



# AMENAGEMENTS DE LA LIGNE EXISTANTE BORDEAUX-TOULOUSE

NOTE DE SYNTHÈSE  
JUILLET 2015



## SOMMAIRE

<b>1.</b>	<b>OBJET DE LA NOTE</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>STRUCTURATION DE LA NOTE</b>	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>ELABORATION DES SCENARIOS</b>	<b>4</b>
3.1	Rappel de la démarche méthodologique de conception	4
3.2	Shunt de Langon	15
3.3	Shunt de Port-Sainte-Marie	18
3.4	Shunt de Moissac	23
<b>4.</b>	<b>CALCUL DES TEMPS DE PARCOURS</b>	<b>27</b>
4.1	Rappel de la problématique	27
4.2	Méthodologie et hypothèses	27
4.3	Temps de parcours calculés	29
<b>5.</b>	<b>TRAITEMENT DES PASSAGES A NIVEAU</b>	<b>31</b>
5.1	Rappel de la problématique	31
5.2	Définition et réglementation	31
5.3	Etat des lieux	32
5.4	Suppression et rétablissement des PN	33
5.5	Estimation des coûts	34
<b>6.</b>	<b>IMPACT SUR LE FONCIER</b>	<b>36</b>
6.1	Rappel de la problématique	36
6.2	Impact foncier des aménagements	36
6.3	Evaluation des impacts	39
6.4	Estimation des coûts	40
6.5	Conclusion	41
<b>7.</b>	<b>ESTIMATION DES SCENARIOS</b>	<b>42</b>
7.1	Rappel de la problématique	42
7.2	Grille d'estimation	42
7.3	Actualisation des prix	44
7.4	Evolution des estimations	44
7.5	Comparaison de l'estimation des shunts avec la ligne nouvelle GPSO	47
<b>8.</b>	<b>SYNTHESE</b>	<b>51</b>

# 1. OBJET DE LA NOTE

Dans le dossier d'enquête publique relatif au projet de lignes nouvelles Bordeaux-Toulouse et Bordeaux-Dax (partie du Grand Projet ferroviaire du Sud-Ouest - GPSO), SNCF Réseau rappelait les échanges et études intervenues sur la question de l'aménagement des lignes existantes en alternative à la réalisation de lignes nouvelles.

Ces questions avaient largement été débattues à l'occasion des débats publics de 2005 et 2006 et lors des études préalables à leur engagement (cf. Pièce F – Étude d'impact Volume 3 chapitre 4).

Dans le cadre d'une actualisation des réflexions antérieures, de nouvelles études ont été réalisées par le maître d'ouvrage en 2012/2013 sur Bordeaux-Toulouse, avec établissement de trois scénarios d'aménagements, répondant à des niveaux différents aux enjeux d'amélioration de la ligne existante (des réflexions analogues ont été menées sur Bordeaux-Hendaye).

Une présentation synthétique en est faite dans la Pièce D – Notice explicative (§ 1.3.8) du dossier d'enquête.

Dans son rapport et ses conclusions de mars 2015, la commission d'enquête a formulé différentes appréciations sur la problématique portant sur les alternatives à la modernisation de la ligne existante. La présente note rappelle les principales considérations et conclusions établies dans le cadre des études antérieures, en apportant en tant que de besoin quelques mises à jour ou reprises.

## 2. STRUCTURATION DE LA NOTE

Cette note est structurée sur la base des grands thèmes ayant fait l'objet de remarques spécifiques dans le rapport de la commission d'enquête :

- la démarche d'élaboration des propositions de scénarios de modernisation de la ligne existante : ce chapitre rappelle le processus global d'élaboration des relèvements de vitesse et élargissements de voies, ainsi que des projets de shunt ;
- le calcul des temps de parcours associés aux scénarios d'aménagement de la ligne existante : la méthodologie de calcul appliquée dans l'étude est détaillée, de façon à rappeler sa robustesse, alors que des écarts importants sont soulignés par la commission entre l'étude Claraco (étude 2011/2012 missionnée par des associations et élus opposés au GPSO) et les études portées par SNCF Réseau ;
- la problématique de la suppression des passages à niveau et de leur intégration dans le chiffrage des différents scénarios : ce chapitre donne également des précisions sur la méthode adoptée pour comptabiliser les PN supprimés pour chaque scénario ;
- l'évaluation des impacts fonciers : le mode de calcul des bâtis et surfaces foncières est détaillé, en appui des valeurs figurant dans l'étude initiale ;
- l'estimation des coûts associés à chaque scénario : ce chapitre présente la logique de construction de la grille d'estimation ainsi qu'une comparaison avec les niveaux de prix pratiqués dans l'étude de ligne nouvelle.

### 3. ELABORATION DES SCENARIOS

Ce chapitre rappelle la démarche générale d'élaboration des scénarios d'aménagement de la ligne existante, présente la consistance des principaux aménagements proposés et détaille la démarche de construction des shunts proposés dans les différents scénarios.

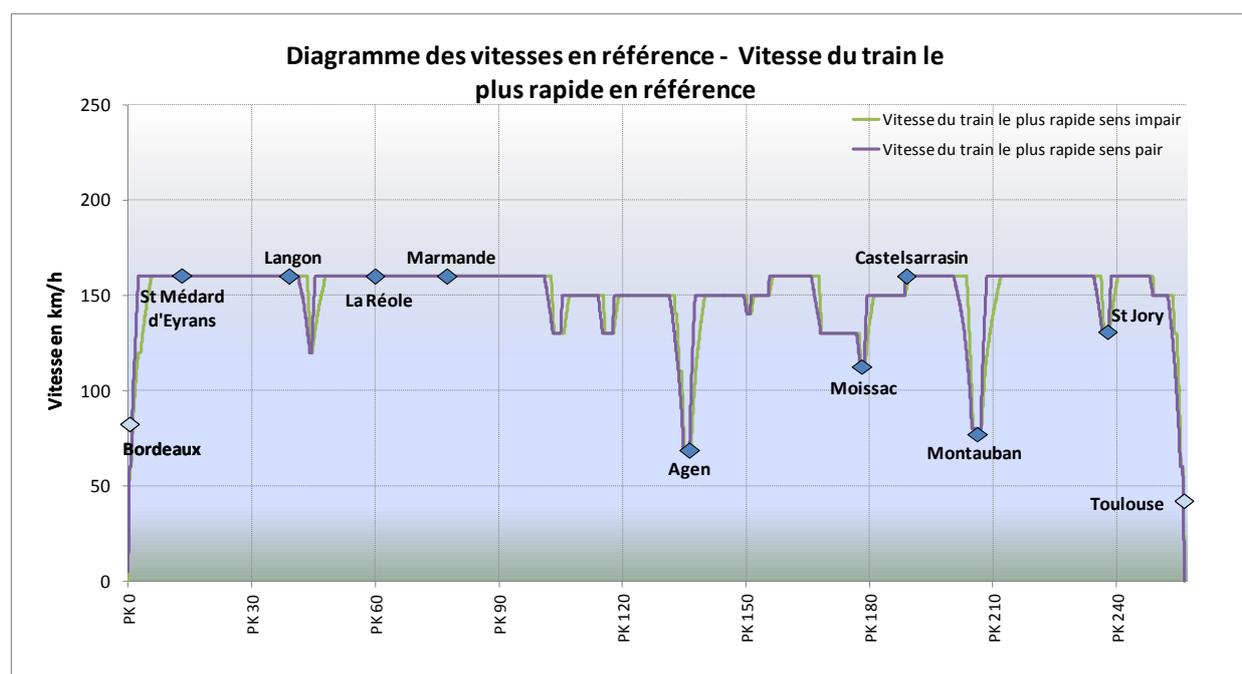
#### 3.1 Rappel de la démarche méthodologique de conception

##### 3.1.1 Présentation de l'infrastructure actuelle

La ligne existante Bordeaux–Toulouse constitue la première partie de la ligne n° 640 000 du Réseau Ferré National qui relie Bordeaux à Sète. La gare de Bordeaux-Saint-Jean est située au PK 0+000 (point de départ de la ligne) et la gare de Toulouse-Matabiau au PK 256 :

- sur la majeure partie de son linéaire (à l'exception des sections en sortie des gares de Bordeaux et Toulouse), la ligne compte deux voies, électrifiées en courant continu 1500 V ;
- sur ces 256 km, la ligne compte environ 170 courbes. En dehors des gares d'Agen et Montauban, les courbes les plus serrées ont des rayons de l'ordre de 500 m ;
- sur la section allant de Saint-Médard-d'Eyrans (fin du projet d'aménagement de la ligne existante au Sud de Bordeaux) à Castelnau-d'Estrétefonds (début du projet d'aménagement de la ligne existante au Nord de Toulouse), soit sur 221 km, la ligne compte 125 passages à niveau routiers, 60 ponts-route et 190 ponts-rail et viaducs.

Le polygone de vitesse de référence est le suivant :



### 3.1.2 Démarche générale

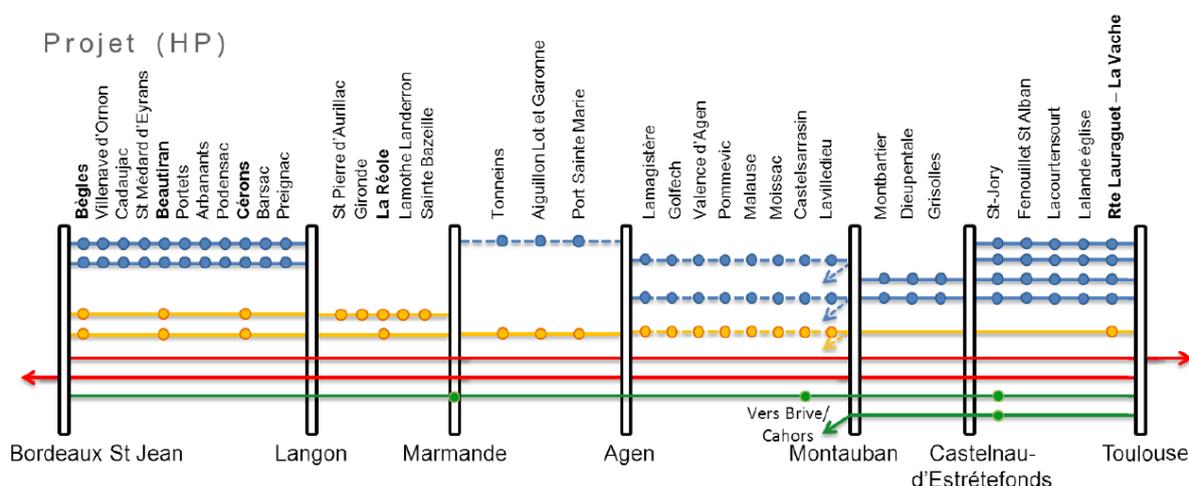
#### 3.1.2.1 Construction de l'offre

L'étude présentée en 2014 est basée sur l'établissement de plusieurs scénarios de modernisation de la ligne existante, visant à décrire le champ des possibles, depuis le scénario le plus restreint en termes d'aménagements et de performances jusqu'au scénario maximaliste recherchant les performances maximales.

Ces scénarios ont été construits sur la base d'une offre de transport en situation de projet, établie à partir de la même offre que pour le projet de ligne nouvelle, mais avec quelques aménagements afin d'intégrer l'allongement du temps de parcours par rapport au passage par la ligne nouvelle. L'offre TGV/TET est ainsi prévue à un niveau intermédiaire.

L'offre TER est identique en volume à celle prise en compte pour le projet de lignes nouvelles, comme le montre le schéma ci-dessous (avec quelques variations sur le niveau de desserte de certaines gares périurbaines, l'infrastructure avec ligne nouvelle étant plus capacitaire sur l'ensemble du linéaire que l'aménagement de la ligne existante). Les perspectives en heure de pointe sont les suivantes :

- jusqu'à 4 trains par heure et par sens pour Bordeaux-Langon, 2 jusqu'à Marmande et autour d'Agen ;
- jusqu'à 4 trains par heure et par sens jusqu'à Castelnau-d'Estrétefonds, 3 sur Montauban.



#### 3.1.2.2 Détermination des aménagements capacitaires

Les études de capacité ont ensuite permis de définir les aménagements nécessaires à la mise en œuvre de cette offre de projet. Dans tous les cas, les aménagements ferroviaires au Sud de Bordeaux (AFSB) et au Nord de Toulouse (AFNT) apparaissent nécessaires. La suite de la réflexion porte donc sur la section allant de Saint-Médard-d'Eyrans à Castelnau-d'Estrétefonds.

Ces aménagements capacitaires sont regroupés dans deux secteurs : au niveau de Langon (Gironde) et de la section Dieupentale – Montbartier – Castelnau (Tarn-et-Garonne/Haute-Garonne).

Ces aménagements capacitaires permettent le dépassement des trains « lents » (TER omnibus ou semi-directs) par les TGV. Les rattrapages sont causés :

- par les différences en termes de desserte : les arrêts, plus ou moins nombreux, des TER, allongeant sensiblement leur temps de parcours par rapport aux TGV ;
- par les différences en termes de performances : les TER sont plafonnés à 160 km/h, tandis que les TGV peuvent circuler à 220 km/h sur des sections plus ou moins longues selon le scénario considéré. Ainsi le scénario « priorité Temps de parcours », qui maximise le linéaire où la vitesse est relevée à 220 km/h, nécessite d'allonger les zones de mise à 3 ou 4 voies par rapport à celles nécessaires pour le scénario « Capacité », sur lequel les écarts de performance s'appliquent à des linéaires plus restreints.

L'ordre de grandeur des écarts de temps de parcours, induisant des rattrapages, et des évolutions apportées par le relèvement de vitesse, est le suivant :

- en situation de référence, la différence de temps de parcours entre Bordeaux et Langon s'élève à 18 minutes entre les TER les plus « lents » et les TGV. Avec le scénario « Priorité Temps de parcours », cette différence passe à 27 minutes du fait du relèvement à 220 km/h de la vitesse sur la quasi-totalité du parcours ;
- entre Montauban et Toulouse, en situation de référence, la différence de temps de parcours entre TER et TGV est de 12 minutes. Avec le scénario « Priorité Temps de Parcours », cette différence s'élève à 23 minutes.

D'un scénario à un autre, la consistance et le périmètre exact de ces aménagements capacitaires varie donc du fait de l'amélioration plus ou moins importante des performances.

### 3.1.2.3 Construction des scénarios

Les trois scénarios ont été construits de la façon suivante :

- le premier scénario est axé en priorité sur la mise en place des aménagements capacitaires nécessaires à la mise en œuvre de l'offre de desserte de projet. Ce scénario intègre le relèvement de la vitesse, jusqu'à 220 km/h, sur un certain nombre de secteurs, mais uniquement là où cela est possible sans ripage conséquent de la voie (pas de sortie des emprises actuelles, en dehors des deux zones d'aménagements capacitaires visés au 3.1.2.2 et des aménagements liés à la suppression des passages à niveau). Ce scénario a été intitulé « Priorité Capacité » ;
- le scénario « Priorité Temps de Parcours » a été construit lui avec l'objectif de relever la vitesse à 220 km/h sur la quasi-totalité de la ligne, y compris dans des zones où la sinuosité du tracé actuel impose des ripages très importants voire la création de shunts. Il s'agit du scénario maximaliste en termes de performances (mais c'est aussi le plus coûteux) ;
- le scénario « Optimisé » constitue une solution médiane, construite à partir du scénario « Priorité Temps de Parcours », en retirant les aménagements qui présentent un gain de performance jugé trop faible en regard de leur coût (le shunt de Port-Sainte-Marie ainsi que quelques zones de ripage ne sont pas conservés).

Une fois établie la consistance de ces trois scénarios, des études techniques plus approfondies ont été menées sur chaque zone de ripage, création de voie ou de shunt, de façon à en cerner plus précisément les impacts et les coûts et aboutir à l'estimation globale de chaque scénario.

La construction de trois scénarios, contrastés, permet d'obtenir une bonne vision de l'ampleur des aménagements et des impacts liés aux différents niveaux de performance.

### 3.1.3 Structuration par secteurs

Points particuliers	PK	Linéaire	Nom du secteur	
Gare de St-Médard	13+387			
		5 813 m	Saint-Médard	
Début commune Portets	19+200			
		3 100 m	Portets	
Début commune Arbanats	22+300			
		3 600 m	Arbanats	
Début commune Podensac	25+900			
		3 100 m	Podensac	
Début communé Cérons	29+000			
		2 200 m	Cérons	
Début commune Barsac	31+200			
		6 200 m	Langon	<i>avant Shunt</i>
<i>Début Shunt</i>	37+400	6 300 m		<i>Shunt</i>
<i>Fin Shunt</i>	43+700	1 800 m		<i>après Shunt</i>
Début commune St-Pierre	45+500			
		5 566 m	Saint-Pierre-d'Aurillac	
Gare de Caudrot	51+066			
		4 369 m	Caudrot	
Gare de Gironde	55+435			
		5 022 m	Gironde-sur-Dropt	
Gare de La Réole	60+457			
		6 365 m	La Réole	
Gare de Lamothe	66+822			
		11 178 m	Sainte-Bazeille	
PK 78	78+000			
		815 m	Marmande	
Gare de Marmande	78+815			
		17 116 m	Fauillet	
Gare de Tonneins	95+931			
		2 069 m	Tonneins	
PK 98	98+000			
		400 m	Port-Sainte-Marie	<i>avant Shunt</i>
<i>Début Shunt</i>	98+400	26 600 m		<i>Shunt</i>
<i>Fin Shunt</i>	125+000	7 077 m		<i>après Shunt</i>
Début V150	132+077			
		8 123 m	Agen	
Fin V190	140+200			
		9 114 m	Sortie d'Agen	
Gare de St-Nicolas	149+314			
		6 117 m	Lamagistère I	
Gare de Lamagistère	155+431			
		5 800 m	Lamagistère II	
Gare de Valence-d'Agen	161+231			
		4 269 m	Moissac	<i>avant Shunt</i>
<i>Début Shunt</i>	165+500	28 300 m		<i>Shunt</i>
<i>Fin Shunt</i>	193+800	1 525 m		<i>après Shunt</i>
Gare de La-Ville-Dieu	195+325			
		9 775 m	La-Ville-Dieu	
Début V100	205+100			
		1 880 m	Montauban	
Fin V100	206+980			
		12 520 m	Montbartier	
Début commune Dieupentale	219+500			
		8 400 m	Dieupentale	
Début commune Castelnaud	227+900			
		7 054 m	Castelnaud	
Gare de Castelnaud	234+954			

L'étude présentée en 2014 est basée sur la subdivision du périmètre d'étude en 25 secteurs. Ces secteurs, de longueur variable, ont été déterminés vis-à-vis du tracé de la ligne existante (séparation entre un secteur dont le tracé actuel est très contraint et un secteur plus favorable) et du type d'aménagement envisagé.

Dans toute la suite de la note, et sauf mention contraire, la mention d'une commune (par exemple « Fauillet ») ne se rapporte pas au seul territoire de cette commune mais à l'ensemble du secteur qui y est rattaché, conformément aux limites de Pk présentées dans le tableau ci-contre.

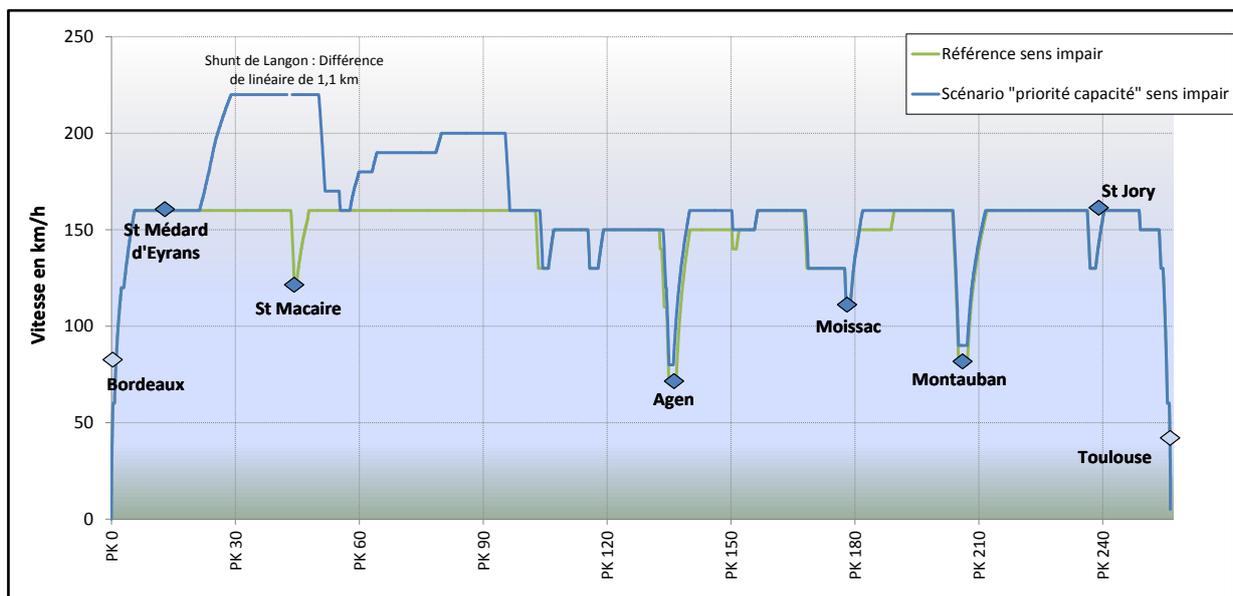
### 3.1.4 Consistance des scénarios

#### 3.1.4.1 Scénario 1 : « Priorité Capacité »

Le scénario 1 « priorité capacité » intègre :

- la mise à 4 voies de la section allant de Cérons à Saint-Pierre d'Aurillac, y compris le shunt du secteur de Langon ;
- la mise à 4 voies sur les secteurs de Dieupentale et Castelnau ;
- les relèvements de vitesse sur les sections ne nécessitant pas de ripage de courbe (reprise des dévers et entraxe seulement).

Le diagramme ci-dessous présente les courbes de vitesse d'un TGV circulant dans le sens impair (de Bordeaux vers Toulouse), en situation de référence et avec le scénario « Priorité Capacité ». On constate que les 220 km/h ne sont atteints que sur un peu plus de 20 km, dans le secteur de Langon.



Il s'agit d'un aménagement de la ligne existante « a minima » permettant d'accélérer les trains sur les sections où il est possible de le faire sans toucher aux caractéristiques du tracé de la ligne existante, incluant en tant que de besoin des aménagements capacitaires. Malgré son caractère « minimaliste », ce scénario présente d'ores et déjà des aménagements très conséquents, avec deux secteurs de mise à 4 voies.

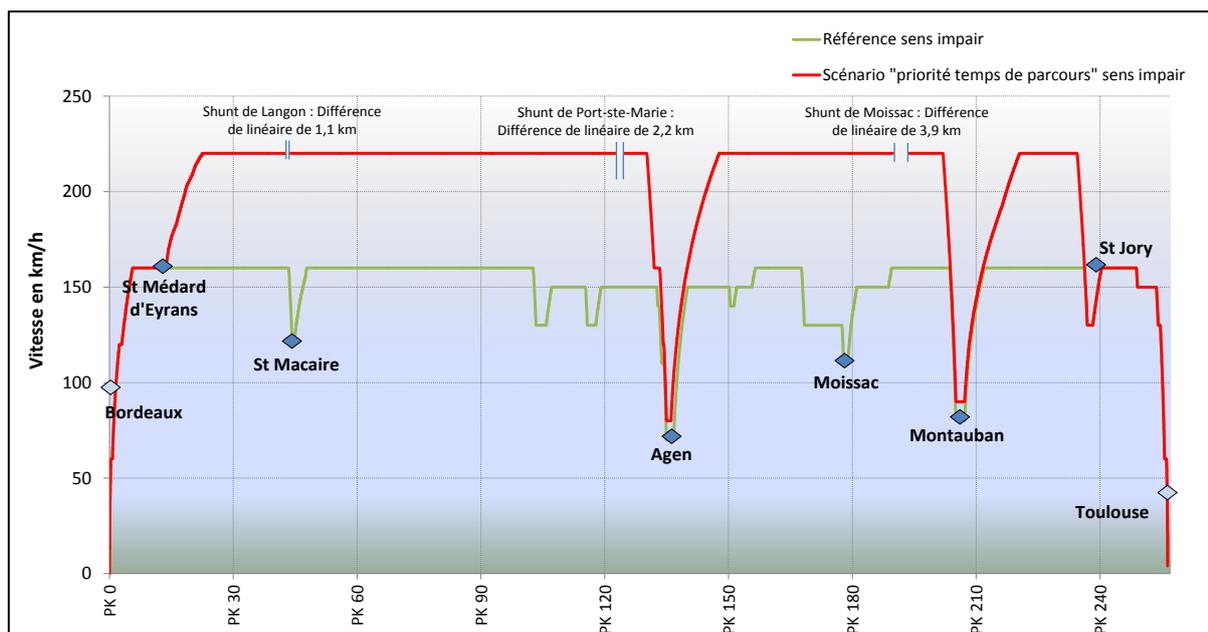
### 3.1.4.2 Scénario 3 : « Priorité Temps de Parcours »

Le scénario 3 « priorité temps de parcours » intègre :

- les aménagements indispensables à la capacité de la ligne :
  - la mise à 3 puis 4 voies depuis Portets jusqu'à St-Pierre d'Aurillac, y compris le shunt du secteur de Langon ;
  - la mise à 4 voies depuis Montbartier jusqu'à Castelnau (allongement du secteur à 4 voies par rapport au scénario 1) ;
- les shunts de Port-Sainte-Marie et Moissac, permettant un gain de linéaire et de vitesse important par rapport au tracé actuel de la ligne existante dans ces secteurs ;
- le ripage, en dehors des zones de shunt, de l'ensemble des courbes ne permettant pas en l'état la circulation des trains à 220 km/h.
- le relèvement de vitesse sur toutes les sections dont le tracé actuel est apte à V220.

Il s'agit donc d'un scénario maximaliste d'un point de vue gain de temps de parcours. Ce scénario d'aménagement a pour fonction primaire d'améliorer le temps de parcours moyennant un relèvement de vitesse à 220 km/h sur le maximum de linéaire possible ; il s'agit d'un aménagement de la ligne existante « ambitieux » complété de sections courtes de lignes nouvelles (shunts) permettant des gains de temps de parcours significatifs.

Le diagramme ci-dessous présente les courbes de vitesse d'un TGV circulant dans le sens impair (de Bordeaux vers Toulouse), en situation de référence et avec le scénario 3 « Priorité Temps de Parcours ». Les 220 km/h sont atteints sur trois grandes zones, pour un linéaire cumulé de 180 km.



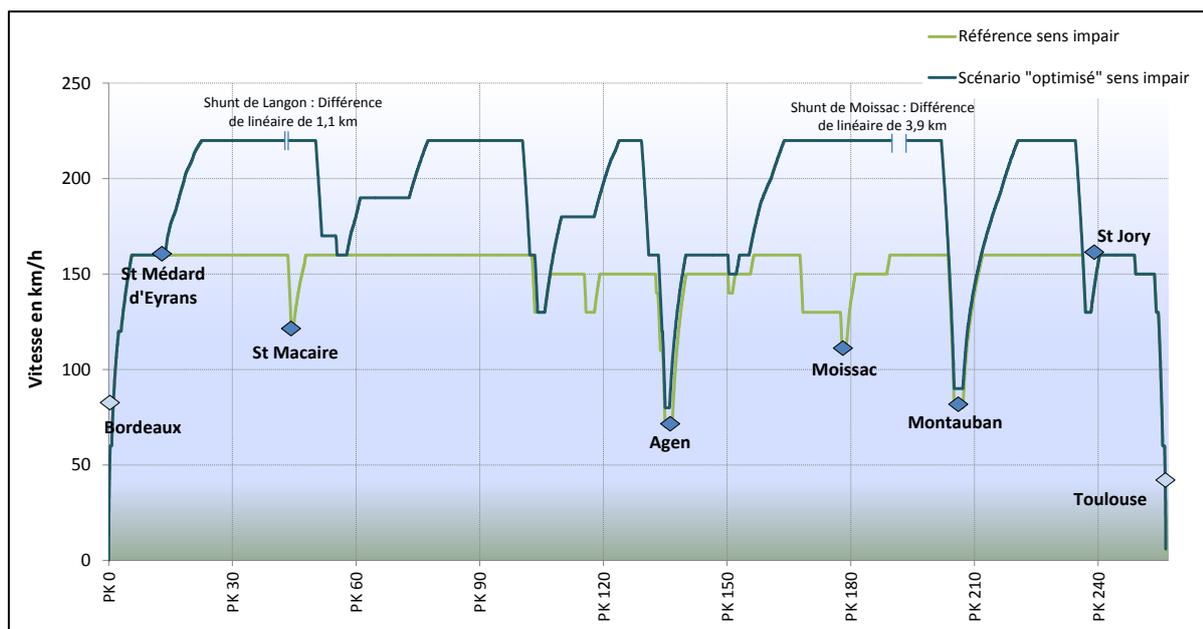
### 3.1.4.3 Scénario 2 : « Optimisé »

Le scénario 2 « optimisé » intègre :

- les aménagements indispensables à la capacité de la ligne :
  - la mise à 4 voies de la section allant de Cérons à St-Pierre d'Aurillac, y compris le shunt du secteur de Langon ;
  - la mise à 4 voies depuis Montbartier jusqu'à Castelnau (allongement du secteur à 4 voies par rapport au scénario 1) ;
- le shunt de Moissac, mais pas celui de Port-Sainte-Marie, qui se révèle moins décisif en termes de performances par rapport au temps gagné, comparé à celui de Moissac.
- le ripage d'une partie des courbes non aptes à 220 km/h aujourd'hui. Certains ripages, présents dans le scénario « Temps de parcours », ne sont pas inclus dans le scénario « Optimisé » étant donné leur coût élevé en regard des gains de performances qu'ils apportent.
- le relèvement de vitesse sur toutes les sections dont le tracé actuel est apte à V220.

Le scénario 2 a pour objectif d'éviter les aménagements dont l'insertion est trop contraignante et de limiter les nuisances environnementales. Il s'agit d'un aménagement de la ligne existante optimisé permettant d'accélérer les trains sur les sections les plus efficaces, incluant en tant que de besoin des aménagements capacitaires.

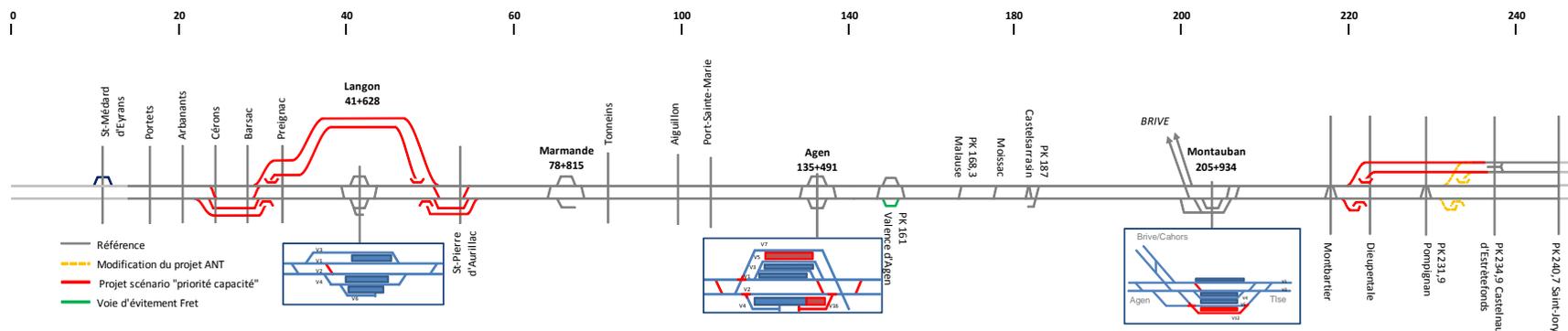
Le diagramme ci-dessous présente les courbes de vitesse d'un TGV circulant dans le sens impair (de Bordeaux vers Toulouse), en situation de référence et avec le scénario 2 « Optimisé ». Les 220 km/h sont atteints sur cinq zones de longueur variable, pour un linéaire cumulé de 115 km.



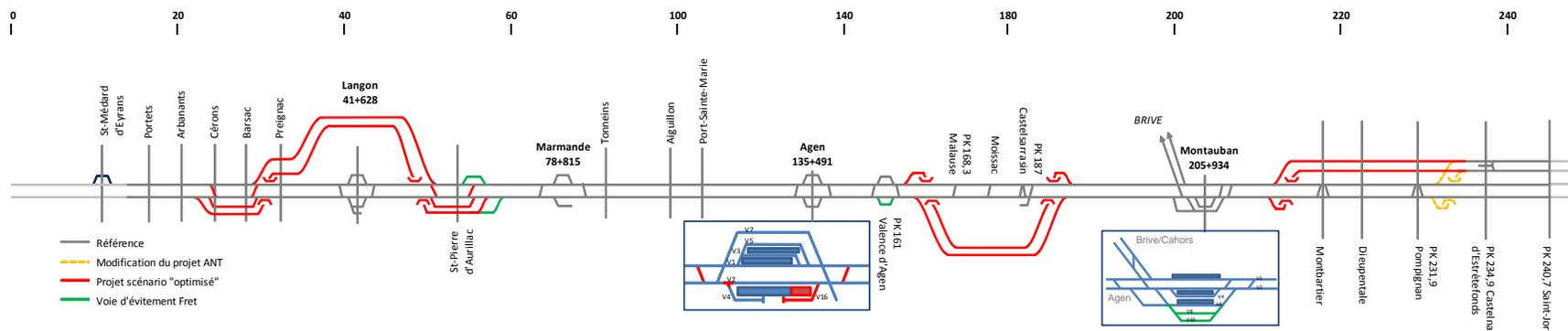
### 3.1.4.4 Schéma simplifié des aménagements

Les schémas présentés ci-après synthétisent les différents aménagements associés à chaque scénario, entre Saint-Médard-d'Eyrans et Castelnau-d'Estrétefonds.

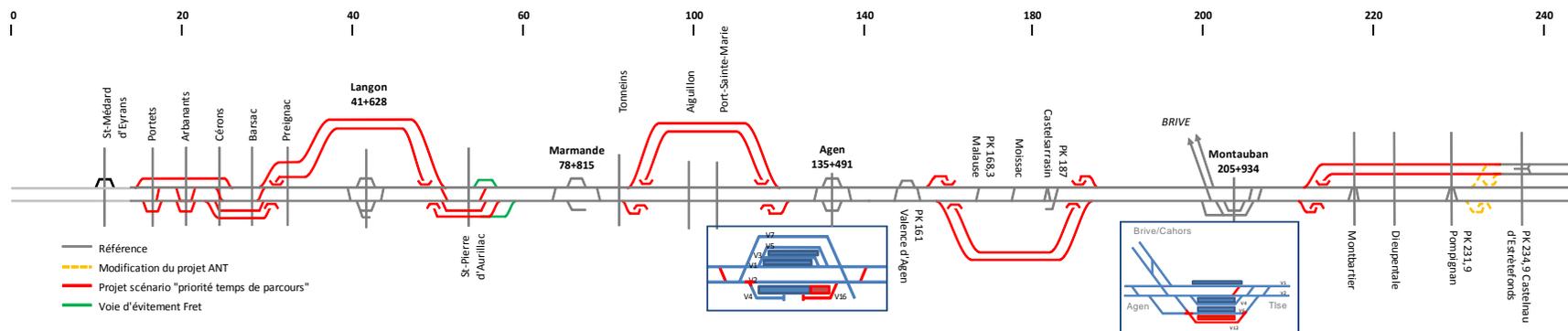
### Priorité Capacité



### Scénario optimisé



### Priorité Temps de Parcours



### 3.1.5 Les différents types d'aménagements envisagés sur la ligne existante

#### 3.1.5.1 Mise à 3 voies / 4 voies

La création de voies supplémentaires, permettant de faire cohabiter des circulations hétérogènes, conduit à un élargissement de la plateforme plus ou moins important selon que l'on crée une ou deux voies supplémentaires. Les profils en travers ci-dessous montrent les dispositions prises comme hypothèses.

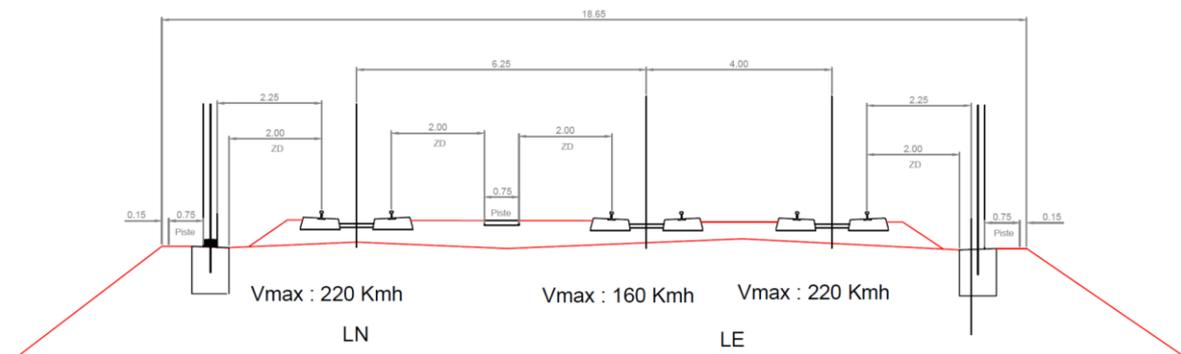


Figure 1 : exemple de profil en travers d'une mise à 3 voies

Sur le profil en travers ci-dessus, une troisième voie a été ajoutée en parallèle des deux voies existantes. La distance entre la voie nouvelle et sa voie contiguë (appelée entraxe) est plus importante qu'entre les deux voies existantes, car il faut mettre en place un piste permettant au personnel de maintenance d'accéder à la voie qui se retrouve désormais au centre.

L'affectation suivante est prévue dans la disposition ci-dessus : voies situées à l'extérieur pour les trains rapides (TGV et trains grandes lignes marquant peu d'arrêts), voie centrale pour les trains plus lents et marquant plus d'arrêts. Par ailleurs, dans les zones de gare situées dans les secteurs concernés par une mise à trois voies, une quatrième voie est mise en place, afin de disposer de deux voies à quai et de permettre le croisement des trains de sens contraire circulant sur la voie centrale.

Une zone de mise à 3 voies est prévue, dans le cadre du scénario « Priorité Temps de Parcours », entre Portets et Podensac.

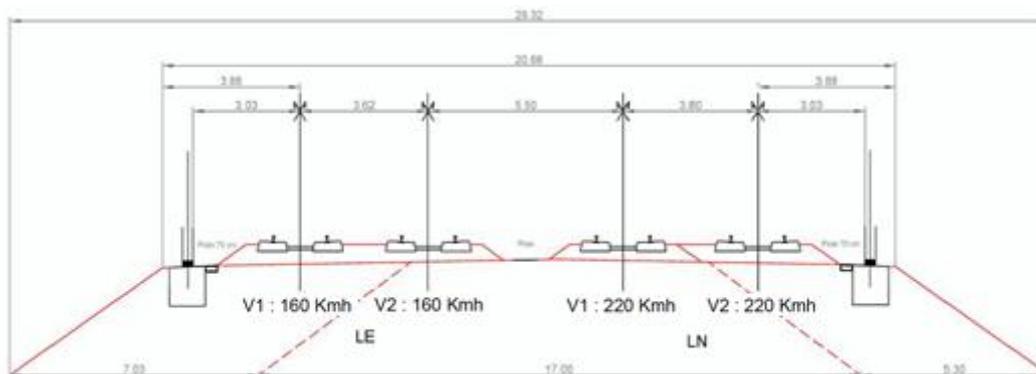


Figure 2 : exemple de profil en travers pour une mise à 4 voies avec portique caténaire

Sur le profil ci-dessus, ce sont deux voies supplémentaires qui sont créées en parallèle des deux voies existantes. Là aussi, l'entraxe est plus important entre les deux voies centrales, afin de mettre en place la piste de maintenance.

Par ailleurs, la largeur totale de l'emprise à quatre voies peut varier, selon qu'il est possible de mettre en place des portiques caténaires qui enjambent les quatre voies (profil ci-dessus), ou s'il s'avère au contraire nécessaire de mettre en place des poteaux le long de chaque voie, la mise en place des poteaux des deux voies centrales au milieu de la plate-forme conduisant à une sur largeur globale (profil ci-après).

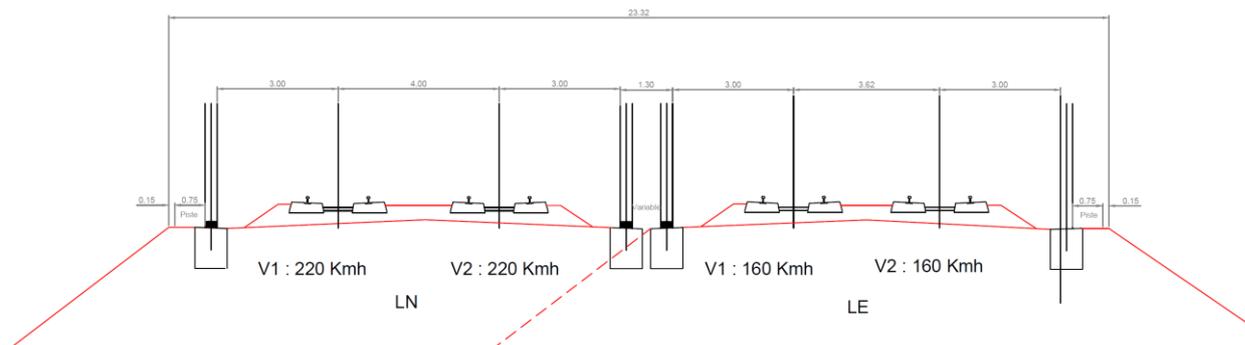


Figure 3 : exemple de profil en travers pour une mise à 4 voies avec poteaux caténares

Plusieurs zones de mise à 4 voies sont intégrées aux différents scénarios :

- depuis Cérons jusqu’au début du shunt de Langon ;
- depuis la fin du shunt de Langon jusqu’à Saint-Pierre-d’Aurillac (avec une longueur variable selon les scénarios) ;
- depuis Montbartier ou Dieupentale (selon les scénarios) jusqu’à Castelnau-d’Estrétefonds

Dans le tableau ci-après, nous récapitulons les linéaire de création de voies supplémentaires nécessaires pour chaque scénario, dans le secteur de Langon et dans le secteur de Dieupentale – Castelnau.

	Secteur Langon	Secteur Montbartier - Castelnau	TOTAL M3V	TOTAL M4V
<b>Scénario 1</b>	M4V Cérons début shunt : 7.7 km M4V fin shunt > St-Pierre-Aurillac : 5 km	M4V Dieupentale > Castelnau : 15.4 km	-	28.1 km
<b>Scénario 2</b>	M4V Cérons > départ shunt : 7.7 km M4V fin shunt > St-Pierre-Aurillac : 6.5 km	M4V Montbartier > Castelnau : 18 km	-	32.2 km (1)
<b>Scénario 3</b>	M3V Portets > Podensac : 9 km M4V Cérons > départ shunt : 8 km M4V fin shunt > St-Pierre-Aurillac : 6.5 km	M4V Montbartier > Castelnau : 18 km	9 km	32.5 km

(1) Linéaire ajusté de 3 km par rapport à celui présenté dans la synthèse des études en 2014 (correction du calage du point de départ de la mise à 4 voies Montbartier > Castelnau et du point de fin de la zone de Langon)

### 3.1.5.2 Reprise des courbes

L’application des normes de tracé ferroviaire prévoit un rayon de 1785 m comme limite normale pour une vitesse de 220 km/h, et de 1585 m comme limite exceptionnelle.

Dans le cadre de l’étude, le recours à cette valeur exceptionnelle (qui génère une maintenance plus importante de la voie), a été pris en compte pour examiner l’aptitude d’une section à procéder à un relèvement de vitesse. Si le rayon actuel d’une courbe est inférieur à cette valeur, il est nécessaire :

- soit d’abaisser la vitesse au niveau de cette courbe ;
- soit de procéder à une rectification du tracé qui consiste à augmenter le rayon de cette courbe (ce qui, géométriquement, revient à allonger la longueur globale de la courbe).

Lorsque des courbes rectifiées ont dû être élaborées, le rayon de 1785 m, qui constitue à 220 km/h la limite normale, a été appliqué. L’utilisation des valeurs « exceptionnelles » n’est en effet autorisée que ponctuellement (étant donné qu’elles impactent notamment le confort des voyageurs).

Ces rectifications de courbes (également appelées « ripages » dans d’autres documents) accompagnés de modifications de devers peuvent nécessiter une sortie des emprises ferroviaires existantes pour un relèvement de la vitesse à 220 km/h, nécessitant des acquisitions foncières. L’analyse environnementale des ripages a permis d’identifier que les reprises de courbes s’avèrent particulièrement impactantes sur l’environnement, notamment sur les bâtis (emprises, nuisances sonores et covisibilité), s’insérant majoritairement en zones urbanisées. Les secteurs de Langon, Nicole, Port-Sainte-Marie, Moissac et Castelsarrasin présentent des sensibilités très fortes vis-à-vis des ripages étudiés.

### 3.1.6 Détermination et construction des shunts

Dans le rapport final d'étude diffusé en 2014, les shunts proposés à Langon, Port-Sainte-Marie et Moissac faisaient l'objet d'une présentation résumée. L'objet de ce chapitre est de rappeler le processus de recherche et d'analyse multi-critères qui a abouti aux solutions de shunts proposées et chiffrées dans l'étude.



#### 3.1.6.1 Méthodologie générale

L'identification des zones présentant un intérêt potentiel vis-à-vis de la création d'un shunt résulte d'une analyse combinée entre :

- les problématiques de capacité : sur certaines sections de la ligne existante Bordeaux – Toulouse, les deux voies actuelles ne pourront absorber dans des conditions satisfaisantes de robustesse l'augmentation du trafic ferroviaire prévue à terme. Sur ces sections, il sera nécessaire de mettre en place une troisième voie voire une quatrième voie afin de pouvoir exploiter de façon optimale le trafic composé de différents types de convois avec des dessertes variées. Mais ces voies supplémentaires n'ont pas forcément besoin d'être contiguës à l'infrastructure existante, et il est possible de dissocier les voies rapides, contournant les zones urbanisées, des voies existantes qui continuent à desservir les gares implantées au centre des communes desservies ;
- les problématiques de tracé : si certaines courbes de la ligne peuvent être rectifiées de façon individuelle et avec un impact modéré sur le foncier, d'autres, parce qu'elles sont implantées dans des zones fortement urbanisées ou parce qu'elles s'inscrivent dans un enchaînement de courbes trop serrées, ne peuvent faire l'objet d'un « simple » ripage ;
- les opportunités liées au tracé général de la ligne : historiquement, la desserte de la plupart des communes situées sur l'axe Bordeaux – Toulouse a conféré à la ligne un tracé parfois très sinueux qui allonge notablement la distance globale parcourue par les trains. Dans certains cas, comme dans les zones de Langon, Port-Sainte-Marie et Moissac, la création d'un shunt permet, outre le relèvement de la vitesse maximale, de raccourcir de plusieurs kilomètres le parcours des trains. Ce principe n'est cependant pas systématiquement applicable : le secteur de Montauban constitue l'un des coudes les plus marqués de la ligne, mais il n'est pas envisageable de shunter cette agglomération (hors contexte de gare nouvelle sur ligne nouvelle).

### 3.1.6.2 Hypothèses de tracé et profil en long

#### Circulations et profil en long

Le type de circulations prévues pour le shunt détermine notamment les éléments du profil en long à implanter. L'étude d'exploitation a montré qu'il n'était pas nécessaire de faire circuler des trains de fret sur les portions de ligne nouvelle créées. Cela implique que les pentes et rampes peuvent être portées à 35 pour mille, contre 10, voire 12,5 pour mille lorsqu'elles sont circulées par des trains de marchandises.

Pour les shunts de Langon et Moissac, cette pente de 10 pour mille n'est pas atteinte, puisqu'ils sont situés dans la vallée de la Garonne. En revanche, pour le Shunt de Port-Sainte-Marie, la différence due au profil est importante. En effet, l'installation de rampes allant jusqu'à 35 pour mille permet à la ligne de s'inscrire sur la ligne de faite du plateau, et de diminuer très sensiblement le linéaire d'ouvrages à implanter.

#### Raccordements

Les portions de ligne nouvelle étudiées sont complémentaires à la ligne classique existante. Ainsi, il est nécessaire de continuer à desservir les villes et les gares shuntées. Ce dédoublement partiel de la ligne pose le problème des raccordements du shunt à la ligne classique.

L'étude d'exploitation a montré qu'il n'était pas possible d'envisager des bifurcations à niveau dans les zones considérées. L'étude a ainsi mis en avant la nécessité d'insérer des sauts de mouton (dénivelés) à chaque extrémité de shunt.

## 3.2 Shunt de Langon

### 3.2.1 Etat des lieux de la situation existante

#### 3.2.1.1 Tracé

GARE	PKD	PKF	SENS	RAYON
Langon 41+628	37+685	38+715	D	1923
	38+715	39+830	A	
	39+830	40+220	G	1250
	40+220	40+300	G	1315
	40+300	40+530	G	1333
	40+530	40+740	G	1315
	40+740	41+130	G	1369
	41+130	41+270	G	1315
	41+270	41+520	G	1176
	41+520	41+628	G	1754
	41+628	41+650	G	1754
	41+650	41+850	G	1190
	41+850	42+060	G	1666
St-Macaire 44+411	42+060	42+370	A	
	42+370	43+440	D	1500
	43+440	44+411	A	
	44+411	45+500	A	

Entre le début du périmètre du projet à St-Médard-d'Eyrans (PK 13+387) et la gare de Caudron (PK 51+066), deux zones ne sont actuellement pas compatibles en termes de tracé avec une vitesse de 220 km/h :

- la zone de Portets, où une courbe aux alentours du PK 21 nécessite d'être rectifiée pour être circulée à 220 km/h ;
- la zone de Langon, qui s'inscrit dans une grande courbe à gauche d'un rayon variable entre 1250 et 1750 m (voir tableau ci-contre), sur une longueur globale de 3.6 km. Contrairement à la zone de Portets, qui situe dans un secteur peu urbanisé, le ripage de la grande courbe de Langon nécessiterait non seulement de déplacer la gare mais impacterait surtout plusieurs dizaines d'habitations. L'option du ripage au plus juste de cette courbe n'est donc pas envisageable.

La suppression du puits de vitesse de Langon par un ripage « simple » de la voie n'est pas réalisable du point de vue de son environnement actuel.

#### 3.2.1.2 Capacité

La section Bordeaux–Langon est l'une des plus chargées de la ligne Bordeaux–Toulouse. En situation de projet, en heure pleine, il est prévu d'y faire circuler, dans chaque sens :

- 2 TER assurant une desserte omnibus entre Bordeaux et Langon ;
- 2 trains type « Desserte Pays », desservant Bègles, Beautiran, Cérons, Langon et Marmande (origine/terminus) ;

- 2 TGV directs entre Bordeaux et Agen ;
- 1 train de fret.

Cette mixité du type de circulation et des dessertes associées conduit, dans l'hypothèse du maintien de l'infrastructure à deux voies, à des conflits de circulations avec l'application de l'offre de projet. Il est donc nécessaire, dans la zone de Langon ainsi que sur les secteurs encadrants, de doubler le nombre de voies (passage de 2 à 4 voies) pour absorber l'augmentation du trafic.

On a vu au paragraphe précédent qu'il n'est pas envisageable de ripper la section de voie ferrée qui traverse la commune de Langon, du fait de la proximité avec le bâti de part et d'autre de la ligne. Il n'est pas davantage envisageable de créer deux voies supplémentaires dans ce secteur. Les deux nouvelles voies à créer dans cette zone devront donc emprunter un itinéraire différent et contourner le centre de Langon.

### 3.2.1.3 Conclusion

La création d'un shunt à deux voies contournant le secteur de Langon permet de répondre aux deux objectifs principaux que sont la mise en œuvre de deux voies supplémentaires, circulables à 220 km/h, et la recherche d'un moindre impact environnemental et foncier.

### 3.2.2 Etude des différentes solutions de tracé

Les deux principales contraintes de la zone d'étude sont d'ordre :

- hydraulique, avec le franchissement de la Garonne, dans un secteur où la zone inondable identifiée dans le PPRI s'étend à plusieurs centaines de mètres de part et d'autre du fleuve ;
- urbaine, avec l'évitement nécessaire des quelques zones d'habitats périphériques au Nord de la commune de Langon, ainsi que l'insertion au niveau de la commune de St-Macaire, à l'extrémité du shunt côté Toulouse.

Etant donné le tracé général de la ligne existante, avec un coude très marqué au niveau de Langon, une seule solution de tracé se dessine nettement : un shunt par le Nord, avec un débranchement en aval de la gare de Preignac, et, à l'autre extrémité, un raccordement en amont de la gare de Saint-Macaire.



Ce tracé permet à la fois :

- d'éviter les secteurs les plus urbanisés situés à la périphérie Nord de Langon ;
- de se raccorder à la ligne existante en profitant du délaissé qui existe aujourd'hui entre les deux voies actuelles et la route départementale D1113.

Aucune autre variante n'a été identifiée dans le secteur. Un contournement de Langon par le Sud n'est pas envisageable, car la zone urbanisée s'étendant loin au Sud de la ligne existante impliquerait un allongement considérable de la longueur du shunt par rapport au parcours sur la ligne existante.

Il est à noter que l'étude Claraco ne mentionne pas de proposition de shunt au niveau de Langon, préconisant la desserte de Langon par les TGV origine/terminus Agen dans l'optique d'un service type TER-GV, afin de « participer à la décongestion du réseau routier régional ».

### 3.2.3 Détail de la solution retenue

#### 3.2.3.1 Caractéristiques générales du tracé proposé

Le shunt proposé est encadré de part et d'autre par des sections à quatre voies. Il n'est donc pas délimité strictement par un saut de mouton à chaque extrémité. Si on considère comme point de départ du shunt les points où le tracé des deux voies rapides s'éloigne des deux voies existantes, on obtient les linéaires suivants :

- PK de démarrage sur ligne existante : 37+400 ;
- PK de fin sur ligne existante : 43+700 ;
- Longueur du shunt : 5.26 km ;
- Linéaire shunté sur la ligne existante : 6.3 km ;
- Gain de distance : 1.04 km ;
- Gain de temps de parcours par rapport au trajet sur ligne existante : 1 minute.

#### 3.2.3.2 Implantation des zones de raccordement

Côté Bordeaux, la section à quatre voies démarre à partir de la gare de Cérons. Entre Cérons et Barsac, les deux voies nouvelles sont implantées à l'Ouest de la voie existante, avec les deux voies rapides encadrant les deux voies lentes. Entre Barsac et Preignac, un saut de mouton est implanté pour permettre à la voie rapide paire de passer côté Est par rapport aux voies existantes. Les deux nouvelles voies, qui correspondent aux deux voies rapides, sont donc implantées à l'Est après Barsac et jusqu'à la traversée de Preignac, avant de donner naissance au shunt.

Côté Toulouse, le retour des voies rapides du shunt en parallèle de la ligne existante se fait juste après le franchissement de la Garonne. Un délaissé important existe actuellement entre les portions rectilignes de la ligne existante et de la D1113. C'est dans ce délaissé que viennent s'insérer les deux voies du shunt, qui sont prolongées en parallèle de la ligne existante jusqu'à Saint-Pierre-d'Aurillac, où s'achève la section à 4 voies.

#### 3.2.3.3 Insertion environnementale

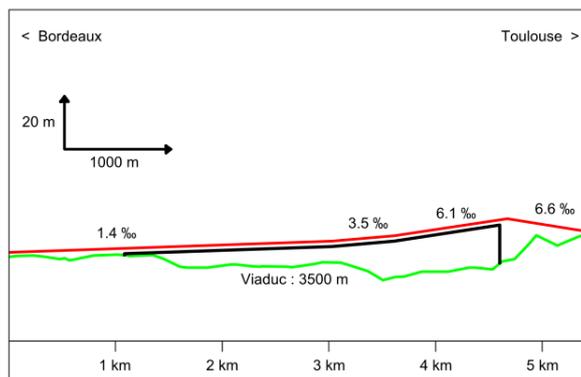
Dans le secteur, le principal enjeu environnemental, outre l'évitement de la zone urbanisée de Langon, réside dans le franchissement de la Garonne et de la zone inondable associée qui s'étend sur plusieurs centaines de mètres au Sud du coude du fleuve.

Le tracé du shunt conduit nécessairement à intercepter cette zone inondable sur une proportion importante du linéaire. La garantie de la transparence de la nouvelle infrastructure vis-à-vis des phénomènes de rehaussement d'inondation impose la mise en place d'un viaduc sur les deux derniers tiers du tracé. La longueur de la zone sur laquelle les deux voies du shunt doivent être construites sur un viaduc peut être évaluée à 3 500 m.

Vis-à-vis du foncier bâti, ce tracé profite des couloirs identifiés en amont de Langon, puis dans le secteur de raccordement de St-Macaire, avec l'insertion dans le délaissé disponible entre la voie existante et la route départementale.

### 3.2.3.4 Profil en long

Le profil en long du shunt est présenté ci-dessous.



### 3.2.4 Estimation de la solution retenue

L'estimation financière de ce shunt est conditionnée en premier lieu par le linéaire de viaduc très important (3 500 m) qu'elle comporte, et qui accroît notablement son coût kilométrique.

Les raccordements à la ligne existante réalisés aux deux extrémités constituent également des coûts incompressibles qui, répartis sur le linéaire court de ce shunt, contribuent de façon sensible au niveau du ratio kilométrique global.

## 3.3 Shunt de Port-Sainte-Marie

### 3.3.1 Etat des lieux de la situation existante

#### 3.3.1.1 Tracé

Le secteur baptisé « Port-Sainte-Marie » dans l'étude regroupe en réalité plusieurs communes sur lesquelles le tracé de la ligne existante présente des enchainements de courbes et contre-courbes, descendant jusqu'à 620 mètres de rayon (vitesse maximale pour ces rayons : 130 km/h).

Outre les difficultés inhérentes au ripage de chacune de ces courbes, leur proximité empêche parfois de les ripper indépendamment les unes des autres : autrement dit, le ripage d'une courbe se prolonge parfois au-delà du démarrage de la courbe suivante, ce qui conduit à des modifications de tracé très conséquentes qui ne suivent plus réellement le tracé global de la ligne existante. Ainsi, dans le cadre du scénario 2, c'est une option de ripage avec limitation de la vitesse visée à 180 km/h qui a été proposée sur la première partie du secteur de Port-Sainte-Marie, l'implantation de rayons compatibles à 220 km/h n'étant pas possible vis-à-vis du tracé actuel sinueux.

#### 3.3.1.2 Environnement

Les principaux enjeux identifiés sur le plan environnemental sont :

- la zone Natura 2000 couvrant le lit mineur et les berges de la Garonne ;
- la zone d'APPB couvrant le Lot, qui rejoint la Garonne sur le territoire de la commune d'Aiguillon ;
- les secteurs paysagers remarquables que constituent les coteaux de la Garonne sur les communes d'Aiguillon, Port-Sainte-Marie, Feugarolles, ainsi qu'au niveau des villages de Bazens et Frégimont.

### 3.3.2 Etudes des différentes solutions de tracé

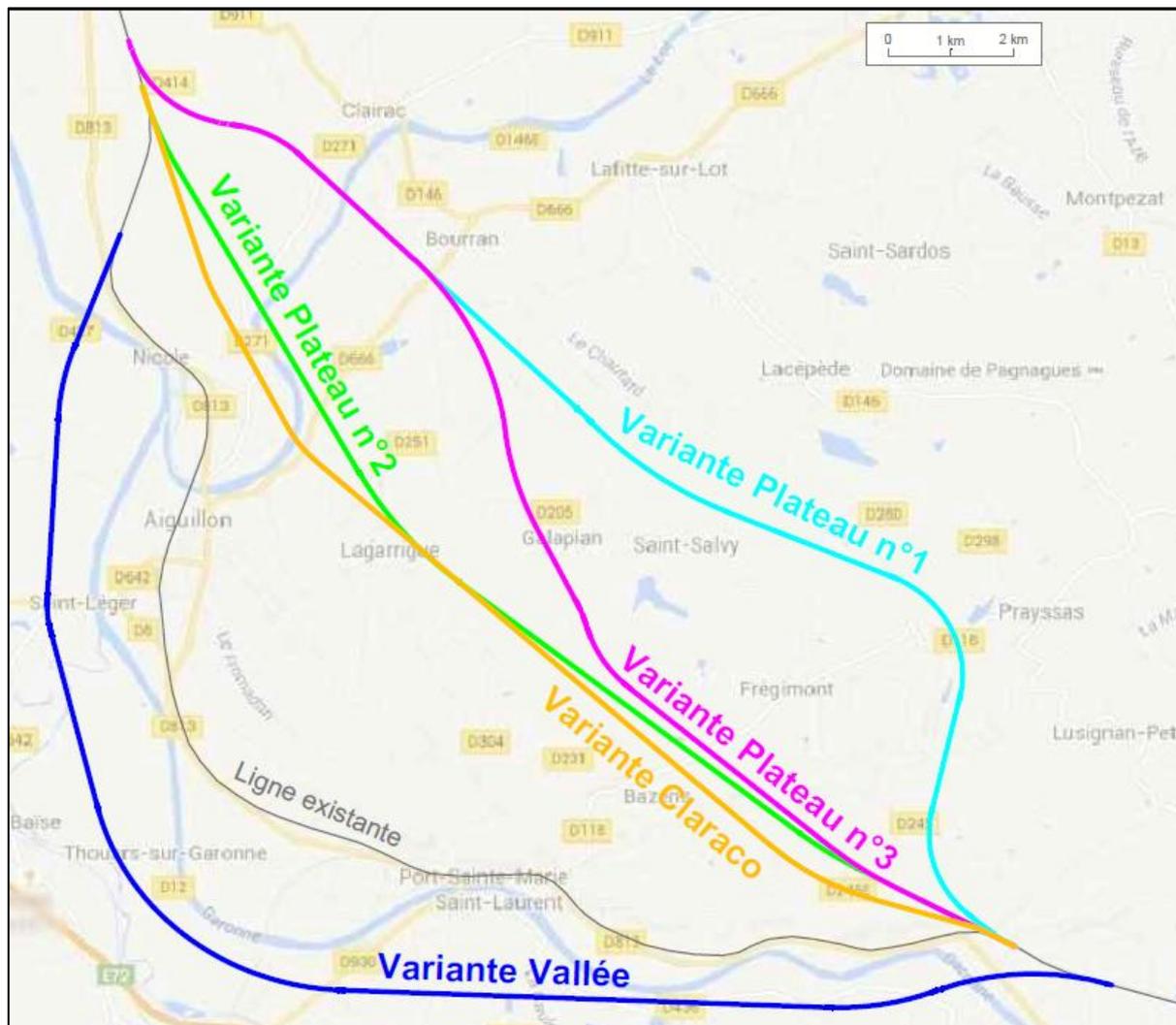
#### 3.3.2.1 Présentation du tracé des différentes variantes envisagées

Quatre variantes de tracé ont été envisagées au cours de l'étude : trois variantes passant au Nord de la ligne existante (variantes « Plateau ») et une par le Sud (variante « Vallée »). L'étude du cabinet Claraco envisage quant à elle une variante de tracé par le Nord, avec deux options de raccordement côté Bordeaux.

## Aménagements de la ligne existante Bordeaux-Toulouse

Dans le rapport d'étude final établi en 2014, seules deux variantes principales avaient été présentées : la variante Plateau n°3 (variante finalement retenue, comme on va le voir ci-après) et la variante Vallée ; les autres variantes n'étaient présentées que dans des documents intermédiaires.

Le schéma ci-dessous présente le tracé des variantes décrites ci-après.



### **Variante Plateau n°1**

La première variante correspond à une recherche de tracé dans la partie Nord de la zone d'études. Elle démarre aux alentours du PK 98+300 (implantation du saut-de-mouton dans l'alignement de 2 500 m qui démarre à la sortie de Tonneins). Le tracé s'oriente au Sud-Est pour venir intercepter les coteaux de la Garonne (implantation nécessaire d'un tunnel) puis franchir le Lot. Cette option de débranchement très au Nord permet un franchissement au plus court du Lot, diminuant au maximum la longueur d'interception et la proximité avec la zone d'APPB.

Après le franchissement du Lot, le tracé poursuit sa course de façon à peu près rectiligne, jusqu'à arriver presque à la verticale du point de raccordement visé (PK 125 sur la ligne existante, fin de la zone sinueuse). Le tracé s'oriente donc au Sud tout en interceptant un nouveau relief qui nécessite la mise en place d'un tunnel de longueur conséquente (plus de 2 km). Un troisième tunnel, d'environ 900 m de longueur, est nécessaire pour franchir le dernier relief de coteau, juste avant le raccordement avec la ligne existante.

Cette variante minimise dans sa première partie les contraintes environnementales du site. La seconde partie en revanche, se révèle plus complexe, la recherche de tracé dans cette partie Nord n'ayant pas permis d'éviter l'implantation de plusieurs tunnels et rallongeant par ailleurs le linéaire global du shunt (22.3 km, soit un gain de 4.4 km par rapport au même parcours sur la ligne existante).

### ***Variante Plateau n°2***

La seconde variante « Plateau » correspond à un shunt « au plus court ». Elle démarre environ 800 m plus au Sud que la précédente et s'oriente sur une trajectoire quasi-directe vers la fin de la zone sinueuse. Cette trajectoire nécessite, comme pour la variante n°1, un passage en tunnel au travers des coteaux de la Garonne, puis un franchissement du Lot à proximité d'un coude de ce dernier.

Sur la suite du tracé, l'implantation de rampes à 35 pour mille permet de conserver un tracé en surface sur une bonne partie du linéaire. Cependant, la dernière formation de coteau précédant le retour dans la vallée de la Garonne nécessite de mettre en place un tunnel d'environ 2 700 m. Le raccordement avec la ligne existante est à peu près similaire à celui de la variante 1.

Le principal intérêt de cette variante réside dans son aspect direct et son linéaire court (20.2 km, soit un gain de 5.6 km par rapport au même parcours sur la ligne existante). Par ailleurs, sur la seconde partie du tracé, le tunnel nécessaire pour traverser les coteaux avant le retour dans la vallée de la Garonne, certes long, n'en reste pas moins un peu plus court que le linéaire global des deux tunnels implantés dans la même zone sur la variante 1. En revanche, le franchissement du Lot (important ouvrage) est moins optimal, avec une proximité importante avec un coude du fleuve et la zone d'APPB associée.

### ***Variante Plateau n°3***

La variante n°3 a été construite comme une synthèse des deux précédentes. Sa première partie est identique à la variante 1, dont elle conserve le tunnel à la traversée des coteaux d'Aiguillon et le franchissement au plus court du Lot. Ensuite, elle s'infléchit plus nettement vers le Sud pour se rapprocher du tracé de la variante 2, avec lequel elle se confond sur les derniers kilomètres en tracé et en profil en long (d'où la nécessité, pour cette variante 3 également, d'implanter un long tunnel au travers de la dernière formation de coteaux).

Au global, cette variante 3 présente un linéaire de 21 km, soit un raccourcissement de 5.6 km par rapport au même parcours sur la ligne existante (le gain de linéaire est identique à celui de la variante 2, dont le linéaire est plus court, mais qui se débranche plus tard que la variante 3 pour se raccorder au final au même point).

### ***Variante Vallée***

A l'inverse des trois variantes précédentes qui visaient à couper au travers du coude formé par la Garonne et la voie ferrée existante, la variante « Vallée » constitue une recherche de tracé par le Sud, ce qui revient à contourner la ligne existante par l'extérieur (d'où un allongement du tracé) mais en s'inscrivant dans la vallée au Sud de la Garonne, dans un relief nettement plus atténué que les coteaux situés au Nord, ce qui permet l'absence de section en tunnel.

Si elle ne franchit pas le Lot, cette variante présente l'inconvénient certain de franchir à deux reprises la Garonne, à proximité des deux points de raccordement au réseau existant. Le linéaire global atteint 26.9 km, soit 1.8 km de plus que le même parcours sur la ligne existante.

### ***Variante Claraco***

Le rapport d'études du cabinet Claraco présente une proposition de shunt pour le secteur de Port-Sainte-Marie. Il s'agit d'une variante « au plus court » dont le tracé général est assez proche de celui de la variante Plateau n°2. Du fait de l'application d'hypothèses plus restrictives en termes de valeurs de rampes (compatibilité avec le trafic fret, de façon à délester totalement la ligne existante en période nocturne), le profil en long s'inscrit en tunnel beaucoup plus tôt que la variante Plateau n° 2.

Par ailleurs, deux propositions de débranchement sont ébauchées. La première vient traverser les coteaux de la Garonne (sans qu'il soit fait mention d'un tunnel sur ce secteur), la seconde démarre un peu plus tard, ce qui permet de passer au Sud de la zone de coteaux. Les tracés des deux débranchements se rejoignent juste en aval du franchissement du Lot.

Les éléments fournis dans le rapport Claraco ne permettent pas d'évaluer précisément la consistance des aménagements qui la composent. Les différents paramètres de cette variante, qui sont repris dans le tableau ci-après, correspondent à une évaluation sommaire, sur la base des plans à grande échelle figurant dans le rapport. Le linéaire de tunnel cumulé associé à ce tracé peut être évalué à 7,7 km.

### 3.3.2.2 Analyse multicritère – Choix de la variante

#### Présentation du tableau d'analyse multi-critères

Le tableau ci-dessous fait la synthèse des différents points évoqués dans la description des différents shunts et qualifie leurs impacts sur le plan du coût, de l'impact environnemental et des performances pour chaque variante. Il en ressort que la variante Plateau n°3 constitue le meilleur compromis.

	Linéaire de la variante	Différentiel de distance avec ligne existante	Gain de temps / référence	Ouvrages importants	Impacts environnementaux	Tracé - Coût	Environnement	Temps de parcours	TOTAL
<b>Variante Plateau n°1</b>	22.3 km	4.4 km	4 min	- Tunnel 1 : 900 m - Viaduc 1 (Lot) : 550 m - Tunnel 2 : 2100 m - Tunnel 3 : 900 m	Franchissement de l'APPB "La Garonne et section du Lot" Habitat diffus	4	2	2	8
<b>Variante Plateau n°2</b>	20.2 km	5.6 km	5 min	- Tunnel 1 : 1350 m - Viaduc 1 (Lot) : 550 m - Tunnel 2 : 2750 m - Viaduc 2 : 1100 m	Franchissement de l'APPB "La Garonne et section du Lot" + contiguïté Habitat diffus	3	3	1	7
<b>Variante Plateau n°3</b>	21.0 km	5.6 km	5 min	- Tunnel 1 : 900 m - Viaduc 1 (Lot) : 550 m - Tunnel 2 : 2750 m - Viaduc 2 : 1100 m	Franchissement de l'APPB "La Garonne et section du Lot" Habitat diffus	3	2	1	6
<b>Variante Vallée</b>	26.8 km	-1.8 km	3 min	- Viaduc 1 (Garonne) : 1000 m - Viaduc 2 (Garonne) : 1000 m	2 franchissement de la zone Natura 2000 "La Garonne" + proximité importante sur plusieurs kilomètres 2 franchissement de l'APPB "La Garonne et section du Lot" Habitat diffus	2	2	3	7
<b>Variante Claraco</b>	?	?	5 min	- Tunnel 1 : 900 m* - Viaduc 1 (Lot) : 600 m - Tunnels 2-3 : 7700 m	Franchissement de l'APPB "La Garonne et section du Lot" Habitat diffus	4	2	1	7

\* : Linéaires évalués en l'absence de profil en long.

Ce tableau détaille, en première partie :

- le linéaire associé à chaque variante, et le raccourcissement / allongement que cela représente par rapport au même parcours sur la ligne existante ;
- le gain de temps de parcours réalisé grâce à ce shunt (toutes les variantes sont circulées à 220 km/h) ;
- les principaux ouvrages à implanter sur chaque variante ;
- les principaux enjeux environnementaux interceptés ou approchés par le tracé.

Sur la base de ces éléments, chaque variante est notée, de façon relative par rapport aux autres variantes, avec une note de 1 (très favorable) à 4 (très défavorable) pour trois critères :

- le critère « Tracé – Coût », qui évalue les conséquences du tracé en termes de création d'ouvrages ou d'impact sur du foncier exceptionnel, et donc de coût ;
- le critère « Environnement », qui évalue l'impact du tracé considéré vis-à-vis des enjeux environnementaux identifiés dans la zone ;
- le critère « Temps de parcours », qui qualifie le gain réalisé par chaque shunt par rapport aux circulations empruntant la ligne existante.

La somme de ces trois notes aboutit à un total qui constitue une appréciation globale de chaque variante et permet, dans le cas présent, de distinguer une variante en particulier.

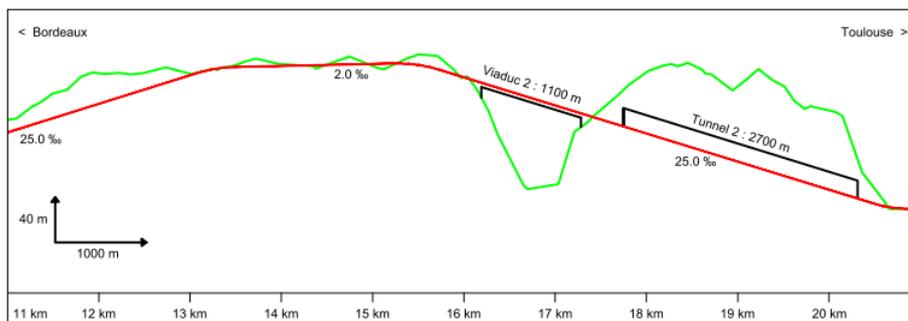
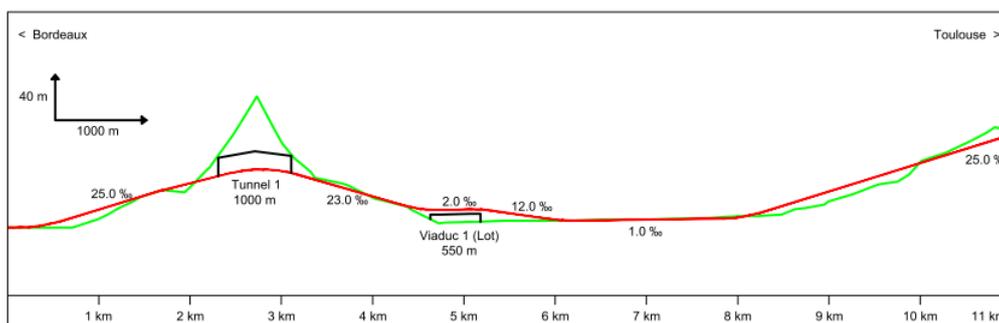
### 3.3.3 Détail de la solution retenue

#### 3.3.3.1 Caractéristiques générales

Le shunt proposé est délimité de part et d'autre par les sauts-de-mouton implantés sur la ligne existante :

- PK de démarrage : 98+400 ;
- PK de fin : 125+000 ;
- Longueur du shunt : 21.0 km ;
- Linéaire shunté sur la ligne existante : 26.6 km ;
- Gain de distance : 5.6 km ;
- Gain de temps de parcours par rapport au trajet sur ligne existante : 5 minutes.

#### 3.3.3.2 Profil en long



#### 3.3.3.3 Implantation des zones de raccordement

Contrairement au shunt de Langon, le shunt de Port-Sainte-Marie n'est pas encadré par des sections à 4 voies. Les sauts-de-mouton sont donc implantés aux points de départ et d'arrivée du shunt. Ces sauts-de-mouton sont nécessaires pour maximiser la capacité de cette section de ligne (un raccordement à niveau conduirait à réduire la capacité, avec les trains circulant sur la Voie 2 existante qui devraient cisailer la Voie 1 pour rejoindre le shunt).

#### 3.3.3.4 Insertion environnementale

Le tracé de la variante retenue permet un franchissement au plus court de la vallée du Lot (tracé quasi-perpendiculaire au cours du fleuve). Le tracé étudié, et le profil en long associé, pourraient être approfondis dans une phase d'étude ultérieure pour améliorer leur insertion par rapport aux quelques zones d'habitats présentes dans la zone et éviter la création de déblais trop profonds.

### 3.3.4 Estimation de la solution retenue

Comme on peut le voir dans le tableau de synthèse de l'analyse multi-critères, toutes les variantes shuntant la ligne existante par le plateau impliquent des linéaires importants de viaduc et de tunnel.

Ces ouvrages (deux viaducs, pour un linéaire cumulé de 1650 mètres, et deux tunnels, pour un linéaire cumulé de 3650 mètres), de par leur coût élevé en comparaison d'une section courante de ligne nouvelle, rehaussent de façon notable le coût kilométrique constaté pour la variante retenue.

## Aménagements de la ligne existante Bordeaux-Toulouse

## 3.4 Shunt de Moissac

### 3.4.1 Etat des lieux de la situation existante

Le secteur de Moissac (qui court de la gare de Valence d'Agen jusqu'à celle de La-Ville-Dieu-du-Temple, soit un linéaire global de 34 km) présente la même problématique que celui de Port-Sainte-Marie : une succession de zones avec des courbes très serrées, peu distantes les unes des autres, avec un tracé général qui zigzague, en partant plein Sud au niveau de Moissac pour repartir plein Est après Castelsarrasin. La recherche d'un shunt dans ce secteur vise donc le double objectif d'une suppression des puits de vitesse et d'un raccourcissement potentiel du linéaire global.

#### 3.4.1.1 Environnement

Le principal enjeu environnemental est associé à la zone inondable de la Garonne, large de plusieurs kilomètres et qui occupe une majeure partie de l'aire d'études. Le cheminement de la ligne existante en parallèle de la Garonne rend inévitable la construction de tracé en interface avec cette zone inondable. L'objectif n'est donc pas de l'éviter mais de réduire au maximum le linéaire de tracé dans ces zones. L'enjeu milieu humain s'avère également important.

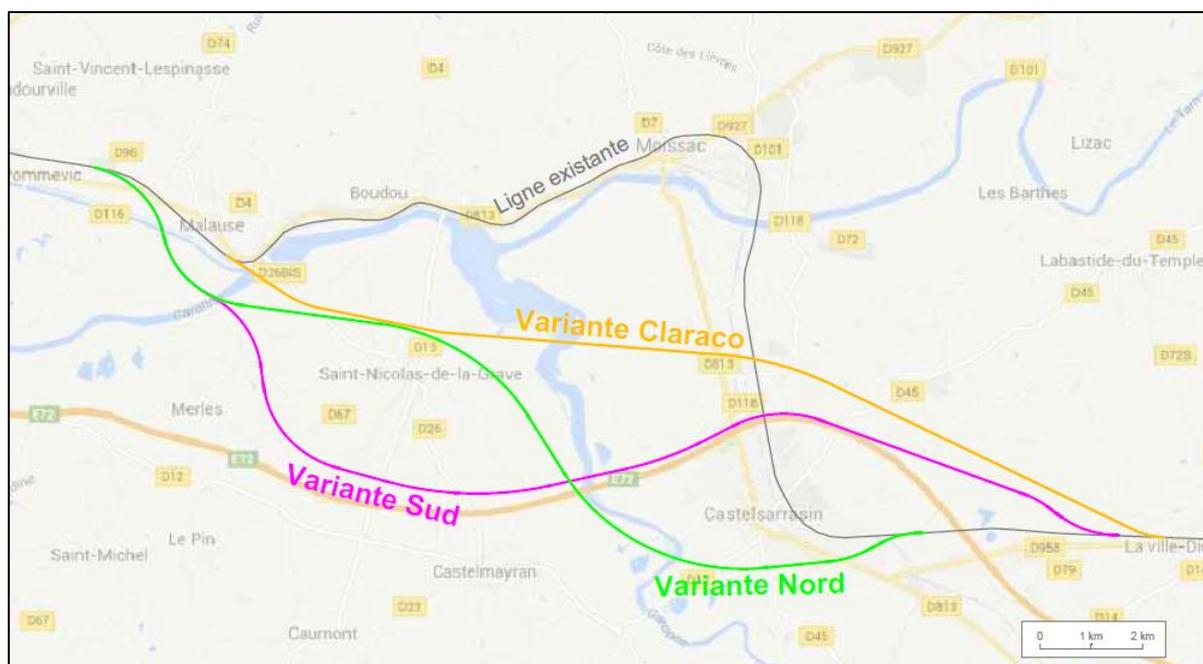
Des enjeux paysagers notables au Sud de Castelsarrasin sont également à signaler.

### 3.4.2 Etude des différentes solutions de tracé

#### 3.4.2.1 Présentation du tracé des différentes variantes envisagées

Deux variantes de tracé fortement contrastées (présentées dans le rapport de 2014) ont été étudiées, qui shuntent toutes deux la ligne existante par le Sud. Il n'a pas été envisagé de variante contournant le secteur de Moissac par le Nord, étant donné que cela conduirait à un allongement du tracé sans pour autant éviter la traversée du bassin du Tarn, lui aussi caractérisé par une zone inondable très étendue. La variante proposée dans le rapport du cabinet Claraco a été incluse dans l'analyse.

Le schéma ci-dessous présente le tracé des variantes examinées.



### **Variante n°1 : « Sud »**

Le principal objectif recherché dans l'établissement de cette variante était la recherche, par un tracé résolument orienté vers le Sud du secteur d'études, du jumelage avec l'autoroute A62 qui traverse la zone d'Ouest en Est et passe en bordure Nord de Castelsarrasin. Le débranchement s'opère dans la section en alignement entre les gares de Pomevic et Malause et le tracé file plein Sud pour traverser une première fois la zone inondable de la Garonne, éviter par le Sud le village de Saint-Nicolas-de-la-Grave et rejoindre au plus vite le couloir de l'autoroute. Le tracé de la variante vient s'accoler à celui de l'autoroute sur environ 6 500 mètres, qui incluent une seconde traversée de la Garonne puis le passage par la zone moyennement urbanisée du Nord de Castelsarrasin. Le raccordement avec la ligne existante s'opère aux alentours du PK 193+800 de cette dernière.

Ce tracé conduit à implanter le shunt au Nord de l'A62 dans la section jumelée. Une implantation côté Sud pourrait présenter des avantages, au premier lieu desquels l'évitement de l'usine implantée au Nord de l'autoroute dans la zone d'activités de Castelsarrasin et qui est impactée par le tracé de la variante « Sud » (relocalisation à prévoir). Un jumelage côté Sud de l'autoroute aurait cependant des impacts non négligeables sur l'échangeur implanté dans le même secteur et nécessiterait par ailleurs de franchir deux fois l'autoroute, alors que le tracé restant au Nord n'implique aucun franchissement.

### **Variante n°2 : « Nord »**

La variante n°2 vise à exploiter un couloir faiblement urbanisé qui évite St-Nicolas-de-la-Grave par le Nord, avant de venir contourner par le Sud la zone de Castelsarrasin. Le débranchement côté Bordeaux s'opère au même point que la variante n°1, en revanche le raccordement côté Toulouse se fait plus en amont.

Le principal inconvénient de cette variante est l'implantation d'une majeure partie de son tracé dans la zone inondable de la Garonne, dont elle suit plus ou moins le cours jusqu'à Castelsarrasin. Si l'évitement de Castelsarrasin se fait par le Sud, dans un secteur moins urbanisé que pour la variante 1, elle ne présente aucune section en jumelage avec l'autoroute.

### **Variante Claraco**

La variante proposée dans l'étude Claraco se débranche un peu en aval par rapport au point de départ des variantes 1 et 2, et se raccorde à peu près dans la même zone que la variante 1. Entre ces deux points, elle présente un tracé très direct, qui passe à proximité du village de Saint-Nicolas-de-la-Grave et l'éloigne en revanche plus loin au Nord de Castelsarrasin que la variante 1.

Si ce tracé maximise la distance shuntée (gain de 6.3 km sur le parcours), plus de la moitié de son linéaire s'inscrit dans la zone inondable de la Garonne, nécessitant la mise en place d'une part très importante du tracé en viaduc. Le passage à proximité de Saint-Nicolas-de-la-Grave constitue également une contrainte sur le plan paysager.

En l'absence de profil en long ou de précisions données dans le rapport, les linéaires d'ouvrage associés à cette variante ont été évalués sur les mêmes principes. Le linéaire de viaduc associé au tracé proposé dans l'étude Claraco est évalué à une dizaine de km.

#### **3.4.2.2 Analyse multicritères – Choix de la variante**

Le tableau présenté ci-dessous fait la synthèse des différents points évoqués dans la description des différents shunts et qualifie leur impacts sur le plan du coût, de l'impact environnemental et des performances pour chaque variante. Il est construit sur les mêmes principes que celui présenté pour le shunt de Port-Sainte-Marie.

	Linéaire de la variante	Différentiel de distance avec ligne existante	Gain de temps /référence	Ouvrages importants	Impacts environnementaux	Tracé - Coût	Environnement	Temps de parcours	TOTAL
<b>Variante 1 "Sud"</b>	24.5 km	3.8 km	5 min	- Viaduc 1 (Garonne) : 4000 m - Viaduc 2 (Garonne) : 2400 m - Viaduc 3 (Castelsarrasin) : 2500 m	Franchissement du site Natura 2000 "Garonne, Ariège, Hers, Salat, Pique et Neste" et emprise sur le site Natura 2000 "Vallée de la Garonne de Muret à Moissac". Passage à proximité des zones d'habitat dense de Saint Nicolas de la Grave et de Castelsarrasin Linéaire cumulé d'environ 6 km en zone rouge du PPRI.	2	2	2	6
<b>Variante 2 "Nord"</b>	22.9 km	4.6 km	5 min	Linéaire cumulé de viaduc de l'ordre de 12 km minimum du fait de l'implantation en zone inondable de la Garonne.	Interception de l'APPB "Sections du cours de la Garonne, du Tarn, de l'Aveyron et du Viaur dans leur traversée du département du Tarn-et-Garonne" Emprise sur le site Natura 2000 "Vallée de la Garonne de Muret à Moissac" et sur le site "Garonne, Ariège, Hers, Salat, Pique et Neste". Quasi-totalité du linéaire tracé en zone rouge du PPRI. Franchissement d'un ensemble paysager emblématique	4	3	2	9
<b>Variante Claraco</b>	18.8 km	6.3 km	6 min	Linéaire de viaduc de 10 km minimum pour implantation dans la zone inondable de la Garonne. Faisabilité du débranchement côté Malause à démontrer.	Implantation du débranchement côté Malause non-définie. Interception de l'APPB "Sections du cours de la Garonne, du Tarn, de l'Aveyron et du Viaur dans leur traversée du département du Tarn-et-Garonne" Emprise sur le site Natura 2000 "Vallée de la Garonne de Muret à Moissac" et sur le site "Garonne, Ariège, Hers, Salat, Pique et Neste". Linéaire cumulé d'environ 8.5 km en zone rouge du PPRI.	3	3	1	7

L'analyse globale, assemblant les trois critères de coût, d'impact sur l'environnement et de gain en temps de parcours, désigne la variante n°1 comme le meilleur compromis.

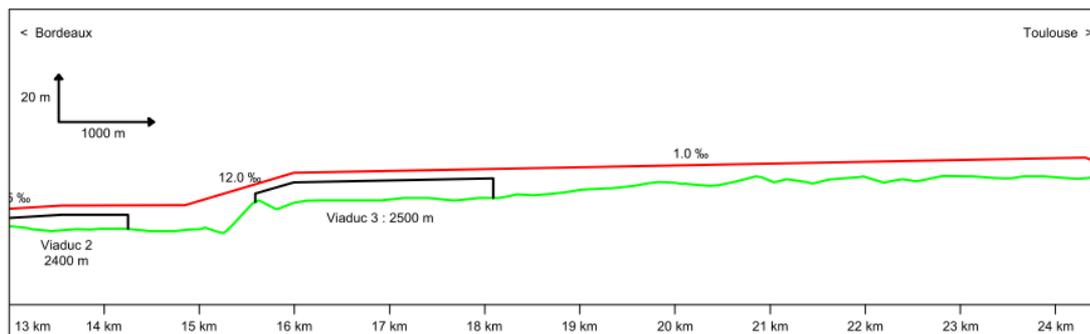
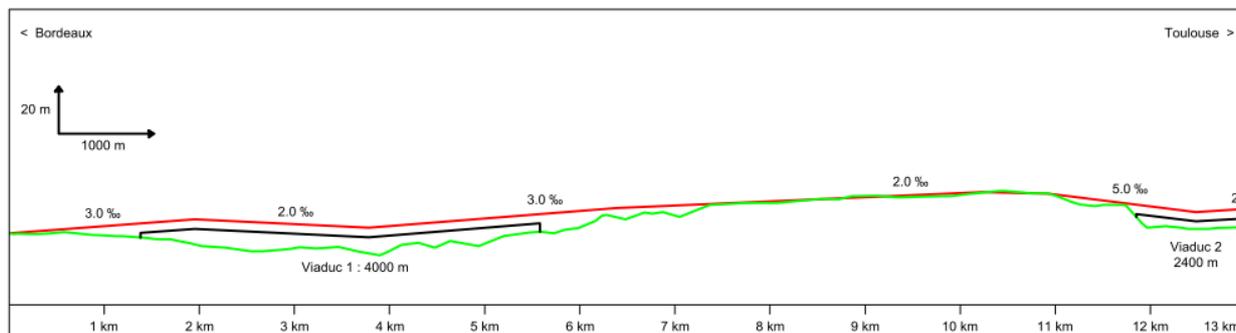
### 3.4.3 Détail de la solution retenue

#### 3.4.3.1 Caractéristiques générales

Le shunt proposé est délimité de part et d'autre par les sauts-de-mouton implantés sur la ligne existante :

- PK de démarrage : 165+500 ;
- PK de fin : 193+800 ;
- Longueur du shunt : 24.5 km ;
- Linéaire shunté sur la ligne existante : 28.3 km ;
- Gain de distance : 3.8 km ;
- Gain de temps de parcours par rapport au trajet sur ligne existante : 5 minutes.

### 3.4.3.2 Profil en long



### 3.4.3.3 Implantation des zones de raccordements

Le débranchement de la ligne existante côté Bordeaux se fait en amont de Malause, dans un tronçon en alignement et une zone encore peu urbanisée, ce qui permet de diminuer l'impact de l'emprise supplémentaire liée au saut-de-mouton vis-à-vis du foncier bâti. Une implantation plus en aval (comme la variante Claraco), coincée entre les habitations du centre de Malause, le canal et la Garonne, serait beaucoup plus contrainte et impactante.

Côté Toulouse, c'est également dans une longue section en alignement qu'est prévu le raccordement à la ligne existante. L'implantation exacte sera à rechercher en fonction du bâti diffus présent dans la zone.

### 3.4.3.4 Insertion environnementale

La traversée à deux reprises de la Garonne constitue un enjeu environnemental fort, mais c'est le dimensionnement par rapport aux zones inondables qui va déterminer la longueur des viaducs. L'expérience sur des situations similaires conduit à proposer des longueurs d'ouvrages très importantes, étant donné les marges très restreintes que doivent respecter tous les nouveaux ouvrages créés dans ces zones, vis-à-vis de leur effet potentiel sur une crue.

En termes de foncier, outre les impacts ponctuels sur l'habitat diffus dans le secteur, un impact fort est à noter vis-à-vis la zone d'activités au Nord de Castelsarrasin (ou sur le secteur au Sud de l'autoroute, si le passage se faisait au Sud de cette infrastructure).

## 3.4.4 Estimation de la solution retenue

Le linéaire de viaduc très important constitue le point le plus dimensionnant de l'estimation de la variante retenue (c'est également le cas des autres variantes) et qui la renchérit considérablement, en comparaison de ce que serait un linéaire équivalent en remblais / déblais courants. L'impact sur la zone d'activités située au Nord de Castelsarrasin (ou sur le secteur au Sud de l'A62) induit également un surcoût notable.

## 4. CALCUL DES TEMPS DE PARCOURS

### 4.1 Rappel de la problématique

Sur la question du gain temps de parcours potentiel entre Bordeaux et Toulouse avec l'aménagement de la ligne existante, la commission d'enquête a constaté des divergences importantes entre les gains avancés par le rapport du cabinet Claraco et ceux, beaucoup plus modestes, présentés dans le rapport porté par SNCF Réseau. Le présent chapitre a pour objectif de rappeler la méthodologie utilisée par le maître d'ouvrage et de confirmer les temps de parcours présentés dans le premier rapport.

### 4.2 Méthodologie et hypothèses

#### 4.2.1 Principes de calcul du temps de parcours TAGV

Les temps de parcours sont calculés de la façon suivante :

- calcul de la marche de base sur la base d'un modèle dynamique de type SAMURAIL simplifié (SAMURAIL est un logiciel de calcul des temps de parcours, qui intègre à la fois les particularités de l'infrastructure (tracé et profil en long) et les performances du matériel roulant (type de locomotives ou d'automotrice, influence de la tension d'alimentation...)) ;
- calcul de la marche type par ajout des marges réglementaires à la marche de base ;
- évaluation de la marche commerciale par construction de la grille horaire (sur la base des marches types) et ajout de détentés nécessaires à la conception du graphique de circulation.

Les marches des circulations TER (omnibus ou semi-directs) et Fret sont issues des études GPSO.

#### 4.2.2 Paramètres de modélisation pris en compte pour l'infrastructure

Les paramètres pris en compte dans la modélisation simplifiée de l'infrastructure sous SAMURAIL sont les suivants :

- linéaire de voie et position des appareils de voie avec une précision de 1 à 10 m près ;
- éléments de profil en long sur la base du schéma d'armement (ou du tracé projeté pour les shunts) :
  - Profil en long moyen sur 1 km ou plus pour les pentes/rampes inférieures à 10 mm/m ;
  - Profil en long instantané par sous-élément de 100 m ou plus pour les pentes/rampes supérieures ou égales à 10mm/m,
- polygone de vitesse par sens de circulation :
  - Sur la base des schémas de signalisation existants pour les sections de ligne non modifiées ;
  - Sur la base de l'infrastructure modifiée en cas de relèvement de vitesse ou en cas de création de shunt,
- prise en compte d'un profil électrique « O » sous 1500 VCC pour l'ensemble du linéaire de voies existantes ou projetées.

### 4.2.3 Paramètres de modélisation du matériel roulant TAGV

Le matériel roulant modélisé est un matériel de type DASYE sous 1500 VCC avec :

- modélisation de la courbe d'Effort-Vitesse extraite sur la base de la fiche THOR ;
- modélisation de la résistance à l'avancement sur la base de la fiche THOR ;
- modélisation d'un coefficient de freinage uniforme à 0,5 m/s<sup>2</sup>.

### 4.2.4 Méthodologie détaillée

#### 4.2.4.1 Calcul de la marche de base

Les marches de base sont calculées sur la forme d'une marche tendue circulant à voie libre avec application des consignes de vitesse de la signalisation existante ou projetée (polygone de vitesse par sens).

Pour chaque « scénario » d'infrastructure deux marches par sens sont calculées :

- la marche la plus rapide (sans arrêt) ;
- la marche avec arrêt à Agen et à Montauban.

Les temps d'arrêt à Agen et à Montauban sont des temps d'arrêt de 3 minutes conformément aux pratiques actuelles et aux hypothèses prises dans le cadre des études du GPSO.

Le calcul de marche est décomposé par sous-section élémentaire sur des points de passage caractéristiques de l'exploitation de la ligne Bordeaux-Toulouse : Bordeaux, Beautiran, Cérons, Langon, La Réole, Marmande, Tonneins, Port-Sainte-Marie, Agen, Moissac, Montauban et Toulouse.

### 4.2.5 Itérations performances / polygone de vitesse

La marche de base est recalculée par itérations avec les études de relèvement de vitesse pour chaque scénario.

La définition des scénarios d'infrastructure est faite sur la base du calcul de la marche de base au polygone de vitesse envisagé. Ce polygone de vitesse est ajusté en fonction d'un « lissage » du relèvement de vitesse pour tenir compte de l'ergonomie de conduite sur la ligne.

Le lissage correspond :

- soit à un abaissement de la performance du relèvement de vitesse recherché dans le cas où la vitesse maximale ne pourrait être atteinte sur plus de 3 à 4 km par la circulation la plus rapide ;
- soit à un abaissement localisé des performances du relèvement de vitesse recherché entre deux points durs de l'infrastructure identifiés dont au moins un serait nécessairement conservé (puits de vitesse en gares de centre-ville notamment). Dans ce cadre, la levée des autres puits de vitesse adjacents ne permettrait qu'un gain de temps modéré en regard d'impacts environnementaux très importants.

Une fois le polygone calé, la marche de base consolidée du scénario est calculée pour être déclinée en marches types puis marches commerciales.

### 4.2.6 Ajout des marges de régularité

Les marges de régularité réglementaires sont calculées en fonction du linéaire de chaque sous-section et ajoutées pour chacune des sous-sections à la marche de base.

La marge réglementaire appliquée est de 4,5 min par 100 km.

### 4.2.7 Détentes commerciales

Pour chaque scénario une grille de circulation en heure de pointe est construite sur la base des marches types TAGV (2 arrêts) et des marches TER et Fret validées dans le cadre des études GPSO.

Des détentes sont ajoutées aux marches sur les sections les plus chargées (Bordeaux–Langon, Montauban–Toulouse) pour faciliter l'insertion des sillons TAGV dans la trame des TER omnibus.

Ces détentes, de l'ordre de 3 à 4 minutes, sont du même ordre de grandeur que les détentes ayant été appliquées aux marches commerciales TAGV pour les études du GPSO.

## Aménagements de la ligne existante Bordeaux-Toulouse

### 4.3 Temps de parcours calculés

Les tableaux ci-dessous détaillent le calcul des temps de parcours sur le trajet Bordeaux > Toulouse (sans arrêt et avec 2 arrêts à Agen et Montauban) pour le temps de référence, les trois scénarios d'aménagement de la ligne existante, le scénario d'aménagement issu du rapport Claraco dans sa configuration la plus performante (2 shunts)<sup>1</sup>, recalculé selon la même méthodologie, ainsi que pour le projet de ligne nouvelle GPSO (rappel : pour les lignes nouvelles, la marge de régularité est de 5% du temps de la marche de base).

#### 4.3.1 Bordeaux > Toulouse sans arrêt

Sens Bordeaux - Toulouse	Marche de base	Avec marge de régularité	Valeur arrondie	Marges commerciales	TDP
Référence	01:45:15	01:56:47	01:57:00	00:04:00	02:01:00
«Priorité capacité»	01:37:55	01:49:24	01:50:00	00:04:00	01:54:00
«Optimisé»	01:24:39	01:35:58	01:36:00	00:04:00	01:40:00
«Priorité temps de parcours»	01:18:17	01:29:21	01:30:00	00:04:00	01:34:00
Claraco simulé 2 shunts	01:24:45	01:35:45	01:36:00	00:04:00	01:40:00
Temps GPSO	00:57:30	01:00:35	01:01:00	00:04:00	01:05:00

Une modification mineure a été apportée pour le scénario « priorité temps de parcours » avec un gain d'une minute par rapport aux chiffres figurant dans le rapport de juin 2014.

#### 4.3.2 Bordeaux > Toulouse avec arrêts intermédiaires à Agen et Montauban

Sens Bordeaux - Toulouse	Marche de base	Avec marge de régularité	Valeur arrondie	Marges commerciales	TDP (2 arrêts)
Référence	01:52:42	02:04:14	02:05:00	00:04:00	02:09:00
«Priorité capacité»	01:45:38	01:57:07	01:58:00	00:04:00	02:02:00
«Optimisé»	01:32:22	01:43:41	01:44:00	00:04:00	01:48:00
«Priorité temps de parcours»	01:26:00	01:37:04	01:38:00	00:04:00	01:42:00
Claraco simulé 2 shunts	01:32:12	01:43:12	01:44:00	00:04:00	01:48:00
Temps GPSO	01:10:40	01:14:48	01:16:00	00:04:00	01:20:00

<sup>1</sup> Dans le rapport produit par le cabinet Claraco, le temps de parcours Bordeaux – Toulouse sans arrêt intermédiaire avec prise en compte des shunts de Port-Sainte-Marie et Moissac est annoncé à 1h18.

### 4.3.3 Ecart de gains de temps en fonction de la desserte

Les tableaux précédents présentent les temps de parcours en fonction de la politique d'arrêt pour les différents scénarios d'infrastructure envisagés.

Les gains de temps permis par la ligne nouvelle sont légèrement moindres (49 min) dans le cas d'une mission avec arrêts à Montauban et Agen que dans le cas d'une mission sans arrêt (56 min).

A contrario, les gains de temps permis par une adaptation de la ligne existante ne présentent pas de différence sensible de gain de temps, selon que la mission concernée est sans arrêt intermédiaire, ou avec arrêts à Montauban ou à Agen.

Cette différence de gains de temps en fonction de la politique d'arrêt s'explique de la façon suivante :

- le gain permis par l'aménagement de la ligne existante sur les circulations sans arrêt est directement lié à l'aménagement plus ou moins performant des puits de vitesse à Agen (de 70 à 80 km/h) et à Montauban (de 80 à 90 km/h) ;
- le gain permis par la ligne nouvelle en revanche est un saut de performance en zone de gare (de 70 à 320 km/h en gare d'Agen, de 80 à 320 km/h en gare de Montauban).

Le coût des deux arrêts varie ainsi entre les deux grandes familles d'aménagement :

- de 1mn30s environ à 1mn45s environ pour les scénarios d'aménagement de la ligne existante du fait des freinages et accélération. L'amélioration du profil de vitesse en gares apportant des gains de l'ordre de 15 secondes ;
- un peu plus de 7min pour la ligne nouvelle du fait des seuls freinages et accélérations.

Concernant les lignes nouvelles, cet aspect est pris en compte dans les études de trafic du GPSO avec la détermination d'un temps de parcours moyen sur les origines/destinations (les temps étant pondérés en fonction du type et du nombre de dessertes). A noter que le choix de gares nouvelles à Agen ou Montauban minimise le « coût » de ces arrêts intermédiaires, par rapport à une option de desserte de gare en centre-ville.

## 5. TRAITEMENT DES PASSAGES A NIVEAU

### 5.1 Rappel de la problématique

Au chapitre 4.2.2 de son rapport, la commission d'enquête « estime que dans l'estimation comparative, il n'est pas pertinent d'inclure les coûts de suppression des passages à niveau et des autres aménagements de sécurité (comme la modernisation des aiguillages) car ces mesures de stricte sécurité s'imposeront sur les lignes existantes dans tous les cas de figure. »

Ce chapitre a pour objectif de rappeler la réglementation qui s'applique aux passages à niveau sur la ligne existante et de détailler le mode de comptage des suppressions de PN associées à chaque scénario d'aménagement. L'estimation retenue est pertinente et ne peut être sortie de la comparaison avec les coûts du projet de ligne nouvelle.

### 5.2 Définition et réglementation

#### 5.2.1 Classification des passages à niveaux

Les passages à niveau du Réseau Ferré National sont classés en quatre catégories, définies par l'arrêté du 18 mars 1991 :

- les passages à niveau de première catégorie, sont les PN implantés sur des voiries publiques, équipés de feux de signalisation et de barrières. Lorsque ces dispositifs sont actionnés automatiquement, (comme c'est le cas pour tous les PN gardés de la ligne), on parle de PN SAL2 ou SAL4 (Signalisation Automatique Lumineuse avec 2 ou 4 demi-barrières). Ces passages à niveau de première catégorie peuvent également ne pas être automatisés, les barrières sont alors manœuvrées par des agents ;
- les passages à niveau de seconde catégorie sont également implantés sur des voiries publiques mais ne sont pas équipés de barrières (panneau à Croix-de-St-André qui peut être complété d'un STOP) ;
- les passages à niveau de troisième catégorie sont publics mais ne peuvent être franchis que par des piétons ;
- les passages à niveau de quatrième catégorie sont à usage privé (passage entre deux champs, accès à une propriété de l'autre côté de la ligne...).

#### 5.2.2 Vitesses de franchissement maximales

Sur une section de ligne équipée de passages à niveau, la vitesse maximale des trains est de :

- 160 km/h s'il s'agit de PN de première catégorie automatisés ;
- 140 km/h s'il s'agit de PN non-gardés ou privés. Pour ces PN, des conditions supplémentaires de distance de visibilité s'appliquent (fonction du nombre de voies, de la vitesse des trains et du type de convois routiers empruntant le PN).

##### 5.2.2.1 Etude de risques au niveau des passages à niveau

Depuis 15 ans, SNCF Réseau mène, sous l'égide de l'Etat, une politique active d'amélioration de la sécurité aux passages à niveau. Cette politique a été renforcée suite au dramatique accident d'Allinges en 2008. Le plan Bussereau de 2008 et la circulaire associée demande notamment aux gestionnaires de voirie, avec le soutien des instances ferroviaires de réaliser un diagnostic de sécurité sur l'ensemble des passages à niveau situés sur le réseau viaire. Ces inspections de sécurité permettent d'élaborer un plan d'actions afin d'améliorer la sécurité aux PN et identifier les potentialités de suppressions simples.

Par ailleurs, lors de projets d'investissements sur une ligne, une analyse de risque doit être menée sur les passages à niveau. Cette analyse, qui doit être déployée à l'occasion de chaque aménagement significatif d'une section de ligne comportant des PN, intègre, outre la vitesse de circulations des convois ferroviaires et le moment du PN, les paramètres suivants :

- Vitesse de circulation routière ;
- Configuration du passage à niveau et visibilité ;
- Accidentologie du passage à niveau.

Dans les paragraphes qui suivent, ne sont comptabilisés que les passages à niveau dont la suppression est inévitable, étant donné la vitesse de ligne à terme ou l'augmentation du nombre de voies. Cependant, il est possible qu'une étude de risque dédiée conduise à préconiser la suppression d'autres PN, même s'ils ne seront pas circulés à plus de 160 km/h.

## 5.3 Etat des lieux

### 5.3.1 Les passages à niveau de la ligne

Comme pour le reste de l'étude, l'examen se limite à la section de ligne allant de Saint-Médard d'Eyrans à Castelnau-d'Estrétefonds. Les sections Bordeaux–Saint-Médard et Castelnau–Toulouse font respectivement l'objet des projets d'aménagements dit « Sud de Bordeaux » et « Nord de Toulouse », distincts du projet de ligne nouvelle Bordeaux-Toulouse/Bordeaux-Dax, et ne sont donc pas intégrées dans l'étude de scénarios alternatifs d'aménagement de la ligne existante. Sont donc pris en compte les passages à niveau situés entre les PK 13+387 et 234+954.

Au total, on compte 125 passages à niveau routiers sur cette section de ligne, dont :

- 115 PN routiers SAL2 ;
- 10 PN routiers SAL4 ;

Les passages à niveau routiers ont été classés en trois « familles », selon l'environnement dans lequel ils s'insèrent, qui complique plus ou moins la mise en place d'un rétablissement dans le cas d'une suppression d'un passage à niveau. Ainsi :

- 25 PN s'inscrivent dans un milieu peu contraint (ces PN seront désignés dans la suite de ce chapitre comme des « PN de type 1 ») ;
- 41 PN s'inscrivent dans un milieu moyennement contraint, la présence de quelques bâtis ou la configuration de la voirie nécessitant d'adapter le rétablissement (« PN de type 2 ») ;
- 59 PN s'inscrivent dans un milieu très contraint, le plus souvent au sein de zones fortement urbanisées où la création d'un passage souterrain ou d'un pont-rail pour rétablir le PN supprimé sera complexe (« PN de type 3 »).

Cet état des lieux n'intègre pas les traversées piétonnes implantées dans certaines des gares, et qui devront également faire l'objet d'une suppression et d'un remplacement par une passerelle ou un passage piéton souterrain dans les zones de relèvement de vitesse.

### 5.3.2 La suppression des PN programmée

L'ensemble des passages à niveau situé sur le Réseau Ferré National respecte la réglementation en vigueur et leur suppression n'est pas systématique.

Dans un souci de sécurité accru, SNCF Réseau mène avec ses partenaires (Etat et collectivités territoriales) une politique active d'amélioration et de sécurisation des passages à niveau.

Certains d'entre eux, du fait de leur accidentologie ou de leurs importants trafics ferroviaires et/ou routiers ont été classés par l'Etat et l'Instance Nationale PN au Programme de Sécurisation Nationale. Ils font alors l'objet d'études de suppression cofinancés avec les partenaires. Seuls 3 PN sur Bordeaux Toulouse (et 3 sur Bordeaux Hendaye) sont concernés.

Il s'agit des :

- PN 62 et 64 sur la commune de Saint-Macaire (étude au stade AVP) ;
- PN 98 à Marmande (au stade de l'étude préliminaire).

Par souci de cohérence avec l'étude réalisée en 2013, ces trois passages à niveau ont été comptabilisés dans les totaux présentés dans cette note.

Le fait que cette programmation se limite à quelques unités illustre bien que :

- les opérations de suppression de PN n'ont pas de caractère systématique ;
- elles portent sur un nombre limité de cas jugés prioritaires ;
- elles reposent sur un cadre d'opérations cofinancées ;
- dans certains cas des équipements complémentaires sont mis en place sans suppression.

## Aménagements de la ligne existante Bordeaux-Toulouse

Pour les autres passages à niveau, les principales actions sont des améliorations de l'environnement du passage à niveau, majoritairement pour l'amélioration de la lisibilité et de la visibilité des passages à niveau, suite à diagnostic de sécurité partagé avec les collectivités territoriales et l'Etat.

Des opportunités de suppression simples (sans création d'ouvrage d'art) peuvent émerger notamment lorsque le trafic routier est faible mais cela représente une part très limitée des passages à niveau des lignes Bordeaux-Toulouse ou Bordeaux-Hendaye.

En revanche, dès lors que la vitesse de la ligne dépasse les seuils, la réglementation (arrêté du 18 mars 1991) interdit les passages à niveau non gardés. C'est pourquoi, dans l'étude comparative, la suppression de l'ensemble des passages à niveau a légitimement été prise en compte dans le périmètre des scénarios.

## 5.4 Suppression et rétablissement des PN

### 5.4.1 Hypothèses générales

Pour comptabiliser le nombre de PN nécessitant d'être supprimés pour chaque scénario, les hypothèses suivantes ont été appliquées :

- le PN est supprimé s'il est implanté dans une section où la vitesse dépasse les 160 km/h (ou 140 km/h pour les PN privés) ;
- le PN est supprimé s'il est implanté dans une section où une ou deux voies supplémentaires sont créées ;
- le PN est conservé s'il est implanté dans une zone ne faisant l'objet que de travaux de voies restreints (reprise des dévers, remise à l'entraxe) ou dans une zone qui est doublée par un shunt.

Il est par ailleurs considéré dans l'estimation que l'ensemble des PN supprimés font l'objet d'un rétablissement par un pont-rail ou un passage souterrain, au droit de l'emplacement du PN actuel ou à proximité. L'expérience montre en effet que les cas de « pure » suppression sont très limités.

### 5.4.2 Scénario 1 « priorité capacité »

Ce scénario ne comporte que deux zones où la suppression de tous les PN est nécessaire :

- la zone de Portets à Fauillet, qui présente un important relèvement de vitesse jusqu'à 200 voire 220 km/h, ainsi que la mise à 4 voies de la section de Cérons à Saint-Pierre-d'Aurillac. Seul le PN n°60, situé sur la section shuntée au niveau de Langon, peut être conservé ;
- la zone de Dieupentale à Castelnau qui est mise à 4 voies.

Au total, sont comptabilisés 69 passages à niveau routiers dont la suppression est inévitable dans le cadre de la mise en place de ce scénario.

### 5.4.3 Scénario 2 « optimisé »

Avec ce scénario, la vitesse est relevée au-delà de 160 km/h sur une majeure partie du linéaire, à l'exception :

- de la zone qui va de la fin du secteur de Port-Sainte-Marie au début du secteur de Lamagistère, circulée à 160 km/h (9 PN concernés) ;
- de la zone shuntée au niveau de Moissac (13 PN concernés).

Au total, sont comptabilisés 103 passages à niveau routiers dont la suppression est inévitable dans le cadre de la mise en place de ce scénario.

### 5.4.4 Scénario 3 « priorité temps de parcours »

Pour ce scénario, le nombre de PN faisant obligatoirement l'objet d'une suppression est proche du scénario 2, mais la répartition est différente. Les PN pouvant être conservés sont les suivants :

- 10 PN au niveau du shunt de Port-Sainte-Marie ;
- 3 PN au niveau d'une zone maintenue à 160 km/h entre Port-Sainte-Marie et Agen ;
- 13 PN au niveau du shunt de Moissac.

Au total, sont comptabilisés 99 passages à niveau routiers dont la suppression est inévitable dans le cadre de la mise en place de ce scénario.

#### 5.4.5 Ecarts constatés avec les premiers comptages

Une vérification a été faite des comptages effectués lors de l'étude initiale. Le tableau ci-dessous fait la synthèse des quelques écarts identifiés par rapport aux chiffres présentés en 2014.

	Scénario 1 « Priorité Capacité »		Scénario 2 « Optimisé »		Scénario 3 « Priorité Temps de Parcours »	
	Rapport 2014	Rapport 2015	Rapport 2014	Rapport 2015	Rapport 2014	Rapport 2015
<i>PN de type 1</i>	16	15	21	20	19	22
<i>PN de type 2</i>	23	20	38	36	32	33
<i>PN de type 3</i>	37	34	49	47	43	44
<b>TOTAL</b>	<b>76</b>	<b>69</b>	<b>108</b>	<b>103</b>	<b>94</b>	<b>99</b>

Plusieurs raisons viennent expliquer ces évolutions :

- six passages à niveau entre Bordeaux et Saint-Médard-d'Eyrans, avaient été inclus dans le décompte alors qu'ils sont dans le périmètre du projet d'Aménagements Ferroviaires au Sud de Bordeaux (AFSB). Ils ont donc été sortis du périmètre de la présente étude (ils ne font pas partie des 125 PN évoqués plus haut dans ce chapitre) ;
- le PN 26 à Portets est un PN piéton, il n'est donc pas comptabilisé dans la liste des PN routiers supprimés ;
- dans les secteurs de Port-Sainte-Marie et Moissac, certains PN avaient été considérés comme shuntés dans le premier décompte, alors qu'ils se trouvent en fait en dehors de la zone shuntée, sur des tronçons relevés à plus de 160 km/h. Ils doivent donc être comptabilisés comme supprimés.

Au global, la correction de ces erreurs conduit à considérer 7 suppressions de moins sur le scénario 1, 5 suppressions de moins sur le scénario 2 et 5 suppressions de plus sur le scénario 3.

## 5.5 Estimation des coûts

### 5.5.1 Variation des coûts de suppression / rétablissement

Le coût global de la suppression et du rétablissement d'un passage à niveau peut varier très fortement selon plusieurs facteurs :

- l'environnement dans lequel le PN, et donc son futur rétablissement, s'insère : entre une zone rurale avec aucun bâti à proximité, et une zone fortement urbanisée où le rétablissement de la voirie aura forcément de forts impacts fonciers, le coût des travaux varie énormément ;
- la nature de la voirie à rétablir et sa configuration générale (biais par rapport à la voie ferrée) ;
- le nombre de voies franchies par le futur rétablissement ;
- les conditions de réalisation des travaux vis-à-vis de l'exploitation ferroviaire : entre des travaux réalisés lors d'une coupure longue de la circulation ou des opérations « coup-de-poing » réalisées en quelques dizaines d'heures, des surcoûts importants sont à prendre en compte.

### 5.5.2 Références sur d'autres projets

Dans le cadre d'opérations impliquant des suppressions de passages à niveau auxquelles Setec a participé, une variabilité très importante des prix a été constatée, illustrant l'impact des différents facteurs évoqués au paragraphe précédent :

- pour un PN supprimé sans rétablissement en place, le coût de l'opération peut varier de quelques dizaines de milliers d'Euros, pour une suppression très « basique » (mise en place de clôture, reprise de la signalisation routière) à plusieurs centaines de milliers d'euros si le rabattement des circulations nécessite la création d'un linéaire significatif de voirie ;
- au minimum, le rétablissement d'un PN dans une zone très peu contrainte (type 1) s'établit à environ 600 k€, dans le cadre de chantiers réalisés avec une coupure complète des circulations pendant plusieurs semaines ;
- pour des PN implantés dans des zones moyennement urbanisées (type 2), le mode de réalisation des travaux va avoir un impact prépondérant sur le coût global des travaux. Ainsi, nous constatons, pour des PN globalement similaires, des coûts de suppression variant de 2,5 M€ (travaux réalisés dans le cadre d'une coupure longue des circulations) à 3.7 M€ (opération type « coup-de-poing »). Le coût global des travaux atteint 6 M€ pour des rétablissements impliquant la mise en place d'ouvrages plus conséquents en termes de portée ou de gabarits ;
- enfin, pour des passages à niveau implantés dans des zones fortement contraintes avec une augmentation du nombre de voies, les chiffrages réalisés dans le cadre du projet Tangentielle Nord (région parisienne) varient de 10 à 15 M€ selon les spécificités de chaque site.

### 5.5.3 Coûts retenus pour la présente étude

Etant donné le niveau d'études et le nombre de PN impliqués, l'étude précédente n'a pas procédé à une estimation spécifique de chaque PN mais à une classification en trois grands types, avec un chiffrage forfaitaire de suppression / rétablissement pour chacun d'entre eux.

Les références présentées au paragraphe précédent dessinent une fourchette très large. Le calage d'un prix moyen pour le traitement des trois types de PN ne prend pas en compte les valeurs les plus extrêmes de cette fourchette, considérant que les situations extrêmes auxquelles ils correspondent ne se répèteront pas de façon récurrente sur le traitement de la ligne dans son ensemble. Ainsi :

- le coût moyen des travaux de traitement des PN de type 1 a été établi à 2 M€ (provision pour risque (PR) comprise) ;
- pour les PN de type 2, le coût moyen est de 4 M€ (PR comprise) ;
- pour les PN de type 3, on a appliqué un forfait de 7 M€ (PR comprise).

Ces prix ont été établis aux conditions économiques de Janvier 2013.

Pour les trois types de PN, le prix moyen retenu intègre le traitement systématique en opération type « coup-de-poing », considérant que des coupures longues de circulation (plus longtemps qu'un week-end) ne pourront se tenir sur cette ligne.

Ce prix moyen s'applique à la totalité des PN de chaque catégorie, et intègre donc le fait qu'une petite partie de ces passages à niveau pourrait finalement ne pas être rétablie (sans qu'il soit possible, à ce stade d'études, d'identifier desquels il s'agirait).

## 6. IMPACT SUR LE FONCIER

### 6.1 Rappel de la problématique

Le présent chapitre détaille le mode de comptabilisation et d'estimation de ces acquisitions.

### 6.2 Impact foncier des aménagements

#### 6.2.1 Impact sur le bâti

Les bâtis courants impactés par les ripages et les élargissements de plateforme ont été quantifiés grâce au SIG et à la BD Topo. A partir du positionnement des voies supplémentaires ou des voies ripées, une bande de suremprise a été dessinée, tout bâti touché, de façon totale ou partielle par cette bande, étant comptabilisé en acquisition.

Cette limite de suremprise a été positionnée à 7 mètres de l'axe de la voie extérieure (4 mètres pour gabarit ferroviaire et piste + 3 mètres d'emprise en déblais/remblais). Les bâtis dont l'accès est supprimé du fait d'un élargissement de la plateforme ferroviaire sur la voirie existante ou d'un rétablissement dénivelé, ont été également comptabilisés.

Concernant les shunts, la suremprise est tracée :

- à 25 mètres de part et d'autre de la plateforme ferroviaire au niveau des raccordements sur la ligne existante (zones de saut-de-mouton) ;
- à 20 m de part et d'autre de l'axe de la plate-forme dans les zones de ligne nouvelle.

Pour ces aménagements, les bâtis impactés ont été dénombrés à partir des orthophotographies.

#### 6.2.2 Acquisitions de terrains

Le calcul des surfaces de terrain à acquérir se base sur une largeur de suremprise supérieure à celle appliquée aux acquisitions de bâtis. Les surlargeurs considérées sont les suivantes :

- ripage de la voie : emprise du délaissé (ha) + bande de 15 m acquise du côté où la voie est ripée ;
- élargissement de plateforme : acquisition d'une bande de 18m du côté où la voie est ripée (mise à 3 voies) ou 22 m (mise à 4 voies) ;
- shunt : acquisition d'une bande de largeur moyenne de 80 mètres ;
- saut-de-mouton : acquisition d'une bande supplémentaire de 50 m sur la longueur du shunt (1000m à notre niveau d'étude), soit 5 ha supplémentaires par saut-de-mouton ;
- halte reportée : lorsque la mise à 4 voies nécessite de reporter ou recréer la halte, un forfait de 5ha supplémentaires a été considéré.

Emprises	
15 m	Largeur supp. d'emprise en ripage (pour le coté ripé)
18 m	Largeur supp. d'emprise en élargissement de plateforme (1 voie)
22 m	Largeur supp. d'emprise en élargissement de plateforme (2 voies contigües)
80 m	Largeur d'emprise en shunt (voies + bande acquise)
50 m	Surlargeur d'emprise en saut de mouton (moyenne sur 1km)
5 ha	Emprise supplémentaire pour 1 halte

Ces largeurs moyennes couvrent également les acquisitions foncières nécessaires pour :

- les élargissements d'ouvrages d'art ;
- la création de passages souterrains ou de passerelles dans le cadre de la suppression des passages à niveau et des traversées de voie ;
- les modifications de gares.

Elles couvrent également les besoins pour les aménagements environnementaux de type écrans acoustiques, bassins d'assainissement, aménagements paysagers des abords de voie.

Les extraits cartographiques ci-après permettent de visualiser, à titre d'exemple, les bâtis comptabilisés dans deux secteurs (bâtis marqués d'un cercle rouge).



Secteur d'Arbanats



Secteur de Pompignan



isolés, il est prévu de procéder à un traitement de ces bâtis, par des isolations de façade. Une analyse de la densité de bâtis dans chacune de ces zones à traiter a conduit à retenir la solution pour le traitement.

Le tableau ci-dessous récapitule, pour chaque scénario, le nombre d'isolations de façade et le linéaire de protection acoustique à la source prévus (à noter que lorsqu'on parle de « 100 ml de protection acoustique », il s'agit du linéaire posé d'un seul côté de la ligne).

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
<b>AMÉNAGEMENTS DIRECTEMENT LIÉS AU PROJET D'AMÉNAGEMENT</b>			
<i>Protections acoustiques</i>	16.9 km	79.0 km	89.8 km
<i>Isolations de façade</i>	34 bâtis	235 bâtis	416 bâtis
<b>AMÉNAGEMENTS LIÉS A LA RESORPTION DE POINTS NOIRS BRUITS (PNB)</b>			
<i>Protections acoustiques</i>	137.1 km	82.9 km	65.8 km
<i>Isolations de façade</i>	455 bâtis	322 bâtis	228 bâtis
<b>AMÉNAGEMENTS RETENUS DANS L'ESTIMATION (100% DU PROJET + 40% DES PNB)</b>			
<b>Protections acoustiques</b>	<b>71.7 km</b>	<b>112.1 km</b>	<b>116.1 km</b>
<b>Isolations de façade</b>	<b>216 bâtis</b>	<b>364 bâtis</b>	<b>507 bâtis</b>

(Nota : dans le rapport de synthèse de juin 2014 – cf. tableau de synthèse p.41, c'est le volume total avec 100% des PNB qui figure et non le montant avec seulement 40% des PNB, retenu dans l'estimation.)

Si l'étude Claraco fait mention de la construction « d'installations de confinement du bruit sur l'itinéraire actuel », aucun linéaire ou quantitatif particulier n'est précisé. Dans ce rapport, la principale mesure visant à réduire les nuisances acoustiques est le détournement vers les shunts de Port-Sainte-Marie et Moissac du trafic fret nocturne.

## 6.3 Evaluation des impacts

### 6.3.1 Scénario 1 « priorité capacité »

Ce scénario ne comporte que deux zones où des acquisitions sont nécessaires :

- la zone de Cérons à Saint-Pierre-d'Aurillac (3 secteurs), qui intègre une section de mise à 4 voies sur 12,2km, et le shunt de Langon sur 5,2km :
- la zone de Dieupentale à Castelnau (2 secteurs) qui est mise à 4 voies sur 15,5km :

Au total, ont été comptabilisés dans le cadre de la mise en place de ce scénario :

- 89 bâtis impactés, dont 12 pour le shunt de Langon ;
- environ 137 ha à acquérir, dont 52 pour le shunt de Langon.

### 6.3.2 Scénario 2 « optimisé »

Le scénario 2 comporte 4 zones où les aménagements sortent des emprises ferroviaires actuelles :

- la zone de mise à 4 voies et de relèvement de vitesse entre Cérons et Port-Sainte-Marie :
- la zone de rectification des courbes entre les secteurs de Fauillet et Port-Sainte-Marie :
- la zone de shunt à Moissac, avec des aménagements en amont et en aval permettant le relèvement de vitesse :
- la zone de mise à 4 voies entre Montbartier et Castelnau :

Au total, ont été comptabilisés dans le cadre de la mise en place de ce scénario :

- 161 bâtis impactés, dont 12 pour le shunt de Langon et 48 pour celui de Moissac.
- environ 400 ha à acquérir, dont 52 pour le shunt de Langon et 200 pour celui de Moissac.

### 6.3.3 Scénario 3 « priorité temps de parcours »

Pour ce scénario, de nombreux aménagements sont à l'origine des acquisitions :

- la zone de mise à 3 ou 4 voies entre Portets et Saint-Pierre-d'Aurillac :
- la zone de relèvement de vitesse entre Caudrot et Sainte-Bazeille :
- de la zone de relèvement de vitesse à Tonneins et du shunt de Port-Sainte-Marie :
- la zone de relèvement de vitesse entre Agen et La-Ville-Dieu et du shunt de Moissac :
- la zone de mise à 4 voies entre Montbartier et Castelnau :

Au total, ont été comptabilisés dans le cadre de la mise en place de ce scénario

- 360 bâtis impactés, dont respectivement 12, 42 et 48 bâtis pour les shunts de Langon, Port-Sainte-Marie et Moissac ;
- environ 664 ha à acquérir, dont respectivement 52, 180 et 200 pour les shunts de Langon, Port-Sainte-Marie et Moissac.

La forte augmentation constatée entre les scénarios 2 et 3 vis-à-vis de l'impact sur le foncier est liée à l'intégration, dans le scénario 3 :

- du shunt de Port-Sainte-Marie, long de 21 km, qui génère une emprise importante ;
- de plusieurs zones de ripages de courbes dans des secteurs assez fortement urbanisés qui génèrent un très fort impact sur le bâti et non retenues dans le scénario 2.

## 6.4 Estimation des coûts

### 6.4.1 Acquisitions de bâti courants

Les enjeux de l'aménagement de la ligne existante concernent des zones d'habitat qui s'étendent de part et d'autre de la voie ferrée, et le cadre de vie associé. Il s'agit principalement des secteurs de Langon, La Réole, Marmande, Tonneins, Aiguillon, Port-Sainte-Marie, Agen, Valence, Moissac, Montauban, Grisolles, Pompignan, Castelnau-d'Estrétefonds. L'estimation a été faite sur la base des coûts d'acquisitions de bâti estimées pour la ligne nouvelle GPSO.

### 6.4.2 Acquisitions de terrains

Les coûts estimés sur la ligne nouvelle sont très variables, entre 15 k€ HT/ha à 600 k€ HT/ha en zone urbaine. L'estimation des acquisitions de terrains liées aux aménagements de la ligne existant ont tenu compte des particularités suivantes :

- acquisitions de vignobles bénéficiant d'Appellation d'Origine Contrôlée, notamment pour le shunt de Langon, et dans le secteur de Tonneins à Port-Sainte-Marie ;
- acquisitions de terrains dans des ensembles paysagers emblématiques de Castelnau d'Estrétefonds et éventuellement de Castelferrus ;
- acquisitions de terrains en zone d'urbanisation ou zone d'activités ; ces mutations augmentent le prix du foncier par rapport à des terres agricoles.

Ce poste couvre également les dommages aux cultures des exploitants agricoles causés par les travaux et entraînant des pertes de récolte ou des pertes de fonds.

Les prix moyens pris en compte couvrent également les indemnités d'expropriation ou de dépréciations du surplus qui dépendent de la nature, de l'usage, des servitudes publiques ou privées auxquelles l'immeuble sera soumis.

### 6.4.3 Acquisitions exceptionnelles

Les acquisitions non courantes voire exceptionnelles (usines importantes...) ont été prises en compte forfaitairement à ce stade des études à hauteur de 50 M€ HT.

### 6.4.4 Déviations de réseaux

Un ratio similaire à celui pris pour la ligne nouvelle a été pris en compte pour les déviations de réseaux dues aux shunts.

## Aménagements de la ligne existante Bordeaux-Toulouse

## 6.5 Conclusion

Les zones d'habitat se sont étendues le long de l'infrastructure existante, les villes se sont organisées de part et d'autre de la voie. La modification du profil de la ligne engendre ainsi des impacts lourds. La création d'une ligne nouvelle recherche au maximum l'évitement des bâtis, ce qui ne peut être le cas de l'aménagement de la ligne existante.

Les études d'infrastructure et d'environnement ont permis de mettre en avant les surfaces à acquérir pour chaque scénario.

Ainsi, à ce stade, les études ont conclu sur les acquisitions suivantes :

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
<b>Foncier (nombre d'habitations)</b>	89	161	360
- dont shunt de Langon	12	12	12
- dont shunt de Port-Sainte-Marie	-	-	42
- dont shunt de Moissac	-	48	48
<b>Foncier (acquisition)</b>	137	401	664
- dont shunt de Langon	52	52	52
- dont shunt de Port-Sainte-Marie	-	-	180
- dont shunt de Moissac	-	200	200

## 7. ESTIMATION DES SCENARIOS

### 7.1 Rappel de la problématique

Dans son rapport, la commission d'enquête considère que la comparaison des coûts entre le projet de ligne nouvelle et les scénarios alternatifs d'aménagement de la ligne existante n'est pas probante, estimant notamment que « *certaines postes de l'estimation des solutions alternatives (notamment la ligne existante Bordeaux-Toulouse) ont été surévalués par le porteur du projet, notamment en ce qui concerne les "shunts" dont les coûts kilométriques sont très supérieurs à ceux de la ligne nouvelle.* »

Le présent chapitre détaille la méthodologie d'estimation appliquée aux scénarios d'aménagement de la ligne existante et montre, à l'aide de comparaison réalisée vis-à-vis des estimations de la ligne nouvelle, l'absence de biais entre les deux processus et la pertinence de l'estimation des scénarios de modernisation.

En particulier concernant les shunts, les ouvrages et tunnels conduisent à un coût supérieur au coût moyen d'une ligne nouvelle sur un linéaire important. Il n'est donc pas pertinent de le comparer avec le coût moyen de Bordeaux-Toulouse/Bordeaux-Dax, mais avec celui de courtes sections fortement ouvragées.

### 7.2 Grille d'estimation

La construction de la grille d'estimation s'est basée sur les premiers niveaux du modèle « Arc-en-Ciel » utilisé par SNCF Réseau pour les estimations de projets d'investissement. C'est ce modèle qui a également été utilisé pour estimer le projet de lignes nouvelles Bordeaux-Toulouse et Bordeaux-Dax (à un niveau plus détaillé, étant donné l'aspect bien plus approfondi des études de la ligne nouvelle).

Chaque poste est déterminé :

- soit par un pourcentage vis-à-vis du montant global des travaux (maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre) ;
- soit par un ratio kilométrique appliqué à un linéaire ;
- soit par un prix unitaire appliqué à un mètre ou un comptage (notamment pour le foncier) ;
- soit, dans quelques cas, par un montant forfaitaire déterminé à dire d'expert.

Le détail de ces prix unitaires et du mode de comptabilisation de chaque poste est détaillé dans le tableau ci-dessous.

	Poste	Unité	Prix unitaire	SAV	Périmètre
1	Etudes en phase amont	%	5%	0%	Prise en compte des coûts de maîtrise d'ouvrage par application d'un pourcentage aux coûts de Foncier - Génie Civil - Equipements Ferroviaires (SAV comprises).
2	Etudes et direction de travaux	%	9%	0%	Prise en compte des coûts de maîtrise d'œuvre par application d'un pourcentage aux coûts de Foncier - Génie Civil - Equipements Ferroviaires (SAV comprises).
3	<b>Foncier - Libération des emprises</b>				
3	Acquisitions de bâtis	u	230 000	30%	Comptage des bâtis impactés (partiellement ou totalement) par la suremprise générée par les aménagements.
	Acquisitions exceptionnelles	Ft	Cas par cas	0%	Identification particulière des bâtis exceptionnelles impactés par les aménagements.
3	Acquisitions de terrains	ha	200 000	15%	Calcul de la surface à acquérir en multipliant le linéaire de l'aménagement concerné par une surlageur type.
3	Déviations des réseaux	km.LN	350 000	0%	Application d'un ratio au linéaire d'aménagement.
4	<b>Génie civil</b>				
4	<b>Terrassements</b>				
3	Terrassement de section neuve à double voie	km.LN	5 000 000	12%	Longueur de plate-forme double-voie neuve créée pour les shunts (hors zones de raccordement, tunnel et viaduc).
3	Terrassement pour voie supplémentaire	km.VU	2 000 000	15%	Longueur de plate-forme créée pour l'ajout d'une voie supplémentaire en parallèle des voies existantes (à compter donc deux fois pour une mise à 4 voies).
3	Terrassement pour voie rippée	km.VU	2 000 000	15%	Longueur de plate-forme pour une voie créée pour la rectification d'une courbe (à compter donc deux fois pour le ripage de 2 voies).
4	Assainissement	km.LN	400 000	25%	Linéaire d'assainissement égal au linéaire de plate-forme supplémentaire créée pour les shunts, ripages et voies supplémentaires (y compris sections en tunnel et viaduc).

Poste				Unité	Prix unitaire	SAV	Périmètre	
1	2	3	4					
4	3	Ouvrages d'art courants						
4	3	2	Ponts-rail	u	500 000	15%	Décompte des ouvrages existants qu'il est nécessaires de démolir / reconstruire du fait des aménagements de la ligne existante.	
4	3	3	Ponts-route	u	410 000	15%		
4	3	5	Passerelle piétonne	u	300 000	15%		
4	3	Passages à Niveaux						
5	3		Catégorie I	u	1 454 400	10%	Décompte des passages à niveaux supprimés et rétablis en zone rurale peu contrainte.	
5	3		Catégorie II	u	2 784 000	15%	Décompte des passages à niveaux supprimés et rétablis en zone périurbaine moyennement contrainte.	
5	3		Catégorie III	u	4 480 000	25%	Décompte des passages à niveaux supprimés et rétablis en zone urbaine très contrainte.	
4	4	Ouvrages d'art non-courants						
4	4	1	Sauts de mouton et terriers	u	6 900 000	15%	Coût de génie civil (terrassment + structure) pour un ouvrage à 1 voie franchissant deux voies existantes.	
4	4	2	Viaducs	ml	38 500	12%		Coût de génie civil au mètre de viaduc créé.
4	4	4	Ecrans acoustiques	ml		20%		Montant forfaitaire par secteur issu des études acoustiques.
4	6	Ouvrages souterrains						
4	6	2	Tunnels	ml	40 000	15%	Coût de génie civil au mètre de tunnel (double voie) créé, y compris têtes de tunnel.	
4	7	Reprise d'ouvrages existants			u	Cas par cas	0%	Identification particulière des ouvrages d'art notables impactés par les aménagements de la ligne existante.
4	8	Chaussées			ml	2 800	15%	Estimation du linéaire de chaussée à reprendre du fait des suppressions de PN ou élargissements d'emprise.
4	10	Autres travaux de génie civil			Ft	18 000 000	0%	Coût d'aménagement des haltes et gares faisant l'objet d'un remaniement dans le cadre d'une mise à 3 voies / 4 voies (y compris aménagement urbain (accès, parking...)).
4	11	Aménagements environnementaux			km.LN	700 000	15%	Application d'un ratio au linéaire de plate-forme (voie unique ou double voie) créée.
5	Equipements ferroviaires							
5	3	Voie						
5	3	1	Fourniture et transport					
5	3	1	Fournitures (rail / traverse / ballast)	km.VU	420 000	5%	Linéaire de voie nouvelle créée.	
5	3	2	Pose					
5	3	2	Pose courante	km.VU	175 000	5%	Linéaire de voie nouvelle posée.	
5	3	2	(PV) Travail à proximité des voies exploitées	km.VU	120 000	15%	Ratio appliqué au linéaire de plate-forme (voie unique ou double voie) créé pour des voies supplémentaires et un ripage ainsi qu'aux travaux de reprise de dévers.	
5	3	3	Interventions sur voies existantes (jonctions)	Ft	300 000	15%	Forfait appliqué aux travaux de voie au niveau de chaque raccordement entre les nouveaux shunts et la ligne existante.	
5	3	4	Reprise des dévers	km.VU	86 957	15%	Linéaire de courbe faisant l'objet d'une reprise de dévers (rayon supérieur à la limite donc pas de ripage).	
5	3	5	Mise à l'entraxe / Ripage sur la plateforme	km.VU	800 000	15%	Linéaire de voie existante faisant l'objet d'une mise à l'entraxe, comprenant travaux de voie et impacts sur caténaire, assainissement, télécom... Correspond à l'ensemble des sections de voie passées à V220, en dehors des sections ripées (mise à l'entraxe incluse dans le ripage) ou des sections mises à 4 voies (où des voies nouvelles sont les voies rapides).	
5	4	Signalisation						
5	4	2	Signalisation en ligne					
5	3	2	Pose courante	km.VU	200 000	10%	Pose d'installations de signalisation sur les tronçons créés (mise à 3 / 4 voies, zones ripées, shunts). Signalisation type Block Automatique Lumineux.	
5	3	2	(PV) Travail près des voies exploitées	km.VU	120 000	15%	Ratio appliqué au linéaire de plate-forme (voie unique ou double voie) créé pour des voies supplémentaires et un ripage ainsi qu'aux travaux de reprise de la signalisation sur les tronçons non modifiés mais avec vitesse relevée (mise en place de la pré-annonce).	
5	3	2	Prise en compte de nouveaux itinéraires	km.VU	300 000	25%	Application d'un ratio aux linéaires de voies supplémentaires (mise à 3 / 4 voies et shunt) et non aux tronçons ripés (qui viennent se substituer aux voies existantes).	
5	3	2	Reprise de la signalisation sur tronçons ripés	km.VU	50 000	25%	Adaptation de la signalisation sur les tronçons ripés.	
5	4	3	Interventions sur voies existantes (jonctions)	Ft	1 000 000	25%	Forfait appliqué aux travaux de signalisation au niveau de chaque raccordement entre les nouveaux shunts et la ligne existante.	
5	5	Télécom						
5	5	2	Installations Télécom	km.VU	100 000	10%	Linéaire d'installations télécom créé sur les voies supplémentaires (mise à 3 / 4 voies et shunts) et sur les sections ripées.	
5	5	3	Interventions sur voies existantes (jonctions)	Ft	300 000	15%	Forfait appliqué aux travaux de télécom au niveau de chaque raccordement entre les nouveaux shunts et la ligne existante.	
5	6	Energie de traction						
5	6	2	Energie de traction en ligne					
4	6	2	1	Sous-stations	Ft	Cas par cas	Identification à dire d'expert des renforcements à apporter aux installations actuelles d'alimentation électrique.	
4	6	2	3	Caténaires				
4	6	2	3	Pose courante	km.VU	300 000	5%	Pose d'installations caténaires sur les tronçons créés (mise à 3 / 4 voies, zones ripées, shunts).
4	6	2	3	(PV) Travail près des voies exploitées	km.VU	120 000	15%	Ratio appliqué au linéaire de plate-forme (voie unique ou double voie) créé pour des voies supplémentaires et un ripage ainsi qu'aux travaux de reprise de dévers.
5	6	3	Interventions sur voies existantes (jonctions)	Ft	700 000	15%	Forfait appliqué aux travaux caténaires au niveau de chaque raccordement entre les nouveaux shunts et la ligne existante.	
6	Travaux sur lignes existantes (report)							Ligne non-utilisée dans le cadre de cette estimation.

### 7.3 Actualisation des prix

L'estimation des scénarios d'aménagement de la ligne existante a été établie aux Conditions Economiques de janvier 2013. La dernière estimation du projet de ligne nouvelle GPSO a quant à elle été établie aux Conditions Economiques d'août 2013. Entre ces deux horizons, l'évolution des indices d'actualisation a été la suivante :

- indice « Ingénierie » (appliqué aux postes de maîtrise d'ouvrage et de maîtrise d'œuvre) : + 0.11% ;
- indice TP 01 (appliqué aux postes Foncier et Génie-Civil) : - 0.38% ;
- indice VF 01 (appliqué aux postes Equipements Ferroviaires) : + 0.24%.

Le cumul de ces variations conduit à une évolution de - 0.2% entre janvier et août 2013, soit une très faible variation. Pour des questions de simplicité, les ratios aux C.E. de janvier 2013 sont conservés dans la suite du document.

### 7.4 Evolution des estimations

Par rapport à l'estimation réalisée en 2013-2014 et dont les montants totaux avaient été présentés dans le dossier d'enquête publique, plusieurs évolutions et corrections ont été apportées. Il s'agit des évolutions suivantes :

- correction d'un double-compte pour le terrassement des shunts : dans le chiffrage des shunts, le poste « 3.1. Terrassement section neuve à double voie » avait été valorisé sur la totalité du linéaire des shunts, y compris sur les zones prévues en tunnel ou viaduc. Il y avait donc un double-compte sur ces zones entre le prix de terrassement et le prix de tunnel ou de viaduc. Ce double-compte a été corrigé, par réduction des linéaires affectés à ce prix de terrassement ce qui génère les diminutions suivantes du montant total net (y compris SAV, MOE, MOA et PR<sup>2</sup>) :
  - 27 M€ sur le shunt de Langon ;
  - 40 M€ sur le shunt de Port-Sainte-Marie ;
  - 76 M€ sur le shunt de Moissac.
- homogénéisation des travaux ferroviaires : d'un secteur à l'autre, quelques écarts apparaissaient vis-à-vis de la répercussion des différents travaux prévus (rectification de courbes, reprises des entraxes, création de voies...) dans les différents postes de l'estimation, et notamment dans l'application des plus-values liées aux travaux sous exploitation ;
- ajustement des linéaires en lien avec le travail de calage des PK de début et de fin de chaque aménagement ;
- mise en cohérence du chiffrage des suppressions / rétablissements de PN avec les chiffres annoncés concernant les PN.

Par ailleurs, l'estimation des shunts présentée en 2014 regroupait l'estimation des shunts eux-mêmes avec celles des aménagements de la ligne existante réalisés en amont et en aval. L'extraction du coût des shunts seuls avait été réalisée au moyen de clés de répartition. Certaines de ces clés de répartition ont dû être légèrement revues en parallèle du travail de consolidation de l'estimation.

---

<sup>2</sup> SAV : Sommes à Valoir, destinées à couvrir les incertitudes liées au niveau de précision des études

PR : Provision pour Risques, permettant de couvrir les aléas futurs du projet.

MOE et MOA : frais de Maitrise d'OEuvre et Maitrise d'OuvrAge, intégrés dans l'estimation sous la forme d'un pourcentage global du coût des travaux

L'estimation consolidée aboutit aux montants totaux suivants :

	Rapport 2014	Rapport 2015	Ecart	Evolution
<b>Scénario Capacité</b>	1 930 M€	1 902 M€	- 28 M€	- 1.5%
<b>Scénario Optimisé</b>	3 540 M€	3 560 M€	+ 20 M€	+ 0.6%
<b>Scénario Temps de Parcours</b>	4 444 M€	4 488 M€	+ 44 M€	+ 1.0%

Concernant les shunts, on aboutit aux montants suivants :

	Rapport 2014	Rapport 2015	Ecart	Evolution
<b>Shunt Langon</b>	347 M€	323 M€	- 24 M€	- 6.9%
<b>Shunt Port-Sainte-Marie</b>	702 M€	698 M€	- 4 M€	- 0.6%
<b>Shunt Moissac</b>	1 104 M€	1 079 M€	- 25 M€	- 2.3%

Les écarts restent limités et ne modifient pas les commentaires figurant dans le dossier d'enquête publique.

Le coût des shunts représente 17 % du coût pour le scénario 1 (Langon), 39 % pour le scénario 2 (Langon et Moissac), 47 % pour le scénario 3 (Langon, Moissac et Port-Sainte-Marie).

Le détail des estimations de chaque scénario (avec la distinction entre les montants relevant des shunts et ceux associés aux aménagements de la ligne existante) est fourni dans le tableau de la page suivante.

## Estimations des coûts d'investissement des scénarios de modernisation de la ligne Bordeaux-Toulouse (CE janvier 2013)

Poste				SCÉNARIO "PRIORITÉ CAPACITÉ"			SCÉNARIO "OPTIMISÉ"			SCÉNARIO "PRIORITÉ TEMPS DE PARCOURS"		
1	2	3	4	Aménagement LE	Shunt	TOTAL	Aménagement LE	Shunt	TOTAL	Aménagement LE	Shunt	TOTAL
1				57 701 514 €	11 816 370 €	69 517 884 €	78 862 630 €	51 259 233 €	130 121 863 €	87 278 959 €	76 767 958 €	164 046 916 €
2				103 862 726 €	21 269 466 €	125 132 192 €	141 952 735 €	92 266 619 €	234 219 353 €	157 102 126 €	138 182 324 €	295 284 450 €
3				51 750 700 €	17 276 000 €	69 026 700 €	87 136 800 €	136 663 000 €	223 799 800 €	162 810 000 €	197 511 000 €	360 321 000 €
4				871 294 290 €	196 456 000 €	1 067 750 290 €	1 150 529 865 €	779 843 500 €	1 930 373 365 €	1 220 772 930 €	1 154 600 500 €	2 375 373 430 €
4	1			129 508 400 €	9 520 000 €	139 028 400 €	215 041 400 €	90 720 000 €	305 761 400 €	289 850 600 €	178 640 000 €	468 490 600 €
4	2			14 077 000 €	2 600 000 €	16 677 000 €	24 104 500 €	14 850 000 €	38 954 500 €	33 493 000 €	25 350 000 €	58 843 000 €
4	3			304 167 100 €	5 600 000 €	309 767 100 €	461 767 900 €	5 600 000 €	467 367 900 €	444 749 780 €	5 600 000 €	450 349 780 €
4	4			243 009 000 €	174 550 000 €	417 559 000 €	236 419 000 €	644 765 000 €	881 184 000 €	164 537 000 €	733 997 000 €	898 534 000 €
4	4	1		7 935 000 €	15 870 000 €	23 805 000 €	7 935 000 €	31 740 000 €	39 675 000 €	7 935 000 €	47 610 000 €	55 545 000 €
4	4	2		0 €	150 920 000 €	150 920 000 €	51 744 000 €	582 120 000 €	633 864 000 €	0 €	651 112 000 €	651 112 000 €
4	4	4		235 074 000 €	7 760 000 €	242 834 000 €	176 740 000 €	30 905 000 €	207 645 000 €	156 602 000 €	35 275 000 €	191 877 000 €
4	6			0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	170 200 000 €	170 200 000 €
4	7			27 100 000 €	0 €	27 100 000 €	22 400 000 €	0 €	22 400 000 €	23 400 000 €	0 €	23 400 000 €
4	8			4 768 820 €	0 €	4 768 820 €	7 988 820 €	0 €	7 988 820 €	12 818 820 €	0 €	12 818 820 €
4	10			126 000 000 €	0 €	126 000 000 €	144 000 000 €	0 €	144 000 000 €	198 000 000 €	0 €	198 000 000 €
4	11			22 663 970 €	4 186 000 €	26 849 970 €	38 808 245 €	23 908 500 €	62 716 745 €	53 923 730 €	40 813 500 €	94 737 230 €
5				230 985 299 €	22 595 400 €	253 580 699 €	339 585 942 €	108 678 150 €	448 264 092 €	361 996 249 €	183 247 650 €	545 243 899 €
5	3			143 380 635 €	7 187 400 €	150 568 035 €	203 700 148 €	38 490 150 €	242 190 298 €	181 414 673 €	65 419 650 €	246 834 323 €
5	4			38 638 512 €	8 688 000 €	47 326 512 €	52 105 302 €	40 343 000 €	92 448 302 €	66 628 158 €	67 833 000 €	134 461 158 €
5	5			6 538 880 €	1 834 000 €	8 372 880 €	10 950 980 €	7 914 000 €	18 864 980 €	14 207 420 €	13 224 000 €	27 431 420 €
5	6			42 427 272 €	4 886 000 €	47 313 272 €	72 829 512 €	21 931 000 €	94 760 512 €	99 745 998 €	36 771 000 €	136 516 998 €
<b>TOTAL BRUT</b>				<b>1 315 594 529 €</b>	<b>269 413 236 €</b>	<b>1 585 007 765 €</b>	<b>1 798 067 971 €</b>	<b>1 168 710 501 €</b>	<b>2 966 778 472 €</b>	<b>1 989 960 263 €</b>	<b>1 750 309 431 €</b>	<b>3 740 269 694 €</b>
<b>PROVISION POUR RISQUES (20%)</b>				<b>263 118 906 €</b>	<b>53 882 647 €</b>	<b>317 001 553 €</b>	<b>359 613 594 €</b>	<b>233 742 100 €</b>	<b>593 355 694 €</b>	<b>397 992 053 €</b>	<b>350 061 886 €</b>	<b>748 053 939 €</b>
<b>TOTAL NET</b>				<b>1 578 713 435 €</b>	<b>323 295 883 €</b>	<b>1 902 009 319 €</b>	<b>2 157 681 566 €</b>	<b>1 402 452 601 €</b>	<b>3 560 134 167 €</b>	<b>2 387 952 316 €</b>	<b>2 100 371 317 €</b>	<b>4 488 323 633 €</b>

## 7.5 Comparaison de l'estimation des shunts avec la ligne nouvelle GPSO

### 7.5.1 Principes

Afin d'évaluer l'incidence des ratios et coûts unitaires appliqués dans l'étude de 2013-2014 sur le coût global des différents shunts, il a été procédé à un exercice de chiffrage comparatif des trois shunts, selon deux grilles d'estimation :

- la grille utilisée lors de l'étude de 2013-2014 de la Ligne Existante, désignée par la suite « grille LE » ;
- la grille constituée des ratios kilométriques et macro-prix retenus pour le chiffrage de la Ligne Nouvelle, tronçon Sud-Gironde – Toulouse, désignée par la suite « grille LN ».

Les tableaux ci-dessous présentent :

- l'estimation selon la grille « LE » ;
- l'estimation selon la grille « LN » ;
- la présentation, pour chaque poste, des écarts induits entre ces deux estimations.

Pour cet exercice, les mêmes taux de maîtrise d'ouvrage (5%) et de maîtrise d'œuvre (9%) ont été retenus, alignés sur l'estimation « LE ». De même, une provision pour risques de 20% (valeur retenue compte tenu du niveau d'étude) a été appliquée aux deux estimations pour comparer les coûts totaux nets.

**Estimation des shunts avec prix unitaires « LE » et « LN » (CE janvier 2013)**

1	2	3	4	Poste	Unité	Prix unitaire	SAV	Shunt de Langon		Shunt de Port-Sainte-Marie		Shunt de Moissac		TOTAL																	
								Quantitatif	Coût brut	Quantitatif	Coût brut	Quantitatif	Coût brut	Quantitatif	Coût brut																
<b>RATIOS "LE"</b>																1	Etudes en phase amont	%	5%	0%			11 816 370 €		25 508 725 €		39 442 863 €			76 767 958 €	
																2	Etudes et direction de travaux	%	9%	0%			21 269 466 €		45 915 705 €		70 997 153 €			138 182 324 €	
																3	Foncier - Libération des emprises							17 276 000 €		60 848 000 €		119 387 000 €			197 511 000 €
																4	Génie civil							196 456 000 €		374 757 000 €		583 387 500 €			1 154 600 500 €
																4	1	Terrassements		5 000 000	12%	1.7	9 520 000 €	15.7	87 920 000 €	14.5	81 200 000 €	31.9	178 640 000 €		
																4	2	Assainissement	km.LN	400 000	25%	5.2	2 600 000 €	21	10 500 000 €	24.5	12 250 000 €	50.7	25 350 000 €		
																4	3	Ouvrages d'art courants		Cas par cas	25%		5 600 000 €		0 €		0 €	0	5 600 000 €		
																4	4	Ouvrages d'art non-courants					174 550 000 €		89 232 000 €		470 215 000 €		733 997 000 €		
																4	4	1	Sauts de mouton et terriers	u	6 900 000	15%	2	15 870 000 €	2	15 870 000 €	2	15 870 000 €	6	47 610 000 €	
																4	4	2	Viaducs	ml	38 500	12%	3500	150 920 000 €	1600	68 992 000 €	10000	431 200 000 €	15100	651 112 000 €	
4	4	4	Ecrans acoustiques	ml	Cas par cas	20%	-	7 760 000 €	-	4 370 000 €	-	23 145 000 €		35 275 000 €																	
4	6	Ouvrages souterrains					0 €		170 200 000 €		0 €		170 200 000 €																		
4	11	Aménagements environnementaux	km.LN	700 000	15%	5.2	4 186 000 €	21	16 905 000 €	24.5	19 722 500 €	50.7	40 813 500 €																		
5	Equipements ferroviaires						22 595 400 €		74 569 500 €		86 082 750 €		183 247 650 €																		
5	3	Voie					7 187 400 €		26 929 500 €		31 302 750 €		65 419 650 €																		
5	4	Signalisation					8 688 000 €		27 490 000 €		31 655 000 €		67 833 000 €																		
5	5	Télécom					1 834 000 €		5 310 000 €		6 080 000 €		13 224 000 €																		
5	6	Energie de traction					4 886 000 €		14 840 000 €		17 045 000 €		36 771 000 €																		
6	Travaux sur lignes existantes (report)												0 €																		
TOTAL BRUT								269 413 236 €	581 598 930 €	899 297 265 €	1 750 309 431 €																				
PROVISION POUR RISQUES 20%								53 882 647 €	116 319 786 €	179 859 453 €	350 061 886 €																				
TOTAL NET								323 295 883 €	697 918 716 €	1 079 156 718 €	2 100 371 317 €																				
<b>RATIOS "LN"</b>																1	Etudes en phase amont	%	5%	0%			11 692 949 €		27 008 895 €		38 796 005 €			77 497 849 €	
																2	Etudes et direction de travaux	%	9%	0%			21 047 308 €		48 616 011 €		69 832 809 €			139 496 128 €	
																3	Foncier - Libération des emprises							6 842 680 €		24 680 400 €		78 304 600 €			109 827 680 €
																4	Génie civil							208 761 100 €		455 751 500 €		628 678 500 €			1 293 191 100 €
																4	1	Terrassements		4 455 000	0%	1.7	7 573 500 €	15.7	69 943 500 €	14.5	64 597 500 €	31.9	142 114 500 €		
																4	2	Assainissement	km.LN	455 000	0%	5.2	2 366 000 €	21	9 555 000 €	24.5	11 147 500 €	50.7	23 068 500 €		
																4	3	Ouvrages d'art courants	km.LN	1 260 000	0%	5.2	6 552 000 €	21	26 460 000 €	24.5	30 870 000 €	50.7	63 882 000 €		
																4	4	Ouvrages d'art non-courants					188 354 000 €		101 990 000 €		503 615 000 €		793 959 000 €		
																4	4	1	Sauts de mouton et terriers	u	10 000 000	0%	2	20 000 000 €	2	20 000 000 €	2	20 000 000 €	6	60 000 000 €	
																4	4	2	Viaducs	ml	47 700	0%	3500	166 950 000 €	1600	76 320 000 €	10000	477 000 000 €	15100	720 270 000 €	
4	4	4	Ecrans acoustiques	km.LN	270 000	0%	5.2	1 404 000 €	21	5 670 000 €	24.5	6 615 000 €		13 689 000 €																	
4	6	Ouvrages souterrains					0 €		231 990 000 €		0 €		231 990 000 €																		
4	11	Aménagements environnementaux	km.LN	753 000	0%	5.2	3 915 600 €	21	15 813 000 €	24.5	18 448 500 €	50.7	38 177 100 €																		
5	Equipements ferroviaires						18 255 200 €		59 746 000 €		68 937 000 €		146 938 200 €																		
5	3	Voie					7 100 000 €		26 850 000 €		31 225 000 €		65 175 000 €																		
5	4	Signalisation					4 756 000 €		13 130 000 €		14 985 000 €		32 871 000 €																		
5	5	Télécom					1 879 200 €		5 766 000 €		6 627 000 €		14 272 000 €																		
5	6	Energie de traction					4 520 000 €		14 000 000 €		16 100 000 €		34 620 000 €																		
6	Travaux sur lignes existantes (report)												0 €																		
TOTAL BRUT								266 599 237 €	615 802 806 €	884 548 914 €	1 766 950 957 €																				
PROVISION POUR RISQUES 20%								53 319 847 €	123 160 561 €	176 909 783 €	353 390 191 €																				
TOTAL NET								319 919 085 €	738 963 367 €	1 061 458 697 €	2 120 341 149 €																				

## 7.5.2 Analyse des écarts

Le tableau ci-dessous présente, pour chacun des postes présentés dans les tableaux de la page précédente, la différence entre les coûts totaux obtenus sur les trois shunts avec l'application des ratios « LE » et « LN » (aux conditions économiques de janvier 2013).

Poste				TOTAL "GRILLE LE"	TOTAL "GRILLE LN"	COMPARATIF "LN - LE"
1	2	3	4	Coût brut	Coût brut	Coût brut
1	Etudes en phase amont			76 767 958 €	77 497 849 €	+ 729 892 €
2	Etudes et direction de travaux			138 182 324 €	139 496 128 €	+ 1 313 805 €
3	Foncier - Libération des emprises			197 511 000 €	109 827 680 €	- 87 683 320 €
4	Génie civil			1 154 600 500 €	1 293 191 100 €	+ 138 590 600 €
4	1	Terrassements		178 640 000 €	142 114 500 €	- 36 525 500 €
4	2	Assainissement		25 350 000 €	23 068 500 €	- 2 281 500 €
4	3	Ouvrages d'art courants		5 600 000 €	63 882 000 €	+ 58 282 000 €
4	4	Ouvrages d'art non-courants		733 997 000 €	793 959 000 €	+ 59 962 000 €
4	4	1	Sauts de mouton et terriers	47 610 000 €	60 000 000 €	+ 12 390 000 €
4	4	2	Viaducs	651 112 000 €	720 270 000 €	+ 69 158 000 €
4	4	4	Ecrans acoustiques	35 275 000 €	13 689 000 €	- 21 586 000 €
4	6	Ouvrages souterrains		170 200 000 €	231 990 000 €	+ 61 790 000 €
4	11	Aménagements environnementaux		40 813 500 €	38 177 100 €	- 2 636 400 €
5	Equipements ferroviaires			183 247 650 €	146 938 200 €	- 36 309 450 €
5	3	Voie		65 419 650 €	65 175 000 €	- 244 650 €
5	4	Signalisation		67 833 000 €	32 871 000 €	- 34 962 000 €
5	5	Télécom		13 224 000 €	14 272 200 €	+ 1 048 200 €
5	6	Energie de traction		36 771 000 €	34 620 000 €	- 2 151 000 €
6	Travaux sur lignes existantes (report)			0 €	0 €	+ 0 €
<b>TOTAL BRUT</b>				<b>1 750 309 431 €</b>	<b>1 766 950 957 €</b>	<b>+ 16 641 526 €</b>
<b>PROVISION POUR RISQUES</b>				<b>350 061 886 €</b>	<b>353 390 191 €</b>	<b>+ 3 328 305 €</b>
<b>TOTAL NET</b>				<b>2 100 371 317 €</b>	<b>2 120 341 149 €</b>	<b>+ 19 969 831 €</b>

### 7.5.2.1 Résultat global

Le premier enseignement de cette comparaison du coût des shunts avec l'application de différents ratios est l'équivalence des estimations à laquelle les calculs aboutissent (1% de différence par rapport au coût total des 3 shunts). Derrière ce résultat total, on constate cependant des variations entre les deux estimations, dans un sens ou dans l'autre, selon le poste considéré.

### 7.5.2.2 Foncier

Par rapport aux ratios « LN » constatés sur la section de ligne nouvelle Sud-Gironde – Toulouse, les coûts de foncier appliqués dans la grille « LE » sont nettement supérieurs. Cela découle de l'application aux chiffrages des shunts, de ratios plus élevés retenus pour le chiffrage des acquisitions de biens non-bâti le long de la ligne existante. A noter que si les ratios LN avaient été appliqués, l'impact sur l'estimation serait de -88 M€, soit 4,5% de l'estimation globale, les commentaires ci-dessus n'étant pas modifiés.

Dans un souci de cohérence, les 50 M€ d'acquisition exceptionnelle du shunt de Moissac (impact sur une zone d'activités à Castelsarrasin) ont été repris à l'identique dans l'estimation « LN ». Cet impact est lié au tracé de la variante retenue pour le chiffrage de ce shunt. Des adaptations de tracé permettant d'éviter cette zone d'activités pourraient être envisagées, mais ils génèreraient alors des surcoûts du même ordre de grandeur, liés notamment au franchissement de l'autoroute dans une zone d'échangeurs.

### 7.5.2.3 Génie-Civil

Sur les différents postes de Génie Civil, les coûts moyens utilisés dans la grille « LN » sont plus élevés et leur application conduirait à un renchérissement de cette rubrique, par rapport à l'estimation « LE ». Les coûts d'ouvrage plus faibles montrent la prise en compte, dans l'estimation « LE », d'un dimensionnement plus modeste des viaducs et tunnels pour des shunts circulés à 220 km/h, par rapport à ceux conçus sur la ligne à grande vitesse.

## **Terrassements**

Le coût de terrassement utilisé dans la grille « LE » pour l'estimation des sections courantes de ligne nouvelle (cas des shunts) est plus élevé de 14% par rapport au ratio kilométrique auquel aboutit l'estimation « LN ». Cet écart s'explique notamment par :

- l'insertion des shunts dans des zones contraintes du point de vue du relief (notamment le shunt de Port-Sainte-Marie, dont le profil en long conduit à de forts déblais) ;
- le linéaire des shunts qui est très inférieur au linéaire global de GPSO, et leur discontinuité, réduisant notablement les opportunités de transfert et d'équilibrage des matériaux ;
- l'intégration dans ce ratio d'une provision couvrant la mise en œuvre d'ouvrages d'art courants (poste distinct dans l'estimation « LN »).

## **Viaducs**

Le ratio kilométrique appliqué au chiffrage des viaducs des shunts est inférieur à celui constaté sur la ligne nouvelle. Cet écart s'explique notamment par la différence de vitesse entre la ligne nouvelle (conception à V350) et les shunts (V220), qui génère une différence de l'ordre d'un mètre dans la largeur des tabliers (hypothèse 12.6 m de large pour la ligne nouvelle GPSO, 11.5 pour les viaducs des shunts).

## **Tunnels**

La différence de vitesse joue également sur les ratios des tunnels. Les sections d'air plus réduites appliquées au tunnel des shunts ont conduit à l'adoption de ratios plus faibles pour les tunnels implantés sur le shunt de Port-Sainte-Marie, par rapport à ceux chiffrés dans le cadre de la ligne nouvelle.

### **7.5.2.4 Equipements ferroviaires**

Selon les postes concernés, des écarts variables sont constatés. Ainsi, pour la fourniture et la pose de voie ferrée, les deux ratios sont très proches. En revanche, des différences plus nettes apparaissent au niveau des postes Signalisation et Caténaire.

Cela s'explique notamment par la répercussion, dans les ratios appliqués dans le cadre de l'étude de la ligne existante, du caractère « court » des aménagements étudiés, alors que les prix unitaires appliqués au chiffrage de la ligne nouvelle ont intégré leur mise en œuvre sur de très grands linéaires de section courante (avec des équipements de nature différente pour la signalisation notamment, et un nombre plus important d'intégration dans les postes existants).

### **7.5.3 Conclusion générale de la comparaison**

De façon générale, la comparaison par rubrique révèle certains écarts, étant donnés les différents paramètres qui varient d'un projet à un autre.

L'équivalence entre les chiffrages globaux issus des deux grilles démontre néanmoins l'absence de surévaluation de l'estimation réalisée en 2013-2014.

## 8. SYNTHÈSE

Faisant suite au rapport et conclusions de mars 2015 de la commission d'enquête relative au projet de ligne Bordeaux-Toulouse/Bordeaux-Dax, la note rappelle les principaux éléments des études menées entre 2012 et 2014 concernant l'alternative modernisation de la ligne existante Bordeaux-Toulouse (en apportant si nécessaire quelques mises à jour ou rectifications mineures).

Dans le cadre de ces études, qui actualisaient et approfondissaient les réflexions antérieures, menées notamment à l'occasion du débat public, trois scénarios contrastés de modernisation de la ligne avaient été examinés. Les conclusions figuraient dans le dossier d'enquête publique (Pièce D – Notice explicative chapitre 1.3.8).

La note reprend :

- l'exposé de la méthodologie d'élaboration des scénarios, construits de manière à répondre, de manière plus ou moins complète selon leur ambition, aux enjeux de temps de parcours et de capacité ;
- la présentation du processus de recherche de variantes et de comparaison qui avait conduit au choix des tracés présentés pour les shunts ;
- l'évaluation des impacts et la problématique des passages à niveau (concernant ces derniers, la politique nationale, rappelée au § 5.3.2, conduit logiquement à compter le coût de leur suppression systématique dans l'estimation des scénarios).

Elle montre par ailleurs que les estimations retenues pour ces shunts (situés dans des secteurs contraints – Langon, Port-Sainte-Marie, Moissac, nécessitant de nombreux ouvrages) sont bien en cohérence avec les estimations retenues pour les lignes nouvelles Bordeaux-Toulouse/Bordeaux-Dax, établies elles-mêmes en tenant compte des retours d'expérience sur d'autres grands projets et des spécificités du projet.

Ces différents éléments illustrent ainsi le fait que ces études ont bien été menées avec la préoccupation d'apporter au débat, de manière objective et réaliste, des éléments de comparaison avec l'option de réalisation d'une ligne nouvelle.