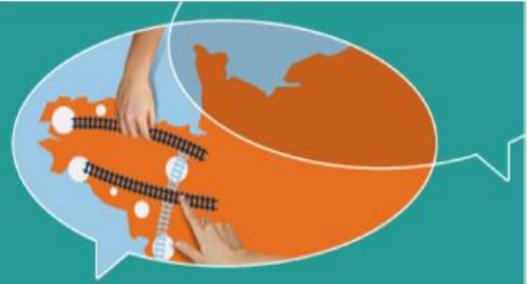


Débat public
Liaisons ferroviaires Bretagne - Loire
(LNOBPL)

Du 04 septembre 2014 au 03 janvier 2015



EXPERTISE COMPLEMENTAIRE
DES PROJETS D'AMENAGEMENTS
DES LIAISONS FERREES
RENNES
NANTES
EN VUE DU DEBAT PUBLIC

NOVEMBRE 2014

Remis à Monsieur le Président de la CNDP le 20 Novembre 2014

Claude
ABRAHAM

Jean
DETERNE

Pierre
ROUSSEL

Michel
SAVY

SOMMAIRE

1.	CONTEXTE	5
2.	CONSIDERATIONS INTRODUCTIVES	6
2.1	Les liaisons ferrées entre Nantes et Rennes sans l'aéroport de Notre-Dame des Landes 6	
2.2	Les objectifs poursuivis.....	6
2.3	Nantes-Rennes : deux itinéraires aux fonctions différentes.....	7
2.4	Un faisceau d'options, passibles d'un choix multicritère	7
2.5	Effets de seuil et discontinuité des solutions et des choix	8
3.	CONTRAINTES ET LIMITES DE L'EXPERTISE.....	9
3.1	Données disponibles	9
3.2	Limites de l'aire d'études	10
3.3	Non réalisation de l'aéroport de Notre Dame des Landes (AGO).....	11
3.4	Aménagements ferroviaires au plus proche de l'existant.....	11
3.5	Liaisons gare à gare Rennes-Nantes en 60 minutes ou moins	11
3.6	Prévisions de la demande de trafic et répartition modale	11
3.7	Estimation des coûts d'investissement	12
3.8	Trafic de fret ferroviaire.....	12
4.	LIAISON RENNES NANTES PAR CHATEAUBRIANT	14
4.1	Etat des lieux	14
4.1.1	Ligne de Rennes à Châteaubriant	14
4.1.2	Ligne de Chateaubriant à Nantes.	15
4.1.3	Exploitation de trains TER classiques entre Rennes et Nantes	16
4.2	Aménagement de la liaison, quels projets ?	16
4.2.1	Problématique de la section urbaine	16
4.2.2	Problématique de la gare de Nantes.....	16
4.2.3	Problématique de la coexistence de TER et de trams-trains	16
4.2.4	Solutions envisagées. aménagements, vitesse, et coûts	17
4.2.5	Les problèmes de capacité	18
4.2.6	Trafics prévisibles	18
5.	LIAISON RENNES-NANTES PAR REDON (avec ou sans AGO)	19
5.1	Fonctions actuelles des voies Rennes-Redon-Nantes	19

5.2	Incidence fonctionnelle de la desserte ferroviaire d'un aéroport à Notre Dame des Landes (AGO)	20
5.3	Scénarios du Maître d'Ouvrage RFF	21
5.4	Non réalisation de la desserte ferroviaire de l'AGO	22
5.5	Nouvelles variantes sans AGO	24
5.5.1	Elaboration des variantes.....	24
5.5.2	Rennes – Redon	26
5.5.3	Redon-Nantes.....	27
5.5.4	Etudes socio-économique complémentaires sur l'aménagement Rennes-Redon-Nantes	28
6.	PROBLEMES LIES A L'ENVIRONNEMENT	30
6.1	Considérations générales	30
6.1.1	La méthodologie	30
6.1.2	La hiérarchisation des enjeux et ses limites	30
6.1.3	La carte de synthèse.....	33
6.2	Le tracé via Chateaubriant.....	34
6.2.1	Les conclusions de l'étude	34
6.2.2	Ses limites.....	35
6.3	Les tracés via Redon	37
6.3.1	Les conclusions de l'étude	37
6.3.2	Ses limites.....	37
6.4	Conclusion sur l'environnement.....	39
7.	ANALYSE MULTICRITERES	40
7.1	Valeur ajoutée par une analyse multicritères	40
7.2	Les solution comparées.....	40
7.3	Les critères retenus	41
7.3.1	La longueur	41
7.3.2	Les trafics.....	41
7.3.3	Nature et importance des aménagements	42
7.3.4	Meilleur temps sur Rennes – Nantes	42
7.3.5	Capacité Rennes – Nantes en heure de pointe	42
7.3.6	Environnement.....	42
7.3.7	Les investissements nécessaires.....	43
7.4	Résultat de l'analyse	43
7.4.1	Commentaires généraux.....	45

7.4.2	Gains de temps et augmentation des fréquences	45
8.	SYNTHESE ET CONCLUSION	46
8.1	La Mission	46
8.2	Démarche retenue	47
8.2.1	Etude des variantes	47
8.2.2	Analyse des variantes	47
8.3	Conclusions de l'expertise	47
	LISTE DES ANNEXES	50

1. CONTEXTE

Par saisine en date du 18 juin 2014, monsieur Olivier Guérin Président de la CPDP des LNOBPL a demandé à Monsieur le Président de la CNDP que soit réalisée une expertise complémentaire des variantes envisagées pour la liaison Rennes-Nantes, en particulier en levant les contraintes liées à la desserte du futur aéroport envisagé à Notre-Dame des Landes et en examinant une variante par Chateaubriant.

Par lettre du 28 juillet 2014 (jointe en annexe), Monsieur Christian LEYRIT, Président de la CNDP a mandaté quatre experts indépendants : Messieurs Claude Abraham, Jean Deterne, Pierre Roussel et Michel Savy pour effectuer cette expertise.

Cette lettre de mission précise en particulier ce qui suit :

« La mission qui vous est confiée porte sur l'ensemble des demandes nouvelles relatives à la liaison Nantes – Rennes :

- analyse de nouveaux tracés d'infrastructures.
- évaluation socio-économique des solutions alternatives.
- évaluation environnementale de ces solutions.

Comme prévu dans leur lettre de mission, les études des experts se sont appuyées sur des analyses complémentaires demandées à RFF et exécutées à sa demande par les bureaux d'étude INGEROP, SYSTRA, SETEC et EGIS.

Les experts n'ont pas remis en cause, ni modifié les données et les hypothèses d'évolution dans le temps, telles que présentées dans les « études de référence » du débat public et reprises pour les analyses complémentaires, même si certaines prévisions de croissance peuvent paraître optimistes. En effet, l'objectif principal visé était de permettre la comparaison de solutions alternatives ; or les données fournies ont été élaborées de façon suffisamment homogène pour permettre le classement relatif des scénarios, de même un report de l'horizon de réalisation ne devrait pas non plus modifier ce classement.

La mission d'experts et le débat public qu'elle doit contribuer à nourrir s'inscrivent dans l'ensemble de projets des **"Liaisons nouvelles Ouest Bretagne-Pays de la Loire"** (LNOBPL).

2. CONSIDERATIONS INTRODUCTIVES

2.1 Les liaisons ferrées entre Nantes et Rennes sans l'aéroport de Notre-Dame des Landes

Les liaisons considérées sont ferroviaires (en concurrence et en complémentarité avec la route, qu'il s'agisse de transports publics ou d'automobile). Sur le territoire qu'elles desserviront se situe le projet d'**aéroport de Notre-Dame des Landes**. Chacun sait les discussions qu'il continue à engendrer. Ce projet interfère avec les projets LNOBPL puisqu'il comprend une desserte ferroviaire à partir de Nantes qui peut n'être qu'un tronçon d'un itinéraire plus long, de Nantes jusqu'à Rennes. La demande a ainsi été faite, par divers élus et associations opposés à la réalisation de l'aéroport, d'envisager les liens ferroviaires entre Rennes et Nantes dans l'hypothèse de la non réalisation du projet de Notre-Dame des Landes.

Il est évident que la liaison ferrée entre Nantes et Rennes aura moins d'utilisateurs dans l'hypothèse d'abandon du projet que dans l'hypothèse de sa réalisation, puisque l'aéroport devrait compter, selon ses promoteurs, environ 4 millions de voyageurs par an à l'horizon 2020 (soit plus de 10 000 par jour) et plus de 1 200 employés directs permanents (et au moins autant d'emplois indirects), dont une part substantielle gagnerait ou quitterait l'aéroport par le train. Ce n'est pas ici la question ! **La mission ne consiste pas à se prononcer sur le bien ou le mal fondé du projet d'aéroport ou de son abandon. Elle ne consiste pas non plus à comparer ces deux hypothèses et leurs conséquences sur les liaisons terrestres.** Elle consiste à **étudier les différentes manières de relier par le fer Nantes et Rennes indépendamment de tout projet d'aéroport**. Plusieurs solutions sont systématiquement explorées et comparées.

2.2 Les objectifs poursuivis

Les réseaux ferroviaires joignant Rennes à Nantes doivent permettre d'assurer, outre les dessertes locales, la liaison entre Rennes et Nantes dans des conditions permettant de concurrencer efficacement la liaison routière, avec une fréquence minimale d'un train par heure et par sens en période de pointe, et avec un temps de parcours, de gare à gare, voisin d'une heure.

Mais l'itinéraire ouest assure d'autres fonctions importantes.

2.3 Nantes-Rennes : deux itinéraires aux fonctions différentes

Les villes de Nantes et de Rennes sont et demeureront reliées par **deux itinéraires ferroviaires** : l'un, à l'Est, par Châteaubriant, sous réserve de ce qui est indiqué ci-après ; l'autre, à l'Ouest, par Redon. L'itinéraire par Chateaubriant est plus court d'une vingtaine de kilomètres, tandis que les populations des villes de Châteaubriant et de Redon sont du même ordre de grandeur (respectivement 16 300 et 9 600 habitants). Pourtant, ces deux liaisons assurent des **fonctions éminemment différentes**.

L'itinéraire Est, presque partout à voie unique, a exclusivement, pour l'instant, des fonctions de **desserte locale** : les parcours sont limités à deux tronçons de la ligne et la liaison de bout en bout, de Nantes à Rennes, n'est pas actuellement possible car la ligne est coupée à Châteaubriant. Récemment, la desserte locale s'est notoirement renforcée puisque, dans sa partie méridionale, l'itinéraire supporte désormais une liaison par tram-train qui relie Nantes et tout un versant de sa périphérie jusqu'à Chateaubriant. S'il était décidé de l'aménager pour atteindre un niveau de service au moins égal à celui de l'itinéraire Ouest, il pourrait offrir une alternative à certains aménagements de capacité sur ce dernier.

L'itinéraire Ouest exerce des **fonctions locales et régionales** comparables à celles de l'itinéraire Est, sur des territoires différents. Mais à ces fonctions locales et régionales l'itinéraire Ouest ajoute des **fonctions de liaison interrégionale et nationale**. Le tronçon entre Rennes et Redon est en effet le prolongement de la liaison à grande vitesse entre Paris et Rennes, actuellement en construction et opérationnelle en 2017, et il est prolongé vers l'Ouest pour la **desserte de la Bretagne Sud** : vers Vannes, Lorient et jusqu'à Quimper en passant par Redon. Une autre branche relie Redon et Saint-Nazaire. Enfin, le tronçon Nantes Savenay fait partie de l'itinéraire Nantes-Saint Nazaire. En toute rigueur, l'étude de l'amélioration de la liaison entre Nantes et Rennes ne peut s'abstraire des améliorations de réseau qui peuvent être considérées comme nécessaires, indépendamment de la relation Rennes-Nantes, entre Rennes et Redon d'un part, entre Nantes et Savenay d'autre part.

2.4 Un faisceau d'options, passibles d'un choix multicritère

Les deux itinéraires ont fait l'objet d'études techniques, économiques et environnementales. Celles-ci prennent en compte trois familles de variantes (dites mauve, bleue et verte), selon que l'on privilégie l'aménagement au plus près des lignes existantes ou que l'on envisage aussi, plus ou moins extensivement, la construction de lignes nouvelles. C'est dire que l'étude des liaisons entre Nantes et Rennes porte sur tout **un faisceau d'options possibles** : il appartiendra aux autorités compétentes, à la suite du débat public, d'effectuer **un choix multicritères mettant en regard les performances attendues du service pour les usagers (notamment en termes de temps de parcours et de fréquence), le coût de réalisation de l'infrastructure permettant ces performances et l'impact des aménagements correspondants sur l'environnement**.

Ces trois aspects principaux sont corrélés et il convient de choisir le **meilleur compromis** entre les différentes contraintes. Par exemple, l'obtention d'un temps de parcours raccourci demande des infrastructures permettant des vitesses plus élevées, c'est-à-dire avec des caractéristiques géométriques telles qu'un grand rayon de courbure de la

voie. Ceci exige souvent la rectification d'une voie ancienne, voire la construction d'une voie entièrement nouvelle sur un tracé sensiblement différent. Il peut s'ensuivre des coûts de construction plus élevés et, le cas échéant, des impacts accrus sur l'environnement. Il faut toutefois, en cette matière, se garder de fausses évidences : **une voie nouvelle est dans certains cas moins coûteuse et moins brutale pour l'environnement que la modernisation d'une voie existante, notamment par ajout de voies supplémentaires** (si celle-ci, en milieu urbain ou périurbain, nécessite des expropriations nombreuses, le remplacement de passages à niveau par des ouvrages d'art, la reprise en sous-œuvre de réseaux divers en place, etc.). De même, un itinéraire nouveau peut éviter les zones fragiles que dégrade un itinéraire ancien... Il faut analyser ces questions de manière pragmatique, au cas par cas.

2.5 Effets de seuil et discontinuité des solutions et des choix

S'il ne s'agit pas, dès cette introduction, de résumer les termes de l'expertise et de ses principales conclusions, il convient de souligner que les caractéristiques des projets étudiés ne varient pas de façon continue. La dépense nécessaire pour gagner une minute de temps de parcours varie par paliers. L'étude technique montre en effet des **effets de seuil** que les décideurs devront avoir à l'esprit : certaines exigences de performance peuvent demander, pour être satisfaites, des travaux et des coûts bien plus importants que pour des performances à peine moins élevées. Selon les scénarios de modernisation étudiés, les deux itinéraires, celui par Redon et celui par Châteaubriant, permettent un **temps de parcours** de bout en bout de l'ordre d'une heure. Mais ce chiffre rond de "une heure", s'il est symboliquement significatif et s'il permet des économies de matériel roulant et d'exploitation (*si le temps de parcours descend à 55 minutes ou moins*), ne doit pas pour autant être intangible. Dans certains cas, gagner quelques minutes pour atteindre l'heure de parcours pourrait impliquer une dépense supplémentaire de plusieurs centaines de millions d'euros, sans pour autant améliorer de façon spectaculaire la compétitivité du rail par rapport à la route.

Il en va de même de la **fréquence** du service. Le réseau modernisé pourra assurer une liaison entre Nantes et Rennes avec un train toutes les heures, en période de pointe, en sus des liaisons locales déjà existantes. On verra plus loin que, dans le cas de la desserte via Châteaubriant, l'insertion d'une fréquence horaire de TER conduit à doubler la voie unique sur plusieurs dizaines de kilomètres. Passer à la fréquence de deux trains par heure exigerait des aménagements encore bien plus lourds. La même interrogation vaut pour la liaison entre Nantes et Redon, dont l'augmentation de capacité horaire nécessiterait le triplement ou quadruplement de certains tronçons et la construction d'un "saut de mouton" (ouvrage assurant le croisement en dénivelé de deux voies ferrées). Ici encore, les investissements correspondants se chiffrent en centaines de millions d'euros. On pourrait même imaginer que le doublement de la fréquence horaire soit assuré par un train par heure et par sens sur chacun des itinéraires. La demande de déplacements prévisible, et l'accroissement de la compétitivité du rail sont-ils à la hauteur de telles dépenses ?

Il est banal aujourd'hui de rappeler les contraintes qui pèsent sur les **budgets publics**, que ce soient ceux de l'État, des collectivités territoriales ou des établissements publics. S'il ne s'agit pas de figer tous les projets et de laisser l'équipement et la desserte durable du

territoire se dégrader, la rigueur dans les choix, l'ajustement précis des dépenses et des objectifs de performances attendus du système de transport sont plus nécessaires que jamais. L'ambition de ce rapport est de contribuer à cet exercice.

3. CONTRAINTES ET LIMITES DE L'EXPERTISE

3.1 Données disponibles

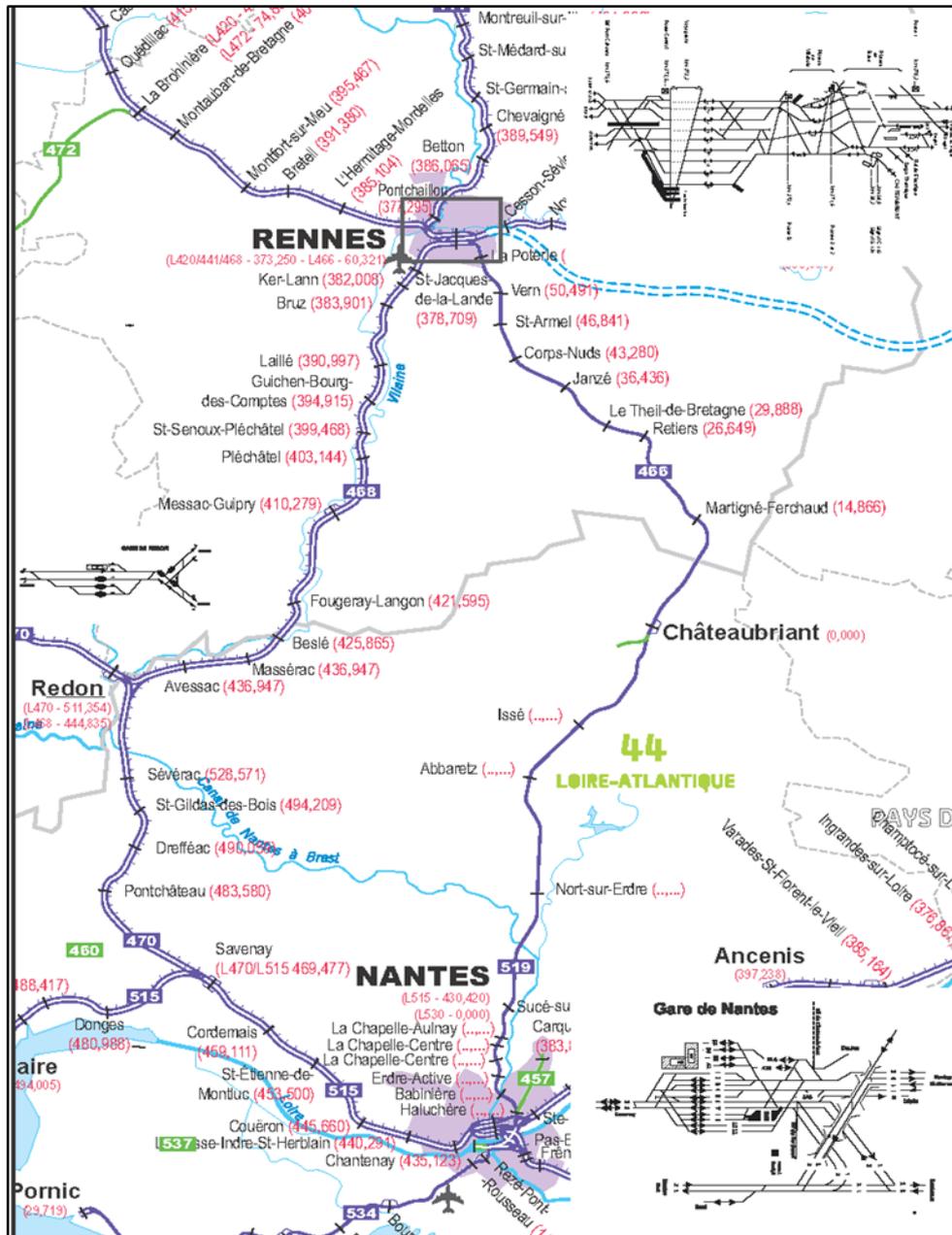
Vu les délais très courts attendus, la présente expertise a été menée essentiellement à partir des éléments déjà disponibles dans le cadre des études « de référence » menées par le maître d'ouvrage RFF, complétées dans la mesure du possible, comme prévu dans leur lettre de mission, par l'analyse de variantes définies par les experts et communiquées à RFF, qui a transmis leurs demandes de précisions et de compléments aux bureaux d'études ayant contribué à la constitution du dossier du maître d'ouvrage.

Sur ces bases, les experts ont identifié les ordres de grandeur des différences entre les scénarios, du point de vue des trafics, des caractéristiques techniques, de la qualité de service et de l'environnement, en vue de permettre à chacun de procéder à une approche multicritères. Ils n'ont pas pu faire procéder à toutes les études de calcul des valeurs actualisées nettes (VAN), mais ils les ont fait estimer au mieux ; en toute hypothèse, les VAN peuvent masquer certaines différences, en agrégeant des éléments positifs et négatifs et en prenant en compte une date de réalisation identique pour tous les scénarios.

Par ailleurs, il convient ici de rappeler les contraintes et les limitations que les experts se sont imposées :

3.2 Limites de l'aire d'études

La carte ci-après présente les réseaux ferroviaires actuels entre Rennes et Nantes :



Les experts ont limité leur examen à l'aire Rennes-Redon-Nantes-Chateaubriant qui constitue un sous-ensemble de l'aire d'étude LNOBPL.

Ils n'ont donc en aucune façon examiné les liaisons Rennes-Bretagne Nord, non plus que les liaisons Redon-Bretagne Sud dont les fonctionnalités sont peu liées à l'existence d'un nouvel aéroport ou d'un aménagement de la ligne Rennes-Chateaubriant-Nantes.

3.3 Non réalisation de l'aéroport de Notre Dame des Landes (AGO)

Les experts ne prennent pas position sur l'opportunité ou non de la réalisation de l'AGO à Notre Dame des Landes. Leur rapport ne saurait être considéré comme une prise de position, mais comme une réponse à une commande, l'acceptation de cette commande n'ayant pas d'avantage de signification.

Ils limitent leur analyse, d'une part à la réduction de la demande de trafic au N-O de Nantes si l'AGO n'est pas réalisé (et donc à la moindre efficacité économique des aménagements envisagés), d'autre part à la définition de solutions variantes envisageables entre Redon et Nantes, enfin à l'examen des possibilités de desserte du trafic entre Rennes et Nantes via Chateaubriant.

3.4 Aménagements ferroviaires au plus proche de l'existant

Cet objectif a été recherché à chaque fois que le rapport coût efficacité le permettait, ainsi que le maintien des liaisons ferroviaires de proximité, dans le cas de création de tronçons de lignes nouvelles.

3.5 Liaisons gare à gare Rennes-Nantes en 60 minutes ou moins

Cet objectif un peu symbolique (*mais parfois difficile à concilier avec le précédent, surtout si l'on veut assurer 2 liaisons par heure*) a néanmoins été recherché car sous 55 minutes il est possible de mieux optimiser l'exploitation ; le fait de pouvoir assurer la relation en moins d'une heure peut avoir des conséquences non négligeables sur les possibilités d'organiser dessertes cadencées et correspondances ; dans le cas de deux fréquences horaires en pointe, le temps de parcours de moins d'une heure permet aussi de limiter le matériel roulant nécessaire.

Toutefois, en dessous de 65 ou même 70 minutes les solutions techniques deviennent très onéreuses, notamment sur l'axe Est.

On notera en outre que l'hypothèse d'une relation à grande vitesse Nantes-Paris par Rennes n'est pas réaliste. Le temps de parcours Paris et Nantes, après mise en service de la LGV en cours de construction, sera inférieur à 2 heures. Via Rennes, il serait en toute hypothèse supérieur à 2h 30, auxquelles s'ajouterait un temps de correspondance.

3.6 Prévisions de la demande de trafic et répartition modale

Les prévisions de croissance de trafic retenues par les études nous sont apparues comme risquant d'être optimistes. Nous n'avons pas cependant jugé possible de présenter des prévisions plus conservatrices, estimant que les croissances réellement constatées pourraient avoir pour résultat principal de décaler dans le temps les échéances de réalisation, sans nécessairement dégrader les résultats socioéconomiques (moindre croissance des avantages, mais réduction sensible de la valeur actualisée des coûts).

Par ailleurs un tel décalage dans le temps ne semble pas de nature à modifier la comparaison entre les scénarios au vu des écarts relatifs mis en évidence.

Nous n'avons pas d'avantage remis en cause les hypothèses de répartitions modales.

3.7 Estimation des coûts d'investissement

Au stade actuel des études, les coûts d'investissement comportent encore des marges d'incertitude, parfois fortes, qu'il n'est pas possible de lever, mais ils ont été estimés de façon homogène pour les différents scénarios ; nous estimons que cette incertitude ne devrait pas être de nature à modifier leur classement relatif dans une analyse multicritères.

3.8 Trafic de fret ferroviaire

Les études du maître d'ouvrage des LNOBPL ne comportent pas d'étude détaillée des trafics de fret. Cependant nous avons souhaité disposer au moins d'une analyse des enjeux, présentée dans une note EGIS de septembre 2014 ¹et dont nous reprenons ici les indications pouvant influencer sur l'aménagement ferroviaire entre Rennes et Nantes.

Actuellement, le transport ferroviaire ne représente que 1,5% du fret en Bretagne et Pays de la Loire, soit 5,8 millions de tonnes. Ce sont les régions françaises présentant la plus faible part de marché du ferroviaire. Dans les régions industrielles françaises, la part de marché du fret ferroviaire est plutôt de l'ordre de 4%.

Pour le réseau qui nous concerne, les circulations de fret en 2013 étaient de :

- 3,6 trains sur Rennes-Redon
- 3,3 trains sur Redon-Savenay
- 7,7 trains sur Savenay-Nantes (6,4 trains sur St Nazaire-Savenay)

On peut aussi noter des variations saisonnières importantes sur Redon-Savenay du fait du transport des récoltes céréalières

Il y a en conséquence un potentiel de développement du trafic ferroviaire de fret si l'offre peut être améliorée en quantité et en qualité, notamment de et vers le port de St Nazaire .

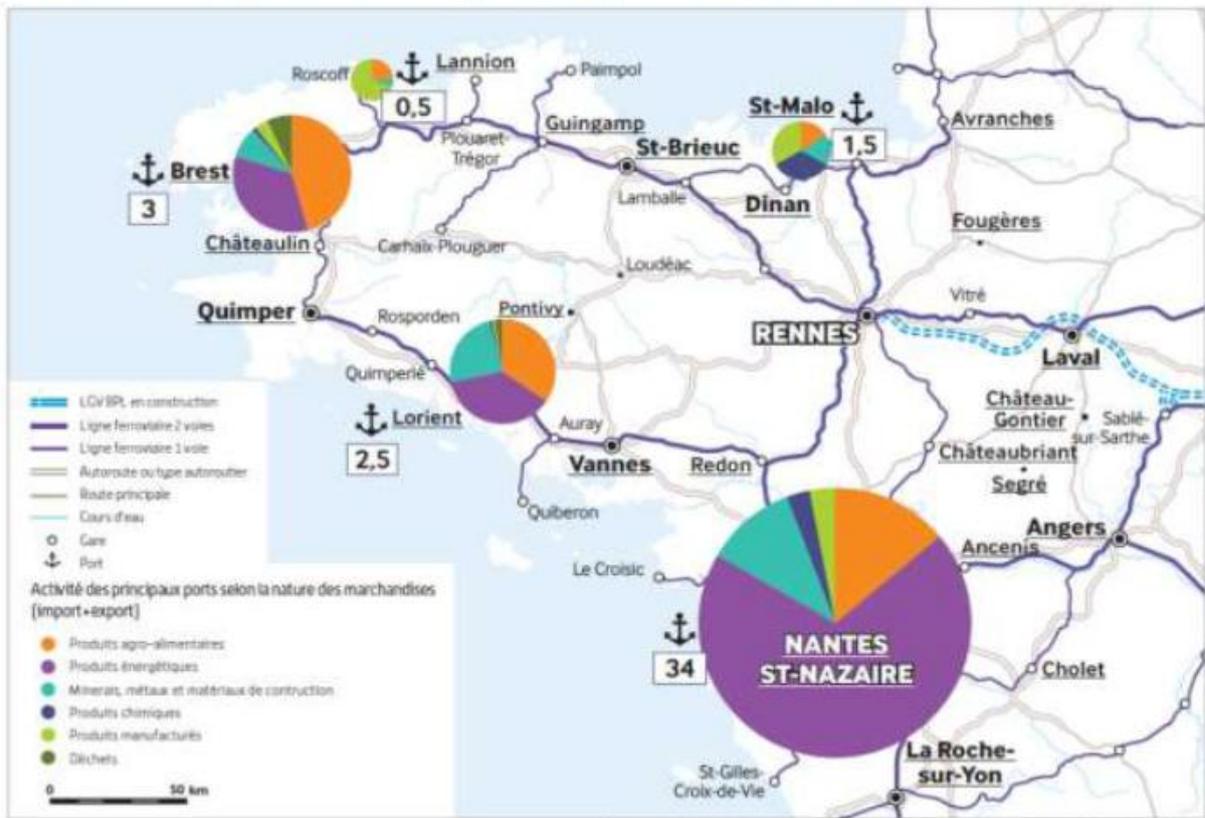
Le Grand Port Maritime de Nantes-Saint-Nazaire, avec un total de près de 30 millions de tonnes, est le premier port de la façade atlantique et le 4ème port français derrière Marseille, Le Havre et Dunkerque. Ses activités sont principalement orientées vers les produits énergétiques (pétrole, gaz, charbon) qui représentent les deux tiers de son trafic. Le tiers restant de l'activité se répartit principalement entre les aliments pour le bétail, les céréales, le trafic roulier et les conteneurs.

Certaines de ces marchandises se prêtent relativement bien au transfert sur le fer.

La libération de capacité issue du projet LNOBPL peut contribuer à l'émergence et au développement d'offres de services multimodales (terrestres et fer-mer) en termes de qualité et de fiabilité qui pourraient concourir au développement économique régional.

¹ Etude G7 Note d'enjeux Fret

Figure 7 : Les ports de l'Ouest, volumes et nature des trafics en millions de tonnes, en 2007



Source: Observatoires Régionaux des Transports Bretagne et Pays de la Loire

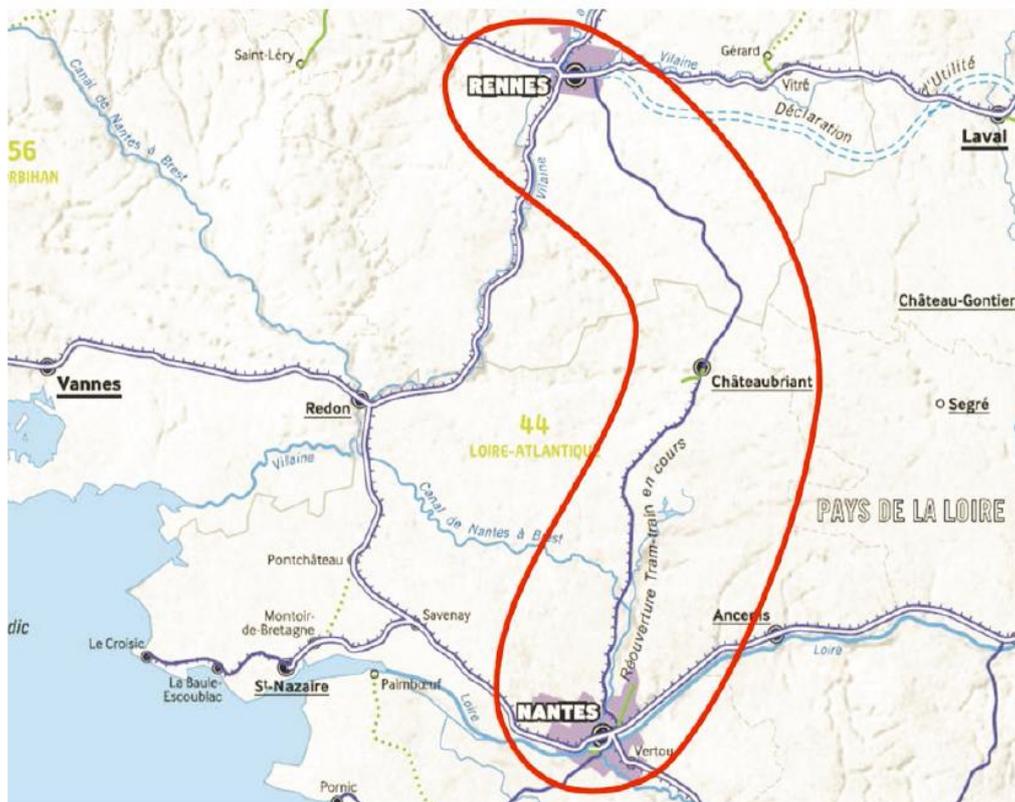
Le projet LNOBPL est à considérer comme un levier de développement au bénéfice des offres multimodales actuelles et futures que le grand Ouest pourrait développer à moyen terme.

En conséquence l'un des critères de comparaison des variantes LNOBPL pourrait être leur aptitude à libérer des capacités pour le fret.

4. LIAISON RENNES NANTES PAR CHATEAUBRIANT

On trouvera en annexe 2 au présent rapport un document de synthèse rédigé à la demande de la contre-expertise :

« Analyse de la faisabilité et de l'opportunité d'une liaison Renne-Nantes via Chateaubriant » réalisé par SYSTRA - INGEROP 17/11/2014.



Les principales conclusions de ces études sont résumées ci-après.

4.1 Etat des lieux

4.1.1 Ligne de Rennes à Châteaubriant

4.1.1.1 Caractéristiques de l'infrastructure

La ligne Rennes-Châteaubriant est à voie unique à signalisation simplifiée (VUSS) non électrifiée.

La vitesse plafond de la ligne est de 90Km/h entre Rennes et Retiers, 70 Km/h entre Retiers et Châteaubriant.

La signalisation est réalisée par Cantonnement Téléphonique avec Cantonnement Assisté Par Informatique (CAPI) divisée en 4 cantons (Rennes-Vern, Vern-Janzé, Janzé-Retiers et Retiers-Châteaubriant).

La ligne comporte :

- 32 PN type SAL2 (Signalisation Automatique Lumineuse à 2 demi-barrières ;
- 7 PN type non gardé ;
- 1 PN Privé.

4.1.1.2 Trafic.

Le trafic actuel d'un jour moyen de semaine est de 12 trains voyageurs (TER Bretagne) et 2 trains fret. Ce trafic est égal à celui qui est permis sur cette ligne en application des règlements. Le temps de parcours de Rennes à Châteaubriant (train omnibus) s'établit à 1h08, hors contraintes de croisement.

4.1.2 Ligne de Chateaubriant à Nantes.

Caractéristiques générales de l'infrastructure

La ligne Nantes-Châteaubriant est à une voie banalisée de Nantes à Babinière et de la Chapelle Centre à Châteaubriant, et à double voie banalisée de Babinière à La Chapelle Centre. Elle est électrifiée de bout en bout : en 750V courant continu de Nantes (exclu) à Babinière (inclus) et en 25 kV courant alternatif en gare de Nantes et de Babinière (exclu) à Châteaubriant.

La vitesse plafond de la ligne est de 70 km/h de Nantes à Babinière (inclus) et de 100km/h entre Babinière (exclu) et Châteaubriant.

Hormis en gare de Nantes, la ligne est dédiée à la circulation des tram-trains et n'admet donc pas à ce titre de mixité des circulations.

La ligne est équipée du contrôle de vitesse par balise (KVB) et de la radio GSM-R.

4.1.2.1 Spécificités de la section Nantes(exclu)-Babinière (inclus)

Sur cette section urbaine, l'exploitation est réalisée en mode tram. Les conducteurs circulent en marche tramway, ce qui est relativement similaire à la marche à vue.

De même, il existe sur cette section 5 PN dits « urbains » (PNU), équivalents aux carrefours à feux d'un tramway : l'intersection n'est pas équipée de barrières, mais est régie, pour les circulations ferroviaires comme pour les véhicules routiers, par des feux.

Par ailleurs, à proximité de la station Haluchère, la ligne croise à niveau la ligne 1 du tramway de Nantes exploitée par le SEMITAN, au moyen d'une Traversée Oblique limitée à 20 km/h.

L'ensemble de cette section est électrifié en 750V courant continu.

4.1.2.2 Spécificités de la section Babinière (exclu)-Châteaubriant

Sur cette section, l'exploitation est réalisée en mode block tram, ce qui correspond globalement à une conduite classique avec signalisation latérale de type BAPR.

Cette section est pourvue de 26 passages à niveau classiques :

- 23 PN à Signalisation Automatique Lumineuse à 2 demi-barrières ;
- 2 PN à Signalisation Automatique Lumineuse à 4 demi-barrières ;
- 1 PN Piétons.

4.1.3 Exploitation de trains TER classiques entre Rennes et Nantes

Compte tenu de ce qui précède, dans la configuration actuelle, une telle exploitation sur l'infrastructure actuelle est impossible, et nécessite des aménagements importants.

4.2 Aménagement de la liaison, quels projets ?

4.2.1 Problématique de la section urbaine

Dans la section urbaine (entre Babinière et la gare de Nantes), la ligne jouxte la ligne 1 du tramway et partage avec elle les passages à niveau urbains

Ces passages à niveau urbains ont pu être envisagés du fait des caractéristiques spécifiques de freinage du matériel Dualis, similaires à celles du tramway.

Le franchissement de ces PNU par un matériel TER conventionnel ne semble pas envisageable.

4.2.2 Problématique de la gare de Nantes

L'accès à la gare de Nantes par la ligne de Châteaubriant permet uniquement d'accéder de manière performante aux 4 voies 52 à 55 en impasse côté Est. L'accès aux autres voies de la gare occasionne des cisaillements très dommageables pour l'exploitation.

Dans le cas de l'introduction de nouvelles missions sur la ligne Nantes-Châteaubriant, se poserait la question de la capacité d'accueillir ces trains en gare de Nantes, étant donné que les voies 54 et 55 sont nécessaires pour le tram-train et que les voies 52 et 53 sont utiles pour la gestion de certaines missions TER et TGV terminus.

Au vu de l'état des lieux, avec les 5 passages à niveau urbains, et des contraintes d'exploitation en zone urbaine et en gare de Nantes, SYSTRA propose, à juste titre nous semble-t-il, d'exclure l'utilisation de la section urbaine Doulon-Babinière du champ des possibles pour l'élaboration de scénarios de projet, qui devront alors intégrer un itinéraire alternatif pour rejoindre la gare de Nantes.

Cet itinéraire alternatif serait constitué par un tunnel, d'une longueur de 7,5 km, apte à 140 km/h, qui se brancherait à 100 m en talon de la bifurcation de Bordeaux, sur les voies « Clisson ». Un profil en long en cuvette, avec pente de 25 mm/m depuis Babinière sur 2 km, et rampe de 25 mm/m sur 1,5 km à l'autre extrémité, permettrait de passer sous l'Erdre et sous les voies du complexe ferroviaire de Blottereau. On verra plus loin que l'hypothèse de ce tunnel soulève de sérieuses interrogations en termes de protection de l'environnement.

4.2.3 Problématique de la coexistence de TER et de trams-trains

(Acceptation de circulations autres que tram-train sur la ligne)

4.2.3.1 Problématique du matériel roulant

L'autorisation de mise en exploitation commerciale du matériel tram-train Dualis indique que ce matériel peut être utilisé en mixité avec d'autres circulations à condition que la vitesse maximale de la ligne soit de 140 km/h et que l'entraxe des voies (pour une portion à double voie) soit d'au minimum 3,67 mètres. Ces contraintes sont inhérentes à la faculté du matériel Dualis de supporter l'effet de souffle au croisement avec une circulation ferroviaire classique.

En conséquence de quoi :

➤ Si la vitesse était relevée jusqu'à au plus 140 km/h, la mixité serait envisageable avec un matériel TER conventionnel ;

➤ Si la vitesse devait être relevée à plus de 140 km/h, il faudrait vraisemblablement envisager un entraxe plus important sur les sections à double voie, et valider la valeur acceptable par une étude aérodynamique.

4.2.3.2 Problématique des systèmes en place actuellement

La ligne étant dédiée à la circulation du tram-train, les équipements choisis sont adaptés à cette situation et devraient être repris en majeure partie pour permettre l'acceptation d'un matériel TER conventionnel. En d'autres termes, les équipements de la ligne devraient être remis aux standards du réseau ferré national.

Ce serait en particulier le cas pour la signalisation qui, comme mentionné précédemment, est de type spécifique tram-train.

4.2.4 Solutions envisagées. aménagements, vitesse, et coûts

➤ **Scénario A**

La solution de base proposée (A) ne comporte aucun ripage de voie, afin de maintenir la ligne dans les emprises actuelles. L'accès à Nantes se fait par tunnel.

La solution proposée comporte :

- L'électrification de la ligne jusqu'à Chateaubriant
- La reprise systématique du ballast
- La reprise de 16 km de courbes
- Le relèvement des dévers sur 15 km
- La suppression de 21 PN

La vitesse maximale serait limitée à 140 km/h entre Nantes et Chateaubriant.

Le temps de parcours total serait de 70 minutes, comprenant un arrêt de 2 minutes en gare de Chateaubriant (67 minutes sans arrêt). Le coût de cette solution serait de 450 M€. Notons que le meilleur temps de parcours actuel entre Rennes et Nantes par Redon, temps de référence, est de 74 minutes sans arrêt²

➤ **Scénario B**

Pour réduire encore les temps de parcours, et permettre des vitesses de 220 km/h (B), il devient nécessaire de procéder à des ripages de voies, voire même de construire un « shunt » sur 26 km, entre Rennes et Martigné-Ferchaud. Il serait alors possible de réduire le temps de parcours total, arrêt compris à Chateaubriant, à 58 minutes. (55 minutes sans arrêt), voire 56 minutes en intégrant le « shunt » (53 minutes sans arrêt). Le coût de cette solution serait de 850 à 920 M€.

² Les temps de parcours au dernier trimestre 2014 sont plus longs en raison de travaux importants de renouvellement de la voie entre Rennes et Redon.

4.2.5 Les problèmes de capacité

Tous les aménagements précédents supposent le maintien d'une voie unique entre Rennes et Nantes, sauf les possibilités, réduites, de croisement au droit des gares. SYSTRA a examiné, dans ces conditions, la possibilité d'insérer une ou deux fréquences de TER, Rennes-Nantes en sus des dessertes locales.

Les hypothèses retenues pour les dessertes locales omnibus sont les suivantes, en heures de pointe :

- Nantes-Chateaubriant : 1 train/h
- Nantes-Nord sur Erdre : 2 trains/h
- Rennes- Janzé : 1 train/h
- Rennes- Retiers : 1 train/h
- Rennes-Chateaubriant : 1 train/2 heures

L'analyse des grilles horaires en heure de pointe a mis en évidence des incompatibilités (présence simultanée de deux trains sur la même portion de voie ou dans le même canton) qui ne peuvent être résolues par un décalage limité des horaires, et obligent à prévoir un doublement des voies.

Dans le cas d'insertion d'une seule fréquence horaire par sens, (**Scénario A**), il faudrait prévoir une quarantaine de km de voies doubles, pour un coût supplémentaire de 320 M€, portant le coût total du scénario A à 770 M€.

L'adjonction d'une deuxième fréquence horaire par sens (**Scénario B**) impliquerait 73 à 82 km de doublement des voies, dont 12 km dotés d'une troisième voie, pour un coût additionnel, en sus des 320 M€ ci-dessus, de l'ordre de 450 M€, portant le coût total du scénario B à 1 620 M€ .

On notera cependant que, si les temps de parcours via Redon et via Chateaubriant étaient du même ordre de grandeur, on obtiendrait deux fréquences horaires avec une fréquence sur chacun des deux itinéraires

4.2.6 Trafics prévisibles

Les trafics potentiels en 2030, si la totalité des échanges ferroviaires entre Nantes et Rennes empruntaient l'itinéraire Est, sont évalués à 920 000 passagers par an avec une part de transfert modal. Les réductions de temps de parcours et les accroissements de fréquence du scénario B porteraient ces trafics à 1 200 000 passagers par an.

Notons qu'un tel niveau de trafic représente environ 2 000 passagers par jour moyen de semaine et par sens, soit 200 à 250 passagers en heure de pointe, soit encore 100 à 125 passagers par rame .

5. LIAISON RENNES-NANTES PAR REDON (avec ou sans AGO)

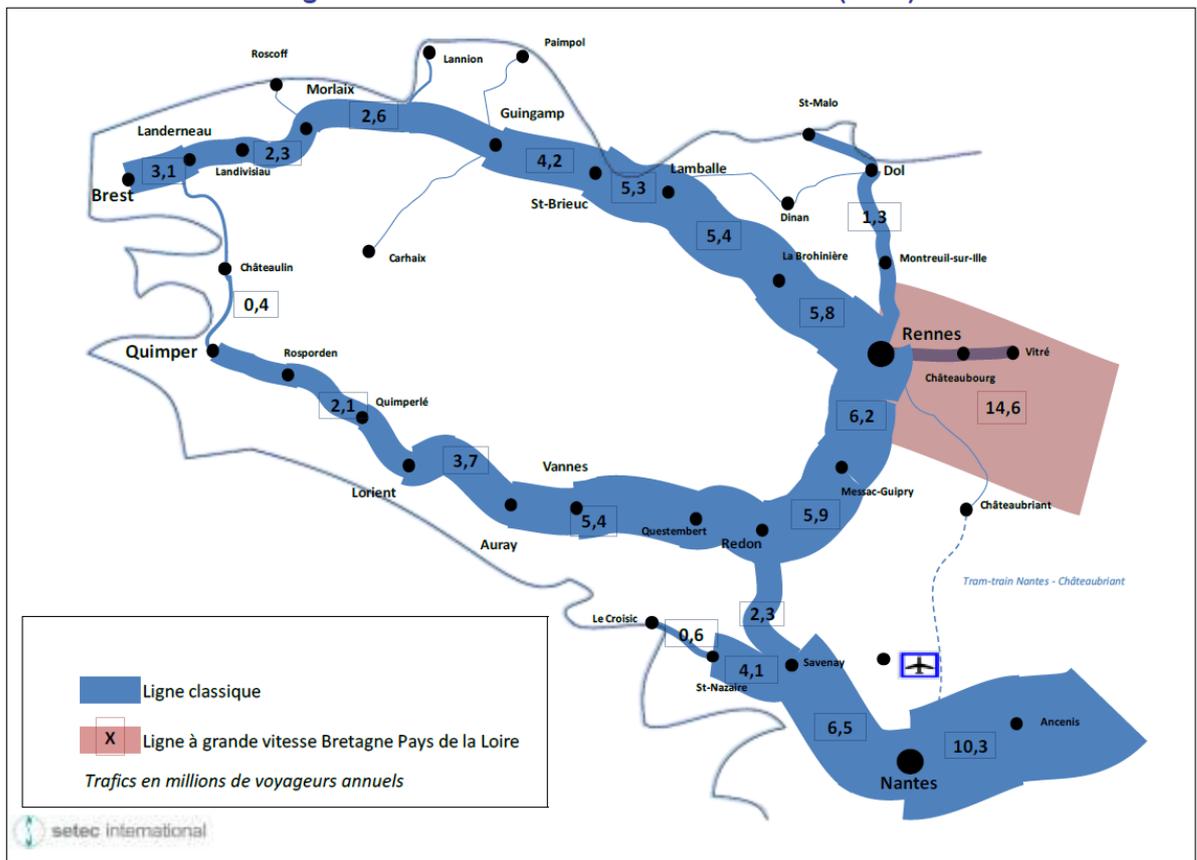
5.1 Fonctions actuelles des voies Rennes-Redon-Nantes

L'itinéraire par Redon comprend 3 sections dont les fonctions sont distinctes :

- Rennes Redon 72 km 2 v 30 PN 33 mn gare à gare
 - Redon Savenay 40 km 2 v 29 PN 25 mn gare à gare
 - Savenay Nantes 39 km 2 v 18 PN 21 mn gare à gare
-
- TOTAL 151 km env = 74 minutes environ sans arrêt

La figure 6 de l'étude de trafic de référence SETEC de juin 2014 ³ (sans liaison ferroviaire vers l'AGO, mais avec la LGV Paris-Rennes) illustre bien ces différences :

Figure 6 : Trafics en situation de référence (2030)



³ Etude de référence consultable sur le site du Débat Public

➤ la fonction principale de Rennes-Redon est d'assurer les liaisons de et vers la Bretagne Sud

➤ la fonction principale de Nantes-Savenay est d'assurer les échanges péri-urbains et les liaisons de et vers St-Nazaire

➤ la section centrale, créditée de 2,3 millions de voyageurs/an assure des liaisons locales, des liaisons de et vers la Bretagne Sud et seulement 800 000 voyageurs/an (*avant induction et transferts modaux du fait des LNOBPL*) entre Nantes (+) arrière-pays et Rennes (+) Bretagne Nord.

En conséquence, le flux maximum de trafic qui pourrait être déplacé sur la ligne Rennes-Chateaubriant-Nantes est de plusieurs centaines de milliers de voyageurs par an, si l'on y offrait un niveau de service au moins équivalent, ce qui, on l'a vu ci-dessus, supposerait des investissements très importants. Il resterait, toujours en 2030, près de 2 millions de voyageurs annuels entre Redon et Savenay

Le niveau d'aménagement à retenir sur les lignes Rennes-Redon-Nantes, et à tout le moins **Rennes-Redon est donc très largement indépendant des décisions qui pourraient être prises pour l'aménagement de Rennes-Chateaubriant-Nantes.**

5.2 Incidence fonctionnelle de la desserte ferroviaire d'un aéroport à Notre Dame des Landes (AGO)

Selon la même étude SETEC de juin 2014, les trafics ferroviaires attendus en 2030 sur une liaison gare de Nantes-gare AGO seraient (selon le scénario retenu) de l'ordre de 1,05 à 1,1 million de passagers par an (= moins de 20% de la demande globale tous modes) dont environ 600 000 de Nantes(+), 300 000 de Rennes(+), et 170 000 de Redon(+).

Ces passagers sont (par comparaison avec l'hypothèse d'un aéroport AGO sans gare ferroviaire) détournés pour 60 % des voitures particulières et pour 40% des transports en commun (autocars et tram-train).

La demande engendrée par le projet d'AGO aurait donc **peu d'incidence** sur le type d'aménagement ferroviaire à prévoir **sur Rennes-Redon**, mais pourrait **influer significativement** sur l'aménagement de **Redon-Nantes** et sur **l'accès à Nantes** (Chantenay).

5.3 Scénarios du Maître d’Ouvrage RFF

Le Maître d’ouvrage présente 3 scénarios contrastés pour les LNOBPL (avec AGO Notre Dame des Landes) :

Les trois scénarios envisagés

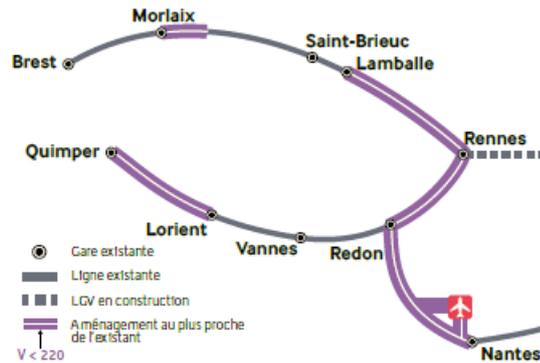
Trois familles de scénarios ont été construites, répondant toutes aux objectifs identifiés pour le projet.

A ce stade de la réflexion, ces scénarios sont encore évolutifs et peuvent faire l’objet de combinaisons ou de variantes.

1 AMÉNAGEMENT AU PLUS PROCHE DE L’EXISTANT

LE SCÉNARIO MAUVE

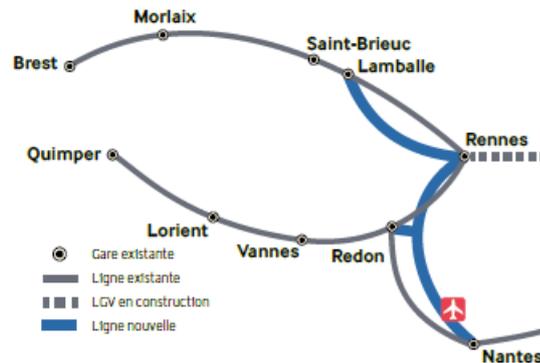
LIGNES NOUVELLES	LIGNES RECTIFIÉES	GAINS DE TRAFIC	COÛT en € 2012
145 km	105 km	1,9 million de voyageurs par an	4,20 Md€



2 CRÉATION DE LIGNES NOUVELLES

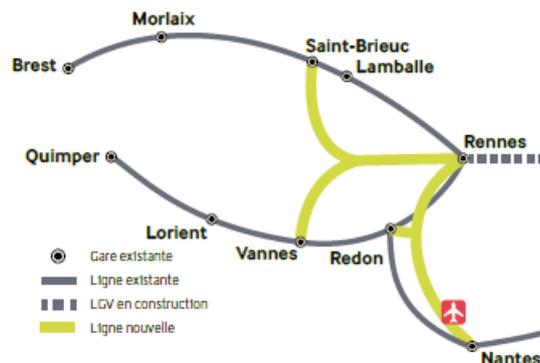
LE SCÉNARIO BLEU

OPTION PRÉSENTÉE	LIGNES NOUVELLES	GAINS DE TRAFIC	COÛT en € 2012
Nord-Vilaine	165 km	2,3 millions de voyageurs par an	3,10 Md€
Sud-Vilaine	185 km		3,65 Md€



LE SCÉNARIO VERT

OPTION PRÉSENTÉE	LIGNES NOUVELLES	GAINS DE TRAFIC	COÛT en € 2012
Nord-Vilaine	250 km	2,3 millions de voyageurs par an	5,00 Md€
Sud-Vilaine	270 km		5,55 Md€



➤ scénario **MAUVE** au plus près des voies existantes (sauf Savenay – Nantes = tracé dévié vers AGO) ; coût 4200 M€ 2012

➤ scénario **BLEU** avec limitation des voies nouvelles et variantes nord et sud Vilaine ; coût respectivement de 3100 ou 3650 M€ 2012

➤ scénario **VERT** avec un important linéaire de voies nouvelles et variantes nord et sud Vilaine ; coût respectivement 5000 ou 5550 M€ 2012

Ces scénarios sont schématisés ci-dessus, en notant que pour ce qui est de la liaison Rennes-Nantes les scénarios **BLEU** et **VERT** comportent la même branche neuve directe mais avec addition d'un by-pass entre Rennes et Vannes pour le scénario **VERT** qui pèse sans doute sur son efficacité économique.

Dans l'état actuel du projet présenté par le maître d'ouvrage (incluant la desserte de l'AGO), le scénario **MAUVE**, sans sections de lignes nouvelles, sauf au droit de l'AGO, est plus couteux et moins efficace économiquement que les deux scénarios **BLEU**, particulièrement le « **nord Vilaine** ».

Le scénario **VERT** est très onéreux du fait de l'importance des lignes nouvelles prévues.

Avec ou sans prise en compte des coûts d'opportunité des fonds publics (COFP), la meilleure solution, **du seul point de vue économique**, en présence de la desserte de l'éventuel AGO, correspond au scénario « **BLEU nord Vilaine** » qui, tout en présentant le moindre investissement, réunit le plus d'avantages.

5.4 Non réalisation de la desserte ferroviaire de l'AGO

Les experts ont, dans un premier temps, demandé à RFF d'examiner les impacts socio-économiques de la non-réalisation de l'AGO sur leurs scénarios les plus pertinents. Les évaluations ont été faites avec les scénarios **MAUVE** et **BLEU** car le **tracé VERT** est **identique au BLEU** sur la liaison Rennes-Nantes.

Ces études « Bilans socio-économiques **Scénarios sans l'AGO** » effectuées par le bureau SETEC – version 2 novembre 2014 sont jointes en annexe 3 au présent rapport.

Les résultats principaux sont récapitulés dans le tableau ci-après :

AVEC COFP	Mauve	Bleu nord Vilaine	Bleu sud Vilaine	Mauve Sans AGO	Bleu nord Vilaine SANS AGO	Bleu nord Vilaine V220 SANS AGO
BILAN DES ACTEURS	4 129	5 554	5 372	2 867	3 869	3 518
Clients du fer	3 590	4 613	4 628	2 449	3 140	2 957
Tiers	322	382	387	209	276	235
Secteur ferroviaire	545	656	544	705	737	672
Acteurs routiers	-48	-59	-59	-24	-37	-34
Acteurs aériens	-103	-109	-109	-8	-10	-9
Puissance publique	-177	71	-19	-464	-238	-303
INVESTISSEMENT	-7 892	-5 895	-6 941	-7 036	-5 515	-5 325
Valeur résiduelle	1 441	1 076	1 267	1 285	1 007	972
BILAN DE LA COLLECTIVITE	-2 322	735	-302	-2 885	-639	-835

L'absence de l'aéroport et de sa desserte ferroviaire réduit significativement la rentabilité de tous les scénarios envisagés, principalement du fait de l'absence des trafics engendrés par l'aéroport et reportés sur le fer, ce malgré les économies d'investissement sur la gare ferroviaire AGO.

Néanmoins, la moins mauvaise solution, d'un strict point de vue économique, et dans le cadre des hypothèses retenues, reste la solution « **BLEU nord Vilaine** » (à noter que la limitation à 220 km/h entre Redon et Nantes dégraderait encore la rentabilité malgré des investissements plus faibles).

En toute hypothèse, comme vu ci-dessus, l'amélioration de la desserte de Vannes, Lorient, Quimper, à partir de Rennes impose l'amélioration de la ligne Rennes-Redon : le choix du scénario retenu pour la desserte de la Bretagne Sud induit donc des orientations sur la réalisation des aménagements de Rennes-Nantes, via Redon.

5.5 Nouvelles variantes sans AGO

5.5.1 Elaboration des variantes

Au vu des constatations ci-dessus, les experts ont demandé à RFF d'examiner la combinaison des scénarios « BLEU » et « MAUVE » avec de nouvelles variantes d'aménagement plus limitées de la section Redon-Nantes. C'est en fait sur cette dernière section, la plus concernée par l'absence de desserte de l'AGO, que sont focalisées les nouvelles variantes.

Les assemblages envisagés sont construits comme suit:

➤ La section Rennes-Lamballe a, dans un premier temps, été maintenue pour mémoire, de façon à permettre les comparaisons des bénéfices actualisés avec les scénarios initiaux du Maître d'Ouvrage. Sans que cela doive être considéré comme une préférence, on a retenu la variante d'aménagement « BLEU » comme référence de comparaison.

L'absence de desserte de l'AGO et/ou l'aménagement de la ligne Rennes-Chateaubriant-Nantes n'ont aucune incidence sur les critères de choix d'aménagement de cette section.

➤ La section Rennes-Redon devra en toute hypothèse faire l'objet d'aménagements importants, pour assurer la desserte de la Bretagne Sud à partir de la LGV Paris Rennes. **L'absence de desserte de l'AGO n'a que peu d'impact sur les critères de choix de son aménagement** ; l'aménagement de l'itinéraire par Chateaubriant peut cependant faciliter la mise en place d'une 2ème mission en heure de pointe. Ici aussi, et **sans que cela doive être considéré comme une préférence, on a retenu la variante d'aménagement « BLEU » comme référence de comparaison.**

➤ Le choix de l'aménagement optimal pour la section Redon-Nantes est **nettement plus sensible à l'absence de la desserte de l'AGO** (et aux décisions qui pourraient être prises sur l'itinéraire Est), au moins sur le tronçon Redon-Savenay.

Pour cette section nous avons défini **6 scénarios** relativement contrastés, privilégiant à des degrés divers les objectifs de gain de temps, de fréquence, d'amélioration de la desserte locale, de l'offre fret et des économies d'investissement.

Les caractéristiques principales de ces scénarios sont récapitulées dans le tableau ci-après extrait de l'étude « ANALYSE DE LA FAISABILITE ET DE L'OPPORTUNITE D'UNE LIAISON RENNES-NANTES via REDON, SYSTRA/INGEROP 17/11/2014 jointe en annexe 4 :

Scénarios d'ensemble mixte BLEU nord Vilaine – MAUVE

yc compris Rennes-Lamballe conformément au scénario bleu 57 km 920 M€

			Linéaire d'aménagement				Coût en M€ CE 01/12	Temps de parcours (V250)		Fréquence Nantes- Rennes / h
			Emprise	Ripages	Ligne nouvelle	3 ^{eme} voie		Nantes- Rennes	Nantes- Quimper	
Référence								1h14	0h41	1
Bleu sur Rennes- Redon	S1	Relèvement de vitesse : Gain maximum'	58 km	14 km	107 km		2 500 M€	0h56	0h33	1
	S2	Relèvement de vitesse gain minimum	35 km	2 km	107 km		2 150 M€	1h01	0h39	1
Mauve sur Redon - Nantes	S3	Capacité seule			107 km	19 km	2 800 M€	1h04	0h41	2
	S4	Capacité + gain de temps maximum	58 km	14 km	107 km	19 km	3 300 M€	0h56	0h33	2
	S5	Ligne nouvelle Couëron-Savenay			131 km		2 400 M€	1h01	0h38	2
	S6	Ligne nouvelle Couëron-Savenay + relèvement Savenay- Redon	30 km	11 km	131 km		2 700 M€	0h56	0h33	2

Pour ce qui est plus particulièrement de la section **Rennes-Redon-Nantes**, les variantes techniques des aménagements examinés qui ont servi à construire les scénarios S1 à S6, sont récapitulés dans le tableau ci-après, extrait de l'étude « ANALYSE DE LA FAISABILITE ET DE L'OPPORTUNITE D'UNE LIAISON RENNES-NANTES via REDON » SYSTRA-INGEROP – 17/11/2014 jointe en annexe 4 au présent rapport.

Toutes les combinaisons entre les variantes de Rennes-Redon et de Redon-Nantes, n'ont pas été évaluées car nous avons voulu focaliser l'analyse sur la section Redon-Nantes, qui est la seule sur l'aménagement de laquelle l'absence de desserte ferroviaire de l'AGO et l'aménagement de l'itinéraire par Chateaubriant ont une influence sensible.

Secteur	Aménagements	Technique	Coût	Temps de parcours	Environnement
Rennes – Redon	Reprise de l'existant	- Renforcement de la plateforme - Déploiement intégral du BAL - Aménagement de 5 gares pour passage en vitesse - 6 suppressions de PN - 11 km de rectification éloignée de l'existant - 13,9 km de rectification à proximité de l'existant	420 M€	1'50"	A l'approche de Redon, la ligne est située en périmètre sensible (Natura 2000, continuums écologiques...)
	Réalisation de deux shunts	- Réalisation de 2 shunts de 10,8 et 18,9 km conçus à V220	530 M€	Gain additionnel de 3'20"	Impact environnemental fort sur les trois milieux
	LN Nord Vilaine – Est Redon	- Réalisation de 50 km de ligne nouvelle - Conception à V320	1 070 M€	10'	Impact environnemental fort, notamment dans le secteur de Redon : traversée de la Vilaine, Natura 2000 « Marais de la Vilaine » et ZNIEFF
	LN Sud Vilaine – Sud Redon	- Réalisation de 70 km de ligne nouvelle - Conception à V320	1 630 M€	10'	Impact environnemental fort, notamment dans le secteur de Redon : franchissement de la vallée du Don : ZNIEFF de type II et surtout Natura 2000
Redon – Savenay	Reprise de l'existant	- Renforcement de la plateforme - Déploiement intégral du BAL - Aménagement d'une gare pour passage en vitesse - 10 suppressions de PN - 8,1 km de rectification éloignée de l'existant - 19,9 km de rectification à proximité de l'existant	270 M€	4'05"	Quelques impacts bâtis localisés Ripages effectués en Natura 2000 dans les premiers kilomètres au sud de Redon
	Réalisation d'un shunt	- Réalisation d'un shunt de 2,4 km conçu à V220	55 M€	0'35"	Pas d'enjeu
Savenay – Nantes	Reprise de l'existant	- Renforcement de la plateforme - Adaptation BAL V220 - Aménagement de 2 gares pour passage en vitesse - 10 suppressions de PN - 3,5 km de rectification éloignée de l'existant - 25 km de rectification à proximité de l'existant	195 M€	3'25"	Les solutions techniques proposées permettent dans l'ensemble d'éviter les enjeux majeurs et très forts du territoire.
	Reprise de l'existant + Shunt long Savenay-Couëron	- Renforcement de la plateforme - 4,4 km de rectification à proximité de l'existant + - Réalisation d'un shunt de 23,6 km conçu à V220	10 M€ + 400 M€	0'25" + 3'	Topographie peu favorable à l'approche des deux extrémités du shunt Risque d'enclavement fort entre shunt et N165, en particulier pour Temple-de-Bretagne

5.5.2 Rennes – Redon

Le schéma synoptique des infrastructures ferroviaires **Rennes-Redon** figurant à l'annexe 5.2 de l'étude SYSTRA/INGEROP 17/11/2014 (annexe 4 au présent rapport) présente les 3 options d'aménagement de cette section dans les études de base :

- MAUVE (au plus près de l'existant)
- Nord Vilaine (tracé neuf BLEU ou VERT)
- Sud Vilaine (tracé neuf BLEU ou VERT)

Comme indiqué ci-dessus, l'aménagement de cette section est **peu dépendant de l'existence de l'AGO, ni des aménagements qui pourraient être décidés sur Rennes-Chateaubriant-Nantes**. Le choix entre l'aménagement au plus près (**MAUVE**) et la ligne

nouvelle (**BLEU**) à coût similaire, mais offrant des qualités de service très différentes, dépendra des autres critères en particulier: gain de temps pour la desserte du Sud Bretagne, libération de capacités pour le trafic local et le fret et impact dans la vallée de la Vilaine.

En conséquence nous avons retenu le tracé « **Nord Vilaine (BLEU)** », qui présente le meilleur bilan socio-économique pour cette section, pour la comparaison des scénarios S1 à S6, **sans toutefois préjuger** la solution qui sera finalement retenue. Le choix de « MAUVE » ou « Sud Vilaine » aurait modifié les résultats dans l'absolu, mais pas de façon relative pour la section **Redon-Nantes**.

5.5.3 Redon-Nantes

Aucun des scénarios de base n'est rentable au sens économique en l'absence de desserte de l'AGO. Ceci est dû pour l'essentiel aux hypothèses d'aménagement de la section Redon-Nantes, en l'absence des trafics engendrés par l'AGO, car pour les autres sections, l'incidence de l'absence de la desserte de l'aéroport reste faible.

Les scénarios de base pour la section Redon-Nantes comprenaient soit des tracés neufs (nord ou sud Vilaine), soit un « aménagement au plus près MAUVE » mais avec un tracé neuf desservant l'aéroport au prix d'un allongement sensible de parcours.

En conséquence, les experts ont défini **6 scénarios d'aménagement contrastés** de cette section, susceptibles d'améliorer l'efficacité économique, de l'ensemble NLOBPL, soit en restant plus près de l'existant, soit en réalisant une déviation neuve plus courte que celle du scénario MAUVE de Savenay à Nantes (Couëron) en tenant compte des remarques suivantes :

5.5.3.1 Redon – Savenay

Le niveau de trafic attendu sur cette section, en l'absence de l'AGO et encore plus si l'itinéraire Est est aménagé, limite la rentabilité des investissements requis pour améliorer sensiblement la qualité de service.

5.5.3.2 Savenay-Nantes

Sur ce tronçon, un examen plus précis semble nécessaire pour vérifier l'adéquation de l'offre à la demande entre Nantes et St Nazaire notamment pour la desserte locale.

*La contrainte de capacité est observée majoritairement entre Savenay et Nantes, où le **trafic périurbain omnibus** doit voisiner avec le trafic rapide inter-villes. Cette contrainte d'hétérogénéité est renforcée par les relèvements de vitesse opérés sur la section. Dans tous les cas, on constate que, sans aménagement de capacité entre Savenay et Nantes, il n'est pas possible d'atteindre le niveau de desserte souhaité. Ainsi, seuls les scénarios mettant en œuvre soit un aménagement de la ligne existante, soit une section de ligne nouvelle entre Savenay et Couëron, permettent d'atteindre le niveau souhaité de 2 missions inter-villes Rennes-Nantes par heure (sauf s'il était décidé de réaliser les aménagements de la liaison via Chateaubriant).*

Par ailleurs, un aménagement du nœud de Savenay s'avère également nécessaire dans tous les scénarios avec développement d'offre, avec a minima la réalisation d'un saut-

de-mouton côté Redon, permettant de supprimer le cisaillement entre le flux Nantes > Redon, en croissance, et l'important flux Saint-Nazaire > Nantes.

Enfin à propos du traitement de la zone de Chantenay et du faisceau TGV/fret en sortie ouest de Nantes, les hypothèses sont les mêmes que dans le cadre des autres scénarios LNOBPL. Il est considéré qu'en référence il n'y a plus de cisaillement de la voie 1 (sens Nantes vers Savenay) liés à la sortie des rames du garage vers la gare de Nantes.

Dans le cadre des études LNOBPL, l'aménagement permettant de lever la contrainte de cisaillement n'est pas intégré au coût des scénarios. RFF considère qu'il est nécessaire à plus court terme pour répondre aux souhaits de développement de la Région Pays de la Loire avant 2030.

5.5.3.3 Ensemble Redon-Nantes

Les caractéristiques des aménagements variantes S1 à S6 analysés sont décrites de façon plus détaillée dans l'étude **SYSTRA/INGEROP 17/11/2014** (annexe 4 au présent rapport) et schématisées dans son annexe 5.3.

5.5.4 Etudes socio-économique complémentaires sur l'aménagement Rennes-Redon-Nantes

En définitive, pour l'ensemble Rennes-Redon-Nantes, les experts ont comparé 6 scénarios, S1 à S6, dits « BLEU-MAUVE » comportant le même aménagement entre Rennes et Redon (Nord Vilaine BLEU), mais des aménagements contrastés entre Redon et Nantes, ces assemblages sont schématisés dans l'annexe 4 au présent rapport **SYSTRA/INGEROP 17/11/2014** (annexe 5.4 de ce document).

Dans le délai imparti il n'était possible de faire un calcul complet que pour **un seul des 6 scénarios « BLEU-MAUVE »**. Les experts ont choisi « **S2** », qui est le moins onéreux et qui répond le mieux à l'objectif d'aménagement « au plus près », même s'il ne permet pas d'atteindre les objectifs de niveau de service attendus.

Le calcul pour ce scénario permet aussi d'estimer la VAN (valeur actualisée nette) pour **S1** qui a des caractéristiques assez proches.

Pour les scénarios **S3 à S6** l'estimation est plus délicate ; cependant le scénario « **BLEU nord vilaine** » de l'étude SETEC version 2 novembre jointe en annexe 3 (dénommé **A7** dans ces études), non rentable au sens économique, présente des caractéristiques qui permettent d'évaluer la rentabilité de **S3 à S6** par des différentiels de coûts, de vitesses et de trafics.

A partir des différentiels de VAN estimés ci-dessus et de la VAN calculée pour les scénarios qui servent de base à la comparaison, SETEC a pu estimer grossièrement les VAN des autres scénarios.

Les résultats de cette étude, «Analyse multicritères des scénarios complémentaires **sans desserte de l'AGO solutions BLEU-MAUVE** » SETEC International version 3 novembre 2014, jointe en annexe 5 au présent rapport, sont résumés ci-après :

Scénario	Base de calculs	VAN calculée	Ecart / base	VAN estimée
S1	S2		-431	-250
S2		204		
S3	A7		150	-500
S4	A7		-477	-1 100
S5	A7		776	150
S6	A7		404	-250
A7		-639		

Les seuls scénarios « BLEU-MAUVE » dont la VAN apparaît positive sont **S2 et S5**.

Les autres scénarios présentent des VAN négatives.

En termes de VAN, les scénarios bleus-mauves se classent dans l'ordre suivant :

S2 > S5 > S1 > S6 > S3 > S4.

Il est rappelé que la VAN n'a été calculée sur la base d'un test trafic complet que pour le scénario **S2**, les résultats pour les autres scénarios ont été estimés afin d'éclairer sur les premières tendances.

Afin d'éclairer au mieux le Débat Public, les experts ont élaboré en complément un tableau multicritères soulignant les principales différences entre les six scénarios, au-delà de la seule approche socio-économique.

Cette analyse est présentée au chapitre 7 ci-après.

6. PROBLEMES LIES A L'ENVIRONNEMENT

6.1 Considérations générales

6.1.1 La méthodologie

Le diagnostic environnemental établi en 2012-2013 et mis à jour en 2014⁴ couvre une aire d'étude large, permettant d'y inclure toutes les variétés de tracés envisageables. Il repose sur des données collectées, sans travail sur le terrain. Il se traduit essentiellement par l'identification et la hiérarchisation des enjeux susceptibles d'être rencontrés et par un ensemble de cartes à une échelle de l'ordre du 1/1 000 000, évidemment insuffisante pour un diagnostic précis, mais suffisante au stade préliminaire actuel.

6.1.2 La hiérarchisation des enjeux et ses limites

L'étude a retenu 4 niveaux d'enjeux (majeurs, très forts, forts et moyens), les enjeux de niveaux les plus forts étant de nature à conditionner l'implantation du projet. Le tableau ci-dessous résume les principaux enjeux relevés, ainsi que la hiérarchisation retenue par le bureau d'études.

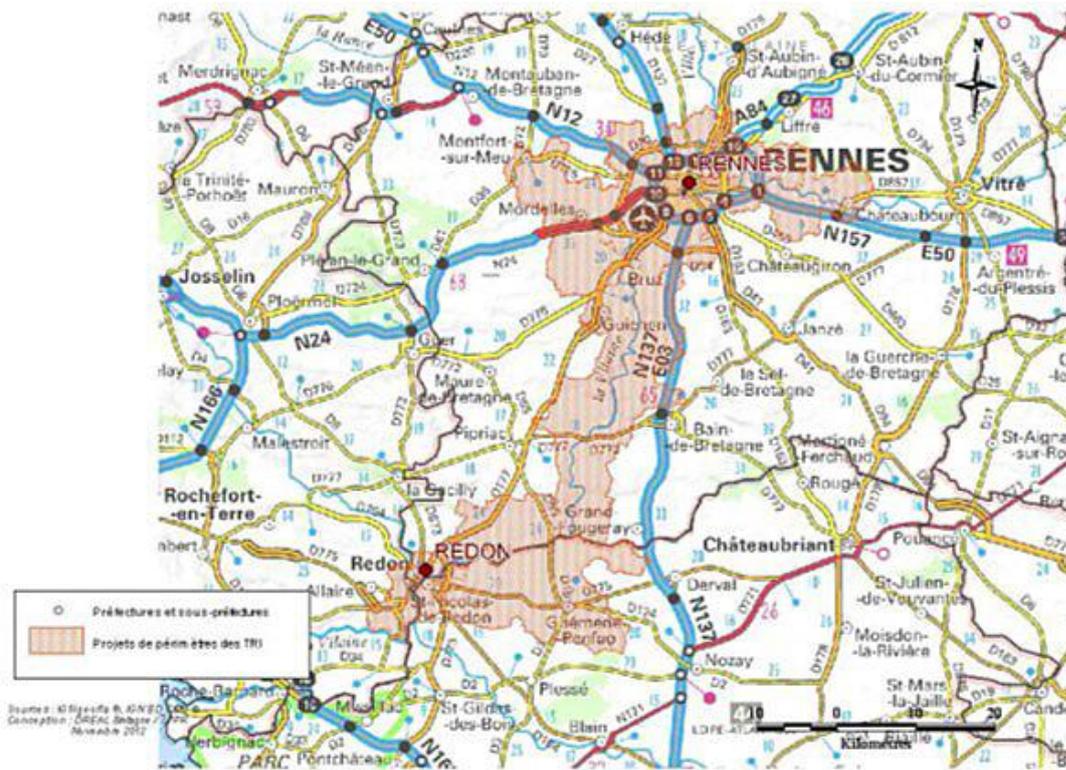
⁴ Diagnostic environnemental EGIS INGÉROP, août 2014.

	Enjeux majeurs	Enjeux très forts	Enjeux forts	Enjeux moyens
Milieu physique	Captage AEP et périmètre de protection immédiate et rapprochée	Périmètre de protection éloignée de captage AEP	Cours d'eau Plan d'eau	Zone inondable (AZI + PPRI)
Milieu naturel	Réseau Natura 2000 Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope Réserve Naturelle Nationale / Régionale Réserve nationale de chasse et de faune sauvage Zones humides RAMSAR	ZNIEFF de type I Corridors écologiques régionaux de Bretagne (données juin 2014)	Espace Naturel Sensible Forêt Parc Naturel Régional existant et en projet	ZNIEFF de type II
Milieu humain	Tissu urbain continu Aéroport et aérodrome Site classé ZPPAUP/AVAP Site militaire	Monument historique classé et périmètre de protection SEVESO AS Parc éolien	Site inscrit Monument historique inscrit et périmètre de protection Zone d'activités SEVESO seul Bas	Gisement Gare Site à haute fréquentation touristique Activités liées à l'eau Patrimoine naturel et culturel Réseau de transport d'énergie Voie douce existante

Cette analyse qui, ayant balayé un très large éventail d'enjeux, apparaît globalement pertinente, présente cependant certains biais :

➤ Les raisonnements ayant conduit à cette hiérarchisation ne sont pas présentés. Celle-ci est simplement présentée « telle quelle », ce qui la rend naturellement plus discutable.

➤ Par exemple, les zones inondables constituent-elles seulement un enjeu moyen ? Rappelons qu'une crue dite centennale a 2 chances sur 3 de se produire au moins une fois sur une période de 100 ans, et n'est donc pas si rare. Elle est d'ailleurs considérée comme une crue moyenne (et pas comme une crue exceptionnelle) par la directive européenne du 23 octobre 2007 sur l'évaluation et la gestion des risques d'inondation. A noter que cette directive n'est évoquée nulle part dans l'étude, alors que la vallée de la Vilaine entre Rennes et Redon est entièrement classée comme territoire à risque important d'inondation comme le montre la carte ci-dessous.



➤ A l'inverse, on peut sans doute s'interroger sur le caractère d'enjeu très fort des parcs éoliens.

➤ L'importance d'un enjeu donné n'est évidemment pas la même sur toute la zone d'étude : un même enjeu peut être moyen quelque part et majeur ailleurs. Il sera donc nécessaire au fur et à mesure de l'avancement des études et du choix des tracés, de réexaminer chacun d'eux dans le contexte géographique plus précis qui sera alors déterminé.

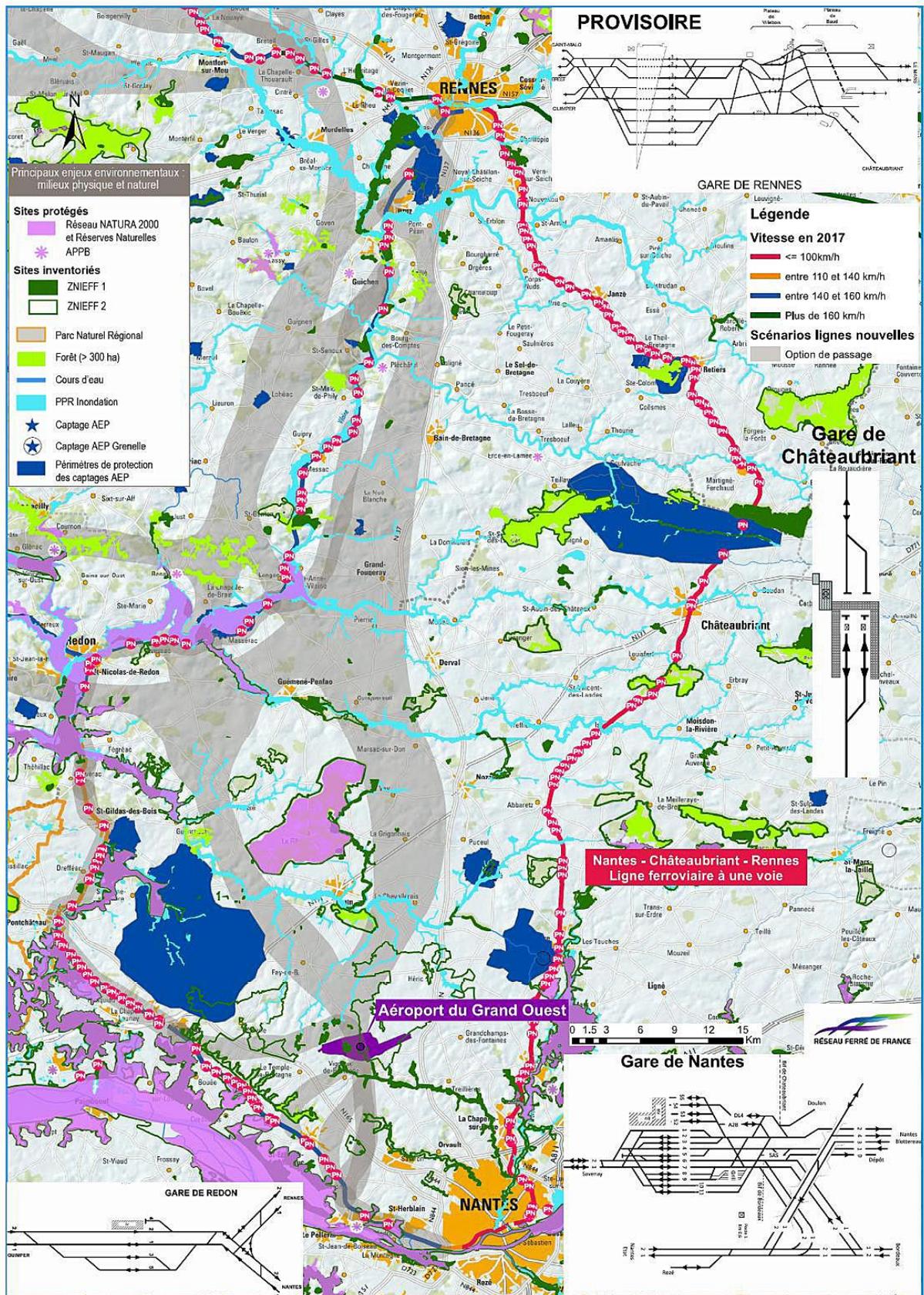
➤ Par ailleurs, il convient de rappeler quelques points importants :

- Quelle que soit l'option finalement retenue, elle devra obligatoirement respecter la doctrine « éviter, réduire et compenser les impacts sur le milieu naturel » telle qu'elle découle du code de l'environnement⁵. Ceci s'appliquera notamment, mais pas exclusivement, aux éventuelles emprises nouvelles qui consommeront nécessairement de l'espace.
- Dans le même esprit, le projet sera soumis à une évaluation environnementale qui aura entre autres pour rôle de s'assurer que toutes les solutions alternatives ont bien été étudiées, et que les raisons qui ont prévalu au rejet des solutions non retenues sont présentées dans le dossier.
- C'est ainsi, par exemple, que le devenir des voies délaissées lors de la création de tronçons ou de voies nouvelles devra être précisé.

⁵ Article L 122-3 du code de l'environnement : « Un décret en Conseil d'Etat fixe notamment : ...2° Le contenu de l'étude d'impact, qui comprend au minimum une description du projet, une analyse de l'état initial de la zone susceptible d'être affectée et de son environnement, l'étude des effets du projet sur l'environnement ou la santé humaine, y compris les effets cumulés avec d'autres projets connus, les mesures proportionnées envisagées pour éviter, réduire et, lorsque c'est possible, compenser les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine ainsi qu'une présentation des principales modalités de suivi de ces mesures et du suivi de leurs effets sur l'environnement ou la santé humaine. »

6.1.3 La carte de synthèse

La carte ci-dessous synthétise les principaux enjeux relatifs aux milieux physiques et naturels.



La carte ci-dessous, partie d'une carte plus générale portant sur toute la zone d'étude, présente les enjeux liés au milieu humain



6.2 Le tracé via Chateaubriant

6.2.1 Les conclusions de l'étude

S'agissant d'une adaptation d'une voie existante, l'étude environnementale est évidemment plus précise.

Le tableau ci-dessous extrait de la synthèse du cabinet SYSTRA INGÉROP⁶, (jointe en annexe 2 au présent rapport) dont les principaux éléments ont été repris dans le chapitre 4, en résume les impacts sur l'environnement :

⁶ Analyse de la faisabilité et de l'opportunité d'une liaison Rennes-Nantes via Chateaubriant, 17 novembre 2014.

Secteur	Aménagements	Environnement
Rennes – Martigné- Ferchaud	Reprise de l'existant (Pk 58 au Pk 15)	Les solutions techniques proposées permettent dans l'ensemble d'éviter les enjeux majeurs et très forts du territoire.
	Shunt (Pk 42,5 à 16,8)	
Martigné- Ferchaud – Nort-sur- Erdre	Reprise de l'existant (Pk 15 au Pk 0 puis de Pk 492 au Pk 456)	Les solutions techniques proposées permettent dans l'ensemble d'éviter les enjeux majeurs et très forts du territoire. Vigilance au niveau de la suppression de deux PN dans le périmètre de protection éloignée de captage AEP
Nort-sur- Erdre – Nantes	Reprise de l'existant (Pk 456 au Pk 429)	Les solutions techniques proposées permettent dans l'ensemble d'éviter les enjeux majeurs et très forts du territoire.
	Tunnel urbain (Pk 436 à 429)	Traversée de l'Erdre, passage sous monuments historiques, Natura 2000 et ZNIEFF I Passage en périmètre de protection rapprochée de captage AEP

Les cartes de synthèse de ce tracé figurent dans l'étude SYSTRA INGÉROP précitée et jointe en annexe 2 au présent rapport.

6.2.2 Ses limites

L'examen de ces documents montre que ce tracé permet effectivement d'éviter dans l'ensemble les enjeux majeurs et très forts du territoire. Certaines remarques doivent toutefois être faites.

6.2.2.1 Les enjeux ponctuels

Si le nouveau tracé (théorique) entre Rennes et Martigné-Ferchaud ne traverse plus le périmètre de captage de Retiers (enjeu très fort), contrairement au tracé actuel, en revanche, il ne desservirait plus 3 gares, dont celle de Retiers.

Dans le même ordre d'idées, le tracé entre Martigné-Ferchaud et Chateaubriant, qui reprend la ligne actuelle, en pérennise les impacts, notamment la traversée du périmètre de protection de captage de Soulevaches Bonne Fontaine et de la vallée de la Bruz.

Entre Chateaubriant et Nantes, le tracé actuel étant maintenu, aucun impact nouveau n'est à relever (sous réserve du doublement de la voie, cf. infra), à l'exception de ceux pouvant résulter de modifications locales et surtout du tunnel envisagé à Nantes, sachant que les impacts existants demeurent.

6.2.2.2 Le tunnel

C'est sans doute la principale difficulté de ce tracé du point de vue des impacts potentiels sur l'environnement. L'étude relève d'ailleurs ce point, en évoquant notamment la traversée de l'Erdre, le passage sous des monuments historiques, des zones Natura 2000, des ZNIEFF de type I et à proximité de la Loire (risque en cas d'inondation). En outre, le passage dans le périmètre de protection rapprochée du captage d'eau potable de Nantes La Roche engage à lui seul un enjeu majeur, « de nature à conditionner l'implantation du projet », selon les termes mêmes du diagnostic environnemental précité. Une telle opération exigera des précautions très strictes, notamment lors du chantier, telles que la congélation du sous-sol avant le forage du tunnel. Une telle opération est certes déjà pratiquée depuis longtemps (elle l'a par exemple été pour le passage sous la Seine de la ligne 4 du métro parisien), mais elle n'en est pas moins délicate.

6.2.2.3 Les éventuelles modifications de tracé et d'implantation de la voie

Les considérations qui précèdent se réfèrent à une modernisation du tracé existant, sauf éventuellement entre Rennes et Martigné-Ferchaud. Si la solution retenue comporte des doubléments de voie (pouvant porter sur plus de 80 km), il importera d'examiner les conditions et les impacts de ceux-ci. L'étude INGÉROP le mentionne au demeurant comme suit :

« La nature et la consistance des travaux de mise à deux voies sont directement liées à la valeur de l'entraxe entre la voie existante et la voie nouvelle à poser.

D'une manière générale, trois approches sont possibles pour les travaux de doublement :

- *limiter les impacts externes, on s'accommode alors des contraintes sur l'exploitation : choix d'un entraxe de 3,80 m,*
- *garantir les conditions d'exploitation de la ligne actuelle en limitant les impacts environnementaux et les risques sécurité : choix d'un entraxe de 4,90 m,*
- *s'affranchir totalement des contraintes de la proximité d'une voie exploitée : entraxe de 6,50 m*

➤ En fonction des choix qui seront faits sur l'entraxe et des possibilités d'insertion (à déterminer par des études plus détaillées), le coût des aménagements peut très fortement évoluer à la hausse : jusqu'à +30 ou 40 % par rapport aux estimations présentées (source : études détaillées réalisées par INGEROP pour le doublement de la section Lusignan-St-Maixent).

...

Si l'ajout d'une voie se fait en grande majorité dans les emprises RFF pour la quasi-totalité des zones à doubler, des acquisitions peuvent être nécessaires, à deux niveaux :

➤ Acquisitions de bandes de terrains – généralement en milieu agricole ou naturel,

➤ Acquisitions de bâti – impact très difficile à évaluer à ce stade. Une provision complémentaire de l'ordre 15M€ semble pertinente à retenir – elle correspond à l'acquisition de 75 maisons à 200 000€. »

6.3 Les tracés via Redon

6.3.1 Les conclusions de l'étude

Le tableau ci-dessous extrait de la synthèse du cabinet SYSTRA INGÉROP⁷ jointe en annexe 4 au présent rapport, dont les principaux éléments ont été repris dans le chapitre 5, en résume les impacts sur l'environnement :

Secteur	Aménagements	Environnement
Rennes – Redon	Reprise de l'existant	A l'approche de Redon, la ligne est située en périmètre sensible (Natura 2000, continuums écologiques...)
	Réalisation de deux shunts	Impact environnemental fort sur les trois milieux
	LN Nord Vilaine – Est Redon	Impact environnemental fort, notamment dans le secteur de Redon : traversée de la Vilaine, Natura 2000 « Marais de la Vilaine » et ZNIEFF
	LN Sud Vilaine – Sud Redon	Impact environnemental fort, notamment dans le secteur de Redon : franchissement de la vallée du Don : ZNIEFF de type II et surtout Natura 2000
Redon – Savenay	Reprise de l'existant	Quelques impacts bâtis localisés Ripages effectués en Natura 2000 dans les premiers kilomètres au sud de Redon
	Réalisation d'un shunt	Pas d'enjeu
Savenay – Nantes	Reprise de l'existant	Les solutions techniques proposées permettent dans l'ensemble d'éviter les enjeux majeurs et très forts du territoire.
	Reprise de l'existant + Shunt long Savenay-Couëron	Topographie peu favorable à l'approche des deux extrémités du shunt Risque d'enclavement fort entre shunt et N165, en particulier pour Temple-de-Bretagne

Les cartes de synthèse de ce tracé figurent dans l'étude SYSTRA INGÉROP précitée et joint en annexe 4 au présent rapport.

6.3.2 Ses limites

Il convient d'examiner séparément les trois parties Rennes-Redon, Redon-Savenay et Savenay-Nantes, qui présentent des caractéristiques très différentes.

⁷ Analyse de la faisabilité et de l'opportunité d'une liaison Rennes-Nantes via Redon, 17 novembre 2014.

6.3.2.1 Rennes-Redon

➤ La vallée de la Vilaine et le risque d'inondation

Quel que soit le tracé retenu entre Rennes et Redon, il devra nécessairement s'insérer dans la vallée de la Vilaine, et il s'agit certainement là du principal enjeu environnemental de cette liaison. Outre la prise en compte des différents impacts dus au futur tracé, sur lesquels nous reviendrons, mais qui ne pourront être évalués que lorsque celui-ci sera connu de manière plus précise, il convient d'évoquer dès à présent le risque d'inondation. Il est classé comme impact fort par le bureau d'étude, niveau déjà supérieur à celui retenu dans la hiérarchisation générale des enjeux citée plus haut, qui considère les zones inondables comme des enjeux simplement moyens. Au demeurant, la stratégie retenue dans le programme d'action de prévention des inondations (PAPI) du bassin de la Vilaine 2012-2015 affiche d'emblée le caractère majeur du risque inondation sur le bassin de la Vilaine⁸. Certes, la définition du mot « majeur » n'est pas la même dans les deux documents (étude du maître d'ouvrage et PAPI), mais il n'en est pas moins clair que le risque d'inondation ne doit en aucun cas être sous-estimé.

Le retour interministériel d'expérience effectué après les crues de 2000 et 2001⁹ caractérise celles-ci comme suit :

« Les résultats de l'étude permettent d'écrire que la crue paroxystique de l'événement 2000/2001 a :

- *d'étroites similitudes avec la crue de 1936.*
- *un débit de pointe maximum instantané d'une durée de retour de l'ordre de 30 - 50 ans.*
- *un volume maximum d'eau écoulé en 10 jours d'une durée de retour supérieure à 70 ans.*

Ainsi, les débits maxima, (les cotes, toutes choses égales par ailleurs) seront dépassés très sensiblement lors d'épisodes que pourront peut-être vivre ceux qui ont vécu celui-là. »

Ainsi, Redon a connu 13 inondations graves depuis 1881, dont 4 depuis 1931. Le tableau ci-dessous rappelle les cotes atteintes par la Vilaine :

Janvier 1931	Janvier 1936	Janvier 1995	Janvier 2001
5,10m	5,38m	5,35m	5,34m

En outre, il ne s'agit pas seulement de garantir la mise hors d'eau de la ligne, mais aussi sa transparence hydraulique, c'est-à-dire son absence d'effet sur l'écoulement des crues qui ne manqueront pas de se produire. Des solutions techniques à cette sujétion existent, mais elles ont évidemment un coût, qui peut devenir très important. Il convient aussi de rappeler que, sauf s'ils ont été conçus et construits à cette fin, les remblais (routiers comme ferroviaires) ne sont pas des digues de protection contre les inondations, et n'offrent pas de garantie réelle en la matière.

⁸ Rapport de présentation, 2^{ème} partie : rapport de présentation, 2.2 : stratégie inondation

⁹ Rapport de la mission d'expertise sur les crues de décembre 2000 et janvier 2001 en Bretagne, 19 juin 2001

➤ Les autres impacts sur les milieux

A l'approche de Redon, et quel que soit le tracé retenu, celui-ci recoupe forcément des milieux sensibles, notamment des zones Natura 2000. C'est d'ailleurs déjà le cas de la ligne actuelle. L'étude d'INGÉROP mentionne ceci comme des « impacts forts », mais la hiérarchie générale des enjeux citée plus haut les classe comme majeurs, donc « de nature à conditionner l'implantation du projet ». Aussi les plus grandes précautions devront-elles être prises.

6.3.2.2 Redon-Savenay

Les travaux envisagés étant de moindre ampleur que sur le tronçon précédent, les impacts sur l'environnement sont plus modérés. Il n'en reste pas moins que les ripages de voie envisagés au sud de Redon se situent en zone Natura 2000, considérée comme « enjeu majeur ». S'ils sont inévitables, la doctrine « éviter, réduire et compenser les impacts sur le milieu naturel » devra donc être appliquée sans faille.

6.3.2.3 Savenay-Nantes

La reprise de l'existant ne crée naturellement pas de difficultés nouvelles par rapport à la situation actuelle, sauf peut-être ponctuellement pour des suppressions de passages à niveau, qui devront bien entendu être examinés au cas par cas.

Il n'en demeure pas moins que cette ligne recoupe déjà certaines zones Natura 2000 et que les aménagements envisagés ne modifieront pas cette situation.

Enfin, on peut noter que la création d'un shunt long entre Savenay et Couëron poserait des problèmes d'insertion pour un gain de temps apparemment nul, mais pour un moindre coût.

6.4 Conclusion sur l'environnement.

Le tracé via Chateaubriant évite la vallée de la Vilaine, mais l'entrée dans Nantes (tunnel) pose des problèmes considérables (périmètre de protection de captage).

Le risque inondation dans la vallée de la Vilaine est sans doute plus que moyen. Mettre la ligne (nouveaux tronçons) hors d'eau et transparente pour la circulation de l'eau en période de crue nécessitera vraisemblablement des ouvrages d'un coût important.

Les différents tracés via Redon recoupent tous des zones Natura 2000 et des milieux sensibles. C'est au demeurant déjà le cas de la ligne actuelle.

Ainsi, si aucun tracé n'est impraticable au vu des enjeux environnementaux. Il n'en demeure pas moins que tous présentent des difficultés, dont certaines peuvent être considérables. La doctrine « éviter, réduire et compenser les impacts sur le milieu naturel » devra donc, dans tous les cas, être appliquée sans faille.

7. ANALYSE MULTICRITERES

7.1 Valeur ajoutée par une analyse multicritères

➤ Dans le présent rapport nous avons présenté et analysé des solutions alternatives à celles élaborées par le maître d’Ouvrage RFF dans l’hypothèse où le fer ne desservirait pas l’AGO et où l’aménagement de la ligne Rennes-Chateaubriant-Nantes serait envisagé.

➤ Pour l’axe Rennes-Redon-Nantes, nous avons pu faire calculer ou estimer les bénéfices actualisés (VAN) de ces variantes, mais cela n’a pas été possible pour l’itinéraire Est, du fait des grandes inconnues sur les trafics potentiellement concernés, sur les solutions acceptables du point de vue de la sécurité en ville, et bien sûr des délais qui nous étaient imposés.

➤ Pour importante qu’elle soit, la VAN, (valeur actualisée nette ou bénéfice actualisé) à ce stade des études, doit être considérée comme un élément d’appréciation important, mais non exclusif. Elle comporte en effet de très nombreux facteurs d’incertitude, liés en particulier aux interrogations relatives à l’évolution de l’environnement économique, au rythme de croissance de la demande de déplacements, aux modalités de concurrence entre le rail et la route liées notamment aux évolutions du prix du pétrole, à celle de la consommation unitaire des véhicules, à l’émergence de nouveaux comportements des usages (co-voiturage), etc. Parmi les facteurs d’incertitude, on doit également noter les approximations liées aux dates envisagées de mise en service de tel ou tel aménagement. De même, les coûts des différentes solutions possibles doivent être considérés comme des ordres de grandeur, faute d’études approfondies. Notons cependant que les coûts retenus dans les analyses sont homogènes entre eux. Enfin, les valeurs unitaires retenues pour tel ou tel avantage, ou tel inconvénient, peuvent faire l’objet de sérieuses contestations.

➤ Nous avons donc complété l’analyse socio-économique par une analyse multicritères, en nous gardant bien de pondérer les divers critères retenus, mais en estimant que les résultats présentés permettrait à chacun de se faire une opinion sur le ou les scénarios qui lui apparaîtraient les meilleurs, en fonction de ses priorités, ou du poids attribué à chacun des critères que nous avons retenus. Nous avons complété cette analyse technico-économique par une analyse relativement approfondie des problèmes liés à la protection de l’environnement, qui doivent bien entendu être intégrés à l’analyse multicritères.

7.2 Les solution comparées

Nous avons fait choix d’analyser un certain nombre de scénarios, relativement contrastés, mais néanmoins peu nombreux, en faisant varier vitesses de parcours, modes d’aménagement, recours éventuel partiel à des tracés nouveaux.

Dans le cas de l’hypothèse de mise en service d’une liaison **Rennes-Nantes via Chateaubriant**, nous avons retenu **deux scénarios** possibles, l’un (**A**) avec des aménagements limités sans ripages de voies, une vitesse maximale de 140 km/h, et la possibilité d’une seule fréquence en pointe, mais imposant néanmoins un doublement de la voie unique sur plusieurs dizaines de km, et la construction d’un tunnel de 7,5 km. L’autre (**B**) beaucoup plus ambitieux et beaucoup plus coûteux.

Concernant la liaison **Rennes-Redon-Nantes**, l’analyse est plus complexe et nous a conduit à découper ce tracé en deux sous sections : Rennes-Redon et Redon-Savenay-Nantes. Chaque tronçon fait l’objet de plusieurs variantes d’aménagement possibles, qui

peuvent en principe être tous combinés (y compris avec la « référence » correspondant au réseau 2017). Sur l'ensemble du trajet Rennes-Redon-Nantes, cela conduit à un grand nombre de scénarios possibles. Aussi avons-nous choisi de ne pas analyser toute cette combinatoire (qui peut en tout état de cause être reconstituée à partir des éléments figurant dans le rapport), mais de présenter simplement :

➤ 3 variantes pour **Rennes-Redon**, qui correspondent aux aménagements « MAUVE », « Nord Vilaine BLEU ou VERT » et « Sud Vilaine BLEU ou VERT » de l'étude de base du Maître d'Ouvrage.

➤ 6 variantes pour **Redon-Nantes**, qui sont les scénarios S1 à S6, construits spécialement à notre demande et décrits au chapitre 5 ci-dessus

➤ le scénario **BLEU sans AGO** entre **Rennes et Nantes** à titre de comparaison d'ensemble. sur Rennes-Nantes

Nota : Dans les calculs économiques de VAN, nous avons pris comme hypothèse, *qui n'est qu'une hypothèse*, le choix de la ligne nouvelle « **BLEU Nord-Vilaine** » sur **Redon-Nantes** comme tronc commun d'aménagement, afin de comparer les variantes d'aménagement nouvelles (S1 à S6) de **Redon-Nantes**, de façon à pouvoir calculer des VAN d'ensemble sur les LNOBPL comparables à celles du dossier de base.

L'approche multicritères permet de s'affranchir de cette hypothèse et d'apprécier les avantages et inconvénients séparément pour chaque tronçon.

7.3 Les critères retenus

Les critères que nous avons retenus sont sans doute discutables, mais ils nous ont semblé adaptés aux besoins de notre expertise ; en outre, les participants au débat public peuvent sans difficulté les compléter et pondérer leurs priorités comme ils l'entendent, ce que nous nous refusons à faire ici dans le cadre de notre mission.

7.3.1 La longueur

C'est la longueur du réseau de référence actuel.

7.3.2 Les trafics

7.3.2.1 Trafic de référence

C'est le trafic prévu en 2030 (où à l'horizon de référence si la croissance est plus faible que prévu), en l'absence d'aménagements LNOBPL, mais avec la situation de réseau prévue en 2017 (notamment LGV Paris Rennes) ; il s'agit de trafics sur « coupure » en cas de tracés neufs.

7.3.2.2 Trafic potentiel sur Rennes-Chateaubriant-Nantes

C'est le trafic prévu en 2030, qui pourrait être déplacé sur l'itinéraire Est si le niveau de service offert est au moins égal à celui de l'itinéraire Ouest entre Rennes et Nantes

7.3.2.3 Trafic induit potentiel

C'est le trafic supplémentaire en 2030, qui pourrait être attiré sur la section considérée du fait des améliorations de qualité de service. Pour évaluer ce potentiel, faute d'études de trafic spécifiques, nous avons pris des valeurs normatives « à dire d'expert » : + 20 % pour le doublement de la fréquence en heure de pointe (+ 10 % seulement si l'objectif est incertain) et + 2,3 % pour 5 minutes gagnées sur le meilleur temps sans arrêt Rennes-Nantes.

7.3.3 Nature et importance des aménagements

7.3.3.1 Lignes nouvelles

C'est la proportion et la longueur absolue des lignes nouvelles prévues. Ce critère permet d'apprécier l'incidence de la variante sur les emprises supplémentaires nécessaires et les potentiels effets de coupure.

7.3.3.2 Aménagements sur place

C'est la proportion et la longueur absolue des aménagements « au plus près » prévus. Ce critère permet d'apprécier le respect de l'objectif de limitation des lignes nouvelles. Pour autant, ces aménagements ne sont pas tous réalisés dans les emprises existantes car les rectifications de courbes et les voies supplémentaires nécessitent généralement des acquisitions de terrains.

Par ailleurs il faut souligner que les aménagements sur place peuvent avoir des conséquences négatives pour l'environnement humain préexistant en bord de voie.

7.3.4 Meilleur temps sur Rennes – Nantes

C'est le meilleur temps sans arrêt pour Rennes-Nantes permis par l'aménagement, compte tenu du gain sur la référence actuelle de 74 minutes.

7.3.5 Capacité Rennes – Nantes en heure de pointe

7.3.5.1 Fréquence « 1 » ou « 2 »

C'est la possibilité, ou non, d'assurer une deuxième mission directe Rennes-Nantes.

Pour certaines des variantes, cette possibilité existe en théorie, mais sa mise en œuvre peut être difficile.

7.3.5.2 Capacité libérée pour le trafic local et/ou le fret

C'est la possibilité, en cas de création de voies supplémentaires ou de sections neuves, de dégager des sillons supplémentaire pour les trafics moins rapides.

7.3.6 Environnement

Pour l'environnement, 4 critères ont été pris en compte :

7.3.6.1 Risque d'inondation – principalement la vallée de la Vilaine

7.3.6.2 Zone Natura 2000

7.3.6.3 Périmètres de captage

7.3.6.4 Environnement humain

7.3.7 Les investissements nécessaires

Les investissements sont exprimés en M€ 2012 hors TVA, sans actualisation, ni coefficient d'opportunité des fonds publics.

Il a paru intéressant de rapprocher ces coûts des trafics annuels de voyageurs de référence en 2030 pour apprécier les charges que l'aménagement impose par voyage. Ainsi par exemple, pour un investissement de 200 € par voyage en 2030, à amortir sur 30 à 50 ans, le prix de chaque billet Rennes-Nantes, doit inclure de l'ordre de 5 € d'amortissement, sauf à faire appel à des subventions publiques (c'est-à-dire au contribuable).

7.4 Résultat de l'analyse

Compte tenu de ce qui précède, nous avons regroupé sur le tableau ci-après, les principaux éléments de comparaison entre les scénarios variantes analysés. Ces éléments viennent en complément de l'analyse socioéconomique présentée au chapitre 5.

SECTIONS

Rn - Chateaubriant - Nt

Rennes - Redon - Nantes sans AGO

(non exclusif des aménagements
Rennes -Redon -Nantes)

sous section Rennes - Redon

sous section Redon - Nantes (en prolongement de bleu Nord-Vilaine)

VARIANTES
CRITERES
longueur ligne actuelle km
trafic reference 2030 - milliers voy/an en 2030
trafic potentiel moyen si RN -CH-NT
trafic potentiel induction QS
% ligne nouvelle / longueur actuelle
% rectifications +relèvement + voie supp /longueur actuelle
temps possible sur Rennes-Nantes sans arrêt (réf = 74 mn)
capacité max R-N/heure
capacité libérée pour le trafic local et le fret
Risque Inondation
Zone Natura 2000
Périmètres de captage
Environnement Humain
investissement Mio €
investiss.par voyageur*an (à amortir sur 30 à 50 ans)

BASE A "dégradée" devers et ripages V140 sur NT-CH	Scénario B+ devers et ripages V220 sur NT-CH + capacité
121	121
250 = 0,50*500 partiel RN-CH	250 = 0,50*500 partiel RN-CH
transfert + 400 = 800*0,5	transfert + 400 = 800*0,5
4 % = 20	20% + 8% = 100
6 % (7,5 tunnel)	6 % (7,5 tunnel)
30 % (36 km)	79 % (95 km)
67 mn (- 7 mn)	55 mn (-19 mn)
1	2 difficile
oui indirectement	oui indirectement
Tunnel	Tunnel
monuments historiques	monuments historiques
770	1620
env 1000 €	env 2200 €

comparatif MAUVE + courtes sections de LN	commun à S1 à S6 BLEU nord Vilaine V250	comparatif BLEU sud Vilaine V250
72	72	72
6000	6000	6000
transfert - 400		
12 % = 700	23 % =1400	23 % =1400
43 % (30 km)	72 % (50 km)	100% (70 km)
36 % (25 km)	p.m. racc.	p.m. racc.
69 mn (- 5 mn)	64 mn (- 10 mn)	64 mn (- 10 mn)
2 difficile	2	2
non	oui	oui
Vilaine	Vilaine	Vilaine
autour de Redon	autour de Redon	autour de Redon
Tracé actuel	Sud de Rennes	Sud de Rennes
bati		
950	1070	1630
150 €	150 €	230 €

S1 relèvement de vitesse 8 mn	S2 relèvement de vitesse 3 mn	S3 capacité	S4 capacité + relèvement vitesse	S5 ligne nouvelle Couëron - Savenay	S6 ligne nouvelle Couëron - Savenay + vitesse
79 = 40 Redon Savenay + 39 Savenay Nantes					
4100= 2300*0,57 + 6500*0,43 moyenne Redon Savenay et Savenay-nantes					
transfert - 400					
3 % =120	1 % = 40	10 % = 400	13 % = 500	21 % = 850	23 % = 950
3 % shunt 2,4 km	p.m. racc.	p.m. racc.	p.m. racc.	33 % (24 km)	33 % (24 km)
100 % (72 km)	51 % (37 km)	25 % (19 km 3eme voie)	126 % (91 km y.c. 3eme voie)	6 % (4,4 km)	57 % (41 km)
56 mn (64- 8 mn)	61 mn (64-3,3 mn)	64 mn (- 0 mn)	56 mn (64- 8 mn)	61 mn (64-3,3 mn)	56 mn (64- 8 mn)
1	1	2 difficile	2 difficile	2	2
non	non	oui	oui	oui	oui
Sortie de Redon	Sortie de Redon	Sortie de Redon	Sortie de Redon	Sortie de Redon	Sortie de Redon
sud de Redon	sud de Redon		sud de Redon		sud de Redon
bati et gare Savenay	bati et gare Savenay	bati et gare Savenay	bati et gare Savenay	bati et gare Savenay	bati et gare Savenay
520	140	820	1340	410	730
140 €	40 €	200 €	320 €	90 €	160 €

COMPARATIF BLEU nord Vilaine sans AGO ensemble Rennes - Redon - Nantes dit "A7"
151
6050
transfert - 400
30 % =1800
75 % (107 lm)
p.m. raccordements
47 mn (- 27 mn)
2
oui
Vilaine
autour de Redon
Sud de Rennes
1980
270 €

très favorable Plùtot favorable moyen plùtot défavorable très défavorable

Ce tableau appelle les principaux commentaires suivants :

7.4.1 Commentaires généraux

➤ Les colonnes « Rennes-Chateaubriant-Nantes » et « BLEU Nord Vilaine sans AGO » correspondent bien à la totalité de la liaison Rennes-Nantes ; pour les autres, il faut agréger une des 3 variantes de Rennes-Redon avec une des 6 variantes Redon-Nantes pour la comparaison.

➤ L'aménagement de « Rennes-Chateaubriant-Nantes », ne peut pas se substituer simplement aux autres scénarios car : la ligne Rennes-Redon doit être aménagée pour la desserte de la Bretagne Sud, dans le prolongement de la LGV Paris-Rennes .De même, le tronçon Savenay-Nantes, doit être aménagé pour assure les liaisons péri-urbaines sur les trajets Nantes-St Nazaire. Enfin, on ne peut pas couper le trafic entre Savenay et Nantes pour la desserte de la Bretagne Sud depuis Nantes.

➤ Le trafic potentiel sur « Rennes-Chateaubriant-Nantes », est difficile à évaluer, car il est au plus de 800 000 à 900 000 voyageurs, selon le niveau de service offert. Mais la ligne par Redon ne serait pas coupée pour autant (cf. ci-dessus) et tous les parcours Rennes-Nantes ne se font pas par des « directs ». Un usager n'attendra pas 30 minutes pour un « direct », s'il peut prendre un « omnibus » qui ne lui fera perdre que 5 à 10 minutes sur le parcours. Nous avons donc retenu de façon forfaitaire un partage 50/50 des trafics potentiels. Les critères de gain de temps et de fréquence, introduisent des effets de seuil sur les investissements qui sont analysés de plus près en 7.4.2 ci-après.

➤ En matière d'environnement, on ne note pas de critères très discriminants. Tous les tracés comportent des avantages et des difficultés propres (vallée de la Vilaine, Natura 200, captages, bâti ...) : toutes sont surmontables, éventuellement au prix d'ouvrages très onéreux, et aucun tracé n'est idéal et neutre pour l'environnement. La doctrine « éviter, réduire et compenser les impacts sur le milieu naturel » devra donc être appliquée au cas par cas.

➤ Les coûts d'investissement des différentes combinaisons de variantes sont assez dispersés, entre « MAUVE Rennes-Redon +S2 » à 1090 M€ et le « Bleu Sud Vilaine + S4 + B+ sur l'itinéraire Est » à 4590 M€. En comparaison, la solution « de base » BLEU Nord Vilaine de Rennes à Nantes, qui offre une qualité de service nettement supérieure aux autres, est évaluée à 1980 M€, et ***pourtant elle n'est pas rentable au sens économique.***

Dans ces conditions, **au vu de ce seul critère financier**, les combinaisons dont le coût est supérieur à 2000 M€ ne semblent pas à même de répondre aux objectifs de façon économiquement acceptable. Ceci conduirait à éliminer les variantes « B+ » de Rennes-Chateaubriant-Nantes et S4 entre Redon et Nantes, (sauf avantages non recensés ici), pour la combinaison optimale à construire.

7.4.2 Gains de temps et augmentation des fréquences

Pour Rennes-Nantes, les objectifs d'amélioration du service étaient, si possible, d'abaisser le temps de parcours à moins de 60 minutes et d'ajouter une 2^{ème} fréquence horaire en heure de pointe.

Le tableau ci-dessous compare les principaux scénarios examinés, et met en évidence les investissements nécessaires pour atteindre ces objectifs.

Rennes-Chateaubriant-Nantes				Rennes-Redon - Nantes				
réf = 74 minutes	1 train/heure en pointe		2 trains/heure en pointe		1 train/heure en pointe		2 trains/heure en pointe	
	Nb usagers/an	Coût du projet (M€)	Nb usagers/an	Coût du projet M €	Nb usagers/an	Coût du projet (M€)	Nb usagers/an	Coût du projet (M€)
Scénario 70 minutes	Variante A				Mauve + S2		Mauve + S5	
	600 000 à 700 000	Invest. 770 M€			5 000 000	Invest. 1090 M€	5 400 000	Invest. 1360 M€
	Inv./voy*an: env 1000 €	Impact environnemental			Inv./voy*an: 220 €	Impact environnemental	Inv./voy*an: 250 €	Impact environnemental
Scénario 60 minutes					Bleu Nord + S2		Bleu Nord + S5	
					5 500 000	Invest. 1210 M€	5 800 000	Invest. 1480 M€
					Inv./voy*an: 240 €	Impact environnemental	Inv./voy*an: 260€	Impact environnemental
Scénario 55 minutes			Variante B+		Bleu Nord + S1		Bleu Nord + S6	
			700 000 à 800 000	Invest. 1620 M€	5 300 000	Invest. 1590 M€	5 800 000	Invest. 1800 M€
			Inv./voy*an: env 2000 €	Impact environnemental	Inv./voy*an: 300 €	Impact environnemental	Inv./voy*an: 310 €	Impact environnemental
Scénario 50 minutes							Bleu Nord sans AGO total	
							7 000 000	Invest. 1980 M€
							Inv./voy*an: 270 €	Impact environnemental

Il en ressort que les effets de seuil (gagner 5 minutes, ou passer de un train par heure à deux) sont importants, et représentent des écarts d'investissements se chiffrant à chaque fois en centaines de millions d'euros. Il s'agira donc ici de choix réellement structurants.

8. SYNTHÈSE ET CONCLUSION

8.1 La Mission

La mission de contre-expertise, comportait trois objectifs principaux relatifs à l'amélioration des liaisons ferroviaires entre Nantes et Rennes, dans l'hypothèse de non réalisation de l'AGO, hypothèse sur laquelle les auteurs de ce rapport ne prennent pas parti :

- Analyser les différents schémas d'infrastructures possibles, y compris, si nécessaire, les tracés éventuels d'infrastructures nouvelles.
- Évaluer, du point de vue socio-économique, les solutions alternatives,
- Procéder à l'évaluation environnementale de ces solutions.

Il était souhaité en outre que la possibilité d'une liaison Rennes Nantes via Chateaubriant soit effectivement analysée, concurrentement, ou à la place, d'une liaison par l'Ouest (Redon).

Il ne s'agissait pas pour nous de proposer telle ou telle solution, mais d'apporter des éléments complémentaires au débat public, de les analyser et de les mettre en forme pour les soumettre aux participants au débat.

8.2 Démarche retenue

Notre travail a, comporté deux volets principaux

- Demander les études et informations nécessaires sur les différents tracés possibles, et les variantes construites à notre demande
- Procéder à une analyse multicritères des solutions variantes ainsi élaborées

8.2.1 Etude des variantes

Pour procéder à nos analyses, nous avons demandé aux consultants du maître d'ouvrage, et par l'intermédiaire de celui-ci comme précisé dans notre lettre de mission, toutes les informations dont nous estimions avoir besoin pour caractériser chaque scénario, ou fraction de scénario.

Toutes nos demandes d'études complémentaires ont été satisfaites dans les délais impartis, même si nous avons dû renoncer à des approfondissements de certains aspects. Nous avons pu ainsi disposer de plus de 70 fichiers, représentant plus de 660 millions d'octets de données dont des synthèses sont annexées au présent rapport.

8.2.2 Analyse des variantes

Le deuxième volet nous a amenés à faire des choix de critères et de scénarios à étudier plus précisément. Ces choix nous ont paru adaptés mais ils sont évidemment discutables en tant que tels.

Les scénarios examinés incluent l'aménagement de l'itinéraire Rennes-Chateaubriant Nantes et les variantes techniques portent principalement sur la section Redon-Savenay-Nantes dont l'aménagement est apparu comme relativement dépendant de l'existence ou non de la desserte de l'AGO.

Pour ce qui est des critères nous avons retenu principalement : trafic de référence fer en 2030 et trafics potentiels liés à l'évolution de l'offre ; longueur de la ligne actuelle ; pourcentage de ligne nouvelle ; pourcentage cumulé de rectifications, de relèvement et de voie supplémentaire par rapport à la ligne actuelle ; gain de temps ; nombre maximum de liaisons supplémentaires par heure ; capacité libérée pour le fret et les trafics locaux ; risques liés aux inondations ; traversées de zones Natura 2000 et de milieux sensibles ; périmètres de captage d'eau potable ; environnement humain . Investissement ; investissement par voyageur*an.

8.3 Conclusions de l'expertise

Au terme du présent rapport nous formulons les conclusions suivantes :

- La non-réalisation de la desserte ferroviaire de l'aéroport de Notre Dame des Landes réduirait de façon sensible la rentabilité économique de tous les scénarios présentés par le maître d'ouvrage pour les LNOBPL.

En fait, dans cette hypothèse aucun des scénarios ne serait économiquement rentable, principalement du fait de trafics moindres attendus sur Redon Savenay et sur Savenay Nantes.

➤ La non-réalisation de la desserte de l'AGO n'a pas d'incidences significatives sur le choix des aménagements à réaliser au titre des LNOBPL entre Rennes et Lamballe et même entre Rennes et Redon.

Pour ces sections, les trafics ne sont pas ou peu modifiés par l'AGO et les choix doivent surtout être guidés par les objectifs de desserte de la Bretagne Nord et Sud

➤ La section Redon-Nantes devrait faire l'objet d'aménagements plus limités que ceux des scénarios initiaux, qui prévoient tous, même le « MAUVE », une ligne nouvelle en desserte de l'AGO.

Les six scénarios présentés ci-dessus dans le rapport pour la section Redon-Savenay-Nantes peuvent servir de base de travail pour définir ces aménagements. Sur Redon-Savenay on peut sans doute se contenter d'aménagements modestes, par contre (paradoxalement) la non-crédation d'une ligne nouvelle pour desservir l'aéroport entre Savenay et Nantes, laisserait entiers tous les problèmes de capacité et de cohabitation des circulations de desserte avec celles de transit. Il faudra donc envisager soit la création d'une voie supplémentaire, soit une déviation neuve.

➤ L'aménagement d'une liaison Rennes-Nantes directe via Chateaubriant est possible mais onéreuse.

La ligne par Chateaubriant est sensiblement plus courte que celle par Redon, mais son aménagement, en vue d'un objectif de vitesse et de fréquence équivalent à l'itinéraire Est nécessite des aménagements lourds du fait que la ligne existante est à voie unique, et sans doute un tunnel de plus de 7 km à l'entrée de Nantes du fait de l'existence de passages à niveau urbains.

Ce tunnel pose à son tour des problèmes d'environnement développés dans le rapport

➤ L'aménagement de la ligne par Chateaubriant ne peut pas se substituer purement et simplement aux aménagements par Redon, il viendrait en plus.

L'aménagement de Rennes-Redon en prolongement de la LGV Paris-Rennes est nécessaire en toute hypothèse. L'aménagement de Savenay-Nantes est nécessaire pour les liaisons périurbaines et St Nazaire. La ligne Redon-Savenay ne peut pas être coupée car elle relie la Bretagne sud à Nantes.

Cependant, si l'aménagement de l'itinéraire Est était décidé, il pourrait permettre d'assurer une deuxième mission horaire entre Rennes et Nantes, et donc limiter un peu les aménagements sur Nantes Savenay.

Les experts n'ont pas formulé de préférences sur les nouveaux scénarios alternatifs qu'ils ont construit, considérant qu'il ne leur incombait pas de proposer des choix, mais seulement de fournir à leurs lecteurs des éléments de jugement, en fonction de leurs priorités.

Nous espérons, par ce rapport, avoir apporté des éclaircissements et donné des éléments d'appréciation sur les incidences potentielles de la non desserte de l'AGO et de

l'aménagement possible de la ligne par Chateaubriant sur les scénarios d'aménagement des LNOBPL entre Rennes et Nantes.

LISTE DES ANNEXES

(Sous forme de fichiers séparés)

1 - Lettre de mission CNDP du 28 juillet 2014

2 - ANALYSE DE LA FAISABILITE ET DE L'OPPORTUNITE D'UNE LIAISON **RENNES-NANTES VIA CHATEAUBRIANT – SYSTRA/INGEROP 17/11/2014**

3 - Bilans socio-économiques **Scénarios sans l'AGO** -

Etude SETEC version 2 novembre 2014

4 - ANALYSE DE LA FAISABILITE ET DE L'OPPORTUNITE D'UNE LIAISON **RENNES - NANTES via REDON - SYSTRA/INGEROP 17/11/2014**

5 - Analyse multicritères des scénarios complémentaires **sans desserte de l'AGO**

Solutions « BLEU-MAUVE » SETEC International version 3 novembre 2014

LE PRÉSIDENT

Paris, le 28 juillet 2014

Messieurs,

Vous avez accepté de participer à une mission d'expertise indépendante concernant la liaison ferroviaire Rennes-Nantes et je vous en remercie vivement.

Je vous prie de trouver ci-après l'objet de cette expertise.

La Commission nationale du débat public (CNDP) a été saisie par le Président de Réseau Ferré de France (RFF) d'un projet ferroviaire : Liaisons Nouvelles Ouest Bretagne-Pays de la Loire. Ce projet vise à améliorer les relations sur le territoire du Grand Ouest, à rapprocher les deux capitales régionales et à placer Brest et Quimper à 3 heures de Paris. Ce projet se situe dans la continuité de la ligne à grande vitesse Le Mans-Rennes en cours de construction. Ce projet s'inscrit également dans la politique récemment mise en place par le Gouvernement, au travers du pacte d'avenir pour la Bretagne signé le 13 décembre 2013 pour améliorer l'accessibilité des territoires bretons.

Le 8 janvier 2014, la CNDP a décidé d'organiser un débat public dont l'animation sera confiée à une commission particulière.

RFF a alors élaboré un dossier du débat. Ce dossier prévoit trois scénarii privilégiés, un scénario d'aménagement au plus proche de l'existant et deux scénarii de créations de lignes nouvelles.

En mai et juin 2014, la CNDP a été saisie de demandes d'expertises complémentaires par les élus EELV des Conseils régionaux Bretagne et Pays de la Loire, par France Nature Environnement et ses associations en Bretagne et Pays de la Loire, par le CEDPA (Collectif d'élus doutant de la pertinence de l'aéroport) et par l'ACIPA (Association Citoyenne Intercommunale des Populations concernées par le projet d'Aéroport de Notre Dame des Landes).

- les élus EELV demandent que l'amélioration de la liaison ferroviaire Nantes-Rennes puisse avoir lieu en ne tenant pas compte d'une desserte de Notre Dame des Landes. Des études complémentaires pourraient envisager l'optimisation de l'existant et/ou la création de parties de voies nouvelles. Les impacts sociaux et économiques pour le territoire de ces nouveaux scénarii devraient être mis en avant.
- Le CEDPA demande que soit étudiée une solution consistant à passer par Chateaubriant en faisant évoluer la liaison tram-train vers un TER performant, pouvant se connecter avec l'étoile ferroviaire existant déjà vers le sud Loire et l'actuel aéroport.
- L'ACIPA souhaite également que soit étudiée la solution par Chateaubriant, et des variantes tenant compte de l'abandon possible du projet de Notre Dame des Landes. Elle souhaite également que la priorité soit donnée à l'amélioration des lignes existantes.

M. Claude ABRAHAM
M. Jean DETERNE
M. Pierre ROUSSEL
M. Michel SAVY

- Enfin France Nature Environnement demande que soient étudiés et présentés :
 - une variante Nantes-Rennes, sans passage par Notre Dame des Landes avec évitement de Redon et en modernisant le réseau (suppression de tous les passages à niveau, par exemple)
 - le potentiel fret de l'ensemble des régions Bretagne et Pays de la Loire.

FNE demande en outre que pour chacun des axes concernés, soient évalués :

- le coût du projet selon les différentes hypothèses de calendrier de réalisation et de possibilités de financement,
- les conséquences possibles d'une envolée brutale des cours du pétrole,
- et que des précisions soient apportées concernant la consistance des services visés pour le transport de voyageurs et de marchandises aux horizons 2030 et 2040 et la stratégie mise en œuvre pour atteindre ces objectifs.

Lors de sa réunion du 2 juillet 2014, la CNDP a considéré que le dossier du maître d'ouvrage était suffisamment complet pour pouvoir être soumis au débat public. Elle a également décidé de faire procéder à des expertises complémentaires portant sur :

- d'une part les prévisions de trafic et les hypothèses retenues pour l'évaluation des taux de rentabilité socio-économiques des différentes variantes envisagées par le maître d'ouvrage,
- d'autre part sur l'examen des variantes nouvelles entre Rennes et Nantes passant par Chateaubriant et par Redon avec optimisation des lignes existantes et/ou création de parties de voies nouvelles et évaluation des impacts économiques, sociaux et environnementaux de ces scénarii.

Le 23 juillet 2014, la CNDP a fixé les modalités du débat et son calendrier, du 4 septembre 2014 au 3 janvier 2015.

La mission qui vous est confiée porte sur l'ensemble des demandes nouvelles relatives à la liaison Nantes-Rennes :

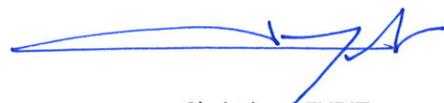
- analyse des nouveaux tracés d'infrastructures,
- évaluation socio-économique des solutions alternatives,
- évaluation environnementale de ces solutions.

Vos travaux devront être achevés avant le 20 novembre 2014, de façon à ce qu'ils puissent être présentés lors de 2 réunions publiques prévues le 27 novembre 2014 à Nantes et le 2 décembre 2014 à Rennes.

Toutes les demandes exprimées relatives aux variantes proposées par RFF ne font pas partie de votre mission d'expertise. Elles seront traitées par ailleurs, par le CGEDD.

La CNDP et la CPDP sont à votre disposition pour toute information complémentaire.

Je vous prie de croire, Messieurs, à l'assurance de mes sentiments les meilleurs.



Christian LEYRIT

ANALYSE DE LA FAISABILITE ET DE L'OPPORTUNITE D'UNE LIAISON RENNES - NANTES VIA CHATEAUBRIANT

SYSTRA

**INGÉROP**
Conseil & ingénierie

TABLE DES MATIERES

1.	OBJET DE L'ANALYSE	3
2.	ETAT EXISTANT	3
2.1	PERFORMANCES	3
2.1.1	DE RENNES A CHATEAUBRIANT	3
2.1.2	DE CHATEAUBRIANT A NANTES	4
2.1.3	DE RENNES A NANTES VIA CHATEAUBRIANT	4
2.2	INFRASTRUCTURE	5
2.2.1	DE RENNES A CHATEAUBRIANT	5
2.2.2	DE CHATEAUBRIANT A NANTES	5
3.	QUELLES AMELIORATIONS ENVISAGEABLES DANS LES EMPRISES ACTUELLES ?	7
3.1	METHODOLOGIE	7
3.2	POTENTIALITE DE RELEVEMENT DE VITESSE DANS LES EMPRISES	8
3.2.1	PERFORMANCES	8
3.2.2	CONTRAINTES IDENTIFIEES	9
4.	SITUATIONS DE PROJET	11
4.1	METHODOLOGIE	11
4.1.1	PRINCIPES GENERAUX	11
4.1.2	CONNEXION A LA GARE DE NANTES	11
4.1	CONSISTANCE DES SCENARIOS	12
4.2	DESCRIPTION DES SCENARIOS	13
4.3	ANALYSE CAPACITE / EXPLOITATION	14
4.4	SYNTHESE - SCENARIOS	16
4.4.1	SCENARIOS ENVISAGES	16
4.4.2	SCENARIOS DEGRADES	18
ANNEXE 1 : CARTOGRAPHIE		19

1. OBJET DE L'ANALYSE

Dans le cadre du Débat Public relatif au projet de Liaisons Nouvelles Ouest Bretagne - Pays de la Loire (LNOBPL), il est apparu que la faisabilité de la liaison Nantes - Rennes via Châteaubriant n'avait pas été approfondie.

La présente analyse a pour objectif de présenter les conditions de réalisation d'une liaison Nantes - Rennes performante via Châteaubriant :

- sous l'angle exploitation / capacité du réseau ferroviaire (SYSTRA),
- sous l'angle technique / environnemental (INGEROP).

2. ETAT EXISTANT

2.1 Performances

2.1.1 De Rennes à Châteaubriant

Deux types de matériel roulant sont présents aujourd'hui sur cette ligne à voie unique non électrifiée : des X 2100 (autorails de type ancien) et des B 82500 (BGC).

Le trafic actuel d'un JOB (mardi) du SA 2014 sur la ligne est de 12 trains voyageurs (TER Bretagne) et 2 trains fret, soit 14 circulations deux sens confondus réparties de la manière suivante :

- Dans le sens Châteaubriant – Rennes : 3 trains en période de pointe du matin (PPM), 1 en période creuse (PC) et 2 trains en période de pointe du soir (PPS) ;
- Dans le sens Rennes – Châteaubriant : 1 train en PPM, 1 trains en PC et 4 trains en PPS ;
- Deux trains de fret (un par sens) circulent sur la ligne.

En période de pointe, la ligne accueille au plus 3 trains par heure, deux sens confondus, entre Rennes et Retiers. Entre Retiers et Châteaubriant, au plus 1,5 trains par heure circulent en période de pointe du matin, au plus 1 en période creuse et en période de pointe du soir.

L'ensemble des circulations voyageurs sont omnibus.

Selon l'IN 507, la capacité de principe d'une ligne en voie unique à signalisation simplifiée (VUSS) est de 14 trains dont 9 trains de voyageurs omnibus. L'octroi d'une dérogation (en application de la notice IG TR 1 B 1 n°2) permet l'acceptation de ce nombre de 12 trains voyageurs supérieur au maximum référentiel de 9, en raison du fait que la ligne est équipée du système CAPI (Cantonement Assisté Par Informatique) associé au DAAT (Dispositif d'Arrêt Automatique des Trains) et du GSM/GFU (émission d'alerte radio sur téléphone mobile à disposition des agents de conduite). On notera que le nombre maximal de trains de voyageurs acceptable en dérogation sur VUSS – soit 12 trains de voyageurs par jour – est déjà atteint.

Le temps de parcours de Rennes à Châteaubriant (train omnibus) s'établit à 1h08, hors contraintes de croisement.

En raison des contraintes de la VUSS (opérations de block, manœuvre des aiguilles) chaque croisement occasionne par ailleurs une perte de 6 minutes pour le train croisé.

2.1.2 De Châteaubriant à Nantes

La ligne est exploitée depuis fin février 2014, avec une montée en charge progressive de la desserte. Le tram-train Dualis (de type U 53500) est le seul matériel utilisé sur la ligne en 2014.

Depuis août 2014, le trafic d'un JOB sur la ligne est de 48 tram-trains, répartis de la manière suivante :

- Dans le sens Châteaubriant – Nantes : 7 trains en période de pointe du matin (PPM), 10 en période creuse (PC) et 7 trains en période de pointe du soir (PPS) ;
- Dans le sens Nantes – Châteaubriant : 6 train en PPM, 10 trains en PC et 8 trains en PPS.

En période de pointe, la ligne accueille 2 trains par heure et par sens de Nantes à Nort-sur-Erdre, 1 seul de Nort-sur-Erdre à Châteaubriant. En hyper pointe, un train complémentaire est ajouté dans le sens de la pointe entre Sucé-sur-Erdre et Nantes. L'ensemble des circulations voyageurs sont omnibus. Certaines missions sont limitées à Sucé-sur-Erdre ou à Nort-sur-Erdre.

Le temps de parcours de Nantes à Châteaubriant (train omnibus) s'établit à 1h03, hors contraintes de croisement.

2.1.3 De Rennes à Nantes via Châteaubriant

Actuellement, il n'existe pas de liaison directe Nantes-Rennes via Châteaubriant. Le temps de parcours optimal peut être estimé à 1h08 + 0h15 (correspondance) + 1h03 soit 2h26.

2.2 Infrastructure

2.2.1 De Rennes à Châteaubriant

La ligne Rennes - Châteaubriant est à voie unique à signalisation simplifiée (VUSS) non électrifiée, avec 3 points de croisement à Vern, Janzé et Retiers.

La vitesse plafond de la ligne est de 90 km/h entre Rennes et Retiers, 70 km/h entre Retiers et Châteaubriant.

La signalisation est réalisée par Cantonnement Téléphonique avec CAPI (Cantonnement Assisté Par Informatique) divisée en 4 cantons (Rennes – Vern, Vern – Janzé, Janzé – Retiers et Retiers – Châteaubriant).

Les cantons sont limités par des postes de cantonnement à 4 Gares temporaires de type VUSS avec voie d'évitement : Vern, Janzé, Retiers et Châteaubriant. Ces gares sont d'Arrêt Général et franchissables à vitesse maximale de 30 km/h.

Chaque poste est relié aux postes voisins par des liaisons téléphoniques pour le téléphone et le CAPI. L'arrêt et la rétention des trains en gare sont assurés par la mise en place de signaux d'arrêt à main (SAM) placés par l'agent-circulation (AC) lorsque la gare est ouverte au cantonnement. Les appareils de voie sont manœuvrés à pied d'œuvre.

La ligne n'est pas équipée de détection de circulation par Compteur d'essieux (CE) ou Circuit de voie (CDV), ni de contrôle de vitesse par balise (KVB).

La ligne comporte 40 passages à niveau (PN) :

- 32 PN type SAL2 (signalisation automatique lumineuse à 2 demi-barrières) ;
- 7 PN type non gardé ;
- 1 PN privé.

Rennes
La Poterie

Vern
St Armel
Corps Nuds

Janzé
Le Theil de Bretagne
Retiers

Martigné Ferchaud

Châteaubriant



2.2.2 De Châteaubriant à Nantes

La ligne Nantes – Châteaubriant est à une voie banalisée de Nantes à Babinière (avec points de croisements à Doulon et Haluchère) et de la Chapelle Centre à Châteaubriant (avec points de croisement à Sucé-sur-Erdre, Nort-sur-Erdre et Issé), et à double voie banalisée de Babinière à La Chapelle Centre. Elle est électrifiée de bout en bout : en 750V courant continu de Nantes (exclu) à Babinière (inclus) et en 25 kV courant alternatif en gare de Nantes et de Babinière (exclu) à Châteaubriant.

La vitesse plafond de la ligne est de 70 km/h de Nantes à Babinière (inclus) et de 100Km/h entre Babinière (exclu) et Châteaubriant.

Hormis en gare de Nantes, la ligne est dédiée à la circulation des tram-trains et n'admet donc pas à ce titre de mixité des circulations.

La signalisation est réalisée par Block Automatique « absolu » à compteurs d'essieux (fonctionnellement équivalent à du BAPR) avec télécommande de l'ensemble des installations de la ligne depuis le PCD de Nantes. Les signaux sont spécifiques à une exploitation tram-train.

L'ensemble des stations de la ligne, qu'elles constituent ou non des points de croisement, sont d'Arrêt Général et le Règlement de Sécurité de l'Exploitation stipule une vitesse maximale de 30 km/h au long des quais.

L'ensemble des stations sont équipées de quais bas. Il en est de même pour les quais des voies 54 et 55 dédiées au tram-train en gare de Nantes.

La ligne est équipée du contrôle de vitesse par balise (KVB) et de la radio GSM-R.

Châteaubriant

Issé

Abbaretz

Nort sur Erdre

Sucé sur Erdre
La Chapelle Aulnay
La Chapelle Centre
Erdre Active
Babinière
Haluchère

Doulon
Nantes



Spécificités de Nantes - Châteaubriant

→ Entre Châteaubriant et Babinière

Sur cette section, l'exploitation est réalisée en mode block tram, ce qui correspond globalement à une conduite classique avec signalisation latérale de type BAPR.

Cette section est pourvue de 26 passages à niveau classiques :

- 23 PN type SAL2 (Signalisation Automatique Lumineuse à 2 demi-barrières) ;
- 2 PN type SAL4 (Signalisation Automatique Lumineuse à 4 demi-barrières) ;
- 1 PN piétons.

→ Entre Babinière et Nantes

Sur cette section urbaine, l'exploitation est réalisée en mode tram. Les conducteurs circulent en marche tramway, ce qui est relativement similaire à la marche à vue.

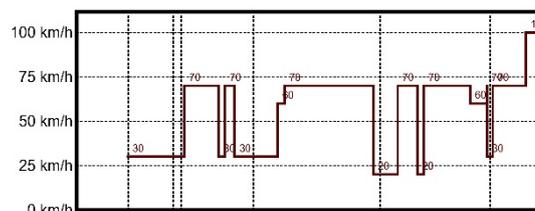
Ainsi, les signaux ne sont pas annoncés, comme habituellement pour le mode ferroviaire.

De même, il existe sur cette section 5 PN dits « urbains » (PNU), équivalents aux carrefours à feux d'un tramway : l'intersection n'est pas équipée de barrières, mais est régie, pour les circulations ferroviaires comme pour les véhicules routiers, par des feux. La vitesse au franchissement de ces PNU est limitée à 30 km/h voire 20 km/h.

Par ailleurs, à proximité de la station Haluchère, la ligne croise à niveau la ligne 1 du tramway de Nantes exploitée par le SEMITAN, au moyen d'une traversée oblique (TO) limitée à 20 km/h.

L'ensemble de cette section est électrifié en 750V courant continu. La zone de la TO est alimentée par le réseau tramway et l'effort de traction du tram-train doit y être limité.

Le profil de vitesse sur cette section est en conséquence extrêmement haché, avec de nombreuses zones limitées à 30 km/h.



3. QUELLES AMELIORATIONS ENVISAGEABLES DANS LES EMPRISES ACTUELLES ?

3.1 Méthodologie

Dans les emprises actuelles, l'optimisation du réseau nécessite d'optimiser :

- la capacité en adaptant autant que possible la signalisation en place ;
- les temps de parcours en améliorant la géométrie et/ou les équipements à tracé constant.

Capacité

Il est nécessaire d'installer une signalisation de type BAPR (block automatique à permissivité restreinte), supprimant les contraintes d'arrêt général et de vitesse limitée au franchissement des gares, voire une signalisation de type BAL selon les vitesses cibles. Par ailleurs, la ligne devra être équipée de balises de contrôle de la vitesse (KVB).

Temps de parcours

Pour une section de ligne ferroviaire, la vitesse maximale admissible est définie principalement par la géométrie : à chaque couple « rayon de courbure » / « dévers » correspond une vitesse maximale admissible. Il est possible de jouer sur ces facteurs pour relever les vitesses de circulation.

Vitesse	Rayon mini associé
100	381
140	747
160	975
220	1843

Cet accroissement des vitesses de circulation implique plusieurs interventions sur les installations existantes.

→ Armement

Pour un relèvement de vitesse au-delà de V160 km/h, l'épaisseur du ballast doit être augmentée, de même que l'entraxe des voies (pour les sections à deux voies). Le type et la qualité du rail, des traverses et de l'assise doivent également être vérifiés, et ces composants, au besoin, renouvelés. La continuité nord - sud des voies à Châteaubriant doit être réalisée.

→ Alimentation électrique

Pour la section Rennes - Châteaubriant, une électrification sera nécessaire.

→ Ouvrages d'art

L'aptitude dynamique et la résistance des ouvrages doivent être compatibles avec les vitesses cibles prévues pour le matériel roulant concerné.

→ Passages à niveau

Pour tout relèvement de la ligne existante à plus de 160 km/h, les passages à niveau doivent être supprimés.

→ Sécurité du personnel

Le long de la ligne, un passage en sécurité du personnel doit être possible sur des pistes de cheminement latérales de la plateforme.

→ Sécurité des voyageurs dans les gares :

Largueur des quais : dans le cas d'un relèvement de vitesse, elle pourrait devoir être élargie.

Franchissement des voies : lorsque la vitesse de circulation de la ligne est supérieure ou égale à V160, le franchissement par passage planchéier n'est plus acceptable.

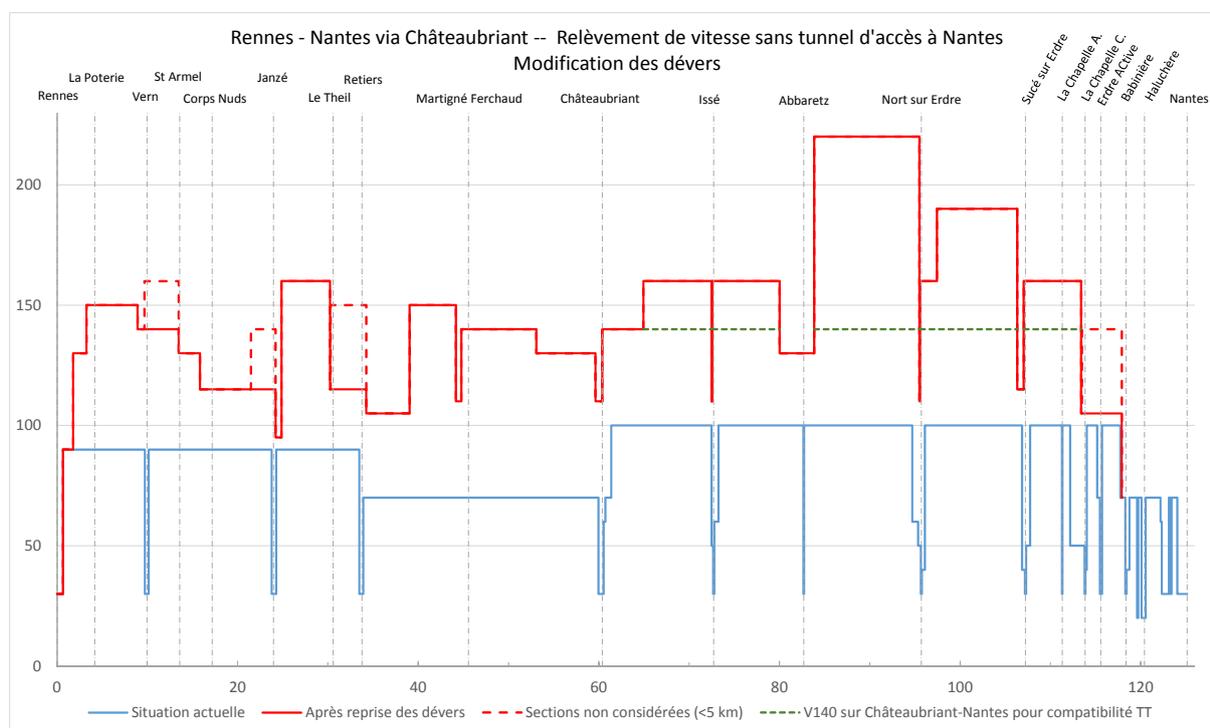
3.2 Potentialité de relèvement de vitesse dans les emprises

3.2.1 Performances

L'axe Rennes - Châteaubriant - Nantes présente des spécificités par section qu'il convient de souligner :

- entre Rennes et Châteaubriant : recherche d'optimisations classiques, respectant les normes usuelles du réseau ferré national,
- entre Châteaubriant et Babinière : recherche d'optimisations classiques, mais en prenant en compte le caractère particulier d'une mixité des circulations avec le tram-train, nécessitant des adaptations importantes,
- à partir de la gare de la Babinière, section urbaine, l'exploitation est réalisée en mode tram.

Sur la base de ces hypothèses, l'analyse des possibilités de relèvement de dévers dans les emprises a conduit aux relèvements potentiels sur les sections indiquées dans le graphique :



Les sections les plus courtes ont été exclues du fait de leur inefficacité.

Le temps de parcours de Rennes à Nantes, avec ou sans arrêt à Châteaubriant, a été calculé hors contrainte de grille horaire sur la base de la vitesse relevée sur la ligne, pour deux cas :

- en maintenant une limitation à 140 km/h entre Châteaubriant et Nantes pour faciliter la mixité avec le matériel tram-train ;
- en considérant que les mesures permettant de lever la limitation sont prises, et que les trains Rennes-Nantes peuvent tirer pleinement profit des relèvements effectués.

Pour ce premier calcul, il a été considéré que les trains transitent par la section urbaine de Nantes à partir de Babinière.

Il en résulte un temps de parcours de référence de 1h13min30sec sans arrêt de Rennes à Nantes après relèvements dans les emprises entre Rennes et Nantes. Pour mémoire, le temps de parcours sans arrêt via Redon, s'établit à 1h14 en 2014.

Rennes - Châteaubriant			Nantes-Châteaubriant			Temps résultant Rennes-Nantes	
						Sans arrêt	Avec arrêt (2 min) à Châteaubriant
Situation actuelle	VUSS Arrêt général en gare (30 s)	00:56:00	Situation actuelle	Ligné dédiée tram-train Arrêt général en gare (30 s)	01:06:00	02:02:00	02:03:30
Situation 1 de modernisation a minima	BAPR Maintien VL 30 en gare	00:53:30	Situation 1 de modification de l'exploitation	Suppression arrêt général Maintien VL 30 en gare	00:57:30	01:51:00	01:53:30
Situation 2 de modernisation a minima	BAPR Plus de limitation en gare	00:50:00	Situation 2 de modification de l'exploitation	Suppression arrêt général Plus de limitation en gare	00:54:30	01:44:30	01:47:00
Situation relèvement de vitesse par modification des dévers	BAPR / BAL	00:33:00	Situation relèvement de vitesse par modification des dévers - VL 140 pour mixité avec tram-train - Accès à Nantes en urbain	Modification systèmes Modification des dévers	00:40:30	01:13:30	01:16:30
			Situation relèvement de vitesse par modification des dévers - Accès à Nantes en urbain	Modification systèmes Modification des dévers	00:37:30	01:10:30	01:13:30

Dans la section urbaine (entre Babinière et la gare de Nantes), la ligne jouxte la ligne 1 du tramway et partage avec elle plusieurs passages à niveau urbains (PNU), non dotés de barrières, qui ont pu être envisagés du fait des caractéristiques spécifiques de freinage du matériel tram-train, similaires à celles du tramway. Le franchissement de ces PNU par un matériel TER conventionnel ne semble pas envisageable. Par ailleurs, l'électrification en 750 V courant continu de cette section supposerait d'équiper le matériel TER conventionnel pour le captage de cette tension.

L'emprunt de la section Babinière – Nantes par les nouveaux services TER Rennes-Nantes apparaît donc comme inenvisageable du fait de ses caractéristiques urbaines.

3.2.2 Contraintes identifiées

Le tableau ci-dessous récapitule les principales contraintes identifiées au long de l'axe Rennes-Nantes via Châteaubriant.

Rennes - Châteaubriant	Voie Unique à Signalisation Simplifiée imposant l'arrêt général en gare Capacité de la ligne limitée réglementairement et déjà en dérogation Ligne non électrifiée Présence de 40 passages à niveau Accroissement de la desserte périurbaine omnibus envisagée par la Région
Châteaubriant - Babinière	Ligne à une ou deux voies banalisées dédiée tram-train Arrêt général en gare imposé par le Règlement d'Exploitation Signaux spécifiques à une exploitation tram-train Quais bas dimensionnés pour le tram-train Présence de 26 passages à niveau Accroissement de la desserte de Nantes à Nort-sur-Erdre envisagée par la Région
Babinière - Nantes	Ligne à une voie banalisée dédiée tram-train Circulation en mode tramway Signaux spécifiques à une exploitation tram-train Quais bas dimensionnés pour le tram-train Présence de 5 passages à niveau urbains (carrefours à feux non équipés de barrières) Croisement à niveau de la ligne 1 du tramway de Nantes (TO d'Haluchère) Section de ligne électrifiée en 750V continu Deux voies réservées à la ligne en gare de Nantes Accroissement de la desserte de Nantes à Nort-sur-Erdre envisagée par la Région

En complément, il convient de rappeler que la mixité de trafic tram-train / TER n'est avérée à ce jour que jusqu'à 140km/h.

→ Problématique du matériel roulant

L'autorisation de mise en exploitation commerciale du matériel tram-train Dualis indique que ce matériel peut être utilisé sur une ligne du RFN en mixité avec d'autres circulations à condition que la vitesse maximale de la ligne soit de 140 km/h et que l'entraxe soit d'au minimum 3,67 mètres. Ces contraintes sont inhérentes à la faculté du matériel Dualis de supporter l'effet de souffle au croisement avec une circulation ferroviaire classique.

En conséquence de quoi :

- Si la vitesse était relevée jusqu'au plus 140 km/h, la mixité serait envisageable avec un matériel TER conventionnel ;
- Si la vitesse devait être relevée à plus de 140 km/h, il faudrait vraisemblablement envisager un entraxe plus important sur les sections à double voie, et valider la valeur acceptable par une étude aérodynamique.

→ Problématique de la section urbaine

Comme explicité au chapitre précédent, les caractéristiques des passages à niveau urbains et de l'électrification de cette section ne permettent pas d'envisager son emprunt par d'autres circulations que celle du tram-train actuellement en service.

→ Problématique des systèmes en place actuellement

La ligne étant dédiée à la circulation du tram-train, les équipements choisis sont adaptés à cette situation et devraient être repris en majeure partie pour permettre l'acceptation d'un matériel TER conventionnel. En d'autres termes, les équipements de la ligne, et en particulier la signalisation, devraient être remis aux standards du RFN.

→ Problématique de la gare de Nantes

L'accès à la gare de Nantes par la ligne de Châteaubriant permet uniquement d'accéder de manière performante aux 4 voies 52 à 55 en impasse côté Est, l'accès aux autres voies de la gare occasionnant des cisaillements dommageables pour l'exploitation.

En cas d'introduction de nouvelles missions sur la ligne Nantes - Châteaubriant, se poserait la question de la capacité d'accueillir ces trains en gare de Nantes, étant donné que les voies 54 et 55 sont nécessaires pour le tram-train et que les voies 52 et 53 sont utiles pour la gestion de certaines missions TER et TGV terminus.

4. SITUATIONS DE PROJET

4.1 Méthodologie

4.1.1 Principes généraux

Le chapitre précédent présente les optimisations envisageables à tracé constant et aboutit à des performances insuffisantes (temps de parcours supérieur au temps actuel entre Nantes et Rennes via Saint-Nicolas de Redon). Les solutions pour aller au-delà sont de deux types :

- ripage des courbes constituant les principaux puits de vitesse,
- création de sections de ligne nouvelle doublant le réseau existant en recherchant une vitesse cible de 220 km/h, ces aménagements étant analysés sur des secteurs non réhabilitables en termes d'insertion technique et environnementale.

Pour les ripages de courbes, les impacts sur les équipements existants sont similaires à ceux présentés pour les relèvements par reprise de dévers dans le point 3.1.

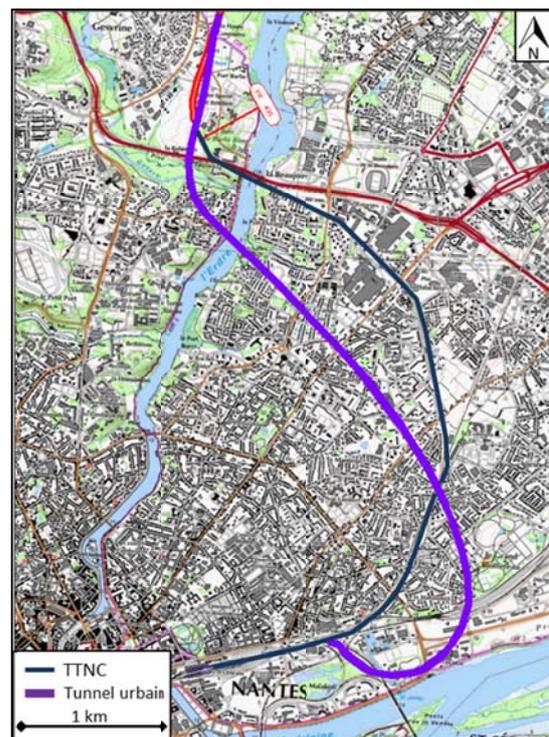
Au-delà de l'amélioration des temps de parcours, chacune des solutions est analysée en termes de capacité. Il est recherché un à deux sillons par heure entre Nantes et Rennes en complément de l'offre actuelle sur cet axe.

4.1.2 Connexion à la gare de Nantes

Au vu de l'état des lieux posé, il est proposé d'exclure l'utilisation de la section urbaine Doulon - Babinière du champ des possibles pour l'élaboration de scénarios de projet, qui devront alors intégrer un itinéraire alternatif pour rejoindre la gare de Nantes. En effet, à partir de la gare de la Babinière, section urbaine, l'exploitation est réalisée en mode tram. Cette section finale jusqu'à la gare de Nantes ne peut pas être circulée par un matériel TER standard, et les adaptations extrêmement lourdes à réaliser relèvent de l'infaisabilité (ou non-acceptabilité). Elle ne fait ainsi pas l'objet d'études d'optimisation, mais donne lieu à la recherche d'une solution en tunnel (qui serait dédié aux circulations ferroviaires TER).

Le pré-tracé esquissé pour le tunnel urbain est présenté ci-après. La courbe réalisée à proximité de la Loire permet une vitesse de circulation à V140.

Ce tunnel, d'une longueur de 7,5 km, apte à 140 km/h, se branche à 100 m en talon de la bifurcation de Bordeaux, sur les voies « Clisson ». Un profil en long en cuvette, avec pente de 25 mm/m depuis Babinière sur 2 km, et rampe de 25 mm/m sur 1,5 km à l'autre extrémité, permet de passer sous l'Erdre et sous les voies du complexe ferroviaire de Blottereau.



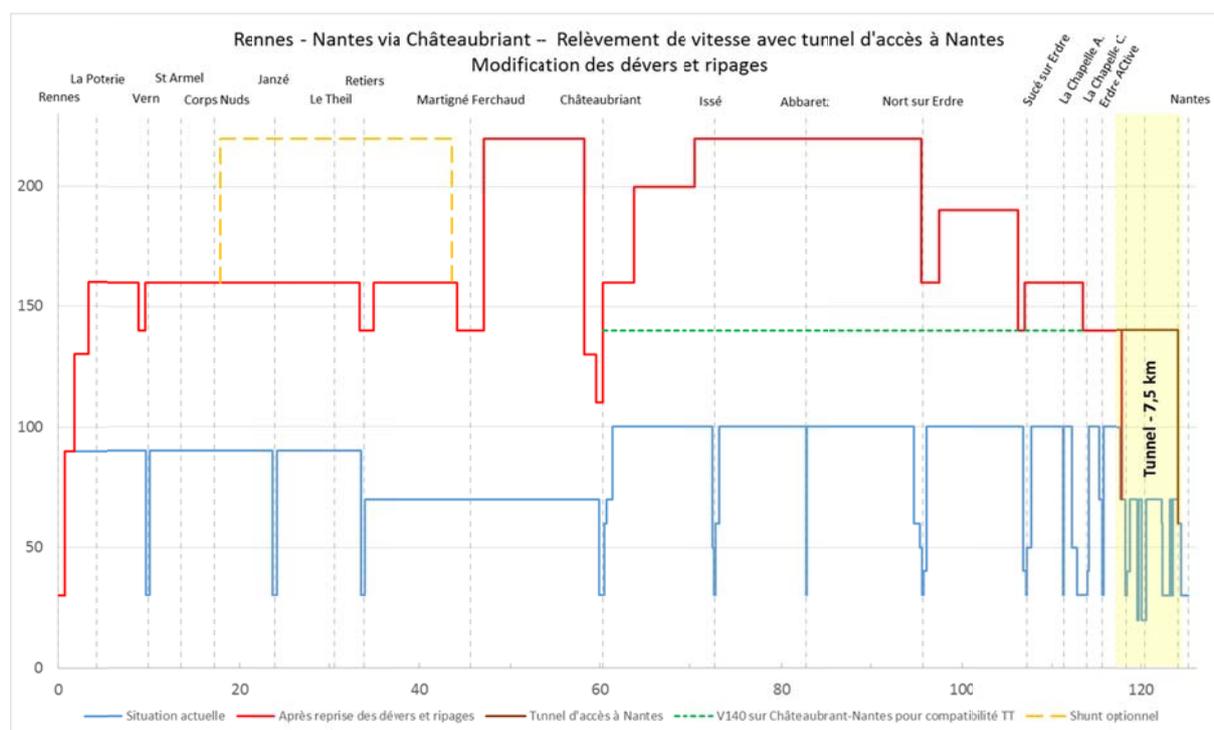
4.1 Consistance des scénarios

Pour atteindre des vitesses au-delà du polygone avec relèvements des dévers, des corrections des rayons de courbure (ou ripages) sont nécessaires.

Dans certains secteurs, de nombreuses courbes sont à corriger (par ripage) pour atteindre une vitesse supérieure, même modérée – comme entre Rennes et Retiers. Les enjeux d’insertion rendent difficiles des relèvements au-delà de V160.

A l’inverse, dans d’autres secteurs, la reprise de quelques courbes seulement permet de relever la vitesse sur des sections longues, comme entre la sortie de Châteaubriant et Sucé-sur-Erdre. Par ailleurs, l’atteinte de vitesses élevées est possible du fait des faibles contraintes d’insertion au droit des ripages à réaliser.

Pour la recherche de shunts, un secteur a semblé tout à fait pertinent : la section Vern – Martigné-Ferchaud, où les relèvements ont dû être plafonnés à V160 pour des questions d’insertion. En raison de ces mêmes enjeux d’insertion, ce n’est qu’après Corps-Nuds que la réalisation d’un raccordement semble réaliste. Au sud, au vu de la configuration de la ligne, se raccorder en aval de Martigné-Ferchaud semble une option à écarter, puisqu’il y aurait un impact environnemental important. Le puits de vitesse de Martigné-Ferchaud est donc maintenu.



4.2 Description des scénarios

Secteur	Aménagements	Technique	Coût	Temps de parcours	Environnement
Rennes – Martigné-Ferchaud	Reprise de l'existant (Pk 58 au Pk 15)	<ul style="list-style-type: none"> - Renouveaulement voie/ballast + renforcement de la plateforme - Renouveaulement complet de la signalisation (BAL ou BAPR220) - Electrification de la ligne - Reprise de 6 appareils de voie - Reprise complète de 8,5 km de courbes - Relèvement des dévers de 4,5 km de courbes 	150 M€ <i>Dont 100M€ au droit du shunt proposé</i>	A définir, sachant que le gain total est de l'ordre de 45 minutes	Les solutions techniques proposées permettent dans l'ensemble d'éviter les enjeux majeurs et très forts du territoire.
	Shunt (Pk 42,5 à 16,8)	Réalisation d'un shunt en voie unique à V220 de 25,86 km en lieu et place de 25,7 km de modernisation de l'existant	180 M€	Gain additionnel de 2'30"	
Martigné-Ferchaud – Nort-sur-Erdre	Reprise de l'existant (Pk 15 au Pk 0 puis de Pk 492 au Pk 456)	<ul style="list-style-type: none"> - Renouveaulement voie/ballast + renforcement de la plateforme jusqu'à Châteaubriant - Reprise de l'épaisseur de ballast et des traverses à partir de Châteaubriant - Electrification de la ligne jusqu'à Châteaubriant - Renouveaulement complet de la signalisation (BAL ou BAPR220) - Suppression de 17 PN (36 km relevés au-delà de 160 km/h) - Aménagements en gare de Châteaubriant, Issé et Abbaretz - Reprise de 5 appareils de voie - Reprise complète de 7,5 km de courbes - Relèvement des dévers de 3,5 km de courbes 	360 M€	A définir, sachant que le gain total est de l'ordre de 45 minutes	Les solutions techniques proposées permettent dans l'ensemble d'éviter les enjeux majeurs et très forts du territoire. Vigilance au niveau de la suppression de deux PN dans le périmètre de protection éloignée de captage AEP
Nort-sur-Erdre – Nantes	Reprise de l'existant (Pk 456 au Pk 429)	<ul style="list-style-type: none"> - Reprise de l'épaisseur de ballast et des traverses - Renouveaulement complet de la signalisation (BAL ou BAPR220) - Suppression de 4 PN (5,5 km relevés au-delà de 160km/h) - Reprise de 4 appareils de voie - Reprise complète de 0,5 km de courbes - Relèvement des dévers de 6,5 km de courbes 	80 M€	A définir, sachant que le gain total est de l'ordre de 45 minutes	Les solutions techniques proposées permettent dans l'ensemble d'éviter les enjeux majeurs et très forts du territoire.
	Tunnel urbain (Pk 436 à 429)	<ul style="list-style-type: none"> - Réalisation d'un tunnel en voie unique de 7,5 km de longueur, circulaire à V140 - Passage sous l'Erdre et raccordement à la ligne Nantes-Bordeaux - Proximité de la Loire à l'approche de Nantes (enjeu en cas d'inondation) 	250 M€	Gain additionnel de 6'30"	Traversée de l'Erdre, passage sous monuments historiques, Natura 2000 et ZNIEFF I Passage en périmètre de protection rapprochée de captage AEP

Le détail de ces zones d'aménagement est présenté en annexe 1.

4.3 Analyse capacité / exploitation

Performances en temps de parcours

Le temps de parcours Rennes - Nantes (avec arrêt ou non à Châteaubriant) a été calculé pour chaque scénario avec les hypothèses suivantes :

- Matériel apte à 220 km/h ;
- Marge de régularité de 4,5 min / 100 km.

Le tableau ci-dessous synthétise les résultats des calculs menés.

Rennes - Châteaubriant			Nantes-Châteaubriant			Temps résultant Rennes-Nantes	
						Sans arrêt	Avec arrêt (2 min) à Châteaubriant
Situation relèvement de vitesse par modification des dévers et ripage de la voie	BAPR / BAL	00:27:30	Situation relèvement de vitesse par modification des dévers et ripage de la voie - VL 140 pour mixité avec tram-train - Accès à Nantes en urbain	Modification systèmes	00:39:30	01:07:00	01:10:30
				Modification des dévers et ripages			
	Modification des dévers et ripages	00:27:30	Situation relèvement de vitesse par modification des dévers et ripage de la voie - Accès à Nantes en urbain	Modification systèmes	00:33:30	01:01:00	01:04:30
				Modification des dévers et ripages			
	Modification des dévers et ripages	00:27:30	Situation relèvement de vitesse par modification des dévers et ripage de la voie - VL 140 pour mixité avec tram-train - Accès à Nantes par tunnel	Modification systèmes	00:33:00	01:00:30	01:04:00
				Modification des dévers et ripages			
Modification des dévers et ripages	00:27:30	Situation relèvement de vitesse par modification des dévers et ripage de la voie - Accès à Nantes par tunnel	Modification systèmes	00:27:00	00:54:30	00:58:00	
			Modification des dévers et ripages				

Le temps de parcours de référence entre Nantes et Rennes via Redon est de 1h14 et l'objectif du projet de liaisons nouvelles Ouest Bretagne - Pays de la Loire sur cette relation est d'offrir une liaison rapide et cadencée. Dès lors, dans la poursuite de l'analyse, il a été privilégié les scénarios les plus performants à savoir :

- Relèvement de vitesse par modification des dévers et ripage de la voie, accès à Nantes par tunnel,
- Relèvement de vitesse par modification des dévers et ripage de la voie, accès à Nantes par tunnel, plafond de vitesse à 140 km/h sur Nantes-Châteaubriant.

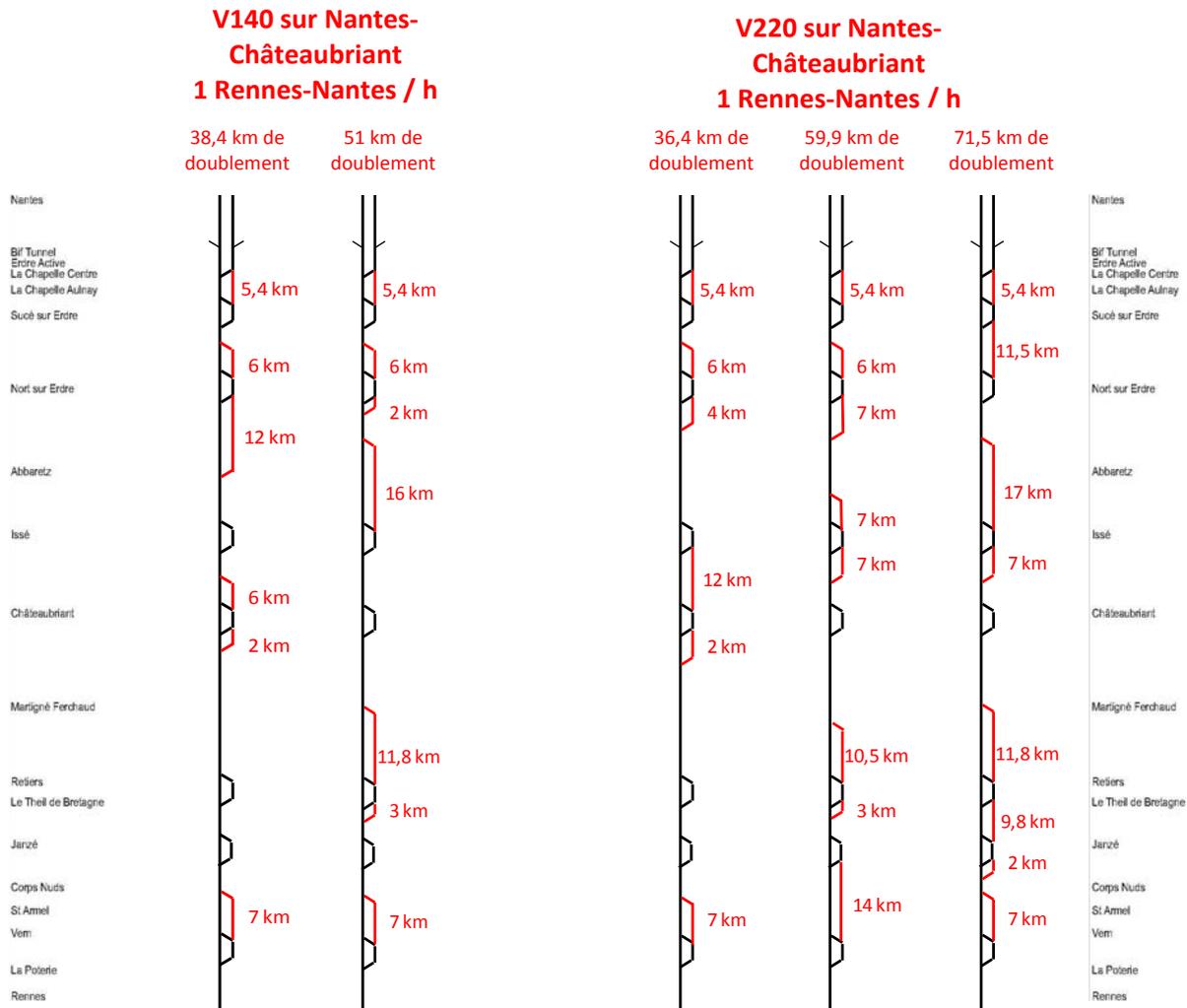
A ce stade d'étude et compte tenu de la complexité de l'insertion à Nantes, les études techniques se basent sur une section en tunnel systématique entre Babinière et Nantes (scénarios surlignés dans le tableau ci-dessus).

Analyse capacitaire

L'hypothèse de service retenu distingue deux schémas d'offre sur Rennes-Nantes : un ou deux sillons par heure et par sens, correspondant à une fréquence maximale à l'heure ou à la demi-heure. L'analyse capacité / exploitation a conduit à identifier la mise en œuvre de sections à double voie suivant ces schémas d'offre.

1 sillon Rennes-Nantes

Pour la définition des aménagements nécessaires, plusieurs hypothèses de construction horaires ont été testées. Il en résulte les linéaires suivants d'aménagement offrant plus ou moins de souplesse dans l'exploitation et la construction horaire.



Quelle que soit la solution technique retenue, les aménagements les moins ambitieux en double voie (38,4 et 36,4 km) induisent de fortes contraintes d'exploitation, en conservant notamment la majorité des points de croisement statiques en gare entre Rennes et Châteaubriant.

2 sillons Rennes-Nantes

Sous réserve de la réalisation d'un nombre d'aménagements capacitaires conséquents (de 73 à près de 83 km de voie double ou triple), il est possible sur le plan de la capacité d'insérer deux sillons Rennes-Nantes par heure et par sens au sein des grilles Tram-Train Nantes-Châteaubriant et TER périurbain Rennes-Châteaubriant.

Vu le peu de sections restant à une seule voie, il pourrait s'avérer judicieux d'envisager une mise à double voie intégrale de l'axe, complétée par une ou plusieurs sections à 3 voies en fonction du positionnement horaire retenu.

Nota bene : les aménagements complémentaires à réaliser dans les gares pour y maintenir les fonctions de terminus actuelles (Sucé-sur-Erdre, Nort-sur-Erdre, Châteaubriant, Retiers et Janzé) n'ont pas été examinés à ce stade d'étude.

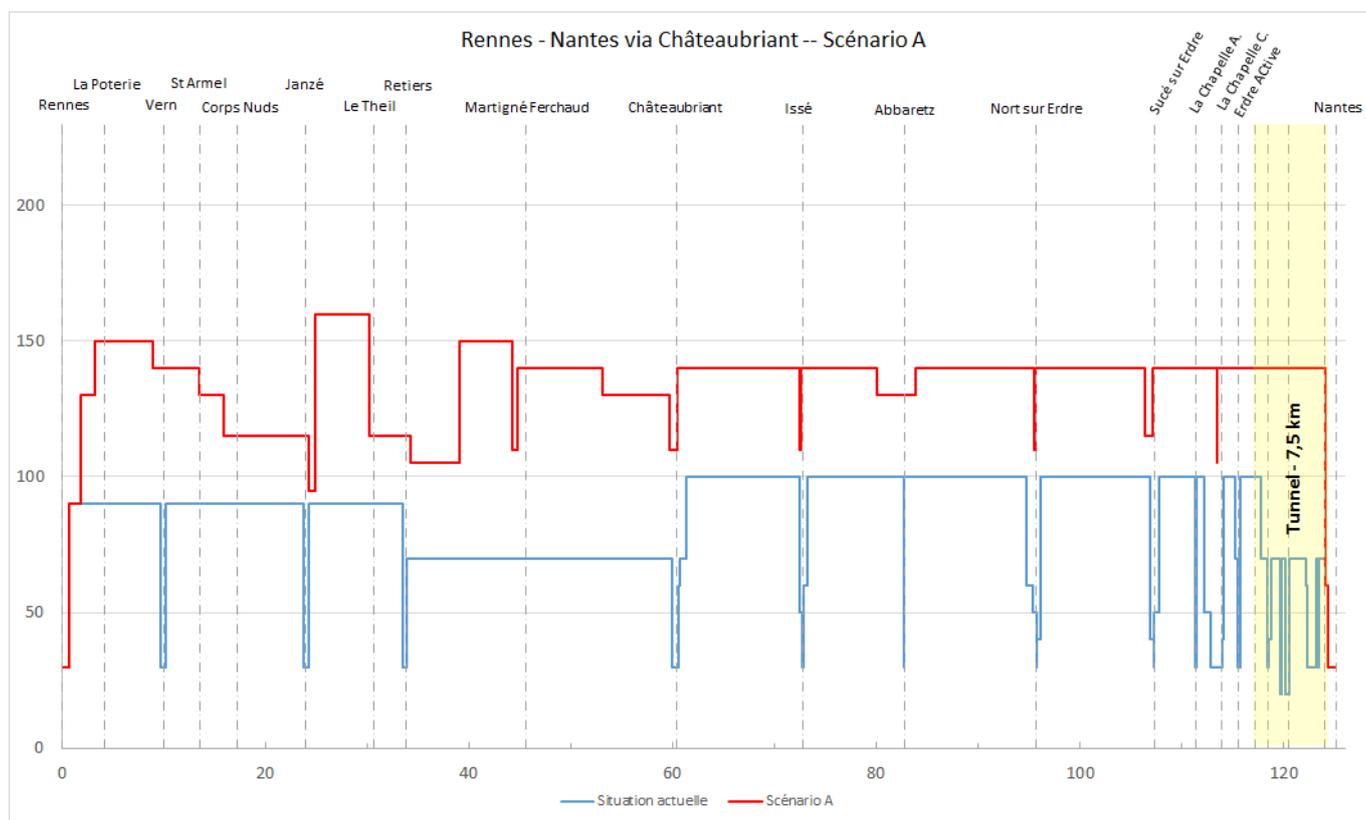
4.4 Synthèse - Scénarios

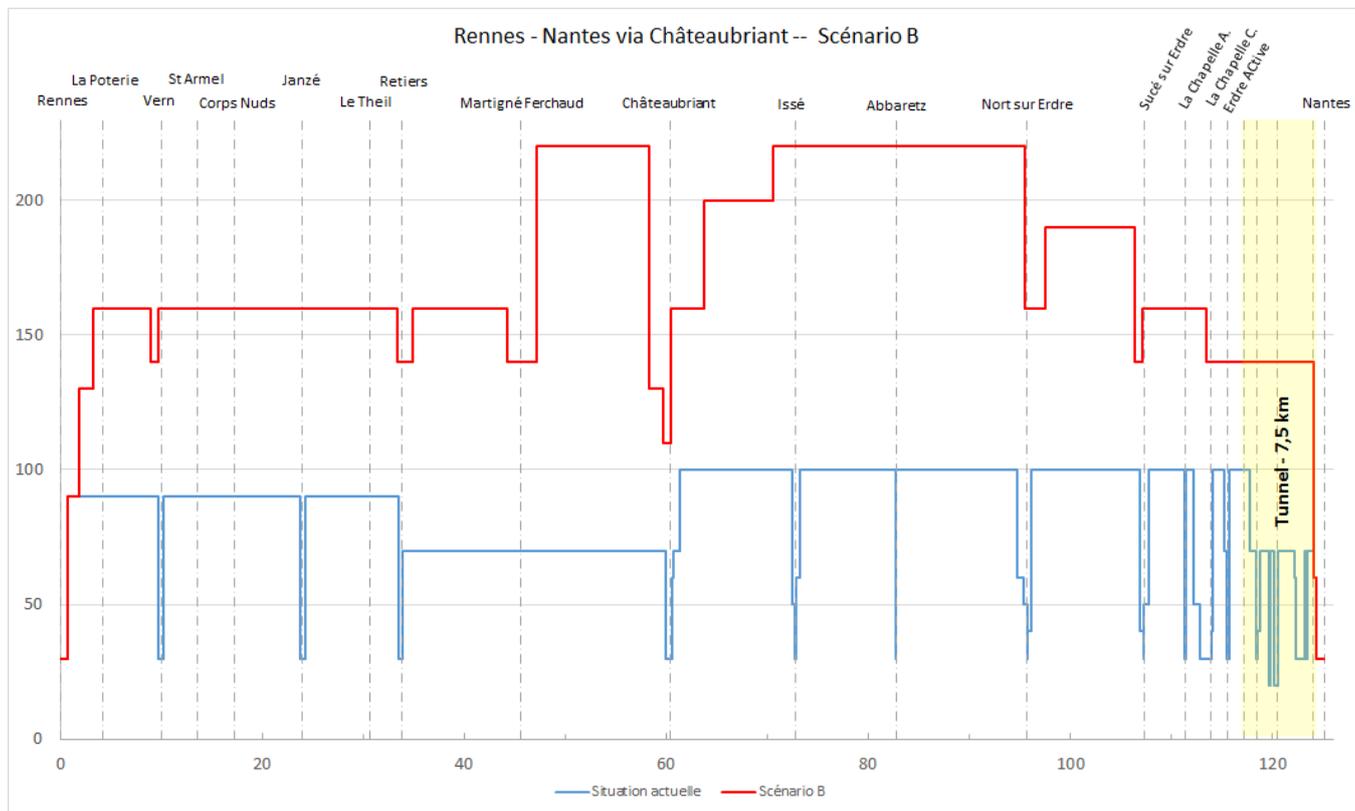
4.4.1 Scénarios envisagés

Les deux scénarios retenus permettant d'offrir deux schémas d'offre contrastés tant en temps de parcours qu'en fréquences, sont :

- **Scénario A** = Relèvement de vitesse par aménagement de la voie dans les emprises, accès à Nantes par tunnel, plafond de vitesse à 140 km/h sur Nantes-Châteaubriant pour une fréquence Rennes-Nantes par heure ;
- **Scénario B** = Relèvement de vitesse par modification des dévers et ripage de la voie y compris en dehors des emprises, accès à Nantes par tunnel, relèvements jusqu'à 220 km/h y compris Nantes-Châteaubriant, pour deux fréquences Rennes-Nantes par heure.

Les performances en termes de vitesse maximale sont les suivantes pour les deux scénarios :





Il en résulte les chiffrages estimatifs suivants :

	Scénario A Aménagement de la voie dans les emprises V140 sur Nantes / Châteaubriant 1 Rennes-Nantes / heure			Scénario B Modification de dévers et ripages hors des emprises V220 sur Nantes / Châteaubriant 2 Rennes-Nantes / heure		
	Linéaire	Coût CE 01/12	Temps Rennes- Nantes	Linéaire	Coût CE 01/12	Temps Rennes- Nantes
Modernisation du réseau existant		200 M€			600 M€	
Tunnel urbain arrivée à Nantes	7,5 km	250 M€		7,5 km	250 M€	
Voies ajoutées (double / triple)	38,4 km	320 M€		95,0 km	770 M€	
TOTAL		770 M€	1h07		1 620 M€	0h55

Réserves sur les chiffrages

Les estimations présentées correspondent à un niveau d'études très amont, qui implique un degré important d'incertitude, notamment sur les paramètres suivants : entraxe des voies, conditions de réalisation (impact sur l'exploitation), foncier nécessaire... Une forte variation du coût est possible en particulier pour les travaux de mise à deux ou trois voies.

Par ailleurs, concernant le scénario A, le linéaire de double voie estimé de 38,4 km constitue une fourchette basse qui induit de fortes contraintes sur l'exploitation. Un linéaire de 60 à 72 km permettrait d'offrir davantage de souplesse, ce qui induirait un surcoût de l'ordre de 200 à 300 M€.

4.4.2 Scénarios alternatifs

Scénario A à 2 sillons Rennes-Nantes

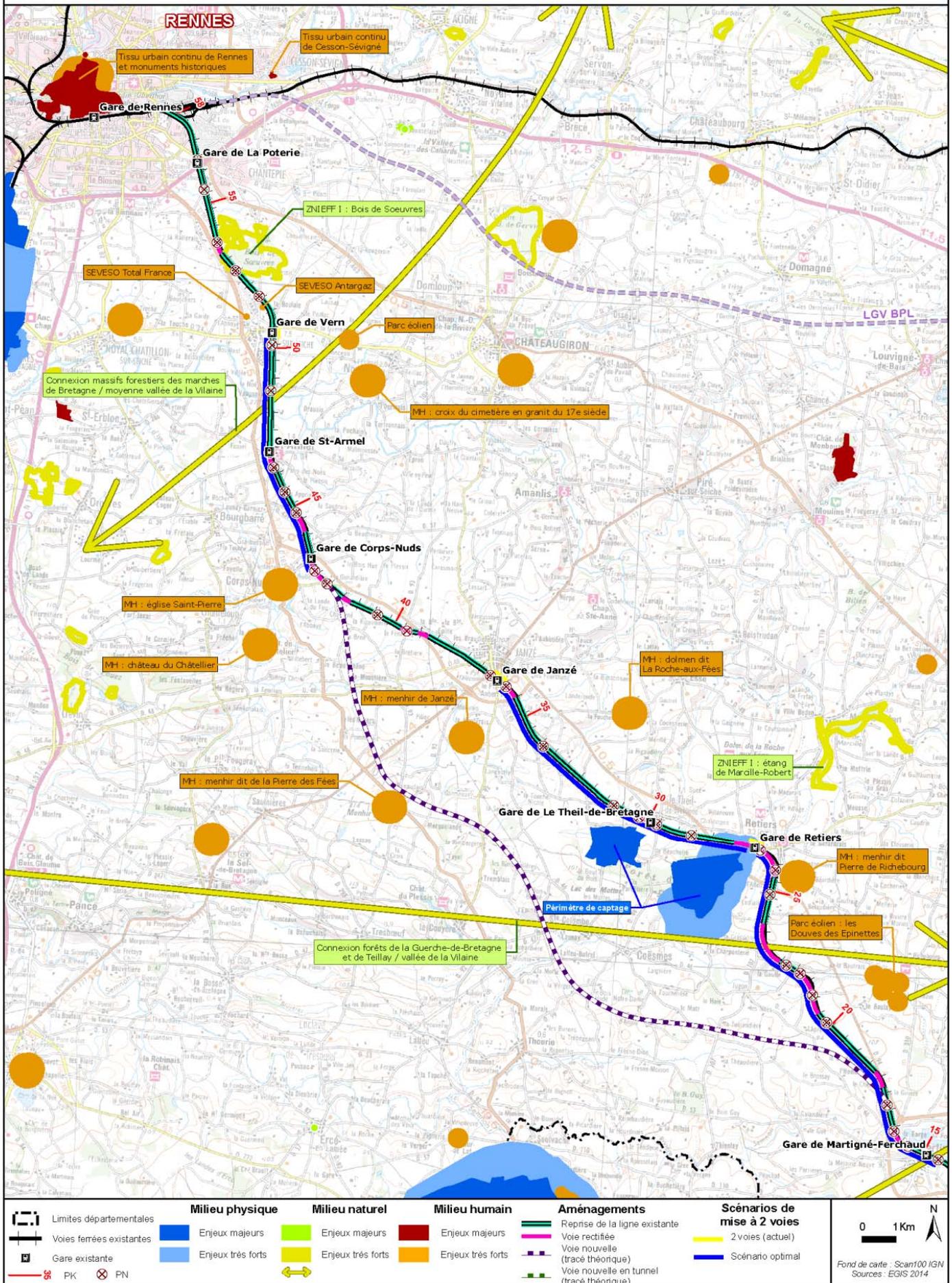
Le passage d'une offre à deux sillons par heure et par sens nécessite un linéaire de double et triple voie de 83 km. Par rapport aux estimations indiquées précédemment, le surcoût serait de l'ordre de 380 M€, pour un coût total du scénario A à 2 sillons Rennes-Nantes de l'ordre de 1 050 M€.

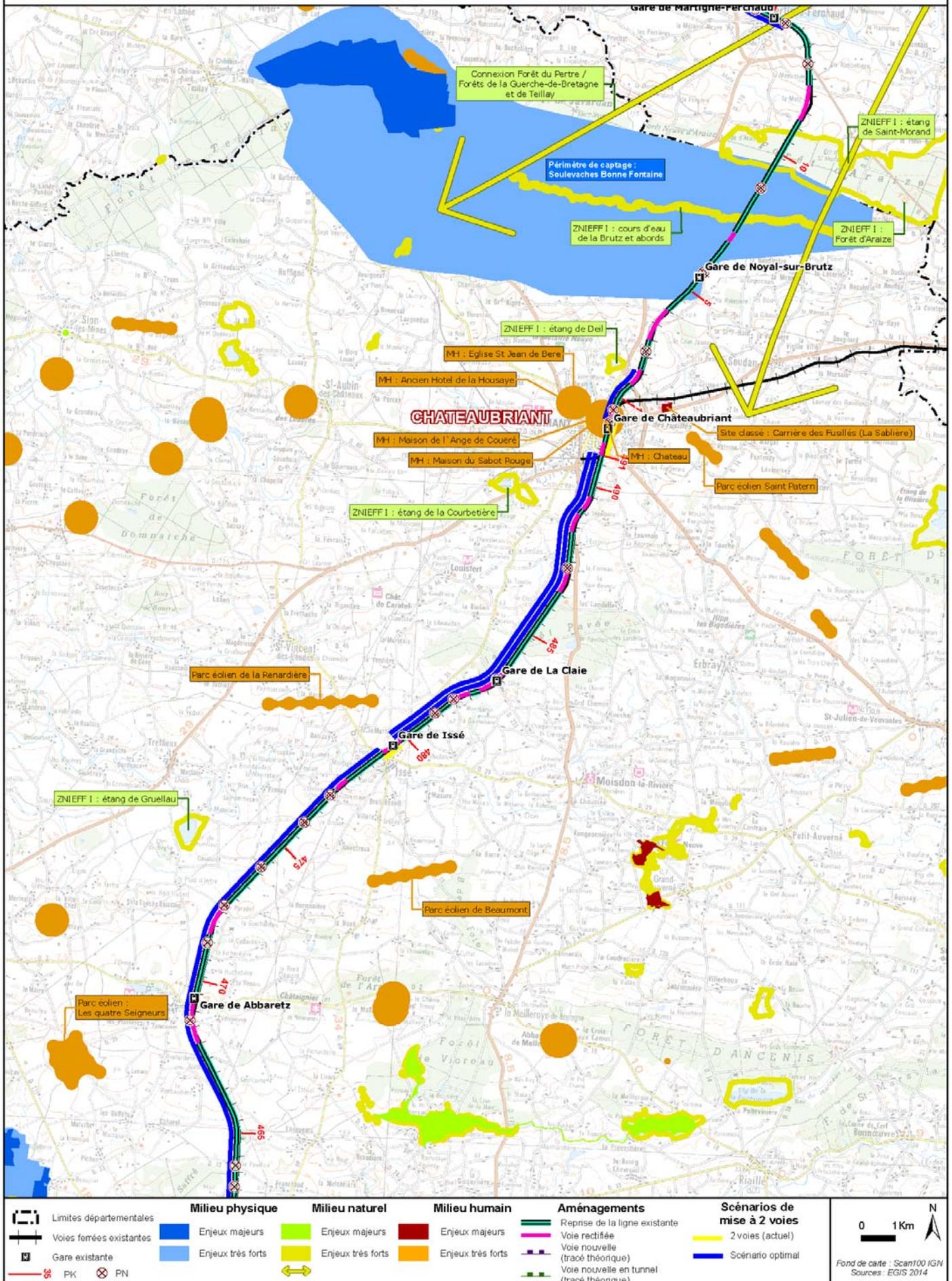
Gains de temps complémentaires – Shunt de Retiers

Sur la section Rennes-Châteaubriant, les études techniques ont identifié la possibilité de réaliser un shunt de 25,7 km au niveau de Retiers. Cet aménagement estimé à 180 M€, permettrait de gagner 2 min et 30 s supplémentaires. Il engendre par ailleurs l'économie de 70 à 100 M€ d'aménagements de la ligne existante sur la même section. La résultante pour la scénario A est donc un surcoût de 110 M€ et de de 80 M€ pour le scénario B.

En revanche, ce type d'aménagement alternatif n'a pas été étudié sous l'angle capacité et exploitation. Il est susceptible de modifier substantiellement le linéaire de double voie nécessaire aussi bien pour le scénario A que pour le scénario B.

ANNEXE 1 : CARTOGRAPHIE





**Liaisons Nouvelles
Ouest-Bretagne – Pays de la Loire
Bilans socio-économiques**

Scénarios sans l'AGO
demandés par les Experts Indépendants

SOMMAIRE

1. LES SCENARIOS	3
2. RÉSULTATS GÉNÉRAUX DES BILANS	4
3. BILANS PAR ACTEURS.....	5
3.1. BILAN DES CLIENTS DU FER	6
3.2. BILAN DES TIERS	7
3.3. BILAN DU SECTEUR FERROVIAIRE (TRANSPORTEURS, RFF).....	8
3.4. BILAN DES AUTRES TRANSPORTEURS OU GESTIONNAIRES D'INFRASTRUCTURES.....	9
3.5. BILAN DE LA PUISSANCE PUBLIQUE	10

OBJET DE LA NOTE

Dans le cadre des études préalables au débat public des Liaisons nouvelles Ouest-Bretagne – Pays de la Loire (LNOBPL), les Experts indépendants ont demandé de tester des scénarios qui ne desserviraient pas le futur Aéroport du Grand-Ouest (AGO).

La présente note présente les bilans socio-économiques des scénarios dont l'évaluation a fait l'objet d'études complètes de trafic et de bilans socio-économiques (BSE).

Les résultats sont mis en regard de ceux de scénarios de base pour illustrer les variations.

Les valeurs monétaires sont exprimées en M€ 2012. Les valeurs actualisées nettes (VAN) sont calculées à l'année 2019 et, sauf mention contraire, après application du COFP.

1. LES SCENARIOS

1.1. COUTS DES SCENARIOS DE RFF SANS DESSERTE DE L'AGO

Réseau ferré de France a fourni dans le cadre de cette analyse le coût des scénarios portés au débat public sans desserte de l'AGO :

Scénarios DMO	MAUVE	BLEU		VERT	
		Nord Vilaine	Sud Vilaine	Nord Vilaine	Sud Vilaine
Nom des scénarios dans les études	D	A1	B1	C3	C1
Coût du scénario RFF (avec desserte AGO)	4 100 M€	3 100 M€	3 650 M€	5 000 M€	5 550 M€
Coût sans desserte de l'AGO	3 700 M€	2 900 M€	3 450 M€	4 800 M€	5 350 M€

Pour les scénarios Bleu et Vert l'économie liée à la non desserte de l'AGO correspond à la gare et à ses accès pour un total de 200 M€.

Pour le scénario Mauve, la section de ligne nouvelle desservant au passage l'aéroport n'est pas réalisée mais en compensation des relèvements de vitesse sont prévus entre Couëron et Savenay. L'économie de la non desserte de l'AGO est de 400 M€.

1.2. SCENARIOS TESTES

Deux familles de scénario ont été imaginées, qui consistent en des adaptations de scénarios de base avec AGO étudiés précédemment.

Suivant les mêmes tracés de ligne que ceux du scénario A1, trois scénarios sont définis :

- A7 : infrastructure identique à celle du scénario A1, mais sans arrêt à l'AGO : ce scénario permet de gagner 5 minutes sur le trajet Rennes – Nantes (scénario de la famille « bleue »)
- A9 : identique au scénario A7, mais avec une infrastructure moins performante entre Redon et Nantes (V200 au lieu de V250), ce qui fait reperdre 5 minutes et revient au temps de parcours de A1 (scénario de la famille « bleue »).
- S2 : l'infrastructure est identique à A1 sauf le tronçon Redon – Nantes via l'AGO qui est supprimé et remplacé par des aménagements sur place de la ligne existante (scénario de la famille « bleue-mauve »)

Par rapport au scénario D1 qui prévoit essentiellement des aménagements sur place, mais aussi un tronçon de ligne nouvelle pour desservir l'AGO, un scénario alternatif est défini :

- D3 : même infrastructure que D1, sauf le tronçon de desserte de l'AGO qui est remplacé par des aménagements de la ligne existante entre Nantes et Savenay ;

Les résultats des scénarios A7, A9 et S2 sont présentés en regard de ceux du scénario A1.

Les résultats du scénario D3 sont présentés en regard de ceux du scénario D1.

2. RÉSULTATS GÉNÉRAUX DES BILANS

Le tableau ci-après présente les indicateurs synthétiques de rentabilité socio-économique des scénarios.

Tableau 1 : Indicateurs synthétiques des bilans socio-économiques

	Indicateur / Scénario	A1	A7	A9	S2
AVEC COFP	TRI	3,9%	3,0%	2,8%	3,7%
	Bénéfice actualisé en 2029 en M€ de 2012	735	-639	-913	204
	Bénéfice actualisé par euro investi	0,12	-0,12	-0,17	0,05
	Taux de rentabilité immédiate	2,3%	1,7%	1,5%	2,3%
SANS COFP	TRI	4,8%	3,9%	3,7%	4,5%
	Bénéfice actualisé en 2029 en M€ de 2012	1 884	526	252	1 042
	Bénéfice actualisé par euro investi	0,40	0,12	0,06	0,32
	Bénéfice actualisé par euro public dépensé	0,47	0,13	0,06	0,37
	Taux de rentabilité immédiate	3,0%	2,3%	2,1%	2,9%

	Indicateur / Scénario	D1	D3
AVEC COFP	TRI	2,3%	1,9%
	Bénéfice actualisé en 2029 en M€ de 2012	-2 322	-2 885
	Bénéfice actualisé par euro investi	-0,29	-0,41
	Taux de rentabilité immédiate	1,3%	1,0%
SANS COFP	TRI	3,1%	2,6%
	Bénéfice actualisé en 2029 en M€ de 2012	-707	-1 359
	Bénéfice actualisé par euro investi	-0,11	-0,24
	Bénéfice actualisé par euro public dépensé	-0,13	-0,26
	Taux de rentabilité immédiate	1,7%	1,4%

Parmi les scénarios alternatifs testés, seul S2 reste rentable du point de vue socio-économique.

3. BILANS PAR ACTEURS

La ventilation du bénéfice actualisé entre les familles d'acteurs est présentée dans le tableau ci-après.

Tableau 2 : Ventilation entre acteurs du bénéfice actualisé en M€₂₀₁₂ (avec COFP)

Acteur	A1	A7	A9	S2
Clients du fer	4 613	3 140	2 957	2 616
Tiers	382	276	235	215
Acteurs du secteur ferroviaire (GI ^(a) , transporteur)	656	737	672	802
Acteurs routiers	-59	-37	-34	-36
Acteurs aériens	-109	-10	-9	-10
Puissance publique (AOT, fiscalité)	71	-238	-303	-40
Sous-total = Bilan des acteurs	5 554	3 869	3 518	3 546
Investissement	-5 895	-5 515	-5 420	-4 089
Valeur résiduelle	1 076	1 007	990	747
Total = bénéfice actualisé	735	-639	-913	204

Acteur	D1	D3
Clients du fer	3 590	2 449
Tiers	322	209
Acteurs du secteur ferroviaire (GI ^(a) , transporteur)	545	705
Acteurs routiers	-48	-24
Acteurs aériens	-103	-8
Puissance publique (AOT, fiscalité)	-177	-464
Sous-total = Bilan des acteurs	4 129	2 867
Investissement	-7 892	-7 036
Valeur résiduelle	1 441	1 285
Total = bénéfice actualisé	-2 322	-2 885

(a) GI : Gestionnaire d'infrastructure

Pour tous les scénarios alternatifs, les avantages liés à l'AGO disparaissent par construction.

Les bilans des acteurs des scénarios A7, A9 et S2 évoluent dans une fourchette étroite, entre 3,5 et 3,8 MM€; le coût d'investissement, qui varie de 4,1 à 5,5 MM€, est le facteur discriminant qui explique les écarts de rentabilité globale.

Le scénario D3 (sans AGO) est moins bon que le D1 (avec AGO) malgré un plus faible investissement initial.

3.1. BILAN DES CLIENTS DU FER

Le bilan des clients du fer reflète le différentiel de coût généralisé de transport pour les usagers du train, anciens et nouveaux. Il tient compte des coûts monétaires (prix des billets de train et d'avion, coût d'utilisation de la voiture particulière) et non monétaires (valeur du temps, qualité de service en termes de fréquences, de correspondances et de régularité).

Tableau 3 : Avantages des voyageurs

Famille de voyageurs	A1	A7	A9	S2
Anciens clients des TC	2 352	2 495	2 352	2 129
Détournés de la voiture	2 155	525	499	434
Détournés de l'avion	25	23	25	22
Voyageurs Induits (a)	81	97	81	31
Total = bilan des voyageurs	4 613	3 140	2 957	2 616

(a) Induits : Voyageurs qui, en l'absence du projet LNOBPL, ne se seraient pas déplacés, ou déplacés moins souvent

Famille de voyageurs	D1	D3
Anciens clients des TC	1 832	2 000
Détournés de la voiture	1 705	376
Détournés de l'avion	16	17
Voyageurs Induits (a)	38	56
Total = bilan des voyageurs	3 590	2 449

Les avantages des scénarios A7, A9 et S2 sont inférieurs à ceux de A1, essentiellement en raison de la disparition des avantages liés à l'AGO. Le scénario A7 est meilleur que A9 car le temps de parcours entre Redon et Nantes est plus court. Le scénario S2 est le moins avantageux, car les temps de parcours sont les plus élevés entre Redon et Nantes.

Le scénario D3 (sans AGO) est moins bon que le D1 (avec AGO) essentiellement en raison de la disparition des avantages liés à l'AGO.

Pour les voyageurs qui utiliseraient déjà les transports en commun en l'absence de LNOBPL, les avantages apportés par le projet sont les suivants :

Tableau 4 : Composition des avantages des voyageurs utilisateurs du train en l'absence de LNOBPL en M€2012 (valeur positive : avantage ; valeur négative : coût additionnel)

Indicateur	A1	A7	A9	S2
Gains de temps pur	1 945	2 038	1 945	1 800
Effet fréquence	472	429	472	248
Régularité	307	307	307	307
Accroissement des correspondances et des rabattements	-84	6	-84	57
Augmentation du prix du billet	-313	-310	-313	-304
Détournés des TER vers les GL	25	25	25	20
Total = bilan des voyageurs utilisant les TC en l'absence de LNOBPL	2 352	2 495	2 352	2 129

Indicateur	D1	D3
Gains de temps pur	1 329	1 511
Effet fréquence	428	435
Régularité	308	307
Accroissement des correspondances et des rabattements	-35	-48
Augmentation du prix du billet	-220	-227
Détournés des TER vers les GL	22	23
Total = bilan des voyageurs utilisant les TC en l'absence de LNOBPL	1 832	2 000

3.2. BILAN DES TIERS

Le bilan des tiers dépend directement des volumes de trafics reportés de la voiture ou de l'avion vers le train : réduction des accidents de la route, diminution des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre, réduction de la congestion routière. Le projet permet également de réduire les risques et les coûts liés aux passages à niveau : les circulations de trains sur les lignes classiques diminueront, ce qui réduira les interférences avec le trafic routier (pas de passages à niveau sur ligne nouvelle).

Tableau 5 : Composition des avantages des tiers

Indicateur	A1	A7	A9	S2
Sécurité	111	36	31	24
Pollution	12	11	10	8
Effet de serre	131	98	88	76
Congestion	70	59	48	48
Passages à niveau	59	72	59	59
Total = bilan des Tiers	382	276	235	215

Indicateur	D1	D3
Sécurité	100	30
Pollution	9	8
Effet de serre	107	76
Congestion	47	37
Passages à niveau	59	59
Total = bilan des Tiers	322	209

Les différences entre scénarios sont directement liées au niveau général des trafics, et en particulier de la prise en compte ou non de l'AGO.

3.3. BILAN DU SECTEUR FERROVIAIRE (TRANSPORTEURS, RFF)

Le bilan du secteur ferroviaire cumule les avantages et coûts des transporteurs ferroviaires ¹ (recettes commerciales, coûts d'exploitation, taxes et subventions des AOT pour les services régionaux) et ceux du gestionnaire d'infrastructure ferroviaire (coûts récurrents, fixes et marginaux : exploitation, entretien et renouvellement).

En ce qui concerne les TER, les écarts de coûts et de recettes sont strictement compensés par les subventions des AOT et sont donc sans effet sur le bilan du secteur ferroviaire.

Tableau 6 : Composition des avantages du secteur ferroviaire

Indicateur	A1	A7	A9	S2
Recettes clients TTC	2 304	1 993	1 875	1 706
Coûts d'exploitation des EF	-722	-545	-565	-312
Taxes	-235	-200	-189	-170
Subventions des AOT	-7	156	218	30
Coûts marginaux d'infrastructure	-127	-109	-110	-88
Coûts fixes d'infrastructure	-557	-557	-557	-364
Total = bilan des acteurs ferroviaires	656	737	672	802

¹ Les transporteurs sont également désignés sous le terme « Entreprises ferroviaires » (EF).

Indicateur	D1	D3
Recettes clients TTC	1 788	1 453
Coûts d'exploitation des EF	-803	-609
Taxes	-186	-148
Subventions des AOT	190	329
Coûts marginaux d'infrastructure	-132	-114
Coûts fixes d'infrastructure	-312	-205
Total = bilan des acteurs ferroviaires	545	705

Les coûts fixes d'infrastructure sont proportionnels à la longueur des lignes nouvelles. Les autres postes de ce bilan reflètent les niveaux de trafic (recettes) et / ou les schémas de service (coûts d'exploitation des trains, coûts marginaux d'infrastructure).

3.4. BILAN DES AUTRES TRANSPORTEURS OU GESTIONNAIRES D'INFRASTRUCTURES

Les acteurs routiers sont les sociétés d'autoroutes, qui perdent des recettes de péage en proportion du trafic reporté de la voiture vers le train ; les taxis qui perdent des recettes lorsque les voyageurs aériens de l'AGO se reportent sur le train pour accéder à l'aéroport (ou en revenant) ; les exploitants des navettes routières de desserte de l'AGO qui seront supprimées lors de la mise en service de LNOBPL.

Les acteurs aériens sont les compagnies aériennes, et les aéroports gestionnaires des parkings, qui perdent du trafic et des recettes en proportion du trafic reporté de l'avion vers le train.

Les écarts entre scénarios reflètent les prévisions de trafic, en particulier celles liées à l'AGO, y compris les effets sur les parkings, et les variations de prix aériens.

Tableau 7 : Composition des avantages des secteurs routiers et aériens

Indicateur	A1	A7	A9	S2
Acteurs routiers	-59	-37	-34	-36
Acteurs aériens	-109	-10	-9	-10
Total = bilan des acteurs routiers et aériens	-168	-47	-43	-46

Indicateur	D1	D3
Acteurs routiers	-48	-24
Acteurs aériens	-103	-8
Total = bilan des acteurs routiers et aériens	-151	-32

3.5. BILAN DE LA PUISSANCE PUBLIQUE

Ce bilan inclut les variations de taxes perçues sur les différentes activités de transport, les subventions versées par les AOT aux services ferroviaires et routiers, régionaux et départementaux (sans l'application du COFP afin de présenter des chiffres détaillés plus significatifs), et les variations de coût d'entretien des routes.

Les variations de taxes sur les secteurs routier, aérien et ferroviaire reflètent les prévisions de report modal vers le train.

Les subventions concernent les transports ferroviaires régionaux (TER), dont bénéficient les transporteurs ferroviaires, et les navettes routières de desserte de l'AGO. Les navettes de Rennes et Redon deviendront inutiles dans la situation avec projet LNOBPL et pourront être supprimées ; les AOT départementales bénéficieront alors d'une diminution du besoin de subventions. De même, les variations de recettes des transports urbains de Nantes (bus, tramway, Tram-train Nantes-aéroport du Grand Ouest) sont prises en compte pour évaluer les variations nettes de subventions des AOT concernées.

Le report modal de la voiture vers le train réduira le trafic routier et par conséquent les dépenses d'entretien du réseau non concédé à la charge de l'État et des collectivités territoriales.

Tableau 8 : Composition des avantages de la Puissance publique

Indicateur	A1	A7	A9	S2
Pertes sur Trafic Route + Air	-375	-248	-219	-178
Gains sur secteur ferroviaire	235	200	189	170
Subventions des AOT	148	-156	-218	-30
Entretien des routes	14	9	8	5
Total = bilan de la Puissance publique	23	-194	-240	-33

Indicateur	D1	D3
Pertes sur Trafic Route + Air	-315	-195
Gains sur secteur ferroviaire	186	148
Subventions des AOT	-49	-329
Entretien des routes	12	7
Total = bilan de la Puissance publique	-166	-368

Les écarts observés entre scénarios sont liés à la baisse générale des trafics et à la hausse des coûts routiers et aériens.

L'augmentation des subventions reflète deux phénomènes :

- Une variation du trafic ferroviaire se répercute directement sur les recettes des TER
- Dans le cas des scénarios avec AGO, la suppression des navettes aéroportuaires génère une économie substantielle ; cet avantage tombe si le train ne dessert pas l'AGO.

ANALYSE DE LA FAISABILITE ET DE L'OPPORTUNITE D'UNE LIAISON RENNES - NANTES VIA REDON

SYSTRA

**INGÉROP**
Conseil & ingénierie

TABLE DES MATIERES

1.	OBJET DE L'ANALYSE	3
2.	ETAT EXISTANT	4
2.1	PERFORMANCES	4
2.1.1	DE RENNES A REDON	4
2.1.2	DE REDON A SAVENAY	4
2.1.3	DE SAVENAY A NANTES	4
2.1.4	RELATION RENNES-NANTES	4
2.2	INFRASTRUCTURE	5
2.2.1	DE RENNES A REDON	5
2.2.2	DE REDON A NANTES	5
3.	QUELLES AMELIORATIONS ENVISAGEABLES DANS LES EMPRISES ACTUELLES ?	6
3.1	METHODOLOGIE	6
3.2	POTENTIALITE DE RELEVEMENT DE VITESSE DANS LES EMPRISES	7
3.2.1	PERFORMANCES	7
3.2.2	CONTRAINTES IDENTIFIEES	8
4.	SITUATIONS DE PROJET	9
4.1	METHODOLOGIE	9
4.2	CONSISTANCE DES SCENARIOS	10
4.3	ASSEMBLAGES POTENTIELS	11
5.	ANNEXES	15
5.1	CARTOGRAPHIE TECHNIQUE ET ENVIRONNEMENTALE	15
5.2	SYNTHESE DES AMENAGEMENTS POSSIBLES SUR RENNES-REDON	19
5.3	SYNTHESE DES AMENAGEMENTS POSSIBLES SUR REDON-NANTES	20
5.4	ASSEMBLAGES POSSIBLES DU SCENARIO BLEU-MAUVE	21

1. OBJET DE L'ANALYSE

Dans le cadre du Débat Public relatif au projet de Liaisons Nouvelles Ouest Bretagne - Pays de la Loire (LNOBPL), il est apparu nécessaire d'analyser les diverses hypothèses d'amélioration de la liaison Rennes - Nantes via Redon. La présente analyse a pour objectif d'en présenter les conditions d'amélioration :

- sous l'angle exploitation / capacité du réseau ferroviaire (SYSTRA),
- sous l'angle technique / environnemental (INGEROP).

2. ETAT EXISTANT

2.1 Performances

2.1.1 De Rennes à Redon

La ligne électrifiée à deux voies accueille de nombreux matériels roulants différents : TGV, ZTER sur les missions TER Intervilles, ZGC et Z2 sur les missions TER de Maillage Régional et Périurbaines.

Le trafic actuel d'un JOB (mardi) du SA 2014 sur la ligne est d'environ 40 trains de voyageurs (dont 10 TGV) et moins de 10 trains de fret par sens, soit un total d'environ 100 circulations deux sens confondus.

En période de pointe, la ligne accueille au plus 4 trains par heure et par sens, ce qui correspond toutefois à une consommation de capacité importante, du fait de l'hétérogénéité des circulations (circulations omnibus Rennes-Messac / Redon ; circulations sans arrêt TGV ou TER Intervilles).

2.1.2 De Redon à Savenay

La ligne électrifiée à deux voies accueille également des matériels variés TER : ZTER et BGC sur les missions TER Intervilles, ZGC, TER 2NNG et Z2 sur les missions TER de Maillage Régional et Périurbaines. On notera également la présence de rames Corail tractées Intercités (relation Bordeaux-Quimper).

Le trafic actuel d'un JOB (mardi) du SA 2014 sur la ligne est d'environ 20 trains de voyageurs et moins de 5 trains de fret par sens, soit un total d'environ 50 circulations deux sens confondus.

En période de pointe, la ligne accueille au plus 2 trains par heure et par sens, ce qui correspond toutefois à une consommation de capacité importante, du fait de la très grande longueur des cantons de BAPR (près de 10 km).

2.1.3 De Savenay à Nantes

La ligne électrifiée à deux voies accueille également des matériels variés TER : ZTER et BGC sur les missions TER Intervilles, ZGC, TER 2NNG et Z2 sur les missions TER de Maillage Régional et Périurbaines, ainsi que des TGV et des compositions Corail / BB 26000 Interloire s'échappant vers Saint-Nazaire.

Le trafic actuel d'un JOB (mardi) du SA 2014 sur la ligne est d'environ 40 trains de voyageurs et moins de 5 trains de fret par sens, soit un total d'environ 90 circulations deux sens confondus. S'y ajoutent les mouvements techniques TAGV entre le faisceau de Chantenay et la gare de Nantes, qui représentent environ 10 mouvements par sens.

En période de pointe, la ligne accueille au plus 5 trains commerciaux par heure et par sens, ce qui correspond toutefois à une consommation de capacité importante, du fait de l'hétérogénéité des circulations (circulations omnibus Nantes-Savenay ; circulations sans arrêt TGV ou TER Intervilles).

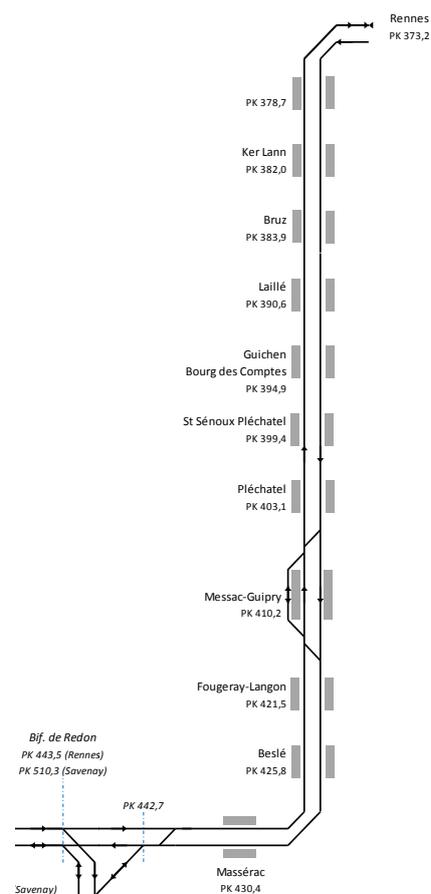
2.1.4 Relation Rennes-Nantes

La relation Rennes-Nantes la plus performante est effectuée sans desserte de Redon, en empruntant le raccordement de Saint-Nicolas-de-Redon, qui relie les lignes Rennes-Redon et Redon-Savenay.

Le temps de parcours optimal s'établit à 1h14.

2.2 Infrastructure

2.2.1 De Rennes à Redon

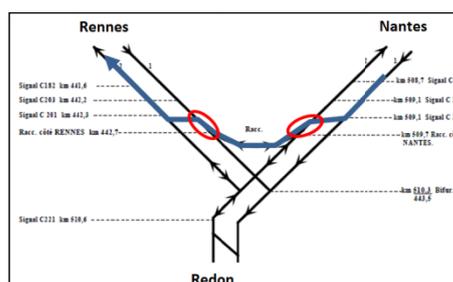


La section Rennes-Redon présente deux voies, électrifiées en 25 000 volts courant alternatif.

En termes de signalisation, la ligne est équipée en BAL entre Rennes et Bruz puis en BAPR jusque Redon.

Une vitesse de fond de 160 km/h est observée, avec toutefois plusieurs sections à vitesse réduite à V140 ou moins (voire 60 km/h au niveau du raccordement de Saint-Nicolas-de-Redon vers Nantes).

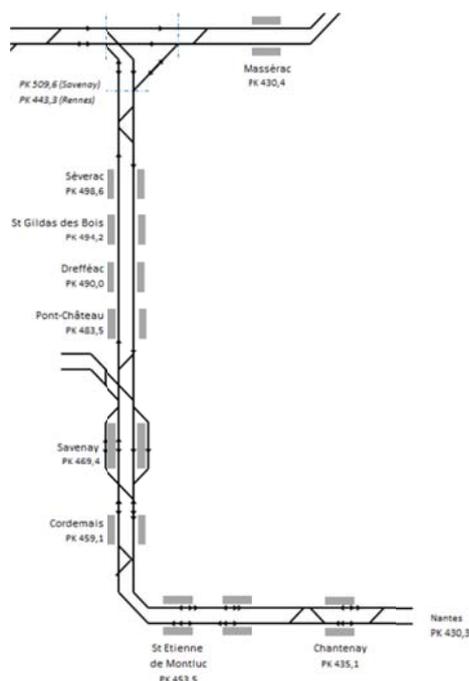
Cette section comporte 30 passages à niveau (PN).



A l'approche de Redon, un triangle permet des échanges entre Quimper / Redon, Nantes et Rennes. L'ensemble des raccordements est à niveau ce qui pose évidemment des

contraintes d'exploitation. Un train assurant une liaison Nantes – Rennes doit emprunter un raccordement circulé à V60 en voie unique et effectuer des cisaillements s'il veut éviter un rebroussement à Redon.

2.2.2 De Redon à Nantes



La section Redon – Nantes présente deux voies, électrifiées en 25 000 volts courant alternatif.

En termes de signalisation, la ligne est équipée en BAPR de Redon à Savenay, puis en BAL jusqu'à Nantes.

Plusieurs installations permanentes de contre sens (IPCS) existent sur cet axe, sur les sections équipées en BAL.

Une vitesse de fond de 140 km/h est observée, mais la ligne comporte un important puits de vitesse à l'arrivée à Nantes (5km à V100), notamment à cause du tunnel de Chantenay.

Cette section comporte un très important nombre de passages à niveau (PN) :

- 29 entre Redon et Savenay,
- 18 entre Savenay et Redon.

3. QUELLES AMELIORATIONS ENVISAGEABLES DANS LES EMPRISES ACTUELLES ?

3.1 Méthodologie

Dans les emprises actuelles, l'optimisation du réseau nécessite d'améliorer :

- la capacité en adaptant autant que possible la signalisation en place ;
- les temps de parcours en améliorant la géométrie et/ou les équipements à tracé constant.

Capacité

Il est nécessaire d'installer une signalisation de type BAL avec signal de pré-annonce pour les vitesses supérieures à 160 km/h.

Temps de parcours

Pour une section de ligne ferroviaire, la vitesse maximale admissible est définie principalement par la géométrie : à chaque couple « rayon de courbure » / « dévers » correspond une vitesse maximale admissible. Il est possible de jouer sur ces facteurs pour relever les vitesses de circulation.

Vitesse	Rayon mini associé
100	381
140	747
160	975
220	1843

Cet accroissement des vitesses de circulation implique plusieurs interventions sur les installations existantes.

→ Armement

Pour un relèvement de vitesse au-delà de V160 km/h, l'épaisseur du ballast doit être augmentée, de même que l'entraxe des voies (pour les sections à deux voies). Le type et la qualité du rail, des traverses et de l'assise doivent également être vérifiés, et ces composants, au besoin, renouvelés.

→ Ouvrages d'art

L'aptitude dynamique et la résistance des ouvrages doivent être compatibles avec les vitesses cibles prévues pour le matériel roulant concerné.

→ Passages à niveau

Pour tout relèvement de la ligne existante à plus de 160 km/h, les passages à niveau doivent être supprimés.

→ Sécurité du personnel

Le long de la ligne, un passage en sécurité du personnel doit être possible sur des pistes de cheminement latérales de la plateforme.

→ Sécurité des voyageurs dans les gares :

Largeur des quais : dans le cas d'un relèvement de vitesse, elle pourrait devoir être élargie.

Franchissement des voies : lorsque la vitesse de circulation de la ligne est supérieure ou égale à V160, le franchissement par passage planchéier n'est plus acceptable.

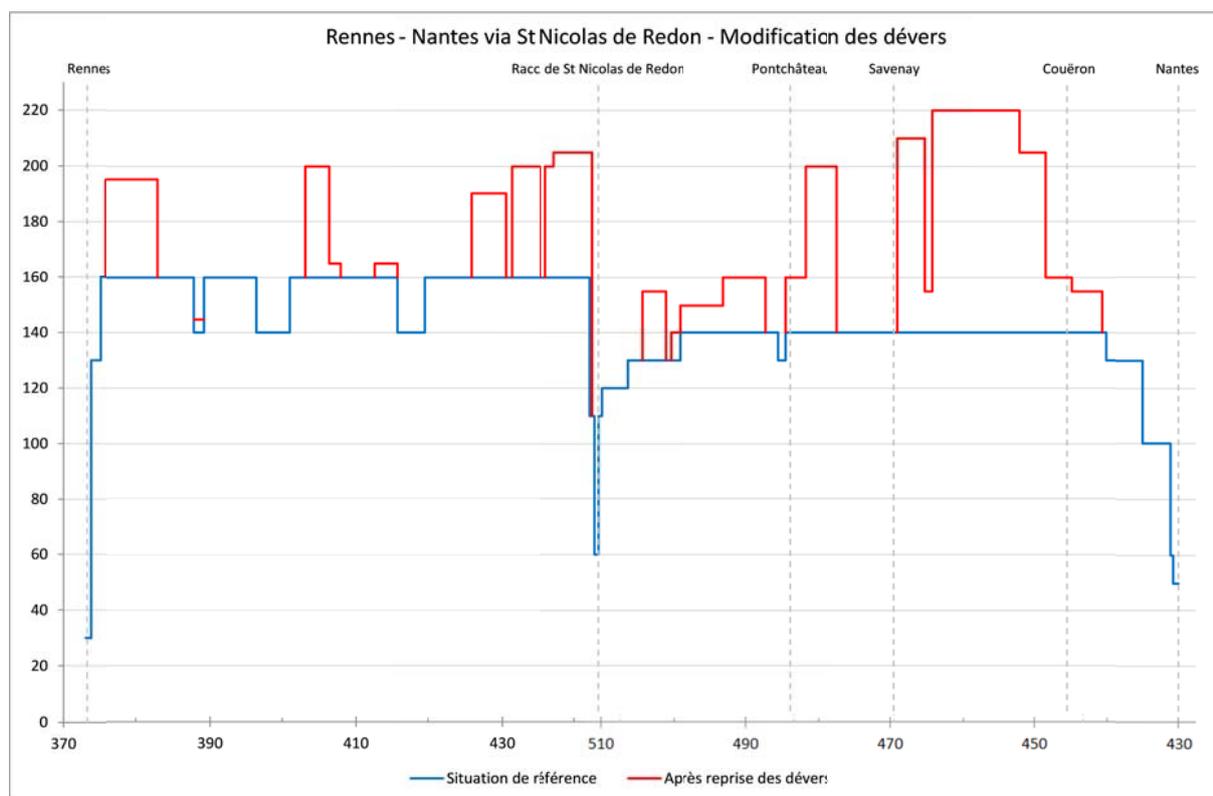
3.2 Potentialité de relèvement de vitesse dans les emprises

3.2.1 Performances

L'axe Rennes - Nantes via Redon (et plus précisément Saint-Nicolas-de-Redon) présente des spécificités par section qu'il convient de souligner :

- entre Rennes et Redon : recherche d'optimisations classiques, respectant les normes usuelles du réseau ferré national, en prenant en référence les travaux projetés au titre de l'opération Rennes - Brest / Rennes - Quimper phase 1 et 1+ ;
- entre Redon et Nantes : recherche d'optimisations classiques, respectant les normes usuelles du réseau ferré national.

Sur la base de ces hypothèses, l'analyse des possibilités de relèvement de dévers dans les emprises a conduit aux relèvements de vitesse potentiels sur les sections indiquées dans le graphique ci-après :



Les sections les plus courtes ont été exclues du fait de leur inefficacité.

Le temps de parcours sans arrêt de Rennes à Nantes, via le raccordement de Saint-Nicolas-de-Redon, a été calculé hors contrainte de grille horaire.

Il en résulte un temps de parcours de référence de 1h08 sans arrêt de Rennes à Nantes après relèvements dans les emprises entre Rennes et Nantes. Pour mémoire, le temps de parcours sans arrêt via le raccordement de Saint-Nicolas-de-Redon, s'établit à 1h14 en 2014.

3.2.2 Contraintes identifiées

Le tableau ci-dessous récapitule les principales contraintes identifiées au long de l'axe Rennes-Nantes via Saint-Nicolas-de-Redon, vis-à-vis d'une amélioration de la relation Nantes-Rennes :

Rennes - Redon	Présence de 30 passages à niveau <i>* Mise en BAL à l'horizon 2017</i>
Secteur de Redon	Raccordement à une voie banalisée Bifurcations à niveau
Redon - Savenay	Présence de 29 passages à niveau Signalisation BAPR limitant la vitesse à 160 km/h
Savenay - Nantes	Présence de 18 passages à niveau Développement de la desserte périurbaine envisagé par la Région

4. SITUATIONS DE PROJET

4.1 Méthodologie

Le chapitre précédent présente les optimisations envisageables à tracé constant et aboutit à des performances insuffisantes (faible optimisation du temps de parcours actuel). Les solutions pour aller au-delà sont de trois types :

- ripage des courbes constituant les principaux puits de vitesse,
- création de courtes sections de ligne nouvelle doublant le réseau existant en recherchant une vitesse cible de 220 km/h,
- création de shunts longs et de longues sections de ligne nouvelle.

Pour les ripages de courbes, les impacts sur les équipements existants sont similaires à ceux présentés pour les relèvements par reprise de dévers dans le point 3.1.

Au-delà de l'amélioration des temps de parcours, chacune des solutions est analysée en termes de capacité. Il est recherché deux sillons par heure entre Nantes et Rennes en complément des autres missions sur cet axe.

4.2 Consistance des scénarios

Secteur	Aménagements	Technique	Coût	Temps de parcours	Environnement
Rennes – Redon	Reprise de l'existant	<ul style="list-style-type: none"> - Renforcement de la plateforme - Déploiement intégral du BAL - Aménagement de 5 gares pour passage en vitesse - 6 suppressions de PN - 11 km de rectification éloignée de l'existant - 13,9 km de rectification à proximité de l'existant 	420 M€	1'50''	A l'approche de Redon, la ligne est située en périmètre sensible (Natura 2000, continuums écologiques...)
	Réalisation de deux shunts	<ul style="list-style-type: none"> - Réalisation de 2 shunts de 10,8 et 18,9 km conçus à V220 	530 M€	Gain additionnel de 3'20''	Impact environnemental fort sur les trois milieux
	LN Nord Vilaine – Est Redon	<ul style="list-style-type: none"> - Réalisation de 50 km de ligne nouvelle - Conception à V320 	1 070 M€	10'	Impact environnemental fort, notamment dans le secteur de Redon : traversée de la Vilaine, Natura 2000 « Marais de la Vilaine » et ZNIEFF
	LN Sud Vilaine – Sud Redon	<ul style="list-style-type: none"> - Réalisation de 70 km de ligne nouvelle - Conception à V320 	1 630 M€	10'	Impact environnemental fort, notamment dans le secteur de Redon : franchissement de la vallée du Don : ZNIEFF de type II et surtout Natura 2000
Redon – Savenay	Reprise de l'existant	<ul style="list-style-type: none"> - Renforcement de la plateforme - Déploiement intégral du BAL - Aménagement d'une gare pour passage en vitesse - 10 suppressions de PN - 8,1 km de rectification éloignée de l'existant - 19,9 km de rectification à proximité de l'existant 	270 M€	4'05''	Quelques impacts bâtis localisés Ripages effectués en Natura 2000 dans les premiers kilomètres au sud de Redon
	Réalisation d'un shunt	<ul style="list-style-type: none"> - Réalisation d'un shunt de 2,4 km conçu à V220 	55 M€	0'35''	Pas d'enjeu
Savenay – Nantes	Reprise de l'existant	<ul style="list-style-type: none"> - Renforcement de la plateforme - Adaptation BAL V220 - Aménagement de 2 gares pour passage en vitesse - 10 suppressions de PN - 3,5 km de rectification éloignée de l'existant - 25 km de rectification à proximité de l'existant 	195 M€	3'25''	Les solutions techniques proposées permettent dans l'ensemble d'éviter les enjeux majeurs et très forts du territoire.
	Reprise de l'existant + Shunt long Savenay-Couëron	<ul style="list-style-type: none"> - Renforcement de la plateforme - 4,4 km de rectification à proximité de l'existant + Réalisation d'un shunt de 23,6 km conçu à V220 	10 M€ + 400 M€	0'25'' + 3'	Topographie peu favorable à l'approche des deux extrémités du shunt Risque d'enclavement fort entre shunt et N165, en particulier pour Temple-de-Bretagne

Le détail de ces zones d'aménagement est présenté en annexe 1.

4.3 Assemblages potentiels

Solutions techniques sur Rennes - Redon

Rennes - Redon	Solutions techniques	Linéaire aménagé en km				Coût en M€ CE 01/12	Gains de temps (V250) Rennes – Nantes Rennes - Quimper	Environnement	Fréquences / heure	
		Dans les emprises	Ripages	Ligne nouvelle	3 ^{ème} voie				Nantes- Rennes	Evolutivité périurbain
Modernisation emprise	Relèvement de dévers et suppression de passages à niveau	35 km				non disponible	0'34" ZTER 1'19" TGV	impact faible : suppression de 12 PN	1	dito réseau existant
Mauve	Ripages et courtes sections de ligne nouvelle	14 km	11 km	30 km		950 M€	5'30"	impact fort : vallée de la Vilaine	2	moyenne
Bleu	Ligne nouvelle (option nord Vilaine - raccordement Est Redon)			50 km		1 070 M€	10'00"	impact fort : vallée de la Vilaine	2	bonne
	Ligne nouvelle (option sud Vilaine - raccordement Sud Redon)			70 km		1 630 M€	10'00"	impact fort : vallée de la Vilaine	2	bonne

Solutions techniques sur Redon – Nantes

Redon - Nantes		Solutions techniques	Linéaire aménagé en km				Coût en M€ CE 01/12	Gains de temps (V250) Rennes – Nantes Nantes - Quimper	Environnement	Fréquences / heure		
			Emprises	Ripages	Ligne nouvelle	3 ^{ème} voie				Nantes-Rennes	Evolutivité périurbain	
		Modernisation emprise	Relèvement de dévers et suppression de passages à niveau	52 km				non disponible	3'00"	impact faible : suppression de 21 PN	1	dito réseau existant
Mauve	S1	Gain de temps maximum'	Ripages et courtes sections de ligne nouvelle	58 km	14 km			520 M€	8'00"	impact fort : zone Natura 2000 sud Redon / suppression 20 PN	1	dito réseau existant
	S2	Gain de temps minimum'	Ripages et courtes sections de ligne nouvelle	35 km	2 km			140 M€	3'20"	impact faible : suppression de 5 PN	1	dito réseau existant
	S3	3 Voies sans relèvement de vitesse	Ajout d'une troisième voie entre Couëron et Savenay + saut de mouton				19 km	820 M€	0'00"		2	moyenne
	S4	3 Voies avec gains de temps maximum	Relèvement + ajout d'une troisième voie entre Couëron et Savenay	58 km	14 km		19 km	1 340 M€	8'00"		2	moyenne
	S5	LN Couëron - Savenay	Ligne nouvelle (2 voies / V220) entre Savenay et Couëron			24 km		400 M€	3'00"		2	moyenne
	S6	LN Couëron - Savenay + relèvement Savenay - Redon	Ligne nouvelle (2 voies / V220) entre Savenay et Couëron + relèvement Savenay Redon	30 km	11 km	24 km		730 M€	8'00"	impact moyen : insertion entre voie ferrée, sillon de Bretagne et RN 165	2	moyenne

Assemblages envisagés :

- Section de ligne nouvelle entre Rennes et Lamballe sur la base du scénario bleu
- Section de ligne nouvelle entre Rennes et Redon sur la base du scénario bleu nord Vilaine pour :
 - répondre aux enjeux de capacité
 - présenter des performances de gains de temps optimales
 - limiter les coûts d'investissement
- Entre Redon et Nantes : différentes combinaisons envisageables en réponse aux objectifs de temps de parcours et de capacité

Assemblage bleu mauve - base scénario Bleu option Nord Vilaine										
yc compris Rennes - Lamballe conformément au scénario bleu			920 M€ / 57 km							
			Linéaire d'aménagement				Coût en M€ CE 01/12	Temps de parcours (V250)		Fréquence Nantes-Rennes / h
			Emprise	Ripages	Ligne nouvelle	3 ^{ème} voie		Nantes-Rennes	Nantes-Quimper	
Référence								1h14	0h41	1
Bleu sur Rennes-Redon	S1	Relèvement de vitesse : Gain maximum'	58 km	14 km	107 km		2 500 M€	0h56	0h33	1
	S2	Relèvement de vitesse gain minimum	35 km	2 km	107 km		2 150 M€	1h01	0h39	1
Mauve sur Redon - Nantes	S3	Capacité seule			107 km	19 km	2 800 M€	1h04	0h41	2
	S4	Capacité + gain de temps maximum	58 km	14 km	107 km	19 km	3 300 M€	0h56	0h33	2
	S5	Ligne nouvelle Couëron-Savenay			131 km		2 400 M€	1h01	0h38	2
	S6	Ligne nouvelle Couëron-Savenay + relèvement Savenay-Redon	30 km	11 km	131 km		2 700 M€	0h56	0h33	2

Analyse capacitaire

L'aménagement d'une ligne nouvelle entre Rennes et Redon permet à la fois de procurer un gain de temps conséquent et de résoudre les problèmes de capacité résultant de l'hétérogénéité du trafic sur la section.

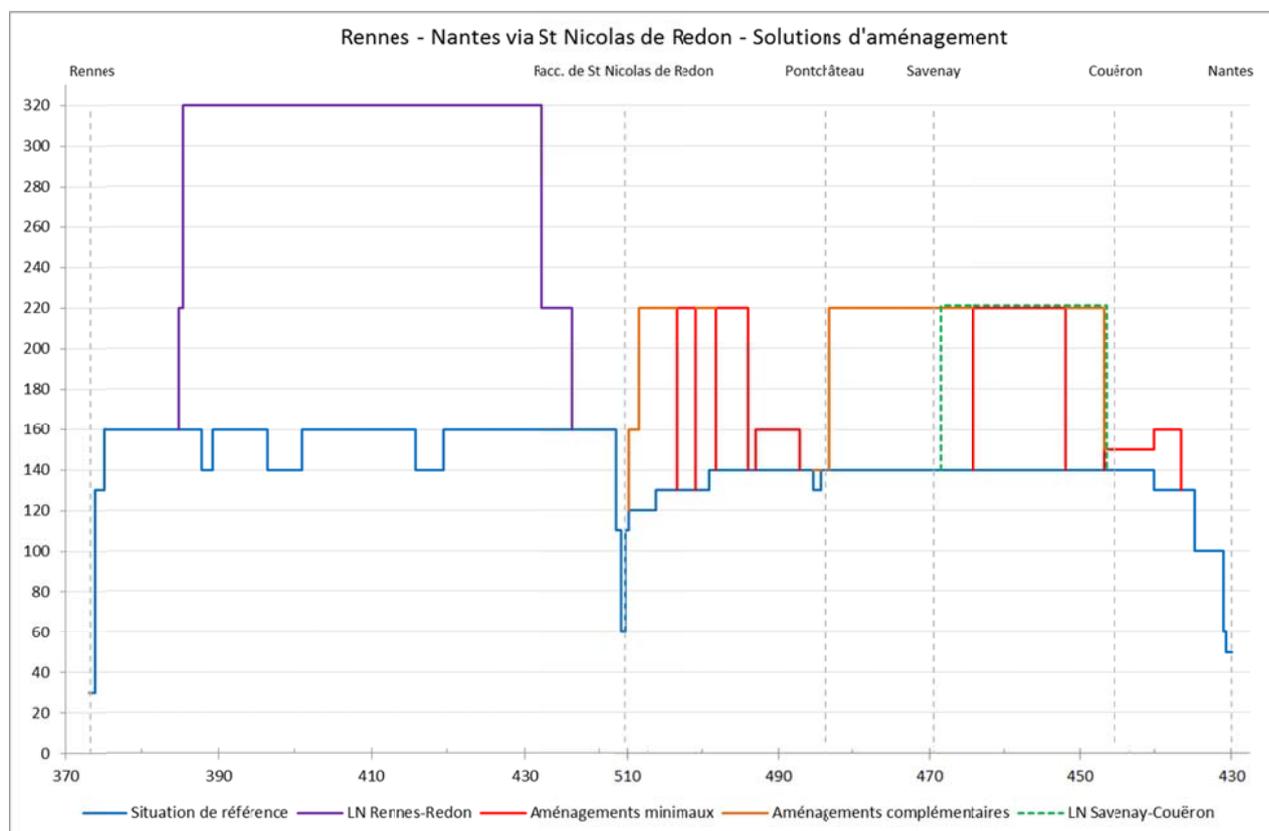
Sur le linéaire Redon-Nantes, la contrainte de capacité est observée majoritairement entre Savenay et Nantes, où le trafic périurbain omnibus doit voisiner avec le trafic rapide intervilles. Cette contrainte d'hétérogénéité est renforcée par les relèvements de vitesse opérés sur la section. Dans tous les cas, on constate que, sans aménagement de capacité entre Savenay et Nantes, il n'est pas possible d'atteindre le niveau de desserte souhaité. Ainsi, seuls les scénarios mettant en œuvre soit un aménagement de la ligne existante, soit une section de ligne nouvelle entre Savenay et Couëron, permettent d'atteindre le niveau souhaité de 2 missions intervilles Rennes-Nantes par heure.

Par ailleurs, un aménagement du nœud de Savenay s'avère également nécessaire dans tous les scénarios avec développement d'offre, avec a minima la réalisation d'un saut-de-mouton côté Redon, permettant de supprimer le cisaillement entre le flux Nantes > Redon, en croissance, et l'important flux Saint-Nazaire > Nantes.

Lorsque les aménagements capacitaires permettant le tracé de deux aller-retours par heure Rennes – Nantes sont réalisés entre Rennes et Redon d’une part, Redon et Nantes d’autre part, le secteur de Redon constitue le point dur résiduel de l’axe Rennes-Nantes : le raccordement de Saint-Nicolas-de-Redon à une voie banalisée et pourvu de bifurcations à niveau à chacune de ses extrémités est une contrainte majeure pour la construction de la trame horaire, même si le niveau de service souhaité peut être atteint. L’examen de ce secteur et des aménagements éventuels permettant d’en améliorer l’exploitation devra être réalisé si le scénario envisagé entre Rennes et Nantes suppose un transit par ce nœud du réseau.

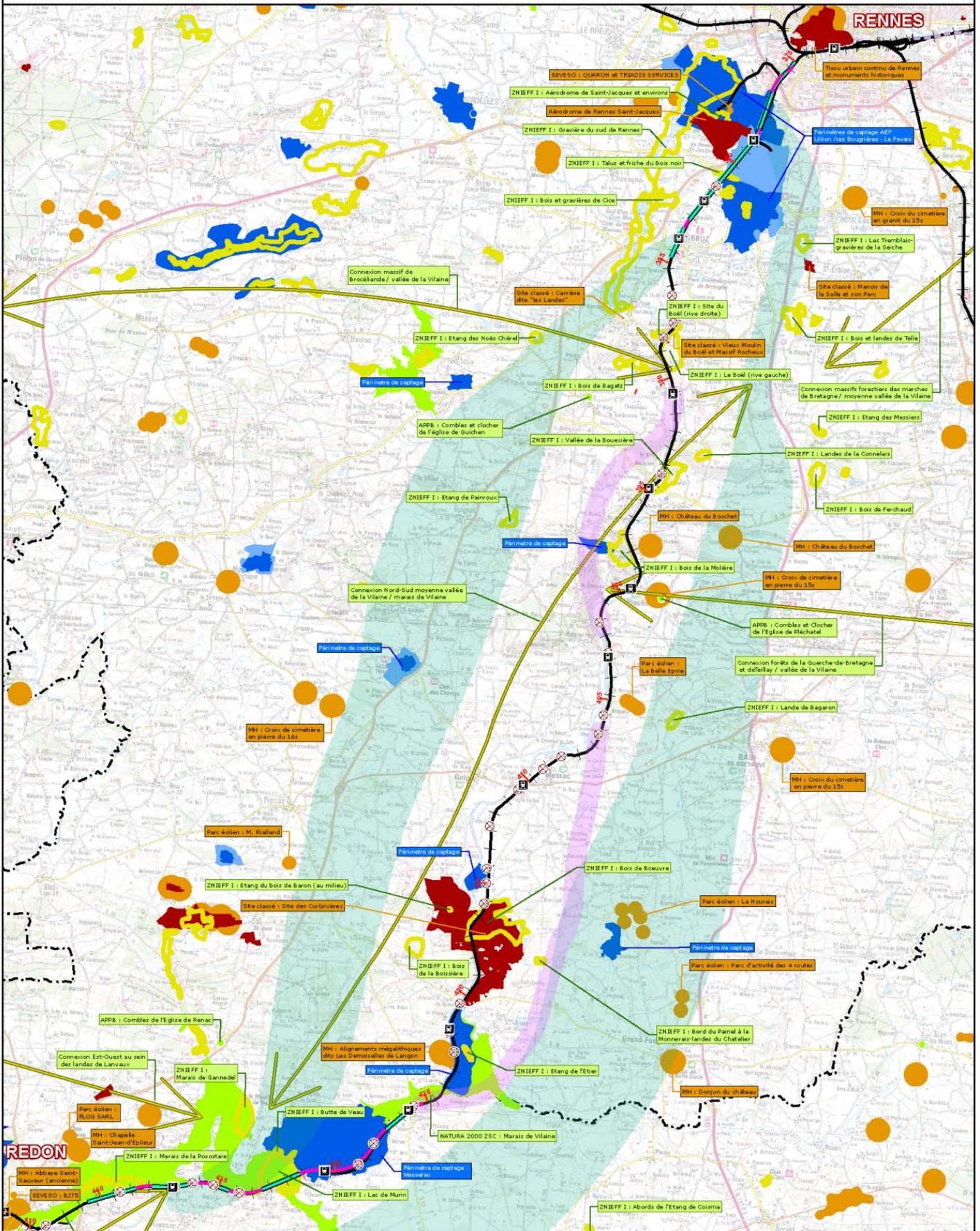
Les performances en termes de vitesse maximale des différents scénarios s’appuient sur les solutions d’aménagement synthétisées sur le graphique ci-dessous :

- Ligne nouvelle Rennes-Redon apte à 320 km/h ;
- Aménagements minimaux sur Redon-Nantes ;
- Aménagements complémentaires aux aménagements minimaux sur Redon-Nantes ;
- Alternative ligne nouvelle entre Savenay et Couëron.



5. ANNEXES

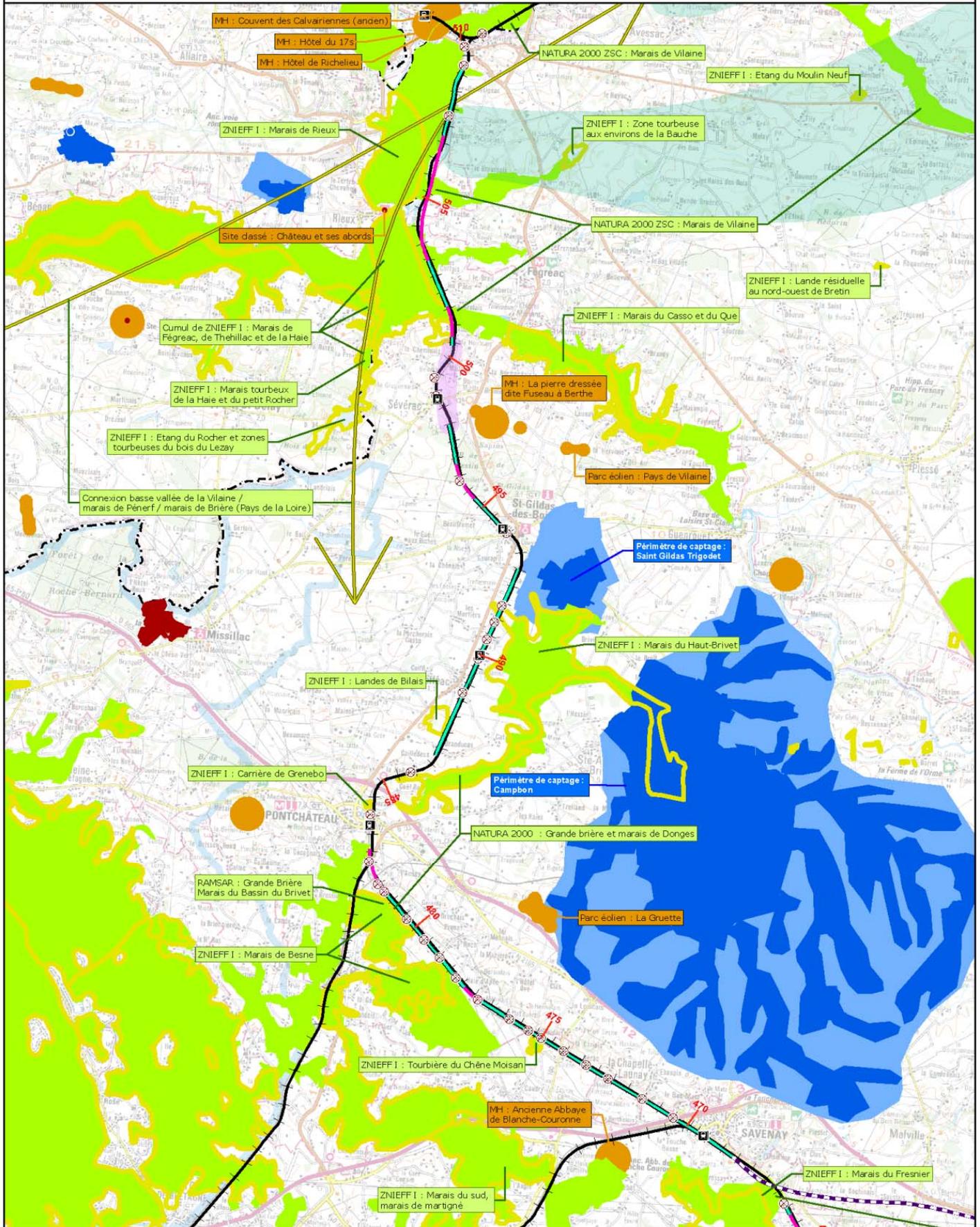
5.1 Cartographie technique et environnementale



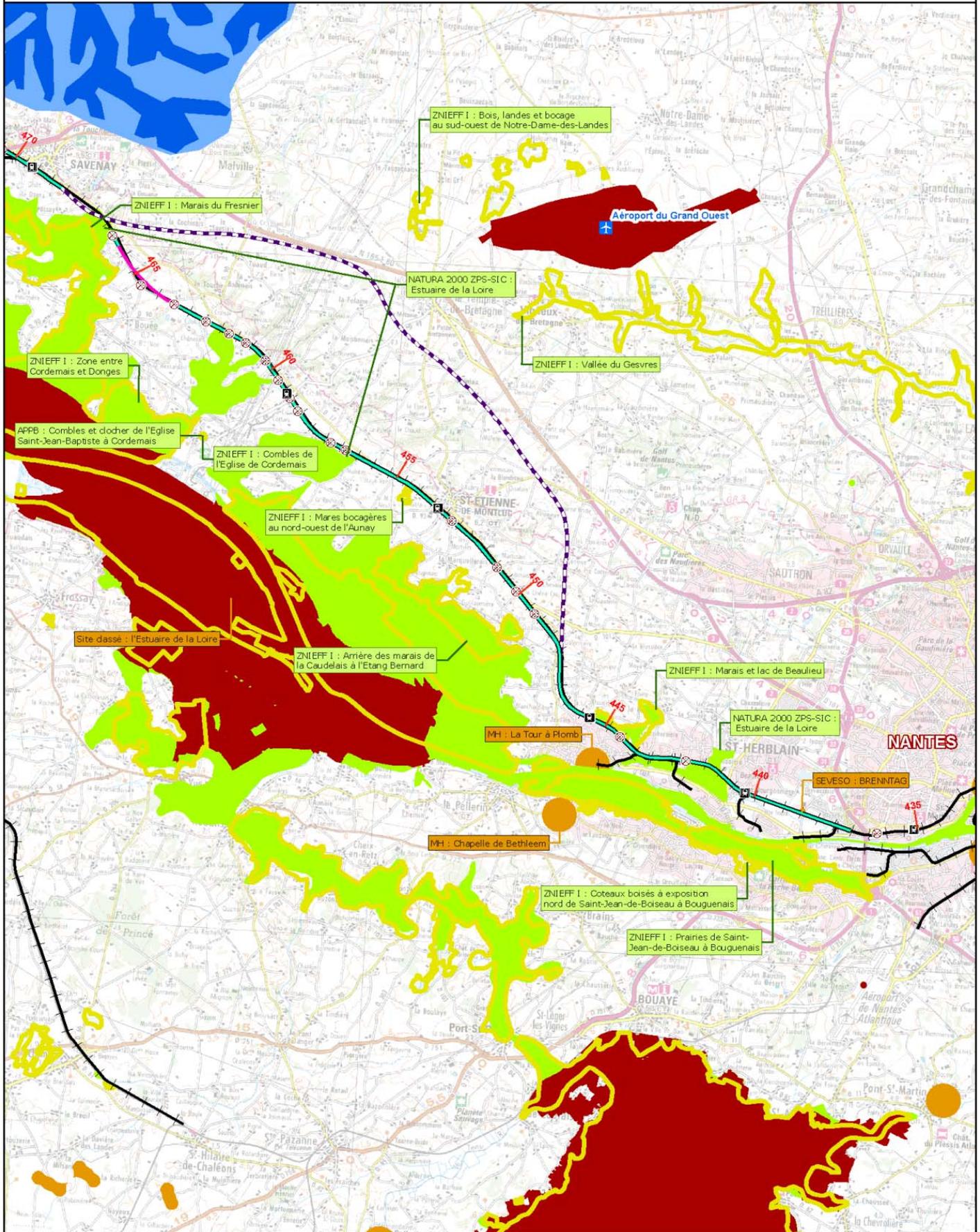
Milieu physique		Milieu naturel		Milieu humain		Aménagements	
	Limites départementales		Enjeux majeurs		Enjeux majeurs		Reprise de la ligne existante
	Voies ferrées existantes		Enjeux très forts		Enjeux très forts		Voie rectifiée
	Gare existante		Corridors écologiques		Shunt		Voie nouvelle (tracé théorique)
	PK						
	PN						

0 1Km

Fond de carte : Scan100 IGN
Sources : EGIS 2014



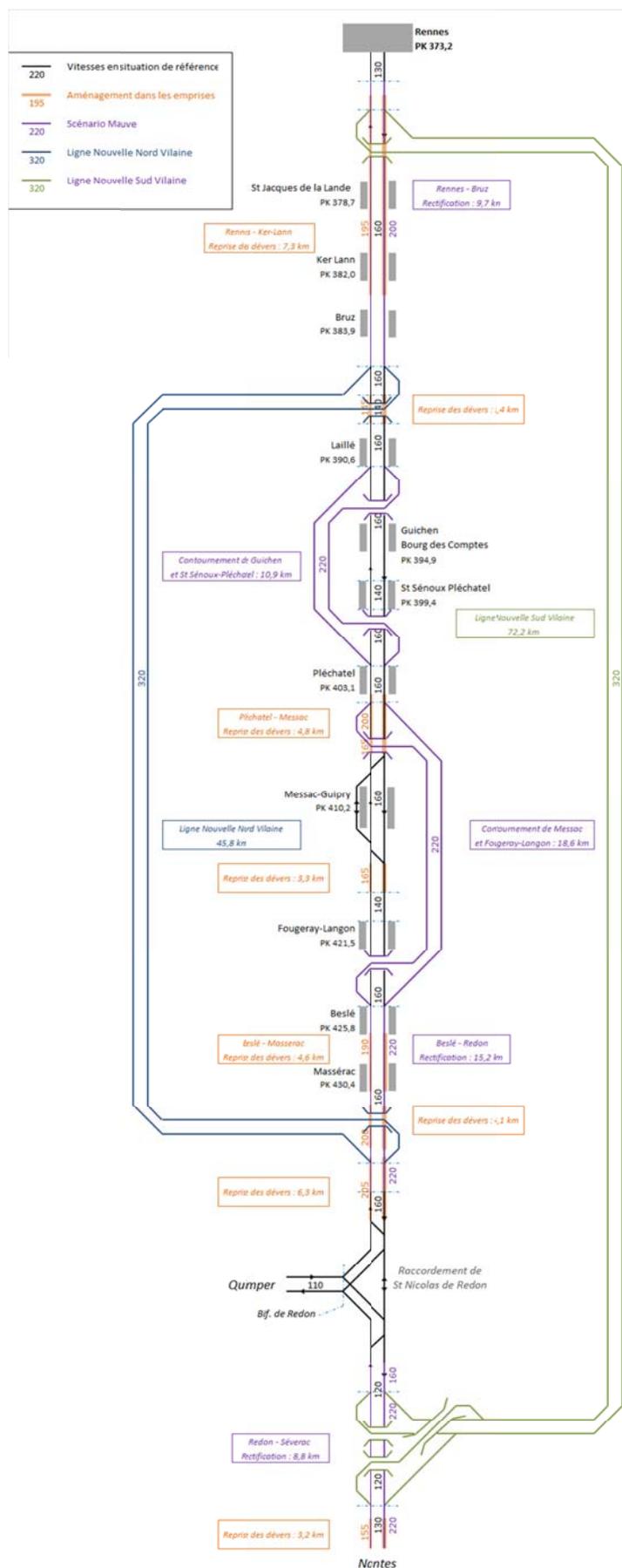
 Limites départementales  Voies ferrées existantes  Gare existante  PK  PN	Milieu physique  Enjeux majeurs  Enjeux très forts	Milieu naturel  Enjeux majeurs  Enjeux très forts  Corridors écologiques	Milieu humain  Enjeux majeurs  Enjeux très forts	Aménagements  Reprise de la ligne existante  Voie rectifiée  Shunt	 Ligne nouvelle  Voie nouvelle (tracé théorique)	  Fond de carte : Scan100 IGN Sources : EGIS 2014
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



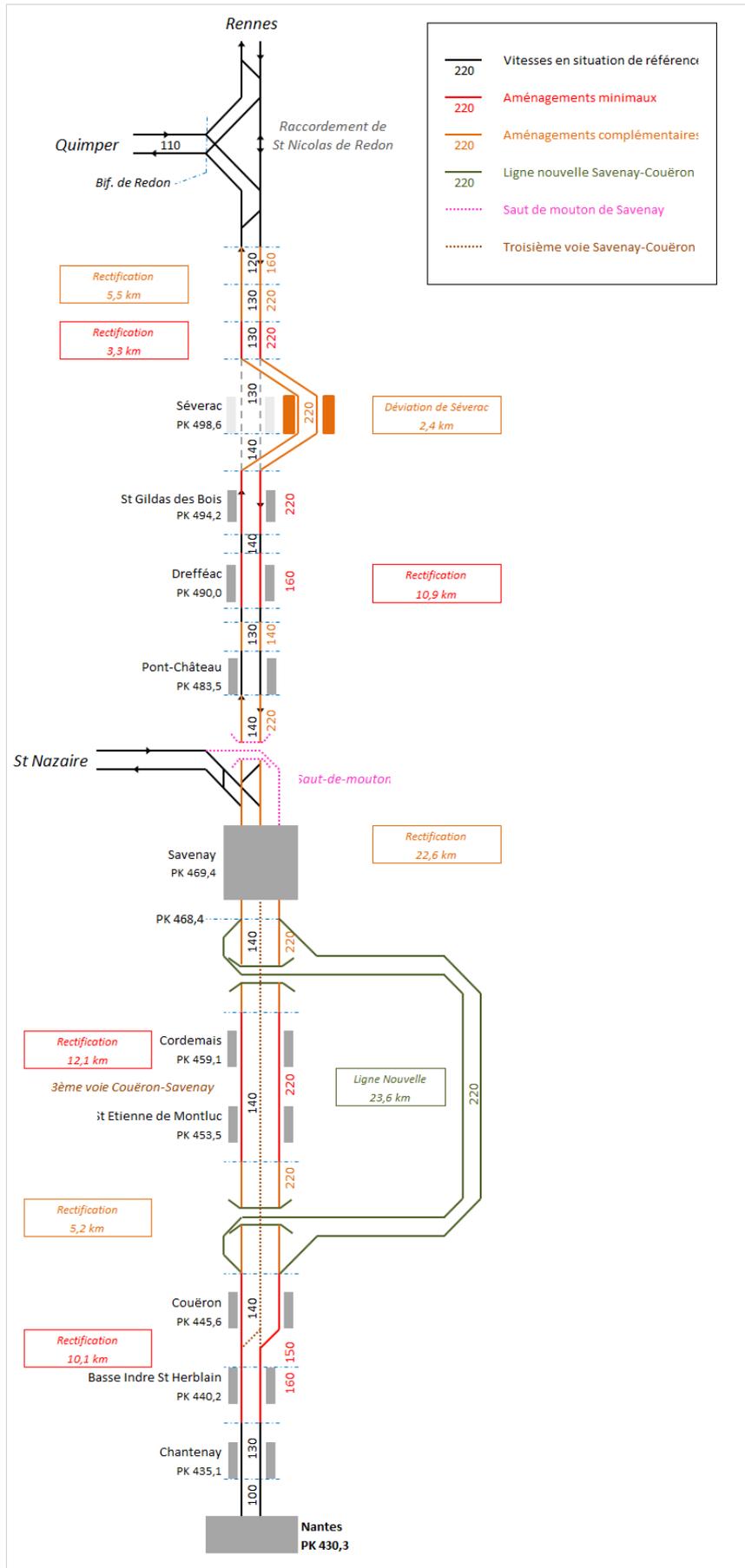
Milieu physique		Milieu naturel		Milieu humain		Aménagements	
	Enjeux majeurs		Enjeux majeurs		Enjeux majeurs		Reprise de la ligne existante
	Enjeux très forts		Enjeux très forts		Enjeux très forts		Voie rectifiée
	Limites départementales		Corridors écologiques		Voies ferrées existantes		Ligne nouvelle
	Gare existante				Gare existante		Voie nouvelle (tracé théorique)
	PK				PN		Shunt

Fond de carte : Scan100 IGN
Sources : EGIS 2014

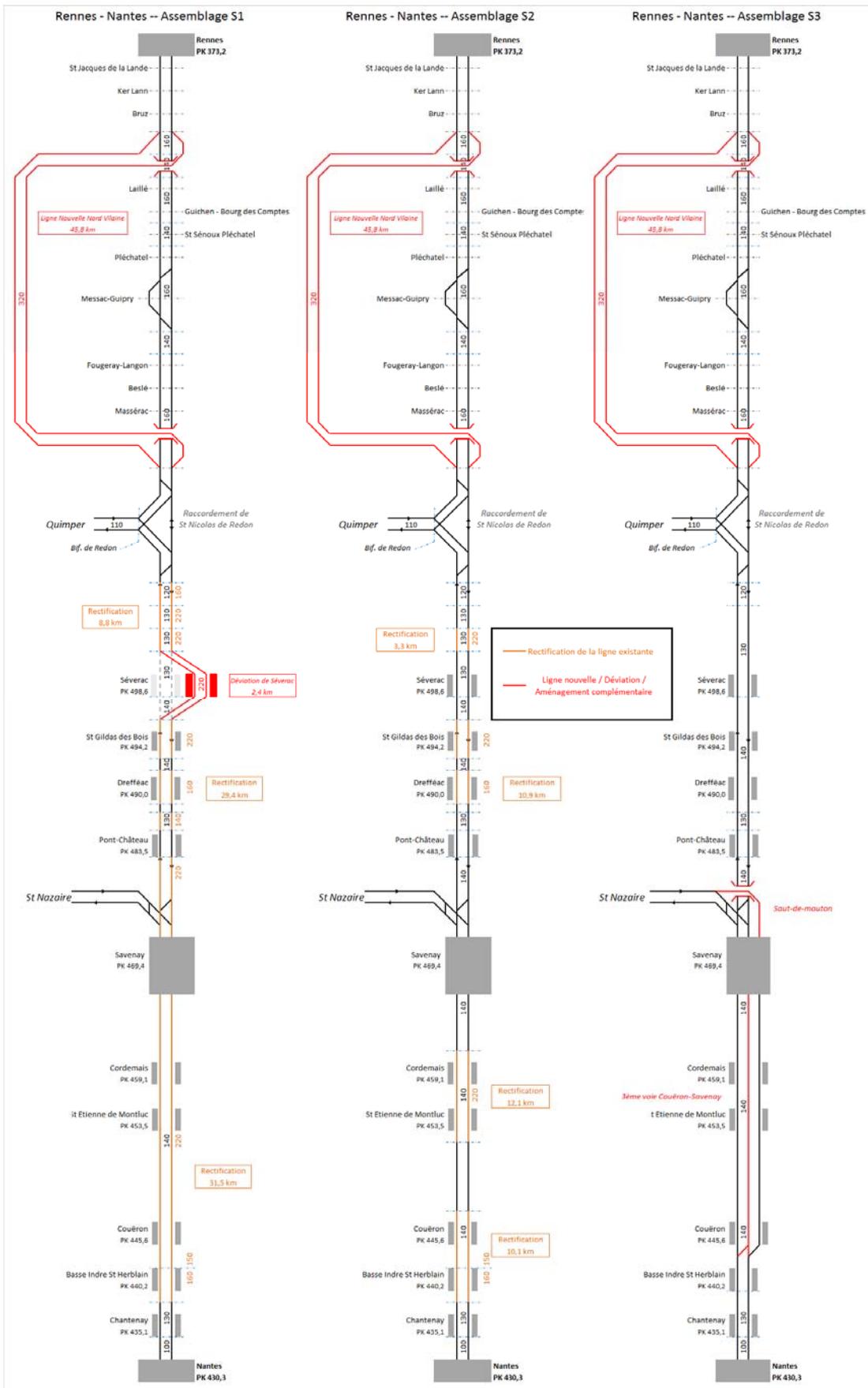
5.2 Synthèse des aménagements possibles sur Rennes-Redon

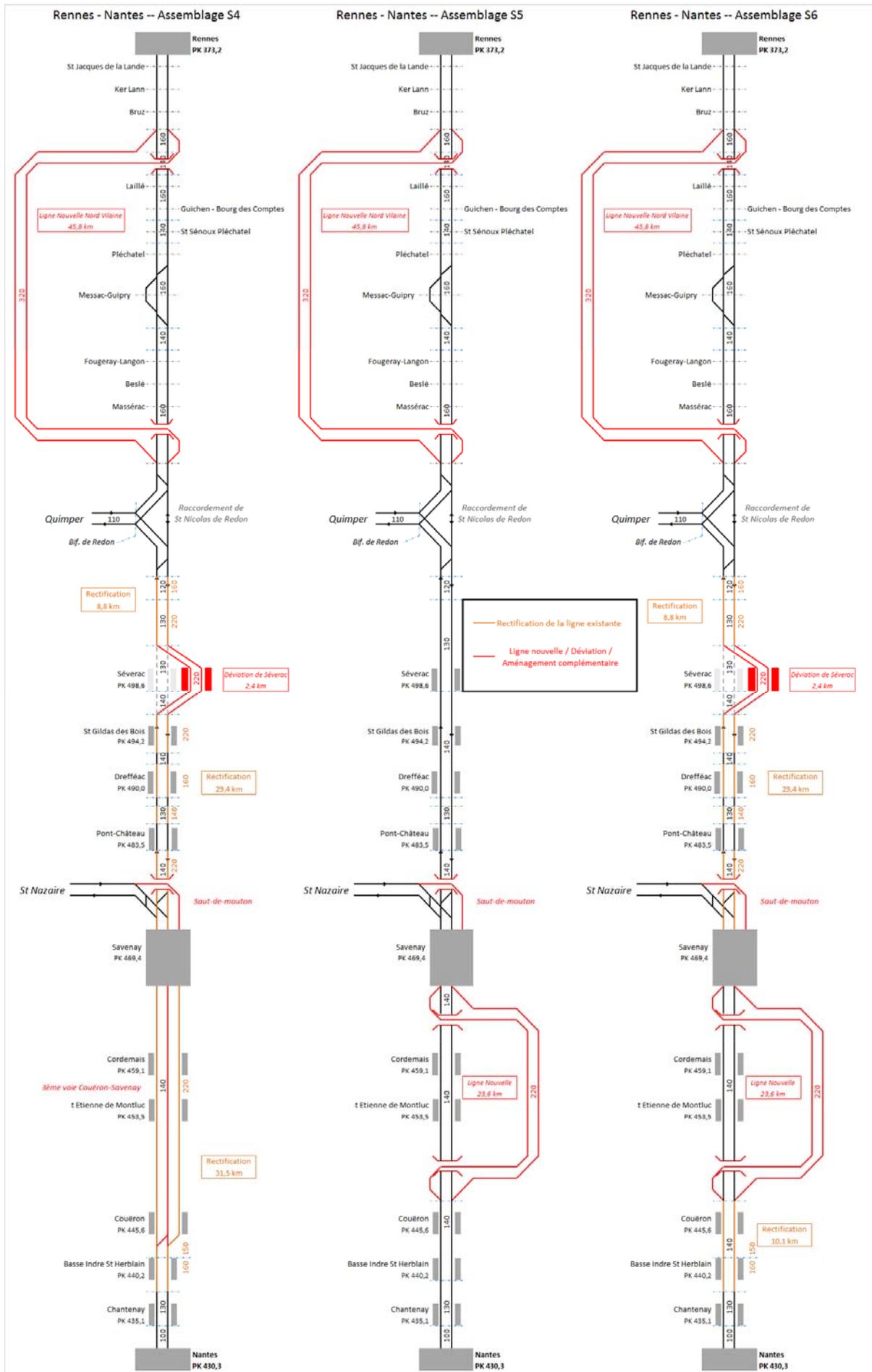


5.3 Synthèse des aménagements possibles sur Redon-Nantes



5.4 Assemblages possibles du scénario Bleu-Mauve





**Liaisons Nouvelles
Ouest-Bretagne – Pays de la Loire
Bilans socio-économiques**

**Analyse multicritère
des scénarios complémentaires sans
desserte de l'aéroport du Grand Ouest
Solutions Bleu-Mauve**

SOMMAIRE

1. SCENARIOS « BLEUS-MAUVES » : LA FAMILLE « S »	3
2. METHODES ET BASES D’EVALUATION.....	5
2.1. PRINCIPES	5
2.2. LES COUTS D’INVESTISSEMENT	5
2.3. LES COUTS FIXES D’INFRASTRUCTURE	6
2.4. LES GAINS DE TEMPS	6
3. APPLICATION AUX SCENARIOS BLEUS-MAUVES	7
4. ANNEXE – PREVISIONS DE TRAFIC.....	9

OBJET DE LA NOTE

Dans le cadre des études préalables au débat public des Liaisons nouvelles Ouest-Bretagne – Pays de la Loire (LNOBPL), les Experts Indépendants ont demandé d'étudier divers scénarios n'incluant pas la desserte du futur Aéroport du Grand-Ouest (AGO).

La présente note traite de scénarios mixant les caractéristiques des scénarios bleus et mauves, appelés ici « bleus-mauves ». Ils ont les caractéristiques du scénario Bleu, option Nord Vilaine (A1), entre Rennes et Lamballe et entre Rennes et Redon, et celles du Mauve sans passer par l'AGO entre Redon et Nantes.

Comme les délais disponibles ne permettaient pas d'étudier tous les scénarios en détail, avec des études de trafic et des bilans socio-économiques (BSE), une analyse multicritère a été développée afin de comparer les scénarios entre eux.

La note présente la méthode retenue et les résultats de cette analyse.

Avertissement :

Les données du bilan sont toutes exprimées en M€2012.

Les valeurs actualisées nettes (VAN) sont calculées à l'année 2029 sur une période 50 ans à compter de la mise en service, avec application du COFP.

Tous les résultats présentés correspondent à l'hypothèse « moyenne » de trafic aérien de l'enquête publique de l'AGO.

1. SCENARIOS « BLEUS-MAUVES » : LA FAMILLE « S »

Dans le cadre du travail des experts sur Nantes-Rennes sans AGO, des scénarios mixant les caractéristiques des scénarios bleus et mauves ont été imaginés.

Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques discriminantes de six scénarios Bleus-Mauves, qui diffèrent en termes de :

- Coûts d'investissement
- Longueurs de lignes nouvelles
- Temps de parcours sur Nantes-Rennes et Nantes-Quimper
- Fréquences horaires possibles entre Nantes et Rennes : 1 train par heure de pointe = offre en référence, ou 2 trains par heure de pointe = 20 AR comme dans le Bleu.

Les mêmes caractéristiques pour le scénario Bleu sans AGO codé A7 y sont ajoutées à des fins de comparaison.

Les scénarios S1 et S2 diffèrent en termes de coût et de temps de parcours, en conservant l'offre de la situation de référence.

Les scénarios S3, S4, S5 et S6 diffèrent en termes de coût, de longueurs de lignes nouvelles et de temps de parcours, et permettent d'atteindre les fréquences prévues dans les scénarios bleus.

Assemblage bleu mauve - base Nord Vilaine

y compris Rennes - Lamballe conformément au scénario bleu

920 M€	57 km
--------	-------

			Ripages (km)	Ligne nouvelle (km)	3ème voie (km)	Coût en M€ CE 01/12	Temps de parcours Nantes - Rennes V250	Temps de parcours Nantes-Redon V250	Fréquence Nantes-Rennes / h
Référence							1h14	0h41	1
Bleu sur Rennes-Redon Mauve sur Redon-Nantes	S1	Relèvement de vitesse : 8'	72	107		2 500	0h56	0h33	1
	S2	Relèvement de vitesse : 3'	37	107		2 150	1h01	0h39	1
	S3	Capacité		107	19	2 800	1h04	0h41	2
	S4	Capacité + relèvement de vitesse	72	107	19	3 300	0h56	0h33	2
	S5	Ligne nouvelle Couëron-Savenay		131		2 400	1h01	0h38	2
	S6	Ligne nouvelle Couëron-Savenay + relèvement Savenay-Redon	41	131		2 700	0h56	0h33	2
Bleu sans AGO	A7	Ligne nouvelle Rennes-Redon		164		2 900	0h47	0h32	2

Les prévisions de trafic ferroviaire ont été établies pour le scénario S2 ; elles sont fournies en annexe et comparées à celles des scénarios étudiés antérieurement : le scénario A1, scénario de référence pour le programme complet avec desserte de l'AGO, et le scénario A7, identique au scénario A1 mais sans desserte de l'AGO.

Les principaux écarts observés sont les suivants.

Les trafics liés à l'AGO, par construction, n'apparaissent pas dans les prévisions des scénarios A7 et S2 ; la perte de trafic évolue de 1 M de voyageurs en 2030 à 1,8 M en 2050.

Les gains de trafic du scénario A7, aussi bien longue distance que régional, sont supérieurs à ceux du scénario A1, car l'absence d'arrêt à l'AGO permet de réduire le temps de parcours de 5 mn.

Pour le scénario S2, les gains de trafic longue distance sont similaires à ceux du scénario A1, car les schémas de service et les temps de parcours sont identiques sur la plupart des relations. En revanche, les trafics régionaux sont assez nettement inférieurs (40% en moyenne) car les relations Rennes – Nantes sont à la fois plus longues en temps de parcours et moins nombreuses en fréquence.

2. METHODES ET BASES D'EVALUATION

2.1. PRINCIPES

L'analyse multicritère peut prendre en compte les paramètres de coût, de longueurs de lignes nouvelles et de temps de parcours de façon exogène dans les tableurs de bilans, mais les effets liés à la fréquence sont trop complexes pour être évalués simplement, sans étude de trafic. C'est pourquoi un scénario offrant des fréquences réduites par rapport à tous les autres scénarios entre Rennes et Nantes a été étudié entièrement, à la fois en trafic et en BSE, pour disposer d'une autre base d'évaluation comparative : le S2.

En ce qui concerne les avantages des clients du train, l'analyse se limite aux « anciens » usagers, déjà présents en situation de référence. En effet, des simulations de trafic seraient nécessaires pour estimer finement les avantages des autres usagers, car les variations d'offre selon les scénarios auraient une influence sur les niveaux de trafic et les avantages unitaires. Mais la part des avantages des reportés et des induits est relativement faible dans le bilan des clients du train (21%), Une évaluation des avantages des seuls anciens voyageurs donne donc une image fidèle des différences entre scénarios, bien sous-estimant légèrement les avantages totaux.

Les variations de coûts d'exploitation des trains et de coûts marginaux de maintenance de l'infrastructure sont neutralisées dans l'analyse, qui compare les scénarios au sein de sous-groupes homogènes de ce point de vue. Il s'agit, comme on le verra plus loin, des sous-groupes (S1-S2) et (S3-S4-S5-S6).

2.2. LES COÛTS D'INVESTISSEMENT

Les coûts de tous les scénarios sont exprimés en euros 2012 aux conditions économiques de janvier 2012. Dans les BSE, ils subissent les transformations suivantes :

- Actualisation aux conditions économiques de juin 2012 (+ 0,75%)
- Distribution sur 8 ans en fonction d'un calendrier standard
- Inflation des coûts réels à raison de $1,04/1,017 = 1,023$ par an
- Actualisation à l'année précédant l'année de mise en service
- Application du COFP (1,3) sur la part publique, fixée normativement à 85%

La valeur résiduelle est comptabilisée à la dernière année de la période d'étude (mise en service + 49 ans). Sa valeur est de 1,17 fois l'investissement initial. Le COFP ne s'applique pas.

Tous calculs faits, les coûts actualisés valent, par rapport aux coûts de janvier 2012 :

- VAN de l'investissement (avec COFP) = 1,90 fois l'investissement initial
- VAN de la valeur résiduelle = 0,35 fois l'investissement initial
- Soit au total 1,55 fois l'investissement initial

Donc pour une variation de + 1 euro de l'investissement, la VAN du projet varie de - 1,55 euros.

Notons que l'hypothèse selon laquelle le calendrier des dépenses d'investissement serait le même (en %) pour tous les scénarios tend à pénaliser les scénarios les moins coûteux. On peut en effet supposer qu'en moyenne un projet moins coûteux est plus rapide à réaliser, que les dépenses apparaissent donc plus tard dans les chroniques, ce qui aurait pour effet de réduire leur coût actualisé.

2.3. LES COÛTS FIXES D'INFRASTRUCTURE

La construction de lignes nouvelles entraîne des dépenses d'exploitation, d'entretien et de régénération indépendants du trafic, les coûts « fixes », qui dépendent du type de ligne. Les scénarios bleus-mauves incluent la construction de lignes nouvelles à deux voies et parfois l'ajout d'une troisième voie à une ligne existante.

Les coûts unitaires sont estimés sur la base du référentiel de RFF. Dans le cas des troisièmes voies, on a admis qu'il n'y aurait pas de coûts fixes d'exploitation nouveaux car cette troisième voie fait partie d'une section dont l'exploitation est assurée en situation de référence.

Les coûts unitaires sont les suivants, exprimés en euros 2012 par km :

- Ligne nouvelle : 131 000 euros/km
- Troisième voie : 59 900 euros/km

Compte tenu des inflateurs de coûts indiqués dans le référentiel de RFF et des taux d'actualisation de Robien, les coûts fixes actualisés (VAN) sur une période de 50 ans à partir de 2030 valent :

- Ligne nouvelle : 5,10 M€/km
- Troisième voie : 2,32 M€/km

2.4. LES GAINS DE TEMPS

On cherche à approcher les gains de VAN liés à un gain de temps d'une minute.

Ils dépendent de la distance parcourue par le voyageur. Pour les besoins de l'exercice, on admet que les voyageurs courte distance (TER) parcourent 100 km, et les voyageurs longues distances (TAGV, GL) parcourent 400 km. Les taux de 2^{ème} classe sont de 100% dans les TER, et 65% dans les trains à longue distance. Les valeurs de la minute sont les suivantes :

Segment de trafic	Valeur en 2000, en euros 2000	Valeur en 2012, en euros 2012
Régional	0,19 €/min	0,24 €/min
Longue distance	0,34 €/min	0,44 €/min

Les différences de temps de parcours entre scénarios ne concernent que le tronçon Redon – Nantes. Les gains de temps s'appliquent donc aux volumes de trafic de référence circulant sur la section Redon – Nantes, qui sont les suivants :

Trafic transitant sur la section Nantes - Redon

Horizon	Segment	Volume
2030	Régional	817 372
	LD	434 802
	Total	1 252 174
2040	Régional	1 020 147
	LD	535 547
	Total	1 555 694
2055	Régional	1 428 307
	LD	734 829
	Total	2 163 136

Source : Setec, prévisions de trafic

Compte tenu des inflateurs de la valeur du temps, de la croissance des trafics et de l'actualisation, la VAN d'une minute gagnée, actualisés (VAN) sur une période de 50 ans à partir de 2030, vaut :

- Pour le trafic régional : 9,7 M€/ minute gagnée
- Pour le trafic longue distance : 9,1 M€/ minute gagnée
- Soit au total : 18,8 M€/ minute gagnée

3. APPLICATION AUX SCENARIOS BLEUS-MAUVES

Le tableau ci-dessous présente les coûts et avantages de chacun des scénarios pour les trois variables prises en compte. C'est sur ces bases que sont ensuite comparés les scénarios entre eux.

Scénario	Coûts d'invest.	Coûts fixes d'infra	Gains de temps			Total
			Régional	LD	Total	
S1	-3 886	-364	78	73	150	-4 100
S2	-3 342	-364	19	18	38	-3 668
S3	-4 352	-393	0	0	0	-4 746
S4	-5 130	-393	78	73	150	-5 373
S5	-3 731	-445	29	27	56	-4 120
S6	-4 197	-445	78	73	150	-4 492
A7	-4 508	-557	87	82	169	-4 896

On compare ensuite d'une part les scénarios S1 et S2, d'autre part les scénarios S3, S4, S5 et S6. Chacun de ces sous-ensembles est homogène du point de vue des schémas de service (fréquences) ; les coûts d'exploitation des trains et les coûts de maintenance de l'infrastructure sont similaires et peuvent être négligés dans ces comparaisons.

Sous-groupe S1-S2

Les écarts de VAN entre S1 et S2 sont les suivants, par rubrique (en M€2012) :

Scénario	Coûts d'invest.	Coûts fixes d'infra	Gains de temps			Total
			Régional	LD	Total	
S1	-544	0	58	54	113	-431

Le surplus de coûts d'investissement du scénario S1 n'est pas compensé par les gains de temps des voyageurs.

La VAN du scénario S2 étant de +204 M€, celle de S1 serait d'environ – 227 M€ (+ 204 – 431).

Sous-groupe S3-S4-S5-S6

Les autres scénarios sont comparés au scénario bleu sans AGO « A7 », dont les caractéristiques en termes de schémas de service sont identiques.

Les écarts de VAN entre chaque scénario et A7 sont les suivants, par rubrique (en M€2012) :

Scénario	Coûts d'invest.	Coûts fixes d'infra	Gains de temps			Total
			Régional	LD	Total	
S3	155	164	-87	-82	-169	150
S4	-622	164	-10	-9	-19	-477
S5	777	112	-58	-54	-113	776
S6	311	112	-10	-9	-19	404

Le Scénario S5, à la fois moins coûteux en investissement et performant en termes de temps de parcours est le mieux classé de ce sous-ensemble de quatre scénarios.

Les scénarios S4 et S6 permettent de réduire les pertes d'avantages pour les usagers, mais pâtissent de leurs coûts d'investissement élevés.

A partir des différentiels de VAN estimés ci-dessus et de la VAN connues pour les scénarios qui servent de base à la comparaison, on peut estimer grossièrement les VAN de tous les scénarios.

Scénario	Base de calculs	VAN calculée	Ecart / base	VAN estimée
S1	S2		-431	-250
S2		204		
S3	A7		150	-500
S4	A7		-477	-1 100
S5	A7		776	150
S6	A7		404	-250
A7		-639		

Les seuls scénarios bleus-mauves dont la VAN apparaît positive sont S2 et S5.

Les autres scénarios présentent des VAN négatives.

En termes de VAN, les scénarios bleus-mauves se classent dans l'ordre suivant :

S2 > S5 > S1 > S6 > S3 > S4.

Il est rappelé que la VAN n'a été calculée sur la base d'un test trafic complet que pour le scénario S2, les résultats pour les autres scénarios ont été estimés afin d'éclairer sur les premières tendances.

4. ANNEXE – PREVISIONS DE TRAFIC

Nombre de voyageurs ferroviaires, en millions															
Scénario	A1					A7					S2				
	Modèle de trafic					Modèle de trafic					Modèle de trafic				
Segment de trafic	MLD	MCD	AGO	Total	%	MLD	MCD	AGO	Total	%	MLD	MCD	AGO	Total	%
Horizon	2030					2030					2030				
Anciens	13,33	9,25		22,58	92%	13,33	9,25		22,58	96%	13,33	9,25		22,58	97%
Détournés de la route	0,20	0,47	0,61	1,29	5%	0,23	0,52		0,75	3%	0,20	0,30		0,51	2%
Détournés de l'avion	0,04			0,04	0%	0,04			0,04	0%	0,04			0,04	0%
Détournés des TC			0,42	0,42	2%				0,00	0%				0,00	0%
Induits	0,25	0,27		0,51	2%	0,26	0,29		0,55	2%	0,25	0,16		0,41	2%
S-T Nouveaux	0,49	0,74	1,03	2,25	9%	0,53	0,81	0,00	1,34	6%	0,49	0,47	0,00	0,95	4%
Total	13,82	9,72	1,03	24,57	100%	13,86	9,76	0,00	23,63	100%	13,82	9,55	0,00	23,37	100%
Horizon	2040					2040					2040				
Anciens	15,46	11,32		26,79	91%	15,46	11,32		26,79	94%	15,46	11,32		26,79	91%
Détournés de la route	0,23	0,62	0,76	1,60	5%	0,27	0,68		0,95	3%	0,23	0,37		0,60	2%
Détournés de l'avion	0,04			0,04	0%	0,04			0,04	0%	0,04			0,04	0%
Détournés des TC			0,53	0,53	2%				0,00	0%				0,00	0%
Induits	0,28	0,35		0,63	2%	0,30	0,39		0,68	2%	0,28	0,20		0,48	2%
S-T Nouveaux	0,54	0,97	1,29	2,81	11%	0,61	1,06	0,00	1,67	7%	0,55	0,56	0,00	1,11	5%
Total	16,01	12,29	1,29	29,59	100%	16,07	12,39	0,00	28,46	100%	16,01	11,89	0,00	27,90	94%
Horizon	2055					2055					2055				
Anciens	19,33	14,94		34,27	90%	19,33	14,94		34,27	94%	19,33	14,94		34,27	90%
Détournés de la route	0,29	0,86	1,03	2,18	6%	0,34	0,95		1,29	4%	0,29	0,50		0,79	2%
Détournés de l'avion	0,05			0,05	0%	0,05			0,05	0%	0,05			0,05	0%
Détournés des TC			0,75	0,75	2%				0,00	0%				0,00	0%
Induits	0,36	0,50		0,85	2%	0,39	0,54		0,93	3%	0,36	0,27		0,63	2%
S-T Nouveaux	0,70	1,36	1,77	3,83	16%	0,78	1,49	0,00	2,28	10%	0,70	0,77	0,00	1,47	6%
Total	20,02	16,30	1,77	38,10	100%	20,11	16,44	0,00	36,55	100%	20,03	15,72	0,00	35,74	94%

		Indices / A1							
Scénario	A7 / A1				S2 / A1				
En nb. de voyageurs	Modèle de trafic				Modèle de trafic				
Segment de trafic	MLD	MCD	AGO	Total	MLD	MCD	AGO	Total	
Horizon	2030				2030				
Anciens	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00		1,00	
Détournés de la route	1,13	1,10	0,00	0,58	0,99	0,65	0,00	0,39	
Détournés de l'avion	1,03			1,03	1,03			1,03	
Détournés des TC			0,00	0,00			0,00	0,00	
Induits	1,06	1,10		1,08	1,01	0,61		0,80	
S-T Nouveaux	1,09	1,10	0,00	0,59	1,00	0,63	0,00	0,42	
Total	1,00	1,01	0,00	0,96	1,00	0,98	0,00	0,95	
Horizon	2040				2040				
Anciens	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00		1,00	
Détournés de la route	1,17	1,10	0,00	0,59	0,99	0,60	0,00	0,37	
Détournés de l'avion	1,05			1,05	1,05			1,05	
Détournés des TC			0,00	0,00			0,00	0,00	
Induits	1,08	1,09		1,09	1,02	0,56		0,76	
S-T Nouveaux	1,11	1,10	0,00	0,60	1,01	0,58	0,00	0,40	
Total	1,00	1,01	0,00	0,96	1,00	0,97	0,00	0,94	
Horizon	2055				2055				
Anciens	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00		1,00	
Détournés de la route	1,18	1,10	0,00	0,59	0,98	0,58	0,00	0,36	
Détournés de l'avion	1,05			1,05	1,05			1,05	
Détournés des TC			0,00	0,00			0,00	0,00	
Induits	1,09	1,10		1,09	1,02	0,54		0,74	
S-T Nouveaux	1,12	1,10	0,00	0,59	1,00	0,57	0,00	0,38	
Total	1,00	1,01	0,00	0,96	1,00	0,96	0,00	0,94	