



ETUDES EXPLORATOIRES LIMOGES – TOULOUSE

RAPPORT FINAL

Août 2015



Sommaire

1.	PREAMBULE	5
2.	Méthode	7
2.1.	Déroulement de l'étude	7
2.2.	Calcul des temps de parcours	7
2.3.	Méthodologie d'estimation	9
3.	Diagnostic et recherche d'amélioration de la ligne existante	10
3.1.	Limoges – Caussade	11
3.2.	Caussade – Toulouse	12
3.3.	Analyse capacitaire de la ligne existante	14
4.	Recueil de données environnementales	15
5.	Définition des objectifs	17
6.	Définition d'aménagements	19
6.1.	6. 1 Relèvements de vitesse	20
6.2.	L'évitement des contraintes de la ligne existante par shunt ou ligne nouvelle	21
6.2.1.	Les shunts	22
6.2.2.	Les lignes nouvelles à 250 km/h	25
6.2.3.	Les lignes à grande vitesse à 320 km/h	27
7.	Construction de scénarios d'infrastructure	29
7.1.	Scénario S1 : LGV 320 km/h Limoges-Montauban + relèvements de vitesse	33
7.2.	Scénario S2 : LGV 320 km/h Limoges-Cahors	34
7.3.	Scénario S3 : LN 250 km/h Limoges - Caussade + relèvements de vitesse	35
7.4.	Scénario S4 : LN 250 km/h Limoges - Caussade	36
7.5.	Scénario S5 : 12 shunts + relèvements de vitesse	37
7.6.	Scénario S6 : Relèvements de vitesse	38
7.7.	Scénario S7 : LN 250 km/h Limoges-Brive + 8 shunts + relèvements de vitesse	39
7.8.	Scénario S8 : 4 shunts + relèvements de vitesse	40
7.9.	Scénario S9 : 5 shunts + relèvements de vitesse	41
7.10.	Scénario S10 : 4 shunts + relèvements de vitesse	42
7.11.	Scénario S11 : 6 shunts + relèvements de vitesse	43

7.12.	Scénario S12 : 7 shunts + relèvements de vitesse	44
7.13.	Scénario S13 : 10 shunts + relèvements de vitesse	45
7.14.	Scénario 14 : 3 shunts + relèvements de vitesse.....	46
7.15.	Scénario 15 : 6 shunts + relèvements de vitesse.....	47
7.16.	Scénario 16 : Pendulaire	48
8.	Synthèse des scénarios et analyse multi-critères.....	50
8.1.	Scénarios temps de parcours.....	52
8.2.	Scénarios intermédiaires	53
9.	Développement de 3 scénarios	54
9.1.	Scénario LGV 320 km/h Limoges-Cahors.....	55
9.1.1.	Description du fuseau de passage.....	55
9.1.2.	Synthèse environnementale.....	57
9.1.3.	Temps de parcours	58
9.1.4.	Estimations.....	58
9.2.	Scénario pendulaire.....	59
9.2.1.	Synthèse technique.....	59
9.2.2.	Synthèse environnementale.....	60
9.2.3.	Temps de parcours	60
9.2.4.	Estimations.....	60
9.3.	Scénario intermédiaire.....	61
9.3.1.	Section Limoges-Brive	61
9.3.2.	Section Limoges-Brive	62
9.3.3.	Section Cahors-Caussade	63
9.3.4.	Section Caussade-Montauban	63
9.3.5.	Section Montauban-Toulouse	63
9.3.6.	Synthèse environnementale.....	64
9.3.7.	Temps de parcours	65
9.3.8.	Estimations.....	65
10.	CONCLUSION GENERALE.....	66

1. PREAMBULE

Le présent document constitue le rapport final des études relatives aux orientations possibles pour l'amélioration de l'axe Paris-Limoges-Toulouse dans sa partie Sud, entre Limoges et Toulouse, dans le contexte du questionnement de la commission d'enquête pour le projet de lignes nouvelles Bordeaux-Toulouse/Bordeaux-Dax (dans son rapport et conclusions de mars 2015, celle-ci considère en effet la pertinence d'une desserte entre Paris et Toulouse par cet axe et la LGV Poitiers-Limoges).

Il résume les analyses qui ont conduit, à partir d'un diagnostic de la ligne existante, à définir des scénarios contrastés d'infrastructures, associés à l'objectif d'un temps de parcours en exploitation commerciale de 4h30 sur la liaison Paris-Toulouse, tel que mentionné par la commission.

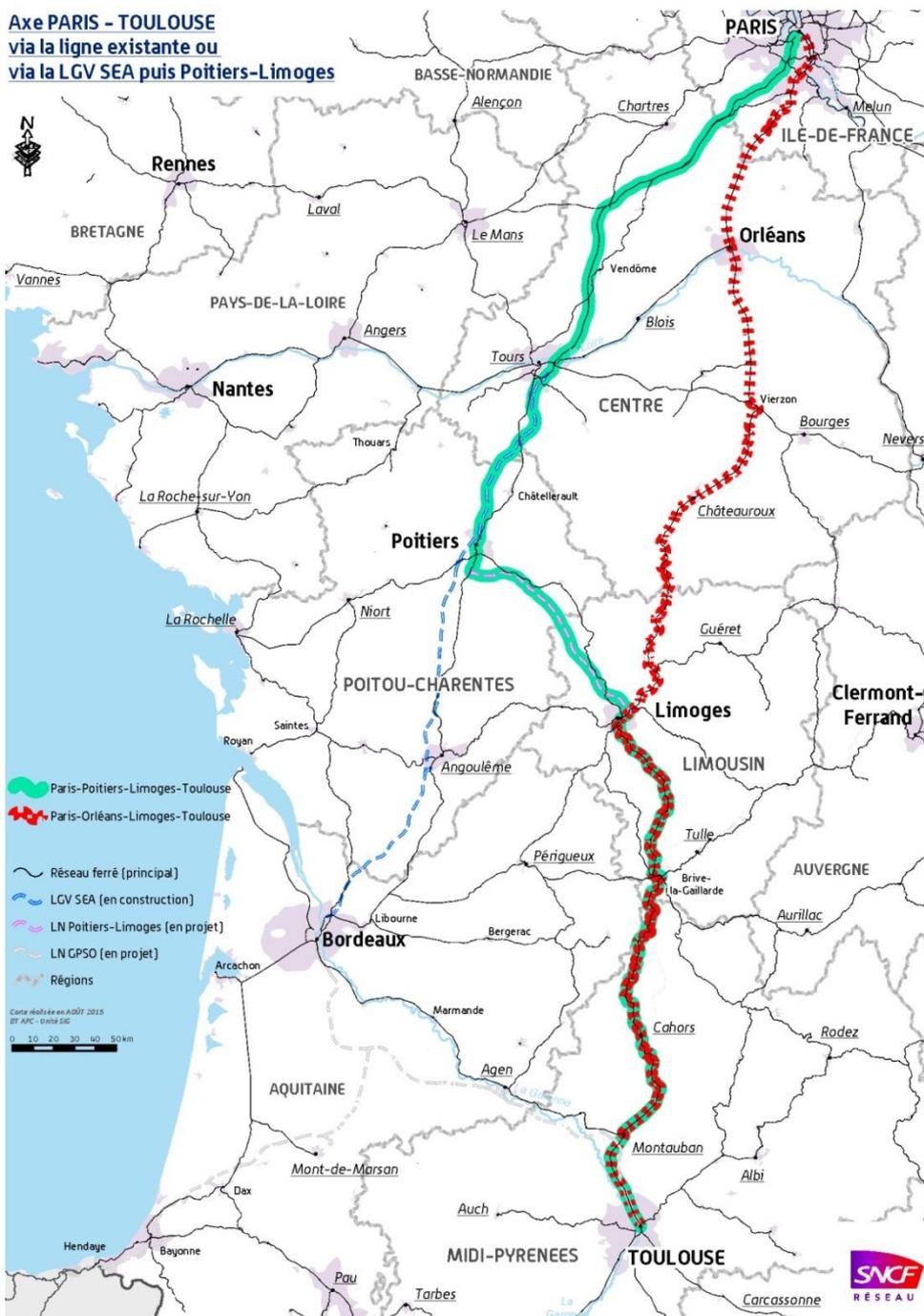
Il s'agit en fait d'un objectif ambitieux, nécessitant de gagner environ une demi-heure entre Limoges et Toulouse (pour des trains passant par la LGV Poitiers-Limoges puis la LGV entre Poitiers et Paris), ou plus d'une heure par la ligne existante Paris-Limoges, qui ne peut être obtenu qu'avec un aménagement de ligne nouvelle. Pour cette raison, des scénarios intermédiaires restant en deçà de cet objectif, mais apportant déjà une amélioration du temps de 12 à 25mn environ, ont été définis.

Pour tous les scénarios, il a été procédé à une analyse multicritères. En fin d'étude, deux scénarios d'infrastructure contrastés ont fait l'objet d'une analyse finale plus approfondie, et un scénario portant sur le recours à du matériel roulant pendulaire a par ailleurs été examiné.

La présente étude est centrée sur la **section Limoges-Toulouse**. L'objectif de temps de parcours sur Paris-Toulouse a été associé aux hypothèses suivantes pour Paris-Limoges :

- passage par la LGV Poitiers-Limoges : Paris-Limoges en 1h55. On considère ainsi le meilleur temps possible par cette ligne nouvelle, en ajoutant ensuite un arrêt de 3 mn à Poitiers, sans prise en compte d'un découplage des dessertes tel qu'il est prévu à ce jour pour une desserte « en antenne » à partir de Tours-Bordeaux ; cette desserte en antenne conduit à un temps d'arrêt supplémentaire de 8mn en gare de Poitiers (ce temps de découplage conduisant alors au temps de 2h03 pour la desserte de Limoges, tel qu'il figure dans le dossier d'enquête publique de Poitiers-Limoges). Cette hypothèse de 1h55 est retenue dans la présente étude pour illustrer la desserte au mieux de Toulouse par cet itinéraire, du seul point de vue de performance de l'infrastructure. **Elle n'examine pas les répercussions sur l'exploitation de l'axe atlantique**, qui méritent une attention particulière et nécessiteraient des études spécifiques : remise en cause des dessertes sur Toulouse et de l'organisation sur l'axe atlantique, incidence éventuelle sur la conception de Poitiers-Limoges à voie unique sur 71 km... Cette importante réserve est à considérer dans l'appréciation des chiffres ci-après ;
- passage par la ligne POLT modernisée : Paris-Limoges en 2h43, sans arrêt entre Paris et Limoges, pour des trains non pendulaires, et en 2h35 pour des trains pendulaires (chiffres retenus dans le dossier d'enquête publique Poitiers-Limoges, selon étude pendulaire POLT, qui supposent la réalisation de travaux de modernisation sur la ligne existante).

Ces deux hypothèses conduisent à rechercher un **temps de parcours entre Limoges et Toulouse allant de 1h50 à 2h30 (chiffres arrondis)**, avec arrêts intermédiaires tels que définis ci-après.



Axes Paris Toulouse via la ligne existante ou via la LGV SEA puis Poitiers Limoges

Différentes hypothèses de matériel roulant sont également étudiées à cette occasion. Les scénarios étudiés pourront donc porter sur l'infrastructure et/ou le matériel roulant.

Nota : l'attention est attirée sur le fait qu'il s'agit d'études préliminaires, avec une réflexion sur les aménagements nécessaires en termes de fonctionnalités, et non de tracé (pour des sections de ligne nouvelle). L'examen de tracés relèverait d'étapes ultérieures, avec les différentes phases d'études et de concertation à mener conformément aux dispositions réglementaires et aux pratiques d'élaboration des projets ferroviaires. Il n'est pas procédé non plus à l'élaboration de schémas prévisionnels de dessertes, ni à des études d'exploitation ferroviaire, nécessaires pour préciser l'insertion dans la conception des horaires.

2. METHODE

2.1. Déroulement de l'étude

La démarche d'analyse pour l'amélioration de l'axe Limoges-Toulouse s'est déroulée par étapes :

- Diagnostic et recherche d'amélioration de la ligne existante
- Analyse capacitaire de la ligne existante
- Définition des objectifs
- Définition d'aménagements
- Construction de scénarios d'infrastructure
- Synthèse des scénarios et analyse multi-critères
- Approfondissement des scénarios à développer.

2.2. Calcul des temps de parcours

Méthodologie et temps de parcours actuel

Un calcul de marche a été effectué sur la ligne Limoges-Montauban-Toulouse avec un TGV-R (TGV Réseau) afin d'être comparé à la marche THOR fournie par la SNCF. Il s'agit de s'assurer qu'avec des hypothèses équivalentes, les calculs de marche ont des résultats similaires indépendamment du fait qu'ils soient calculés par le bureau d'études ou par la SNCF.

Le calcul de la marche tient compte des performances du matériel roulant, du profil en long de la ligne et des limitations de vitesse liées à son tracé en plan.

Le graphique ci-dessous présente le diagramme de vitesse de la ligne ainsi que le profil de vitesse simulé pour le TGV-R, avec la politique d'arrêts qui a été retenue pour les objectifs de la présente étude entre Limoges et Toulouse : Brive, Cahors et Montauban.

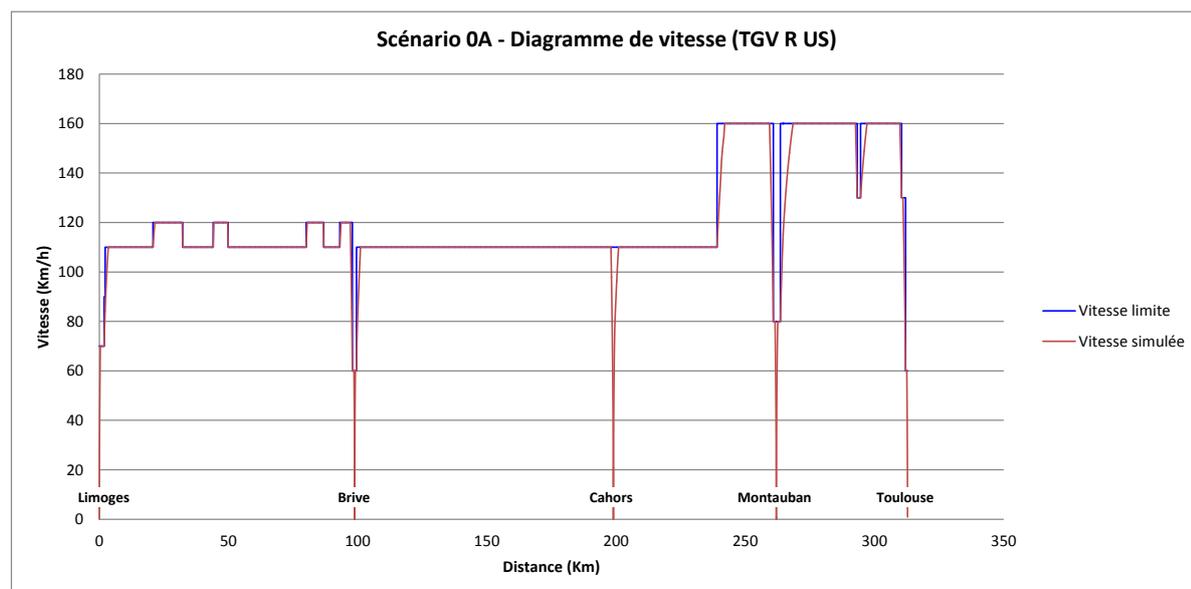


Figure 1 : Limoges-Toulouse – profil de vitesse de l'infrastructure actuelle

Sur cette marche de base est ensuite ajoutée une détente (ou marge de régularité) de 3mn/100 km ou de 4,5mn/100 km, la seconde option étant la détente courante sur le réseau ferré national, la première pouvant être retenue à titre d'exception. Les temps de station à station sont ensuite arrondis à la minute supérieure et les temps d'arrêt en station sont ajoutés (3mn à Brive et Montauban et 2mn à Cahors). En tenant compte d'un arrêt également de 3mn à Limoges, les temps d'arrêt en gare ainsi pris en compte pour les arrêts intermédiaires sont ainsi de 11mn entre Paris et Toulouse.

Les marches types calculées ainsi donnent un temps de parcours de 3h04 entre Limoges et Toulouse avec une détente de 3mn/100 km et de 3h10 avec une détente de 4,5mn/100 km. Ces temps ont été utilisés comme temps de références.

Les temps de parcours commerciaux sont obtenus que lorsque les sillons sont intégrés dans la grille horaire commerciale.

Temps de parcours indiqués dans le rapport de la commission d'enquête de mars 2015

Avec la même méthodologie, les temps de parcours ont été recalculés, sur la base d'une vitesse relevée à 120 km/h entre Limoges et Caussade et à 180 km/h entre Caussade et Toulouse, avec des arrêts à Brive et Montauban seulement (profil de vitesse ci-dessous). Cette hypothèse a en effet été affichée par la commission d'enquête en pages 206/207 de son rapport ; à noter que l'hypothèse V180 entre Caussade et Montauban est plus ambitieuse que celle présentée dans le dossier des CESR de 2010 auquel la commission se réfère également.

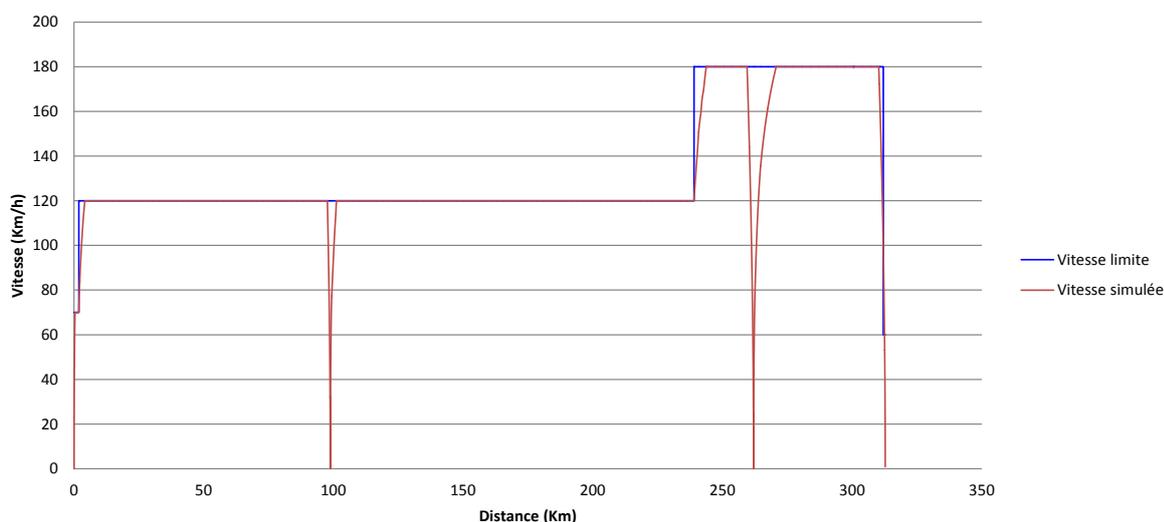


Figure 2 : Limoges-Toulouse – hypothèse commission d'enquête mars 2015

Le temps de parcours ainsi obtenu est de 2h47 min entre Limoges et Toulouse avec une marge de 3mn/100 km et de 2h51 avec une marge de 4,5mn/100 km.

En tenant compte d'un temps de parcours entre Paris et Limoges de 2h01 par la LGV Poitiers-Limoges (retenu par la commission), d'un temps d'arrêt à Limoges de 3mn, le temps de parcours entre Paris et Toulouse serait de 4h51 au minimum.

Or, pour cette hypothèse, la commission d'enquête conclut à un temps de parcours d'environ 4h30, soit une vingtaine de minutes de moins. La différence s'explique par une mauvaise prise en compte des phases d'accélération et de décélération qui pénalisent le temps de parcours, et principalement par une non prise en compte de la détente, pourtant absolument nécessaire à l'exploitation robuste du réseau ferroviaire au niveau national. Ceci relève d'une confusion faite entre vitesse moyenne constatée sur des horaires, et vitesse limite par section d'infrastructure : sur un long parcours, cette confusion conduit à un écart notable.

Méthodologie et temps de parcours des scénarios

La méthodologie de calcul des temps de parcours sur lignes classiques ($V < 230$ km/h) est identique à celle présentée plus haut pour le calcul du temps de parcours actuel. Les temps de parcours des scénarios incluant une circulation sur l'infrastructure existante, des relèvements de vitesse ou des shunts sont établis selon cette méthode.

Pour les sections de ligne nouvelle à 250 ou 320 km/h, la détente n'est pas calculée au prorata de la distance (3 ou 4,5mn/100 km), mais au prorata du temps de la marche de base à laquelle on ajoute 5%.

2.3. Méthodologie d'estimation

Les estimations proposées pour chaque aménagement sont établies sur la base de macro-prix issus des retours d'expérience de différents projets d'aménagement, toujours exprimées en HT valeur août 2013 dans le présent document.

Linéaire peu ouvragé	28 M€/km
Linéaire ouvragé	42 M€/km
Linéaire en tunnel	70 M€/km
Linéaire rectification de courbe	15 M€/km
Linéaire modification de dévers	0,2 M€/km
PN à supprimer	4 M€/u

Ces macro-prix sont utilisés à des fins de comparaisons des scénarios entre eux.

Pour les sections de lignes nouvelles, ont été également utilisés certains macro-prix retenus dans les études du GPSO.

3. DIAGNOSTIC ET RECHERCHE D'AMELIORATION DE LA LIGNE EXISTANTE

Le diagnostic de l'infrastructure existante réalisé a permis d'identifier les axes d'amélioration de la ligne.

Les marches types entre Paris et Toulouse par la ligne existante varient entre 6h et 6h10 selon la détente appliquée (marches THOR – TGV US – marges de 3mn/100 km et de 4,5mn/100 km) dans une configuration de desserte de Limoges, Brive, Cahors et Montauban (desserte supplémentaire de Cahors par rapport à la politique d'arrêts intermédiaires à partir de Limoges retenue par la commission d'enquête GPSO dans son approche).

Ces marches types correspondent à une marche type de 3h02 à 3h07 entre Limoges et Toulouse.

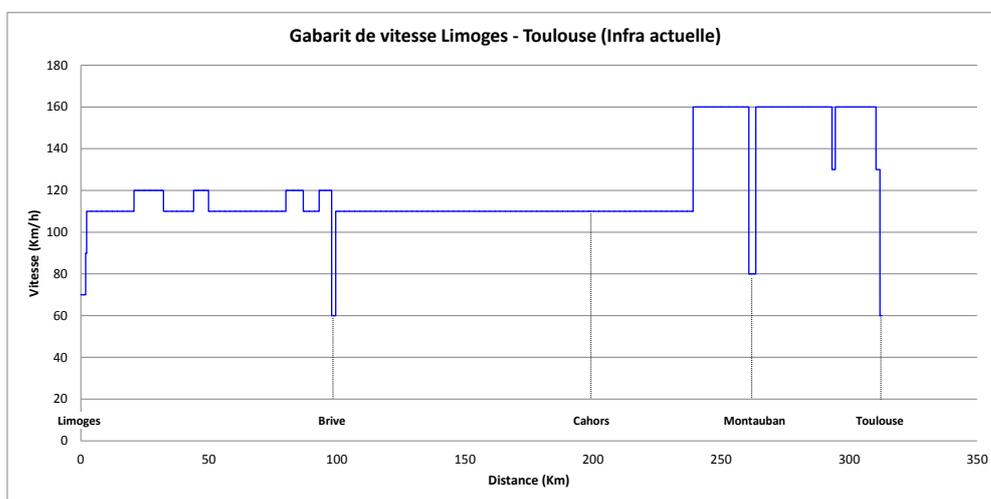


Figure 3 : Limoges-Toulouse – profil de vitesse de l'infrastructure actuelle

Entre Limoges et Toulouse, la ligne représente un **linéaire de 314 km, en double voie électrifiée (1500 V)**, entièrement équipée d'une signalisation BAL (bloc automatique lumineux) de type classique, permettant la circulation des trains à une vitesse maximale de 160 km/h.

La section Limoges-Toulouse (partie de la ligne n°590 entre Limoges et Montauban, puis de la ligne n°640 entre Montauban et Toulouse) peut être scindée en 2 tronçons distincts de caractéristiques assez différentes :

- Limoges-Caussade
- Caussade-Toulouse

Du point de vue du trafic et de la demande, les sections Limoges-Brive et Montauban-Toulouse se distinguent.

Sur la section Limoges-Brive environ 43 trains journaliers circulent deux sens confondus alors que le trafic s'établit à environ 32 trains journaliers sur la section Brive-Montauban. La différence principale provient des trains grandes lignes dont beaucoup atteignent Brive mais ne vont pas au-delà. On compte ainsi 24 trains grande ligne quotidiens entre Limoges et Brive, contre 15 au sud de Brive. Le rapport de la commission « TET d'avenir » (mai 2015, dit rapport Duron) rappelle par ailleurs que la

part des voyages effectués sur la ligne atteint 23% entre Limoges et Brive, à comparer à 14% entre Brive et Toulouse.

Au sud de Montauban le nombre de trains est bien plus important du fait du tronç commun avec la ligne Bordeaux-Toulouse.

3.1. Limoges – Caussade

Le tronçon Nord de 240 km entre Limoges et Caussade traverse un relief accidenté. La vitesse est limitée à 110/120 km/h, conséquence d'un tracé en plan et d'un profil en long très mouvementés :

– Axe en plan :

- 394 courbes en plan, dont 294 ne permettant pas de relèvement de vitesse au-delà de 130 km/h (soit 75% des courbes du tronçon) ;

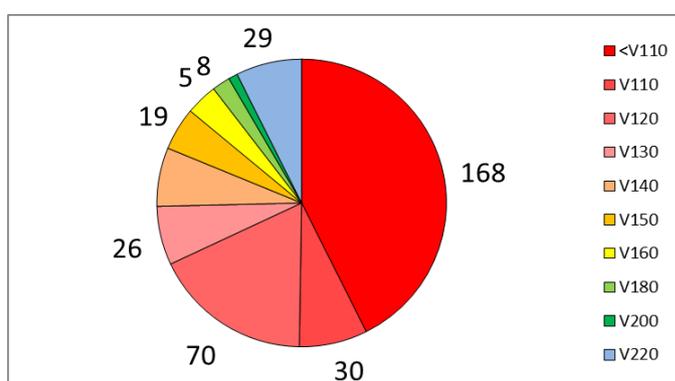


Figure 4 : Limoges-Caussade – nombre de courbes en plan par vitesse capable

- 3 tronçons homogènes d'une longueur cumulée de 18,7 km permettant d'envisager des relèvements de vitesse entre Limoges et Brive ;
- aucun tronçon homogène entre Brive et Caussade ne permettant de relèvement de vitesse ;
- aucune courbe en plan isolée permettant le relèvement de vitesse d'un tronçon homogène.

– Profil en long :

- une déclivité maximale de 12,3‰
- 55% du linéaire en rampe supérieure ou égale à 10‰
- 71% du linéaire en rampe supérieure ou égale à 8‰
- 82% du linéaire en rampe supérieure ou égale à 5‰
- des circulations fret en détresse patinage régulier (en cas de rail gras et de sablières des locomotives vides)

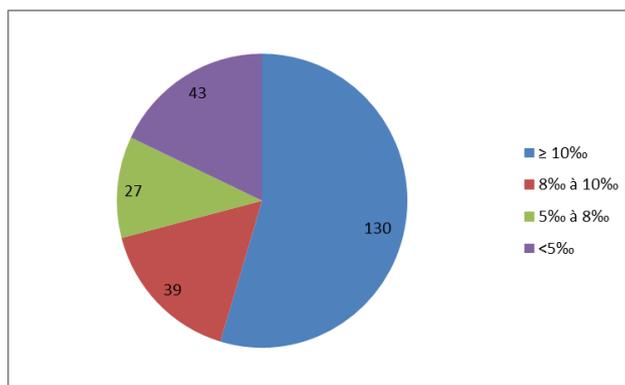


Figure 5 : Limoges-Caussade – kilomètres de ligne par type de rampe

– Gabarits :

L'infrastructure est au gabarit GA entre Limoges et Caussade à l'exception du secteur de Brive à Souillac où 10 tunnels sont au gabarit G1.

– Gares intermédiaires :

La desserte TER est hétérogène sur le tronçon Limoges-Caussade :

- Limoges – Brive : 1 gare actuellement desservie par les Intercités et 8 gares par des TER, soit une moyenne de 10 km entre gares ;
- Brive – Cahors : 2 gares actuellement desservies par les Intercités et 2 gares par des TER (avec 2 trains/jour, 2 sens confondus), soit une moyenne de 20 km entre gares ;
- Cahors – Caussade : 2 gares desservies par des TER, soit une moyenne de 8 km.

- Passages à niveau : le secteur comprend 52 passages à niveau soit en moyenne environ un passage à niveau tous les 5 km.

3.2. Caussade – Toulouse

Le **tronçon Sud de 74 km environ entre Caussade et Toulouse** traverse un territoire de plaine. La vitesse est limitée en pleine ligne à 160 km/h, soit la vitesse maximale de circulation sans dénivellation des passages à niveau sur ligne existante. La géométrie de ce tronçon indique une zone sans difficulté d'inscription majeure en dehors des contraintes ponctuelles de la traversée de Montauban et du secteur de Castelnau d'Estrétefonds :

– Axe en plan :

- 76 courbes en plan, dont 30 ne permettant pas de relèvement de vitesse au-delà de 160 km/h :
 - 3 en pleine ligne entre Caussade et Montauban
 - 11 situées dans la traversée de Montauban
 - 16 situées entre Dieupentale et Toulouse

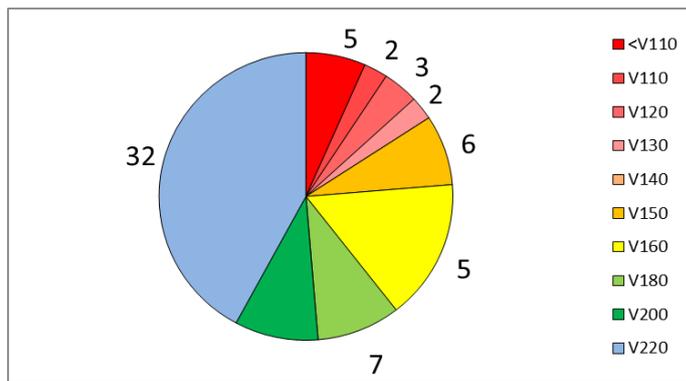


Figure 6 : Caussade-Toulouse – nombre de courbes en plan par vitesse capable

- 3 tronçons homogènes d'une longueur cumulée de 40 km permettant d'envisager des relèvements de vitesse à 220 km/h entre Caussade et Toulouse
- aucune courbe en plan isolée permettant le relèvement de vitesse d'un tronçon homogène

– Profil en long :

- une déclivité maximale de 10,3‰
- 0,4% du linéaire en rampe supérieure ou égale à 10‰
- 2,3% du linéaire en rampe supérieure ou égale à 8‰
- 11% du linéaire en rampe supérieure ou égale à 5‰

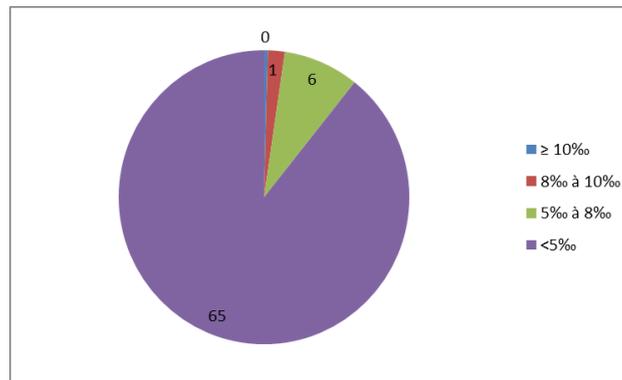


Figure 7 : Caussade-Toulouse – kilomètres de ligne par type de rampe

– Gabarits:

L'infrastructure est au gabarit GA entre Caussade et Montauban, puis au gabarit GB1 entre Montauban et Toulouse.

– Gares intermédiaires :

La desserte TER est relativement homogène sur le tronçon Caussade-Toulouse avec 1 gare principale (Montauban) et 8 gares TER, soit une moyenne de 5 km entre gares.

– Passages à niveau :

le secteur comprend 31 passages à niveau soit en moyenne environ un passage à niveau tous les 2 km. A noter une forte densité de passage à niveau dans la partie Nord de l'agglomération de Montauban avec 13 « PN » sur 11 km (secteur Albias-Montauban).

3.3. Analyse capacitaire de la ligne existante

L'analyse capacitaire a mis en évidence que :

- la section Limoges-Montauban dispose de réserve de capacité. L'importance des disponibilités dans la grille horaire existante autorise une augmentation de la vitesse de circulation sans besoin de modification de l'infrastructure de ce point de vue (pour mémoire, à infrastructure constante et avec des circulations hétérogènes, plus ou moins rapides, un relèvement de vitesse au bénéfice des circulations les plus rapides diminue la capacité) ;
- la section Montauban-Toulouse, commune avec l'axe Bordeaux-Toulouse, a fait l'objet d'études d'aménagement dans le cadre du programme du GPSO. Le besoin d'adaptation de l'infrastructure pour des raisons capacitaires est avéré, compte tenu de l'évolution attendue du trafic sur ce tronçon.

4. RECUEIL DE DONNEES ENVIRONNEMENTALES

Une collecte de données environnementales a été réalisée sur une aire d'études d'environ 10 km de part et d'autre de la ligne existante sur les six départements suivants : Haute-Vienne (86), Corrèze (19), Dordogne (24), Lot (46), Tarn-et-Garonne (82) et Haute-Garonne (31).

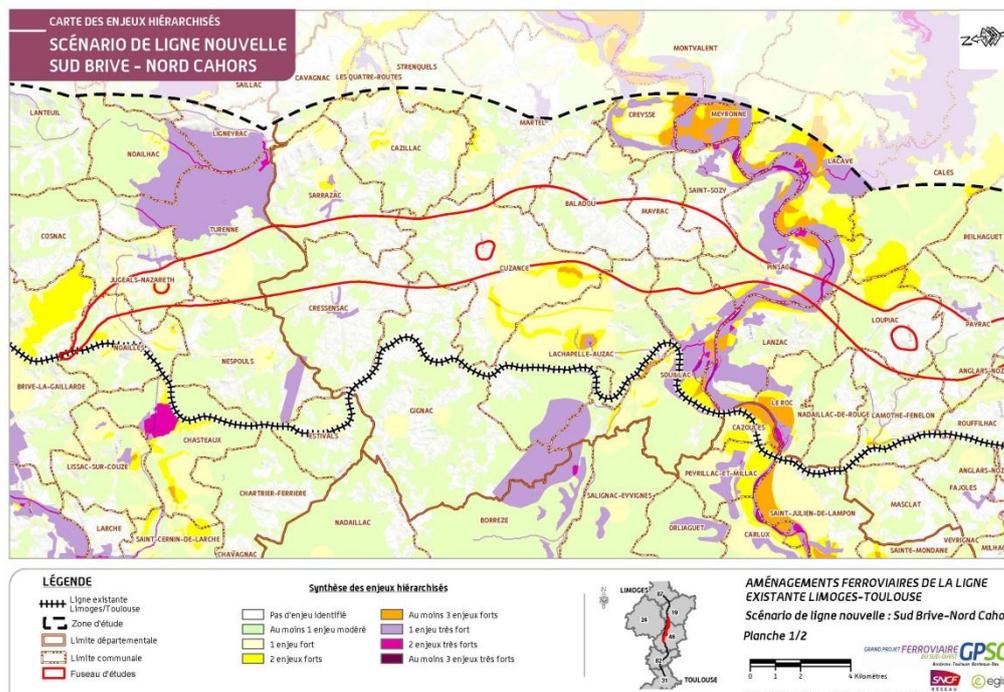
Cette collecte de données a été réalisée **sur les 4 thématiques suivantes : milieu physique, milieu naturel, milieu humain, patrimoine/tourisme/loisirs**. Les données collectées sur internet concernent les enjeux réglementaires ou les enjeux forts et très forts ou tout autre enjeu discriminant pour la recherche de scénarios d'infrastructure.

Seules les données suivantes n'ont pas pu être collectées (difficultés de collecte, mais données non déterminantes dans le cadre des présentes études) :

- les zones humides,
- les captages AEP dans les départements de Dordogne et Corrèze,
- les servitudes.

Une grille des enjeux hiérarchisés a été élaborée sur la base de **4 niveaux d'enjeux** : faible, moyen, fort et très fort. Elle a été réalisée sur la base du retour d'expérience sur d'autres grands projets d'infrastructures, notamment GPSO et Poitiers-Limoges concernés par les mêmes départements et dont les grilles ont été partagées et validées avec les services de l'Etat (DREAL notamment). Seules les données utiles pour la recherche de scénarios ont été prises en compte.

A partir de cette grille des enjeux hiérarchisés, des cartes de synthèse cumulant les enjeux hiérarchisés ont été élaborées. Ces cartes sont le support de base à la démarche ERC « éviter, réduire et compenser » permettant la recherche du scénario le moins impactant et évitant le plus d'enjeux.



Exemple de carte des enjeux hiérarchisés permettant la démarche ERC

Les principaux secteurs à enjeux identifiés concernent les éléments suivants :

- en Haute-Vienne : la vallée de la Briance (site inscrit, PPRI et cours d'eau à très fort enjeu) et ses affluents (cours d'eau à très fort enjeu) et l'agglomération de Limoges,
- en Corrèze : la vallée de la Vézère (site Natura 2000, PPRI, cours d'eau à très fort enjeu, ZNIEFF 1 et 2 et une partie de la vallée en site inscrit) et l'agglomération de Brive-La-Gaillarde,
- en Dordogne : la vallée de la Dordogne (site Natura 2000, APPB, PPRI, site inscrit et ZNIEFF),
- dans le Lot : la vallée du Lot (ZNIEFF de type 1, zone inondable et cultures de type vergers, vignes) comprenant l'agglomération de Cahors (site inscrit, UNESCO), les Causses du Quercy et le captage AEP de Cahors (source de la fontaine des Chartreux),
- dans le Tarn-et-Garonne : la vallée de la Garonne (site Natura 2000, APPB, ZNIEFF et zone inondable) et l'agglomération de Montauban,
- en Haute-Garonne : la vallée de la Garonne (site Natura 2000, APPB, ZNIEFF et zone inondable), le canal latéral à la Garonne et l'agglomération de Toulouse.

Les conditions d'insertion environnementale des aménagements ont été évaluées à dire d'expert selon les éléments suivants :

- évitement des enjeux en particulier des enjeux très forts et forts,
- impacts potentiels sur la base d'un tracé support,
- mesures de réduction et de compensation éventuelles à mettre en place,
- procédures réglementaires nécessaires (dossiers d'incidence Natura 2000, procédure espèces protégées...).

Cinq niveaux d'insertion ont ainsi été définis : favorable, assez favorable, modéré, difficile, très difficile.

Un scénario d'aménagement est donc jugé favorable ou assez favorable du point de vue de son impact environnemental lorsque les enjeux très forts ou forts ont été évités au maximum et lorsque les mesures de réduction mises en place correspondent à des mesures classiques (protections acoustiques, aménagements paysagers...).

Un scénario d'aménagement est jugé difficile ou très difficile lorsqu'il impacte des enjeux très forts ou forts sans évitement possible et que les mesures mises en place sont importantes (réduction ou compensation).

5. DEFINITION DES OBJECTIFS

Les étapes de construction des scénarios ont été déterminées en tenant compte :

- du diagnostic de la ligne existante et des possibilités d'amélioration identifiées,
- des positions de la commission d'enquête publique sur le projet de lignes nouvelles Bordeaux-Toulouse/Bordeaux-Dax (phase 1 du GPSO, rapport et conclusions de mars 2015),
- des études sur les alternatives d'aménagement de la ligne existante Bordeaux-Toulouse menées dans le cadre du GPSO,
- des études antérieures sur l'axe Paris-Limoges-Toulouse, et notamment le développement du scénario pendulaire par la SNCF en 2003.

Projets de développement de l'infrastructure hors périmètre des études exploratoires :

- Tronçon Paris-Limoges :

Les études exploratoires prennent en compte les hypothèses suivantes sur Paris-Limoges pour le calcul des temps de parcours entre Paris et Toulouse :

- pour les matériels classiques : la réalisation de la LGV Poitiers-Limoges permettant un temps de parcours de 1h55 entre Paris et Limoges au mieux (sous réserve des politiques de desserte sur l'axe Atlantique – voir remarque à ce sujet dans le préambule), ou à défaut le passage par la ligne POLT avec un temps de 2h43 sans arrêt entre Paris et Limoges, supposant des travaux de modernisation (estimés à 350 M€ 2014 sur l'infrastructure).
- pour les matériels pendulaires : une relation Paris-Limoges par la ligne POLT en 2h35 (sans arrêt).

- Tronçon Limoges-Brive :

A ce jour, les installations permanentes de contre-sens (IPCS, permettant une meilleure robustesse d'exploitation en situation perturbée ou de travaux) ne couvrent pas la totalité du linéaire du tronçon. Un projet d'IPCS entre Limoges et Masseret est en cours pour boucler ce maillage à l'horizon 2020-2021.

- Tronçon Cahors-Montauban :

A ce jour, les installations permanentes de contre-sens ne couvrent pas la totalité du linéaire du tronçon. Un projet d'IPCS entre Cahors et Lalbenque est en cours pour boucler ce maillage à l'horizon 2020-2021.

- Tronçon Montauban-Toulouse :

L'aménagement ferroviaire au Nord de Toulouse et le scénario « priorité capacité » étudié dans le cadre de l'alternative à la ligne nouvelle portant sur la modernisation de la ligne existante Bordeaux-Toulouse est pris comme configuration de référence pour les présentes études exploratoires sur Limoges-Toulouse. La problématique de capacité relevée au chapitre précédent est considérée résolue par la mise à 4 voies entre Dieupentale (Tarn-et-Garonne) et Toulouse. Ce nouvel aménagement permet en partie de supprimer les courbes limitantes de la vitesse d'infrastructure entre Dieupentale et Saint-Jory et autorise un relèvement de vitesse à 220 km/h.

Le résultat de cette phase est la définition des objectifs suivants sur la section Limoges-Toulouse :

- établir des projets d'infrastructure permettant une liaison Paris-Toulouse en 4h30 ou moins ;
- actualiser le scénario de la SNCF de 2003 sur la circulation de matériel pendulaire sur l'axe POLT ;
- assurer une desserte a minima des gares principales de Limoges, Brive, Cahors, Montauban et Toulouse ;
- maintenir et renforcer si possible la vocation structurante de l'axe POLT du point de vue de la desserte des territoires.

6. DEFINITION D'AMENAGEMENTS

Après identification des contraintes de la ligne existante, la définition d'aménagements d'infrastructure passe par :

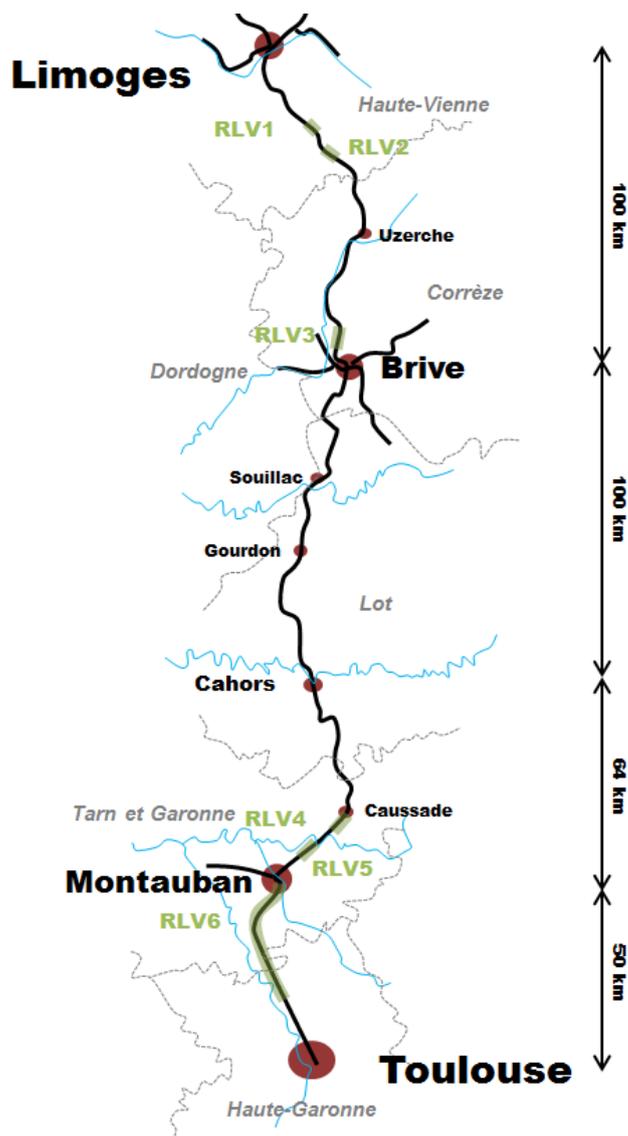
- la recherche d'améliorations de l'infrastructure en place : les **relèvements de vitesse** ; ces opérations consistent à permettre la circulation des trains à une vitesse supérieure soit par une augmentation du devers dans les courbes, soit par rectification du tracé des courbes. Ces opérations ont des incidences sur divers secteurs de la ligne : exploitation, voie ferrée, caténaires, énergie électrique, génie civil. Elles peuvent nécessiter des emprises supplémentaires par rapport aux emprises ferroviaires actuelles ainsi que la mise œuvre de protections acoustiques ;
- l'évitement des contraintes ponctuelles : le **shunt** (ici testé à 200 km/h), section de ligne nouvelle de quelques km, permettant d'éviter un secteur de performances limitées ;
- l'évitement de contraintes généralisées : la **ligne nouvelle**, ici testée à 250 km/h ou à 320 km/h (grande vitesse) avec des aménagements de plusieurs dizaines de km.

A ce stade des réflexions, le linéaire des options de shunt ou de ligne nouvelle est considéré généralement équivalent à celui de la ligne existante entre les points de raccordement. Pour les lignes nouvelles entre Limoges et Brive et entre Brive et Cahors, cette hypothèse a pu être affinée dans le cadre de la dernière partie de l'étude (examen d'un scénario grande vitesse).

6.1. Relèvements de vitesse

Le processus de diagnostic et de recherche d'amélioration de la ligne existante a mis en évidence la possibilité de relever la vitesse sur 6 tronçons de l'infrastructure en place : RLV1 à RLV 6.

Le nombre limité de secteurs pouvant être relevés s'explique par la forte densité de faibles rayons obligeant à des reprises conséquentes de la position de la voie, s'assimilant alors à des shunts et non à de simples relèvements de vitesse (pour avoir un impact sensible sur le temps de parcours, le relèvement de vitesse doit concerner un tronçon homogène d'au moins 4 km environ).



Amélioration envisagée	Linéaire (km)	Vitesse d'exploitation (km/h)	Gain en temps de parcours (mn)	Impact environnemental	Coût global (M€)	Coût/km (M€/km)	Coût de la minute gagnée (M€/mn)	Communes indicatives	Dept.
RLV n°1	6	140	0.4	Assez favorable	16.0	2.6	40	Glanges / Magnac/Vicq	87
RLV n°2	6	160	0.6	Assez favorable	1.2	0.2	2	Masseret / Salon la Tour	19
RLV n°3	6.7	150	1	Assez favorable	1.3	0.2	1	Donzenac / Ussac	19
RLV n°4	4.4	220	0	Assez favorable	0.9	0.2	/	Caussage / Realville	82
RLV n°5	4.2	180	1	Assez favorable	28.8	6.9	29	Albias / Montauban	82
RLV n°6	28.9	220	2	Difficile	145	5	73	De Montauban à Castelnaud	82 / 31

Tableau 1 : Relèvements de vitesse

Le gain de temps de parcours de l'ensemble des 6 aménagements est de 5 minutes sur la relation Limoges-Toulouse, décomposé en :

- 2 minutes sur le tronçon Limoges-Caussade,
- 3 minutes sur le tronçon Caussade-Toulouse.

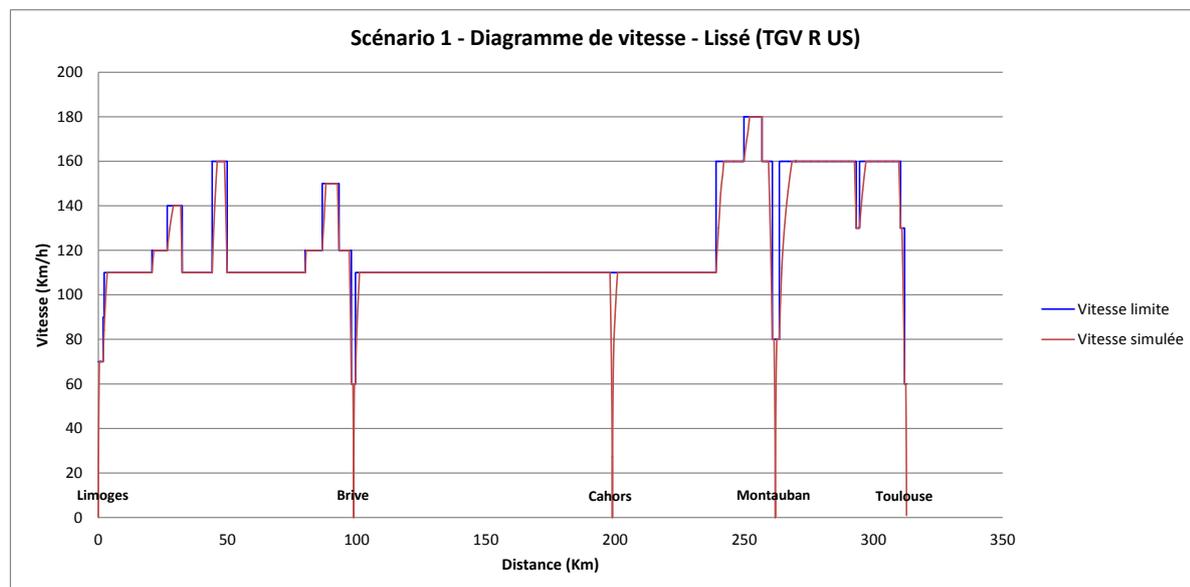


Figure 8 : Gabarit de vitesse lissé et profil de vitesse sur l'infrastructure avec les relèvements de vitesse

La contribution du relèvement de vitesse n°4 à l'amélioration du temps de parcours étant estimée à moins d'une minute, cet aménagement n'est pas retenu dans la construction des scénarios.

A noter que le relèvement 6 est situé dans le secteur Montauban-Toulouse. Ce secteur est considéré en référence comme mis à 4 voies entre Toulouse et Dieupentale (soit environ 34 km). Le relèvement de vitesse considéré engendre des contraintes capacitaires sur le secteur. Celles-ci sont résolues par la réalisation de 2 500m de doublement des voies (entre Dieupentale et Montbartier). Le chiffrage de ce relèvement inclut donc les aménagements capacitaires induits par le relèvement de vitesse.

6.2. L'évitement des contraintes de la ligne existante par shunt ou ligne nouvelle

La contribution des relèvements de vitesse sur le gain de temps de parcours étant insuffisante par rapport à l'objectif de relation en 4h30 entre Paris et Toulouse, des options d'évitement des contraintes ont été recherchées entre Limoges et Toulouse.

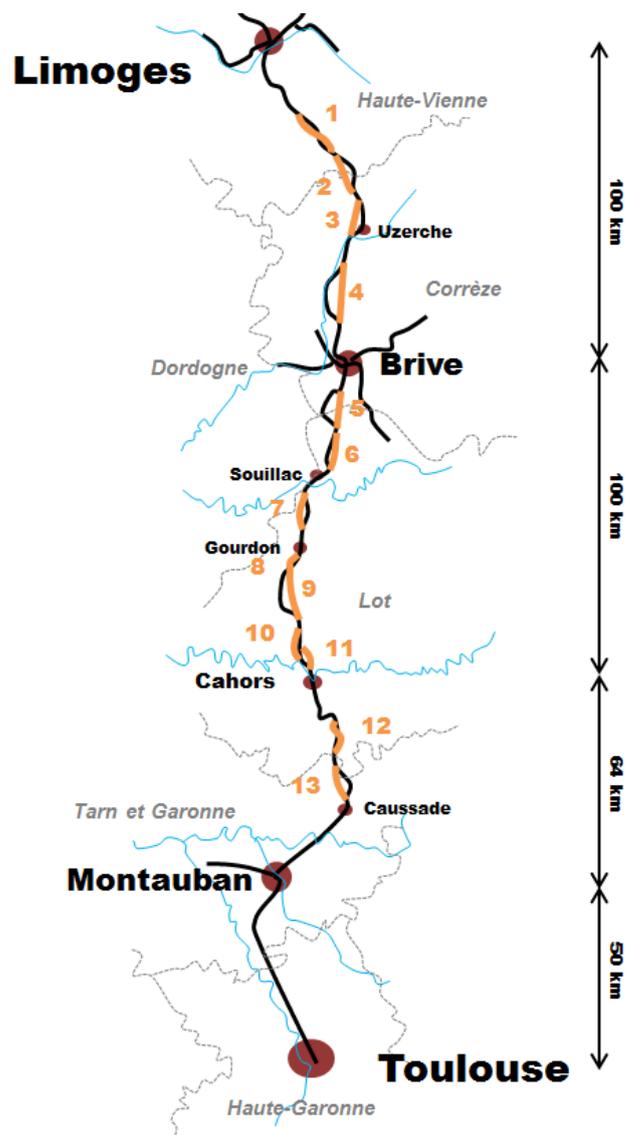
Tous les aménagements proposés garantissent le respect de l'objectif de desserte à minima des gares principales de Limoges, Brive, Cahors, Montauban et Toulouse.

Le diagnostic de la ligne existante et les aménagements par relèvement de vitesse mettent en évidence :

- des contraintes généralisées entre Limoges et Caussade nécessitant des solutions par shunt ou ligne nouvelle ;
- une infrastructure au potentiel maximal sur le tronçon Caussade-Toulouse : par l'effet des relèvements de vitesse RLV n°5 et RLV n°6, 40 km sur 73 km atteignent une vitesse limite d'infrastructure de 220 km/h, soit 55% du linéaire sur un tronçon comprenant la traversée de Montauban et l'entrée de Toulouse. La recherche de gain de temps de parcours par shunt ou ligne nouvelle sur ce linéaire conduirait à supprimer la desserte de Montauban, ce qui ne serait pas cohérent avec les objectifs visés.

6.2.1. Les shunts

13 options de shunt ont été identifiées sur le tronçon Limoges-Caussade :



Amélioration envisagée	Linéaire (km)	Vitesse d'exploitation (km/h)	Gain en temps de parcours (mn)	Impact environnemental	Coût global (M€)	Coût/km (M€/km)	Coût de la minute gagnée (M€/mn)	Communes indicatives	Dept.
Shunt n°1	12	160	0.9	Modéré	683	57	759	Glanges / Magnac/Vicq	87
Shunt n°2	9.2	160	1.7	Très difficile	421	46	248	La Porcherie / Masseret	87 / .19
Shunt n°3	11	200	2.2	Difficile	626	57	284	Uzerche	19
Shunt n°4	15.5	200	3.2	Très difficile	970	63	303	Allassac / Estivaux	19
Shunt n°5	11.5	160	1.9	Difficile à très difficile	575	50	303	Chasteaux / Estivals	19
Shunt n°6	10.6	200	2	Assez favorable	633	60	316	Estivals / Gignac / Lachapelle-Auzac	19 / 46
Shunt n°7	7.3	160	1.4	Modéré	325	44	232	Lamothe-Fénelon / Rouffilhac	46
Shunt n°8+9	15.9	160	2.9	Très difficile	909	57	314	de Dégagnac à Uzech	46
Shunt n°10	7.4	160	0.9	Difficile	437	59	485	Boissière / Calmane	46
Shunt n°11	5.3	/	/	Modéré	340	64	/	Calmanne / Mercuès	46
Shunt n°12	8.5	180	1.9	Modéré	336	40	177	Fontanes / Montdoumerc	46
Shunt n°13	10.6	200	3.1	Très difficile	423	40	136	Belfort / Lapenche / Montalzat	46 / 82

Tableau 2 : Shunts

La contribution totale des shunts en gain de temps de parcours est de 22 minutes.

Les shunts ont été testés à la vitesse limite imposée par l'infrastructure et à défaut, à 200 km/h. La simulation de marche des trains sur ce gabarit de vitesse a montré que le palier de vitesse n'était pas toujours atteint.

La vitesse limite a été corrigée par lissage des vitesses limites reprises dans le tableau ci-dessus sous le terme de vitesse d'exploitation.

Pour les shunts écrêtés à la vitesse de 200 km/h dans la simulation, les profils de vitesse obtenus ne laissent pas envisager de gains supplémentaires à 220 km/h.

Le shunt n°11 n'est pas compatible avec le shunt n°10, il en constitue donc une variante technique. Il présente de réelles difficultés techniques qui en font une option secondaire non retenue dans les calculs de temps de parcours et les scénarios d'aménagement du tronçon Limoges-Toulouse.

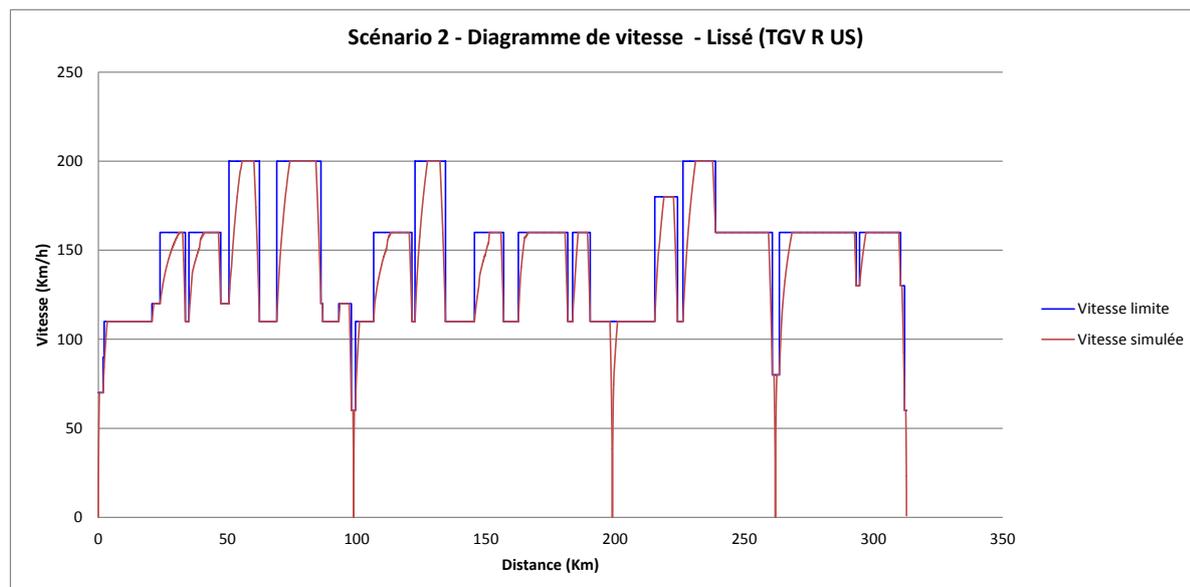


Figure 9 : Diagramme de vitesse lissé et profil de vitesse sur l'infrastructure avec shunts

Les shunts sont conçus avec une déclivité de 10‰ de façon à avoir un profil en long homogène avec la ligne existante, permettant d'envisager le report de l'intégralité des circulations existantes sur les shunts. Les contraintes topographiques des territoires traversés génèrent un linéaire important de tunnels et d'ouvrages d'art avec une conséquence sur les coûts. Des estimations de ratio de sections ouvragées par shunt sont présentées ci-après :

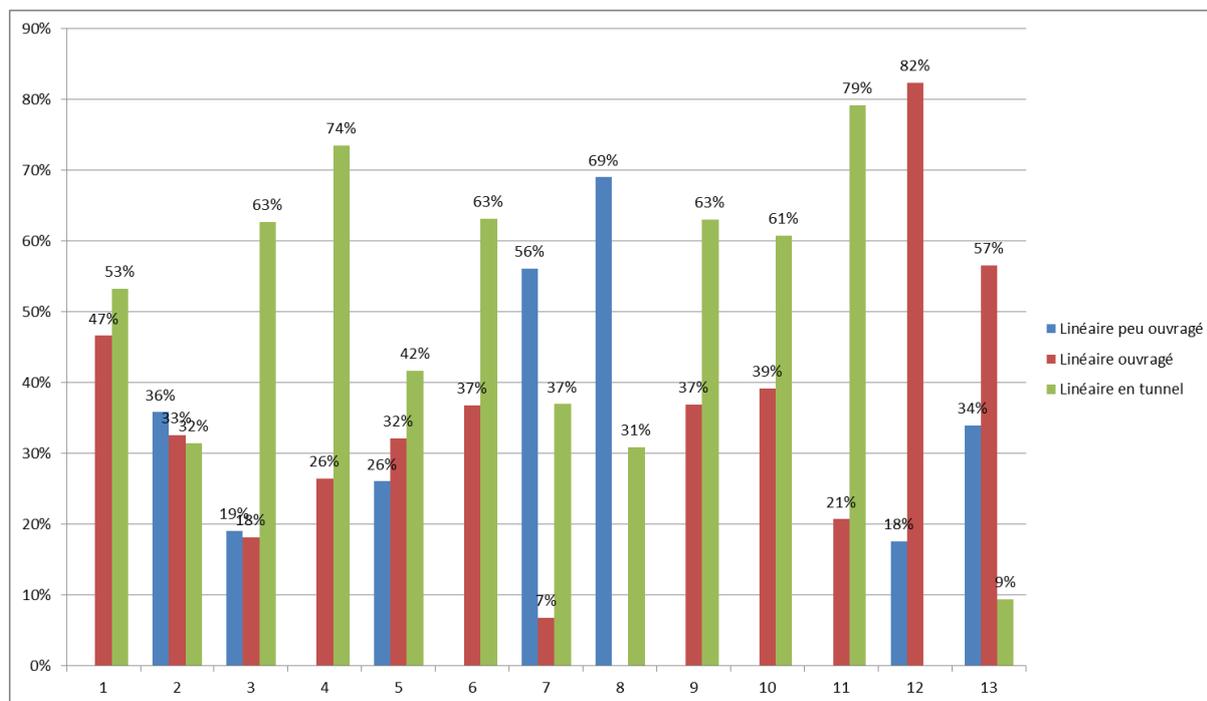


Figure 10 : Pourcentage des sections ouvragées par shunt (estimation)

Au final, on considère sur le linéaire total des sections de shunts :

- 15% de linéaire peu ouvrages,
- 36% de linéaire ouvrages,
- 49% de linéaire de tunnels.

L'option d'étudier les shunts avec une déclivité maximale de 20‰ n'a pas été retenue. D'un point de vue infrastructure, elle permettrait a priori une inscription plus facile dans le relief, conduisant à réduire les linéaires d'ouvrages d'art et de tunnels. Elle aurait pour autant d'autres conséquences limitant son intérêt :

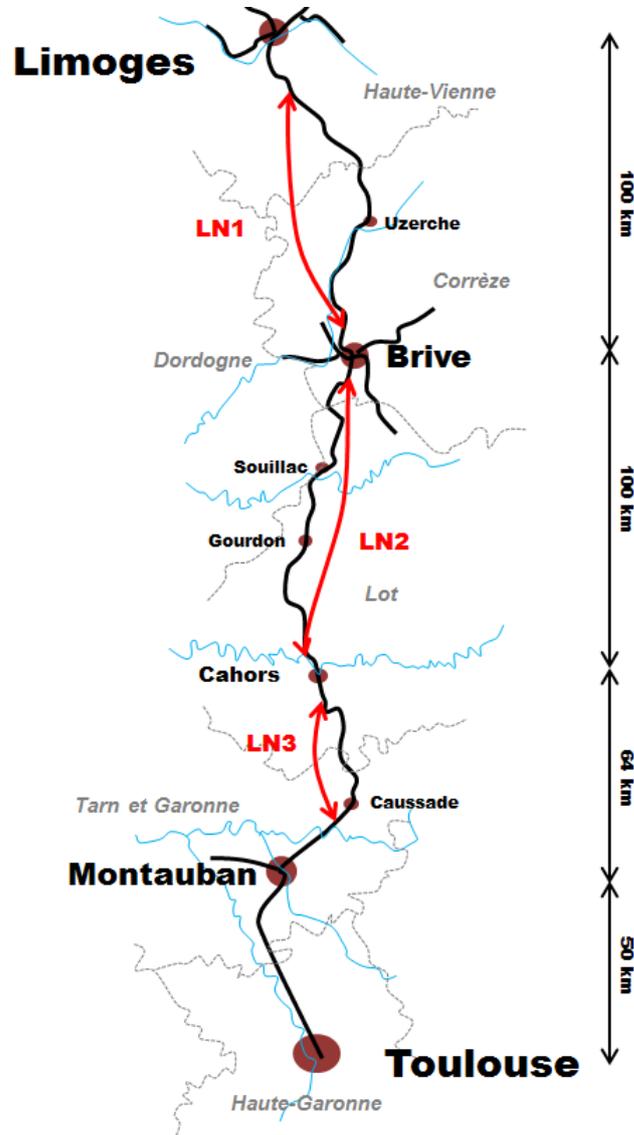
- l'obligation de conserver l'infrastructure existante pour la circulation des trains fret, dont les rampes maximales autorisées sont de l'ordre de 10‰ ;
- avec une tension électrique de 1,5kV, les rampes supérieures à 10‰ dégradent fortement les temps de parcours, voire compromettent l'exploitabilité de la ligne.

Il n'apparaît pas opportun de prévoir une tension électrique de 25kV, qui ferait apparaître des contraintes nouvelles :

- o une section de séparation permettant la transition entre les tensions de 1,5kV et 25kV doit être implantée à chaque extrémité du shunt. Cette zone de changement d'alimentation électrique inclut un tronçon de voie en marche sur l'erre, que le train doit franchir cette zone sans capacité motrice, sur son propre élan. Par nature, elle est donc inscrite sur un élément de tracé de faible déclivité d'une longueur au moins équivalente à celle du plus long train. Dans le cas de shunts en 25kV, l'implantation des sections de séparation a pour effet d'imposer une zone en palier à chaque amorce de shunt. Cette condition génère des contraintes de profil en long, effet contradictoire avec l'objectif d'une inscription plus facile du shunt dans le relief.
- o une sous-station dédiée à chaque shunt doit être construite et raccordée au réseau RTE.

6.2.2. Les lignes nouvelles à 250 km/h

3 options possibles de ligne nouvelle à 250 km/h ont été identifiées sur le tronçon Limoges-Caussade, pour un linéaire de 170 km au total.



Amélioration envisagée	Linéaire (km)	Vitesse d'exploitation (km/h)	Gain en temps de parcours (mn)	Impact environnemental	Coût global (M€)	Coût/km (M€/km)	Coût de la minute gagnée (M€/mn)	Communes indicatives	Dept.
LN n°1	61	250	21	Modéré	2 053	34	98	de ST Hilaire Bonneval à Donzenac	87 / 19
LN n°2	72	250	26	Difficile	3 420	48	132	de Noailles à Calamane	19 / 46
LN n°3	37	250	10	Très difficile	1 476	40	148	de Le Montat à Réalville	46 / 82

Tableau 3 : Lignes nouvelles

La contribution totale de lignes nouvelles en gain de temps de parcours est de 57 minutes.

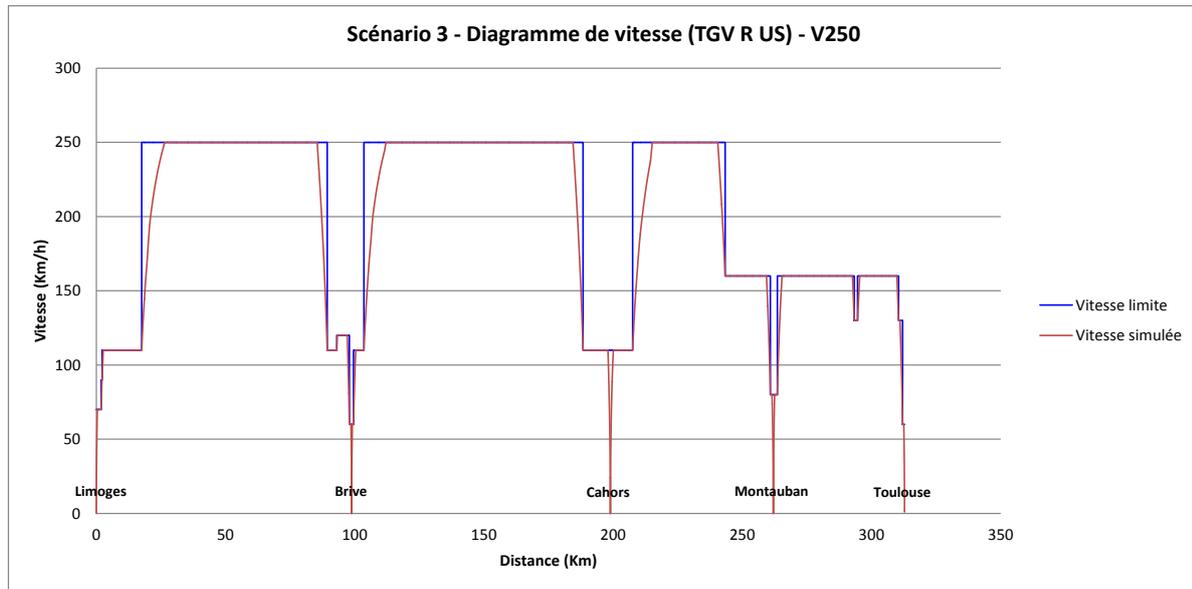


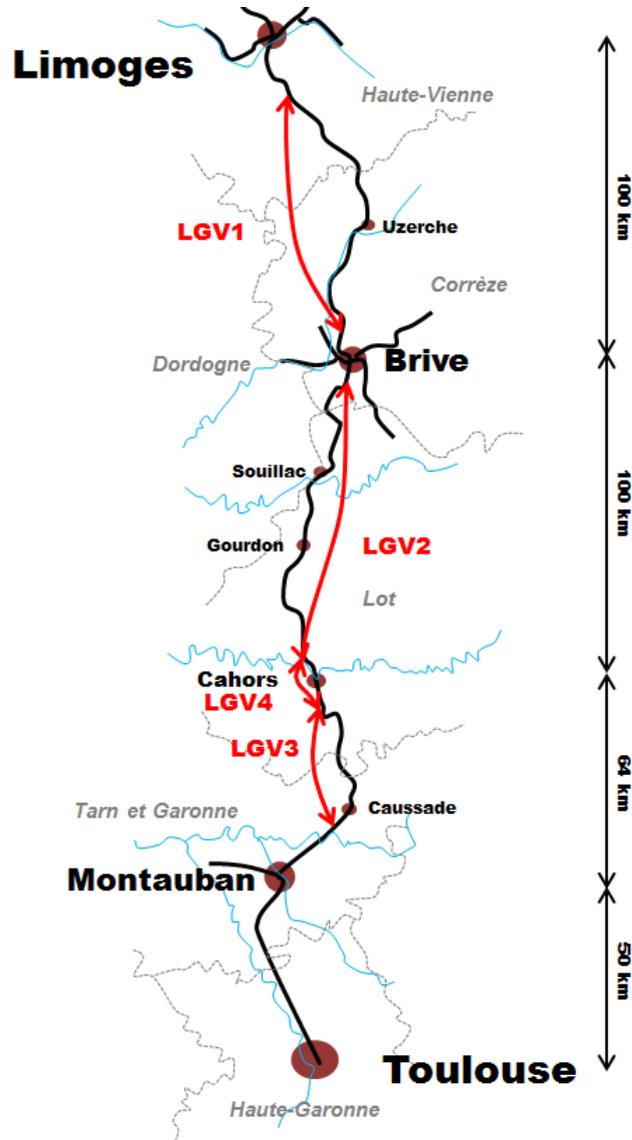
Figure 11 : Diagramme de vitesse et profil de vitesse sur l'infrastructure avec sections de Ligne Nouvelle V250

Concernant le choix de la vitesse de conception à V250 plutôt qu'à V320, la conséquence principale de la réduction de la vitesse est une diminution des valeurs limites des rayons en plan et en profil en long, qui peut permettre une insertion facilitée de la ligne dans les territoires, selon les caractéristiques des secteurs traversés. L'écart entre les coûts d'investissement à V250 et à V320 est généralement considéré comme limité ; dans des secteurs très contraints, il peut atteindre 10 à 12%. Le coût de la maintenance est plus faible. En revanche, le temps de parcours est moins performant, nécessitant un linéaire plus important de ligne nouvelle à objectif constant.

Valeur mini des rayons	Shunts 200 km/h	LN 250 km/h	LGV 320 km/h
Plan	1 550m	2 400m	5 000m
Profil en long	14 000m	18 000m	25 000m

6.2.3. Les lignes à grande vitesse à 320 km/h

4 sections possibles de ligne nouvelle à 320 km/h ont été identifiées sur le tronçon Limoges-Caussade.



Amélioration envisagée	Linéaire (km)	Vitesse d'exploitation (km/h)	Gain en temps de parcours (mn)	Impact environnemental	Coût global (M€)	Coût/km (M€/km)	Coût de la minute gagnée (M€/mn)	Communes Indicatives	Dept.
LGV n°1	60.75	320	24	Modéré	2 152	35	90	de ST Hilaire Bonneval à Donzenac	87 / 19
LGV n°2	72.2	320	33	Difficile	3 611	50	109	de Noailles à Calamane	19 / 46
LGV n°3	37	320	15	Très difficile	1 554	42	155	de Calamane à Réalville	46 / 82
LGV n°4	18.5	320		Modéré à difficile	777	42			

Tableau 4 : Lignes à grande vitesse

La contribution totale des sections de ligne à grande vitesse en gain de temps de parcours est de 72 minutes.

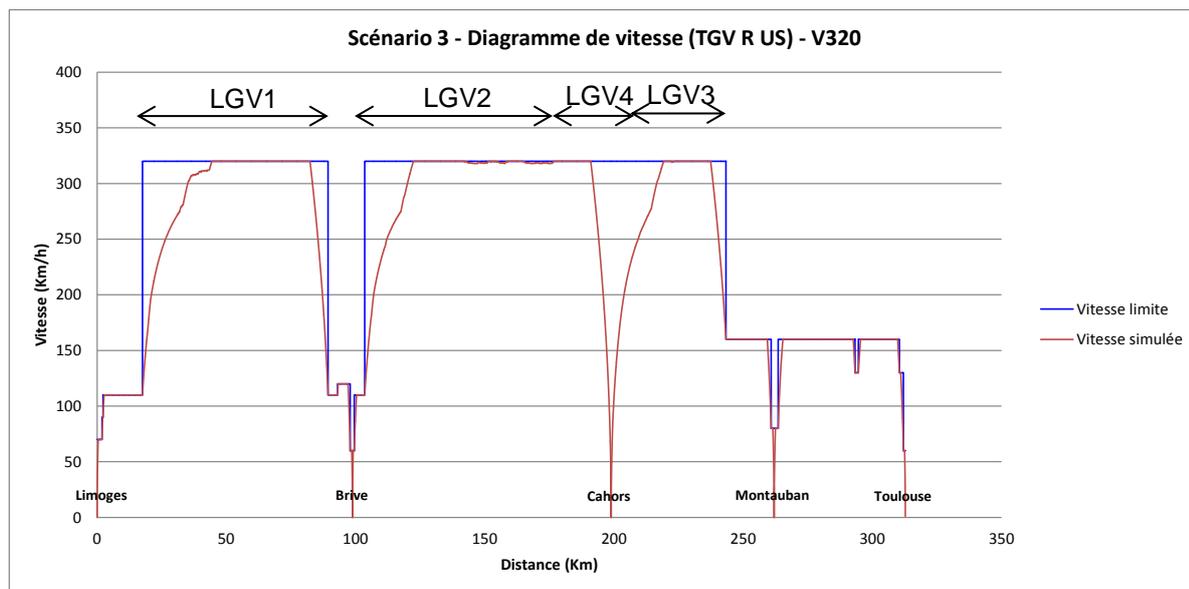


Figure 12 : Diagramme de vitesse et profil de vitesse sur l'infrastructure avec sections de Ligne à Grande Vitesse V320

La topographie des départements traversés est très marquée et ne permet pas l'insertion d'une ligne ferroviaire, et d'autant plus une LGV compte tenu des contraintes de tracé liées au référentiel, sans considérer de nombreux ouvrages. La ligne existante qui s'inscrit avec des faibles rayons dans les vallées en est un parfait exemple puisqu'elle présente plus de 18 km de tunnel malgré sa géométrie sinueuse. Ainsi pour une LGV, bien que toutes les sections ne présentent pas le même niveau de contrainte, un pourcentage de tunnel supérieur à l'existant doit être envisagé soit plus de 20% du linéaire. Il en est de même pour les viaducs, avec un pourcentage d'environ 10% du linéaire. Ces caractéristiques conduisent à des coûts d'investissement très importants par rapport à d'autres projets de lignes nouvelles (par ex. Bordeaux-Toulouse/Bordeaux-Dax, projet pour lequel ces ratios sont de 25,4 M€/km aux mêmes conditions économiques d'août 2013, avec 8% du linéaire en ouvrages souterrains et viaducs cumulés).

7. CONSTRUCTION DE SCENARIOS D'INFRASTRUCTURE

Les scénarios proposés sont des combinaisons d'aménagements d'infrastructures permettant de remplir tout ou partiellement les objectifs fixés.

Deux familles de scénarios sont proposées en fonction des types de circulation :

- trains « classiques »
- trains pendulaires.

Le schéma ci-dessous présente succinctement le positionnement de chacun des types d'aménagements (relèvements de vitesse, shunts, ligne nouvelle) et les vitesses associées.

Différents **scénarios d'aménagement** seront ensuite construits par **combinaisons de solutions élémentaires** (ex un relèvement de vitesse, un shunt, une section de ligne nouvelle...). L'assemblage de ces éléments se fait dans le but de répondre aux objectifs préalablement fixés tout en veillant la bonne cohérence des aménagements sélectionnés entre eux ainsi qu'à l'optimisation de leur performance dans le scénario mis en œuvre.

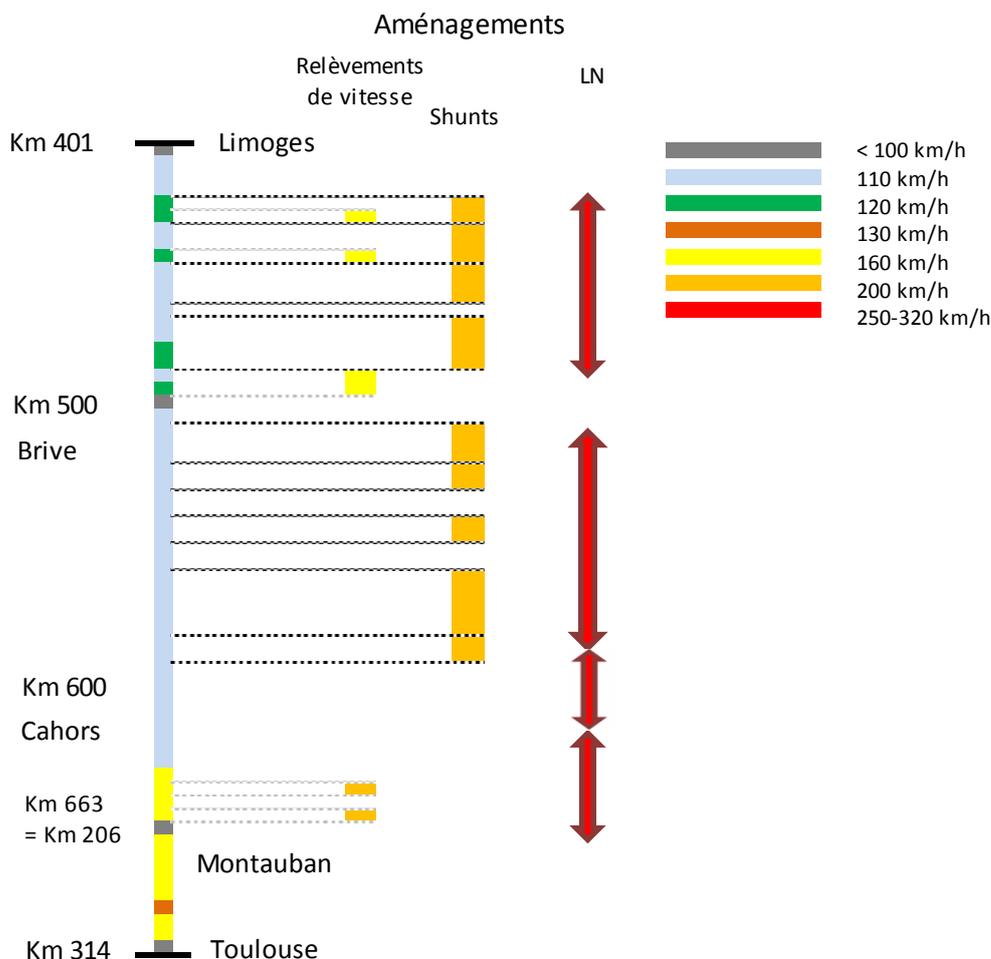


Figure 13 : Positionnement des différents types d'aménagement

Amélioration envisagée	Coût global (M€)	Gain en temps de parcours (mn)	Coût/km (M€/km)	Coût de la minute gagnée (M€/mn)	Insertion environnementale
Limoges - Brive					
RLV n°1	16	0.4	2.6	40	Assez favorable
RLV n°2	1.2	0.6	0.2	2	Assez favorable
RLV n°3	1.3	1.0	0.2	1	Assez favorable
Shunt n°1	683	0.9	57	759	Modéré
Shunt n°2	421	1.7	46	248	Très difficile
Shunt n°3	626	2.2	57	284	Difficile
Shunt n°4	970	3.2	63	303	Très difficile
LN n°1	2053	21	34	98	Modéré
LGV n°1	2152	24	35	90	Modéré
Brive-Cahors					
Shunt n°5	575	1.9	50.0	303	Difficile à très difficile
Shunt n°6	633	2.0	59.7	316	Assez favorable
Shunt n°7	325	1.4	44.5	232	Modéré
Shunt n°8+9	909	2.9	57.2	314	Très difficile
Shunt n°10	437	0.9	59.0	485	Difficile
LN n°2	3420	26	47.5	132	Difficile
LGV n°2	3611	33	50	109	Difficile
Cahors-Montauban					
RLV n°5	29	1	7	29	Assez favorable
Shunt n°12	336	1.9	40	177	Modéré
Shunt n°13	423	3.1	40	136	Très difficile
LN n°3	1476	10	40	148	Très difficile
LGV n°3	1554	15	42	155	Très difficile
LGV n°4	777		42		Modéré à difficile
Montauban-Toulouse					
RLV n°6	145	2.0	5	73	Difficile

Tableau 5 : Synthèse des aménagements par tronçon de ligne

Amélioration envisagée	Linéaire (km)	Vitesse d'exploitation (km/h)	Gain en temps de parcours (mn)	Impact environnemental	Coût global (M€)	Coût/km (M€/km)	Coût de la minute gagnée (M€/mn)
RLV n°1	6	140	0.4	Assez favorable	16	2.6	40
RLV n°2	6	160	0.6	Assez favorable	1.2	0.2	2
RLV n°3	6.7	150	1	Assez favorable	1.34	0.2	1.3
RLV n°4	4.4	220	0	Assez favorable	0.88	0.2	/
RLV n°5	4.2	180	1	Assez favorable	28.84	6.9	28.8
RLV n°6	28.9	220	2	Difficile	145	5.0	72.5
Shunt n°1	12	160	0.9	Modéré	683	57	759
Shunt n°2	9.2	160	1.7	Très difficile	421	46	248
Shunt n°3	11	200	2.2	Difficile	626	57	284
Shunt n°4	15.5	200	3.2	Très difficile	970	63	303
Shunt n°5	11.5	160	1.9	Difficile à très difficile	575	50	303
Shunt n°6	10.6	200	2	Assez favorable	633	60	316
Shunt n°7	7.3	160	1.4	Modéré	325	44	232
Shunt n°8+9	15.9	160	2.9	Très difficile	909	57	314
Shunt n°10	7.4	160	0.9	Difficile	437	59	485
Shunt n°11	5.3	/	/	Modéré	340	64	/
Shunt n°12	8.5	180	1.9	Modéré	336	40	177
Shunt n°13	10.6	200	3.1	Très difficile	423	40	136
LN n°1	61	250	21	Modéré	2 053	34	98
LN n°2	72	250	26	Difficile	3 420	48	132
LN n°3	37	250	10	Très difficile	1 476	40	148
LGV n°1	61	320	24	Modéré	2 152	35	90
LGV n°2	72	320	33	Difficile	3 611	50	109
LGV n°3	37	320	15	Très difficile	1 554	42	155
LGV n°4	18.5	320		Modéré à difficile	777	42	

Tableau 6 : Synthèse par type d'aménagement

Les scénarios « trains classiques » sont regroupés ci-dessous en 2 familles :

- des scénarios intitulés « temps de parcours », illustrant des possibilités contrastées d'aménagements permettant une liaison Paris-Toulouse plus ou moins performante selon le type d'aménagements (LGV, lignes nouvelles, shunts), en comparaison d'un scénario minimaliste ne comportant que des relèvements de vitesse,
- des scénarios intermédiaires (avec différentes combinaisons de shunts et relèvements de vitesse, selon priorité donnée au coût à la mn gagnée, à l'impact environnemental, à la desserte fine des territoires).

16 scénarios ont été examinés :

Scénarios temps de parcours		
S1	LGV 320 Limoges – Caussade + relèvements de vitesse	Desserte de Brive, Cahors (Gare Nouvelle), Montauban
S2	LGV 320 Limoges - Cahors	Desserte de Brive, Cahors, Caussade, Montauban
S3	LN 250 Limoges - Caussade + relèvements de vitesse	Desserte de Brive, Cahors, Montauban
S4	LN 250 Limoges - Caussade	Desserte de Brive, Cahors, Montauban
S5	12 Shunts + relèvements de vitesse	Desserte « Commission TET » : Brive, Souillac, Gourdon, Cahors, Montauban
S6	Relèvements de vitesse	Desserte « Commission TET » : Brive, Souillac, Gourdon, Cahors, Montauban
S7	LN 250 Limoges-Brive + 8 shunts + relèvements de vitesse	Desserte « Commission TET » : Brive, Souillac, Gourdon, Cahors, Montauban
Scénarios intermédiaires		
S8	4 shunts + relèvements de vitesse	Desserte de l'ensemble des gares desservies dans les grilles horaires 2015 (TER + Intercités)
S9	5 shunts + relèvements de vitesse	Coût/minute gagnée <300 M€/mn Desserte « Commission TET » : Brive, Souillac, Gourdon, Cahors, Montauban
S10	4 shunts + relèvements de vitesse	Coût/minute gagnée <350 M€/mn Insertion environnementale favorable à difficile Desserte « Commission TET » : Brive, Souillac, Gourdon, Cahors, Montauban
S11	6 shunts + relèvements de vitesse	Coût/minute gagnée <350 M€/mn Insertion environnementale difficile Desserte « Commission TET » : Brive, Souillac, Gourdon, Cahors, Montauban
S12	8 shunts + relèvements de vitesse	Coût/minute gagnée <350 M€/mn Insertion environnementale difficile à très difficile Desserte « Commission TET » : Brive, Souillac, Gourdon, Cahors, Montauban
S13	10 shunts + relèvements de vitesse	Coût/minute gagnée <350 M€/mn Insertion environnementale très difficile Desserte « Commission TET » : Brive, Souillac, Gourdon, Cahors, Montauban
S14	3 shunts + relèvements de vitesse	Coût/minute gagnée <350 M€/mn Desserte de toutes les gares TER de la grille horaire 2015
S15	6 shunts + relèvements de vitesse	Temps de parcours objectif de 55mn entre gares principales / Desserte « Commission TET » : Brive, Souillac, Gourdon, Cahors, Montauban
Scénario pendulaire		
S16	Pendulaire	Utilisation d'un matériel pendulaire s'inscrivant dans le gabarit de l'infrastructure existante

Ces scénarios sont présentés ci-après avec indication des principales caractéristiques (les temps de parcours obtenus entre Toulouse et Paris ou entre Toulouse et Limoges figurent dans les tableaux du chapitre 8 ; l'attention est attirée sur le fait que les montants indiqués dans les tableaux par scénarios sont arrondis, alors que les ratios, figurant dans ces mêmes tableaux, sont établis sur les chiffres avant arrondi).

7.1. Scénario S1 : LGV 320 km/h Limoges-Montauban + relèvements de vitesse

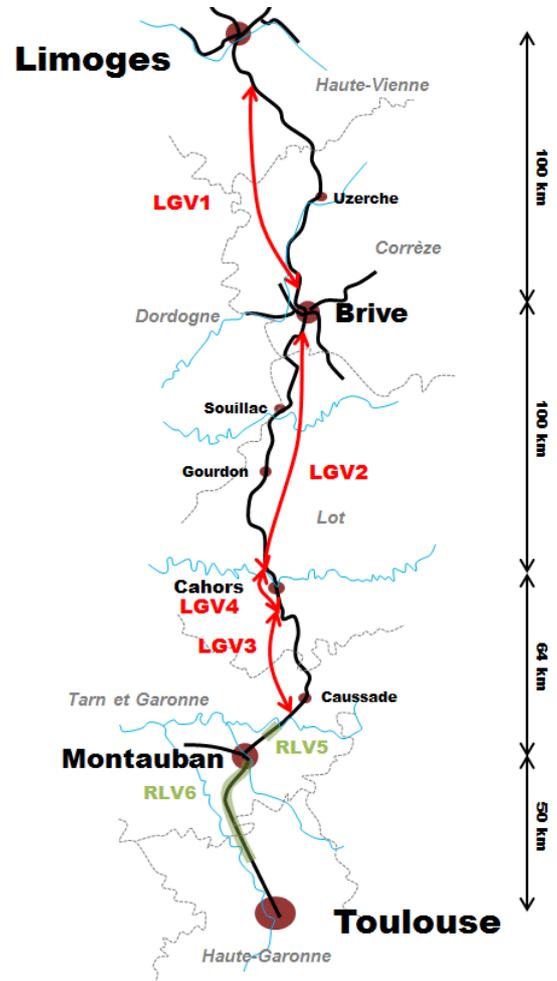
Ce scénario a pour objectif d'apprécier un temps de parcours minimum atteignable sur la section Limoges-Toulouse en développant une infrastructure LGV sur tout le linéaire où la vitesse d'infrastructure est actuellement limitée à une vitesse inférieure à 160 km/h, soit de Limoges à Caussade.

Il est construit en retenant l'ensemble des 4 sections de ligne à grande vitesse, soit **189 km de LGV** et la création d'une gare nouvelle en périphérie de Cahors pour maximiser le gain de temps de parcours. Cette alternative par gare nouvelle est proposée uniquement à Cahors, seule gare principale n'étant pas un nœud de communication ferroviaire (bifurcation vers Capdenac abandonnée).

Les relèvements de vitesse sur la ligne existante entre Limoges et Caussade ne sont pas retenus dans la construction du scénario :

- les options RLV1 et RLV2 sont situées sur la ligne existante en parallèle du fuseau LGV (cf. figure 5, page 26) ;
- le raccordement de la LGV 1 au Nord de Brive se situe sur le RLV 3 (une contribution partielle pourrait être envisagée dans des études plus approfondies).

Le scénario est complété sur la section Caussade-Toulouse par les relèvements de vitesse RLV5 et RLV6 de 160 km/h à 220 km/h sur 33 km.



Coût global (M€)	Gain en temps de parcours (mn)	Coût/km (M€/km)	Coût de la minute gagnée (M€/mn)	Linéaire d'aménagement (km)
8269	75	37	110	222

7.2. Scénario S2 : LGV 320 km/h Limoges-Cahors

Ce scénario a pour double objectif :

- un temps de parcours Paris-Toulouse de 4h30 environ via la LGV Poitiers-Limoges
- un gain de temps de parcours bénéficiant au plus grand nombre de voyageurs sur le segment Limoges-Toulouse.

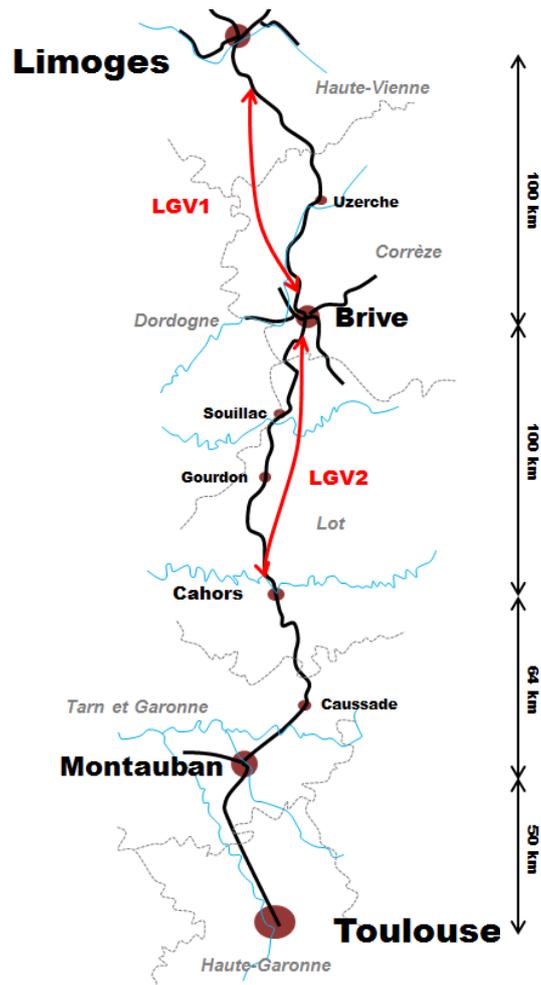
Ce scénario permettrait de concentrer les investissements d'infrastructure sur le tronçon le plus chargé en voyageurs.

Les relèvements de vitesse sur la ligne existante entre Limoges et Caussade ne sont pas retenus dans la construction du scénario :

- les options RLV1 et RLV2 sont situées sur la ligne existante en parallèle du fuseau LGV (cf. figure 5, page 26) ;
- le raccordement de la LGV 1 au Nord de Brive se situe sur le RLV 3 (une contribution partielle pourrait être envisagée dans des études plus approfondies) ;

Les relèvements 5 et 6 ne sont pas retenus (cf. commentaires concernant le scénario 4).

Les 2 sections de ligne nouvelle LGV 1 et LGV 2 représentent un linéaire de **133 km de LGV** circulés à 320 km/h.



Coût global (M€)	Gain en temps de parcours (mn)	Coût/km (M€/km)	Coût de la minute gagnée (M€/mn)	Linéaire d'aménagement (km)
5764	57	43	101	133

7.3. Scénario S3 : LN 250 km/h Limoges - Caussade + relèvements de vitesse

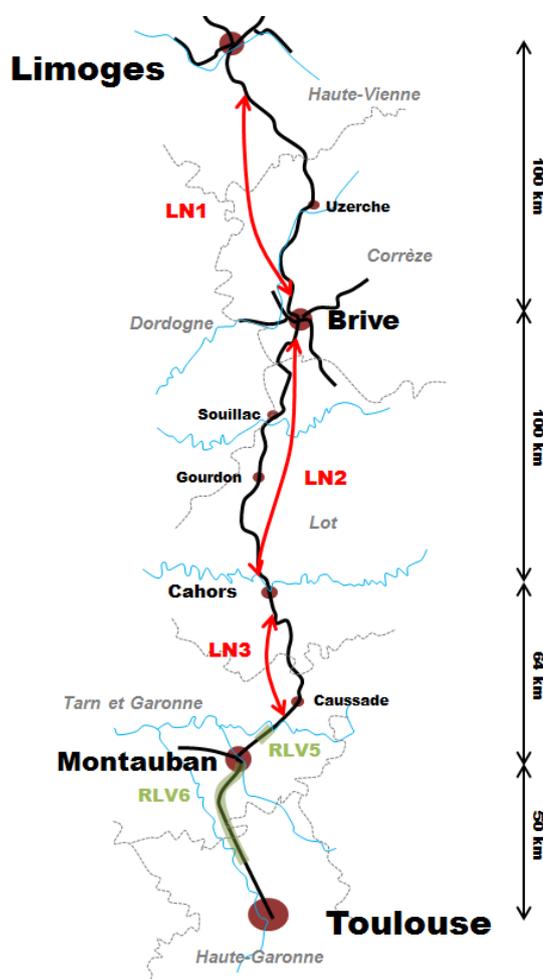
Ce scénario a pour objectif de présenter une alternative aux scénarios LGV avec une conception de ligne nouvelle à 250 km/h.

Le scénario est construit en retenant le gain de temps de parcours maximal sur chacun des tronçons entre gares principales, soit 3 sections de ligne nouvelle pour un total de **170 km circulés à 250 km/h**.

Les relèvements de vitesse sur la ligne existante entre Limoges et Caussade ne sont pas retenus dans la construction du scénario :

- les options RLV1 et RLV2 sont situées sur la ligne existante en parallèle du fuseau LGV (cf. figure 5, page 26) ;
- le raccordement de la LN 1 au Nord de Brive se situe sur le RLV 3 (une contribution partielle pourrait être envisagée dans des études plus approfondies).

Le scénario est complété sur la section Caussade-Toulouse par les relèvements de vitesse RLV5 et RLV6 de 160 km/h à 220 km/h sur 33 km.



Coût global (M€)	Gain en temps de parcours (mn)	Coût/km (M€/km)	Coût de la minute gagnée (M€/mn)	Linéaire d'aménagement (km)
7122	60	35	119	203

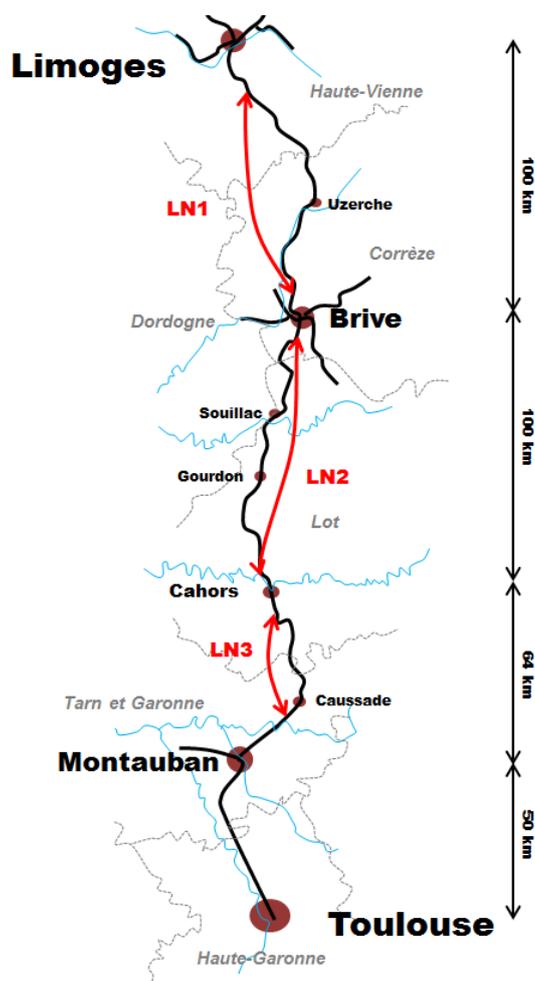
Nota : le ratio au km ci-dessus ne peut être comparé directement à celui du S2, le S3 comportant des relèvements de vitesse de moindre coût unitaire (à périmètre comparable, l'écart entre V250 et V320 a été estimé à 5% compte tenu du grand nombre d'ouvrages et de tunnels).

7.4. Scénario S4 : LN 250 km/h Limoges - Caussade

Ce scénario est une variante du scénario S3 dans lequel les relèvements de vitesse du tronçon Caussade-Toulouse ne sont pas pris en compte.

Le scénario S4 permet en effet de remplir l'objectif d'amélioration de temps de parcours avec une relation Paris-Toulouse en 4h11 (au mieux) via Poitiers-Limoges en ajustant les investissements et les impacts :

- le choix de ne pas retenir les RLV n°5 et n°6 permet une économie de 174 millions d'euros,
- le RLV n°5 nécessite la dénivellation de 7 passages à niveau en zone péri-urbaine,
- le RLV 6 est relativement impactant puisqu'il nécessite une acquisition foncière de 17 ha et de 54 bâtis pour une mise à 4 voies de 2,5 km, ainsi que la suppression de 8 PN.



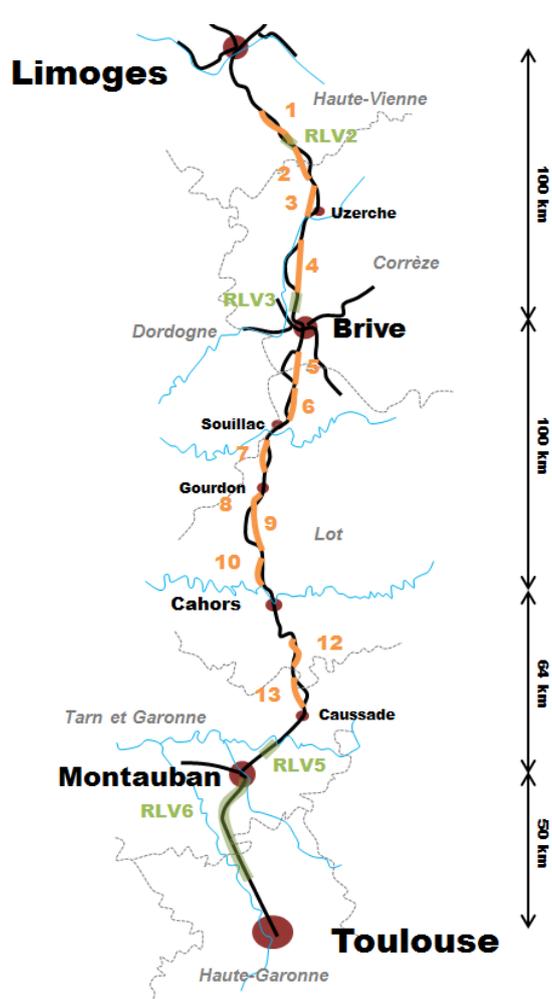
Coût global (M€)	Gain en temps de parcours (mn)	Coût/km (M€/km)	Coût de la minute gagnée (M€/mn)	Linéaire d'aménagement (km)
7949	57	41	122	170

7.5. Scénario S5 : 12 shunts + relèvements de vitesse

Ce scénario a pour objectif de présenter le gain maximal de temps de parcours par aménagement de la ligne classique. Seuls les aménagements d'infrastructure par shunt et relèvement de vitesse sont retenus, soit **165,3 km d'aménagements** (dont shunts : 119,5 km et relèvements de vitesse 45,8 km). Le relèvement 1 n'est pas retenu car il se superpose avec le shunt 1 et présente une performance moindre.

Il permet de comparer en termes de coût et de temps de parcours les solutions par ligne nouvelle (320 km/h ou 250 km/h) avec les possibilités d'aménagement de la ligne classique.

Les shunts sont circulés à des vitesses comprises entre 160 km/h et 200 km/h en fonction du lissage des graphiques de vitesse présentés dans le § « calcul des temps de parcours ».

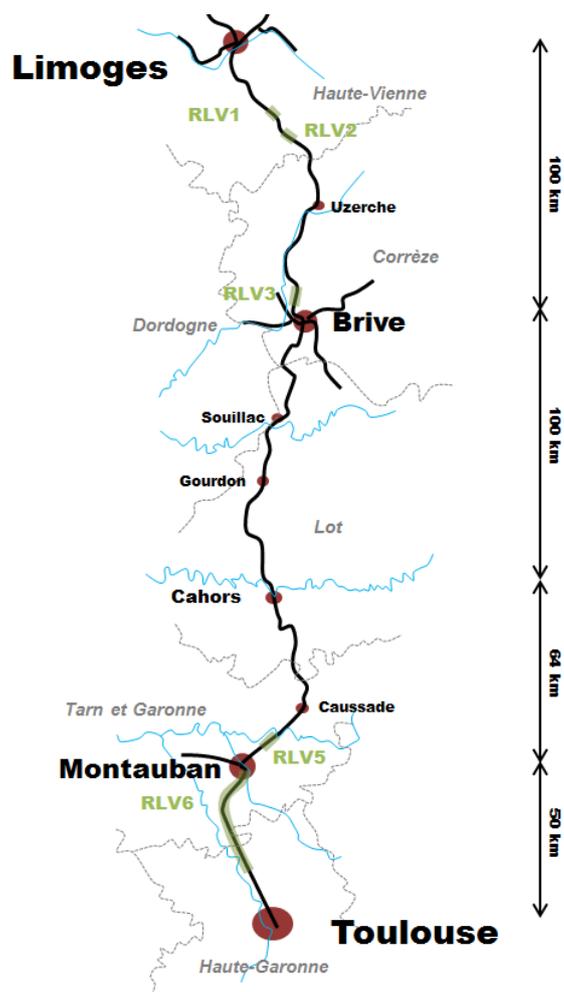


Coût global (M€)	Gain en temps de parcours (mn)	Coût/km (M€/km)	Coût de la minute gagnée (M€/mn)	Linéaire d'aménagement (km)
6515	27	39	244	165

7.6. Scénario S6 : Relèvements de vitesse

Ce scénario a pour objectif de présenter le gain maximal de temps de parcours par aménagement en place de la ligne classique et présentant un impact environnemental assez favorable.

Le linéaire total des sections aménagées est de **52 km** environ.



Coût global (M€)	Gain en temps de parcours (mn)	Coût/km (M€/km)	Coût de la minute gagnée (M€/mn)	Linéaire d'aménagement (km)
192	5	4	38	52

7.7. Scénario S7 : LN 250 km/h Limoges-Brive + 8 shunts + relèvements de vitesse

Ce scénario offre le meilleur temps de parcours en réponse à la desserte envisagée par la commission « TET d'avenir » (issue du rapport Duron de mai 2015).

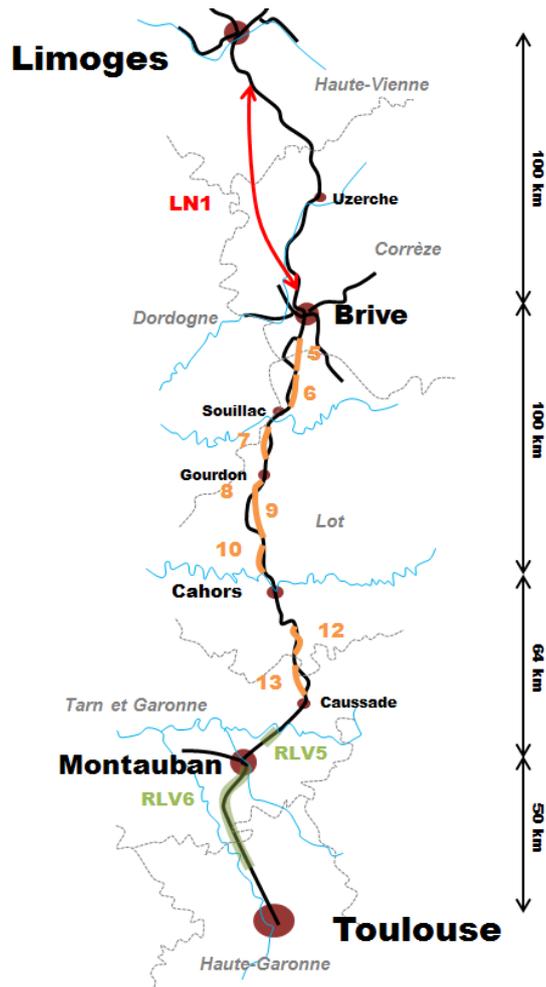
Les gares complémentaires pouvant être desservies sont situées entre Brive et Caussade.

La liaison Limoges-Brive par LN circulée à 250 km/h sur un linéaire de 61 km est cohérente avec cette desserte et permet en outre de concentrer les gains de parcours sur la section Nord de la relation Limoges-Toulouse. Le tronçon Limoges-Brive étant le plus chargé, l'amélioration de temps de parcours bénéficie au plus grand nombre de voyageurs.

Le temps de parcours reste néanmoins calculé pour les trains intercity ne desservant que les gares principales. Les temps d'arrêt dans les gares de Souillac, Gourdon et Caussade ne sont pas pris en compte dans le calcul.

Les aménagements par shunt ont un linéaire total de 72 km environ.

Les relèvements de vitesse de 160 km/h à 220 km/h au Sud de Caussade s'opèrent sur un linéaire de 33 km environ.



Coût global (M€)	Gain en temps de parcours (mn)	Coût/km (M€/km)	Coût de la minute gagnée (M€/mn)	Linéaire d'aménagement (km)
5864	38	35	154	166

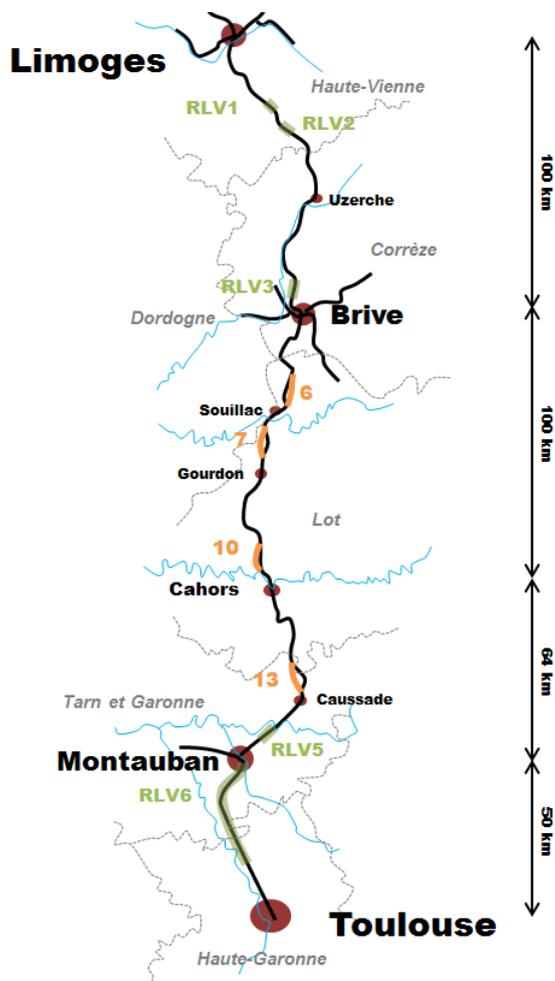
7.8. Scénario S8 : 4 shunts + relèvements de vitesse

Ce scénario offre le meilleur temps de parcours en retenant les aménagements d'infrastructure maintenant la desserte TER de la grille horaire 2015.

Le temps de parcours reste néanmoins calculé pour les trains intercity desservant les gares principales. Les temps d'arrêt dans les gares desservies par les TER ne sont pas pris en compte dans le calcul.

Le linéaire total de relèvements de vitesse est de 52 km, celui des shunts de 36 km.

Les 4 shunts sont situés entre Brive et Caussade.



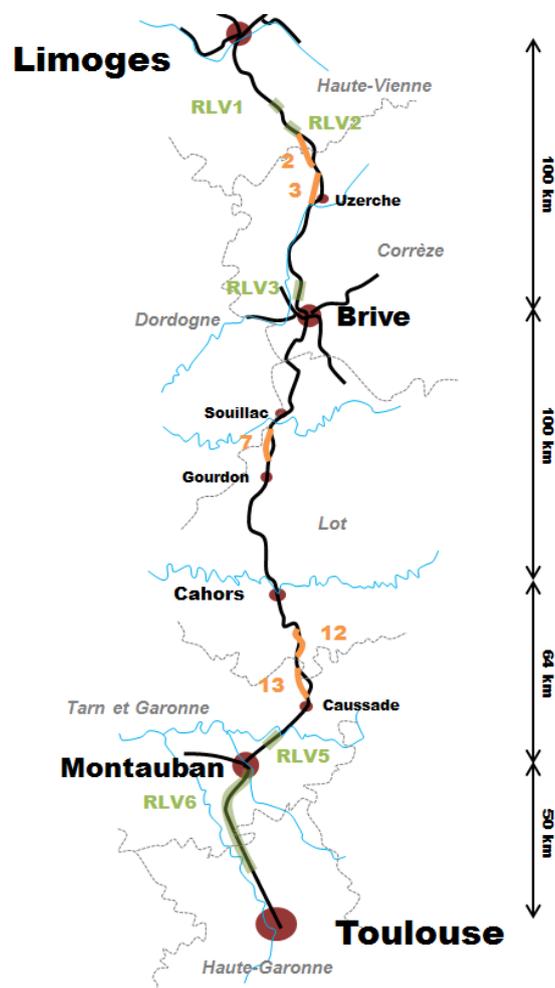
Coût global (M€)	Gain en temps de parcours (mn)	Coût/km (M€/km)	Coût de la minute gagnée (M€/mn)	Linéaire d'aménagement (km)
2010	12	23	162	88

7.9. Scénario S9 : 5 shunts + relèvements de vitesse

Ce scénario sélectionne par tronçon les aménagements d'infrastructure dont le coût global est le plus faible parmi ceux dont le coût à la minute gagnée est inférieur à 300 millions d'euros.

2 shunts sont situés entre Limoges et Brive, et 3 entre Brive et Caussade.

Le linéaire total de relèvements de vitesse est de 52 km, celui des shunts de 47 km.



Coût global (M€)	Gain en temps de parcours (mn)	Coût/km (M€/km)	Coût de la minute gagnée (M€/mn)	Linéaire d'aménagement (km)
2323	15	24	152	98

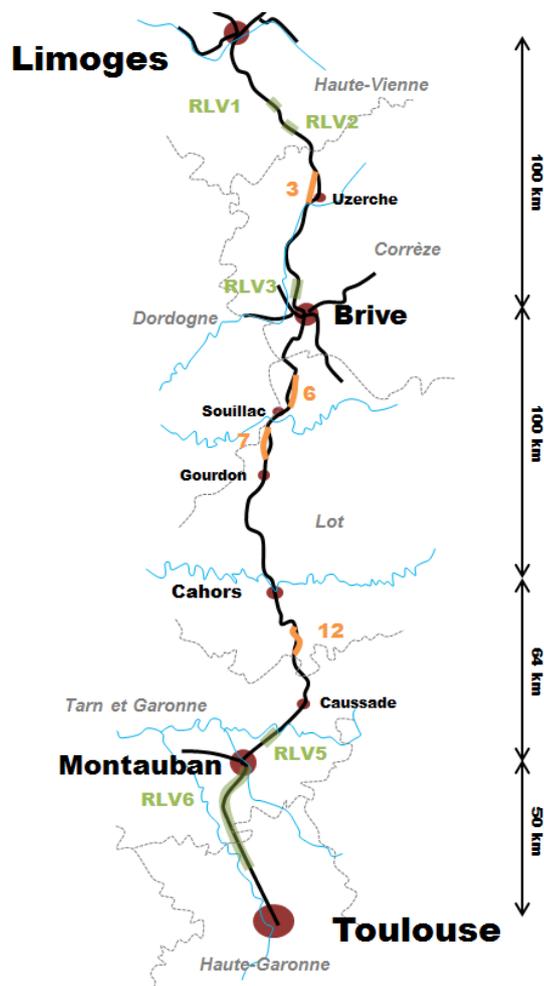
7.10. Scénario S10 : 4 shunts + relèvements de vitesse

Ce scénario optimisé assemble les aménagements d'infrastructure à un coût inférieur à 350 millions d'euros de la minute gagnée pour une insertion environnementale plus favorable.

Les aménagements d'infrastructure sélectionnés ont une évaluation d'insertion assez favorable à difficile.

A la différence du scénario 8 comportant le même nombre de shunt, le scénario retient le shunt n°3 au droit d'Uzerche entre Limoges et Brive, et 3 shunts entre Brive et Caussade. Il correspond ainsi au scénario 9 en retirant le shunt n°13.

Le linéaire total de relèvements de vitesse est de 52 km, celui des shunts de 37 km.



Coût global (M€)	Gain en temps de parcours (mn)	Coût/km (M€/km)	Coût de la minute gagnée (M€/mn)	Linéaire d'aménagement (km)
2112	13	24	169	89

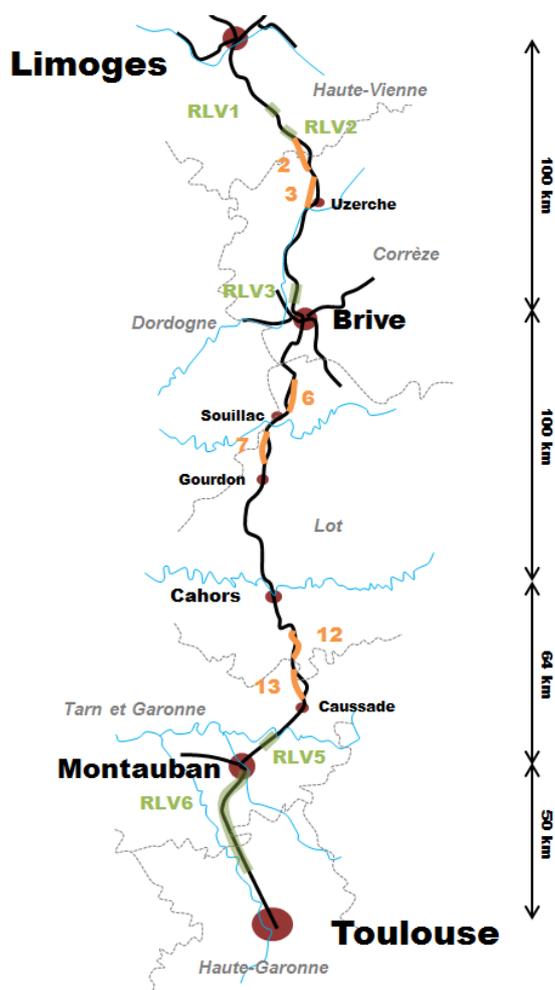
7.11. Scénario S11 : 6 shunts + relèvements de vitesse

Ce scénario optimisé retient les aménagements d'infrastructure dont le coût à la minute gagnée est inférieur à 350 millions d'euros.

Le projet d'aménagement d'infrastructure du scénario 9 est complété par l'ajout du shunt n°6 dont le coût est supérieur à 300 millions d'euros par minute gagnée compte tenu de sa majeure partie en tunnel.

2 shunts sont situés entre Limoges et Brive, et 4 entre Brive et Caussade.

Le linéaire total de relèvements de vitesse est de 52 km, celui des shunts de 57 km.



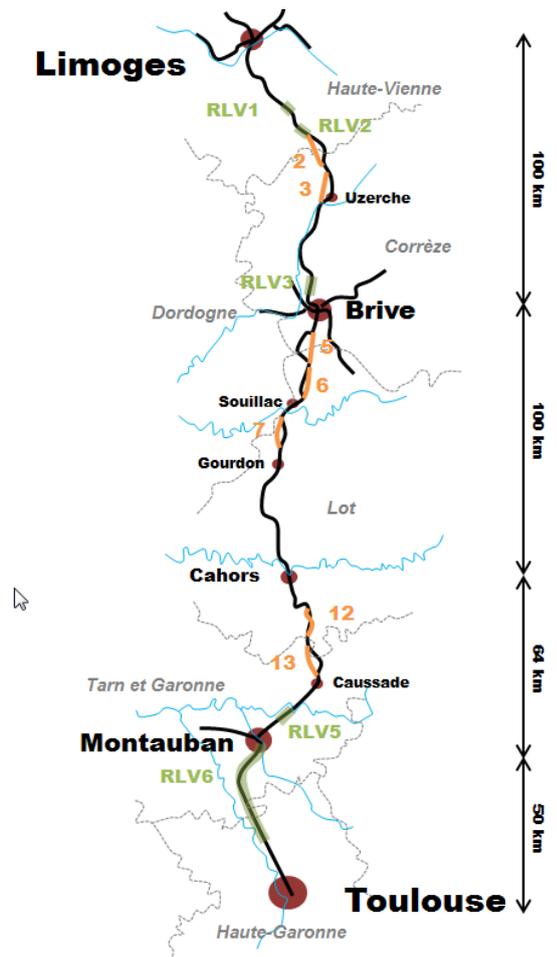
Coût global (M€)	Gain en temps de parcours (mn)	Coût/km (M€/km)	Coût de la minute gagnée (M€/mn)	Linéaire d'aménagement (km)
2956	17	27	171	109

7.12. Scénario S12 : 7 shunts + relèvements de vitesse

Ce scénario optimisé retient les aménagements d'infrastructure dont le coût à la minute gagnée est inférieur à 350 millions d'euros.

Le projet d'aménagement d'infrastructure du scénario 11 est complété par l'ajout du shunt n°5 dont l'insertion environnementale est jugée difficile à très difficile.

Le linéaire total de relèvements de vitesse est de 52 km, celui des shunts de 69 km.



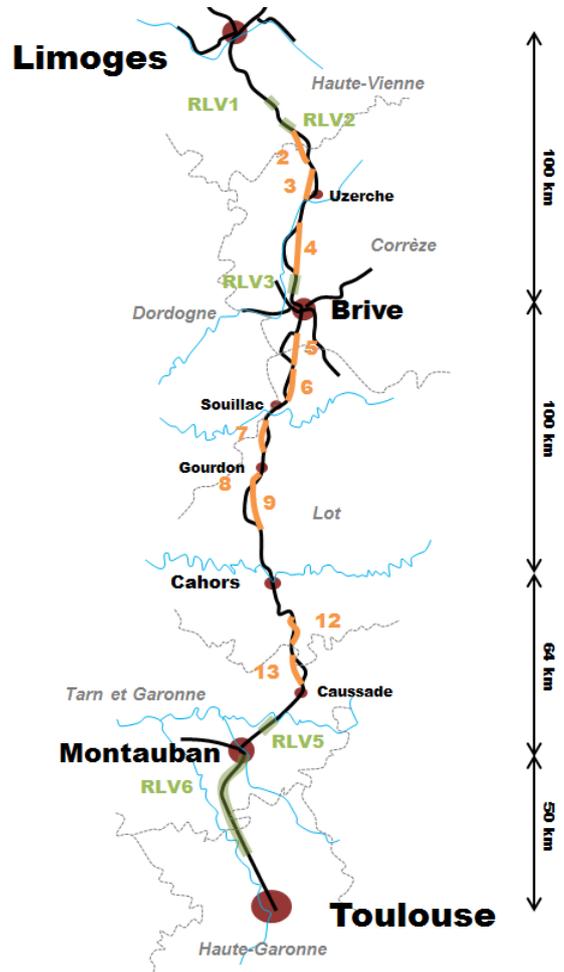
Coût global (M€)	Gain en temps de parcours (mn)	Coût/km (M€/km)	Coût de la minute gagnée (M€/mn)	Linéaire d'aménagement (km)
3531	19	29	184	121

7.13. Scénario S13 : 10 shunts + relèvements de vitesse

Ce scénario optimisé retient les aménagements d'infrastructure dont le coût à la minute gagnée est inférieur à 350 millions d'euros.

Le projet d'aménagement d'infrastructure du scénario 12 est complété par l'ajout des shunts n°4, 8 et 9 dont l'insertion environnementale est jugée très difficile.

Le linéaire total de relèvements de vitesse est de 52 km, celui des shunts de 100 km.



Coût global (M€)	Gain en temps de parcours (mn)	Coût/km (M€/km)	Coût de la minute gagnée (M€/mn)	Linéaire d'aménagement (km)
5411	25	36	214	152

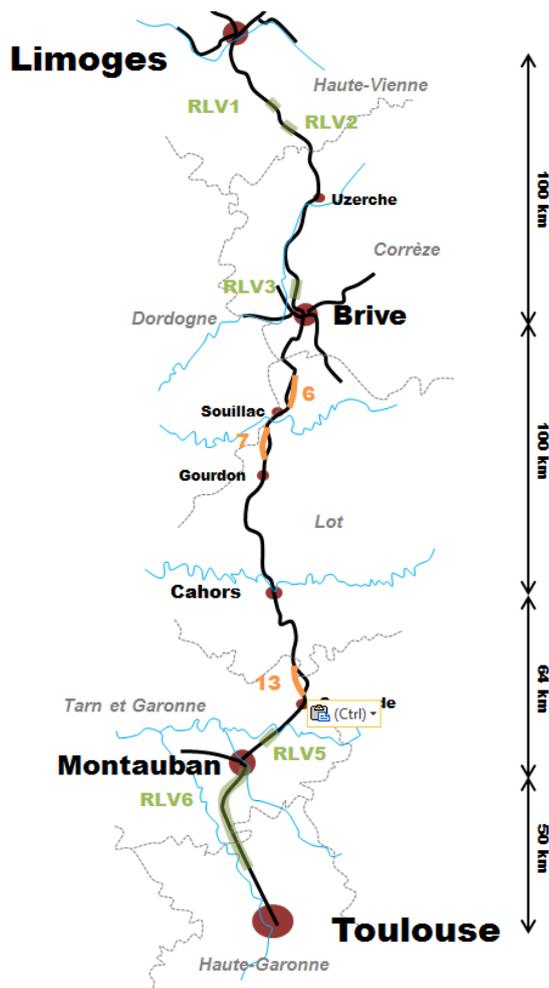
7.14. Scénario 14 : 3 shunts + relèvements de vitesse

Ce scénario optimisé retient les aménagements d'infrastructure dont le coût à la minute gagnée est inférieur à 350 millions d'euros et qui ne modifient aucune desserte TER de la grille horaire 2015.

Le temps de parcours reste néanmoins calculé pour les trains intercity desservant les gares principales. Les temps d'arrêt dans les gares desservies par les TER ne sont pas pris en compte dans le calcul.

Les 3 shunts retenus se situent entre Brive et Cahors.

Le linéaire total de relèvements de vitesse est de 52 km, celui des shunts de 29 km.



Coût global (M€)	Gain en temps de parcours (mn)	Coût/km (M€/km)	Coût de la minute gagnée (M€/mn)	Linéaire d'aménagement (km)
1573	12	20	137	80

7.15. Scénario 15 : 6 shunts + relèvements de vitesse

L'objectif de ce scénario est de garantir aux circulations intercity des temps de parcours homogènes sur chaque tronçon, qui pourraient faciliter le développement des nœuds de communication autour des dessertes de Limoges, Brive, Cahors et Toulouse.

Les aménagements retenus permettent d'atteindre les objectifs de gain de temps de parcours par section :

- 5 mn sur Limoges-Brive,
- 5 mn sur Brive-Cahors,
- 6 mn sur Cahors-Toulouse,

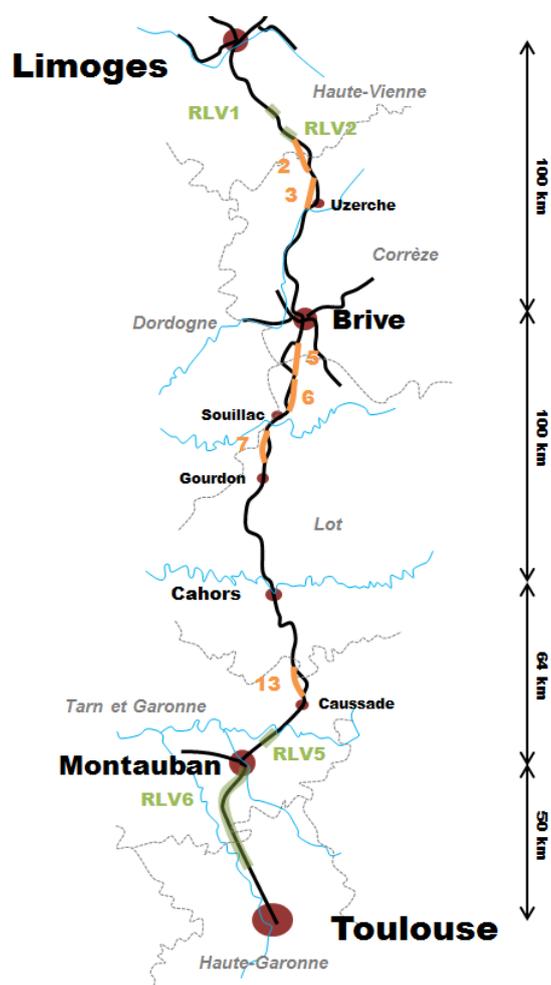
ce qui permet de remplir l'objectif de cadencement par tronçon.

Ils ne permettent néanmoins pas d'offrir une infrastructure compatible avec la desserte plus fine TER. Pour assurer le maintien de ces dessertes, il faudrait :

- créer des gares nouvelles à Saint-Germain-les-Belles, La Porcherie, Uzerche et Gignac-Cressensac ;
- ou conserver la ligne existante en parallèle des shunts 2, 3 et 5.

Ce scénario comporte 2 shunts entre Limoges et Brive, et 4 entre Brive et Caussade (il correspond au scénario 11, en substituant le shunt n°5 au shunt n°12).

Le linéaire total de relèvements de vitesse est de 45 km, celui des shunts de 60 km.



Coût global (M€)	Gain en temps de parcours (mn)	Coût/km (M€/km)	Coût de la minute gagnée (M€/mn)	Linéaire d'aménagement (km)
3194	16	30	196	105

7.16. Scénario 16 : Pendulaire

La pendulation permet mécaniquement la circulation de trains à vitesse plus élevés que les trains conventionnels sur une infrastructure existante.

Le choix d'un matériel pendulaire s'inscrivant dans les gabarits ferroviaires de la ligne existante permet d'atteindre compte tenu des caractéristiques de la ligne, un coût d'investissement en infrastructure très inférieur pour un gain de temps de parcours proche de certains scénarios avec du matériel roulant classique.

Chacun des sous-systèmes ferroviaires doit néanmoins être adapté aux nouvelles vitesses de circulation sur l'infrastructure : voie ferrée, caténares, énergie, génie civil..., le matériel étant quant à lui adapté spécifiquement à cet usage.

Les études de 2003 de la SNCF ont porté sur l'aménagement de la ligne POLT pour la rendre compatible aux circulations de TGV A (TGV Atlantique) équipés d'une pendulation de 4,5°. Cette option permettait de maintenir l'enveloppe extérieure des mobiles pendulaires à l'intérieur du débouché actuel de la ligne. De ce fait, il n'était pas nécessaire de modifier les gabarits des ouvrages et reprendre l'implantation des obstacles de bord de voie.

Les coûts d'aménagement de l'infrastructure du tronçon Limoges-Toulouse s'élevaient alors à :

- 2,1 M€ (CE 2002) pour la voie ferrée, y compris correction de géométrie de voie, rectification de tracé
- 1,3 M€ (CE 2002) pour les installations de signalisation, y compris installation de contrôle vitesse par balise (KVB) et limitations de vitesse permanentes
- 4,9 M€ (CE 2002) pour l'adaptation de la caténaire existante
- 0,6 M€ (CE 2002) pour l'allongement des annonces aux passages à niveau
- 0,1 M€ (CE 2002) pour les aménagements de sécurité en gare

Le coût total aux conditions économiques d'août 2013 peut être estimé à 14 M€ suivant cette même hypothèse.

La synthèse de ce scénario est présentée dans le tableau suivant :

Coût global (M€)	Gain en temps de parcours (mn)	Coût/km (M€/km)	Coût de la minute gagnée (M€/mn)
14	20	-	0.7

Alors que l'inclinaison limite est de 8°, celle du TGV A équipé en pendulation est limitée à 4,5°, sa caisse n'étant pas conçue pour cet usage. Ceci ne permet pas d'atteindre toute la correction d'insuffisance de dévers permise par la pendulation.

Une optimisation des gains de temps de parcours permis par le TGV A apparaît possible en recourant à un matériel roulant plus moderne dont :

- les meilleures performances permettraient de diminuer les temps de phases d'accélération/décélération,
- une plus grande inclinaison permettrait d'augmenter sensiblement les vitesses de franchissement des courbes.

Des améliorations complémentaires de l'infrastructure seront alors à prendre en compte (renforcement des installations fixes de traction électrique par exemple). Le gain de temps de parcours entre des inclinaisons de 8° et 4,5° est estimé à 7 minutes.

Les études s'attacheront à vérifier le taux de pendulation maximal effectivement utilisable avec un matériel dédié en respectant l'enveloppe de gabarit disponible. De fait, l'augmentation de l'inclinaison conduit à déplacer l'enveloppe extérieure des mobiles pendulaires vers l'intérieur des courbes avec risque de conflit sur les obstacles ponctuels et ouvrages d'art. L'impact d'une modification de gabarit de la ligne existante sur le coût à la minute gagnée du scénario n'a pas été évalué à ce stade mais conduirait vraisemblablement à écarter l'option pendulaire.

Le scénario pendulaire a été établi :

- sans aménagement de shunt ou ligne nouvelle, l'analyse montrant que ces aménagements n'apportent que peu d'avantages complémentaires pour l'option pendulaire en contrepartie des coûts d'investissement, chaque shunt permettant un gain de temps compris entre 40s et 2 minutes pour un coût variant entre 325 et 909 M€. Au maximum le gain de temps aurait été de 15 minutes pour un investissement de plus de 6,5 Md€.
- avec une optimisation du matériel roulant s'inscrivant dans le gabarit de la ligne existante, selon le principe décrit ci-dessus.

8. SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS ET ANALYSE MULTI-CRITÈRES

La synthèse des scénarios est présentée dans le tableau ci-après :

		Coût global	Gain en temps de parcours	Coût/km	Coût de la minute gagnée	Temps de parcours Limoges-Toulouse	Temps de parcours Paris-Toulouse via POLT	Temps de parcours Paris-Toulouse via Poitiers-Limoges
Ligne existante						3:10	6:10	5:08
Scénarios temps de parcours								
LGV 320 Limoges – Caussade + relèvements de vitesse	S1	8269	75	37	110	1:55	4:41	3:53
LGV 320 Limoges - Cahors	S2	5764	57	43	101	2:13	4:59	4:11
LN 250 Limoges - Caussade + relèvements de vitesse	S3	7122	60	35	119	2:10	4:56	4:08
LN 250 Limoges - Caussade	S4	6949	57	41	122	2:13	4:59	4:11
12 Shunts + relèvements de vitesse	S5	6515	27	39	244	2:44	5:30	4:42
Relèvements de vitesse	S6	192	5	4	38	3:05	5:51	5:03
LN Limoges-Brive + shunts + relèvements de vitesse	S7	5864	38	35	154	2:32	5:18	4:30
Scénarios intermédiaires								
4 Shunts + relèvements de vitesse	S8	2010	12	23	162	2:58	5:44	4:56
5 shunts + relèvements de vitesse	S9	2323	15	24	152	2:55	5:41	4:53
4 shunts + relèvements de vitesse	S10	2112	13	24	169	2:58	5:44	4:56
6 shunts + relèvements de vitesse	S11	2956	17	27	171	2:53	5:39	4:51
7 shunts + relèvements de vitesse	S12	3531	19	29	184	2:51	5:37	4:49
10 shunts + relèvements de vitesse	S13	5411	25	36	214	2:45	5:31	4:43
3 shunts + relèvements de vitesse	S14	1573	12	20	137	2:59	5:45	4:57
Aménagement du territoire								
6 shunts + relèvements de vitesse	S15	3194	16	30	196	2:54	5:40	4:52
Scénario pendulaire								
Pendulaire	S16	14	20		0.7	2:50	5:28	

Tableau 7 : Synthèse par scénario

- les temps de parcours sur la ligne existante sur les relations Paris-Toulouse et Limoges-Toulouse sont ceux des marches THOR actuelles, sans prise en compte des aménagements prévus entre Paris et Limoges ;
- les temps de parcours Paris-Toulouse via Poitiers-Limoges sont établis en retenant une liaison Paris-Limoges de 1h55 et un arrêt à Limoges de 3mn, soit un temps de parcours au mieux (voir réserves à ce sujet en introduction sur les incidences sur l'exploitation de l'axe atlantique).
- les temps de parcours Paris-Toulouse via POLT sont établis :
 - pour les trains conventionnels en retenant une liaison Paris-Limoges de 2h43 et arrêt à Limoges de 3mn,
 - pour les trains pendulaires en retenant une liaison Paris-Limoges de 2h35 et arrêt à Limoges de 3mn.

Tous les temps de parcours Limoges-Toulouse sont calculés pour la desserte des gares principales uniquement, à savoir Brive, Cahors et Montauban, et avec une détente de 4,5mn/100 km pour les lignes classiques et 5% sur ligne nouvelle.

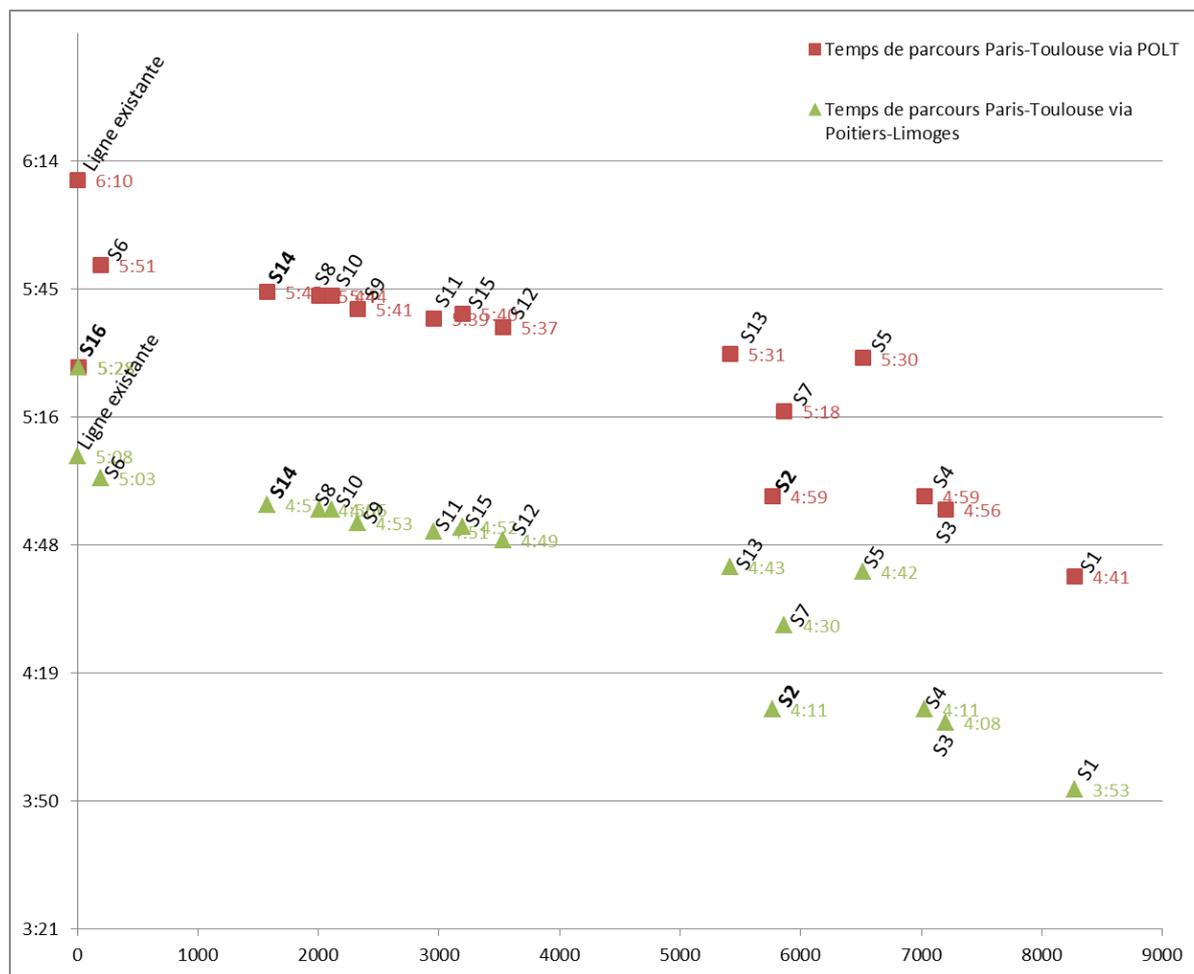


Figure 14 : Répartition des scénarios en fonction de l'investissement et des temps de parcours Paris Toulouse selon le passage via POLT ou Poitiers Limoges

Une analyse multicritères des scénarios d'infrastructure a été menée à des fins uniquement de comparaison et à ce stade préliminaire d'études.

Les critères de comparaison retenus à ce stade sont :

- le coût d'aménagement (l'appréciation étant d'autant plus forte que le coût est limité),
- le gain de temps (considéré sur Limoges-Toulouse),
- l'impact environnemental (incluant la capacité à l'éviter ou le réduire, l'appréciation étant d'autant meilleure que l'impact est faible),
- la desserte des territoires intermédiaires (étant observé que l'on ne prend en compte que la présence sur la ligne principale, et donc la capacité à une desserte directe ; dans le cas de ligne nouvelle, une telle desserte renvoie à la complémentarité TGV ou Intercités/TER telle qu'elle est mise en place sur d'autres axes du réseau national).

L'analyse ci-dessous distingue les deux groupes de scénarios, « temps de parcours » et « intermédiaires », dont les typologies sont différentes :

- les scénarios « temps de parcours » correspondant à l'objectif de liaison Paris-Toulouse via Poitiers-Limoges en 4h30 ou moins, pour un investissement supérieur à 5,5 Md€ entre Limoges et Toulouse et un linéaire d'infrastructure nouvelle allant de 120 km à 189 km,
- les scénarios « intermédiaires » correspondant à l'objectif de liaison Paris-Toulouse via Poitiers-Limoges en 5h ou moins pour un investissement inférieur à 4 Md€.

Le scénario pendulaire, s'inscrivant dans une logique différente, et compte tenu de l'infrastructure existante, présente le ratio coût à la minute gagnée le plus favorable, pour un temps de parcours sur Paris-Toulouse d'environ 5h30.

Face à l'inconvénient de nécessiter un matériel spécifique, il présente les avantages suivants :

- impact environnemental faible puisque la ligne existante est réutilisée sur tout son linéaire,
- les gares de Souillac, Gourdon et Caussade bénéficient intégralement des gains de temps de parcours,
- l'infrastructure existante est maintenue sur tout son linéaire, aucun doublement d'infrastructure.

8.1. Scénarios temps de parcours

6 scénarios permettent de remplir l'objectif d'un temps de parcours de 4h30 ou moins pour la relation Paris-Toulouse via Poitiers-Limoges :

		Coût global	Gain en temps de parcours	Insertion environnementale	Desserte territoriale	TOTAL
LGV 320 Limoges – Caussade + relèvements de vitesse	S1					
LGV 320 Limoges - Cahors	S2					
LN 250 Limoges - Caussade + relèvements de vitesse	S3					
LN 250 Limoges - Caussade	S4					
12 Shunts + relèvements de vitesse	S5					
LN Limoges-Brive + shunts + relèvements de vitesse	S7					

Analyse comparative des scénarii sous forme de notation par critère

Dans le groupe « Paris-Toulouse en 4h30 ou moins », le scénario apparaissant le plus intéressant au vu de l'analyse multicritères est **S2 - LGV 320 km/h Limoges-Cahors**, avec un linéaire de ligne à grande vitesse de 133 km en 2 sections. Il est donc retenu pour la dernière étape de la présente étude.

Ce scénario présente un des bilans environnementaux les plus favorables (pénalisés d'une manière générale par les linéaires nécessaires pour obtenir un gain de temps significatif) et le coût à la minute gagnée le plus faible. Il permettrait un temps de parcours de 4h11 sur Paris-Toulouse via Poitiers-Limoges (dans l'hypothèse rappelée en introduction, ou de 4h19 en prolongeant vers Toulouse le schéma de desserte envisagé sur Poitiers-Limoges, comportant un découplage à Poitiers). Ce temps serait de 5h par la ligne POLT modernisée au Nord de Limoges.

A noter que le scénario S1 permet même un temps de 3h53 entre Paris et Toulouse via Poitiers-Limoges (sous les réserves rappelées en introduction, ou 4h01 en ajoutant le temps du découplage) : un tel scénario, nécessitant 189 km de LGV entre Limoges et Montauban, s'ajoutant à Poitiers-Limoges, ne permet cependant d'obtenir un temps sur des liaisons Paris-Toulouse qu'un peu plus favorable à celui obtenu en 2017 avec la mise en service de Tours-Bordeaux, et nettement moins favorable qu'avec une ligne nouvelle sur Bordeaux-Toulouse.

8.2. Scénarios intermédiaires

9 scénarios intermédiaires répondent aux objectifs suivants :

- temps de parcours Paris-Toulouse de 5h ou moins par Poitiers-Limoges (décalage de 48mn en l'absence de Poitiers-Limoges) ;
- coût d'infrastructure entre Limoges et Toulouse inférieur à 4 Md€.

		Coût global	Gain en temps de parcours	Insertion environnementale	Desserte territoriale	TOTAL
Relèvements de vitesse	S6					
4 Shunts + relèvements de vitesse	S8					
5 shunts + relèvements de vitesse	S9					
4 shunts + relèvements de vitesse	S10					
6 shunts + relèvements de vitesse	S11					
7 shunts + relèvements de vitesse	S12					
10 shunts + relèvements de vitesse	S13					
3 shunts + relèvements de vitesse	S14					
6 shunts + relèvements de vitesse	S15					

Analyse comparative des scénarii sous forme de notation par critère

Le scénario « intermédiaire » approfondi dans la dernière partie de l'étude est le scénario **S14 – 3 shunts + relèvements de vitesse**.

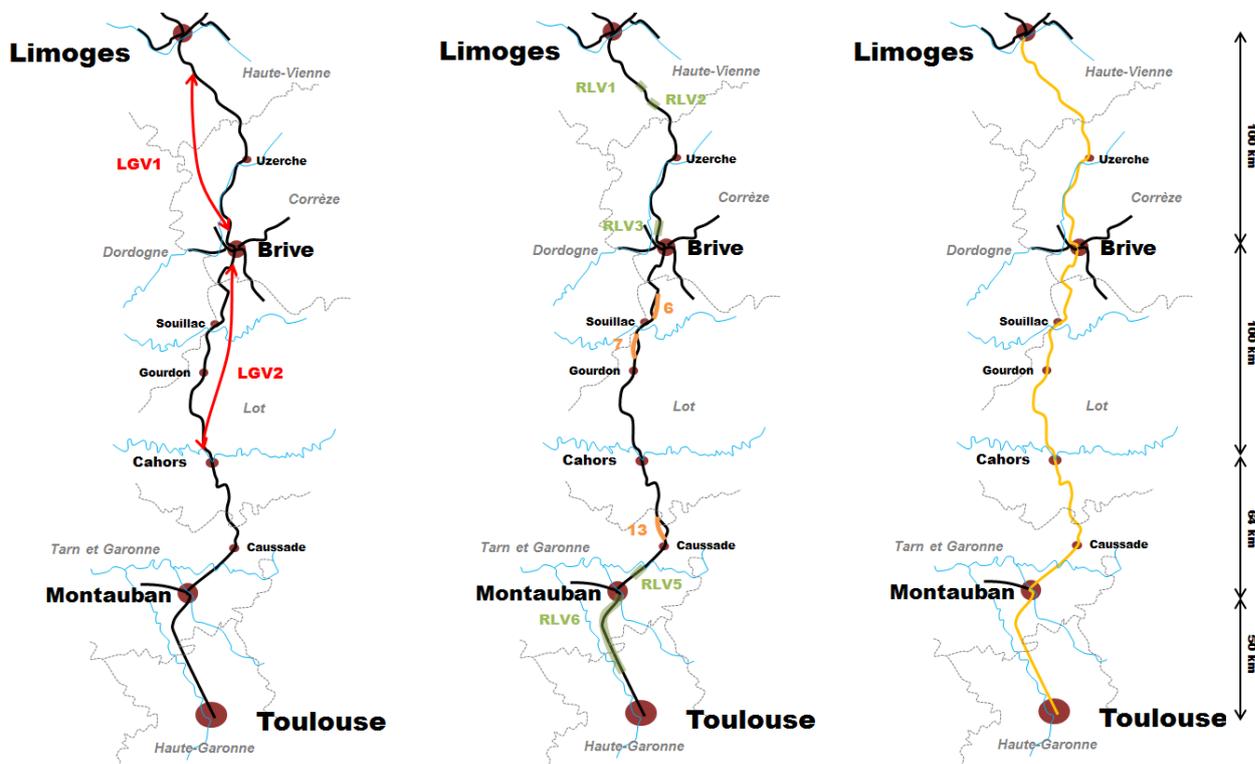
Ce scénario présente un gain de temps limité à 12 minutes, ramenant le temps Paris Toulouse en 4h57 par Poitiers-Limoges (contre 4h49 pour le plus performant de la catégorie), ou 5h45 par la ligne existante, mais il présente aussi le coût le plus faible et le prix à la minute gagné le plus avantageux. Il ne remet pas en cause la desserte TER existante et permet de faire bénéficier des aménagements au plus grand nombre de circulations. Il présente enfin un très bon bilan environnemental.

A noter que les scénarios suivants n'ont pas été retenus pour le développement d'un scénario intermédiaire :

- les scénarios S5 et S13, permettant des temps de parcours respectifs de 4h42 et 4h43 sur la relation Paris-Toulouse via Poitiers-Limoges, ont un coût d'investissement supérieur à 5 Md€ conduisant aux coûts à la minute gagnée les plus élevés de l'ensemble de ces scénarios ;
- le scénario S6 ne comportant que des relèvements de vitesse, avec un gain de temps de parcours de 5mn, ne permet pas d'assurer une relation Paris-Toulouse via Poitiers-Limoges en moins de 5h.

9. DEVELOPPEMENT DE 3 SCENARIOS

Les trois scénarios ci-dessous ont fait l'objet d'un approfondissement dans la dernière phase d'étude.



LGV 320km/h Limoges-Cahors

Intermédiaire
(3 shunts + RLV)

Pendulaire

9.1. Scénario LGV 320 km/h Limoges-Cahors

9.1.1. Description du fuseau de passage

La section de ligne à grande vitesse entre Limoges et Brive s'inscrirait dans un fuseau élargi entre les PK 420+000 (St-Hilaire-de-Bonneval 87) et PK 488+000 (Donzenac 19) de la ligne existante. Un tracé moyen dans le fuseau aurait un linéaire de 61 km environ, soit une réduction de linéaire de l'ordre de 7 km par rapport à la ligne existante.

Le territoire entre ces points de raccordement se divise en deux grands ensembles géographiques :

- entre Saint-Hilaire-Bonneval et Uzerche, le relief est en plateau faiblement accidenté et les enjeux environnementaux ponctuels sont dispersés sur toute la largeur de la bande d'étude. Cet ensemble géographique offre plusieurs possibilités de passage. Le secteur à l'Ouest de la ligne existante permet un tracé plus direct, option retenue à ce stade pour le fuseau de passage ;
- entre Uzerche et Ussac, le relief est beaucoup plus accidenté avec des vallées plus marquées. Les enjeux environnementaux sont concentrés à l'Ouest de la ligne existante autour des zones habitées d'Allasac et d'Objat notamment, des vallées de la Vézère et de la Loyre. L'orientation Nord-Sud de ces deux cours d'eau implique des franchissements impactants pour ces corridors biologiques dans un secteur à enjeu humain. Le secteur à l'Est de la ligne existante, moins contraint, offre plusieurs possibilités d'inscription de la ligne nouvelle, option retenue pour le fuseau de passage.

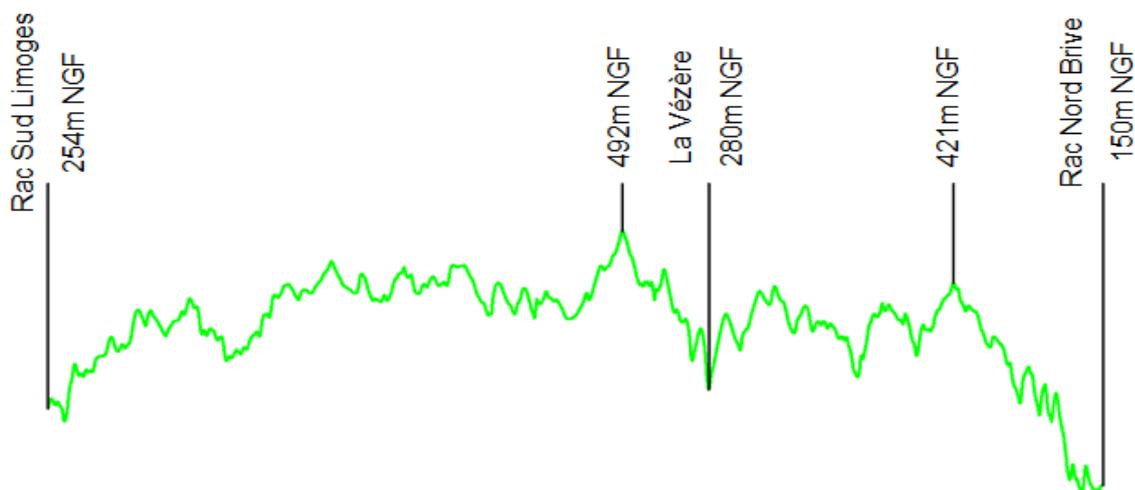


Figure 15 : Profil topographique entre Limoges et Brive

La section de ligne nouvelle Brive-Cahors pourrait s'inscrire entre les PK 504+000 (Brive-La-Gaillarde 19) et PK 590+650 (Calamane 46) de la ligne existante. Un tracé moyen dans le fuseau aurait un linéaire de 72 km environ, soit une réduction de linéaire de l'ordre de 14 km par rapport à la ligne existante.

Le territoire entre ces points de raccordement se divise en deux grands ensembles géographiques et une contrainte spécifique de franchissement de la Dordogne :

- entre Noailles et la Dordogne, la section est constituée d'une zone centrale en plateau faiblement accidenté, de deux points bas aux extrémités (respectivement au raccordement à la ligne classique et au franchissement de la Dordogne) et d'un relief de transition plus accidenté. Les enjeux environnementaux ponctuels sont dispersés sur toute la largeur de la bande d'étude, avec une zone sensible à l'Ouest de la ligne existante sur les communes de Souillac, Gignac et Borrèze. Cet ensemble géographique offre plusieurs possibilités de passage. Le secteur à l'Est de la ligne existante offre des options de tracé compatibles avec la zone préférentielle de franchissement de la Dordogne ;
- le franchissement de la Dordogne, corridor biologique à fort enjeu humain, constitue la principale difficulté d'inscription du fuseau. La zone la plus favorable est située dans le méandre de la Dordogne sur les communes de Lanzac et Pinsac. A cet endroit, la largeur de la bande à très fort enjeu est la plus faible et est déjà traversée par l'autoroute A20. Le jumelage des deux infrastructures paraît être le meilleur compromis pour la traversée de cette zone sensible ;
- entre la Dordogne et Calamane, le relief est très accidenté avec des vallées très marquées. Les enjeux environnementaux ponctuels sont dispersés sur toute la largeur de la bande d'étude. Cet ensemble géographique offre plusieurs possibilités de passage. Le secteur à l'Est de la ligne existante offre des options de tracé compatibles avec la zone préférentielle de franchissement de la Dordogne.

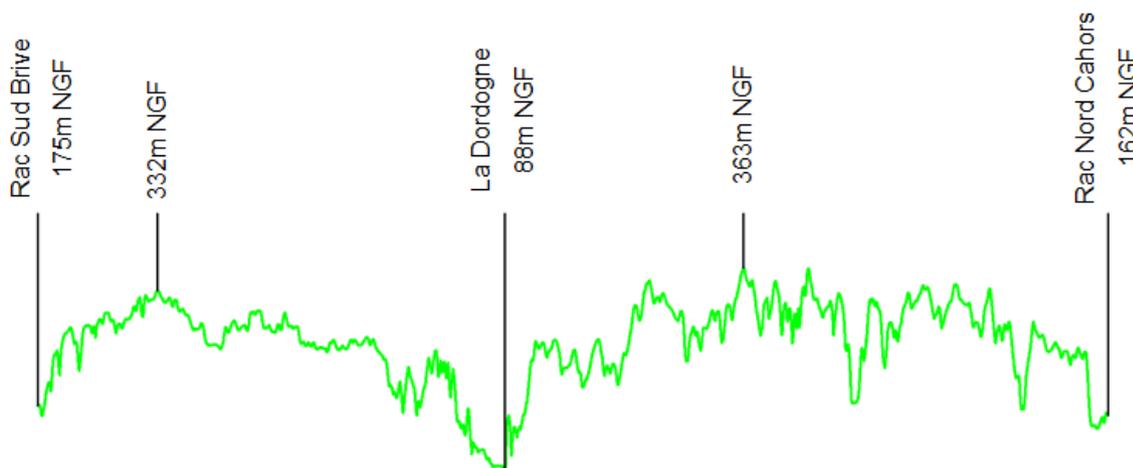


Figure 16 : Profil topographique entre Brive et Cahors

Le fuseau se décompose en :

- 26% de sections en tunnel
- 74% de section aérienne, dont 10% en viaduc

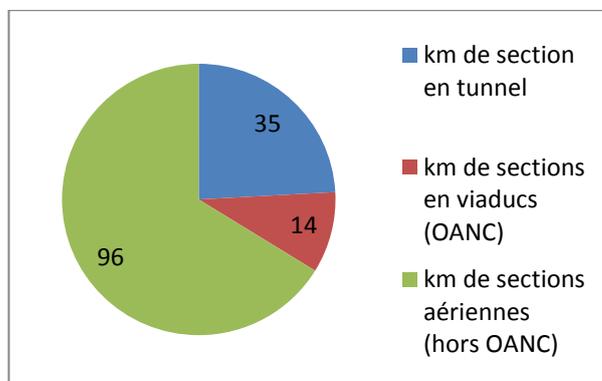


Figure 17 : kilomètres de section de LGV par type

9.1.2. Synthèse environnementale

Les principaux impacts attendus sont présentés dans le tableau suivant :

Thématique	Limoges-Brive	Brive-Cahors
Milieu humain	<p>Nombreux hameaux impactés par la ligne (au moins 25 habitations et 20 bâtiments d'activités)</p> <p>perte de surfaces agricoles et impact sur la structure bocagère, particulièrement dans la partie nord de la zone d'étude.</p>	<p>Bâti diffus important : environ 70 habitations ou bâtiments d'activités qui seront directement impactés par l'infrastructure.</p> <p>exploitations agricoles et parcellaire agricole impactés</p> <p>1 ligne à haute tension franchise Jumelage A20</p>
Milieu physique	<p>environ 25 cours d'eau impactés par le fuseau dont 9 identifiés à très fort enjeu par le SDAGE</p>	<p>Risques de mouvements de terrain importants</p> <p>10 cours d'eau impactés par le fuseau dont 6 identifiés à très fort enjeu par le SDAGE</p> <p>3 périmètres de protection de captage AEP</p>
Milieu naturel	<p>Aucun site Natura 2000 impacté directement mais présence de plusieurs ZNIEFF impactées par le fuseau</p>	<p>traversée de la vallée de la Dordogne (site Natura 2000 « Vallée de la Dordogne quercynoise »), APPB « Cours lotois de la Dordogne », une ZNIEFF de type 1 et 2 et un site appartenant au Conservatoire des Espaces Naturels « Ilot de Combe Nègre »</p> <p>16 corridors écologiques et 7 zones de réservoir de biodiversité impactés</p>
Patrimoine, paysage, tourisme et loisirs	<p>3 sites inscrits et 2 périmètres de monuments historiques (MH) impactés</p>	<p>1 site inscrit et deux périmètres de MH impactés</p>

Au regard des enjeux évités, et des impacts potentiels attendus, la section Limoges-Brive présente des conditions d'insertion d'une ligne nouvelle plus faciles que la section Brive-Cahors qui cumule des enjeux très forts réglementaires (Natura 2000, captage AEP...) et difficilement évitables.

Pour les deux sections, la mise en place de mesures adaptées devrait permettre de réduire ou de compenser les impacts attendus : ouvrages de transparence hydraulique et écologique, aménagements paysagers, mesures acoustiques (écrans, merlons)...

9.1.3. Temps de parcours

Les temps de parcours ont été calculés en tenant compte de la vitesse d'exploitation à 320 km/h sur les sections de LGV avec un matériel TGV-R en US, et application des détentés horaires suivantes :

- sur ligne classique : 3mn/100km ou 4,5mn/100 km
- sur LGV : 5% du temps de parcours.

Le tableau suivant résume les marches types, avec la marche de base (détente = 0), la détente de 3mn/100 km et la détente 4,5mn/100 km.

	Détente 0	Détente 3	Détente 4.5	Arrêt
Limoges	-	-	-	-
Brive	00:33	00:34	00:36	00:03
Cahors	00:25	00:27	00:27	00:02
Montauban	00:33	00:35	00:36	00:03
Toulouse	00:22	00:24	00:25	-
Temps total	02:01	02:08	02:12	

Le temps de parcours, avec une détente horaire type de 4,5mn/100 km, est de 2h12, au lieu de 3h10 en situation de référence, soit un gain de temps de parcours de 58mn. Ce gain se décompose en 24mn sur Limoges-Brive et 34mn sur Brive-Cahors.

Ainsi, la réalisation de la seule partie Nord entre Limoges et Brive (bénéficiant au plus grand nombre de voyageurs) permettrait d'obtenir un temps de 4h45 pour Paris-Toulouse ; la réalisation de la seule section Sud entre Brive et Cahors permettrait un temps de 4h35 (dans les deux cas par Poitiers-Limoges).

9.1.4. Estimations

Les estimations de ce scénario résumées dans le tableau ci-après ne prennent en compte que les coûts associés aux sections de ligne nouvelle (hors adaptations des installations de la ligne existante).

	Coût global	Coût/km
Aménagements		
LGV 1 : Limoges - Brive	2 152 M€	35,5 M€/km
LGV 2 : Brive - Cahors	3 611 M€	50 M€/km
Total		
Scénario LGV	5 764 M€	43 M€/km

9.2. Scénario pendulaire

9.2.1. Synthèse technique

Le scénario pendulaire est conçu sans modification de la ligne existante. Seules des adaptations mineures de l'infrastructure permettent la circulation de trains à vitesse plus élevés que les trains conventionnels.

Le matériel pendulaire est conçu avec une enveloppe de caisse réduite et adaptée afin que l'inclinaison en courbe n'engage pas le gabarit existant. Ceci se traduit par une caisse qui peut légèrement évoluer d'une commande à l'autre, afin que ce matériel soit adapté et permette une utilisation maximale de la pendulation, soit une inclinaison de 8°.

Les gabarits standards de la ligne Limoges-Toulouse ne devraient pas, dans ce contexte, poser de difficultés particulières.

Le calcul des survitesses liées à l'inclinaison de caisse est basé sur le scénario technique correspondant aux aménagements de POLT 2003, mais en tenant compte d'une inclinaison de caisse de 8° au lieu de 4,5°. Ainsi, le même gabarit de vitesse que l'étude POLT 2003 a été utilisé mais en appliquant une survitesse additionnelle tenant compte du degré d'inclinaison supérieur dans la limite de 160km/h. Au-delà de 160 km/h, les aménagements d'infrastructures à prendre en compte dégradent le coût à la minute gagnée du scénario (dénivellation des passages à niveau, modification des entraxes de voie, augmentation des largeurs de zone dangereuse...).

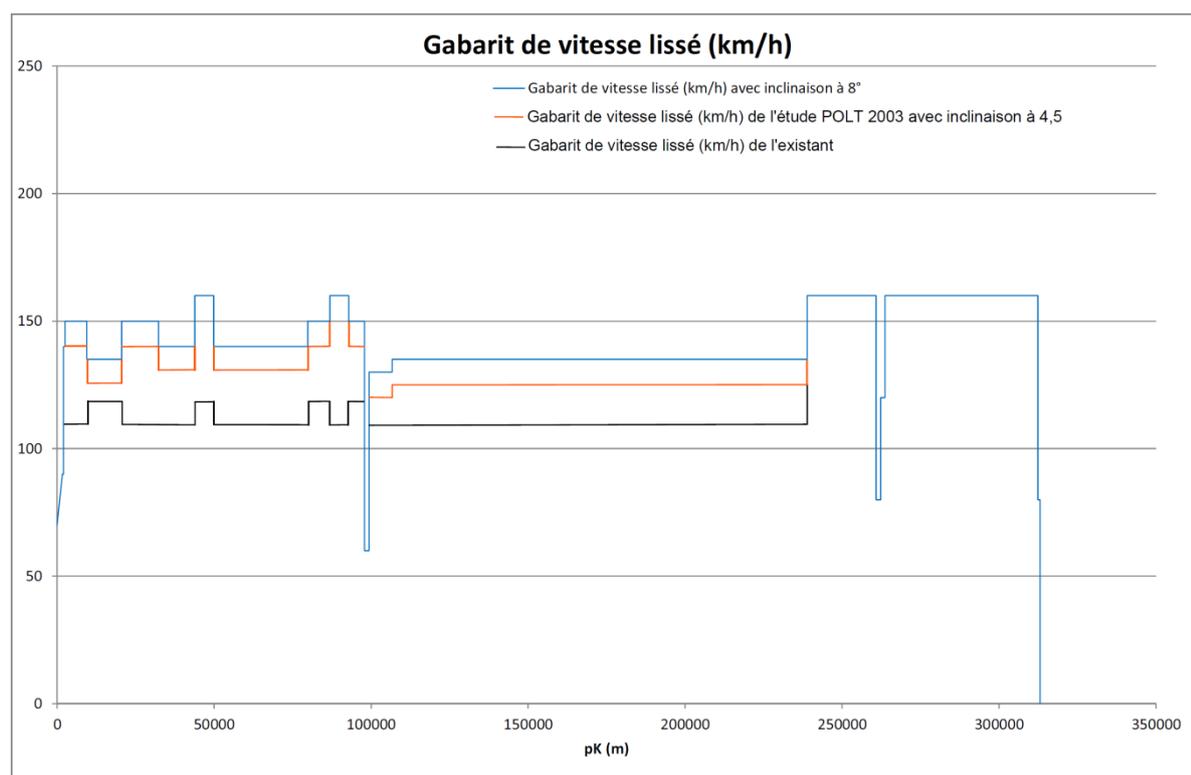


Figure 18 : Gabarits de vitesse comparés pour des trains pendulaires d'inclinaison 4,5° et 8°

Dans ce contexte, l'adaptation d'infrastructure de la ligne existante identifiée à ce stade est l'allongement des annonces de 46 passages à niveau.

Les adaptations suivantes, identifiées dans les études POLT de la SNCF en 2003 (une actualisation relevant d'études plus approfondies), sont envisagées dans le scénario :

- mise à niveau géométrique et structurelle de la voie ferrée et de son infrastructure,

- adaptation des installations de signalisation,
- reprise des installations fixes de traction électrique,
- réalisation d'aménagements de sécurité dans les gares.

9.2.2. Synthèse environnementale

Le scénario pendulaire étant construit sans modification de la ligne existante, les impacts sont négligeables (uniquement phase travaux).

9.2.3. Temps de parcours

Les temps de parcours ont été calculés en tenant compte des performances matériel équivalentes à un matériel TGV-R en US mais permettant des survitesses grâce à un système de pendulation de la caisse.

Les survitesses possibles grâce à un angle d'inclinaison de 8° sont prises en compte.

Les détentés horaires de 3mn/100 km ou 4,5mn/100 km sont ensuite appliquées.

Le tableau suivant résume les marches types ainsi calculées.

	Détente 3	Détente 4.5	Arrêt
Limoges	-	-	-
Brive	00:47	00:49	00:03
Cahors	00:50	00:51	00:02
Montauban	00:31	00:32	00:03
Toulouse	00:23	00:24	-
Temps total	02:39	02:44	

Le temps de parcours, avec une détente horaire type de 4,5mn/100 km, est de 2h44, contre 3h10 dans la situation de référence.

Dans le cas où des sections ne seraient pas praticables avec une inclinaison de 8°, des augmentations de temps de parcours seraient à prendre en compte. La circulation d'un train équivalent avec une inclinaison de 4,5° au lieu de 8° impliquerait un temps de parcours prolongé d'environ 8 mn.

On peut alors considérer que le temps de parcours sur l'infrastructure de référence avec un matériel pendulaire serait compris entre 2h44 et 2h52.

9.2.4. Estimations

La synthèse de l'estimation du scénario pendulaire **hors matériel roulant** (qui est l'enjeu principal pour ce scénario) consiste en une actualisation des estimations de POLT 2003 pour une inclinaison de 4,5° et l'ajout d'une provision de 10% sur chacun des sous-systèmes pour tenir compte des effets de la survitesse de l'inclinaison à 8° (y compris renforcement des IFTE) :

Voie ferrée	Ouvrages d'art	Signalisation	Traction électrique	Passages à niveau	Quais et obstacles	Protection du personnel	TOTAL
3,5 M€	-	2,2 M€	8,4 M€	1 M€	0,2 M€	-	15,3 M€

9.3. Scénario intermédiaire

Le scénario intermédiaire se compose des aménagements suivants :

- Section Limoges-Brive : 3 aménagements de relèvement de vitesse de la ligne existante
- Section Brive-Cahors : 2 aménagements de shunt
- Section Cahors-Caussade : 1 aménagement de shunt
- Section Caussade-Montauban : 1 aménagement de relèvement de vitesse de la ligne existante
- Section Montauban-Toulouse : 1 aménagement de relèvement de vitesse de la ligne existante

Les aménagements par shunt conduisent aux répartitions kilométriques par type de section suivantes :

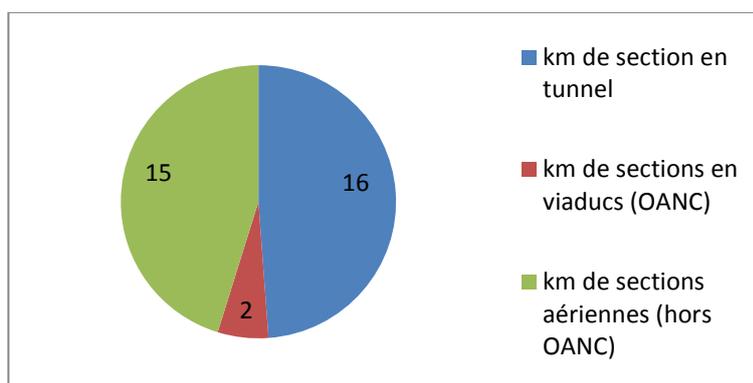


Figure 19 : Scénario intermédiaire – kilomètres de section de shunt par type

Les aménagements par relèvement de vitesse et modification de dévers conduisent à :

- la dénivellation ou suppression de 7 passages à niveau entre Caussade et Montauban,
- la suppression de 8 passages à niveau entre Montauban et Toulouse,
- la réalisation d'un saut-de-mouton au franchissement de la ligne existante,
- la création de 2 passerelles piétonnes.

9.3.1. Section Limoges-Brive

Les aménagements par relèvement de vitesse sur cette section comprennent :

- 6 km de correction de dévers dans le secteur de Glanges, pour un relèvement de la vitesse actuelle de 120 km/h à la vitesse de 140 km/h ;
- 6 km de correction de dévers et la rectification du rayon d'une courbe dans le secteur de Masseret, pour un relèvement de la vitesse actuelle de 120 km/h à la vitesse de 160 km/h. La correction de dévers sur 2,1 km supplémentaires et la rectification du rayon d'une seconde courbe au Sud de ce secteur permet un relèvement de la vitesse actuelle de 110 km/h à la vitesse de 140 km/h ;
- 6,7 km de correction de dévers dans le secteur d'Ussac, pour un relèvement de la vitesse actuelle de 130 km/h à la vitesse de 150 km/h.

9.3.2. Section Limoges-Brive

Entre Brive et Cahors, 2 aménagements de shunt de la ligne existante ont été retenus dans la construction du scénario intermédiaire :

- Shunt 6 sur les communes d’Estivals, Gignac et Lachapelle-Auzac : shunt circulaire à 160/200 km/h sur 15,8 km raccordé à la ligne existante aux 515+332 et PK 535+507, soit une réduction de linéaire de l’ordre de 4,4 km par rapport à l’existant et la répartition suivante par type de section :

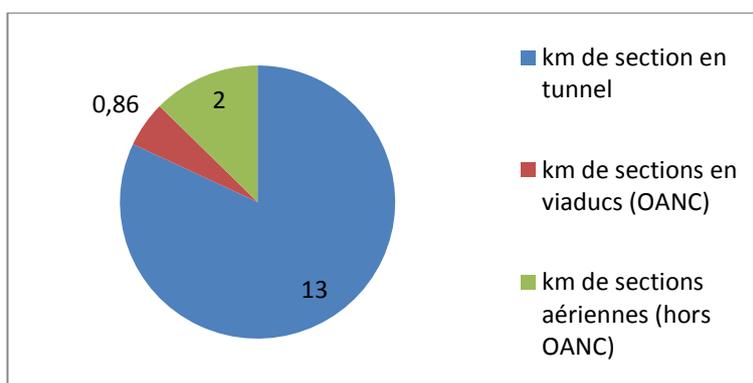


Figure 20 : Scénario intermédiaire – kilomètres de section du shunt 6 par type

- Shunt 7 sur les communes de Lamothe-Fénelon et Rouffilhac : shunt circulaire à 200 km/h sur 7,7 km raccordé à la ligne existante aux PK 545+950 et PK 553+800, soit une réduction de linéaire de l’ordre de 200 m par rapport à l’existant et la répartition suivante par type de section :

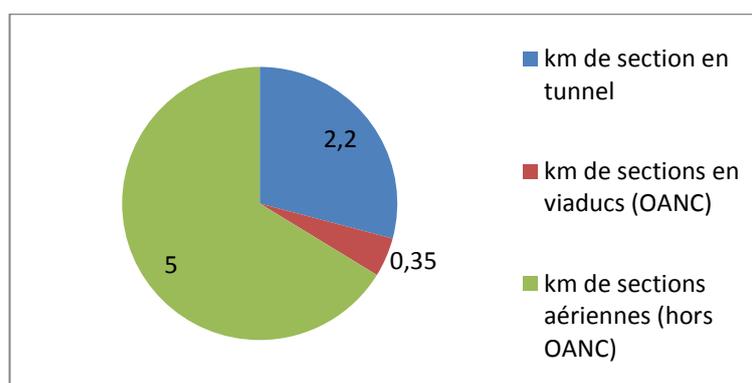


Figure 21 : Scénario intermédiaire – kilomètres de section du shunt 7 par type

9.3.3. Section Cahors-Caussade

Entre Cahors et Caussade, 1 aménagement de shunt de la ligne existante a été retenu dans la construction du scénario intermédiaire :

- Shunt 13 sur les communes de Belfort du Quercy, Lapenche et Montalzat : shunt circulaire à 200 km/h sur 9,7 km raccordé à la ligne existante aux PK 627+150 et 638+225, soit une réduction de linéaire de l'ordre de 1,4 km par rapport à l'existant et la répartition suivante par type de section :

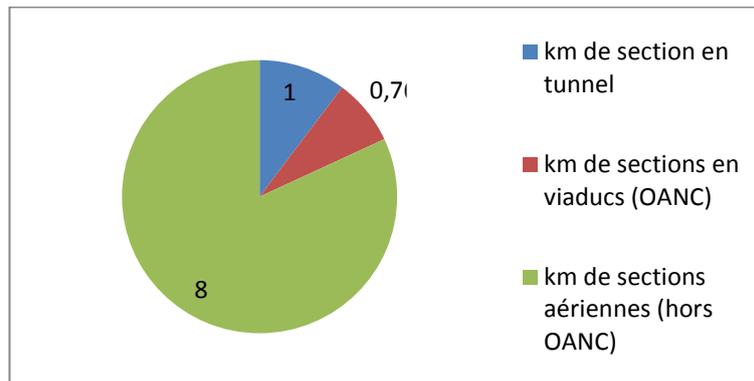


Figure 22 : Scénario intermédiaire – kilomètres de section du shunt 13 par type

9.3.4. Section Caussade-Montauban

L'aménagement par relèvement de vitesse sur cette section comprend 7,2 km de correction de dévers dans le secteur Nord Montauban, pour un relèvement de la vitesse actuelle de 160 km/h à la vitesse de 180 km/h. Cet aménagement conduit à supprimer 7 passages à niveaux et envisager la dénivellation de ces franchissements routiers.

9.3.5. Section Montauban-Toulouse

L'aménagement par relèvement de vitesse sur cette section comprend :

- 28,9 km de correction de dévers entre Montauban et Castelnau d'Estrétefonds, pour un relèvement de la vitesse actuelle de 160 km/h à la vitesse de 180 km/h. Cet aménagement conduit à supprimer 7 passages à niveaux et envisager la dénivellation de ces franchissements routiers ;
- le prolongement de la mise à 4 voies à Montbartier.

9.3.6. Synthèse environnementale

Les impacts attendus sur ce scénario sont les suivants :

Section	Principaux impacts attendus
Limoges-Brive	<p>pas d'incidences majeures de ce scénario sur l'environnement, quasiment tous les aménagements étant réalisés au sein des emprises de la ligne existante (seulement 2 ripages)</p> <p>impacts ponctuels sur deux ZNIEFF au droit des deux zones de ripage</p>
Brive-Cahors	<p>Seul un bâti d'activités situé sous le viaduc de Souillac semble directement impacté par les emprises.</p> <p>4 habitats isolés au niveau du shunt 7</p> <p>effets sur les nuisances acoustiques associés au passage d'une nouvelle infrastructure ferroviaire sont à prévoir pour les habitations situées à proximité du viaduc de Souillac et au droit des têtes de tunnel à Estivals et Souillac.</p> <p>Impact sur surfaces agricoles au droit d'Estivals</p> <p>3 cours d'eau franchis en viaduc (ruisseau de Blagour, Ribeyrone et Relinquière)</p> <p>Seule la ZNIEFF de type 2 « Vallée du Blagour » est traversée par le projet. L'impact sera réduit en raison du passage en viaduc.</p>
Cahors-Caussade	<p>Entre 5 et 10 habitations impactées</p> <p>Nuisances sonores au droit du shunt : mise en place de protections acoustiques conformément aux seuils réglementaires</p> <p>franchissement A20 à Caussade</p> <p>périmètre de ZPPAUP à Montpezat-de-Quercy impacté</p> <p>interception de 7 petits cours d'eau, dont trois seront franchis en viaduc sur 760 m au total</p> <p>ZNIEFF de type 1 « Pech de Bigorre ou de Montescot » traversée en périphérie en tunnel.</p>
Caussade-Montauban	<p>Les aménagements de cette section se dérouleront entièrement dans les emprises de la ligne existante et n'auront pas ou très peu d'incidence sur l'environnement.</p>
Montauban-Toulouse	<p>Les aménagements de cette section se dérouleront entièrement dans les emprises de la ligne existante et n'auront pas ou très peu d'incidence sur l'environnement.</p>

9.3.7. Temps de parcours

Les temps de parcours ont été calculés en tenant compte d'un matériel TGV-R en US, avec application des détetes horaires de 3mn/100 km ou 4,5mn/100 km.

Le tableau suivant résume les marches types avec les deux détetes précitées ainsi que la marche de base (détente = 0).

	Détente 0	Détente 3	Détente 4.5	Arrêt
Limoges	-	-	-	-
Brive	00:53	00:56	00:57	00:03
Cahors	00:50	00:53	00:54	00:02
Montauban	00:30	00:32	00:33	00:03
Toulouse	00:20	00:21	00:22	-
Temps total	02:41	02:50	02:54	

Le temps de parcours, avec une détente horaire type de 4,5mn/100 km, est de 3h54, contre 3h10 dans la situation de référence.

9.3.8. Estimations

Les estimations de ce scénario résumées dans le tableau ci-après ne prennent en compte que les coûts associés aux sections d'aménagements nouveaux (hors adaptations des installations de la ligne existante).

	Coût global	Coût/km
Aménagements		
Shunt 6	1 053 M€	67 M€/km
Shunt 7	271 M€	35 M€/km
Shunt 13	278 M€	29 M€/km
RLV n°1	1,6 M€	0,3 M€/km
RLV n°2	2,6 M€	0,3 M€/km
RLV n°3	1,9 M€	0,3 M€/km
RLV n°5	28,7 M€	4 M€/km
RLV n°6	145 M€	5 M€/km
Total		
Scénario intermédiaire	1787 M€	20 M€/km

10. CONCLUSION GENERALE

Il apparait au travers de ces études que la ligne existante entre Limoges et Toulouse, d'un linéaire de 314 km au total, présente entre Limoges et Caussade (soit 75% du linéaire) une vitesse de conception limitée et uniforme (autour de 120 km/h). Cette vitesse est la conséquence de la géométrie de la ligne comportant des successions de faibles rayons permettant l'insertion dans les fonds de vallées. Malgré l'évitement permis par ces caractéristiques géométriques, la ligne existante présente de nombreux ouvrages qui témoignent de la topographie marquée des départements traversés.

Il en ressort :

- de faibles opportunités de relèvement de vitesse, sauf au Sud de Caussade mais qui sont assorties dans ce secteur des contraintes des secteurs périurbains et urbains, avec la présence de nombreuses habitations, de passages à niveau (à déniveler) et d'incidences capacitaires nécessitant de lourds investissements pour permettre les relèvements de vitesse ;
- une efficacité limitée de solutions de shunts en termes de gains de temps, car ils relient 2 secteurs à faible vitesse et nécessitent donc une montée et une descente en vitesse sur un faible linéaire et sont souvent contraints par de fortes pentes. De plus ces shunts sont très coûteux. En effet la ligne existante se situant dans les vallées souvent encaissées, les shunts doivent s'échapper de ces vallées par des ouvrages.

Des gains de temps significatifs ne peuvent être obtenus que par le biais de lignes nouvelles (pour des gains pouvant alors dépasser 1h), avec cependant des linéaires importants :

- entre Limoges et Cahors (a minima entre Limoges et Brive) pour atteindre un temps de moins de 4h30 pour Paris-Toulouse via Poitiers-Limoges,
- entre Limoges et Caussade si la liaison entre Paris et Toulouse se fait par la ligne existante au nord de Limoges.

De tels aménagements de lignes nouvelles présentent des ratios de coûts importants du fait de forts pourcentages d'ouvrages de type tunnels et viaducs, liés à la topographie des territoires et à leurs enjeux (nombreuses vallées présentant d'importants enjeux environnementaux).

A noter cependant que ces gains de temps bien que très significatifs ne permettent pas d'offrir pour la desserte de Toulouse une alternative paraissant efficace et intéressante du point de vue économique par rapport au passage par Bordeaux, dès 2017 avec la mise en service de Tours-Bordeaux, puis avec le projet de ligne nouvelle Bordeaux-Toulouse dans le cadre du GPSO, qui s'inscrivent dans des secteurs à la topographie plus favorable.

L'option pendulaire s'inscrit dans une logique différente, avec ses spécificités, et des temps de parcours d'environ 5h30 entre Paris et Toulouse.