis la L15O.

1.1 La Ligne 15 Est

Calendrier de la DUP

Il s'agit d'une Déclaration d'utilité publique (DUP) modificative. La première DUP de la ligne 15E a été prononcée par arrêté inter-préfectoral du 13 février 2017 et ce pour une durée de cinq ans. Le projet a ensuite fait l'objet d'une première DUP modificative le 20 juin 2018 portant notamment sur l'implantation du centre d'exploitation de Rosny, sans changement de la durée de validité.

La DUP en cours prend donc fin en février 2022, mais le calendrier prévisionnel des étapes préalables aux travaux (foncier, deux marchés de travaux) aboutit à la notification attendue de ces marchés fin 2022 pour le premier et fin 2023 pour le second. Une nouvelle prorogation de la DUP est donc nécessaire. Ce doit en fait être une DUP modificative en raison d'une augmentation du coût prévisionnel supérieure à 30 % par rapport à l'estimation du dossier original.

Le projet

La L15E - 23 km de tracé commercial en souterrain - comprend 12 gares et dessert 13 communes (701 000 habitants). Le projet reste essentiellement identique à celui présenté en 2015, et relie Saint-Denis Carrefour Pleyel à Champigny centre (gare non incluse), nœud d'interconnexion avec la Ligne 15 sud. Les modifications de conception apportées au projet initial concernent quelques ouvrages de franchissement et l'emprise du chantier de la gare Fort d'Aubervilliers. La date de mise en service prévue est 2030.

Les gares terminales ne sont pas incluses dans le projet. Celle de Carrefour Pleyel sera réalisée en grande partie dans le cadre des lignes 16, 17 et 14 du GPE et la gare de Champigny, important carrefour aussi entre plusieurs lignes du GPE, sera aménagée lors de la construction de la ligne 15 sud. La connexion à la ligne 11 se fera à la gare de Rosny-Bois-Perrier sur un prolongement à venir de la L15E mais non inclus dans le projet.

Il est prévu de réaliser les travaux via deux marchés de conception-réalisation, celui pour la partie sud devant être signé en 2023, et celui pour la partie nord un an après.

Le principal changement concerne l'estimation du coût des travaux de la ligne, passée de 3 179 M€₂₀₁₂ hors matériel roulant (323 M€) en 2015 à 4 882 M€₂₀₁₂, hors matériel roulant (277 M€), et du coût de matériel de maintenance des voies estimé à 51 M€₂₀₁₂, soit une hausse de 53,6 % pour l'investissement. La SGP l'explique par, d'un côté l'impact des modifications précédemment mentionnées, et d'un autre côté la réévaluation générale du projet GPE à laquelle elle a procédé à la suite de l'audit de la Cour des Comptes de décembre 2017 et de la nouvelle feuille de route approuvée par le gouvernement le 22 février 2018.

Tableau 1 : Évolution des coûts d'investissement dans le temps (M€₂₀₁₂)¹

Nature des coûts	Montants	
	Dossier DUP 2016	Dossier DUP 2020
Infrastructure	1 201	1 347
Gares et ouvrages de correspondance	1 179	1 609
Ouvrages annexes et d'entonnement	234	900
Système de transport, y compris voies et façades de quais, site de maintenance	565	1 026
Total ouvrages et systèmes	3 179	4 882
Dont provision pour aléas et imprévus	Hors périmètre	530
Matériel roulant	323	277
Acquisitions foncières y/c frais	270	441
Véhicule maintenance infrastructures	Hors périmètre	51
TOTAL GENERAL	3 772	5 651

Source : SGP

Les coûts ont été établis sur la base d'études de niveau avant-projet (AVP-b) et avant-projet sommaire (APS) pour le centre d'exploitation. Les provisions pour aléas et imprévus (PAI) ont été isolées dans le dossier 2020 et estimées à partir d'une évaluation quantitative des risques pratiquée depuis 2018.

Si l'estimation de 2015 était encore entachée d'une très forte incertitude, vu le faible avancement des études, celle de 2020 reste aussi incertaine car la SGP n'a pas atteint le niveau d'études d'ingénierie détaillée nécessaire pour bien cerner les coûts, c'est à dire l'APD. Le stade actuel de l'AVP-b et d'un APS partiel est cohérent avec le choix de la méthode conception/réalisation pour l'exécution des travaux. L'estimation des coûts ne sera vraiment resserrée qu'une fois les marchés négociés avec les entreprises. Par ailleurs, au moins tant que l'épidémie de la COVID 19 n'est pas jugulée, les précautions à prendre par les entreprises vont avoir un impact négatif sur les coûts. Les PAI représentant 12 % de l'estimation des travaux dans le dossier. Cela semble sous-estimé à ce stade et les contre-experts préconisent de retenir au moins 20 %, pourcentage usuellement retenu pour des études au stade de l'APS, surtout si les impacts de la COVID sur les chantiers devaient perdurer après le démarrage des travaux.

Recommandation n°1 : Porter les provisions pour aléas et imprévus PAI à 20 % du coût estimé des investissements.

Dynamique des territoires et anticipation

Les territoires traversés sont contrastés, avec une succession de pôles métropolitains économiques, industriels et commerciaux, d'espaces résidentiels, et de centres en cours de redynamisation et de réhabilitation. Les douze communes desservies connaissent déjà des densités très fortes, sauf exception. La dynamique de développement est déjà forte aussi, avec une différence marquée entre les communes du nord où les emplois nouveaux tertiaires se localisent, et les communes du sud à vocation plus résidentielle. La L15E facilitera donc l'accès aux emplois

¹ Les experts se sont basés dans ce tableau sur des chiffres affinés présentés par la SGP et qui diffèrent légèrement des montants mentionnés dans la pièce H. Ainsi, le total général 2020 est passé de 5 777 M€ à 5 651€, les investissements en infrastructure étant en particulier revus à la hausse de 4 388 M€ à 4 882 M€ et les acquisitions foncières de 517 M€ à 441 M€. Les principales différences avec la pièce H proviennent des années de référence pour l'évaluation des coûts.

internes et améliorera grandement la connectivité avec l'ensemble du réseau métro/RER/trains régionaux. Elle devrait accélérer la densification (population et emplois) autour des gares si les opérations d'aménagement prévues dans les contrats de développement territorial (CDT) sont bien menées dans le temps et atteignent leurs objectifs. En effet les prévisions d'urbanisation retenues pour estimer les trafics futurs (voitures et transports en commun lourds) et les localisations des populations (P) et des emplois (E) calculées pour déterminer certains bénéfices socioéconomiques en tiennent compte (voir plus loin la discussion des P+E).

Il est difficile de dire si dans l'absolu ces projets d'urbanisation auraient vu le jour sans la ligne 15E, mais la SGP est fondée à faire cette hypothèse. L'évaluation socioéconomique objet du présent dossier étant faite alors que plusieurs de ces opérations ont démarré, il serait opportun que la SGP fasse un focus dans le dossier sur leur état d'avancement.

Recommandation n°2 : Présenter l'état d'avancement des opérations de développement et de restructuration urbains retenues par la SGP dans les hypothèses d'évolution des territoires.

1.2 La ligne 15 ouest

Calendrier de la DUP

La procédure concernée est aussi celle d'une DUP modificative. La DUP initiale a été prise par Décret en date du 21 novembre 2016. Un arrêté inter-préfectoral portant autorisation environnementale a aussi été pris le 18 juin 2019. Depuis, le projet a connu des évolutions substantielles, avec une modification majeure apportée à la gare de la Défense déplacée maintenant plus à l'ouest. Les coûts du projet ont aussi été révisés, fortement à la hausse. Pour ces raisons, la SGP a considéré qu'une DUP modificative devait être obtenue.

Le projet

La ligne L150 est située en totalité dans le département des Hauts de Seine. Son tracé de 22,4 km en fait à terme une colonne vertébrale pour les déplacements en transport en commun dans les zones desservies. Elle se raccorde au tronçon Pont de Sèvres – Noisy le Champs (L15 sud) et à la L15E. La L150 comprend 9 gares, dont 7 en correspondance (Saint-Cloud, Nanterre-la-folie, La Défense, Bécon-les-bruyères, Bois-Colombes, Les Agnettes et Les Grésillons). La mise en service est prévue en 2030.

Les principaux changements depuis le dossier 2015/2016 portent donc sur la localisation de la gare de correspondance de La Défense. Initialement implantée sous le centre commercial Westfield La Défense à Puteaux, cette gare a dû être déplacée à l'ouest sous la RN103 en raison de la forte complexité du site initial, de contraintes volumiques liées aux ouvrages existants incompatibles avec le projet de gare et des coûts élevés du projet qui auraient de plus repoussé la date de mise en service de la ligne 150 au-delà de 2030. Ce changement conduit à l'allongement du tunnel de 960m et à l'implantation de deux ouvrages annexes. La gare se situe maintenant dans le projet urbain du secteur Arche Sud de Paris La Défense, en un emplacement compatible avec les contraintes de ce dernier. Néanmoins, une conséquence importante du nouveau projet est un fort allongement des correspondances entre la L150 et les autres infrastructures de transport ferré, en distance et en temps. Cela va pénaliser l'attractivité du SGP. L'option envisagée par la SGP d'installer des trottoirs roulants par sens de circulation quand un couloir dépasse 150 m devrait donc impérativement être retenue pour réduire la pénalisation de ces correspondances pour les voyageurs.

Recommandation n°3 : Installer des trottoirs roulants dans les couloirs de correspondance de la station La Défense excédant 150 m

Certains ouvrages annexes et gares ont aussi été modifiés, ce qui a entraîné l'adaptation de zones potentielles d'intervention, mais la SGP entend optimiser le projet par tronçon en dialogue avec les entreprises choisies via le recours à des marchés de conception/réalisation.

Concernant la durée des travaux, la mise en service initialement prévue en deux phases (Pont de Sèvres - Nanterre la Folie en 2025, et Nanterre la Folie – Saint-Denis Pleyel en 2027) a été recalée prévisionnellement sur 2030 et en une seule phase.

Tableau 2 : Évolution des coûts d'investissement dans le temps (M€₂₀₁₂)²

Nature des coûts	Montants	
	Dossier 2015	Dossier DUP 2020
Infrastructure	1 136	1 322
Gares et ouvrages de correspondance	1 258	2 263
Ouvrages annexes et d'entonnement	361	387
Système de transport, y compris voies et façades de quais, site de maintenance	305	525
<i>Total ouvrages et systèmes</i>	<i>2 960</i>	<i>4 496</i>
<i>Dont provision pour aléas et imprévus</i>		<i>346</i>
Matériel roulant	448	395
Acquisitions foncières y/c frais	308	345
Véhicule maintenance infrastructures	Hors périmètre	50
Provision pour ouvrage de liaison ligne 15/ligne 16	55	55
TOTAL GENERAL	3 771	5 341

Source : SGP

Les causes de l'augmentation des coûts totaux de 1 570M€ depuis le dossier DUP 2016 sont les suivantes :

Surcoûts intégrés dans l'estimation du 2/02/2018, feuille de route du Gouvernement	1 190 M€
Modification de la gare de la Défense :	-180 M€
Provisions et réévaluations de celles-ci :	+ 436 M€
Autres	+ 124 M€

La SGP indique que les provisions pour aléas et imprévus (PAI) ont été calculées à partir d'une méthode d'évaluation quantitative des risques pratiquée depuis 2018. Cette PAI est nécessaire car l'estimation présentée dans le dossier est entachée d'incertitudes, la SGP n'ayant pas atteint le niveau d'études d'ingénierie détaillée nécessaire pour conforter les coûts. Ceux-ci ne seront bien cernés - hors effets d'éventuels cas de force majeur - qu'une fois les marchés négociés avec les entreprises. Par ailleurs, au moins tant que l'épidémie de la COVID 19 n'est pas jugulée, les précautions à prendre vont avoir un impact sur les coûts.

² Comme pour la ligne 15E, les coûts présentés dans le tableau sont tirés d'une présentation faite aux experts par la SGP postérieurement à la rédaction de la pièce H. Le total général est peu différent (5 388M€ dans la pièce H pour 5 341M€) et ce pour les mêmes raisons que pour la L15E.

Les PAI représentant environ 8 % de l'estimation des travaux sur la base du tableau, ce qui semble sous-estimé à ce stade et les contre-experts préconisent de retenir au moins 20 % comme pour la L15E. C'est d'ailleurs le pourcentage mentionné dans la pièce H.

Recommandation n°4 : Porter les PAI à 20 % du coût estimé des investissements.

1.3 Dynamique des territoires et anticipation

Les communes traversées par la L150 sont déjà particulièrement dynamiques et largement urbanisées, avec une spécialisation tertiaire marquée par rapport à d'autres zones périphériques de la région, sauf à Gennevilliers (extrémité nord) où se trouvent de grandes emprises industrielles, dont certaines en friche. Les communes, et tout particulièrement les 10 quartiers de gare, ont en outre fortement anticipé l'arrivée de l'infrastructure au travers d'une trentaine d'opérations d'aménagement concerté avec le soutien du département des Hauts de Seine. Les opérations programmées dans ces périmètres d'aménagement se montent déjà à 7 Mm², et un processus de densification de l'habitat pavillonnaire est lancé. La zone desservie devrait donc connaître une augmentation générale des emplois et de la population, avec une densité espérée plus forte autour des gares.

2 Prévisions de trafic

Les prévisions de trafic ont été réalisées à l'aide du modèle de déplacements MODUS de la Direction Régionale et Interdépartementale de l'Équipement et de l'Aménagement d'Île-de-France (DRIEA-IF). MODUS est un modèle de prévision de la demande de transport à 4 étapes. Il s'agit d'un modèle statique, qui se concentre sur l'estimation de la demande aux heures de pointe (bien que les périodes correspondant aux heures creuses soient aussi représentées de façon simplifiée). Si le modèle est multimodal, intégrant la plupart des modes de transport, la phase d'affectation est réalisée séparément pour les transports individuels (TI) et les transports en commun (TC).

Deux évolutions méthodologiques majeures ont eu lieu entre les dossiers de DUP de 2015 et de 2020 :

- le modèle MODUS est passé de la version 2.2 à 3.1, impliquant des changements à la fois au niveau de la structure du modèle et des données utilisées pour la calibration ;
- les données de population et d'emploi (P+E) ont été mises à jour et sont désormais les mêmes en option de référence (sans GPE) et de projet (avec GPE) dans le dossier de 2020, contrairement au dossier de 2015 mobilisant des P+E distincts en référence et en projet.

Nous détaillons ces évolutions et leurs implications ci-dessous.

2.1 Les changements apportés au modèle MODUS de la DRIEA-IF

Suite aux premières prévisions de trafic du GPE réalisées par la DRIEA-IF à l'aide de MODUS 2.2, plusieurs travaux d'expertise ont examiné le modèle MODUS 2.2, ses résultats, et ont proposé des recommandations en vue de l'améliorer.³ La DRIEA-IF a cherché à intégrer ces recommandations et a également profité de la nouvelle enquête globale transport (EGT) de 2010 pour refondre son modèle, donnant lieu à la version 3.1 utilisée pour les prévisions du présent dossier.

Structure du modèle

Si l'architecture générale du modèle reste globalement inchangée entre MODUS 2.2 et MODUS 3.1 (voir figure ci-dessous), un certain nombre d'évolutions ont eu lieu concernant la représentation de la demande et des modes de transport, ainsi que la spécification des différents sous-modèles. Un tableau récapitulatif des évolutions, élaboré par la DRIEA, est proposé en annexe. Nous résumons ici les principales évolutions.

Au niveau de la structuration du modèle, on observe trois principaux changements :

- la demande est représentée de façon plus fine, avec 22 combinaisons de motifs * classe d'usagers dans MODUS 3.1, contre 12 dans MODUS 2.2 ;
- les modes sont regroupés en 4 groupes d'alternatives (VP-2RM-Taxi, TC, MaP-Trot-Roller, et Vélo-Vlib-VLS) contre seulement 3 (VP-2RM, TC, et Modes doux) précédemment, afin de mieux représenter les déplacements à vélo ;
- les périodes de la journée considérées sont au nombre de 3 dans MODUS 3.1: heure de pointe du matin (HPM : 6h – 10h), du soir (HPS : 16h – 20h) et enfin période creuse de jour (PCJ : 10h – 16h). MODUS 2.2 ne considérait que l'HPM et l'HPS.

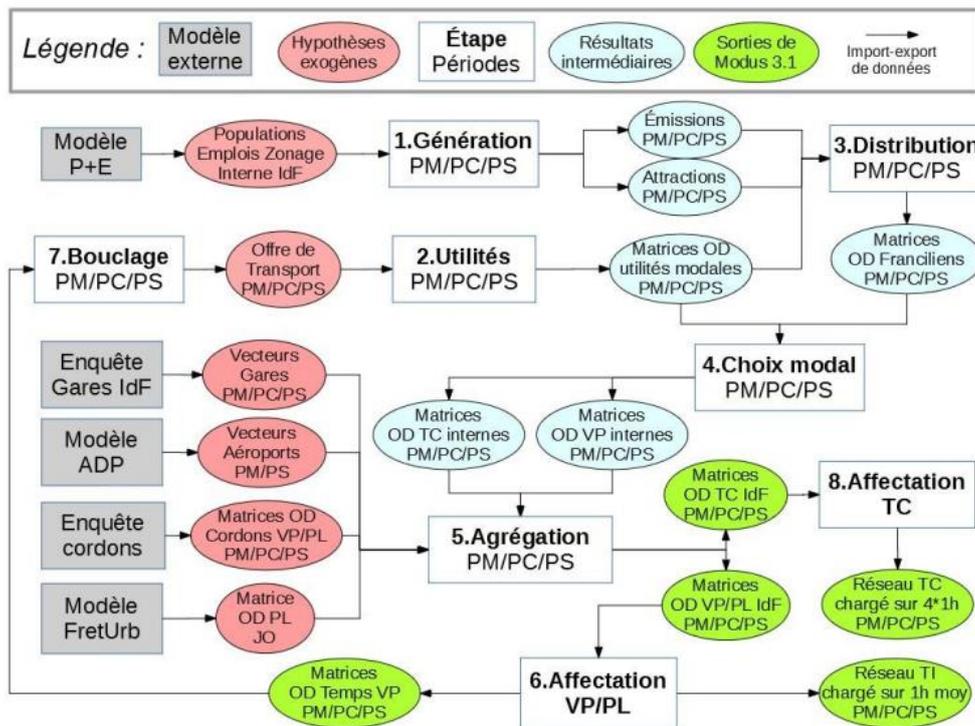
³ Cela inclut en particulier le rapport du CGEDD relatif à la « modélisation des déplacements de voyageurs en Île-de-France » de mars 2015 et l'avis du conseil scientifique de la SGP de décembre 2014.

De nombreuses évolutions ont également été apportées à la spécification des différents modèles :

- intégration de transformées de Box-Cox dans les fonctions d'utilité,⁴ qui permettent de capturer la non-linéarité des effets relatifs aux variables de temps et de coût;
- spécification plus poussée des modèles de génération et de distribution ;
- utilisation d'une procédure d'affectation prix-temps multiclassé (VP-PL) pour les transports individuels.

Si toutes ces évolutions participent sur le plan théorique d'une meilleure qualité du modèle, seul un travail de validation pourrait confirmer la supériorité de MODUS 3.1 par rapport à la précédente version MODUS 2.2 dans une perspective d'exercice de prévision à l'horizon 2030. Nous revenons sur ce point plus loin.

Figure 1 : Architecture générale de MODUS 3.1



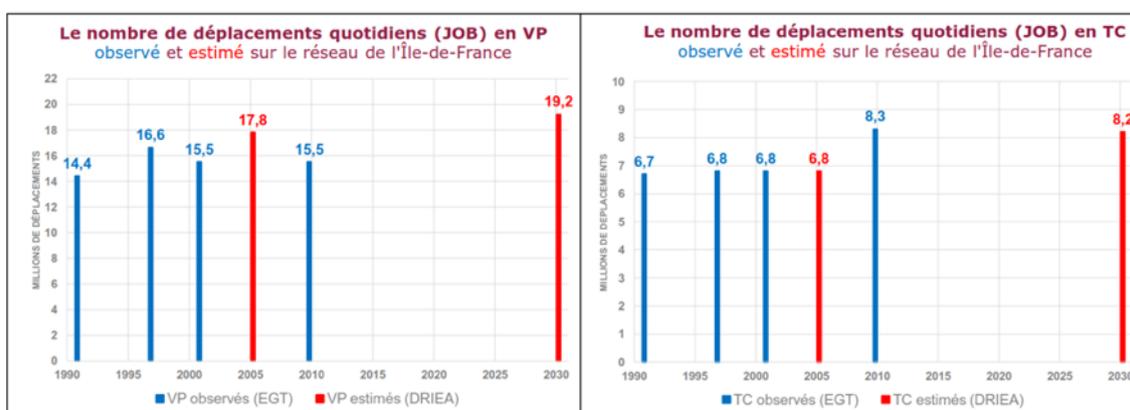
Source : DRIEA-IF (2020)

Données d'entrée génériques

Le modèle MODUS 3.1 a été instancié pour une année de référence correspondant à l'année 2012. Il a été calibré à partir des données de l'EGT 2010, tandis que MODUS 2.2 utilisait 2005 comme année de référence et était calibré sur l'EGT 2001. L'utilisation d'une EGT plus récente permet de corriger un biais de MODUS 2.2, qui avait tendance à prévoir en prévision une part modale importante pour la voiture, alors même qu'on observe depuis plusieurs années une progression des transports en commun et une stabilisation voire un recul de la voiture selon les territoires (voir Figure 2).

⁴ La transformée de Box-Cox est une transformation du type $f(x) = (x^\lambda - 1)/\lambda$.

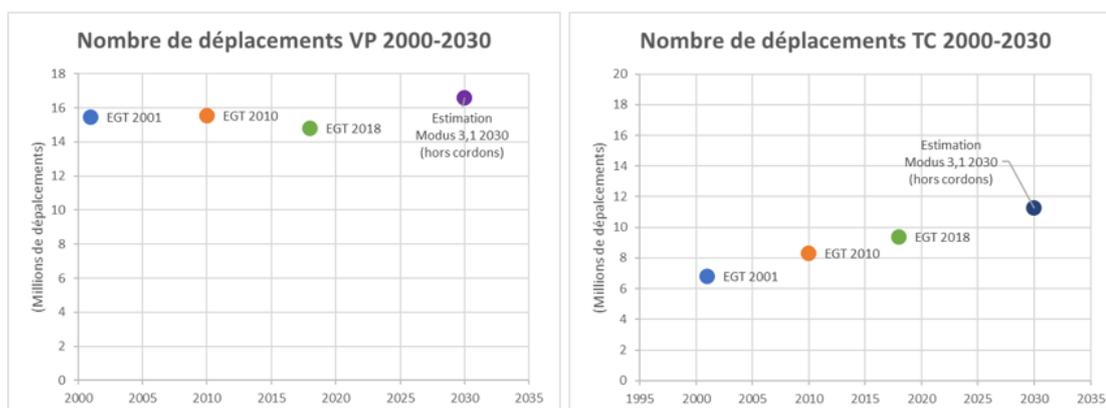
Figure 2 : Prévisions de Modus 2.2 pour 2005 et 2030 et observations des EGT



Source : Setec international (2017)

Les nouvelles prévisions de MODUS 3.1 semblent de fait plus cohérentes avec ces tendances observées sur les dernières EGT (Figure 3).

Figure 3 : Prévisions de Modus 3.1 pour 2030 et observations des EGT



Source : Setec international (2020)

Au-delà de l'EGT, de nombreuses données d'entrée ont été mises à jour grâce à la disponibilité de millésimes plus récents : les données d'offre de transport en commun (désormais basées sur le GTFS d'Ile-de-France Mobilités⁵), le réseau routier, les P+E, les matrices auxiliaires (matrice fret correspondant à l'année 2009, enquête cordons 2013-2016).

Données d'entrée des scénarios 2030

Afin d'établir les prévisions pour 2030, un certain nombre de données doivent être mises à jour pour refléter les conditions de transport prévues à cet horizon : le réseau routier, l'offre de transport en commun, les niveaux de coûts (coût d'usage de la voiture, du vélo) et de prix (transport en commun, péages routiers). Concernant ces éléments, si le dossier fournit dans l'annexe de la pièce H (Annexe : évaluation socio-économique à l'échelle du Grand Paris Express) les principales hypothèses associées, un tableau récapitulatif chiffré de ces hypothèses, et notamment de la qualité de service prévue pour le Grand Paris Express (fréquence et vitesse commerciale par ligne, capacité du matériel roulant), aurait été appréciable.

⁵ Le format *General Transit Feed Specification* (GTFS) est le format de référence pour la mise à disposition des données d'offre de transport en commun.

Recommandation n°5 :	Intégrer dans le tableau récapitulatif de l'Annexe 1 (Synthèse des hypothèses et des résultats) les hypothèses relatives à la qualité de service du Grand Paris Express, et au niveau des coûts d'usage pour les différents modes et les prix.
-----------------------------	--

En particulier, il est fait l'hypothèse que la structure des coûts et des prix demeure inchangée entre l'horizon actuel (2012) et futur (2030). Ceci découle de ce que le modèle MODUS, même dans sa nouvelle version, n'est pas encore à même de correctement estimer les effets de variations importantes au niveau des coûts et prix des modes de transport, en particulier concernant l'étape de distribution (cf. audition DRIEA-IF). Si l'hypothèse d'une stabilité des coûts (en € constants) peut sembler raisonnable pour les transports en commun, le cadre d'évaluation du ministère (les « fiches-outils ») prévoit une augmentation des coûts d'énergie d'environ + 30 % (en € constants) pour les véhicules particuliers entre 2015 et 2030. Les coûts d'entretien progresseraient eux de + 15 % sur la même période. A l'inverse, en 2050 la situation serait complètement inversée, avec un coût d'usage très faible de la voiture par rapport à 2015 (- 60 %), lié au développement du véhicule électrique. Ces variations majeures du coût d'usage de la voiture impliquent que les hypothèses de modélisation (stabilité des coûts VP et TC) minorent l'utilisation des transports en commun aussi bien dans l'option de référence que dans l'option de projet à l'horizon 2030, mais les surestiment à l'horizon 2050. Cela signifie que les gains de confort et de fiabilité sont très probablement minorés pour 2030 et majorés pour 2050. A l'inverse, les gains de report modal sont eux très probablement majorés pour 2030 et minorés pour 2050. L'impact final sur le bilan socio-économique est donc très difficile à déterminer.

Recommandation n°6 :	Pour des projets de transport de voyageurs de grande ampleur, utiliser à l'avenir autant que possible des modèles permettant de simuler les effets des variations importantes à venir des coûts de transport, en lien avec le développement du véhicule électrique, sur la motorisation des ménages, leurs comportements de mobilité, et les impacts environnementaux.
-----------------------------	--

2.2 Données P+E

Au-delà des évolutions du modèle MODUS en tant que tel, un autre changement méthodologique majeur concerne le fait que les scénarios de population et d'emploi (les P+E) sont désormais les mêmes en option de référence et en option de projet. Lors du dossier de 2015, les P+E étaient différents en option de référence et en option de projet, afin de refléter l'impact de la création du Grand Paris Express sur le nombre de ménages et le nombre d'emplois en Île-de-France, ainsi que sur leurs localisations. Par ailleurs, les scénarios de P+E du dossier 2020 correspondent au scénario haut élaboré par l'Institut Paris Région (IPR) et la DRIEA-IF, publié en décembre 2018. Les P+E de 2015 étaient eux issus du modèle Urbansim, un modèle d'interaction transport-usage du sol (*Land-Use Transport Interaction, ou LUTI*), dans le cadre de travaux commandités par la SGP. On passe donc de P+E différents en référence et en projet, et établis par un modèle LUTI dans le dossier 2015, à des P+E identiques en référence et en projet, basés sur une méthode de type descendante et ascendante, incluant les projets d'aménagement en cours ou prévus par les acteurs locaux dans le dossier 2020.

Alertée par ce qui lui semblait être une sous-estimation des populations et des emplois lors de la préparation des dossiers de DUP des lignes L17 et L18, la SGP a présenté l'approche DRIEA à son CS et ce dernier a demandé des précisions sur les hypothèses et la base théorique retenues. Il est prévu qu'un dialogue démarre prochainement entre la DRIEA-IF et l'IPR et la SGP, ce qui serait très heureux.

Dans la pratique, à l'échéance 2030 les divergences sur les totaux d'emplois dans la région Ile de France ne sont pas significatives, puisque la DRIEA-IF retient 6,44 M d'emplois en entrée de MODUS 3.1 (Scénario haut) et Urbansim se base sur 6,31M emplois (S1 option basse en situation projet), soit un écart de 2 %. Il n'est pas possible de dire, contrairement à ce qui est mentionné dans le dossier, que MODUS sous-estime les déplacements par rapport aux emplois pris en compte dans Urbansim, car les emplois en entrée de MODUS sont plus élevés que les emplois répartis par Urbansim. Cependant, de l'avis de la SGP cette différence ne devrait pas avoir un effet plus important que l'incertitude sur les résultats liée au modèle et aux données d'entrée.

Tableau 3 : Hypothèses d'emploi 2030 de MODUS 3.1 et dans Urbansim pour la région

Modèle et hypothèse	Emplois
MODUS 3.1 (Hypothèse Haut)	6 436 414
Urbansim (Hypothèse S1)	6 313 272

Source : Setec international (2020)

Cependant, les granularités des prévisions territoriales n'étant pas identiques, il n'est pas possible de pousser la comparaison plus avant. Par ailleurs, les taux de croissance dans le temps n'étant pas identiques les divergences des P+E sur les périodes de simulation sont importantes. En effet, les données P+E de MODUS 3.1 le long des lignes sont différentes des sorties des simulations du modèle Urbansim, ce qui crée un biais dans les calculs respectivement des effets classiques et non classiques (nous revenons sur ce point dans la partie relative au bilan socioéconomique).

Les P+E étant désormais similaires dans les options de référence et de projet, ceci tend à sous-estimer les augmentations de trafic entre l'option de référence et de projet (pour tous les modes). Dans le cas des transports en commun, cela sera particulièrement le cas pour les lignes traversant des zones qui vont largement s'urbaniser avec la réalisation du GPE, et dans une moindre mesure sur le reste du réseau transport urbain de l'agglomération.

Recommandation n°7 : Utiliser des P+E distincts en option de référence et de projet dès lors que le projet évalué a un impact significatif sur la démographie et l'emploi.

2.3 Les nouvelles prévisions de trafic et comparaison avec les prévisions 2015

Comme attendu d'après tous les éléments évoqués ci-dessus, le passage de la version 2.2 à 3.1 de MODUS aboutit à des prévisions de trafic beaucoup plus élevées pour les transports en commun, et en particulier pour le Grand Paris Express (tableau 4). A l'inverse, le trafic routier est réduit de 10 % dans le scénario de référence. Les prévisions de MODUS 3.1 pour le scénario de référence concernant les VP et les TC sont plus en ligne avec les évolutions récentes observées entre les deux dernières EGT, comme rappelé dans le tableau. Si l'on fait abstraction du contexte récent (questions sur les potentiels effets de long terme de la crise sanitaire sur les comportements de mobilité), les prévisions de MODUS 3.1 à l'horizon 2030 dans le scénario de référence semblent donc plus vraisemblables que celles de MODUS 2.2.

La ligne 15 demeure la ligne du GPE présentant le plus fort niveau de trafic, atteignant la moitié du réseau dans son ensemble. La nouvelle version de MODUS conforte le rôle structurant de cette ligne.

Tableau 4 : Prévisions de trafic pour les transports en commun

			Modus 3.1	Modus 2.2	Δ	
VP	Total IdF (JOB)	EGT 2010	15 500 000			
		EGT 2020	14 800 000			
		Option référence	17 440 000	19 200 000	-9%	
		Option projet	17 260 000			
TC	Total IdF (JOB)	EGT 2010	8 300 000			
		EGT 2020	9 400 000			
			Option référence	11 970 000	8 200 000	46%
			Option projet	12 200 000		
		GPX (JOB)	Option projet	2 870 000	2 350 000	22%
		GPX (HPM)	Option projet	415 000	340 000	22%
		L15 (JOB)	Option projet	1 450 000		
		L15 (HPM)	Option projet	215 000		

Source : pièce H, Setec international (2020)

2.4 Quelle fiabilité des résultats ?

Calibration et validation de MODUS

Si les résultats de MODUS 3.1 sont plus en phase avec les évolutions récentes de la mobilité observées dans l'EGT, le processus de calibration⁶ n'a pas été documenté. Par ailleurs, aucune procédure de validation⁷ n'a été évoquée concernant MODUS 3.1. Il est donc difficile de se prononcer sur la qualité des prévisions de trafic à l'horizon 2030, à fortiori concernant le Grand Paris Express et les lignes 15 Ouest et Est en particulier. Les éléments précédents laissent penser que les nouveaux résultats sont probablement de meilleure qualité que ceux issus de MODUS 2.2, sans qu'il soit possible de proposer des marges d'erreur sur les prévisions proposées.

Comparaison avec d'autres modèles (ANTONIN, IMPACT)

Tandis qu'un exercice de comparaison avait été mené entre les résultats de MODUS 2.2 et des modèles ANTONIN de IdF-M et IMPACT de la RATP, cet exercice n'a pas encore été réitéré concernant les prévisions les plus récentes issues de MODUS 3.1. Cela aurait pu contribuer à une plus grande transparence de l'exercice, même si les prévisions ne sont pas nécessairement directement comparables entre modèles (en particulier si elles ne reposent pas sur les mêmes hypothèses de P+E). Il est par ailleurs surprenant de voir que certains chiffres et supports de carte (par exemple concernant la décharge des autres réseaux) reposent sur le modèle ANTONIN, et non sur le modèle MODUS 3.1. Il aurait été plus cohérent d'utiliser une seule source principale pour l'ensemble des prévisions discutées dans le document.

Recommandation n°8 : Comparer les prévisions de MODUS 3.1 avec les prévisions existantes des autres modèles franciliens (ANTONIN, GLOBAL).

⁶ Ajustement du modèle et de ses paramètres afin de reproduire les données observées.

⁷ La validation vise à tester la capacité prédictive du modèle en utilisant des données autres que celle utilisées lors de la phase de calibration (pour vérifier l'absence de biais tel que le surapprentissage).

3 Le bilan socioéconomique du GPE

3.1 La méthodologie suivie par la SGP

L'évaluation socioéconomique du projet a été menée par la SGP sur la base des textes applicables aux projets d'infrastructures de transport, le premier étant l'Instruction du Gouvernement du 16 juin 2014 complétée par la note technique du 27 juin 2014 de la direction générale des infrastructures, des transports et de la mer (DGITM). Cette dernière direction a aussi publié en 2019 puis en juillet 2020 des mises à jour des fiches outils du référentiel explicitant les modalités des différents calculs à faire.

La SGP a appliqué cette méthode classique pour les évaluations socioéconomiques du GPE et des projets le constituant depuis les premiers dossiers de nouvelles lignes présentés à la contre-expertise, à l'époque organisées par le Commissariat général à l'investissement (CGI), en 2015. Ainsi, par rapport à une situation de référence sans projet elle a déterminé les effets transport (gains de temps pour les usagers des réseaux de transport valorisés sur la base des valeurs du temps tutélaire, gains de confort et gains de régularité). Elle a aussi valorisé les effets environnementaux : coût de la pollution atmosphérique ; coût des nuisances sonores, effets amonts et aval, c'est-à-dire émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre issues de la production et de la distribution d'énergie ; et coût des accidents de la route. Concernant les gaz à effet de serre, à la suite de la publication de la Stratégie nationale bas carbone (SNBC) et conformément aux textes en vigueur, la SGP a pris en considération deux situations de référence : la première au fil de l'eau sans atteinte des objectifs de la SNBC et la seconde dans laquelle les objectifs de la SNBC seraient pleinement atteints.

Les derniers effets retenus par la SGP, tels que listés par les textes sans que leur prise en compte soit obligatoire, sont les effets urbains ou d'usage du sol résultant de la densification attendue autour des gares : économies des coûts externes d'étalement urbain (moins d'artificialisation des sols, moins de dépenses de voiries et réseaux urbains, et moins de coûts d'exploitation des services publics).

En outre, la SGP a ajouté une évaluation des effets économiques. Ceci inclut l'évaluation des emplois dits « de chantier », les emplois directs et indirects liés à la création du projet, et aux autres effets économiques plus larges et de plus long terme induits par le projet. Tandis que pour les emplois de chantier les fiches outils recommandent une méthode précise, les autres effets correspondent à des effets non classiques (dits « bénéfiques non-conventionnels »), pour lesquels les fiches-outils ne prescrivent ni ne recommandent encore de valeur. La SGP utilise donc des méthodes qui lui sont propres quoique largement inspirées par des pratiques existantes à l'étranger. Il s'agit des gains liés aux nouveaux emplois internationaux induits par le projet – hors transferts d'autres parties de l'agglomération parisienne et d'autres régions françaises – et aux emplois domestiques qui en découlent, ainsi qu'aux effets d'agglomération (gains de productivité pour les emplois existants liés à la densification des bassins d'emploi et de population, externalités de *pooling* et de *matching* sur le fonctionnement du marché du travail, c'est-à-dire meilleures possibilités d'appariement employeur/employé via l'amélioration des transports, créations d'emploi générés par la baisse de la tension sur les prix immobiliers).

Pour la guider dans cette dernière approche non classique et novatrice la SGP s'est entourée d'un Conseil scientifique qui a validé les principes de la méthodologie élargie. Par ailleurs les précédentes contre-expertises de différents projets du GPE présentés par la SGP au SGPI, et à son prédécesseur le CGI, ont évalué la méthodologie suivie sans en définitive remettre en cause les principes et les outils utilisés. Plusieurs avis avaient toutefois demandé avec insistance à la SGP de fournir plus d'informations et d'explications sur les fondements et limites des modèles utilisés

pour estimer les effets d'agglomération afin d'effacer l'aspect boîte noire des explications fournies dans les pièces H des différents projets.

Cependant, le document annexe aux pièces H des dossier L15E et L150 (évaluation socioéconomique à l'échelle du GPE) reste encore bref sur la méthodologie utilisée. Avec l'objectif de bien comprendre les méthodes et plus largement d'améliorer la pertinence des évaluations socioéconomiques des grands projets de transport, les contre-experts ont souhaité examiner aussi en profondeur que possible les hypothèses et le fonctionnement des modèles de simulation utilisés pour le calcul des effets économiques dans les bénéfices socioéconomiques. Les contre-experts remercient la SGP de s'être bien volontiers prêtée à l'exercice et d'avoir répondu largement aux questions posées. Comme plusieurs aspects ont été éclaircis, le rapport mentionne les informations fournies par la SGP pendant le dialogue.

3.2 L'évolution des hypothèses et de la méthodologie depuis les projets de 2015

Comme indiqué précédemment, la contre-expertise actuelle porte sur les dossiers modificatifs des deux DUP initiales des L15E et L150, dans un contexte où beaucoup de paramètres et d'outils d'évaluation ont évolué avec les années si bien que les résultats des évaluations 2015 ne sont pas directement comparables à ceux des dossiers 2020.

Pour les discuter, nous ferons aussi référence à la contre-expertise de l'évaluation socioéconomique du projet modifié de ligne 18 du GPE datant de 2019 qui a fait l'objet d'une contre-expertise du SGPI en date du 7 février 2020.

Les principales différences entre respectivement les évaluations de 2015/2019 et 2019/2020 de l'ensemble du GPE, les données socioéconomiques et les modèles utilisés sont reportées dans le tableau 5.

Tableau 5 : Changements apportés aux données d'entrée et aux modèles entre le dossier 2015 et les dossiers L18 2019 et L15E/O 2020

Nature des changements	L18 2019	L15s 2020
Actualisation des coûts du projet	X	X
Application de la dernière version des fiches outils du référentiel d'évaluation des projets transport.	Version 2019	Id
Passage des P+E UrbanSim aux P+E IPR & DRIEA-IF	X	X
Passage de MODUS 2 à MODUS 3 pour les prévisions de trafic		X
Prise en compte de la tarification unique des TC dans la zone GPE	X	
Modification de la valeur tutélaire du carbone comme recommandé dans le rapport Quinet 2019	X	
Intégration de la Stratégie nationale bas carbone (SNBC) en option de référence.		X
Mise à jour du modèle Urbansim sur la base des dernières données démographiques et économiques disponibles.		X
Actualisation des calculs des effets d'agglomération en prenant aussi en compte un découpage territorial plus fin que précédemment.		X
Intégration dans Urbansim des résultats des recherches depuis 2011 sur la dynamique économique et urbaine		X
Modification de la valeur des emplois créés	X	

Valorisation des emplois de chantier	X	
Suppression de l'option de référence dégradée	X	
Révision des méthodes de calcul des effets par ligne	X	X

Nb : les croix indiquent les changements par rapport aux versions précédentes.

Source : Contre-expertise

Enfin les calendriers de mise en service des différents projets retenus dans les évaluations 2019 et 2020 ont évolué par rapport à celui de 2015, comme indiqué dans le chapitre sur la description des projets

3.3 Les P+E

Suite à l'utilisation d'un nouveau jeu de P+E pour les prévisions de trafic, l'estimation des effets transport et des effets économiques repose sur 2 hypothèses distinctes concernant les P+E :

- les effets transport sont basés sur les P+E de la DRIEA-IF et de l'IPR, qui sont identiques en option de référence et en option de projet ;
- les effets économiques élargis sont basés sur les P+E par zone issus de UrbanSim (qui se base sur un cadrage global en nombre d'emplois et en population régionale fourni par la SGP), qui sont eux distincts en référence et en projet. Cela permet notamment d'analyser les effets de densification liés au Grand Paris Express.

Il y a donc une incohérence entre l'évaluation des effets transports et des effets économiques. Cette incohérence ne permet pas d'exclure la possibilité de doubles-comptes. Si on peut supposer que ceux-ci devraient rester modérés voire minimales à l'échelle de la VAN totale du projet, un chiffrage très simple aurait pu être obtenu en utilisant les P+E de UrbanSim pour simuler les options de référence et de projet dans MODUS 3.1.

Créations d'emploi : modèles spatiaux d'équilibre général calculable

La contre-expertise de l'évaluation socioéconomique du projet L18 révisé (2019) avait déjà souligné le manque de clarté sur les données et les sorties des différents modèles. Nous ne pouvons que reprendre cette recommandation puisque la pièce H actuelle pour la L15E/L150 est tout aussi sommaire, la SGP donnant seulement des descriptions sommaires de plusieurs modèles estimant les impacts d'une amélioration de l'accessibilité sur la création d'emplois (LIEPP – Sciences Politiques Paris ; RHOMOLO – Commission européenne ; REGINA – Dérivé du modèle anglais DELTA) et se référant aux validations de l'approche qu'elle a retenue par le Conseil scientifique et à l'absence de critiques fondamentales dans les précédentes contre-expertises des évaluations socioéconomiques de lignes du GPE.

Localisation des ménages et des emplois : le modèle Urbansim

Le modèle Urbansim est un modèle d'urbanisation, c'est-à-dire un programme de simulation informatique permettant de simuler le développement urbain, ainsi que les choix de localisation des ménages et des entreprises. Développé par Paul Waddell (Professeur à l'université de Berkeley, Californie – USA) le modèle Urbansim est le modèle de référence de la SGP pour simuler les développements urbains autour des gares du GPE. Si Urbansim est en général couplé à un modèle de transport afin d'en faire un modèle intégré transport – usage du sol (Land-Use Transport Interaction ou LUTI), l'instanciation utilisée actuellement pour l'Île-de-France ne repose pas sur un tel couplage entre UrbanSim et MODUS. UrbanSim prend en entrée des prévisions de population générales à l'échelle de la région basées sur les cadrages de la SGP (à

partir des estimations INSEE et IPR), et utilise les estimations des temps de parcours provenant des sorties de MODUS 3.1. Cependant les calculs de UrbanSim ne rétroagissent pas sur MODUS 3.1.

Le modèle localise d'abord les ménages à partir de divers critères, puis les salariés et enfin les entreprises dans différents secteurs d'activité. La localisation résidentielle tient compte du lieu de travail des membres du ménage. La localisation des entreprises dépend des différents temps de trajet des salariés et d'une matrice d'attractivité/répulsion entre secteurs d'activités. Urbansim est un modèle encore au stade de la recherche, et comme tous les autres modèles LUTI, il est difficile à calibrer et très sensible aux données utilisées. Le Conseil scientifique de la SGP a entériné son utilisation mais malheureusement la pièce H est très sommaire sur l'architecture d'Urbansim et la construction des simulations du GPE, informations pourtant d'importance pour les lecteurs.

Depuis 2015, la structure du modèle Urbansim a peu évolué, mais la version utilisée dans les évaluations 2020 des lignes 15^E et 150 prend en compte les résultats des recensements les plus récents. Sinon, seules des modifications de détail ont été apportées à Urbansim entre le dossier 2019 et le dossier 2020.

Recommandation n°9 : Présenter dans la pièce H, même sommairement, les fondements du modèle Urbansim.
--

Les paragraphes précédents, sur les modèles et les P+E montrent qu'il est impératif que les divers modèles mobilisés afin de réaliser l'évaluation socioéconomique soient mis en cohérence, en particulier en ce qui concerne les P+E en situations de référence et de projet.

Recommandation n°10 : Mettre en cohérence les modèles utilisés pour les évaluations socioéconomiques et les données d'entrée respectives.
--

3.4 Estimation des bénéfices socioéconomiques du GPE et comparaison avec les études précédentes

Méthode suivie

L'évaluation des bénéfices socioéconomiques du projet a été d'abord réalisée à l'échelle du GPE, et les avantages spécifiques des lignes L15E et L150 ont ensuite été estimés à partir de ce total selon une méthode discutée plus loin. Chaque dossier de DUP comprend donc une pièce H spécifique (évaluation des bénéfices de la ligne) et une annexe commune qui décrit l'évaluation au niveau de l'ensemble du GPE, comme indiqué précédemment.

Les effets socioéconomiques au niveau du GPE sont appréciés à partir de la valeur actualisée nette (VAN) des gains socioéconomiques annuels à partir de la mise en service des lignes diminués des coûts annuels à partir du début de la construction. Les effets sont calculés jusqu'en 2140, avec une première période jusqu'en 2070 correspondant à une montée en puissance des effets jusqu'en 2035 suivie d'une croissance régulière (en appliquant des facteurs de croissance sur le trafic, les valeurs du temps, les coûts d'exploitation...), suivie d'une période de 2070 à 2140 pour laquelle les gains socioéconomiques sont supposés stables.

Une remarque liminaire s'impose au vu du calendrier retenu. En effet, plusieurs lignes du GPE ne seront mises en service qu'en 2030, c'est-à-dire que les effets de localisation d'emploi et urbains ne seront pas complets à cette date du fait des délais d'apparition des nouveaux comportements. C'est pourtant l'hypothèse retenue par la SGP, laquelle surestime ainsi les bénéfices économiques

dans les premières années après 2030 et donc les bénéfices totaux, même si certains bénéfices peuvent apparaître avant la mise en service.

Recommandation n°11 : Faire un test de sensibilité sur le rythme de création des emplois.

Il y a de grandes différences dans la valeur actualisée nette (VAN) des bénéfices socioéconomiques du GPE présentés dans les pièces H des dossiers de 2015 et de 2020, et des différences moindres entre les simulations de 2019 et celles de 2020. Le tableau ci-dessous présente en parallèle les diverses contributions à la VAN, hors coûts des travaux et d'exploitation, selon la méthodologie appliquée par la SGP entre les dossiers L15 2015, L18 2019 et L15E+O de 2020, et le total des avantages. Pour les gains environnementaux, à ce stade de l'analyse nous nous intéressons à la situation de référence ne prenant pas en compte la Stratégie nationale bas carbone (SNBC).

Tableau 6 : Comparaison des VAN 2015, 2019 et 2020 - Option basse du projet GPE

	DUP L15 - 2015	DUP L18 - 2019	DUP L15E+O - 2020	
	€ 2010	€2010	€2010	€2015
Avantages en Mds€¹				
Valorisation des effets transport	17,7	17,3	14,2	14,99
Régularité	3,5	4,0	4,6	4,86
Confort	1,6	1,4	3,9	4,14
Gains environnementaux (situation de référence sans SNBC)	6,2	7,2	4,04	4,26
Gains urbains	5,7	7,5	7,49	7,90
Effets directs de réallocation	9,0	0	0	0
Effets d'agglomération	6	14,3	11,3	11,9
Valorisation des emplois	10,3	20,2	19,6	20,71
Emplois de chantier		5,5	5,2	5,51
TOTAL avantages	59,9	77,4	70,4	74,29

¹ : tous les avantages sont actualisés pour l'année 2010, même pour les chiffres du présent dossier qui sont en €2015, mais avec une actualisation à 2010. Les chiffres en €2010 ont donc été recalculés par les contre-experts.

Source : SGP

La VAN des bénéfices socio-économiques a fortement augmenté par rapport à l'estimation de 2015, puisqu'elle passe de 59,9 Mds€₂₀₁₀ à 70,4 €₂₀₁₀. En fait l'essentiel du différentiel a été constaté entre les estimations du dossier DUP 2015 L15 et du dossier L18 2019 (74,9 Mds€₂₀₁₀) la nouvelle évaluation des bénéfices socioéconomique du GPE redescendant de - 6 %.

Les effets transport (gains de temps)

Les effets à 14,99Mds€₂₀₁₀ se décomposent en 11,059Mds€ pour les usagers TC de référence, 2,62 Mds€ pour les nouveaux usagers TC et 1,31Mds€ pour les effets de décongestion routière. Ils étaient de 17,7Mds€₂₀₁₀ dans le dossier 2015 et quasiment à la même hauteur dans le dossier 2019 (17,2Mds€₂₀₁₀).

Bien que la mise à jour de MODUS 3.1 ait abouti à des prévisions de trafic plus élevées pour le Grand Paris Express, la cause essentielle de la baisse, selon la SGP (avis partagé par les contre-experts), vient du choix de garder les mêmes P+E dans les options de référence et de projet. Ceci réduit très fortement le trafic induit généré par le projet, le surplus associé n'étant ainsi pas pris en compte dans le calcul des effets transports. Il en résulte des gains de temps moindres pour les usagers des TC comme des VP.

Les gains de régularité

Les gains de régularité passent de 3,5 Mds€₂₀₁₀ en 2015 à 4,60 Mds€₂₀₁₀ à l'échelle du GPE. La SGP l'explique par 1) le nombre de voyageurs TC plus important en situation actuelle après recalage à partir de l'EGT 2010, 2) les transferts de voyageurs entre les lignes de métro, à forte irrégularité sur les lignes du GPE supposées plus régulières, et 3) la moindre charge des lignes de RER réduisant les retards en station. Le dossier n'évalue pas en revanche les pertes de régularité qui résulteraient de l'abandon de l'hypothèse des P+E constants dans MODUS sur la période d'étude alors que cette constance tend à minorer le nombre de déplacements induits en 2030 et au-delà.

Si les calculs menés suivent la méthodologie officielle, et si les améliorations prévues en termes de fiabilité semblent raisonnables, la méthode de valorisation du ministère aboutit à des gains de régularité extrêmement élevés. D'après les estimations des contre-experts, la valorisation serait 5 à 10 fois plus élevée par rapport aux valorisations usuelles dans la littérature académique internationale, avec un « ratio fiabilité » (*reliability ratio*, rapport entre la valeur du temps et la valeur de la fiabilité) proche de 1 (voir par exemple la méta-analyse de Carrion et Levinson, 2012).

Recommandation n°12 : Utiliser des valorisations plus récentes et basées sur l'état de l'art pour les gains de fiabilité.

Les gains de confort

Ils passent de 1,6 Mds€₂₀₁₀ dans le dossier 2015 à 3,92 Mds€₂₀₁₀ dans le dossier 2020. Le recalage à la hausse des trafics TC en situation actuelle, ainsi que le passage à des P+E constants participent tous deux de cette hausse.

Par ailleurs, les évaluations précédentes ne prenaient en compte que les gains de confort sur les cinq lignes de RER sans inclure les autres moyens de transport lourds (métro dont GPE, Transilien, tramway), alors que c'est le cas dans le dossier 2020. Il s'agit là d'un changement majeur, mais bienvenu, qui rend toutefois difficile toute comparaison entre les simulations 2015 et 2020.

Les gains environnementaux

Les effets environnementaux du projet sont donnés par les variations des coûts externes liés à la phase de construction de l'infrastructure puis à ses conséquences en termes de circulation automobile (baisse de la pollution locale, du bruit, des accidents de la route, effets amont-aval, mais aussi baisse des émissions de gaz à effet de serre).

L'évaluation des effets locaux est réalisée selon la méthodologie préconisée dans la fiche-outil du 03 mai 2019 relative à l'évaluation des projets de transports. Cette évaluation est classique et a été peu modifiée depuis la précédente contre-expertise. Nous nous concentrons donc ici sur les conséquences du projet en termes d'émissions de GES.

Si la société Setec a eu la charge de l'évaluation socioéconomique du GPE, elle s'est appuyée pour la valorisation des effets liés aux émissions de GES sur les travaux de STRATEC, mandaté par la

SGP. STRATEC a mobilisé à cette fin comme dans les dossiers précédents l'outil CarbOptimum, qui évalue les émissions de GES des grands projets à partir d'une approche en analyse de cycle de vie. STRATEC a ainsi évalué les émissions provenant des études et travaux préalables, de la construction et du fonctionnement de l'infrastructure, des changements en termes de mobilité en Ile-de-France (report modal) et enfin les émissions évitées grâce à la densification (développement territorial). Deux scénarios sont présentés : un scénario A qualifié de scénario « avec hypothèses minorantes » et un scénario B « avec hypothèses réalistes ». Notons que si STRATEC a évalué les réductions de GES liées au report modal, la Setec n'a pas retenu ces chiffres, et a préféré se servir de MODUS 3.1 à cette fin. Si le choix de se reposer sur MODUS 3.1 est soutenu par les contre-experts, il aurait été bon de discuter les écarts entre les résultats de STRATEC et de MODUS 3.1.

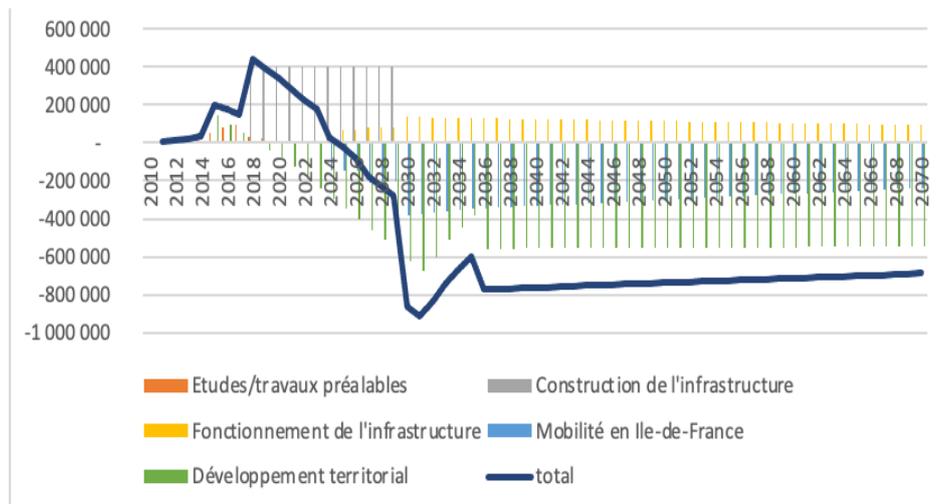
Les contre-experts auraient également aimé que les hypothèses des scénarios A et B présentés dans la pièce H soient explicitées, la baisse des émissions étant du simple au double entre les 2 scénarios. Une autre frustration relative à la référence au modèle Carboptimum provient du fait que ce dernier utilise les sorties de MODUS pour le report modal et un modèle LUTI non précisé pour le développement territorial, et que l'on aimerait être certains que ces sorties sont bien les mêmes que celles utilisées ailleurs dans la chaîne de modélisation.

Recommandation n°13 : Expliciter les hypothèses et méthodes de calcul adoptées par la SGP pour calculer les réductions d'émission de CO ₂ .

Les chroniques d'émissions pour le scénario A, finalement retenu, telles qu'elles sont données dans le tableur Excel de la Setec sont représentées sur la figure 4. Les émissions de CO₂ liées aux travaux et à l'exploitation des infrastructures sont toujours positives et en croissance, alors que l'impact du développement territorial est négatif à une hauteur telle qu'en 2050 le projet réduit les émissions de CO₂ malgré les émissions liées au réseau. Une partie importante des gains provient donc de l'effet développement territorial, dont on comprend mal d'ailleurs la chronique non monotone (voir figure 4). Les études sur lesquelles s'appuie la SGP pour prévoir la densification autour des gares sont solides, mais il n'en demeure pas moins que la SGP ne maîtrise pas cette densification dont la réalisation reste du ressort des collectivités territoriales. Elle est donc incertaine.

Recommandation n°14 : Séparer dans la présentation des résultats les effets du développement territorial de ceux du chantier et du report modal.

Figure 4 : Émissions de GES, scénario A, référence au fil de l'eau



Source : Setec

La baisse des émissions cumulées jusqu'en 2070 permise par le GPE dans le cas du scénario A est de 28,5 MteqCO₂ (14,2 Mt jusqu'en 2050). La monétarisation des grandeurs physiques à l'aide de la valeur tutélaire du carbone du rapport Quinet (2019) aboutit à une valeur actualisée de 4,26 Mds€₂₀₁₅.

Les gains environnementaux sont en forte baisse (de -3,16 Mds€₂₀₁₀) par rapport à l'estimation L18 2019. Cela résulte des changements méthodologiques concernant les prévisions de trafic. Le passage à MODUS 3.1, avec la prise en compte de l'EGT 2010, a entraîné une part modale plus élevée des TC en option de référence, et donc un report modal lié au GPE plus faible. A l'inverse, le passage à des P+E constants en référence et en projet conduit probablement à surestimer les bénéfices environnementaux liés au GPE (puisque les impacts liés au trafic induit par le développement territorial ne sont pas pris en compte). Ces changements méthodologiques ont ainsi plus que compensé les effets du relèvement en 2019 de la valeur tutélaire du CO₂ à 250€/t à l'horizon 2030 (contre 100€/t précédemment).

Les gains urbains

Les gains urbains sont identiques à l'estimation 2019 (7,5 Mds€₂₀₁₀) et en hausse de 1,8 Mds€₂₀₁₀ par rapport à 2015. La SGP a indiqué aux contre-experts que dans les modélisations Urbansim de 2019 et 2020 l'origine des gains plus élevés se trouve dans les surplus collectifs liés à un moindre étalement de la croissance urbaine : consommation d'espaces ruraux, dépenses voiries et réseau divers, coûts de fonctionnement des services publics et d'entretien des voiries résultant des emplois et population supplémentaires.

Il convient de noter que ces gains dépendent essentiellement de la localisation des habitants telle que prédite par le modèle Urbansim. Les travaux fondamentaux cités par la SGP font état d'une grande sensibilité des habitants à la distance des gares et au coût de transport alors que la bibliographie mentionne de grands écarts entre les coefficients d'élasticité. Comme dans le dossier L18 2019, les hypothèses des calculs ne sont pas explicitées, ce qui ne permet pas d'apprécier la marge d'incertitude. Cet effet par ailleurs pourrait être fortement affecté par l'impact de la COVID 19 sur l'étalement urbain.

Il serait donc souhaitable que la SGP rajoute des informations sur la marge d'incertitude concernant les gains urbains.

Les effets d'agglomération

Ces effets sont estimés à 11,27 Mds€₂₀₁₀ dans le dossier 2020 par rapport à 6 Mds€₂₀₁₀ en 2015 (soit + 88 %) et 14,3 Mds€₂₀₁₀ en 2019 (soit - 21 %).

Dans la méthodologie utilisée par la SGP, les effets comprennent d'une part des effets statiques découlant d'une plus grande densité d'activités (sans prise en compte à ce stade de l'amélioration du potentiel marchand) et des effets dynamiques liés à la plus grande progression des qualifications et de la productivité des travailleurs dans un environnement de haute productivité, donc plus dense.

La SGP mentionne aussi qu'elle n'a pas pris en compte les gains de potentiel marchand en 2020, comme elle l'avait fait en 2019, et cela peut expliquer la différence entre les deux dossiers. Ce n'était pas non plus le cas en 2015.

Valorisation des nouveaux emplois

La SGP estime les gains liés aux emplois induits à 19,6Mds€₂₀₁₀, contre 20,2Mds€₂₀₁₀ en 2019 et 10,3Mds€₂₀₁₀ en 2015, les trois estimations se faisant sur la même base de 115 000 emplois induits en 2030 par l'existence du GPE. L'effet évalué à ce stade est donc le gain économique lié aux créations d'emplois internationaux résultant du projet, et aux emplois domestiques associés.

Depuis les premières évaluations en 2013, la SGP a toujours estimé le nombre de ces emplois à 115 000 en 2030, puis 138 000 en 2035 et stabilisation à partir de cette date. La SGP considère que c'est une hypothèse prudente. En fait, en 2015 cette estimation était considérée comme un niveau intermédiaire.

Lors des discussions avec les contre-experts, la SGP a précisé qu'elle avait affiné sa méthode pour les emplois induits considérés provenir d'un effet d'attractivité (sur investissements internationaux), un effet marché du travail, et un effet des coûts lié à la baisse de la pression foncière, et que le total pourrait atteindre 400 000 emplois, hors abattements du fait de doubles comptes probables. Pour le calcul des effets, confortée par l'avis de son CS la SGP a retenu l'hypothèse basse tout en estimant qu'un total de 200 000 emplois serait justifié au vu des résultats de diverses méthodes de calcul⁸. Nous verrons plus loin que cette hypothèse pourrait être remise en cause par les conséquences de la COVID 19 sur la croissance économique

Le nombre de ces emplois étant critique, et afin d'évaluer les effets non classiques et réduire les incertitudes se comptant en multiples, les experts encouragent la SGP à poursuivre ses recherches.

⁸ Trois méthodes de prévision ont été testées par la SGP : augmentation de la productivité, liée à la concentration des emplois, estimation du surcroît d'emplois internationaux attirés, meilleur fonctionnement du marché du travail. Les estimations séparées confortent le niveau retenu de 115 000 emplois, sans tenir compte d'une additivité potentielle qui reste à démontrer.

Recommandation n°15 : Poursuivre les recherches pour mieux estimer les emplois attirés et induits et justifier le choix des nombres finalement retenus

La SGP conserve sa valorisation antérieure des gains à 10 000€ par emploi et par an alors qu'une précédente contre-expertise avait proposé en 2019 de la porter à 19 000€. La SGP calcule ces gains à partir du coût pour l'Etat des allocations de chômage par chômeur⁹. A l'opposé, l'option adoptée en 2015 de ne retenir par prudence dans la VAN que seule la moitié du total des gains a été abandonnée. Ce seul changement rajoute 10,4 Mds€ aux gains estimés. L'explication donnée par la SGP sur l'abandon d'une approche prudente des bénéfices liés aux emplois créés est qu'en 2015 il y avait encore beaucoup d'incertitudes sur les fondements théoriques de leur évaluation et que les autorités nationales avaient exigé la non prise en compte de la croissance des emplois, la division par deux étant une cote mal taillée. Le Conseil Scientifique de la SGP ayant toutefois validé la méthodologie de calcul en 2017, la SGP s'estime fondée à ne plus faire l'abattement.

Recommandation n°16 : Mentionner dans le rapport l'apport en VAN de la prise en compte de 100 % des emplois induits.

Par ailleurs, comme dans le dossier 2019, la méthodologie employée en 2020 n'isole plus les effets directs de réallocation des emplois vers des zones plus denses et plus productives (surcroît de productivité entraîné par la plus grande densité des emplois), la SGP ayant clarifié que ces effets sont peu documentés et que la logique du phénomène est maintenant intégrée dans le calcul d'autres effets non classiques. L'effet combiné n'est toutefois pas estimé.

Les emplois de chantier

Comme dans le dossier 2019, la SGP a évalué les bénéfices économiques des emplois de chantier et les estime maintenant à 5,2 Mds€₂₀₁₀. La contre-expertise du projet L18 avait recommandé de compter l'effet de ces emplois sur la VAN en marge du calcul de la VAN, car le Guide de l'évaluation socioéconomique des investissements publics (Direction Générale du Trésor) le préconise en raison d'un niveau de chômage supérieur au chômage d'équilibre et donc d'un déficit général en emplois.

Cet effet n'avait pas été pris en compte dans le dossier 2015 et cette différence de méthode rend difficile la comparaison des VAN agrégées.

Recommandation n°17 : Reprise de la recommandation faite lors de la précédente contre-expertise de la L18 (dossier 2019) de compter l'effet des emplois de chantier en marge de la VAN.

3.5 Incertitudes pesant sur les estimations de la SGP

Les contre-experts ont souhaité disposer de plus d'informations de la part de la SGP sur l'importance des minoration, et éventuelles majorations cachées, des bénéfices

⁹ L'autre méthode envisageable appliquerait un « coin socio-fiscal » aux surcroûts de PIB attendu des créations d'emploi. Elle donnerait un montant nettement supérieur.

socioéconomiques auxquelles elle a procédé de son point de vue par rapport à une approche « théorique », et des incertitudes pesant sur les valeurs utilisées.

Pour les effets transport, la sous-estimation du différentiel de voyageurs entre le scénario de référence et le scénario projet du fait des P+E constants dans MODUS sur la période d'étude est probable comme discuté précédemment, mais son ampleur reste à chiffrer. La SGP, fort justement, n'en tient pas compte dans ses estimations.

Pour les gains urbains, aucune fourchette haute n'a été mentionnée par la SGP, mais à ce jour, la principale incertitude à la baisse réside dans d'éventuels changements de comportement des propriétaires et locataires de logement qui, suite à la COVID 19, rechercheraient plus l'habitat pavillonnaire diffus que la concentration retenue par la SGP dans ses évaluations.

La SGP estime les effets d'agglomération entre 12 Mds€, ce qui est proche de l'estimation du dossier 2020, et 22 Mds€ si l'on prend en compte les améliorations de productivité induites par le renforcement de l'accessibilité interne de la région.

Pour les emplois, la SGP n'a pas souhaité revaloriser le montant du gain par emploi à 19 000€ vu l'impact positif de la pleine prise en compte des bénéfices liés aux emplois induits. C'est certainement une mesure prudente, mais il n'y a pas de justification théorique. Cette seule réévaluation porterait les effets spécifiques de 20 Mds€ à 38 Mds€. Par contre choisir l'hypothèse haute des emplois créés - 315 000 - nous paraît hasardeuse alors que déjà la SGP a supprimé l'abattement de 50 % sur l'effet emploi retenu jusqu'alors. Il vaudrait mieux connaître la méthode de calcul et procéder à des tests de sensibilité pour valider une hypothèse intermédiaire toutes incertitudes confondues. Valoriser les emplois créés à partir du « coin fiscal » du PIB supplémentaire en résultant donnerait un haut de fourchette encore supérieur.

Estimant les effets non évalués à 30 Mds€, la SGP considère qu'ils résulteraient notamment de la non prise en compte à ce jour des impacts de la productivité sur l'amélioration du potentiel marchand (équivalent aux effets de la densité géographique des salariés sur la productivité des entreprises selon les études citées par la SGP). Il s'agit là de variations massives.

Cet avis n'étant pas réellement motivé, la contre-expertise ne l'a pas pris en compte faute de pouvoir expertiser les bases du calcul alternatif. La SGP considère aussi de manière générale que les élasticités retenues sont plutôt basses par rapport à celles de la littérature. Cette opinion est surprenante dans le contexte du dossier, puisque les légères modifications apportées entre les dossiers 2019 et 2020 ont un impact de - 21 % sur les seuls effets d'agglomération. La précédente contre-expertise avait aussi noté les risques de doubles comptes qui restent à évaluer par la SGP.

En conclusion, avec ses hypothèses, la SGP considère que les bénéfices socioéconomiques pourraient atteindre 156 Mds€, soit plus du double des 70,4 Mds€ annoncés dans le dossier présenté, ou 115 Mds€ dans une hypothèse intermédiaire encore prudente d'après eux.

Les contre experts saluent le travail de recherche et d'études important relatif aux effets socio-économiques sous l'égide de la SGP.

Cependant les commentaires ci-dessus montrent que la méthodologie d'évaluation des gains non classiques est loin d'être stabilisée et que les méthodologies conservent un aspect boîte noire en montrant une grande sensibilité au changement de certaines hypothèses. La SGP donne aussi l'impression de naviguer entre plusieurs attitudes : retenir des options prudentes susceptibles de minorer les gains sur les approches additionnelles, et au fil du temps abandonner des options prudentes sur des évaluations antérieures. Il est donc difficile de statuer sur le caractère annoncé très prudent de la mise en œuvre de la méthodologie adoptée.

Recommandation n°18 : Poursuivre les recherches sur la quantification des effets d'agglomération et d'emplois.

Recommandation n°19 : _

Expliciter toutes les précautions prises et leur cohérence entre elles.

Donner les montants des avantages sans précautions.

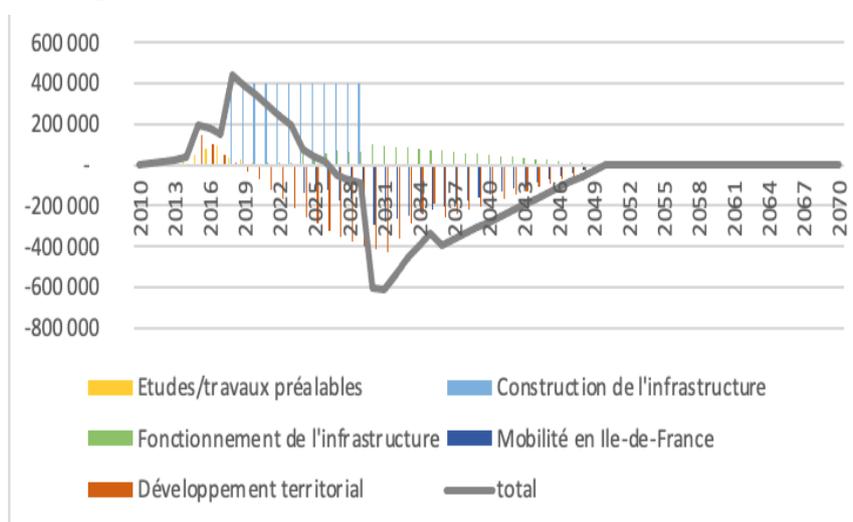
Evaluer les incertitudes sur les résultats pour relativiser les changements de VAN.

4 Le scénario de mise en œuvre de la SNBC

Les textes en vigueur depuis 2019 (instruction ministérielle relative à l'évaluation des projets de transport de mai 2019) demandent d'apprécier le projet par rapport à deux scénarios de référence : le scénario « au fil de l'eau » (scénario avec mesures existantes, AME) et le scénario de décarbonation de l'économie à l'horizon 2050 (scénario SNBC avec mesures supplémentaires, AMS). L'appréciation du projet par rapport au scénario SNBC est la principale nouveauté du dossier.

Comme nous l'avons vu, l'évaluation des réductions des émissions de GES du projet par rapport au scénario de référence au fil de l'eau est réalisée par STRATEC et s'appuie comme dans les dossiers précédents sur le logiciel CarbOptimum (voir section 3). STRATEC effectue le même exercice avec comme scénario de référence la SNBC. Les contre-experts auraient aimé disposer du scénario SNBC retenu pour pouvoir le comparer avec le scénario au fil de l'eau. Les chroniques d'émissions obtenues par la STRATEC sont représentées sur la figure 5.

Figure 5 : Emissions de GES, scénario A, référence SNBC



Source : STRATEC

La baisse des émissions cumulées jusqu'en 2070 (2050 en réalité, puisque l'objectif Zéro émissions nettes est atteint à cette date) permise par le GPE est de 3,5 Mt eqCO₂, à comparer avec 28,5 Mt eqCO₂ (14,2 jusqu'en 2050) quand le scénario de référence est le fil de l'eau. La monétarisation des grandeurs physiques à l'aide de la valeur tutélaire du carbone du rapport Quinet (2019) aboutit à une valeur actualisée de 0,596 milliard d'euros 2015, à comparer avec 4,26 milliards d'euros quand le scénario de référence est le fil de l'eau. On voit sur le graphique que ce chiffre est obtenu en supposant que le report modal est meilleur que dans la SNBC et que le développement territorial (la densification) permet de réduire davantage les émissions. Les contre-experts auraient souhaité que les raisons en soient explicitées.

Ce chiffrage montre des effets du projet en termes de gains d'émissions de GES très faibles. Le scénario SNBC conduit en effet par définition à Zéro-émissions nettes en 2050. Pour que la réalisation du GPE apporte un gain environnemental dans ce contexte il faut supposer qu'elle permet d'atteindre le même objectif de façon plus efficace ou moins coûteuse qu'avec les seuls investissements/instruments économiques postulés dans la SNBC. C'est bien l'hypothèse que fait la SGP, et elle est légitime.

L'étape suivante consiste alors à estimer en quoi l'investissement dans le GPE permet d'atteindre le même objectif de long terme que le scénario de référence (la neutralité carbone en 2050) à moindre coût, en se substituant à d'autres leviers moins efficaces.

La difficulté provient du fait que la SNBC ne se veut pas prescriptive et qu'ainsi ses hypothèses sectorielles ne sont pas à la maille de projets mais restent au niveau des grandes leviers de réduction des émissions : amélioration de l'efficacité énergétique des véhicules, progression de la pénétration des véhicules électriques, report modal, baisse de la demande de transport. Des hypothèses de besoins d'investissement sont ensuite élaborées sur ces bases. Autrement dit, il n'est pas possible de déduire de documents de la SNBC l'option de référence sectorielle (secteur des transports) et locale (Ile-de-France) à laquelle comparer l'option de projet (GPE).

Devant l'impossibilité de comparer directement, en termes d'émissions de GES, le GPE avec les leviers auxquels il se substituera la SGP propose une méthode originale. Elle consiste à prendre en compte deux effets structurels dits "latents" de la réalisation du GPE.

Le premier est appelé « *augmentation de la flexibilité modale* ». Il provient du fait que le GPE va rendre moins coûteux pour les franciliens l'abandon des voitures thermiques et le passage aux voitures électriques car il fournira une alternative à ce dernier meilleure que les autres alternatives possibles. Cet effet n'est pas pris en compte dans la modélisation mobilisée par ailleurs. Il est tout à fait pertinent. C'est l'effet étudié sur le plan théorique par Dominique Bureau¹⁰, qui ne change rien aux émissions mais diminue le coût de leur réduction.

Le second est appelé « *modification de la norme sociale* ». Cet effet d'imitation semble beaucoup plus problématique aux contre-experts. En effet c'est la SNBC tout entière qui va changer les comportements, grâce à l'effet incitatif puissant du prix du carbone très élevé qui la sous-tend, déclenchant des modifications structurelles profondes et probablement en effet un changement de norme sociale. Le GPE n'a qu'un rôle de second ordre dans ce changement, au mieux.

Pour chiffrer ces deux effets le porteur de projet dit s'appuyer sur un chiffrage basé sur les résultats de MODUS. Les explications données sur la méthode employée sont difficiles à suivre (p.46 de l'annexe méthodologique). On aboutit au fait qu'avec le GPE toute mesure visant à réduire l'utilisation de la voiture sera 6,7 % moins coûteuse à mettre en place. A partir des besoins d'investissements totaux de la SNBC on obtient les besoins d'investissement dans les transports en Ile-de-France, soit 180 milliards d'euros, par rapport auxquels le GPE permettra une économie de $180 \times 0.067 =$ environ 12 milliards d'euros, auxquels sont ajoutés les 596 millions d'euros « classiques ». Le porteur de projet souligne qu'il faudrait y ajouter également la contribution du GPE à la mise en œuvre de l'isolation thermique en Ile-de-France (plus facile en raison de la densification), non chiffrée.

Au total donc les effets positifs sont supérieurs à 12 milliards d'euros 2015. Ils sont donc bien plus élevés quand le scénario de référence est la SNBC que quand c'est le fil de l'eau (environ 3 fois plus élevés). Ceci est très contre-intuitif. La VAN « climat » du GPE serait 3 fois plus élevée si la SNBC est par ailleurs mise en place que si elle ne l'est pas, pour une même trajectoire de la valeur tutélaire du carbone. Dit autrement, les investissements qui sous-tendent la SNBC sont considérés comme très sous-optimaux par le porteur de projet. Par prudence, le porteur de projet retient finalement dans l'évaluation socio-économique la valeur très inférieure de 4,26 milliards d'euros obtenue avec la méthode classique et le scénario de référence au fil de l'eau. Clairement, la question du scénario de référence SNBC soulève des difficultés méthodologiques et demande à être approfondie.

¹⁰ D. Bureau, *Bilan carbone et évaluation socio-économique du Grand Paris Express*, points de repères, avril 2020.

Devant ces difficultés méthodologiques, les contre-experts soulignent tout d'abord que la SNBC n'étant pas prescriptive il y a une contradiction à vouloir s'en servir comme scénario de référence. Il est en effet impossible de chiffrer sérieusement en quoi la réalisation du projet va permettre d'atteindre l'objectif de décarbonation en 2050 de façon moins coûteuse que dans la SNBC si on ne peut pas expliciter à quels autres leviers il va se substituer. Ceci n'est bien sûr pas du fait de la SGP. Dans l'idéal, il faudrait que le porteur de projet dispose d'un scénario de référence décrivant le monde futur tel que l'on peut estimer raisonnablement qu'il va être, et non un monde qui n'existera pas. Ce monde futur est un monde suivant la SNBC (qui est inscrite dans la loi), c'est-à-dire dans lequel est implémentée la valeur du carbone sous-tendant la SNBC (la valeur tutélaire du rapport Quinet 2019), et les investissements publics et privés nécessaires à l'atteinte de l'objectif sont réalisés, mais aussi un monde avec COVID-19, c'est-à-dire dans lequel les comportements des agents sont potentiellement différents de ce qu'ils étaient avant la pandémie (par exemple, comme on l'a vu plus haut, généralisation du télétravail, réticence vis-à-vis des transports en commun, réticence vis-à-vis de la densification etc.). Il faudrait que l'option de référence soit également explicitée.

La méthode originale proposée par la SGP est intéressante en tant que tentative pour pallier l'absence de ces informations. Cependant son deuxième volet (l'estimation de l'impact de la modification de la norme sociale) ne semble pas pertinent aux contre-experts.

Recommandation n°20 :	En attendant de pouvoir disposer d'une meilleure méthode, ne retenir dans le calcul des gains environnementaux par rapport au scénario de référence SNBC que les effets standards et l'effet d'augmentation de la flexibilité modale.
Recommandation n°21 :	Pour utiliser dans les évaluations le scénario SNBC avec mesures supplémentaires comme situation de référence, il convient que ce scénario soit explicité : description des investissements publics et privés nécessaires à l'atteinte de l'objectif, mise en œuvre de la trajectoire du prix du carbone.

5 Analyse des risques

5.1 Les incertitudes liées à la crise sanitaire

La crise sanitaire actuelle a des impacts majeurs sur les systèmes de mobilité. Le dossier présenté ne prend pas en compte les effets attendus de la pandémie COVID19. Si l'évaluation économique devait être faite aujourd'hui, il serait impératif de faire une série d'hypothèses sur les impacts de la COVID. Ce n'était pas facile de le faire au moment de l'évaluation socioéconomique fin 2019, quelques mois à peine avant le déclenchement de l'épidémie en France. Néanmoins les impacts macroéconomiques et les mesures prises par les pouvoirs publics comme les entreprises tracent quelques pistes de réflexions. Au-delà d'une baisse globale à court terme de la mobilité, plusieurs évolutions de l'avis des experts devraient être défavorables au GPE :

- la forte baisse actuelle du GDP aujourd'hui estimée par l'INSEE à - 9 % en 2020 et le long rattrapage attendu qui le ramènerait au niveau de 2019 en 2022, soit trois ans de décalage sauf poursuite d'une croissance plus forte ;
- la pratique massive du télétravail, dont l'impact est significatif sur le nombre de déplacements pour les emplois dans les services, totaux et en TC. En septembre 2020, période hors confinement, le taux de télétravail était de 14 %. Des habitudes vont certainement perdurer ;
- Une reprise de l'expansion urbaine, si le mouvement actuel de relocalisation en habitat diffus en couronne parisienne est pérenne. Si c'est le cas, ce sera une remise en cause des prévisions de densification de l'urbanisation autour des gares du GPE.

La SGP à ce stade a seulement lancé des réflexions avec son CS et mobilisé plusieurs consultants pour l'éclairer. Les premiers rapports qui nous ont été communiqués étendent, qualitativement, la liste des impacts possibles en y rajoutant des évolutions susceptibles d'influencer les trafics : e-commerce, télétravail et étalement de l'heure de pointe.

Côté prévisions de trafic, la DREIA est en train de préparer de nouvelles simulations au niveau de l'agglomération sur des hypothèses revues suite au COVID 19.

Par ailleurs, de premiers tests des changements plus haut faits en utilisant Urbansim font apparaître :

- une perte de population dans Paris et dans les zones des CDT au profit des zones hors CDT ;
- une croissance plus forte des emplois dans Paris et dans les zones CDT qu'en dehors.

Ces premiers résultats sont à prendre avec une grande prudence et la SGP a raison d'approfondir les travaux engagés sur l'impact de la COVID 19.

Recommandation n°22 : Poursuivre les recherches sur les impacts potentiels de la COVID 19 sur les hypothèses de trafic et de développement urbain dans le Grand Paris.

5.2 Commentaire général

Pour terminer, les contre-experts désirent souligner que l'analyse des risques présente dans la pièce H est très sommaire, (quoique conforme à l'instruction de juin 2014 révisée en 2019).

Elle traite de façon très simple le risque macroéconomique, en faisant différents scénarios correspondant à différentes hypothèses de croissance du PIB et d'évolution de la population. Elle n'aborde pas du tout les autres risques liés au scénario de référence.

La pandémie Covid-19 est un bon exemple. Que l'on évalue le projet par rapport à une référence au fil de l'eau ou par rapport à la SNBC la Covid a un fort impact sur le PIB à court terme, et un impact très incertain sur la croissance à moyen terme ; en outre, elle va modifier les comportements, pour une durée incertaine, mais avec des conséquences importantes.

Il existe également un risque difficile à probabiliser sur la réalisation du scénario de référence SNBC lui-même. Le prix du carbone sous-tendant la SNBC sera-t-il effectivement mis en place, déclenchant les changements de comportement et les investissements nécessaires ? L'objectif Zéro-émissions nettes sera-t-il réellement atteint en 2050, ou sera-t-il repoussé ? Etc.

Pour s'assurer de la robustesse de l'évaluation socio-économique centrale il serait intéressant de procéder à l'évaluation socio-économique du GPE par rapport à un scénario de référence dans lequel la réalisation de la SNBC est incertaine. On pourrait défendre face à ces incertitudes que le GPE a une valeur supplémentaire de type assuranciel, car il constitue un investissement certain dans la décarbonation, alors que les autres investissements de la SNBC sont incertains. La quantification d'un tel effet apparaît inatteignable dans l'état actuel des connaissances et des méthodologies.

Ces questions mériteraient des approfondissements méthodologiques importants.

6 Le bilan socioéconomique des lignes 15E et 150

6.1 Méthodologie utilisée

Déterminer les avantages socioéconomiques de chaque nouvelle ligne séparément est très difficile, et les indications ci-dessous concernant plusieurs méthodes utilisées par la SGP depuis 2015 montrent qu'elle a utilisé plusieurs approches successives.

La méthode d'évaluation des bénéfices socioéconomique des seules lignes 15E et 150, pour ce qui concerne la valorisation des nouveaux emplois a en effet changé par rapport aux approches utilisées initialement dans les dossiers 2015 puis à nouveau dans le dossier 2019 pour ce qui concerne la L18. En 2015, la SGP avait fait deux prévisions de trafic aux deux horizons 2020 et 2030 : avec toutes les lignes, et une autre avec toutes les lignes sauf la L15E ou la L150. Puis elle en avait déduit les bénéfices classiques. A ce stade, la SGP a considéré qu'une simulation globale MODUS + Urbansim avec et sans la L15E ou L150 ne serait pas possible pour la DREIA et présenterait des biais inacceptables du fait de la non prise en compte d'effets de réseau, sans toutefois les développer dans la pièce H ni les expliciter aux experts. Ces derniers ne peuvent que le regretter et demander que pour les projets à venir la méthode 2015 soit à nouveau utilisée.

Recommandation n°23 : Pour les nouveaux projets, évaluer les effets en utilisant la méthode des simulations avec GPE total et avec GPE sans le projet, et expliciter les biais s'ils sont confirmés.

Pour les effets transport - gains de temps, régularité, confort - la SGP a considéré les gains totaux à l'échelle du GPE (discutés plus haut), et les a répartis entre les différentes lignes en utilisant comme clé de répartition les gains par ligne issus des évaluations 2015, gains néanmoins corrigés à l'aide des nouvelles prévisions de MODUS 3.1. Il en va de même pour les effets environnementaux et urbains. Cependant, les méthodes d'imputation ne sont pas présentées dans les pièces H, alors qu'elles mériteraient de l'être.

Recommandation n°24 : Présenter dans les pièces H les méthodes d'imputation par ligne des gains de temps, de régularité et de confort, ainsi que des gains urbains et environnementaux.

Pour les effets économiques (nouveaux emplois), la SGP a appliqué une autre méthode en appliquant un ratio de 12 % sur les gains totaux du GPE, ce qui correspond au ratio entre les gains de performance économique du projet, calculés avec la méthode d'évaluation et de représentation de l'utilité des destinations accessibles au sein d'un territoire, et les gains de performance économique du programme Grand Paris Express, calculés selon la même méthode. Les prévisions d'emplois et de population aux deux horizons de simulation étaient celles faites à l'époque par l'IAU¹¹ et la DREIA.

La SGP avait donc utilisé une méthode additive « A la Poulit » comme décrite dans l'annexe IV de la circulaire de Robien sur l'évaluation socioéconomique des projets transports. Mais à l'analyse cette méthode n'est pas adaptée aux projets pour lesquels les P+E sur le terrain ne sont pas

¹¹ L'Institut Paris Région, anciennement IAU Île-de-France

similaires dans la situation de référence et la situation de projet, ce qui est le cas quand d'importants développements locaux se matérialisent autour des gares.

Pour la L18, Pièce H de la DUP modificative 2019, la SGP a appliqué une autre méthode en vue de contrebalancer les sous-estimations mentionnées plus haut, sans toujours procéder à des simulations globales avec et sans projet. Les trafics aux horizons d'étude avaient d'abord été calculés à partir des simulations de 2016, corrigées à la hausse concernant les trafics dans les gares où ils apparaissaient largement sous-estimés. Puis de nouvelles simulations de trafic utilisant MODUS 3.1 ont conforté ces estimations, utilisées pour valoriser les avantages classiques. Pour estimer les avantages non classiques liés à la L18, ainsi que pour les dossiers L15E+O, la SGP a fait appel à une autre méthode qui n'utilise toujours pas deux simulations, sans et avec le projet concerné. La méthode a le mérite de la simplicité, mais n'est pas justifiée. Elle consiste en effet à allouer les avantages économiques du GPE liés aux emplois au prorata des créations. La SGP a donc suivi la méthode suivante :

- détermination de la croissance et de la densification des emplois liés au GPE dans les différents territoires de la région avec Urbansim, en comparant les prévisions dans le scénario de référence et le scénario bas support des résultats commentés dans ce rapport (+ 115 000 emplois) ;
- les bénéfices totaux ainsi calculés ont ensuite été répartis au prorata des gains d'emploi pour chaque territoire (ou division égale des derniers gains quand plusieurs lignes sont concernées).

La SGP considère que cette répartition est cohérente avec les hypothèses pour le GPE dans son entièreté, en particulier que les effets réseaux se retrouvent dans le nombre d'emplois, mais que les résultats sont biaisés car la situation de référence pour une ligne est la réalisation de toutes les autres lignes, selon leur calendrier propre, sauf la ligne en cause, et dans la situation de projet la ligne est rajoutée. Par ailleurs, la SGP a assuré que d'autres méthodes ont été testées, et donnent des résultats analogues, sans toutefois les expliciter

Sans critiquer la SGP pour avoir essayé de trouver une méthode simple résistant à la critique, les contre-experts ont toutefois noté que les différentes approches retenues au fil du temps étaient très peu justifiées (sauf à la rigueur pour les inconvénients de la méthode 2015/2016). En particulier, la méthode 2020 semble peu tenir compte de l'importance des différentes lignes en termes de trafic, et faire l'hypothèse implicite qu'un kilomètre de ligne 15 génère autant d'emplois et de gains d'agglomération qu'1 km de ligne 16, 17 ou 18. Il est aussi regrettable que la solution utilisant les modèles n'ait pas été creusée plus avant.

En tout cas, ces changements de méthode entre 2015 et 2020 ne permettent pas de distinguer parmi les causes des changements des résultats ce qui provient des hypothèses et ce qui est dû aux méthodes.

Recommandation n°25 : Justifier les changements apportés à la méthode d'estimation des avantages relatifs à une seule ligne et la valeur ajoutée de la nouvelle méthode.

6.2 Les avantages socioéconomiques des lignes 15E et 15O

En utilisant la méthode décrite ci-dessus, la SGP a évalué les avantages socioéconomiques de la ligne 15E et de la ligne 15O dans les pièces H des dossiers d'enquête préalable à la déclaration d'utilité publique de chaque ligne.

6.3 La ligne L15 est

Le montant des avantages estimés est de 7,9 Mds€₂₀₁₅, ou 7,5 Mds€₂₀₁₀.

**Tableau 7 : Comparaison des avantages projet entre les dossiers 2020 et 2015
(Sans COFP)**

Montant des avantages	DUP modificative 2020		DUP 2015
	Mds€2015	Mds€2010	Mds€2010
Effets transport	1,5	1,42	1,9
Régularité	0,7	0,7	0,6
Confort	0,0	0,0	0,0
Gains environnementaux et urbains	1,0	0,95	0,8
Effets de réallocation			1,0
Effets d'agglomération	1,5	1,42	0,7
Valorisation des nouveaux emplois	2,6	2,46	1,2
Emplois de chantier	0,6	0,57	
Total des avantages	7,9	7,5	6,3
Part des avantages du GPE	10.6%		10.5%

Source : SGP

Les écarts des différents avantages fluctuent, mais globalement le total dans le dossier 2020 se monte à 7,9 Mds€₂₀₁₅, soit 7,5 Mds€₂₀₁₀, contre 6,3 Mds€₂₀₁₀ dans le dossier 2015. En fait l'écart est du même niveau que les impacts de l'annulation de l'abattement sur les avantages liés aux nouveaux emplois et de la prise en compte des emplois de chantier.

La SGP a aussi estimé la VAN des effets socioéconomiques de la ligne en prenant en compte les coûts d'investissement et d'exploitation

Tableau 8 : Rentabilité socioéconomique de la L15E

Rentabilité par tronçon avec COFP en Mds€ 2010	DUP modificative 2020	DUP 2015
Avantages	7,5	6,3
Coûts d'investissement et d'exploitation	-5,2	-4,1
VAN	2,4	2,1
TRI	6,7%	6,8%

Source : SGP

Le TRI évolue marginalement de -0,1 % par rapport au dossier 2015, mais c'est l'augmentation des avantages liés aux emplois, du fait d'un mode de calcul différent, qui compense essentiellement l'augmentation des coûts résultant d'études techniques plus avancées. Sans prise en compte du COFP, ce TRI serait de 8,5 %.

6.4 La ligne L15 ouest

Approche globale

La méthodologie utilisée est la même que pour la ligne 15E.

**Tableau 9 : Comparaison des avantages projet entre les dossiers 2020 et 2015
(sans COFP)**

Montant des avantages	DUP modificative 2020		DUP 2015
	Mds€2015	Mds€2010	Mds€2010
Effets transport	2,1	2,0	2,4
Régularité	1,0	0,95	0,8
Confort	1,2	1,14	0,4
Gains environnementaux et urbains	2,4	2,27	2,1
Effets de réallocation			1,8
Effets d'agglomération	0,5	0,5	1,2
Valorisation des nouveaux emplois	0,9	0,85	2,1
Emplois de chantier	0,6	0,57	
Total des avantages	8,8	8,34	10,8
Part des avantages du GPE	11,8%		19,3%

Source : SGP

Pour cette ligne, le montant des avantages a baissé significativement entre l'estimation 2015 et le dossier présenté (10,8Mds€₂₀₁₀ pour 8,8Mds€₂₀₁₀), et ce malgré l'augmentation sensible de la valorisation des nouveaux emplois en 2020, et surtout la part de ces avantages rapportés à ceux du GPE baisse de 19,3 pour cent en 2015 à 11,8 pour cent.

Il convient de noter que l'estimation des gains de régularité est minorante car elle ne prend en compte que la ligne du RER A.

Tableau 10 : Rentabilité socioéconomique de la ligne 150

Rentabilité par tronçon avec COFP en Mds€ 2010	DUP modificative 2020	DUP 2015
Avantages	8,34	10,8
Coûts d'investissement et d'exploitation	-4,64	-4,2
VAN	3,7	6,6
TRI	8,3%	10,1%

Source : SGP

Le TRI baisse de 10,1 pour cent à 8,3 %, suite au double effet de la baisse des avantages et de l'augmentation des coûts. Sans prise en compte du COFP, le TRI serait de 10,5%.

Localisation de la gare de la Défense

La SGP a tenté d'évaluer l'impact du changement de localisation de la gare de la Défense sur la VAN du projet. Elle estime ainsi que le choix actuel augmenterait le total des avantages de 570 M€₂₀₁₅, soit moins de 2 pour cent.

Tableau 11 : Comparaison des localisations de la gare de la Défense

Bénéfices L150 (Mds€2015)	Localisation	
	Proposée	Quatre temps
Effets transport	7,17	7,19
Effets régularité	2,24	2,15

Effets confort	1,94	1,81
Gains environnementaux et urbains	4,76	4,55
Effets d'agglomération	4,18	4,14
Valorisation des nouveaux emplois	7,28	7,20
Emplois de chantier	2,54	2,50
Total des Bénéfices	30,11	29,54

Source : SGP

Concernant les coûts d'investissement et d'exploitation, les réductions de coûts liés à la nouvelle localisation sont estimées à 180 M€ pour les coûts d'investissement non actualisés, et 150 M€ pour les coûts d'exploitation en raison d'un différé dans le temps de la mise en exploitation. Cette hypothèse nous paraît contestable au vu des informations données dans la pièce H, le retard apparaissant plutôt dans l'hypothèse de localisation de la gare sous le centre commercial.

7 Conclusions

La présente contre-expertise porte sur les pièces H des dossiers de DUP modificatives à la fois des lignes L15E et L15O, qui ont fait l'objet de précédents dossiers en 2015/2016.

Les coûts et effets économiques ont beaucoup évolué depuis 2015/2016, à la fois en raison d'une meilleure appréciation des travaux à réaliser mais aussi de changements significatifs dans les méthodes d'évaluations utilisées par la SGP. En synthèse, les projets de lignes dégagent chacun une VAN positive, avec des TRI respectivement de 6,7 % (L15E) et 8,3 % (L15O) après prise en compte du COFP. Les VAN et les TRI sont en légère baisse depuis les évaluations faites dans les dossiers de DUP initiaux, mais cela cache une double évolution, l'augmentation des coûts du GPE étant compensée de fait par une augmentation de la VAN résultant essentiellement d'une modification des paramètres de calcul.

Ces résultats affichés confortent ceux de 2015, en ce sens qu'à la fois l'ensemble du GPE et chaque ligne dégagent une forte VAN positive.

A l'issue de la contre-expertise, les experts ne voient pas de raisons majeures de remettre en cause le sens des résultats, même si les méthodologies utilisées et un certain nombre d'hypothèses ont soulevé des questions.

Les estimations de coûts doivent rester prudentes

Pour les coûts d'investissement, les experts recommandent de réévaluer les provisions pour aléas et imprévus et pour chaque ligne jusqu'à 20 % des estimations des travaux. Il s'agit de tenir compte du fait que les études de conception réalisées par la SGP n'ont pas atteint un stade suffisant pour ramener ces PAI aux montants retenus dans les pièces H.

L'évaluation de grands projets gagnerait à utiliser des modèles les plus intégrés possibles

Dans l'évaluation des bénéfices socioéconomiques, la comparaison avec les précédents dossiers de DUP a été rendue difficile par les évolutions simultanées des hypothèses socioéconomiques, du modèle de prévision de trafic, et de divers éléments méthodologiques dont l'évaluation des avantages non classiques, pris en compte par la SGP depuis les premiers dossiers en utilisant un modèle LUTI, mais non intégrés dans la méthodologie officielle en vigueur. La problématique ne concerne pas le concept des modèles LUTI utilisés pour déterminer la localisation des emplois et des populations le long des lignes du GPE. Leurs principes ont fait l'objet de travaux scientifiques depuis des années et leur utilisation pour le GPE a été validée par le Conseil scientifique sans que les contre-expertises précédentes aient soulevé des problèmes majeurs.

Dans le cas d'un projet structurant tel que le GPE, afin d'estimer l'ensemble des bénéfices socioéconomiques considérés dans le présent dossier – effets transport, gains environnementaux, impacts économiques élargis (création d'emplois, effets d'agglomération) - il faut être en mesure d'estimer les impacts du projet sur :

- la croissance démographique (ménages) et économique (PIB, emplois) du territoire : afin de déterminer les créations d'emploi, et de définir la population totale et l'emploi total du territoire d'études ;
- le développement urbain, et les choix de localisation des ménages : afin de calculer l'artificialisation des sols (et les gains/coûts urbains associés), les effets de densification, et les P+E pour le modèle transport ;

- les choix d'équipement des ménages (motorisation, abonnement TC...) et leur mobilité.

Les modèles couvrant tous ces aspects simultanément existent, notamment le modèle DELTA au Royaume-Uni, mais sont relativement rares. En dépit de leur très forte complexité, l'avantage d'un tel modèle complètement intégré est d'assurer une cohérence dans l'évaluation des impacts du projet et in fine dans le calcul socioéconomique, en évitant tout double compte grâce à l'intégration de tous les effets au sein d'un même modèle.

A défaut, il est possible de séparer la partie « macro » (impact du projet sur le développement global du territoire) de la partie « micro » (effets intra-régionaux du projet). Un modèle spatial d'équilibre général calculable peut permettre d'appréhender le niveau macro, tandis qu'un modèle LUTI permet d'appréhender le niveau micro. Cette approche permet de simplifier la mise en place des modèles, mais au prix d'une cohérence moindre.

La SGP a permis des avancées dans ces directions, sans toutefois les atteindre. Au niveau macro, les différents effets ont été estimés et validés en combinant de multiples approches. Les contre-experts notent toutefois que la SGP vise pour les raisons évoquées ci-dessus à employer à l'avenir un modèle unifié qui sera développé par le LIEPP, ce qui constituerait une excellente avancée.

Au niveau micro, la chaîne de modélisation utilisée par la SGP n'est en fait pas un réel modèle LUTI, même si par commodité nous l'avons évoqué comme tel tout au long du dossier. Le modèle MODUS n'est pas couplé avec UrbanSim : UrbanSim utilise en entrée les données de sortie de MODUS, mais celles-ci ne rétroagissent pas sur MODUS. Ceci constitue une limite importante, le couplage pouvant modifier assez fortement la dynamique du modèle.

Des incertitudes sur les gains du projet qui demeurent encore élevées

Les experts ont enfin noté l'importance des données d'entrée, du fait de coefficient d'élasticité importants. La SGP a fourni divers éléments sur les motifs de sous-estimation des bénéfices de diverses origines mais l'analyse des raisons qu'il y aurait à minorer les résultats ou à leur rattacher des fourchettes d'incertitudes n'est pas présentée. C'est une question complexe, mais les experts recommandent à la SGP d'avancer dans ce sens, d'autant que des travaux existent déjà dans la littérature (voir Ševčíková, Raftery et Waddell, 2007). Dans le dossier expertisé, il faudrait au moins mentionner l'impact sur les bénéfices résultants des créations d'emplois de la reprise de leur réduction de moitié, comme pratiqué dans les dossiers de 2015/2016.

Il est urgent de définir une méthode pour savoir s'il faut évaluer un programme, ses composantes, ou les 2, et comment

Une difficulté méthodologique majeure à laquelle fait face le présent dossier consiste à savoir comment évaluer une partie d'un projet plus grand, ici la L150 et la L15E par rapport au GPE dans son ensemble. Cette difficulté est d'ailleurs clairement manifestée par les multiples évolutions dans la méthodologie employée par la SGP à cet égard. Si la méthode proposée par la SGP a le mérite de la relative simplicité (avec néanmoins quelques zones d'ombre), cette méthode demeure entièrement ad hoc. Par ailleurs, il n'est pas clairement discuté pourquoi la méthode consistant à utiliser le GPE sans la L150 et la L15 comme option de référence (ou du moins comme option de projet alternative) n'est pas appropriée, et fournirait des résultats erronés.

Une méthodologie de prise en compte de la SNBC reste encore à définir

Pour se conformer à de nouvelles exigences réglementaires, la SGP a proposé une méthode de calcul des effets du GPE dans un scénario de mise en œuvre de cette stratégie, la SNBC étant un ensemble de projets dans lequel le GPE pourrait s'inscrire. Cette proposition n'apparaît pas

totalément satisfaisante. Une avancée méthodologique importante est donc nécessaire pour que les porteurs de projet puissent utiliser de façon crédible la SNBC comme scénario de référence.

Les contre-experts entendent bien que ce n'est pas à la SGP de trancher ces questions méthodologiques majeures, qui deviennent de plus en plus prégnantes dans un contexte où l'atteinte de l'objectif final (la neutralité carbone) nécessite d'aller au-delà d'une approche marginaliste, pour définir un programme complet qui sera évidemment extrêmement structurant au niveau de la France et de ses territoires.

Poursuivre les études sur les effets de la COVID

La contre-expertise s'est aussi penchée sur la question de la prise en compte des conséquences de la pandémie COVID. S'il n'était pas possible à la SGP de la prévoir au moment où elle a mené les évaluations socioéconomiques, il ne paraît pas fondé non plus de lui demander de mettre à jour la pièce H, car l'épidémie n'est pas terminée, les observations actuellement disponibles sont partielles et éparses, et la recherche sur ce sujet encore balbutiante. Les premiers résultats de recherche estiment toutefois que la COVID pourrait conduire à une reconcentration des emplois dans Paris intramuros et en première couronne, et à un plus grand étalement urbain. Dans les deux cas ce seraient des phénomènes allant à l'encontre des effets urbanistiques espérés du GPE. En tout état de cause, il faudrait que les évaluations socioéconomiques de nouveaux projets du GPE contiennent des scénarii dégradés tenant compte de ces premiers résultats.

Table des figures

Figure 1 : Architecture générale de MODUS 3.1	10
Figure 2 : Prévisions de Modus 2.2 pour 2005 et 2030 et observations des EGT	11
Figure 3 : Prévisions de Modus 3.1 pour 2030 et observations des EGT	11
Figure 4 : Émissions de GES, scénario A, référence au fil de l'eau.....	22
Figure 5 : Emissions de GES, scénario A, référence SNBC	27

Table des tableaux

Tableau 1 : Évolution des coûts d'investissement dans le temps (M€ ₂₀₁₂).....	5
Tableau 2 : Évolution des coûts d'investissement dans le temps (M€ ₂₀₁₂).....	7
Tableau 3 : Hypothèses d'emploi 2030 de MODUS 3.1 et dans Urbansim pour la région.....	13
Tableau 4 : Prévisions de trafic pour les transports en commun	14
Tableau 5 : Changements apportés aux données d'entrée et aux modèles entre le dossier 2015 et les dossiers L18 2019 et L15E/O 2020.....	16
Tableau 6 : Comparaison des VAN 2015, 2019 et 2020 – Option basse du projet GPE	19
Tableau 7 : Comparaison des avantages projet entre les dossiers 2020 et 2015 (Sans COFP).....	34
Tableau 8 : Rentabilité socioéconomique de la L15E	34
Tableau 9 : Comparaison des avantages projet entre les dossiers 2020 et 2015 (sans COFP).....	35
Tableau 10 : Rentabilité socioéconomique de la ligne 150	35
Tableau 11 : Comparaison des localisations de la gare de la Défense	35
Tableau 12 : Comparaison des versions 2.2 et 3.1 de MODUS.....	41
Tableau 13 : Comparaison des versions 2.2 et 3.1 de MODUS (suite).....	42

8 Annexe

Tableau 12 : Comparaison des versions 2.2 et 3.1 de MODUS

Version de Modus	Modus v2	Modus v3
EGT	2001-2002	2009-2011
Année de référence	2005	2012
Segmentation spatiale	1289 zones + 4 zones aéroports + 34 zones cordons + 12 zones gares	
Segmentation démographique	6 motifs orientés (DT, TD, DE, ED, ST, DA) 2 catégories d'usagers (captivité aux TC)	22 combinaisons de motifs hiérarchisés non orientés et de catégories d'usagers
Segmentation temporelle	Jour ouvrable HPM TC 8h-9h HPM VP 7h-9h ou 6h50-9h10 HPS VP 17h-19h	Jour ouvrable PPM 6h-10h PCJ 10h-16h PPS 16h-20h
Génération	Régression linéaire à l'échelle communale sur la journée	Régression linéaire à l'échelle du secteur de tirage de l'EGT par période horaire
Distribution	Modèle gravitaire avec fonction d'impédance exponentielle de l'utilité totale du choix modal sans facteur d'échelle Emploi d'un algorithme de Fratar	fonction d'impédance combinée puissance-exponentielle de l'utilité totale du choix modal avec facteur d'échelle, Emploi d'un algorithme de Fratar et de coefficients correcteurs Kii sur macrozonage
Choix modal	Logit multinomial à 3 alternatives : - VP-2RM - TC - Modes doux	Logit multinomial à 4 alternatives : - VP-2RM-Taxi - TC - MaP-Trot-Roller - Vélo-Vlib-VLS
Utilité TC	Fonction linéaire du coût moyen du déplacement pour un abonné selon zonage carte orange, du temps de trajet en véhicule et du temps hors véhicule en HPM	Fonction box-cox du coût moyen estimé du déplacement au ticket selon offre codée, du temps en véhicule, du temps d'attente et du temps de marche de la période horaire
Utilité VP	Fonction linéaire du coût moyen du déplacement et du temps de trajet en HPM et HPS	Fonction box-cox du coût moyen du déplacement, de la contrainte de stationnement et du temps de trajet de la période horaire
Utilité MD	Fonction linéaire de la portée du déplacement (4km/h)	Fonction linéaire de la portée du déplacement (4km/h)
Utilité CY	Confondue avec les autres modes actifs	Fonction box-cox de la portée du déplacement (15km/h) et du Vélib

Source : DRIEA-IF (2020)

Tableau 13 : Comparaison des versions 2.2 et 3.1 de MODUS (suite)

Version de Modus	Modus v2	Modus v3
Calage matriciel		T-flow macrozonal EGT seuillé à un GEH de 5
Report de calage	Pivot multiplicatif seuillé à 4 puis additif au-delà au niveau zonal	Pivot matriciel en 8 cas distinguant les niveaux de croissance par zone
Demande PL interne	Enquête TRM 2005 non calée non projetée	Matrice Freturb 2009 calée par période et projetée en scénario
Cordons routiers	Enquête cordons 1999	Enquête cordons 2013-2016
Vecteurs aéroports	Données UVP ADP 2008	Données UVP ADP 2013 redressé sur étude d'impact du T4
Vecteurs gares	Données RATP 2008	Enquête dans les grandes gares franciliennes 2012
Affectation TI	UVP à l'équilibre Tribut avec une seule VdT médiane commune VL-PL	Multiclasse VP-PL à l'équilibre Tribut avec VdT médiane dépendante des taux de cadres dans l'emploi et la population des zones d'origine et de destination
Réseau TI	Codage manuel Typologie de tronçons indicative Courbes D-V Inrets	Codage manuel enrichi avec une base GPS Typologie de tronçons stricte Courbes D-V BPR Typologie de nœuds Pénalités aux mouvements aux nœuds
Affectation TC	A l'horaire Temps généralisé linéaire avec paramètres à dire d'experts répartition selon bêta de Kirchoff	A l'horaire Logit non linéaire estimé sur base d'enquête avec constante par système de transport et pénalités de saturation
Réseau TC	Codage manuel Connecteurs selon méthode Certu	GTFS Connecteurs selon méthode du LAET

Source : DRIEA-IF (2020)