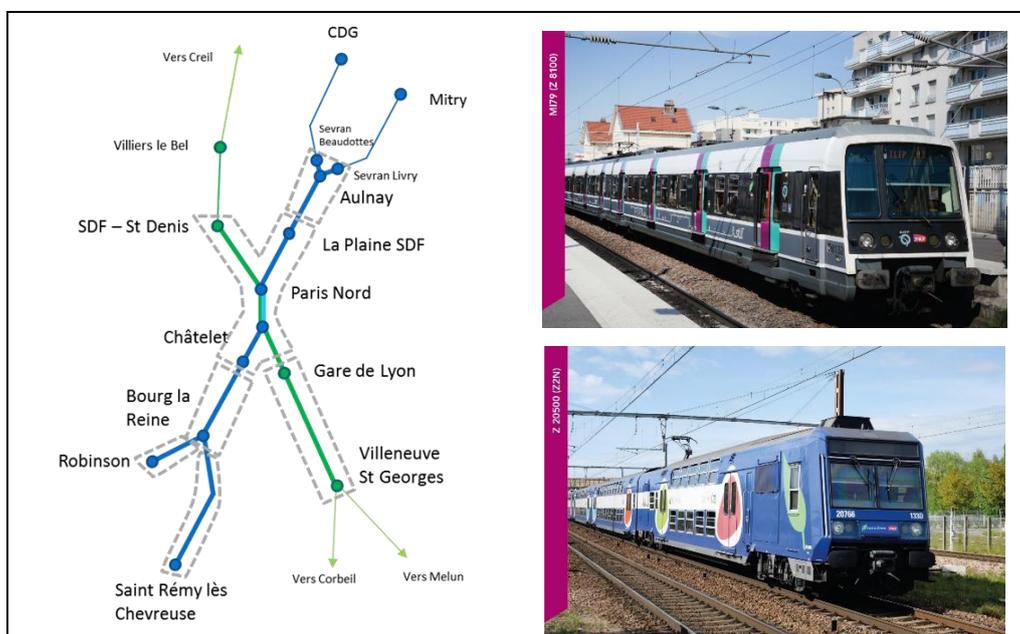


Contre-expertise de l'évaluation socio-économique du projet NExTEO



[Dossier Evaluation socio-économique – SNCF Réseau]

Hervé de TRÉGLODÉ
Quentin ROQUIGNY
Philippe DUCOS

Décembre 2019

Préambule

La loi du 31 décembre 2012 instaure l'obligation d'évaluation socio-économique préalable des projets d'investissements financés par l'Etat et ses établissements publics et 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€.

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

Ce rapport a été établi à partir des documents fournis par SNCF Réseau, la RATP et par les réponses apportées 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 RAPPEL DU PROJET ET SYNTHÈSE DE L'ÉVALUATION SOUMISE À CONTRE-EXPERTISE	5
1.1 QUELS SONT LES BESOINS ET NECESSITES QUI ONT CONDUIT AU PROJET NEXTEO ?	5
1.2 À QUOI SERVIRA NEXTEO ?.....	7
1.3 GOUVERNANCE DU PROJET NEXTEO DES LIGNES B ET D.....	7
1.4 CALENDRIER DE MISE EN ŒUVRE.....	8
1.5 MODE DE RÉALISATION ET FINANCEMENT.....	9
1.6 VALEUR ACTUALISÉE NETTE (VAN) SOCIO-ECONOMIQUE (VAN-SE), TRI ET BILAN PAR ACTEUR	9
2 SCENARIO DE REFERENCE, OPTION DE REFERENCE ET OPTION DE PROJET	13
2.1 SCENARIO DE REFERENCE	13
2.2 L'OPTION DE REFERENCE	13
2.3 OPTION DE PROJET (OPTION 1 ET OPTION 2).....	15
3 HYPOTHESES MACRO-ECONOMIQUES ET TAUX D'ACTUALISATION	21
3.1 TAUX DE CROISSANCE ECONOMIQUE (PIB) EN FRANCE ET EN ÎLE-DE-FRANCE	21
3.2 POPULATIONS.....	21
3.3 POPULATION ET NIVEAU D'EMPLOI EN ÎLE-DE-FRANCE	21
3.4 LES TAUX D'INFLATION.....	22
4 EXAMEN DES COÛTS DE L'OPTION DE PROJET	23
4.1 ARCHITECTURE DE LA TECHNOLOGIE NEXTEO	23
4.2 COÛTS ELUDES	26
4.3 COÛT D'ÉQUIPEMENT AU SOL (INSTALLATION ET RENOUVELLEMENT)	26
4.4 COÛT D'ÉQUIPEMENT EMBARQUE.....	26
4.5 COÛTS DE MAINTENANCE.....	27
4.6 COÛTS DE RENOUVELLEMENT	27
4.7 COÛTS NON ESTIMÉS.....	28
4.8 COÛT D'OPPORTUNITÉ DES FONDS PUBLICS (COFP) ET PRIX FICTIF DE RARETÉ DES FONDS PUBLICS (PFRFP)	29
5 EXAMEN DES BÉNÉFICES	30
5.1 NEXTEO RENDRA LES LIGNES B ET D PLUS ROBUSTES ET PLUS RÉSILIENTES	30
5.2 L'IMPACT DE L'AUGMENTATION DU TRAFIC DES VOYAGEURS	30
5.3 GAINS DE RÉGULARITÉ / FIABILITÉ DU TEMPS DE TRANSPORT	31
5.4 GAINS DE TEMPS DE TRANSPORT	34
5.5 GAINS DE CONFORT ET GAINS DE TEMPS D'ATTENTE	35
5.6 GAINS ADDITIONNELS NON-ESTIMÉS	37
6 CARTOGRAPHIQUE DES RISQUES	39
6.1 LA QUESTION DU MONTANT DE LA PROVISION POUR RISQUE ET ALÉAS	39
6.2 RISQUE MACRO-ECONOMIQUE (MOINDRE PIB, MOINS D'EMPLOI, MOINS DE TRAFIC)	39
6.3 RISQUE LIÉ À UNE OPTION DE REFERENCE QUI POURRAIT DEVENIR PLUS CATASTROPHIQUE	39
6.4 QUEL EST LE RISQUE LIÉ À LA RÉALISATION DU GRAND PARIS EXPRESS (GPE) ?.....	40
6.5 QUEL EST LE RISQUE LIÉ AU PROJET CDG EXPRESS ?	40
6.6 QUEL EST LE RISQUE LIÉ À LA GOUVERNANCE BICEPHALE RATP/SNCF ?	42
7 SYNTHÈSE DES RECOMMANDATIONS DE LA CONTRE-EXPERTISE	43

1 Rappel du projet et synthèse de l'évaluation soumise à contre-expertise

1.1 Quels sont les besoins et nécessités qui ont conduit au projet NExTEO ?

Pourquoi un pilotage automatique est-il nécessaire pour améliorer le fonctionnement des lignes B et D du Réseau express régional (RER) en Île-de-France ?

Les deux lignes du RER transportent chaque jour un très grand nombre de voyageurs, un des plus grands au monde : près d'un million pour la ligne B, un peu plus de 600 000 pour la ligne D. En France, seule la ligne A du RER porte un trafic plus important : près de 1,2 million de voyageurs par jour. L'Île-de-France (12 millions d'habitants) ne pourrait vivre et se développer convenablement sans les lignes B et D qui traversent du nord au sud une grande partie de son territoire. Le bon fonctionnement des deux lignes est indispensable aux déplacements professionnels comme aux autres déplacements.

Or, malgré les investissements accomplis au cours des décennies passées (notamment le projet appelé RER B Nord+), l'exploitation de ces deux lignes du RER reste très insatisfaisante. La ponctualité demeure entre 85 % et 90 %, parfois même moins. Or, une bonne ligne (comme la ligne E du RER) devrait en permanence avoir une ponctualité nettement au-dessus de 90 %. Tel est d'ailleurs l'objectif contractuellement assigné aux deux exploitants par l'autorité organisatrice (Île-de-France Mobilités) depuis longtemps.

Rappelons que la **ponctualité**, telle que définie par Île-de-France Mobilités (IDFM) pour tous les trains de la région (SNCF ou RATP), est le pourcentage de voyageurs arrivés à destination avec moins de cinq minutes de retard. Il est différent d'un autre indicateur, la **régularité**, qui concerne les trains arrivant ou non à l'heure. Même s'il n'est pas parfait, l'indicateur de ponctualité est bien meilleur pour mesurer la gêne vraiment perçue par les voyageurs en cas de perturbation des circulations. Dépendant du ministre chargé des transports, l'Autorité de la qualité de service dans les transports (AQST) se fonde sur le même indicateur.

Qu'il s'agisse du renouvellement d'installations existantes (voies, installations électriques, etc.) ou de la modernisation du réseau ferré, de nombreux investissements d'infrastructure sont programmés, ou en voie d'être planifiés, pour améliorer la circulation actuelle des trains dans tout le nord-est de l'Île-de-France. De plus, des investissements de développement y augmenteront l'offre de services. Les plus importants concernent le métro automatique du Grand Paris Express (GPE), singulièrement ses lignes 14, 15, 16 Est et 17, et la liaison directe (appelée CDG Express) entre l'Aéroport Paris-Charles-de-Gaulle et la gare de l'Est à Paris.

Mais ces investissements ne suffiront pas dans la partie centrale des lignes B et D. Il est rare que RATP et SNCF Réseau parviennent à y faire passer tous les trains inscrits au graphique de circulation en heure de pointe : à savoir, 32 trains par heure et par sens. Car tous les trains des deux lignes doivent passer par le même *entonnoir* : le tunnel, à deux voies seulement, entre la gare du Nord et la gare Châtelet-Les Halles au cœur de Paris. Long de deux kilomètres, ce tronçon commun est le tunnel ferroviaire le plus chargé de trains au monde : en théorie 32 trains par heure et par sens en heure de pointe, en pratique presque toujours moins.

La saturation du tronçon commun pourrait-elle être allégée par la construction d'un nouveau tunnel ? Plusieurs solutions ont été esquissées, toutes fondées sur le doublement du tunnel

actuel ou le percement d'un nouveau tunnel pour la ligne D. Mais (1) le coût en serait extrêmement élevé, et (2) les travaux obligeraient à interrompre durant une longue période le fonctionnement des lignes B et D. A aussi été esquissée la solution d'une troisième voie dans le tunnel actuel, solution qui s'est révélée techniquement très difficile, fort insuffisante au regard de l'exploitation des circulations et très onéreuses. Aussi aucune de ces solutions portant sur des voies supplémentaires n'a-t-elle jamais été sérieusement retenue par l'autorité organisatrice (Île-de-France Mobilités). Ces solutions alternatives seront développées ci-dessous.

Une autre solution a finalement été approuvée pour améliorer le fonctionnement du tronçon central des deux lignes. C'est l'automatisation des trains au niveau GoA 2 (*Grade of Automation* n°2). Il existe quatre niveaux d'automatisation. Le niveau 2 est celui où un conducteur demeure en cabine, pour veiller notamment à la montée et la descente des voyageurs. Le niveau 4 est celui où il n'y a plus de conducteur à bord des rames (cas des lignes 1 et 14 du métro parisien). Grâce à un niveau d'automatisation élevé (GoA2 ou GoA4), les convois se suivent de plus près et de façon bien plus régulière. Les métros les plus modernes au monde sont désormais au niveau GoA 4, comme le sera le Grand Paris Express. Mais le niveau GoA 4 n'est guère envisageable aujourd'hui pour les lignes B et D. La sécurité comme la sûreté seraient bien trop mauvaises, car ces lignes ne sont pas fermées à toute autre circulation ferroviaire comme à toute intrusion de personnes sur les voies. C'est donc le niveau GoA2 qui a été considéré comme le seul envisageable.

La décision finale de l'autorité organisatrice en faveur du projet d'automatisation a été facilitée par deux autres décisions : l'automatisation au niveau GoA2 dans la partie centrale de la ligne E dès 2023, et l'acquisition de nouveaux matériels roulants pour les lignes B et D. Les nouveaux matériels (MING et RER NG) doivent être conçus dès l'origine avec un système d'automatisation, et il faut que les constructeurs sachent vite lequel.

Quel système GoA2 choisir pour les tronçons centraux des lignes B et D ?

Il existe un référentiel international qui a fait ses preuves depuis longtemps. C'est le système dit CBTC (*Communication Based Train Control*), selon la norme internationale IEEE 1474 de 1999. Cette norme a été approuvée par l'Union européenne pour les transports urbains, en dérogation au système européen ERTMS (*European Rail Traffic Management System*) bien adapté aux grandes lignes. Au cours des années passées, la RATP, la SNCF, SNCF Mobilités et SNCF Réseau ont donc naturellement travaillé à définir avec précision un système fondée sur cette norme et convenant à toutes les lignes du RER, qu'elles soient exploitées par la SNCF ou par la RATP. Appelé NExTEO (*Nouveau Système d'exploitation des trains*), le nouveau système d'exploitation sera déployé d'abord sur la ligne E du RER, à l'occasion de son prolongement à La Défense (première phase), puis à Mantes-la-Jolie. La première phase du prolongement de la ligne E doit être achevée en 2023. La mise en service de la première phase se fera concurremment avec le déploiement de NExTEO, dont le marché a été passé avec Siemens.

<p>Observation : Tout retard au premier déploiement de NExTEO en 2023 retarderait <i>ipso facto</i> le prolongement de la ligne E, mais ne retarderait pas les déploiements bien postérieurs sur les lignes B et D</p>

Quel que soit le projet de déploiement de NExTEO, l'investissement nécessaire concerne à la fois l'infrastructure (à la charge du gestionnaire de l'infrastructure) et les matériels roulants (à la charge de l'exploitant du service ferroviaire).

1.2 À quoi servira NExTEO ?

Le système NExTEO permettra une triple amélioration de l'exploitation ferroviaire grâce à trois fonctions essentielles :

- la fonction ATP (*Automatic Train Protection*), avec le cantonnement virtuel (la ligne n'étant plus divisée en cantons fixes, avec présence d'un seul train à la fois dans chaque canton), permettra aux trains de circuler plus près les uns des autres, et tirera profit de leurs meilleures performances de circulation (accélération, freinage et vitesse) ;
- la fonction ATO (*Automatic Train Operation*) automatisera les accélérations et les freinages en les rendant bien plus conformes aux grilles de circulation ;
- la fonction ATS (*Automatic Train Supervision*) permettra une gestion intelligente des stationnements et des intervalles entre trains, mais cette fonction est hors du champ du projet étudié ici (elle sera installée sur la ligne E, et elle prise en compte dans le cadre d'un autre projet pour les lignes B et D).

Le système NExTEO offrira deux modes de conduite :

- le mode CPA (*Conduite en Pilotage Assisté*), traction et freinage étant actionnés par le système et non par le conducteur,
- le mode CMC (*Conduite Manuelle Contrôlée*), où les mêmes fonctions sont assurées par le conducteur qui suit les indications données par le système sur son tableau de bord.

Avec le cantonnement virtuel, NExTEO permet l'annulation des fonctions des signaux le long des voies (signalisation latérale).

Au total, NExTEO serait déployé sur 60 kilomètres des voies bis de la ligne B, et sur 25 kilomètres des voies de la ligne D.

En option, au lieu de la version complète décrite précédemment (dite de type 1), une version allégée de NExTEO, dite de type 2, pourrait être déployée au sud de la zone centrale de la ligne B. Moins chère parce qu'imposant de moindres transformations des postes de signalisation et des appareils le long des voies (ce qu'on appelle *la campagne*), le type 2 suffirait à la bonne gestion dans le sud de la ligne B (partie gérée par la RATP), là où des intervalles plus courts entre trains ne paraissent pas aussi nécessaires.

1.3 Gouvernance du projet NExTEO des lignes B et D

Pour ce qui regarde l'infrastructure, le projet est étudié par trois établissements ;

- le Groupe RATP, gestionnaire de son infrastructure (dans le cas présent, la partie de la ligne B du RER au sud de la gare du Nord), et en même temps exploitant des services ferroviaires sur cette infrastructure ;
- SNCF Réseau, gestionnaire du réseau ferré national (dans le cas présent, gestionnaire de la partie de la ligne B au nord de la gare du Nord, et de toute la ligne D sauf la section Châtelet-Les Halles – Gare du Nord) ;
- SNCF, qui est l'établissement de tête du Groupe public ferroviaire.

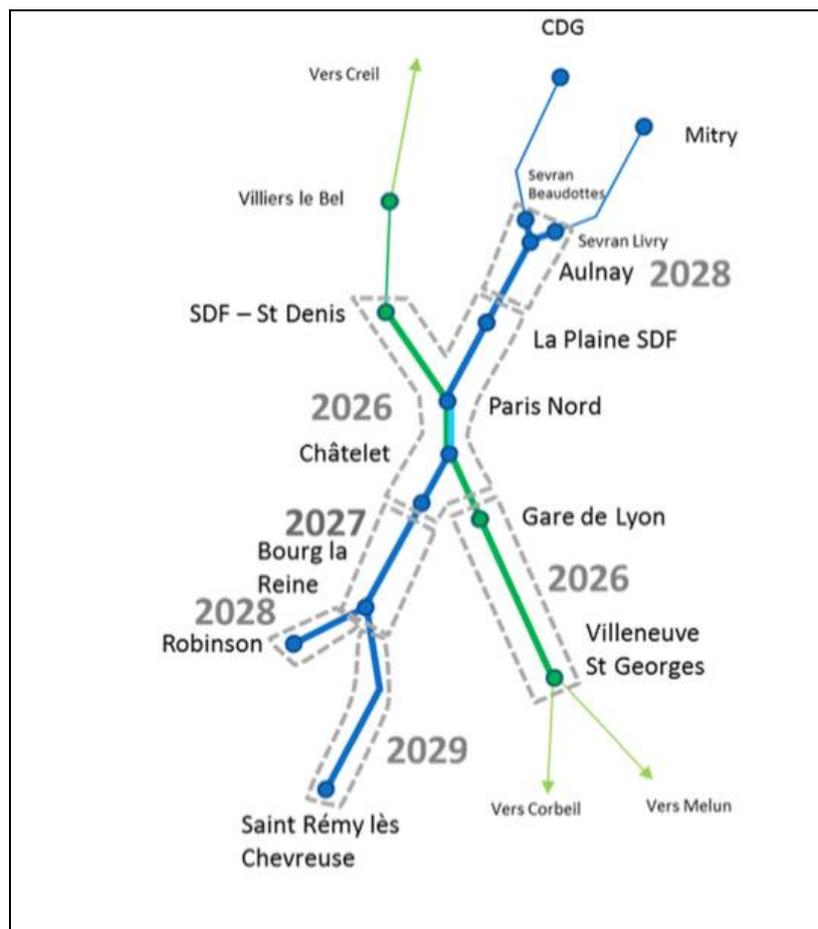
Ces trois partenaires se sont associés pour concevoir un système de type CBTC, NExTEO, pour les lignes les plus chargées au cœur de l'Île-de-France, et d'abord les lignes du RER. Leur travail a été rendu difficile par la nécessité de concilier les règles et pratiques différentes au sein de la SNCF et de la RATP. Il a fallu aussi définir une stratégie commune pour l'avenir de l'exploitation ferroviaire en Île-de-France par les deux groupes sans perdant ni gagnant. Le défi est en passe d'être relevé avec succès. La preuve en sera définitivement apportée par la première mise en service de NExTEO en 2023 au cœur de la ligne E du RER.

1.4 Calendrier de mise en œuvre

Selon le rapport de présentation du projet NExTEO, la phase de réalisation est supposée commencer en 2023 (au début du premier trimestre), tant pour la ligne D que pour la ligne B (au début du quatrième trimestre).

Les mises en service commenceront entre 2026 (à la fin du quatrième trimestre) pour les tronçons centraux, puis la même année sur les portions restantes de la ligne D, pour s'achever en 2029 (à la fin du quatrième trimestre) à l'extrémité de la branche sud-est de la ligne B, vers Saint-Rémy-lès-Chevreuse.

Figure 1 : calendrier de déploiement de NExTEO sur les lignes B et D



Source : document d'AVP soumis à contre-expertise, p. 46.

En option de référence, un nouveau matériel roulant sera livré en parallèle du lancement de NExTEO :

- les RER NG de la ligne D sont supposés avoir été déjà en service à la fin de 2026 ;
- tous les MING de la ligne B sont supposés l'être à la fin de 2029.

En termes de calendrier, l'équipement au sol doit donc être effectué en adéquation avec le calendrier de livraison des nouveaux trains RER NG et MING livrés sur les lignes D et B, et donc de la mise à disposition des équipements de NExTEO à bord de ces trains.

Dans l'option de projet, les gains de fiabilité, les gains de confort (dû à une meilleure fréquence des trains) et les gains de temps de transport sont donc appliqués à des matériels roulants bénéficiant de ces gains capacitaires dès l'entrée en service de NExTEO.

1.5 Mode de réalisation et financement

Pour ce qui concerne les infrastructures et les matériels roulants, la maîtrise d'ouvrage ainsi que la maîtrise d'œuvre seront gérées par les trois entreprises RATP, SNCF Réseau et SNCF Mobilités.

La RATP, SNCF Réseau et SNCF Mobilités ont signé une convention de co-maîtrise d'ouvrage du projet NEXTEO dans son développement et son acquisition. La SNCF a le rôle de maître d'ouvrage coordinateur. Chacun des acteurs déploiera les équipements sur les zones sous sa responsabilité.

Pour la dernière phase d'étude et la phase de réalisation, les équipes de maîtrise d'ouvrage et de maîtrise d'œuvre seront réunies au sein d'un plateau commun. Ce plateau sera organisé sans structure juridique : il reposera sur un mode coopératif des trois entités, encadré par une convention de partenariat.

Vu son expérience quant au déploiement de technologies CBTC, couramment employées dans le monde du métro, la RATP exercera le rôle de maître d'œuvre coordinateur, en charge de la solution technique globale, de l'intégration des systèmes et de la gestion des interfaces.

Enfin, la convention de co-maîtrise d'ouvrage sera complétée par une convention constitutive d'un groupement de commandes pour la passation et le suivi de l'exécution du marché industriel nécessaire à la mise en œuvre de NEXTEO sur les lignes B et D.

Les lots d'appel d'offres seront définis selon la logique suivante :

- lots contractuels pour l'établissement du référentiel de développement du système ;
- lots de déploiement, sous le pilotage de chaque entité en fonction du périmètre géographique concerné ;
- lots de maintenance conditionnelle opérationnelle là-aussi sous le pilotage de chaque entité selon les périmètres concernés.

Le financement du projet suivra les principes suivants :

- la part Sol à financer est éligible au Contrat Plan Etat-Région (CPER) ;
- la part Bord de SNCF Mobilités sera financée par Île-de-France Mobilités (IDFM) ;
- la part Bord de la RATP sera financée à 50 % par IDFM et à 50 % en fonds propres de la RATP (contrat IDFM-RATP), selon la répartition habituelle.

1.6 Valeur actualisée nette (VAN) socio-économique (VAN-SE), TRI et bilan par acteur

La Valeur Actualisée Nette Socio-Economique (VAN-SE) est calculée dans deux options :

- dans l'option 1, la technologie NEXTEO type 1 (avec annulation des signaux latéraux aux voies) équipe l'infrastructure au centre de la ligne B, de Sevran au nord de Paris à Bourg-la-Reine au sud ;
- dans l'option 2, la ligne B serait *en plus* équipée de NEXTEO Type 2 (avec maintien des signaux latéraux) sur la partie de la RATP entre Bourg-la-Reine et les terminus de Robinson et de Saint-Rémy-lès-Chevreuse.

Dans les deux cas, le projet est très fortement créateur de valeur. La VAN-SE actualisée à l'année 2030 (voir plus bas) s'établit à 6 100 M€₂₀₁₈ dans l'option 1, et à 7 600 M€₂₀₁₈ dans l'option 2.

Le Taux de Rentabilité Interne (TRI) est très élevé : 17,1 % en option 1 et 18 % en option 2.

Tableau 1 : résultats du BSE NExTEO des lignes D et B

Bilan actualisé à l'année 2030 avec un taux d'actualisation de à 4,5 % (en M€ 2018)	RER D + RER B Option 1	RER D + RER B Option 2
VAN-SE avec COFP	6 100 M€	7 600 M€
Taux de Rentabilité Interne (TRI)	17,1 %	18,0 %
VAN-SE avec COFP/PFRFP par euro investi*	4,6	5,6
VAN-SE avec COFP/PFRFP par euro public investi*	4,8	5,8
VAN-SE avec COFP/PFRFP par euro public dépensé*	4,5	5,4
Taux de rentabilité immédiate	14 %	17 %

* investissement initial et renouvellement (y compris équipements bord)

Source : DESE, tab 87, p. 168

Les coûts se rapportent surtout aux investissements de NExTEO, ainsi qu'à l'entretien et au renouvellement de NExTEO. L'essentiel des gains relève des gains pour les voyageurs, en premier lieu en termes de (i) ponctualité, et dans une moindre mesure en termes de (ii) temps de parcours en situation perturbée et de (iii) confort et temps d'attente en station.

Tableau 2 : principaux coûts et avantages engendrés par le projet NExTEO

Coûts et avantages exprimés en M€ 2018 actualisés à l'année 2030 avec un taux d'actualisation de 4,5%	RER D + RER B Option 1	RER D + RER B Option 2
Investissements NExTEO	-1 100 M€	-1 100 M€
Coûts d'entretien et de renouvellement NExTEO	-390 M€	-410 M€
COFP et PFRFP	-270 M€	-280 M€
Gains de ponctualité	6 700 M€ (87 %)	8 100 M€ (89 %)
Gains de temps de parcours en situation perturbée	890 M€ (12 %)	920 M€ (10 %)
Gains de confort et de temps d'attente	80 M€ (1 %)	100 M€ (1 %)

Source : DESE, tab 88, p.168

Dans l'option 1

Le gain pour les usagers de 7 670 M€₂₀₁₈ se répartit en 6 700 M€₂₀₁₈ en gain de ponctualité, 890 M€₂₀₁₈ en gain de temps de parcours en situation perturbée et 80 M€₂₀₁₈ en gain de confort et de temps d'attente.

Le coût pour la puissance publique est de 1 040 M€₂₀₁₈, comprenant pour l'essentiel les investissements Sol (832 M€₂₀₁₈) et le coût du COFP/PFRFP¹ (208 M€₂₀₁₈).

Pour IDFM (l'autorité organisatrice des transports), le coût est de 510 M€₂₀₁₈. Il représente les investissements Bord de NExTEO, l'entretien et le renouvellement de la partie Bord, ainsi que de la partie Sol sur le périmètre RATP et le COFP/PFRFP (67 M€₂₀₁₈).

Enfin, pour SNCF Réseau (le gestionnaire d'infrastructure), le gain est représenté par la différence entre les coûts d'entretien et de renouvellement de la partie Sol de la technologie KCVP (abandonnée) et de NExTEO, (nouvelle technologie), soit 50 M€₂₀₁₈.

¹ Voir le paragraphe 4.8

Dans l'option 2

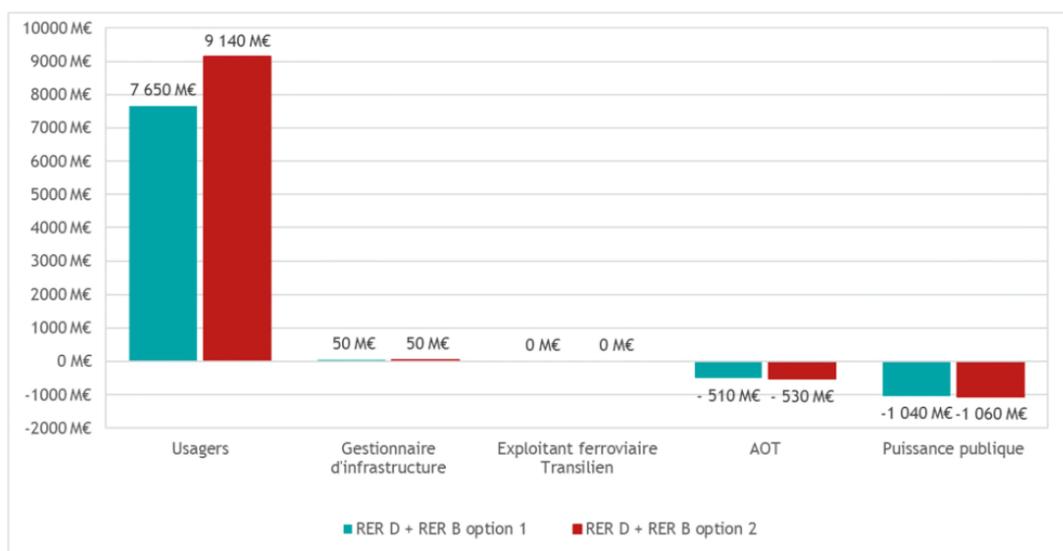
Le gain pour les usagers de 9 120 M€₂₀₁₈ se répartit en 8 100 M€₂₀₁₈ en gain de ponctualité, 920 M€₂₀₁₈ en gain de temps de parcours en situation perturbée et 100 M€₂₀₁₈ en gain de confort et de temps d'attente.

Le coût pour la puissance publique est de 1 060 M€₂₀₁₈. Il comprend pour l'essentiel les investissements Sol (837 M€₂₀₁₈) et le coût du COFP/PFRFP (212 M€₂₀₁₈).

Pour IDFM (l'autorité organisatrice des transports), le coût de 533 M€₂₀₁₈. Il représente les investissements Bord de NExTEO, l'entretien et le renouvellement de la partie Bord, ainsi que de la partie Sol sur le périmètre RATP et le COFP/PFRFP (70 M€₂₀₁₈).

Enfin, pour SNCF Réseau (le gestionnaire d'infrastructure), on trouve le même gain de 50 M€₂₀₁₈ que dans l'option 1.

Figure 2 : bilan actualisé du projet par acteurs (M€₂₀₁₈)



Source : DESE, tab 88, p.168

Vision du modèle de VAN-SE

Le calcul de la VAN-SE est fait en actualisant les flux monétaires à l'année 2030 (au taux de 4,5%) et en euros de 2018, et non en actualisant à l'année 2025 et en euros de 2015 comme il devrait être dans ce type d'étude. Mais la différence, n'est qu'une question de proportionnalité. A titre d'illustration, la VAN-SE actualisée à l'année 2018 serait d'environ 60% de sa valeur actualisée en 2030. Mais les valeurs de TRI ou de rendement seraient inchangées. **Cela ne change pas les conclusions quant à la rentabilité de NExTEO.**

Quant à la prise en compte des données macroéconomiques dans les scénarios, les données économiques (population, emploi, croissance) influent en théorie sur deux grandeurs clés : (i) le trafic, et comment il se traduit dans (ii) la valeur du temps tutélaire, c'est-à-dire la valeur socio-économique attribuée à 1 heure de gain de temps de trajet pour un voyageur.

Concernant la valeur du temps, le projet concerne les déplacements en milieu urbain pour l'Île-de-France. La valeur du temps (tous motifs) retenue est de 10,7 €₂₀₁₀/h en 2010, soit 11,7 €₂₀₁₈/h en 2018. Elle évolue à partir de 2018 avec une élasticité de 0,7 par rapport au PIB en volume. Cela est correct.

Toutefois, le trafic a été modélisé grâce au modèle multimodal Antonin 3 d'IDFM. Celui-ci repose sur une évolution de la population et des emplois fondée sur les projections urbaines établies par l'Institut Paris Région (IPR). Les prévisions de trafic semblent plutôt conservatrices, notamment de 2030 à 2035 où le trafic d'ensemble est supposé stable en raison du déploiement du projet Grand Paris Express (GPE) ; elles tendent à minorer les gains de ponctualité, de temps de transport ou de confort / temps d'attente présentés dans le dossier.

Un autre élément que l'on peut déplorer est il n'y a pas de modélisation du scénario et de l'option de référence. Le choix qui a été fait est de modéliser le projet sous forme de différence par rapport à la situation (scénario et option) de référence. Il est ainsi difficile de faire des variantes appréhendant, par exemple, un retard dans la mise en service complète du Grand Paris Express, qui fait partie de l'option de référence.

Cela étant dit, sachant que le gain du projet est essentiellement un gain de ponctualité/régularité, l'avancée majeure du calcul de la VAN-SE a été de chiffrer – pour la première fois avec grande précision – ce gain. Le chiffrage est fait par la prise en compte de la valeur du temps, selon un mécanisme prudent (qui est détaillé au chapitre 5).

En conclusion, le modèle, très complet, permet de visualiser toutes les étapes de calcul. Il nous apparaît satisfaisant.

2 Scénario de référence, option de référence et option de projet

2.1 Scénario de référence

2.1.1 Les hypothèses macro-économiques

Les hypothèses macro-économiques sont celles du scénario bas du référentiel de SNCF Réseau, en cohérence avec les hypothèses du Commissariat général au développement durable (CGDD) pour le PIB, et celles du modèle OMPHALE de l'Insee pour la population.

Tableau 3 : hypothèses macro-économiques retenues dans l'évaluation

Période	PIB	Population
2018-2025	1.4%	0.4%
2025-2030	1.4%	0.3%
2030-2040	1.6%	0.3%
2040-2050	1.6%	0.2%
2050-2070	1.6%	0.2%

Source : référentiel socio-économique de SNCF Réseau V7 10/11/2017

Il aurait fallu retenir des hypothèses de croissance comme nous le préciserons au chapitre 3.

Toutefois, une telle modification ne changerait pas les ordres de grandeur de la VAN-SE ni les conclusions à en tirer.

2.1.2 Le scénario de référence est-il crédible ?

Le scénario de référence comprend l'ensemble des hypothèses macroéconomiques qui influent sur les données du projet.

Les prévisions d'emploi et de population régionaux ne sont utilisées que pour la prévision de trafic. Celle-ci repose sur les projections urbaines très détaillées établies par l'Institut Paris Région (IPR), qui sont plutôt conservatrices.

La croissance en valeur du PIB/hab influe sur la valeur du temps via une élasticité de 0,7. Même si l'hypothèse de croissance nous semble très légèrement haute à compter de 2041 (1,6 % au lieu de 1,4 %), **le scénario de référence nous apparaît crédible.**

2.2 L'option de référence

Concernant la ligne B du RER, l'option de référence est fondée sur le renouvellement des systèmes actuels de signalisation : KVB et KCVP. Ils seront remplacés en fin de vie (2040) :

- par le système européen - alors vraisemblablement obligatoire - appelé ERTMS (niveau 2), complété par le KVB sur le domaine de la SNCF ;

- par un système KCVP de nouvelle génération (système inconnu aujourd'hui) sur le domaine de la RATP.

SNCF et RATP font l'hypothèse que le taux de ponctualité resterait celui de l'année 2018 (en fait à l'horizon 2035), hors périodes de moindres trafics (week-ends, etc.) et hors perturbations d'importance exceptionnelle (déraillements, chute de neige, etc.), c'est-à-dire sur celle de 2018 calculée sur 129 jours. La ponctualité resterait donc comprise entre 86,4 % et 88,1 % en heure de pointe (matin et soir), c'est-à-dire à un niveau encore insuffisant. Il faut ici rappeler que le niveau demandé par l'autorité organisatrice est supérieur à 90 % : 94 % précisément.

Concernant la ligne D du RER, l'option de référence est aussi fondée sur le renouvellement des systèmes actuels de signalisation : KVB et KCVB, remplacés en fin de vie (2040) par le système européen – alors vraisemblablement obligatoire - ERTMS (niveau 2). SNCF Réseau fait l'hypothèse que le taux de ponctualité resterait celui de l'année 2018 (en fait à l'horizon 2035), c'est-à-dire hors périodes de moindres trafics (week-ends, etc.) et hors perturbations d'importance exceptionnelle (déraillements, chute de neige, etc.), c'est-à-dire sur celle de 2018 calculée sur 139 jours. La ponctualité resterait donc au niveau de 79 % en heure de pointe (matin ou soir), c'est-à-dire à un niveau très éloigné de celui (93 %) requis par l'autorité organisatrice.

Cette option de référence est-elle trop pessimiste ? S'il ne s'atténue pas, un effort massif en faveur du renouvellement des équipements d'infrastructure, parallèlement à l'introduction des nouveaux matériels roulants, ne peut qu'améliorer la ponctualité après 2026 et 2029 par rapport à la situation de 2018. Les effets des incidents majeurs (rail cassé, rupture de caténaires, portes bloquées, etc.) ne peuvent que se réduire. Mais les perturbations moindres (trop longs stationnements à quai, etc.) devraient demeurer semblables à cause de la saturation du tunnel entre la gare du Nord et Châtelet-Les Halles. L'option de référence concernant la ligne B ne paraît donc pas pessimiste si tous les investissements prévus sont réalisés, mais elle serait trop optimiste dans le cas contraire. En revanche, celle concernant la ligne D conduit à une ponctualité si mauvaise qu'on peut croire que de nouvelles mesures de correction seraient prises : diminution du nombre des trains en heure de pointe dans le tunnel central ? nouveau programme d'investissements d'infrastructure ? etc. Il paraît raisonnable de tablez, pour l'option de référence de la ligne D, sur une ponctualité plus haute que 79 %.

Quelles seraient les causes qui pourraient conduire à des investissements moindres, singulièrement pour le renouvellement et la modernisation ? Il y a au moins trois possibles :

- de plus fortes contraintes financières obligeant SNCF Réseau ou la RATP à diminuer ou étaler les programmes d'investissements de renouvellement concernant les lignes B et D et les installations alentour ;
- des renoncements par SNCF Réseau ou la RATP à des investissements de modernisation ou de développement en raison de contraintes d'endettement ou de rentabilité (règles fixées par la législation et la réglementation non satisfaites) ;
- des contraintes plus fortes que prévues sur les ressources humaines (notamment pour les travaux de signalisation) qui sont nécessaires à l'étude et l'exécution des projets d'investissement.

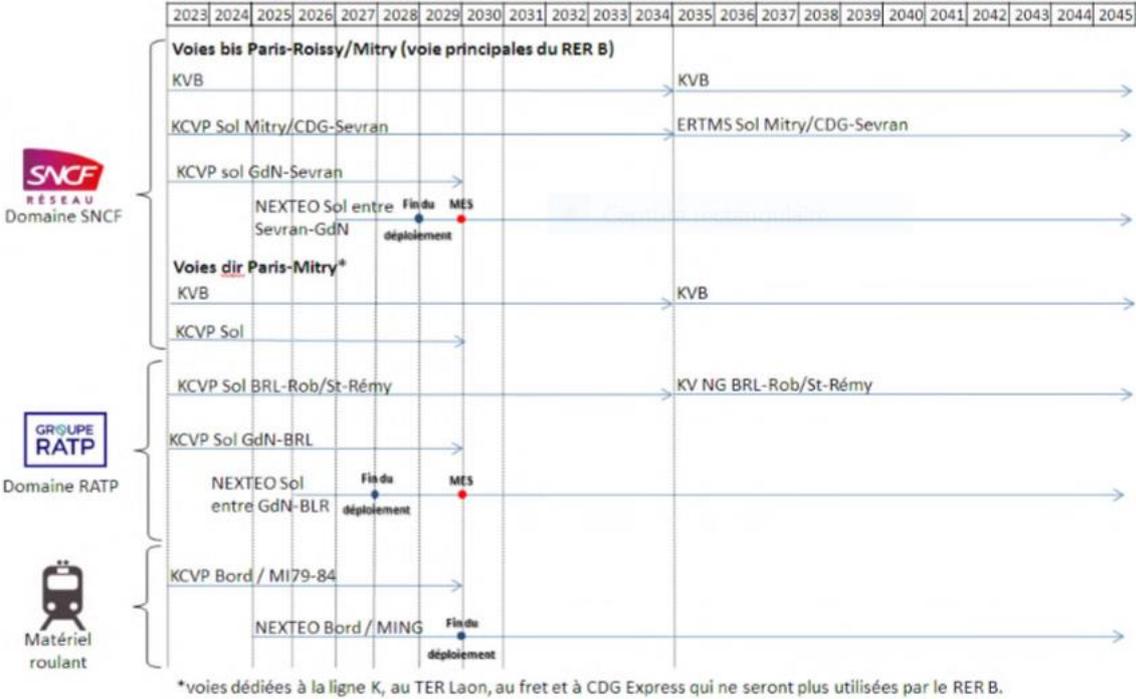
En conclusion, s'agissant de la ponctualité, qui est le principal paramètre pour calculer la *valeur actualisée nette* (VAN) du projet NExTEO sur les lignes B et D, l'option de référence comme l'option de projet supposent un programme ambitieux de renouvellement de l'infrastructure. Si ce programme n'était réalisé que partiellement ou trop lentement, l'option de référence s'accorderait avec une ponctualité plus mauvaise qu'actuellement pour la ligne B. Mais si le programme était plus ambitieux encore, notamment pour la ligne D, l'option de référence s'accorderait avec une ponctualité meilleure pour la ligne D. Pour toutes ces raisons, il paraît

raisonnable de soumettre la VAN à des tests de sensibilité correspondant à d'autres ponctualités des lignes B et D en référence.

2.3 Options de projet (option 1 et option 2)

2.3.1 Présentation des deux options de projet

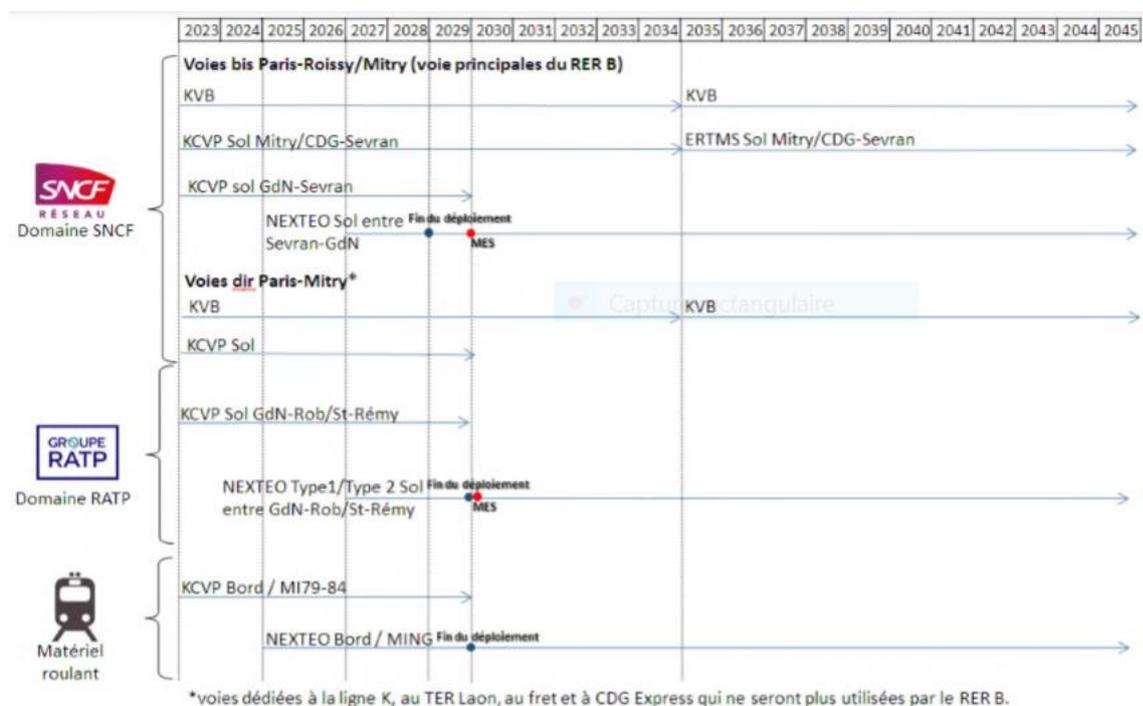
L'option de projet n° 1 concernant la ligne B peut être résumée par le graphique ci-dessous :



Source : dossier d'évaluation économique du maître d'ouvrage (septembre 2019)

L'option n° 1 consiste à équiper avec NExTEO type 1 (avec annulation des signaux latéraux aux voies) l'infrastructure au centre de la ligne B, de Sevrans au nord de Paris à Bourg-la-Reine au sud.

L'option de projet n° 2 concernant la ligne B peut être résumée par le graphique ci-dessous :



Source : dossier d'évaluation économique du maître d'ouvrage (septembre 2019)

En option 2, la ligne B serait *en plus* équipée de NExTEO Type 2 (avec maintien des signaux latéraux) sur la partie de la RATP entre Bourg-la-Reine et les terminus de Robinson et de Saint-Rémy-lès-Chevreuse.

Pour ce qui concerne la ligne D, l'option de projet est ainsi résumée :



Source : dossier d'évaluation économique du maître d'ouvrage (septembre 2019)

S'agissant de la ligne D, l'option 1 comme l'option 2 consiste à équiper de NExTEO Type 1 (avec annulation des signaux latéraux) l'infrastructure au centre de la ligne de Saint-Denis – Stade de France au nord à Villeneuve-Saint-Georges au sud.

L'installation des nouveaux équipements serait achevée en 2029 sur les deux lignes B et D. En option 1, le système actuel KCVP serait retiré en 2029 sur les parties SNCF et RATP où NExTEO serait déployé.

Pour la ligne B, au nord-est de la section équipée en NExTEO, le système actuel KCVP serait renouvelé en 2035 par ERTMS, et le KVB serait renouvelé en fin de vie (comme en option de référence). Sur les voies directes entre Paris et Mitry-Claye, le KCVP serait déposé en 2029, car on considère que les trains de la ligne B n'auront plus guère besoin d'y circuler, grâce à

l'amélioration apportée sur les voies bis par NExTEO et grâce aux investissements d'infrastructure qui seraient faits pour la ligne B dans le cadre du projet CDG Express. Pour la partie RATP, en option 2, le KCVP serait déposé. Mais en option 1, les voies au sud de Bourg-la-Reine devraient être équipées d'un nouveau système (appelé provisoirement *Contrôle de vitesse de nouvelle génération* ou KV NG) après la fin de vie du KCVP en 2035.

2.3.2 Toutes les implications, pour tous les acteurs concernés, sont-elles bien intégrées ?

Les perturbations et externalités produites durant la phase travaux n'ont pas été prises en compte dans l'évaluation économique. **Elles semblent toutefois avoir peu d'effet sur la VAN-SE.**

2.3.3 Le calendrier est-il crédible ?

Le calendrier de déploiement paraît solide.

Le principal risque de retard proviendrait de la difficulté à mettre au point et à déployer le système NExTEO. Or, ce nouveau système d'exploitation aura été préalablement déployé sur une partie de la ligne E du RER à l'occasion de son prolongement vers l'ouest en 2023. Si pots cassés il y avait, ils auraient été payés par le maître d'ouvrage de la ligne E ! Ce prolongement est si important pour les transports collectifs en Île-de-France que tout sera certainement fait pour contenir tout retard à déployer NExTEO.

Un autre risque est associé aux travaux d'infrastructure qui concernent la signalisation. De tels travaux sont toujours difficiles à entreprendre dans des installations anciennes, et ils demandent des compétences souvent rares. Mais l'importance de l'enjeu pour le bon fonctionnement des lignes B et D conduira sûrement SNCF Réseau et RATP à y concentrer leurs ressources pour éviter tout retard tant il serait dommageable.

Le troisième risque est lié au planning de livraison des nouveaux matériels roulants.

2.3.4 A quel horizon de temps la technologie NExTEO deviendra-t-elle obsolète ?

Les technologies numériques d'exploitation ferroviaire progressent de plus en plus rapidement. On peut déjà entrevoir des avancées techniques dans les domaines de l'autonomie de conduite (avec recours aux techniques mises au point pour les véhicules autonomes), de la 5G (cinquième génération des standards pour la téléphonie mobile), et plus généralement de l'intelligence artificielle. Un autre exemple est celui de la cryptographie. C'est un domaine que la physique quantique pourrait bientôt révolutionner, bien avant la difficile mise au point de l'ordinateur quantique. Il est probable que des modernisations profiteront à NExTEO à l'occasion ou non de nouveaux déploiements, sans que ces modernisations n'obligent à changer complètement d'architecture.

Les technologies de l'information progressent très vite. Et NExTEO en profitera avant son obsolescence complète.

2.3.5 Le dossier soumis à la contre-expertise ne contient pas de scénario alternatif

Le dossier soumis à contre-expertise économique n'a pas évalué économiquement de scénario alternatif, dans la mesure où aucun scénario n'est apparu en mesure de satisfaire le besoin impératif au regard de la ponctualité des lignes B et D, du point de vue du maître d'ouvrage.

Dans les paragraphes qui suivent, sont examinés quatre autres scénarios alternatifs, **tous bien trop difficilement réalisables.**

2.3.6 Des matériels roulants encore plus capacitaires auraient-ils pu remplacer NExTEO ?

Nous l'avons dit, pour la ligne D comme pour la B, de nouveaux matériels roulants à deux niveaux ont été commandés : RER NG et MING. **Il est maintenant trop tard pour les modifier.** Ils seront tous en service en 2026 s'agissant des RER NG, et en 2029 s'agissant des MING. Le renouvellement des flottes actuelles par ces nouveaux matériels fait partie de l'option de référence. Les rames RER NG sont construites par un groupement Alstom-Bombardier

Les nouveaux matériels roulants offriront un nombre de places bien supérieur aux matériels existants. En définissant le cahier des charges, Île-de-France Mobilités s'est attaché à obtenir la plus grande capacité possible, sous deux contraintes : offrir assez de places assises, ne pas obliger à des investissements trop lourds sur l'infrastructure. Ainsi, **des matériels plus larges ou plus longs auraient conduit à des travaux bien trop onéreux en gare, en tunnel ou même en pleine voie.**

Par exemple, s'agissant de la ligne B, nombre de gares ont des quais de longueur qui suffisent tout juste aux matériels actuels : voie Z de Denfert-Rochereau, voie Z de Massy-Palaiseau, 3 voies à quai à Saint-Rémy-lès-Chevreuse, 2 voies à Robinson, etc. Pour ce qui concerne en particulier la partie RATP de la ligne B, les difficultés presque insurmontables pour faire circuler des rames plus longues ont été rappelées aux pages 154 et 155 du *Schéma directeur du RER B Sud* approuvé par le STIF en 2013.

Enfin, quand bien même elles pourraient faciliter la montée et la descente des voyageurs en heure de pointe (en diminuant le temps de stationnement des trains), des rames de plus grande capacité ne résoudraient pas la question de la saturation au centre des deux lignes. En particulier, le tunnel entre la gare du Nord et Châtelet-Les Halles au centre de Paris resterait, sans NExTEO, un point de déstabilisation majeure.

2.3.7 Un nouveau tunnel entre la gare du Nord et Chatelet-Les Halles aurait-il été préférable à NExTEO ?

Cette question a été brièvement abordée précédemment.

Le doublement du tunnel commun aux lignes B et D coûterait bien plus cher que NExTEO, et obligerait à de longues et insupportables interruptions de trafic.

En 2012, le Syndicat des transports d'Île-de-France (STIF) a commandé à Réseau ferré de France (RFF) une étude de faisabilité sur le doublement du tunnel entre la gare du Nord et Châtelet-Les Halles. Compte tenu des impacts trop lourds d'un simple doublement du tunnel actuel (conduisant à un tunnel à deux tubes), à cause singulièrement des raccordements en gare de Châtelet-Les Halles (cf. étude faite par la RATP en 2003), RFF n'a étudié qu'un nouveau tunnel qui serait réservé à la ligne D.

Les résultats de l'étude, faite avec le SNCF, la RATP et Setec, ont été présentés au STIF en 2013. L'étude a démontré que le doublement serait particulièrement difficile à entreprendre. Les causes tiennent notamment au nombre et à la complexité des ouvrages et lieux souterrains : anciennes carrières, autres infrastructures de transport, etc. Quatre variantes ont été approfondies par RFF. Dans tous les cas, il faudrait totalement interrompre la ligne D durant une période comprise entre 8 et 12 mois. Les travaux pourraient durer six ans. Les correspondances

entre les lignes A, B et D du RER seraient durablement dégradées. Le coût serait très élevé : **entre 1,3 et 3,8 milliards d'euros.**

Compte tenu de ces résultats, notamment du coût d'un nouveau tunnel, et compte tenu des impacts probablement insupportables pour les voyageurs des interruptions de trafic pendant les travaux, Île-de-France Mobilités, après de nouvelles réflexions en 2016 et 2017, s'est résolu avec raison à développer et déployer le nouveau système NExTEO.

2.3.8 Le doublement de toutes les voies dédiées aux trains des lignes B et D aurait-il été une variante possible ?

Le quadruplement des voies des lignes B et D en zones centrales serait une solution qui obligerait à doubler, d'une manière ou d'une autre, le tunnel entre la gare du Nord et Châtelet-Les Halles. Au coût de percement d'un nouveau tunnel, déjà excessif (cf. paragraphe précédent), s'ajouterait le coût du quadruplement des voies pour la ligne B et pour la ligne D au sud de Châtelet-Les Halles et au nord de la gare du Nord. Pour la ligne B au nord de la gare du Nord, il s'agirait même d'un sextuplement, puisque la ligne actuelle est déjà à quatre voies (voies directes et voies bis) de Paris à Mitry-Claye.

Jamais évalué, le coût total serait à l'évidence exorbitant. De plus, le temps de réalisation serait très long, bien plus long que l'installation de NExTEO.

2.3.9 Aurait-on pu recourir à une autre technologie de signalisation que NExTEO ?

Ni le système Pilotage Automatique (PA) SACEM qui équipe la ligne A du RER ni les différentes technologies de pilotage automatique du métro ni ERTMS ni les systèmes actuels de blocks ne pourrait remplacer NExTEO.

- A. Île-de-France Mobilités a approuvé le Schéma directeur de la ligne A du RER en juin 2012. Ce schéma prévoyait plusieurs projets pour améliorer le fonctionnement de la ligne et le confort des voyageurs. Un des projets regardait l'équipement de la zone centrale (entre Nanterre et Vincennes) en PA. Le nouveau système, dit PA SACEM, repose sur la signalisation existante appelée *Système d'aide à la conduite, à l'exploitation et à la maintenance* (SACEM). D'un coût de 35 millions d'euros, le déploiement du nouveau système d'exploitation a été achevé en janvier 2019. Ses avantages : gain de temps de deux minutes, possibilité d'un train de plus par heure et par sens en heure de pointe, gain de régularité grâce au maintien de l'intervalle nominal sur tout le tronçon central, homogénéisation des habitudes de conduite des conducteurs, amélioration des convergences (à l'est de Vincennes et à l'ouest de Nanterre-Préfecture). Grâce au PA SACEM, chaque train circule désormais bien plus près de sa courbe nominale de vitesse, et chaque train peut réagir plus vite à dessein de mettre fin à une perturbation du trafic. Le coût de l'investissement est très bas, car les fonctionnalités de SACEM, dès l'origine, étaient déjà proches de l'automatisation. La RATP a confirmé que le gain effectif du PA, installé conjointement avec la mise en place en décembre 2017 d'une nouvelle grille horaire sur la ligne A, est de deux minutes de temps de parcours sur le tronçon central (Nanterre-Préfecture – Vincennes) à l'heure de pointe.

Le choix de NExTEO au lieu du PA SACEM de la RATP a été dicté d'une part par les performances supérieures de NExTEO (nombre de trains par heure plus important, fonction *Automatic Train Supervision* ou ATS, etc.), mais aussi par le fait que le système SACEM de la ligne A, fondé sur une technologie qui va devenir obsolète, devra être renouvelé entre 2025 et 2035 (plutôt vers 2035 selon la RATP). Le renouvellement du PA SACEM conduira à définir un nouveau système (transmission des données par radio et

non plus par la voie, etc.), qui pourrait être NExTEO ou une version modernisée de NExTEO.

- B. Les systèmes de pilotage automatique du métro parisien (déployé sur les lignes 14 et 1) sont tous adaptés à des circulations très différentes de celles du RER : vitesse moindre, aucune mixité des circulations, lignes totalement fermées à toute intrusion, etc. Ils ne peuvent à l'évidence être appliqués tels quels aux lignes du RER, même quand ils sont fondés sur la norme CBTC comme NExTEO.
- C. Le choix de NExTEO au lieu du système européen ERTMS (niveau 2) a été fondé notamment sur le nombre maximal de trains (32 trains par heure et par sens) que le système peut autoriser. ERTMS est fondamentalement un système d'exploitation adapté aux grandes lignes, et non au transport urbain et périurbain à grand trafic. En effet, NExTEO peut rapprocher les trains les uns des autres sans autre contrainte que les capacités de freinage ; en revanche, ERTMS (niveau 2), qui oblige à la présence de cantons, ne peut suivre un autre train dans le même canton. Certes, il est possible de dessiner des cantons très courts pour tirer le plus grand profit de ERTMS (niveau 2) : mais la limite est vite atteinte, car la longueur d'un canton ne peut être inférieure à la longueur de la courbe de freinage du train le moins performant. Par exemple, sur le réseau Thameslink à Londres, ERTMS (niveau 2) permet, mais à une vitesse très faible (40 km/h) et pour un trafic bien inférieur (40 000 voyageurs par heure, au lieu de 90 000 pour les lignes B et D), un nombre maximal de 24 trains par heure et par sens.

Aurait-on pu remplacer NExTEO par ERTMS (niveau 3) ? Ce système avancé de signalisation, fondé sur des cantons mobiles, n'est pas encore déployé, et beaucoup s'interrogent encore sur les conditions de son déploiement. Selon la SNCF, le déploiement n'est guère possible avant dix ans.

- D. Le système NExTEO n'aurait pu être remplacé par la signalisation BAL (block automatique lumineux) des principales lignes du réseau ferré de SNCF Réseau. Car, contrainte par l'obligation d'un canton de sécurité entre deux trains, sa capacité maximale est bien inférieure au besoin des lignes B et D en leur cœur.

3 Hypothèses macro-économiques et taux d'actualisation

Nous appliquons dans tout ce chapitre 3 les principes énoncés dans le Guide de l'évaluation socioéconomique des investissements publics, validés le 10 octobre 2017 par France Stratégie et le Secrétariat Général à l'Investissement (Ex Commissariat général à l'investissement). Après un examen détaillé des hypothèses, nous adoptons le scénario central qui est proposé dans le dossier.

3.1 Taux de croissance économique (PIB) en France et en Île-de-France

Il aurait fallu en toute rigueur retenir les scénarios du COR (Conseil d'orientation des retraites) publié le 20 juin 2017 dans son rapport annuel de 2017. Le scénario central est le scénario médian bas du COR : une croissance nationale de 1,6 % par an jusqu'en 2030, de 1,5 % de 2031 à 2040 et de 1,4 % à compter de 2041. Au lieu de 1,4 % jusqu'en 2030, puis 1,6 % au-delà dans le dossier.

Dans le scénario du dossier, il existe une différence de -0,2 % jusqu'en 2030, +0,1 % de 2031 à 2040 et +0,2 % à compter de 2041.

Cette différence ne joue que sur la valeur tutélaire du temps, via une élasticité de 0,7 au PIB/hab en volume, comme nous l'avons dit plus haut.

La croissance en Île-de-France (IdF) est sensiblement plus forte qu'en France, de l'ordre de 0,5 %. Cela reflète au premier ordre (i) la croissance de la population et (ii) le différentiel moyen de croissance par rapport au niveau national. Mais la croissance en Île-de-France ne joue pas de rôle dans les projections de VAN-SE, compte tenu du fait que des hypothèses très conservatrices ont été faites (pas d'induction de trafic notamment, liée aux gains attendus de ponctualité, régularité, capacité, etc.).

3.2 Populations

Il a été retenu une hypothèse de croissance de la population d'Île-de-France de 0,4 % jusqu'en 2025, de 0,3 % de 2025 à 2040 et de 0,2 % par la suite, **ce qui est correct**.

3.3 Population et niveau d'emploi en Île-de-France

Comme on l'a dit à la fin du paragraphe 1.6, le trafic a été pris en référence sur la base des projections urbaines établies par l'Institut Paris Région (IPR), de façon très fine, et de manière conservatrice.

Comme il n'y a pas non plus d'hypothèse de trafic supplémentaire (trafic induit), seuls les usagers des lignes B et D sont pris en compte. **Ni la population régionale ni l'emploi ne jouent un rôle dans la VAN-SE.**

3.4 Les taux d'inflation

Le taux général d'inflation, qui sert à ramener les valeurs d'une année future à une année de référence, est supposé être de 2 %. L'incidence d'un écart de 1,7 % et 2 % est très faible, car la VAN-SE est calculée en euros constants.

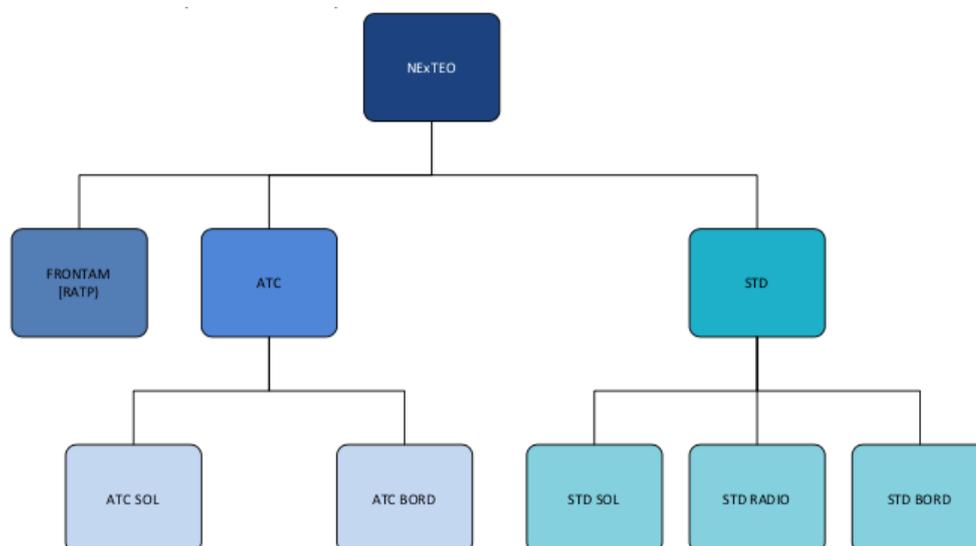
Le coût des investissements en infrastructure est fondé sur l'inflateur repris du référentiel socio-économique de SNCF Réseau V7 du 10/11/2017. Il s'établit à 2,26% en euros constants et à 4% en euros courants avec une inflation générale de 1,7%. Cet indice paraît être élevé, mais cela joue en défaveur de la VAN-SE, et reflète peut-être la marge d'incertitude qu'il y a sur l'investissement compte tenu du délai long avant qu'il ne soit réalisé.

4 Examen des coûts de l'option de projet

4.1 Architecture de la technologie NExTEO

Le système NExTEO est constitué d'équipements embarqués (à installer à bord des matériels roulants de nouvelle génération), d'équipements au sol (à adapter aux voies des lignes B et D) et d'un système de transmission de données. Ces sous-systèmes doivent être spécifiés lors de la conception par l'industriel, et maîtrisés par les exploitants et les mainteneurs pour pouvoir être remplacés tout au long de la vie de NExTEO sans créer de dépendance envers un seul industriel.

Figure 3 : architecture organique de la technologie NExTEO²



Source : document d'AVP remis à la contre-expertise, p. 26.

Le projet NExTEO B-D est un projet global pour les lignes B et D. Le développement de NExTEO sur ces lignes ne peut s'envisager indépendamment l'un de l'autre. Le fait de fiabiliser une ligne joue sur l'exploitation de l'autre, et vice-versa.

Le détail des coûts est confidentiel afin de préserver les processus d'appel d'offres. Néanmoins, au global, le coût d'investissement du projet « bord et sol » est estimé à 788,1 M€₂₀₁₈ soit, à titre indicatif, 907,5 M€ courants, sur la base d'une hypothèse d'indexation annuelle à un taux de 1,8 %.

² FRONTAM : FRONTal d'Aide à la Maintenance

ATC : Automatic Train Control (système assurant le contrôle automatique du mouvement des trains en sécurité et gérant la circulation des trains)

STD : Système de transmission de données

Ce coût d'investissement comprend des dépenses allant de 2019 (début des études d'avant-projet) à 2031 dans le but de financer :

- les autres marchés nécessaires au déploiement de NExTEO (adaptation et/ou renouvellement des postes de signalisation, bases d'essais etc.),
- les frais d'études et de surveillance de maîtrise d'œuvre,
- les frais de maîtrise d'ouvrage,
- les provisions pour aléas et imprévus (PAI).

Pour la partie Sol, le coût total s'élèverait à 597,3 M€₂₀₁₈, dont 240,7 M€₂₀₁₈ sur le périmètre de la RATP et 356,6 M€₂₀₁₈ sur le périmètre de SNCF Réseau. Sur cette partie Sol, les modalités de financement du Contrat de plan Etat-Région sont retenues par le porteur de projet (à savoir un financement supporté à 30 % par l'Etat et à 70 % par la Région), ce qui conduirait à un investissement de l'Etat de l'ordre de 180 M€₂₀₁₈.

Pour la partie Bord, le coût total représenterait 190,8 M€₂₀₁₈, dont 84,9 M€ à la charge de la RATP et 105,9 M€₂₀₁₈ à la charge de SNCF Mobilités.

A noter que :

- dans certaines parties du dossier soumis à la contre-expertise, un coût d'investissement supplémentaire de 40 M€₂₀₁₈ est ajouté aussi bien en option de référence qu'en option de projet (sur le périmètre RER B, SNCF Réseau, Partie Sol) afin de tenir compte de l'évolution du système de pilotage (KCVP) des tronçons Sevrans-Beaudottes / Aéroport CDG2 TGV et Sevrans-Livry / Mitry-Claye, portant ainsi **le total de l'investissement à 828 M€₂₀₁₈**. Cela étant dit, si cet investissement de 40 M€ est commun en référence et en projet, il ne devrait pas être ajouté au coût de NExTEO dans l'option de projet.
- Selon les documents, les chroniques d'investissement sont plus ou moins étalées dans le temps, parfois sur 2019-2031 et parfois sur 2019-2037 (cf. tableau ci-dessous).

Tableau 4 : chronique des coûts d'investissement de NExTEO

En M€ aux CE = 2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	Total
RATP	1,2	3,1	11,8	29,2	45,8	52,3	44,8	33,9	22,9	20,1	19,2	15,1	26,2	325,6
SNCF M	0,8	1,5	3,5	10,1	21,6	23,3	16,3	13,5	4,2	2,9	0,8	5,5	1,9	105,9
SNCF R	5,1	5,9	13,1	36,2	86,6	81,6	44,7	26,6	14,3	10,0	3,4	19,9	9,1	356,6
Total	7,1	10,5	28,5	75,4	154,1	157,2	105,8	74,0	41,3	32,9	23,4	40,6	37,3	788,1

Source : Document d'AVP communiqué à la contre-expertise, p. 32.

Tableau 5 : chronique détaillée des coûts d'investissement de NExTEO

OPTION 1	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	Total
RER D																				
NExTEO Bord	0	1	2	7	15	17	11	9	2	2	0	5	0	0	0	0	0	0	0	73
NExTEO Sol SNCF	3	4	9	27	63	56	28	14	6	4	1	19	0	0	0	0	0	0	0	233
Total	4	5	11	34	78	73	39	22	8	6	1	24	0	0	0	0	0	0	0	306
RER B option 1																				
NExTEO Bord	1	2	4	11	20	23	20	16	7	6	5	3	0	0	0	0	0	0	0	118
NExTEO Sol RATP																				
Type 1	1	1	7	18	25	29	25	19	12	7	4	2	1	0	0	0	0	0	0	150
NExTEO Sol SNCF	2	2	4	10	28	28	16	14	9	6	3	1	0	0	0	0	0	0	0	123
KV NG Sol RATP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	11	15	17	13	10	8	8	6	2	90
KCVP NG Sol SNCF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	7	14	7	5	4	0	40
Total	3	5	16	39	72	79	61	49	28	21	22	21	19	20	24	15	13	10	2	522
RER B & D option 1																				
NExTEO Bord	1	2	7	18	35	40	32	25	10	7	5	8	0	0	0	0	0	0	0	191
NExTEO Sol RATP																				
Type 1	1	1	7	18	25	29	25	19	12	7	4	2	1	0	0	0	0	0	0	150
KV NG Sol RATP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	11	15	17	13	10	8	8	6	2	90
NExTEO Sol SNCF	5	6	13	37	91	83	45	28	15	10	3	20	0	0	0	0	0	0	0	357
KCVP NG Sol SNCF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	7	14	7	5	4	0	40
Total	7	10	27	73	151	152	101	71	37	27	23	46	19	20	24	15	13	10	2	828

OPTION 2	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	Total
RER D																				
NExTEO Bord	0	1	2	7	15	17	11	9	2	2	0	5	0	0	0	0	0	0	0	73
NExTEO Sol SNCF	3	4	9	27	63	56	28	14	6	4	1	19	0	0	0	0	0	0	0	233
Total	4	5	11	34	78	73	39	22	8	6	1	24	0	0	0	0	0	0	0	306
RER B option 2																				
NExTEO Bord	1	2	4	11	20	23	20	16	7	6	5	3	0	0	0	0	0	0	0	118
NExTEO Sol RATP	1	2	10	24	36	41	33	26	19	17	17	13	1	0	0	0	0	0	0	241
NExTEO Sol SNCF	2	2	4	10	28	28	16	14	9	6	3	1	0	0	0	0	0	0	0	123
KCVP NG Sol SNCF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	7	14	7	5	4	0	40
Total	4	6	18	45	84	91	70	56	36	30	24	17	3	7	14	7	5	4	0	522
RER B & D option 2																				
NExTEO Bord	1	2	7	18	35	40	32	25	10	7	5	8	0	0	0	0	0	0	0	191
NExTEO Sol RATP	1	2	10	24	36	41	33	26	19	17	17	13	1	0	0	0	0	0	0	241
NExTEO Sol SNCF	5	6	13	37	91	83	45	28	15	10	3	20	0	0	0	0	0	0	0	357
KCVP NG Sol SNCF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	7	14	7	5	4	0	40
Total	7	11	30	79	162	164	110	78	44	35	25	42	3	7	14	7	5	4	0	828

Source : DESE, p. 150-151

Tableau 6 : répartition des coûts d'investissement entre partie déployée sur l'infrastructure (Sol) et partie déployée sur le matériel roulant (Bord)

En M€ CE 01/01/2018		RATP	SNCF Mobilités	SNCF Réseau	Total
RER B*	Partie SOL ¹¹	240.7	0	123.5	364.2
	Partie BORD ¹²	84.9	33.1	0	118.0
	TOTAL	325.6	33.1	123.5	482.1
RER D	Partie SOL		0	233.1	233.1
	Partie BORD		72.9	0.0	72.9
	TOTAL		72.9	233.1	306.0
RER B+D	Partie SOL	240.7	0	356.6	597.3
	Partie BORD	84.9	105.9	0	190.8
	TOTAL	325.6	105.9	356.6	788.1

Source : DESE, p. 18

La mission n'a pas eu le temps ni les moyens de contre-expertiser précisément ces coûts. Les éléments ont simplement été analysés afin de vérifier la cohérence des estimations, ainsi que les précautions prises par les entités en charge du projet.

4.2 Coûts érudés

Les coûts érudés concernent les coûts de renouvellement et, dans une moindre mesure, les coûts de maintenance.

Dans l'option de référence, des investissements devraient être effectués pour maintenir au moins en l'état le fonctionnement et les performances actuelles des lignes B et D du RER, tout en accueillant le nouveau matériel MING sur la ligne B et RER NG sur la D.

Sur la ligne B, l'équipement (KCVP et KVB) des voies devrait être renouvelé afin de maintenir cette fonctionnalité. Des renouvellements seraient à prévoir à partir de 2035, pour migrer vers un KCVP de nouvelle génération (ERTMS 2) de performance équivalente. Ces dépenses érudées, d'un montant de 252 M€ aux conditions économiques de 2018, concernent le système KCVP à la fois pour la partie Bord (27 M€), Sol RATP (64 M€) et Sol SNCF (97 M€ pour les voies bis et 64 M€ pour les voies directes). Ces renouvellements érudés sont réitérés tous les 30 ans à partir de 2035.

Sur la ligne D, le système de contrôle de vitesse est le contrôle de vitesse par balise (KVB), voire sur certains tronçons le contrôle de vitesse par balise pour les prolongements (KVBP). En option de référence, ces systèmes devraient être remplacés par l'ERTMS 2 à l'horizon 2040. **Grâce au projet, les coûts érudés concernent le renouvellement de quelques postes d'aiguillage prévu au-delà de 2045 pour un montant global de 37,5 M€₂₀₁₈.**

4.3 Coût d'équipement au sol (installation et renouvellement)

Le programme NExTEO comprend l'équipement au sol :

- de 62 km de ligne (doubles voies) sur la ligne B,
- de 25 km de ligne (doubles voies) sur la ligne D.

Pour estimer les coûts d'investissement de NExTEO, le maître d'ouvrage a pu recourir aux coûts connus des systèmes CBTC déjà installés ou en voie d'être installés : lignes du métro parisien et ligne E du RER.

Pour la part Sol, NExTEO est principalement composé des équipements de :

- Pilote Automatique de Secteur (PAS), équipement de sécurité qui gère une portion de voie du domaine NExTEO, assurant notamment le suivi sécuritaire, et participe à la protection des trains (dans la situation nominale cible où tous les trains circulant sont équipés NExTEO, le PAS gérant entièrement le suivi des trains et l'anticollision),
- Eurobalises installées dans la voie et utilisées pour la localisation des trains et les transitions dynamiques,
- FRONTAM (module d'aide à l'exploitation-maintenance).

4.4 Coût d'équipement embarqué

La partie embarquée du système NExTEO est constituée d'un Pilote Automatique Embarqué (PAE) qui contrôle le mouvement du train sur lequel il est installé :

- développement et déploiement du système NExTEO B-D (rédaction du référentiel, conception, production, déploiement, tests et essais),
- qualification des équipements Bord de NExTEO.

Tableau 7 : adaptation des nouveaux matériels roulants aux différents types de signalisation

	MING (ligne B, en remplacement des rames MI79 et MI84)	RER NG (lignes E et D)
KCVP (système de contrôle de vitesse actuel utilisé sur la ligne B en repli en zone NExTEO ou en nominal hors zone NEXTEO),	Oui	Non
NExTEO	Oui	Oui
ERTMS (à terme, lorsque le RFN en sera équipé),	Oui	Oui
KVB/KVBP	Oui (L'ensemble des voies de la ligne B du RFN en est également équipée)	Oui (système de contrôle actuel utilisé sur la ligne D en repli en zone NExTEO ou en nominal hors zone NEXTEO)

Source : document d'AVP remis à la contre-expertise, page 18.

4.5 Coûts de maintenance

Le projet NExTEO n'est pas supposé engendrer de surcoûts d'exploitation par rapport à l'option de référence, hormis :

- les coûts de formation des conducteurs et des opérateurs et d'éventuels coûts d'énergie à évaluer dans un cadre plus global avec la régulation et le nouveau matériel roulant,
- les charges nouvelles pour la maintenance, dues à la pose d'équipements ferroviaires supplémentaires sans suppression de la signalisation existante.

La mission de contre-expertise n'a pas estimé précisément ces coûts.

4.6 Coûts de renouvellement

Bord et Sol (hors STD)

Le renouvellement des équipements NExTEO Bord et Sol et KV NG a lieu tous les 30 ans (à partir de 2030 pour NExTEO type 1, et à partir de 2035 pour le KV NG), avec un coût supposé identique à celui de l'investissement initial, mais réalisé par simplification sur une année.

Par ligne, les estimations sont de :

- pour la ligne B, 316 M€₂₀₁₈ (option 1) et 403 M€₂₀₁₈ (option 2),
- pour la ligne D, 155 M€₂₀₁₈.

STD Bord et Sol

Le STD (Système de transmission de données) est le média de transmission entre le sol et le bord dans le système NExTEO. Il doit être renouvelé tous les 15 ans à partir de 2030 :

- pour la ligne B, 14 M€₂₀₁₈ (option 1) et 18 M€₂₀₁₈ (option 2),
- pour la ligne D, 10 M€₂₀₁₈.

L'estimation de ces coûts de renouvellement semble correcte dès lors que l'on fait l'hypothèse que plusieurs industriels seront en mesure de concourir (i.e. qu'il n'existera pas dans le futur de monopole sur le savoir-faire technique).

4.7 Coûts non estimés

Durant les différentes interruptions de service (les périodes et les durées restent à planifier), un service de remplacement par bus sera mis en place. Le coût des services de remplacement seront estimés lors de la planification des ITC et ne sont pas pris en compte dans l'actuelle analyse coûts-bénéfices. **Cette omission joue un peu en défaveur de la VAN-SE de NExTEO.**

4.7.1 Risque lié à la sécurité informatique

La cybersécurité de NExTEO est à compter parmi les risques d'exploitation. Il existe toutefois aussi dans l'option de référence, mais dans une moindre mesure. Il existe aussi dans toutes les installations et systèmes informatiques de la SNCF et de la RATP.

La SNCF comme la RATP sont des *opérateurs d'importance vitale* (OIV), gérant des infrastructures critiques comme l'est le RER. A ce titre, les deux opérateurs sont astreints à des *plans de sécurité opérateur* et à des plans particuliers de protection (PPP).

Ce risque, en tout cas, ne figure pas parmi les dix risques identifiés et quantifiés en terme monétaire par le maître d'ouvrage du projet.

4.7.2 Pollution atmosphérique souterraine (métro/RER)

La pollution de l'air est un risque sanitaire de mieux en mieux connu : maladies cardiovasculaires, altération des fonctions pulmonaires, etc. Partout dans le monde, on sait que la pollution des véhicules automobiles doit être diminuée au plus vite. La pollution de l'air dans les parties souterraines du transport public est l'objet de préoccupations et de mesures plus récentes.

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) a démontré que les particules en suspension dans l'air sont de loin les polluants les plus nocifs, notamment les particules les plus petites (cf. son avis du 8 juillet 2019 par exemple). Or, les résultats d'une étude faite en 2019 par un laboratoire du CNRS (LPCE2) avec l'association Respire a montré que dans le métro et le RER, les matières particulaires (PM selon l'acronyme anglais) de très petite taille (inférieure à 1 micron, $PM_{1,0}$ et $PM_{0,1}$) sont les plus nombreuses : 99,5 %. Et cela, même si leur masse ne peut être que de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les particules plus grosses, dont les effets sont mieux connus, sont mesurées régulièrement. Pour ce qui concerne les particules de moins de 10μ (appelées PM_{10}), les taux sont le plus souvent compris entre 90 et $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, alors qu'il faudrait, selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), rester le plus souvent en-dessous de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Les taux sont souvent entre 50 et $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les particules de moins de $2,5 \mu$ (les $PM_{2,5}$), alors que la recommandation de l'OMS est de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Mais il n'existe pas aujourd'hui de réglementation concernant les teneurs maximales dans les espaces souterrains. Des mesures faites par l'association agréée AirParif à la station Auber de la ligne A ont montré que la pollution aux PM_{10} pouvait être dix fois supérieure en souterrain qu'en surface.

Si la ventilation des parties souterraines est une source importante de particules, la plupart des particules dans les parties souterraines des RER sont produites par les rames lors des freinages. Si la SNCF comme la RATP s'efforcent de filtrer l'air de ventilation, mais c'est la pollution due aux freinages qui est la plus préoccupante.

La région d'Île-de-France a publié en 2018 un appel à projets (avec un budget d'un million d'euros) pour étudier des moyens de diminuer la pollution des freinages. SNCF Mobilité et Tallano Technologie étudient, dans ce cadre, une méthode d'aspiration à la source des émissions, c'est-à-dire en aspirant avant diffusion les particules produites par les systèmes de freinage à friction des matériels roulants (garnitures et disques de frein).

Le système NExTEO permettrait la circulation d'un nombre de trains un peu plus grand dans les parties souterraines des lignes B et D. D'où des émissions un peu plus fortes de particules. De surcroît, NExTEO entraînerait des accélérations et des freinages plus nerveux. Enfin, les nouvelles rames (MING pour la ligne B et RER NG pour la ligne D) seraient plus lourdes : rames à deux niveaux, plus de voyageurs. En contrepartie, les nouveaux matériels roulants recourraient bien plus souvent au freinage électrique, qui émet beaucoup moins de particules métalliques. Et grâce à NExTEO, les accélérations et freinages seraient plus réguliers, ce qui diminuerait les émissions excessives dus aux à-coups.

En définitive, il apparaît que NExTEO pourrait conduire à une légère augmentation des émissions de particules en raison de freinages et d'accélérations plus nerveux ou plus puissants (en situation de projet par rapport à l'option de référence). Mais elle serait négligeable par rapport aux gains provenant de la régularité de conduite que le nouveau système d'exploitation apporterait en situation de projet.

4.8 Coût d'opportunité des fonds publics (COFP) et prix fictif de rareté des fonds publics (PFRFP)

En raison des distorsions économiques de la taxation, un euro prélevé sur le contribuable pour financer un bien public coûte en moyenne plus cher à la collectivité qu'un euro dépensé par ce même contribuable pour l'achat d'un bien privé. On désigne sous le terme de « Coût d'Opportunité des Fonds Publics » (COFP) cette inefficacité marchande de l'ensemble du système d'imposition. Ce coût est pris en compte via l'application d'un coefficient multiplicateur de 1,2 aux flux d'argent public. Quand il apparaît nécessaire de tenir compte de la rareté budgétaire pour hiérarchiser les projets, les dépenses publiques nettes sont affectées d'un Prix Fictif de Rareté des Fonds Publics (PFRFP) de 5% en sus du COFP.

Le maître d'ouvrage a retenu d'appliquer le COFP et le PFRFP aux dépenses de l'Etat, et seulement 60 % aux dépenses d'IDFM, au motif que 40 % des ventes de titres de transport couvrent le budget de fonctionnement d'IDFM. Toutefois, le budget d'investissement d'IDFM est alimenté par de l'argent public. Ce choix peut donc prêter à débat.

Toutefois, si l'on devait appliquer le COFP et le PFRFP à la totalité des dépenses d'IDFM, cela augmenterait un peu les coûts relatifs aux dépenses d'IDFM (au titre du COFP et PFRFP, de quelques dizaines de millions d'euros), diminuerait un peu la VAN-SE (d'un montant identique). **En résumé, cela ne changerait guère l'intérêt (VAN-SE) du projet.**

5 Examen des bénéfices

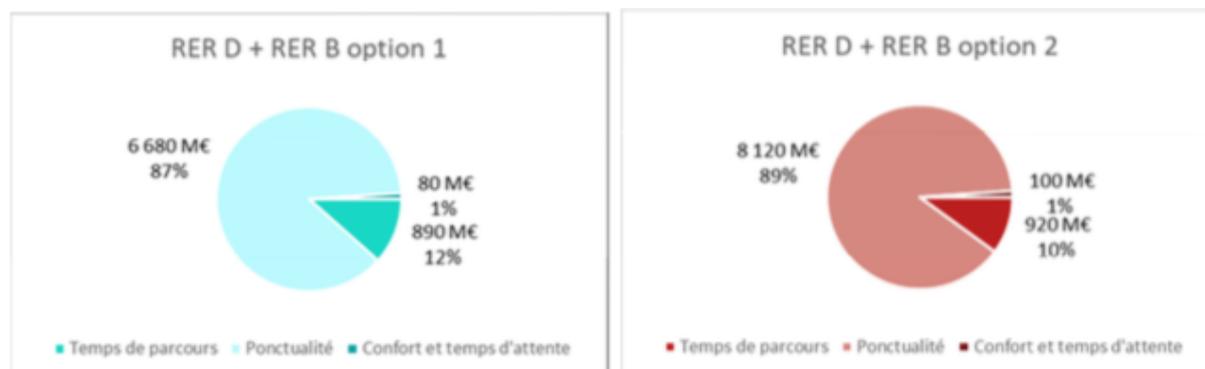
5.1 NExTEO rendra les lignes B et D plus robustes et plus résilientes

D'un point industriel, NExTEO est un projet qui ne traite pas les causes des incidents de la circulation sur les lignes B et D, mais qui diminue leurs conséquences lors de la reprise du trafic.

Les lignes seront ainsi plus robustes (l'exploitation nominale sera moins affectée après un incident) et plus résilientes (elles retrouveront leur exploitation nominale plus rapidement après un incident). En effet, indépendamment de la cause d'un retard, les bénéfices de NExTEO sont, d'une part, d'assurer un meilleur respect des temps de parcours en ligne et de rendez-vous aux points névralgiques (convergences d'Aulnay, Paris Nord, Châtelet, Bourg La Reine, Massy, Orsay et entrées en zones B/D) et, d'autre part, de fournir une capacité de rattrapage des retards et de régulation grâce à une diminution des temps de démarrage ou de freinage des trains.

D'un point de vue socio-économique, les gains étudiés sont ainsi (i) les gains de fiabilité du temps de transport, (ii) les gains de confort et (iii) les gains de temps.

Figure 4 : répartition des gains des usagers entre ponctualité, temps de parcours et confort avec la méthode « Etat » (par opposition à la méthode IDFM)



Source : AVP, page 54.

Nous examinerons plus loin dans ce chapitre le fait que d'autres gains auraient pu être estimés. **Leur absence confère plutôt un biais de sous-estimation de la VAN-SE actuelle de NExTEO.**

5.2 L'impact de l'augmentation du trafic des voyageurs

Le trafic des voyageurs augmente dans le temps, mais reste identique entre option de référence et option de projet.

Sur la période 2026-2030, les trafics sont calculés sur la base des trafics 2025 en considérant :

- sur les Origines-Destinations (OD) en lien avec Paris, un taux d'évolution des trafics de 0% par an,
- entre deux zones de banlieue, un taux d'évolution des trafics de 1% par an.

Les trafics sont considérés comme stables entre 2030 et 2035, car l'effet du bouclage du GPE, supposé être mis en service en 2030, est prépondérant sur les trafics 2035 par rapport à l'évolution de la population et des emplois.

Après 2035, les trafics sont calculés en considérant :

- sur les OD en lien avec Paris, un taux d'évolution des trafics de 0 % par an,
- entre deux zones de banlieue, un taux d'évolution des trafics de 1 % par an jusqu'en 2050, puis de 0,5 % par an jusqu'en 2070, puis de 0 % au-delà.

Les prévisions de trafic semblent donc plutôt conservatrices, et tendent à minorer les gains de ponctualité, de temps de transport ou de confort / temps d'attente présentés dans le dossier.

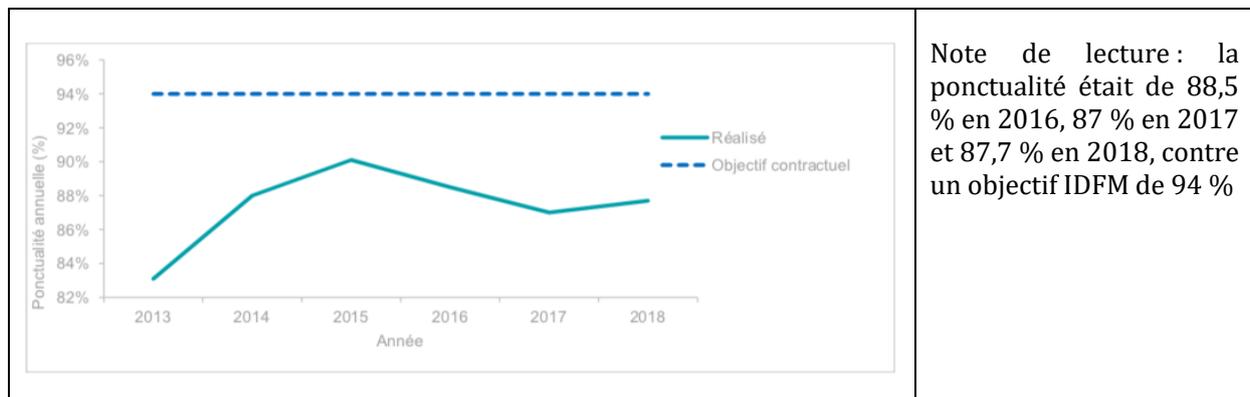
Enfin, le porteur de projet a considéré que le projet n'avait aucune influence sur la structure (stabilité des parts modales, de la répartition par origine-destination, etc.) et le volume des trafics (pas d'induction de trafics). **Dès lors, le trafic projeté en option de référence est strictement le même que le trafic retenu en option de projet.**

5.3 Gains de régularité / fiabilité du temps de transport

En accord avec les instructions cadres du Ministère des transports, le porteur de projet a estimé les gains de fiabilité du temps en transport en simulant les gains de ponctualité des voyageurs. **Ces gains représentent 87 % du total des gains du projet NExTEO.**

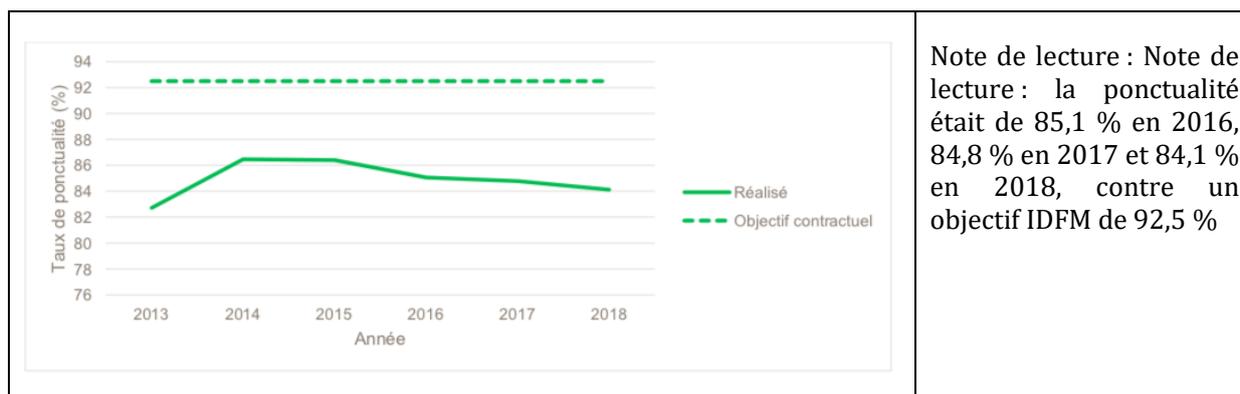
Cette ponctualité des voyageurs traduit le pourcentage de voyageurs à l'heure ou retardés de moins de 5 minutes. Elle est calculée à partir des retards des trains sur la ligne et des statistiques connues sur les parcours effectués par les voyageurs (via les comptages et des enquêtes origine-destination).

Figure 5 : évolution du taux de ponctualité des voyageurs sur le RER B



Source : D'après DESE, p.11, p.14, p.70 et p. 71

Figure 6. évolution du taux de ponctualité des voyageurs sur le RER D



Note de lecture : Note de lecture : la ponctualité était de 85,1 % en 2016, 84,8 % en 2017 et 84,1 % en 2018, contre un objectif IDFM de 92,5 %

Source : DESE, p.11, p.14, p.70 et p. 71

En supposant que les grilles horaires théoriques soient identiques entre référence et projet, option 1 et 2, une étude d'une durée de six mois a été menée par le cabinet Systra, conjointement avec les équipes d'études économiques de SNCF et RATP, afin de simuler l'impact de NExTEO sur la reprise du trafic après différents types d'incidents. Cette étude porte sur des simulations d'incidents notables comme une détresse de matériel roulant, un sur-stationnement ou un défaut signalisation dans des conditions réelles d'exploitation, tout en considérant le *bruit de fond* des petits incidents quotidiens (c'est-à-dire des petits retards).

La méthode permettant de valoriser l'amélioration de la régularité repose sur les étapes suivantes :

- Le cabinet Systra (*Joint Venture* RATP-SNCF) a modélisé 4 incidents typiques touchant l'HPM et, pour chaque incident, 500 simulations de l'impact de ces incidents sur l'offre ferroviaire ont été étudiées. 10 simulations choisies aléatoirement parmi les 500 ont permis de calculer un impact moyen de NExTEO sur l'évolution des retards.
- Un pourcentage d'abattement prudentiel de -50% a été appliqué sur l'évolution de l'irrégularité liée au bruit de fond dans les sens de circulation sans incident. La logique sous cet abattement est de corriger le taux de régularité simulé dans le sens sans incident qui est trop élevé comparé à l'existant.
- La ventilation des retards par période horaire (en référence et en projet) a été extrapolée à partir du ratio du nombre de trains en circulation entre l'Heure de Pointe du Matin (HPM) et la tranche horaire considérée (sur la base de la grille horaire 2018 théorique pour un jour ouvrés (JO) d'hiver sur la section Gare du Nord - Châtelet dans le cas de la ligne B, sur la section Paris - Villeneuve pour la ligne D). Il a été fait l'hypothèse que l'amélioration de la résilience de la ligne apportée par NExTEO en cas d'incident est proportionnelle au nombre de trains en circulation.
- Sur une année de 174 Jours Ouvrables de Base (JOB, i.e. mardi ou jeudi), pour chaque créneau horaire³, il a été estimé le nombre de JOB touchés par un incident majeur en plus du bruit de fond, et le nombre de JOB perturbés uniquement par du bruit de fond.
- Avant-dernière étape, l'impact simulé de NExTEO sur la ponctualité a été appliqué uniquement à certaines OD dont tout ou partie de l'infrastructure utilisée sera équipée de NExTEO.

³ Heure Creuse, Heure de Pointe du Matin, Heure de Pointe du Soir, Période de Pointe du Matin sans HPM, Période de Pointe du Soir sans HPS, Samedi Dimanche Férié + Jour Ouvré Vacances Scolaires, reste des Jours Ouvrés.

- Enfin, la régularité / ponctualité est valorisée par OD selon les recommandations des fiches-outils du Ministère des transports (2014), sans distinction entre les motifs de déplacement :
 - pour les retards de moins de 5 minutes, la diminution des retards est valorisée comme du temps de parcours, en multipliant les minutes économisées par le volume de trafic passagers ;
 - pour les retards de plus de 5 minutes, on raisonne en valorisant la réduction de point de pourcentage de la probabilité de retard.
 - Chaque point de pourcentage gagné entre 0 % et 15 % de probabilité est valorisé comme 1,24 fois la valeur du temps.
 - Chaque point de pourcentage entre 15 % et 30 % est valorisé comme 1,10 fois la valeur du temps.
 - Puis, chaque point de pourcentage au-delà de 30 % est valorisé comme 0,90 fois la valeur du temps.

Les simulations ont montré qu'une amélioration de 4 à 5 points de ponctualité grâce à NExTEO est attendue sur les lignes B et D en heure de pointe (HPM et HPS). Cette valeur de 4 points de ponctualité est à considérer par rapport à la ponctualité cumulée du Service Annuel (SA) de 2019 à la date du 1^{er} avril 2019, soit : 88,3 % sur la ligne B et 87,2 % sur la ligne D. Cette amélioration se limite à 3 % sur la ligne B si le déploiement de NExTEO au sud se limitait à Bourg-la-Reine.

En 2035, en évolution annuelle, les 2,5 points de ponctualité correspondent à un équivalent temps de parcours de 2,4 minutes (option 1) à 3,3 minutes (option 2) sur la ligne B (avec 244 millions de passagers annuels), contre 2,6 minutes sur la ligne D (avec 173 millions de voyageurs annuels).

Tableau 8 : gains de ponctualité des voyageurs sur les lignes D et B simulés en 2035

	HPM	PPM sans HPM	HPS	PPS sans HPS	HC	Reste du JO	JOB	SDF / JO VS	Évolution annuelle
RER B Option 1	+3,4 points	+3,5 points	+3,8 points	+3,6 points	+0,7 point	+0,9 point	+2,6 points	+0,8 point	+1,9 points
RER B Option 2	+4,4 points	+4,6 points	+5,0 points	+4,9 points	+1,1 points	+1,1 points	+3,5 points	+1,1 points	+2,5 points
RER D	+5,3 points	+4,1 points	+4,2 points	+3,9 points	+1,3 point	+1,2 point	+3,3 points	+1,2 points	+2,5 points

Source : DESE, p. 115.

Tableau 9 : gains annuels de ponctualité en minutes équivalentes

En heures équivalentes	RER B Option 1		RER B Option 2		RER D	
	2029	2035	2029	2035	2029	2035
HPM	1 327 000	1 098 700	1 734 300	1 445 100	1 122 600	1 133 400
PPM sans HPM	2 463 400	1 845 900	3 124 800	2 400 100	1 602 300	1 615 700
HPS	1 428 300	1 169 900	1 934 400	1 625 700	781 800	825 100
PPS sans HPS	2 986 400	2 524 800	4 249 500	3 585 100	1 478 800	1 561 000
HC	469 400	430 300	753 600	637 400	591 800	610 300
Le reste du JO	227 900	198 100	348 400	300 400	212 200	214 500
SDF / JO VS	1 692 100	1 445 900	2 457 900	2 101 000	1 564 600	1 581 700
TOTAL	10 594 500	8 713 600	14 602 900	12 094 800	7 354 000	7 541 600

Source : DESE, p. 116

Au global, d'un point de vue industriel, l'estimation des gains de fiabilité du temps de parcours semble très sérieuse, complète et plutôt prudente. **La qualité de l'estimation doit être soulignée, et même montrée en exemple pour les futurs projets similaires.**

D'un point de vue socio-économique, ce sont les très grands volumes de trafic auxquels s'appliquent ces gains de fiabilité qui aboutissent sur des équivalents monétaires aussi importants. **Cette valorisation est cohérente avec les instructions administratives en vigueur.**

5.4 Gains de temps de transport

L'estimation des gains de temps de parcours par OD suit une méthodologie très comparable à celle utilisée pour l'estimation des gains de fiabilité. Elle aboutit à un total monétaire qui représente environ 12 % du total des bénéfices socio-économiques.

Cette estimation semble sérieuse et prudente. Elle a été réalisée à partir des mêmes 500 simulations Systra, avec bruit de fond et ajout éventuel d'incidents majeurs. Notons toutefois que les temps de parcours en situation de référence omettent les données issues des journées identifiées comme atypiques (grèves et incidents exceptionnels, etc.).

Pour les cas sans incident majeur, le différentiel de temps de parcours a été utilisé sur l'offre réalisée sur toute la durée de l'HPM. En revanche, pour valoriser l'amélioration du temps de parcours en cas d'incident, seul le différentiel de temps de parcours dans l'heure qui suit le début de l'incident simulé a été retenu.

D'autre part, un abattement prudentiel de 50 % a été appliqué au pourcentage d'amélioration lié au bruit de fond, en particulier dans le sens opposé à l'incident, afin d'écarter le risque de survalorisation et par cohérence avec le principe retenu pour les gains de régularité.

Le gain moyen sur le temps de parcours est faible (de 17 à 23 secondes en moyenne et de 1 minute 30 à 2 minutes selon les OD). Néanmoins, ces modestes gains de temps s'appliquent au très grand nombre de voyageurs des lignes B (244 millions de passagers en 2035) et D (173 millions de passagers en 2035).

Tableau 10 : estimation des gains de temps de parcours selon le créneau horaire

	2025		2035	
	Gain annuel (en heures)	Gain moyen par déplacement (en secondes)	Gain annuel (en heures)	Gain moyen par déplacement (en secondes)
RER B Option 1				
HPM	167 200	33"	139 300	28"
PPM sans HPM	219 700	27"	181 900	23"
HPS	141 600	32"	117 400	27"
PPS sans HPS	260 800	27"	217 900	22"
HC	149 300	15"	123 800	13"
Le reste du JO	68 300	16"	57 100	13"
SDF / JO VS	469 500	15"	392 100	13"
TOTAL	1 476 300	21"	1 229 500	17"
RER B Option 2				
HPM	181 600	38"	153 700	32"
PPM sans HPM	236 600	31"	198 800	26"
HPS	146 300	35"	121 600	29"
PPS sans HPS	267 200	29"	224 000	24"
HC	156 600	17"	130 900	14"
Le reste du JO	69 500	17"	58 500	14"
SDF / JO VS	492 200	17"	414 800	14"
TOTAL	1 549 900	23"	1 302 400	19"
RER D				
HPM	126 500	36"	129 800	38"
PPM sans HPM	185 300	28"	189 000	30"
HPS	132 100	39"	137 400	41"
PPS sans HPS	221 700	31"	230 700	33"
HC	87 500	13"	88 400	14"
Le reste du JO	36 800	14"	36 700	15"
SDF / JO VS	250 900	13"	250 500	13"
TOTAL	1 040 800	20"	1 062 500	21"

Source : DESE, p. 128.

5.5 Gains de confort et gains de temps d'attente

L'estimation des gains en confort et des gains de temps d'attente n'est valorisée qu'aux heures de pointe, et représente seulement 1 % du total des bénéfices du projet NExTEO.

L'estimation des gains de confort est liée à une meilleure répartition de la charge des trains, en particulier aux heures de pointe.

Les simulations ont permis d'estimer que NExTEO permettra de passer en moyenne en heure de pointe 31 trains dans chacun des deux sens de circulation entre Paris Nord (gare souterraine) et Châtelet-Les Halles, contre 29 actuellement (de 11,1 trains à 11,8 trains de la ligne D, et de 17,9 trains à 19,2 trains de la ligne B), pour un plan de transport prévu à 32. Tout comme pour l'estimation des gains de ponctualité et des gains de temps de transport, un abattement prudentiel de 50 % a été appliqué au pourcentage d'amélioration du nombre de trains simulé entre option de référence et option de projet.

Pour les calculs, en heure de pointe (HPM et HPS), il a été considéré que tous les trains étaient composés de deux rames (i.e. deux unités simples), avec les caractéristiques ci-dessous.

Tableau 11 : caractéristiques des futurs MING

Capacité du nouveau MR MING	Hypothèses retenues
Nombre de places assises par US*	340
Nombre de places assises par train long	680
Nombre de voyageurs en EL4 par US	950
Surface voyageurs par US (voyageurs debout + assis)	238 m ²
Surface pour les voyageurs debout	153 m ²
Surface voyageurs par train long en m ²	305 m ²

Source : DESE, p. 141

Tableau 12 : caractéristiques des futures RER NG⁴

Caractéristiques RER NG	US	UM2*
Nombre de places assises fixes	324	648
Nombres de strapontins	282	564
Places debout à 4pers/m ² (strapontins relevés) (m ²)	1 046	2 092
Surface voyageurs debout (strapontins relevés) (m ²)	261,5	523
Surface strapontin abaissé (m ²)		0,24
Surface voyageurs debout strapontins abaissés (m ²)		387,64

Source : DESE, p. 142

Dès lors que la charge simulée dépasse la capacité de places assistées, le temps de parcours des personnes assises comme des personnes debout sont pondérées par le coefficient K suivant (cf. fiches outils de la DGITM) :

- $K = 1 + 0,08 \times Pd$ pour les personnes assises « en dur »,
- $K = 125 + 0,09 \times Pd$ pour les personnes debout.

Les gains de confort ainsi estimés correspondent à un gain moyen de 2 secondes en 2035 (aussi bien sur la ligne B et que sur la ligne D). Là-aussi, ce gain moyen modeste est à multiplier par le grand nombre de voyageurs sur ces lignes.

Tableau 13 : équivalent temps de transport des gains de confort aux HPM et HPS

En heures	RER B Option 1		RER B Option 2		RER D	
	2029	2035	2029	2035	2029	2035
HPM	58 200	32 800	66 800	38 700	28 900	25 800
HPS	32 300	1 600	39 800	19 200	16 700	17 600
TOTAL	90 500	34 300	106 600	57 800	45 600	43 500

Source : DESE, p. 143.

D'autre part, le temps d'attente est supposé réduit grâce à un meilleur respect du plan de transport programmé. Les gains unitaires pondérés de temps d'attente sont compris entre 3 et 5 secondes sur la ligne B, et entre 6 et 7 secondes sur la D. Ils sont supérieurs sur la ligne D malgré un taux d'amélioration plus faible, car le temps d'attente en référence est plus élevé sur la ligne D.

⁴ * avec Pd le nombre de personnes debout par m²

Tableau 14 : gains de temps d'attente

En heures	2029	2035
RER B Option 1	64 400	62 000
RER B Option 2	86 400	83 200
RER D	67 400	73 200

Source : DESE, p. 143.

Même si ces gains demeurent très modestes, **la mission souligne le sérieux avec lequel l'étude a été menée.**

5.6 Gains additionnels non-estimés

5.6.1 Gains pour les conducteurs (moins de pénibilité au travail, moins de risque d'erreur)

La mise en œuvre de NExTEO permettra aux conducteurs d'effectuer des parcours avec plus de sérénité, notamment en évitant au maximum les phases de freinage brutal ou d'arrêt complet hors station. En outre, le système de cantonnement virtuel diminuera le risque d'erreur. En ce sens, on peut considérer que les conducteurs auront une moindre pénibilité du travail. **Ce gain qualitatif n'est pas pris en compte dans le bilan socio-économique, mais joue en faveur du projet.**

5.6.2 Possible demande induite de personnes qui ne se déplaçaient pas auparavant

La résilience du réseau est partiellement prise en compte dans le calcul de temps de parcours et des pourcentages de probabilité de retard en cas de propagation d'un incident. Ces meilleures performances pourraient conduire à terme à une induction de trafic de personnes qui décidaient de ne pas se déplacer avant NExTEO. Toutefois, il est possible de prédire que cet effet d'induction resterait très marginal, vu la complétude des choix modaux actuellement disponibles en Île-de-France. **Cette omission d'une possible demande induite conduit à sous-estimer la VAN-SE.**

5.6.3 Possible report modal vers le RER (depuis bus, voiture, taxi/VTC, deux roues principalement)

Si l'induction pure de trafic semble marginale, le possible report modal des autres modes de transports vers les lignes B et D (ainsi que vers les lignes connectées) semble davantage probable. En particulier, sur la ligne B, les voyageurs en provenant ou à destination des deux principaux aéroports (Orly et Roissy) effectuent des choix modaux alternant bus, voiture, taxi/VTC ou RER, en prenant en compte la fiabilité du temps de transport.

S'il y a report modal, c'est que le coût de transport généralisé ressenti par l'utilisateur (incluant prix de la billetterie, temps de transport, valorisation de la fiabilité et du confort) est moindre dans un parcours par RER (ligne B ou D) que via le mode de transport qu'il prenait auparavant, et qu'il en retire une augmentation de son bien-être.

Ainsi, le fait de ne pas avoir simulé de report modal vers les lignes B et D joue en faveur de la VAN-SE globale du projet.

5.6.4 Possible diminution des émissions de CO₂, de la pollution atmosphérique, de la congestion ou encore de l'accidentologie dans le cas d'un report modal de la route vers le fer)

Dans la lignée d'un possible report modal, notamment de la route (bus, voiture) vers les lignes de RER B et D, une liste d'externalités prépondérantes dans l'usage des modes routiers auraient pu être valorisées. Concrètement, dès lors qu'un usager se reporte de la route vers le fer, alors le projet permet l'économie d'émissions de CO₂, de pollution atmosphérique, de temps de congestion routière et de risque d'accidentologie. L'estimation de la congestion routière en particulier peut rapidement aboutir à des montants monétaires significatifs.

Le fait de ne pas avoir modélisé de report modal de la route vers le fer, et notamment de ne pas avoir modélisé les gains de décongestion, jouent en faveur de la VAN-SE de NExTEO.

5.6.5 Possible effet d'étalement urbain

Enfin, l'amélioration de l'offre de transport sur les lignes B et D pourraient avoir pour conséquence d'augmenter marginalement l'étalement urbain en Île-de-France. Si des modèles d'économie géographique de type LUTI devraient être utilisés pour pouvoir tirer de telles conclusions, il est probable que le projet serait plus générateur d'étalement urbain que de concentration urbaine, dès lors que les lignes B et D sont des radiales (i.e. du centre vers la périphérie).

Cet effet est très difficile à estimer. D'autre part, il est probable que la réalisation du Grand Paris Express vienne modifier les équilibres de population et d'emploi sur les territoires concernés par le projet NExTEO. En conclusion, il est presque impossible de se prononcer sur la manière dont cet effet pourrait affecter la VAN-SE du projet.

6 Cartographique des risques

6.1 La question du montant de la provision pour risques et aléas

La provision pour risques et la provision pour aléas et imprévus, se montant à 127 M€, sont-elles justes ?

Le maître d'ouvrage de NExTEO a discerné dix risques. La provision correspondante a été fixée à 66,5 M€, auxquels s'ajoutent une provision forfaitaire (10 %) pour aléas et imprévus (PAI) de 60,7 M€.

Il apparaît nécessaire de compléter la liste des dix risques par le risque que les investissements dans l'option de projet, notamment les investissements de renouvellement, ne soient que partiellement réalisés. La conséquence en serait une diminution des niveaux de ponctualité et une diminution du nombre de jours hors grandes perturbations. En conséquence, il y aurait diminution de l'effet avantageux de NExTEO.

Il est à noter que les investissements en option de référence, et non en situation de projet, sont peu importants : renouvellement du KCVP sur la ligne B, renouvellement de quelques postes d'aiguillage sur la ligne D (37,5 M€ aux CE de 2018). Le risque lié à la mauvaise évaluation de l'option de référence est donc faible.

6.2 Risque macro-économique (moindre PIB, moins d'emploi, moins de trafic)

Le risque macro-économique de croissance et d'emploi est chiffré par les scénarios alternatifs qui sont réalisés : (i) un premier scénario dit scénario dégradé (croissance moindre de 0,4 %), (ii) un scénario stressé, qui suppose une croissance nulle sur toute la période.

Le projet reste rentable même en scénario stressé de croissance nulle, ou la VAN-SE ressort à 72 % du cas de base.

Certes, le trafic est supposé inchangé, mais il est estimé prudemment (voir le chapitre 5.2). Si malgré tout le trafic venait à baisser de quelques pourcents, cela réduirait les gains mais de quelques pourcents au maximum.

Le projet s'avère particulièrement robuste à des scénarios macro-économiques adverses.

6.3 Risque lié à une option de référence qui pourrait devenir plus catastrophique

L'option de référence plus catastrophique pourrait provenir de trois causes :

- Le bouclage du Grand Paris Express pourrait être plus lent que prévu. Mais cela accroîtrait la charge du trafic, et ne ferait probablement qu'accroître la VAN-SE (voir 6.4).
- La montée en charge du nouveau matériel MING sur la ligne B et RER NG sur la ligne D pourrait être plus lente que prévu (2030 sur la B et 2027 sur la D) en scénario catastrophe. Mais cela décalerait NExTEO d'autant, car ce sont sur ces nouveaux matériels roulants que le système est prévu.

- La performance des lignes B et D pourrait être plus mauvaise qu'aujourd'hui. Comme l'objet premier de NExTEO est de renforcer la résilience et la robustesse des lignes, cela se traduirait probablement par une VAN-SE plus élevée.

6.4 Quel est le risque lié à la réalisation du Grand Paris Express (GPE) ?

Le très ambitieux projet de métro automatique du Grand Paris Express (GPE), long de 200 kilomètres en Île-de-France, a été modifié par plusieurs phasages et retards depuis les premières décisions de l'État.

Officiellement, l'ensemble des travaux doit être achevé en 2030. Mais les si grands, nombreux et difficiles sous-projets engendrent un risque évident de retards possibles, soit pour des raisons techniques (trop grand nombre de tunneliers en même temps, gares souterraines difficiles à construire, sous-sol plus difficile que prévu, etc.), soit pour des raisons financières (budgets étalés, dépassements de coûts obligeant à revoir les échéanciers, etc.). D'un autre côté, il est presque impossible que le projet s'achève en avance.

Pour ce qui concerne le secteur dans le nord-est de l'Île-de-France, selon le planning publié en avril 2019 par la Société du Grand Paris (SGP, maître d'ouvrage), la ligne 14 entre Saint-Lazare et Saint-Denis Pleyel serait achevée en 2024, la ligne 15 Est de Saint-Denis Pleyel à Champigny Centre en 2030, la ligne 16 de Saint-Denis Pleyel à Clichy-Montfermeil en 2024, la ligne 17 de Saint-Denis Pleyel à Aéroport Charles-de-Gaulle T4 en 2030.

Le président de la Société du Grand Paris (SGP) a annoncé qu'un nouveau planning serait établi à l'été de 2019. Il n'est pas connu pour le moment.

Le maître d'ouvrage de NExTEO a retenu deux échéances pour mesurer les évolutions de trafic : 2025 et 2035. Mais en supposant que le bouclage complet du GPE se ferait en 2030.

En cas de retard, notamment quant à la ligne 15, il s'en suivrait une dégradation de l'option de référence du projet NExTEO, ce qui conduirait à augmenter la VAN du projet. L'effet serait plus important pour la ligne B que la ligne D. Un retard du GPE maintiendrait plus longtemps un trafic plus important sur l'ensemble de la ligne B. Un retard de mise en service des lignes 16 et 17 au nord et de la ligne 18 retarderait la décharge de la ligne B au nord et dans Paris, et au sud de Bourg-la-Reine.

L'autre risque est que le trafic réel du GPE soit différent. S'il est plus important que prévu, cela diminuerait le trafic des lignes B et D, et donc l'avantage socio-économique de NExTEO. S'il est moindre, l'effet sera contraire.

<p>Observation : Il paraît raisonnable et justifié que l'évaluation financière tienne compte de deux échéances possibles, et non pas une seule : 2030 (échéance retenue dans l'évaluation économique) et 2035.</p>

6.5 Quel est le risque lié au projet CDG Express ?

Le projet CDG Express consiste à relier l'aéroport Paris-Charles-de-Gaulle à la gare de l'Est (à Paris) par une liaison ferrée à la fois rapide, confortable et fiable. De 5 h du matin à minuit chaque jour de l'année, des trains emporteraient les voyageurs d'une gare à l'autre en 20 minutes tous les quarts d'heure. Ils circuleraient en partie sur les deux voies dites *voies rapides* de la ligne ferroviaire à quatre voies entre la sortie de la gare du Nord (à Paris) et Mitry. Ils rouleraient sur la même ligne que les trains de la ligne B du RER qui, eux, circulent normalement sur les deux voies adjacentes dites *voies bis*. Aujourd'hui, en cas de perturbation,

les trains de la ligne B sont déportés sur les voies rapides ; inversement, en cas de difficultés de circulation sur les voies rapides, les trains sur ces voies (trains de fret et TER, peu nombreux aujourd'hui) sont déportés sur les voies bis. Selon la dernière décision arrêtée par le gouvernement en mai 2019, le projet CDG Express serait achevé en novembre 2025.

Le projet CDG Express pourrait perturber le fonctionnement de la ligne B de quatre façons :

- (1) durant les très importants travaux du projet CDG Express (1,8 milliard d'euros entre 2018 et 2025) ;
- (2) après l'achèvement du projet CDG Express en cas de circulations exceptionnelles de trains du CDG Express sur les voies bis des trains du RER ;
- (3) après l'achèvement du projet CDG Express en cas de circulations exceptionnelles de trains de la ligne B sur les voies rapides (voies qui auront bien moins de capacité disponible qu'aujourd'hui) ;
- (4) après l'achèvement du projet CDG Express si apparaissaient des difficultés de juxtaposition des systèmes très différents d'exploitation sur les voies rapides et les voies bis (les trains circulant sur les voies rapides n'étant pas équipés du système NExTEO).

Le premier risque est indépendant du projet NExTEO, puisqu'il surviendrait avant l'équipement du nouveau système d'exploitation. Il fait partie de la situation et de l'option de référence. Cela est vrai même en cas d'exécution tardive du projet CDG Express (au-delà de 2025). Avec NExTEO, les perturbations pourraient même un peu être allégées.

Le deuxième risque existe. SNCF Réseau assure néanmoins qu'il est faible pour deux raisons :

- (1) la gestion des capacités d'infrastructure (les sillons) sera faite, en cas de perturbations, de manière à sauvegarder au mieux la régularité des trains de la ligne B ;
- (2) des travaux très importants seront entrepris avant 2025 (500 millions d'euros environ à la charge du projet CDG Express) pour diminuer la fréquence et l'impact des perturbations sur les quatre voies, singulièrement sur les voies bis. L'investissement de 500 millions d'euros regarde des opérations de renouvellement (environ 300 millions), deux nouvelles installations de retournement des trains de la ligne B au Bourget et à Aulnay, etc. Ce deuxième risque, qui fait partie de la situation et de l'option de référence, devrait être aussi réduit par le système NExTEO.

Le troisième risque, selon SNCF Réseau, serait maîtrisé grâce aux deux mesures présentées à propos du deuxième risque. Ici encore, NExTEO devrait alléger le risque.

Le quatrième risque serait maîtrisé par les équipements en double ou en triple (NExTEO, ERTMS, KVB). Les trains d'une paire de voies pourraient circuler à tout moment sur l'autre paire sans difficulté.

En définitive, à condition que soient compatibles les différents systèmes d'exploitation qui équiperaient les deux voies rapides et les deux voies bis, ce dont il n'y a pas de raison de douter, il apparaît que **le projet NExTEO ne peut aggraver les risques que le projet CDG Express ferait peser sur la ponctualité et la régularité de la ligne B**. Au contraire, le projet NExTEO ne pourrait que faciliter la gestion des perturbations sur la ligne B.

Un autre risque se rapporte au trafic de CDG Express, selon qu'il est supérieur ou inférieur aux prévisions, et selon qu'il diminue ou augmente le trafic des lignes B et D. Mais **ce risque est négligeable**, car le trafic de CDG express est très petit par rapport à celui des lignes B et D : 2 millions de voyageurs par an contre 300 millions.

Un dernier risque est lié au retard possible du projet CDG Express. Un retard retarderait la création d'aménagements utiles à la ligne B en situation perturbée (retournements à La Plaine, Aulnay, Le Bourget, etc.), qui sont partie au programme CDG Express. Mais le retard permettrait

aux trains de la ligne B de continuer à emprunter plus facilement les voies directes en cas d'incident comme actuellement. En tout état de cause, l'effet économique ne paraît pas important, et **un retard ne modifierait guère la VAN du projet NExTEO.**

Observation : Pour le calcul de la rentabilité socio-économique du projet NExTEO, il y a lieu de tenir compte du retard de 23 mois du projet CDG Express, conformément à la décision du gouvernement de mai 2019.

6.6 Quel est le risque lié à la gouvernance bicéphale RATP/SNCF ?

Le système NExTEO a été défini conjointement par les groupes SNCF et RATP (plateau commun des équipes près de la gare Saint-Lazare). C'était la première fois que les deux groupes publics travaillaient ensemble à la préparation d'un système d'exploitation. L'accord des deux parties a été long et parfois difficile, tant les différences techniques et managériales sont nombreuses. Le premier déploiement sera fait par la SNCF à l'occasion de la première phase du prolongement de la ligne E du RER avant 2023. C'est donc la ligne E qui essuierait les plâtres si des difficultés éventuellement subsistaient.

Le système commun et unique NExTEO guiderait tous les trains des lignes B et D dans leurs sections centrales.

La ligne D est et restera sous la gouvernance unique de la SNCF, à l'exception de la courte section Châtelet-Les Halles – Gare du Nord

La ligne B restera sous double gestion. Aujourd'hui, bien qu'il existe un poste unique de commandement (à Denfert pour le moment), l'unité de gestion est encore loin d'être parfaite entre la partie SNCF au nord de la gare du Nord, et la partie RATP au sud. En cas de perturbations, SNCF et RATP recherchent et appliquent souvent leurs solutions indépendamment. En astreignant aux mêmes processus et procédures tous les trains de la zone centrale, zone à cheval sur la partie SNCF et la partie RATP, la coordination serait *de facto* resserrée sous NExTEO. Les régulateurs des deux établissements recevraient demain en même temps toutes les informations de circulation, et la gestion des situations perturbées serait nécessairement conjointe dans la zone centrale. La communauté de gestion serait totale avec la fonction ATS (*Automatic Train Supervision*) qui est connexe au projet NExTEO.

Observation : En forçant les deux établissements SNCF et RATP à unifier la régulation des circulations en zones centrales et à coordonner étroitement le traitement des perturbations, NExTEO complété par l'ATS apporterait un avantage économique de grande valeur, même s'il est impossible à quantifier précisément.

7 Synthèse des recommandations de la contre-expertise

SNCF Réseau et la RATP projettent d'équiper les zones centrales des lignes B et D du Réseau express régional (RER) avec le système de pilotage très automatisé (avec maintien du conducteur) appelé NExTEO, après qu'il équipera la zone centrale de la ligne E en 2023. L'évaluation socio-économique a été faite par RATP et SNCF Réseau avec soin. Pour la première fois de façon si détaillée, elle a mesuré les avantages socio-économiques de l'amélioration de la ponctualité voyageurs, principal avantage apporté par NExTEO au regard des deux lignes. Essentielles au transport public en Île-de-France (avec 1,6 million de voyageurs par jour), les deux lignes n'offrent aujourd'hui qu'une bien trop mauvaise ponctualité, notamment parce qu'elles convergent dans l'entonnoir formé par le tunnel à deux voies seulement entre Châtelet-Les Halles et la Gare du Nord, et parce que les paramètres de circulation des trains (distance, vitesse, accélération, freinage) ne sont pas suffisamment optimisés au regard des aléas du trafic.

Il n'y a pas d'alternative économiquement acceptable à NExTEO. Doubler le tunnel entre Châtelet-Les Halles et la Gare du Nord serait bien trop onéreux et perturbant. Tout autre système d'exploitation que NExTEO (BAL, ERTMS, etc.) serait bien moins performant au regard de la ponctualité, de la robustesse et de la résilience.

L'option de référence consistant à ne pas réaliser le projet NExTEO n'a pas été décrite par RATP et SNCF Réseau avec précision. Compte tenu de la forte augmentation passée des trafics de voyageurs et du risque de moindres investissements en renouvellement, l'option de référence pourrait être pire que celle qui a été retenue au regard de la ponctualité : mais cela ne pourrait qu'augmenter la VAN-SE de NExTEO.

Le risque le plus important concerne les investissements de renouvellement et de modernisation sur les lignes B et D et alentours. En cas de réduction importante du programme envisagé, le risque est grand que le fonctionnement des lignes B et D se dégrade tant que l'effet de NExTEO devienne négligeable. Autrement dit, l'avantage de NExTEO resterait sans doute important, mais dans le contexte d'une ponctualité nettement insuffisante, voire alarmante. Tel a été le cas de l'investissement prometteur appelé RER B Nord+ en 2013.

D'un montant de 6,1 ou 7,6 milliards d'euros selon l'option d'équipement choisi (monnaie de 2018, valeur actualisée en 2030), la *valeur actualisée nette socio-économique* (VAN-SE) est exceptionnellement élevée. De ce point de vue, l'option 2 d'équipement complet semble la meilleure.

L'estimation des bénéfices socio-économiques a été examinée avec soin par les contre-experts. Les méthodologies utilisées (jeux d'hypothèses, modèles de trafic, modélisation des situations perturbées, simulation des gains) leur sont apparues robustes et conservatrices.

Cette VAN élevée est due en très grande partie à la valorisation des gains de ponctualité pour les voyageurs (87 % ou 89 % des bénéfices totaux selon l'option). Elle a pourtant été évaluée par RATP et SNCF Réseau avec grande prudence, singulièrement pour ce qui concerne les avantages socio-économiques. En particulier, pour l'option 2 de NExTEO, les gains de ponctualité du point de vue des voyageurs sont estimés à 4 à 5 points de pourcentage lors des Heures de Pointe du Matin et du Soir (HPM, HPS), à comparer aux ponctualités de 84 % (ligne D) et 88 % (ligne B) en 2018, ce qui constitue des gains importants. Le retour d'expérience sur l'équipement en Pilotage Automatique SACEM de la ligne A laisse penser que de tels gains sont possibles.

Les coûts d'investissements initiaux (sol et bord) sont faibles par rapport à la VAN-SE (1,1 Md€, mêmes conditions économiques), ce qui atténue le risque d'une mauvaise estimation de la phase de réalisation.

Les contre-experts auraient souhaité que RATP et SNCF Réseau calculent la VAN-SE en retenant strictement les valeurs des référentiels du Ministère des transports, même si, dans le cas présent, le résultat aurait confirmé la haute valeur de la VAN-SE. En particulier, afin que la VAN-SE puisse être aisément comparée à celle d'autres projets d'investissements publics, il aurait été souhaitable que la VAN-SE soit calculée en euros de 2015 et actualisée en 2015 conformément au « *Guide de l'évaluation socio-économique des investissements publics* » de France Stratégie (décembre 2017). Si cette date de 2015 peut sembler éloignée, et étant donné que la VAN-SE a déjà été calculée en euros 2018, l'actualisation aurait pu alternativement être effectuée en 2018 au lieu de 2030.

Les risques ont été plutôt bien évalués par SNCF Réseau et la RATP. Le planning de déploiement apparaît réaliste. Mis à part le risque sur les investissements de modernisation et de renouvellement des deux lignes B et D, quelques risques n'ont pas été pris en compte, mais leurs effets conduiraient le plus souvent à augmenter la VAN-SE du projet : retard dans la réalisation du Grand Paris Express (GPE), retard dans celle de CDG Express, retard dans l'exécution du projet NExTEO sur les lignes B et D. Le risque sur la mise au point et le déploiement de NExTEO, système très innovant, peut être considéré comme faible, car NExTEO aura été préalablement déployé sur la ligne E en 2023 (environ trois ans avant le premier déploiement de NExTEO sur les lignes B et D). NExTEO renforcera la gouvernance bicéphale de la ligne B, même si d'autres mesures seront encore nécessaires.

Par prudence, la VAN-SE a été calculée à trafic constant, en supposant l'absence d'induction de trafic et de report modal des autres moyens de transport vers les lignes B et D. Néanmoins, il est raisonnable de penser qu'une meilleure performance de ces lignes les rendra plus attractives, ce qui augmentera les bénéfices environnementaux de NExTEO (moindres pollutions locales et émissions de CO₂).

Enfin, les variantes étudiées par RATP et SNCF Réseau démontrent la robustesse de la VAN-SE. C'est le cas notamment si la croissance économique était nulle. D'autres variantes étudiées par les contre-experts (actualisation de la VAN, périmètre d'application du COFP) l'ont confirmé, même si les tableurs mis à leur disposition n'ont pas permis de mesurer l'effet de ponctualités différentes en option de référence.

Liste des sigles utilisés

- AQST : Autorité de la Qualité de Service dans les Transports
- BAL : Block Automatique lumineux
- CBTC : Communication Based Train Control,
- CDG Express : Charles de Gaule Express
- CGDD : Commissariat Général au Développement Durable
- COR : Conseil d'orientation des retraites
- CPER : Contrat Plan Etat-Région
- DESE : Dossier d'Etude Socio-Economique
- ERTMS : European Rail Traffic Management System
- GoA : Grade of Automation
- GPE : Grand Paris Express
- HC : Heure Creuse
- HPM : Heure de Pointe du Matin
- HPS : Heure de Pointe du Soir
- IDFM : Île-de-France Mobilités
- IPR : Institut Paris Région
- JOB : Jours Ouvrables de Base
- KCVP : Contrôle Continu de Vitesse pour les Prolongements
- KVB : Contrôle de Vitesse par Balise
- KVBP : Contrôle de Vitesse par Balise pour les Prolongements
- MING : Matériel d'Interconnexion de Nouvelle Génération
- OD : Origine-Destination
- PA SACEM : Pilotage Automatique - Système d'aide à la conduite, à l'exploitation et à la maintenance
- PAE : Pilote Automatique Embarqué
- PAS : Pilote Automatique de Secteur
- PPM : Période de Pointe du Matin
- PPS : Période de Pointe du Soir
- RER-NG : RER Nouvelle Génération
- STD : Système de Transmission de Données
- TRI : Taux de Rentabilité Interne
- VAN-SE : Valeur Actualisée Nette Socio-Economique

Table des figures

Figure 1 : calendrier de déploiement de NExTEO sur les lignes B et D	8
Figure 2 : bilan actualisé du projet par acteurs (M€ ₂₀₁₈).....	11
Figure 3 : architecture organique de la technologie NExTEO.....	23
Figure 4 : répartition des gains des usagers entre ponctualité, temps de parcours et confort avec la méthode « Etat » (par opposition à la méthode IDFM)	30
Figure 5 : évolution du taux de ponctualité des voyageurs sur le RER B	31
Figure 6. évolution du taux de ponctualité des voyageurs sur le RER D	32

Table des tableaux

Tableau 1 : résultats du BSE NExTEO des lignes D et B.....	10
Tableau 2 : principaux coûts et avantages engendrés par le projet NExTEO	10
Tableau 3 : hypothèses macro-économiques retenues dans l'évaluation.....	13
Tableau 4 : chronique des coûts d'investissement de NExTEO.....	24
Tableau 5 : chronique détaillée des coûts d'investissement de NExTEO	25
Tableau 6 : répartition des coûts d'investissement entre partie déployée sur l'infrastructure (Sol) et partie déployée sur le matériel roulant (Bord)	25
Tableau 7 : adaptation des nouveaux matériels roulants aux différents types de signalisation	27
Tableau 8 : gains de ponctualité des voyageurs sur les lignes D et B simulés en 2035.....	33
Tableau 9 : gains annuels de ponctualité en minutes équivalentes.....	33
Tableau 10 : estimation des gains de temps de parcours selon le créneau horaire.....	35
Tableau 11 : caractéristiques des futurs MING	36
Tableau 12 : caractéristiques des futures RER NG	36
Tableau 13 : équivalent temps de transport des gains de confort aux HPM et HPS	36
Tableau 14 : gains de temps d'attente	37