



LIGNE A GRANDE VITESSE POITIERS-LIMOGES

DOSSIER DE FIN D'ETAPE 1

Pièce Technique A9 – Conception et exploitation de la voie unique

Avertissement

Les résultats sur les longueurs et les positions des sections à doubles voies sont donnés à titre provisoire. Ils évolueront en étape 2 pour s'adapter aux contraintes de cadencement des horaires et au choix et à la configuration des raccordements aux lignes classiques retenus.

Sommaire

1. Contexte	4
2. Hypothèses.....	4
3. Dimensionnement et stabilité horaire.....	4
3.1. Retards peu importants	4
3.2. Retards plus importants	5
3.2.1. Points durs de l'exploitation	5
3.2.2. Définition des objectifs généraux	5
3.2.3. Traduction des objectifs en schéma d'exploitation	5
3.2.4. Dimensionnement des équipements.....	6
4. Grille horaire	10
4. Grille horaire	10
4.1. Double voie aux extrémités.....	10
4.2. Variante double-voie centrale	10
4.3. Incidence sur la planification des correspondances.....	10
4.3.1. Double voie aux extrémités.....	10
4.3.2. Double voie centrale	11
5. Capacité de la ligne	11
5.1.1. L'offre de sièges possible sur la LGV	11
5.1.2. La demande de déplacements à moyen et long termes.....	11
5.1.3. Quelles contraintes en heure de pointe ?	11
5.1.4. Impact de la circulation de deux trains en batterie	12
6. Vitesses d'exploitation et temps de parcours.....	13
7. Robustesse d'exploitation	13
7.1. Exemples de cas de rupture d'exploitation	13
7.1.1. Avarie de matériel roulant	13
7.1.2. Aiguillage hors d'usage	14
7.1.3. Reprise du trafic	14
7.2. Mise à disponibilité de la ligne pour la maintenance et les travaux	15
7.2.1. Opérations de maintenance.....	15
7.2.2. Travaux	15
8. Synthèse.....	16

1. Contexte

Le projet présenté au débat public prévoyait le recours à des sections de voie unique. A été actée, par la décision du Conseil d'Administration de Réseau ferré de France du 8 mars 2007, la possibilité de recourir à « des sections de voie unique ». Cette décision avait pour but d'optimiser le projet, compte tenu du nombre de trains envisagé.

Le surcoût d'investissement pour une section en double voie est habituellement d'environ 25 % par rapport à une section à voie unique. Une utilisation optimisée de sections de voie unique peut donc permettre de faire des économies substantielles sur le coût d'investissement total.

2. Hypothèses

Dans l'attente de fixer les vitesses de référence du projet, et dans le besoin d'analyser son mode d'exploitation et la robustesse de son exploitation, les hypothèses suivantes ont été adoptées :

- Ligne nouvelle de 115 km,
- Ligne classique à double voie utilisée pour les raccordements de 5 km de chaque côté de la ligne nouvelle,
- La vitesse en ligne n'étant pas encore déterminée, un temps de parcours de 35 min entre Poitiers et Limoges est considéré.

Les premières indications issues des études de recherche de ZPP¹ indiquent que le linéaire de ligne nouvelle pourrait être compris entre 105 et 115 km. Les conclusions de cette pièce sont donc générales et devront être adaptées à la ZPP retenue et au linéaire correspondant.

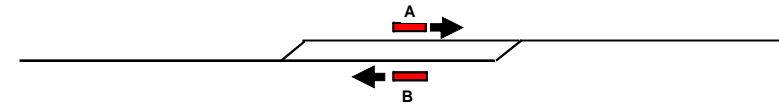
Cependant, plus le linéaire de ligne nouvelle est court, meilleures sont les conditions pour mettre en œuvre la voie unique. Les conclusions de cette pièce restent donc pertinentes en considérant un linéaire de 115 km.

3. Dimensionnement et stabilité horaire

La LGV Poitiers-Limoges étant planifiée avec un recours à une voie unique, cela implique la prise en compte de paramètres spécifiques quant à la flexibilité d'exploitation, la stabilité horaire et la robustesse d'exploitation.

En exploitation à voie unique, les circulations ne peuvent se croiser que dans des lieux spécifiquement aménagés (tronçon de double voie ou voie d'évitement). Les trains de sens contraire ont donc des points de rendez-vous horaires en ces lieux.

L'aménagement nominal retenu pour la LGV Poitiers-Limoges est le tronçon de double voie. Ces tronçons sont dimensionnés pour obtenir des croisements sans réduction de vitesse des trains : on parle alors de **croisement dynamique**.



Lors de la conception horaire, le croisement des trains est planifié selon le positionnement de la double voie. L'infrastructure impose donc l'horaire des trains.

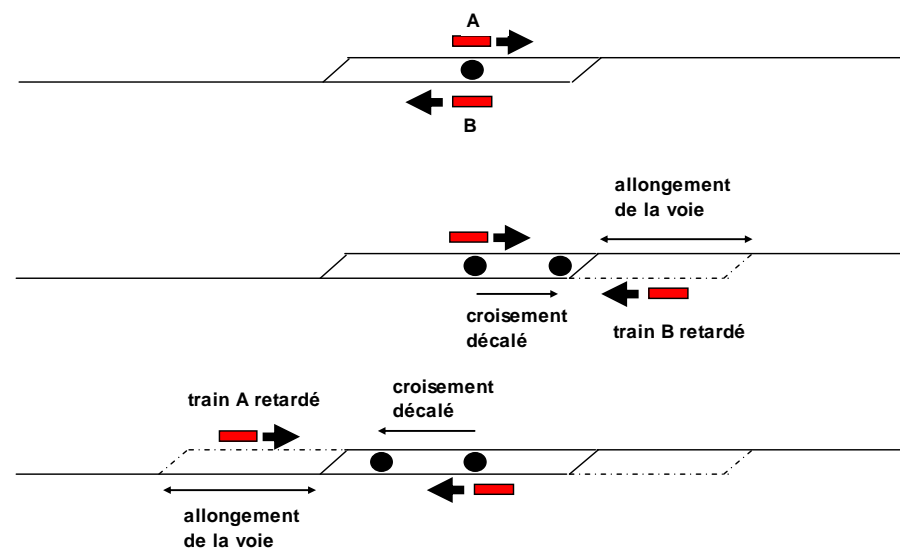
Afin de permettre une certaine flexibilité horaire, l'infrastructure, est dimensionnée pour une plage de croisement élargie.

Ceci permet de faire face, dans une certaine mesure, aux remaniements futurs de la grille horaire et aux aléas d'exploitation.

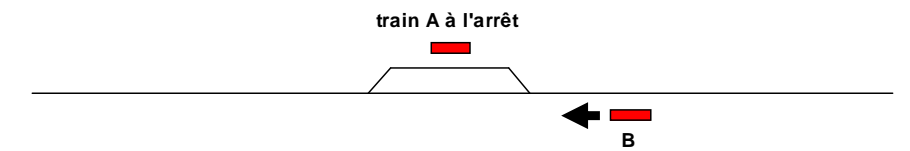
Le dimensionnement de la voie unique et sa configuration doit prendre en compte la notion de rendez-vous horaire. En effet, lorsqu'un train est en retard il peut alors manquer ce rendez-vous et provoquer des problèmes d'exploitation. Ces retards doivent donc être gérés.

Les retards sont traités de deux façons selon leur importance :

- Pour les retards mineurs inférieurs à 10 minutes (environ 70 % des retards), l'infrastructure est dimensionnée pour absorber les circulations sans provoquer de retard supplémentaire. Pour cela, il suffit d'intégrer les retards dans le dimensionnement des tronçons de double-voie, comme explicité sur le schéma suivant.



- Pour les retards supérieurs à 10 minutes, des voies d'évitement statiques (d'environ 2 km) sont placées le long de la voie unique. Celles-ci permettent au train en retard d'avancer par paliers et de limiter la prise de retard supplémentaire.



3.1. Retards peu importants

Les retards mineurs inférieurs à 10 minutes ne doivent pas provoquer de difficultés d'exploitation et pouvoir être gérés sans que les trains marquent d'arrêt ou que le train en retard ne gêne le train croiseur. La ligne présente ainsi des caractéristiques similaires à celles de la double voie.

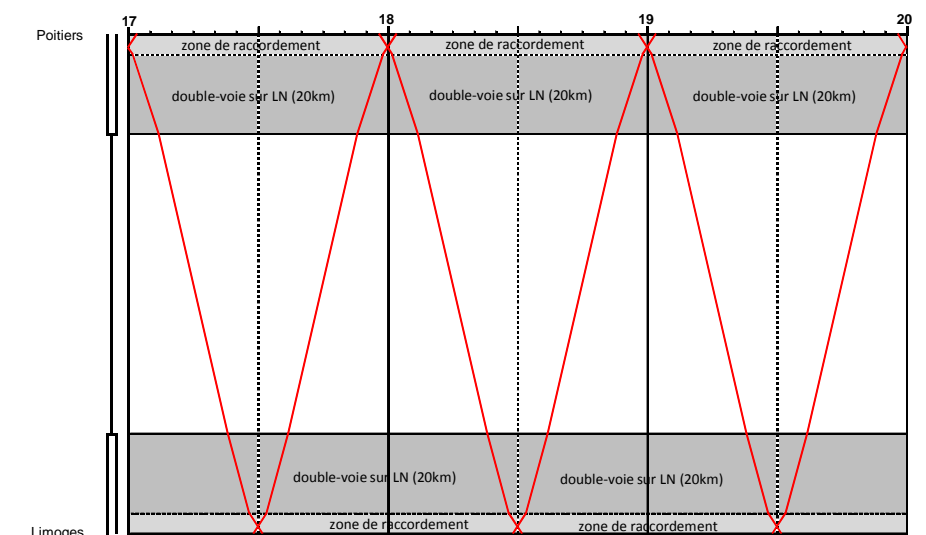
L'implantation de la double voie varie selon la position des croisements des trains dans le graphique horaire. La grille horaire n'étant pas encore définie, des hypothèses d'étude ont été prises :

- Le croisement des trains peut être planifié aux extrémités de la ligne nouvelle, sur la ligne classique utilisée pour les raccordements².

Dans cette configuration, les études montrent que 20 km de double voie à chaque extrémité suffisent (sur un linéaire de ligne nouvelle de 115 km) pour gérer des retards de 10 minutes dans les deux sens.

Une partie des retards est gérée sur la double-voie de la ligne classique déjà existante, l'autre partie est gérée sur la ligne nouvelle.

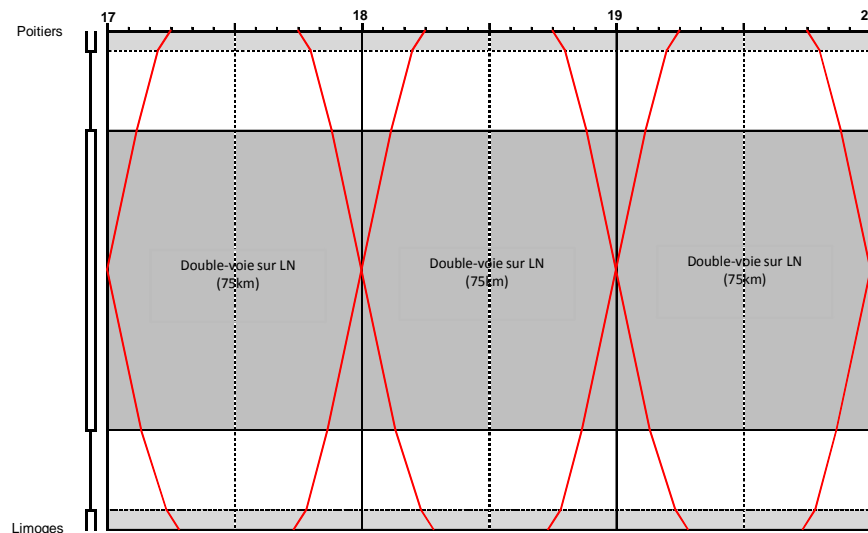
Cette configuration d'infrastructure implique des départs décalés de 30 min à Poitiers et à Limoges comme illustré sur le schéma ci-après.



¹ Zone de Passage Préférentielle

² Nécessite que les lignes classiques auxquelles se raccorde la LN soient à double-voie.

- Le croisement des trains peut également être planifié directement sur la Ligne Nouvelle. Dans le cas d'une vitesse en ligne de 320 km/h, le besoin en double voie est estimé à 75 km, ce qui a un impact conséquent sur les coûts d'investissement. En effet, non seulement la totalité de la double voie utile au croisement est à construire, mais la vitesse plus élevée des trains implique le besoin d'un linéaire de double voie plus important. Le surcoût peut être estimé à 10 % par rapport à la configuration précédente.



Comparatif de besoin de double voie à construire sur la ligne nouvelle

Localisation des croisements de train	Aux extrémités	Au centre
Besoin de double voie sur la ligne nouvelle	40 km	75 km

La position et la longueur des voies doubles dépendent de la longueur de la Ligne Nouvelle et de la grille horaire. Elle sera donc affinée une fois ces éléments validés.

3.2. Retards plus importants

Pour les retards supérieurs à 10 minutes, un mode d'exploitation spécifique et opérationnel doit être mis en place. Celui-ci doit permettre de gérer les retards du train en limitant les prises de retard supplémentaires.

En fonction des objectifs de stabilité horaire, des voies d'évitement statiques sont mises en place le long de la voie unique. Le train en retard peut alors s'engager sur la voie unique puis marquer un arrêt sur une voie d'évitement pour croisement avec le train en sens contraire. Ceci lui permet ainsi d'avancer par palier et de limiter la prise de retard.

3.2.1. Points durs de l'exploitation

Les trois points critiques pour l'exploitation de la LGV Poitiers-Limoges sont clairement identifiables :

- L'insertion des sillons sur la LGV SEA,
- La problématique du couplage en gare de Poitiers (cf. Pièce A5),
- Les retards supplémentaires en raison de la gestion à voie unique.

Le schéma d'exploitation doit permettre de limiter, si possible de supprimer, ces risques d'exploitation. La définition des objectifs liés à ces risques permet alors de dimensionner l'infrastructure.

La stabilité du système de cadencement horaire sur le réseau ouest et la LGV SEA ne doit pas être mise en cause par la mise en service de la LGV Poitiers-Limoges.

3.2.2. Définition des objectifs généraux

Pour la **problématique du couplage en gare de Poitiers et d'insertion sur la LGV SEA**, il est proposé d'adopter l'objectif suivant : **l'utilisation de la voie unique ne doit avoir aucune incidence** sur les opérations de couplage entre la rame en provenance de Limoges et une autre rame en gare de Poitiers.

Cet objectif implique qu'un train empruntant la LGV dans le sens Limoges-Poitiers ne doit pas voir sa marche entravée par le train croiseur. Les trains dans le sens Limoges-Poitiers sont donc prioritaires par rapport aux trains dans le sens Poitiers-Limoges.

Pour la problématique de prise de retard supplémentaire en raison de la voie unique, il est proposé d'adopter comme objectif que **la voie unique ne provoque jamais un retard supplémentaire de plus de 10 min.**

3.2.3. Traduction des objectifs en schéma d'exploitation

Afin de garantir le maintien de ces objectifs, le schéma d'exploitation proposé se décline de la manière suivante :

Train dans le sens Limoges-Poitiers

- Retard de 0 à 10 min
La marche du train n'est pas entravée, les croisements s'effectuent sur les tronçons de double-voie. Le train coupleur³ attend le train en retard en gare de Poitiers.
- Retard de 10 à 20 min
La marche du train n'est pas entravée. Le train croiseur laisse passer le train en retard (il utilise une voie d'évitement pour limiter ce retard à un maximum de 10 minutes). Le train coupleur attend le train en retard en gare de Poitiers.

- Retard de 20 à 40 min

Le couplage en gare de Poitiers avec le train coupleur prévu n'est plus assuré. Le train croiseur devient alors prioritaire. Le train en retard le laisse passer en utilisant une voie d'évitement et limite ainsi la prise de retard supplémentaire (maximum 10 minutes).

La suite des opérations dépend alors des conditions d'exploitation prévues et notamment :

- Un conducteur est disponible pour acheminer le train jusqu'à Paris (sans qu'il ne soit couplé à un autre et un sillon est disponible),
- Le train peut être couplé à un autre train pour être tracté jusqu'à Paris,
- Le train peut être conduit par exemple à Saint-Pierre des Corps pour être couplé avec un autre train.

- Retard supérieur à 40 min

Le couplage en gare de Poitiers avec le train coupleur prévu n'est plus assuré. Le train croiseur est alors prioritaire. Le train en retard le laisse passer en utilisant une voie d'évitement et limite ainsi la prise de retard supplémentaire (maximum 10 minutes).

Pour un retard aussi important, il peut être envisagé de ne maintenir le train que jusqu'à la gare de Poitiers afin d'effectuer un transbordement des voyageurs vers d'autres trains desservant la gare de Poitiers, en particulier le TGV suivant Limoges-Paris.

Sens Limoges-Poitiers

Retard à Limoges (min)	Traitement train en retard	Traitement train croiseur	Traitement train suivant	Traitement à Poitiers	Retard à Poitiers (min)
0-10	Aucun	Aucun	Aucun	Couplage	0-9 min
10-20	Aucun	S'arrête sur VE (retard supp. max 10 min)	Aucun	Couplage	9-19 min
20-40	S'arrête sur VE (retard max 10 min)	Aucun	Aucun	Selon conditions d'exploitation	30-50 min
>40-	Départ après train suivant ou annulation	Aucun	Aucun	Arrêt – transbordement en gare vers autres TGV	65-

³ Avec lequel le couplage est opéré

Train dans le sens Poitiers-Limoges

- Retard de 0 à 10 min

La marche du train n'est pas entravée, le croisement se fait toujours sur les tronçons de double-voie.

- Retard au-dessus de 10 minutes

Pour tout retard au-dessus de 10 minutes, le schéma d'exploitation est le même.

Le train dans le sens Limoges-Poitiers est prioritaire (couplage en gare de Poitiers). Le train en retard le laisse passer en utilisant une voie d'évitement et limite la prise de retard supplémentaire (maximum 10 minutes).

La conception de la LGV Poitiers-Limoges, avec le respect de ces objectifs, assure la même fiabilité qu'une ligne à double-voie.

Le fait d'admettre une « dégradation » par le biais d'une prise de retard supplémentaire limité à 10 minutes, peut également avoir lieu sur une LGV à double-voie.

En effet, sur double-voie et en heure de pointe, si la ligne à grande vitesse très fréquentée, un retard de 10 minutes peut impliquer un retard supplémentaire dans l'attente d'un nouveau sillon libre.

Le schéma d'exploitation proposé est récapitulé dans les deux tableaux suivants :

Sens Poitiers-Limoges

Retard à Poitiers (min)	Traitement train en retard	Traitement train croiseur	Traitement train suivant	Retard maximum à Limoges (min)
0-10	Aucun	Aucun	Aucun	0-9 min
10-20	S'arrête sur VE (retard supp. max 10 min)	Aucun	Aucun	20-30 min
20-40	S'arrête sur VE (retard supp. max 10 min)	Aucun	Aucun	30-50 min
> 40	S'arrête sur VE (retard supp. max 10 min)	Aucun	Aucun	> 50

En étudiant les bases de données de retard des trains nous pouvons estimer l'occurrence de ces retards sur le réseau LGV et les traduire statistiquement sur la LGV Poitiers-Limoges en fonction du trafic attendu.

Le tableau présente cette occurrence statistique en utilisant les données de l'année 2006⁴ pour les circulations sur LGV.

⁴ Base de données BREHAT 2006

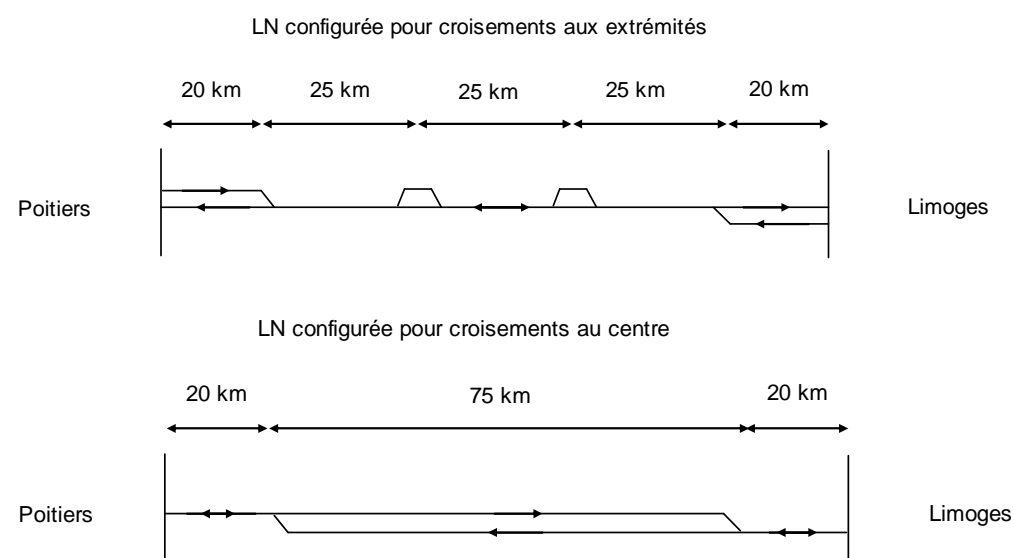
Retard	Occurrence attendue sur LGV Poitiers-Limoges
1-10 min	~ 15 %
11-20 min	~ 5 %
21-40 min	~ 1 %
41 min et plus	~ 0,1 %

3.2.4. Dimensionnement des équipements

Les études d'exploitation ont permis d'identifier les équipements nécessaires afin d'assurer l'exploitabilité de la ligne en respectant les objectifs précédemment cités.

Les besoins en équipements diffèrent selon la configuration de la voie unique et sont présentés dans le tableau suivant :

Localisation des croisements de train	Aux extrémités	Au centre
Besoin de double-voie sur LN	2 x 20 km	75 km
Linéaire voie unique maximum	75 km	2 x 20 km
Besoin de voies d'évitement statiques pour croisements	2	0 ⁵



NOTA : Dans le cas de double voie centrale, un court sas de double voie sera tout de même réalisé au niveau du raccordement pour des raisons d'insertion entre la ligne classique et la LGV afin d'éviter la propagation des conflits d'une ligne à l'autre.

⁵ Les voies d'évitement ne sont pas nécessaires pour la gestion des retards, cependant toute voie LGV est aménagée avec un certain nombre de voies d'évitement pour son exploitation (cf. Pièce A10).

Avec seulement deux voies d'évitement statiques, la configuration double voie aux extrémités permet le respect des objectifs. La configuration double voie centrale ne nécessite pas d'équipements supplémentaires.

Les schémas présentés dans les pages suivantes permettent d'illustrer le schéma d'exploitation proposé pour traiter les retards, ainsi que d'évaluer les retards réellement pris.

Pour cela, les deux types de configuration de la voie unique sont analysés pour des retards de 10, 15, 20, 30 et 40 minutes dans les deux sens.

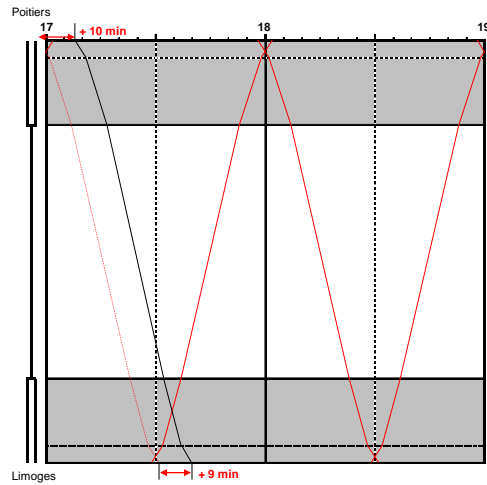
Les retards testés sont largement représentatifs des retards possibles et permettent de s'assurer de l'exploitabilité de la ligne.

3.2.4.1. Double-voie aux extrémités

Hypothèse de ligne nouvelle de 115 km avec 75 km de voie unique centrale et positionnement de 2 voies d'évitement espacées de 25 km.

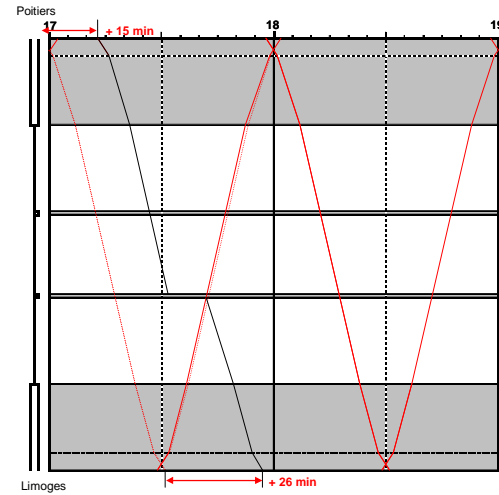
Sens Poitiers-Limoges

Retard de 10 minutes



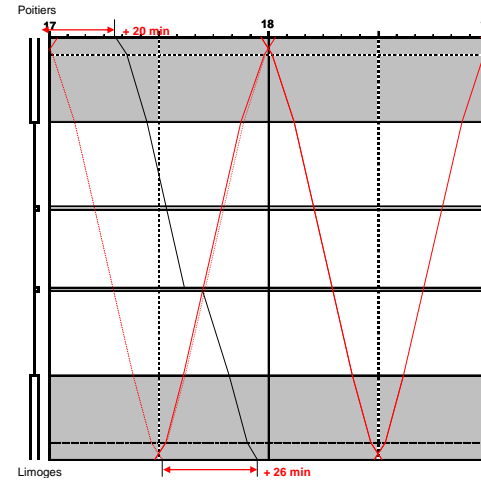
Le croisement est comme prévu assuré sur le tronçon de double voie dimensionné à cet effet. Pas de retard supplémentaire (même effet qu'une infrastructure à double voie).

Retard de 15 minutes



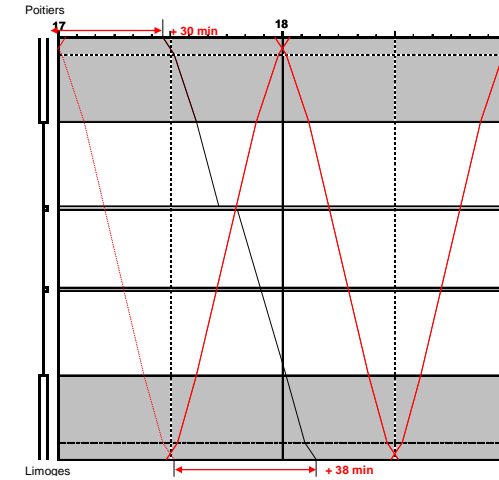
Le croisement est assuré sur une voie d'évitement pour ne pas pénaliser le TGV Limoges-Poitiers. Cela provoque un retard supplémentaire de 11 minutes (soit une minute de plus que l'objectif).

Retard de 20 minutes



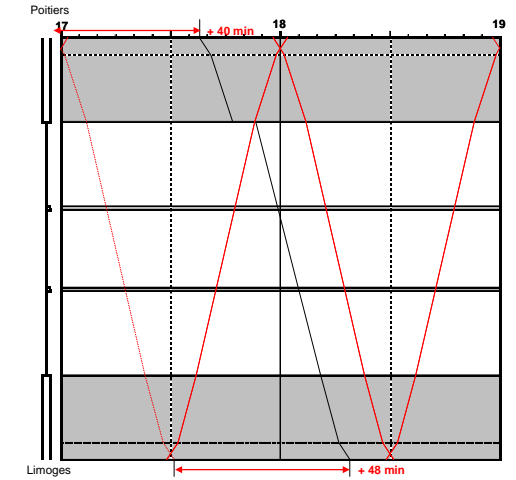
Le croisement est assuré sur la même voie d'évitement que précédemment. Cela provoque un retard supplémentaire de 6 minutes.

Retard de 30 minutes



Le retard est assuré sur la voie d'évitement précédente. Cela provoque un retard supplémentaire de 8 minutes.

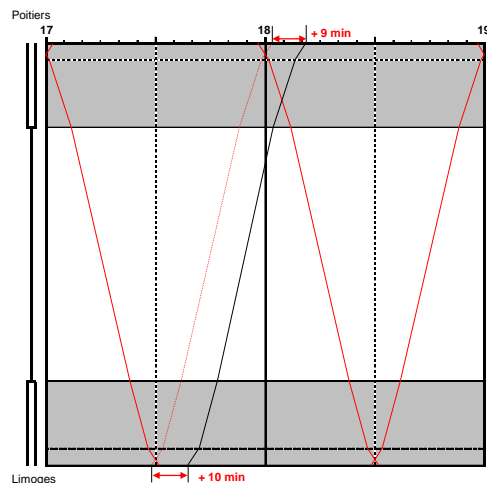
Retard de 40 minutes



Le croisement est assuré par un arrêt sur la double voie. Cela provoque un retard supplémentaire de 8 minutes.

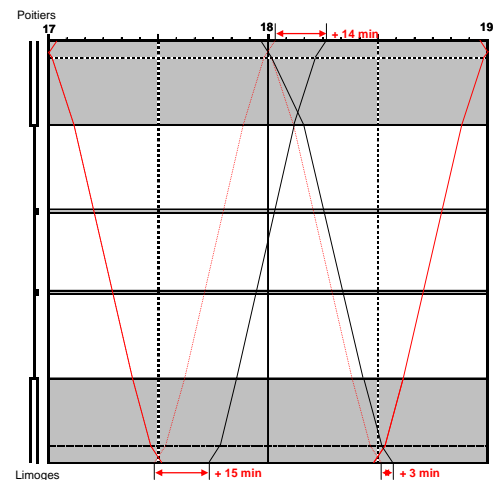
Sens Limoges-Poitiers

Retard de 10 minutes



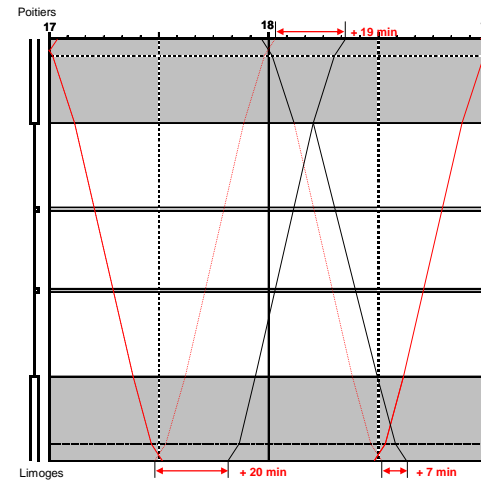
Le croisement est comme prévu assuré sur le tronçon de double voie dimensionné à cet effet. Pas de retard supplémentaire (même effet qu'une infrastructure à double voie).

Retard de 15 minutes



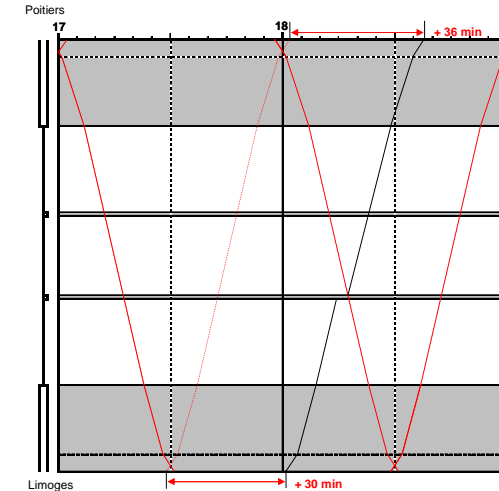
Le train est prioritaire afin d'assurer le couplage en gare de Poitiers. Le train croiseur ralenti sur la double-voie et est retardé de seulement 3 minutes afin de laisser passer le train Limoges-Poitiers.

Retard de 20 minutes



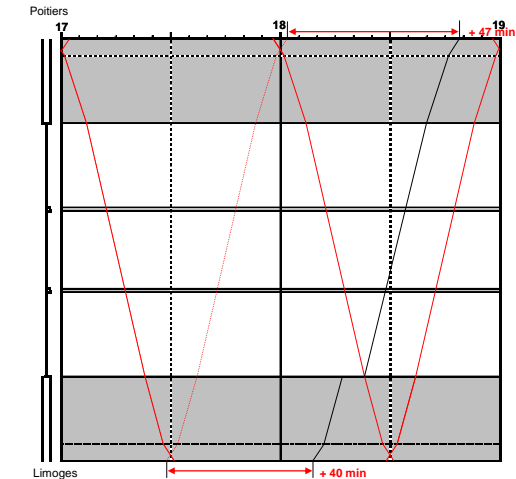
Le train est encore prioritaire afin d'assurer le couplage en gare de Poitiers. Le train croiseur est arrêté sur la double voie et prend un retard de 7 minutes afin de laisser passer le train Limoges-Poitiers.

Retard de 30 minutes



Le train n'est plus prioritaire. Le croisement est assuré sur une voie d'évitement. Cela provoque un retard supplémentaire de 6 minutes.

Retard de 40 min



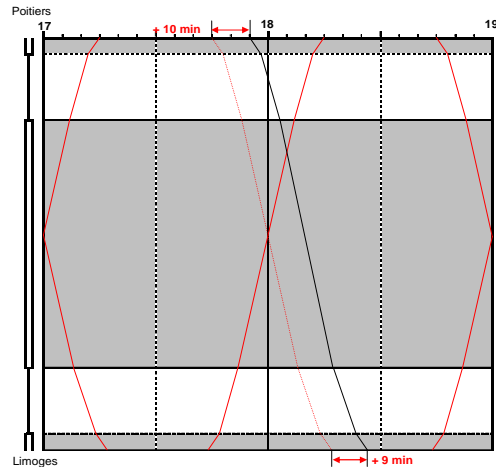
Le croisement est assuré par un arrêt sur le tronçon de double-voie. Cela provoque un retard supplémentaire de 7 minutes.

3.2.4.2. Double voie centrale

Hypothèse de ligne nouvelle de 115 km avec 75 km de voie double centrale.

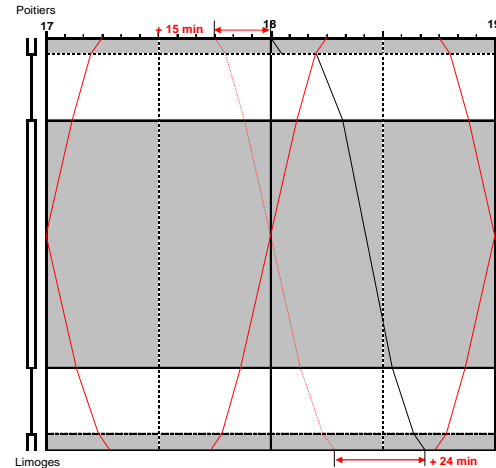
Sens Poitiers-Limoges

Retard de 10 minutes



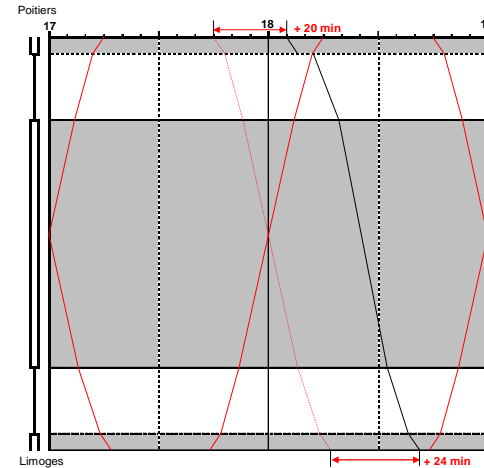
Le croisement est comme prévu assuré sur le tronçon de double voie dimensionné à cet effet. Pas de retard supplémentaire (même effet qu'une infrastructure à double voie).

Retard de 15 minutes



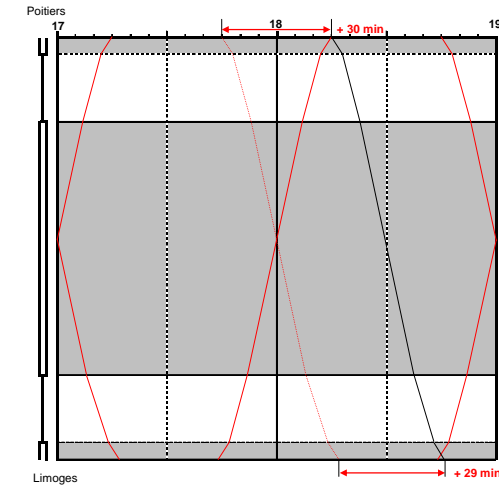
Le croisement est assuré par un arrêt sur un tronçon de double voie. Cela provoque un retard supplémentaire de 9 minutes.

Retard de 20 minutes



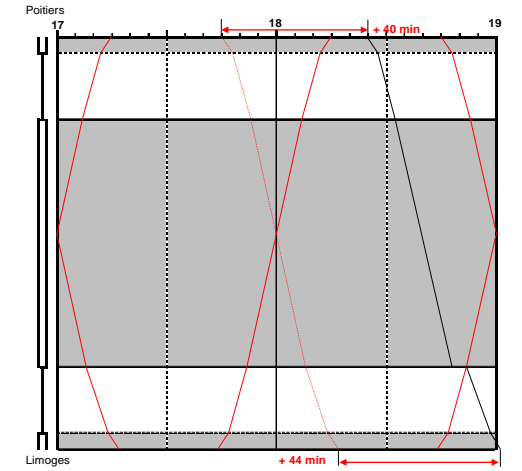
Le croisement est assuré par un arrêt sur le tronçon de double voie. Cela provoque un retard supplémentaire de 4 minutes.

Retard de 30 minutes



Le train arrive à s'insérer entre deux circulations. Pas de retard supplémentaire.

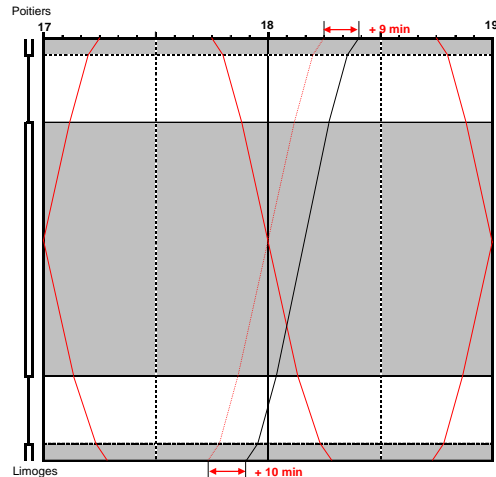
Retard de 40 min



Le croisement est assuré par un arrêt sur le tronçon de double voie. Cela provoque un retard supplémentaire de 4 minutes.

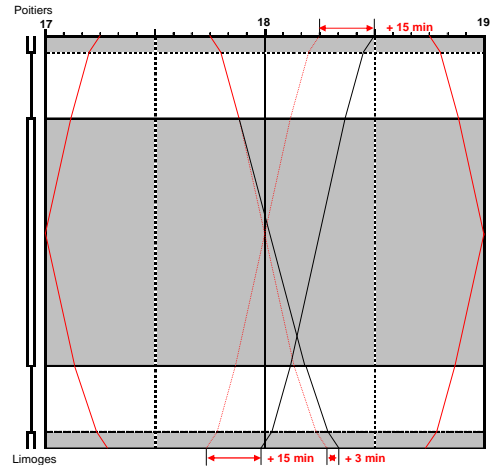
Sens Limoges-Poitiers

Retard de 10 minutes



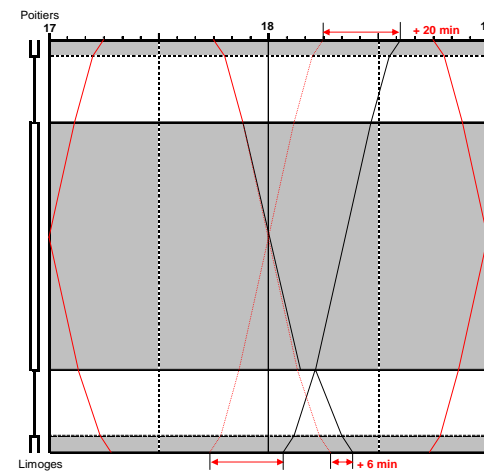
Le croisement est comme prévu assuré sur le tronçon de double voie dimensionné à cet effet. Pas de retard supplémentaire (même effet qu'une infrastructure à double voie).

Retard de 15 min



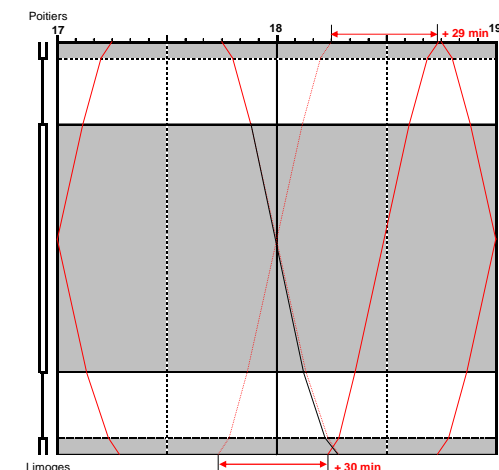
Le train est encore prioritaire afin d'assurer le couplage en gare de Poitiers. Le train croiseur est arrêté sur la section de double voie et retardé de seulement 3 minutes afin de laisser passer le train Limoges-Poitiers.

Retard de 20 minutes



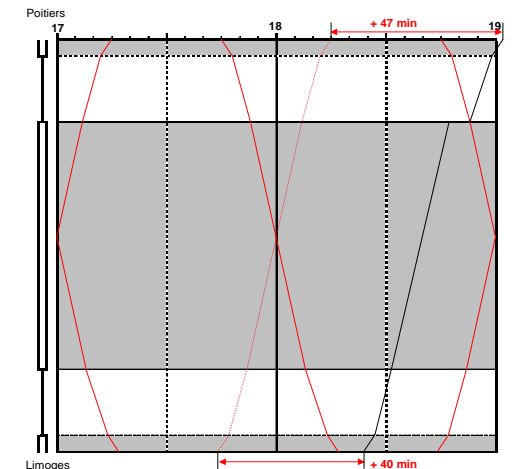
Le train est encore prioritaire afin d'assurer le couplage en gare de Poitiers. Le train croiseur est arrêté sur la section à double voie retardé de 6 minutes afin de laisser passer le train Limoges-Poitiers.

Retard de 30 min



En réduisant la détente du train croiseur, les deux trains peuvent circuler sans se gêner outre-mesure. Aucun des trains ne connaît alors un retard supplémentaire.

Retard 40 minutes



Le croisement est assuré par un arrêt sur un tronçon de double-voie. Cela provoque un retard supplémentaire de 7 minutes.

3.2.4.3. Bilan et respect des objectifs

Implantation de la double voie	Aux extrémités	Centrale
Besoin de double voie sur LN	2x20 km	75 km
Besoin de voies d'évitement statiques	2	0
Retard sens Poitiers-Limoges	Prise de retard supplémentaire	
10 min	- 1 min	- 1 min
15 min	+ 11 min ⁶	+ 9 min
20 min	+ 6 min	+ 4 min
30 min	+ 8 min	- 1 min
40 min	+ 8 min	+ 4 min
Retard sens Limoges-Poitiers	Prise de retard supplémentaire	
10 min	- 1 min	- 1 min
15 min	+ 3 min (train croiseur)	+ 3 min (train croiseur)
20 min	+ 7 min (train croiseur)	+ 6 min (train croiseur)
30 min	+ 6 min	- 1 min
40 min	+ 7 min	+ 7 min

Les objectifs peuvent être respectés dans les deux configurations d'infrastructure.

De plus, avec les grilles horaires préliminaires, seuls 60% des trains sont contraints par un croisement. Ceci signifie que, dans 40% des cas, le train en retard a une voie libre et peut circuler vers sa destination sans contrainte de croisement.

3.2.4.4. Dimensionnement de la voie d'évitement statique

Les voies d'évitement ont une vitesse d'entrée limitée par deux facteurs :

- La vitesse de l'aiguille à l'entrée
- La longueur disponible pour le freinage et l'immobilisation de la rame

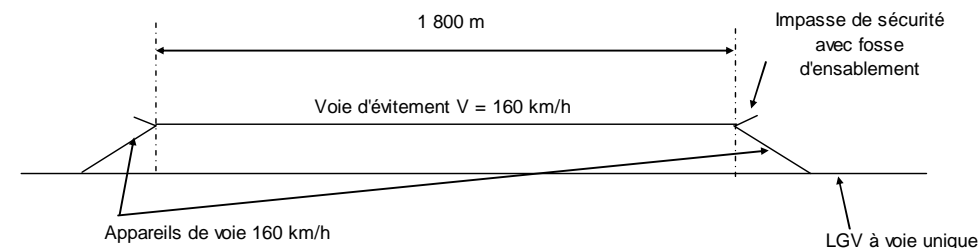
Sur les lignes à grande vitesse, les voies d'évitement utilisées pour les cas d'avarie ont une vitesse d'entrée à 80 km/h. Pour l'exploitation de la LGV Poitiers-Limoges, elles seront utilisées plus fréquemment et une vitesse d'entrée plus importante permettrait de libérer la voie principale plus rapidement, afin de dégager la voie au train croiseur.

Une voie d'évitement avec une entrée à 80 km/h nécessite une voie de longueur utile de 690 m entre les deux aiguilles.

En doublant la vitesse d'entrée à 160 km/h tout en assurant la distance de freinage, la voie utile entre les deux aiguilles est de 1 800 m environ.

Préliminairement, il est proposé de dimensionner les voies d'évitement avec des vitesses d'entrée à 160 km/h. De même pour les sas aux raccordements sur les lignes nouvelles à voie unique lorsque la ligne classique a une vitesse supérieure à 150 km/h. Lorsque la ligne classique a une vitesse inférieure, une entrée à 80 km/h peut être jugée suffisante.

Les voies d'évitement sont dimensionnées pour des unités multiples dès la mise en service, même s'il n'est envisagé des dessertes qu'en unités simples dans un premier temps.



⁶ Dans ce cas, l'objectif est dépassé d'une minute. Lorsque la ZPP sera précisément définie, le positionnement exact des voies d'évitement pourra être optimisé afin d'y remédier.

4. Grille horaire

Avec les hypothèses de service LGV préliminaires (cf. Pièce A3), une première grille horaire peut être tracée afin d'en évaluer sa faisabilité retournement et l'adaptation de la grille horaire aux besoins commerciaux.

Il s'agit d'une grille horaire de travail qui évoluera selon les avancements de l'étude, notamment en fonction des études de trafic menées parallèlement ainsi que des études de cadencement de la LGV SEA et de l'ensemble du réseau Sud-Ouest.

Elle sera également déclinée selon les temps de parcours correspondant à la ZPP retenue. Le temps de parcours entre Poitiers et Limoges a été arrêté à 35 min pour la construction de la grille horaire.

Dans un premier temps, nous élaborons une grille horaire pour chacune des configurations de la voie unique envisagées :

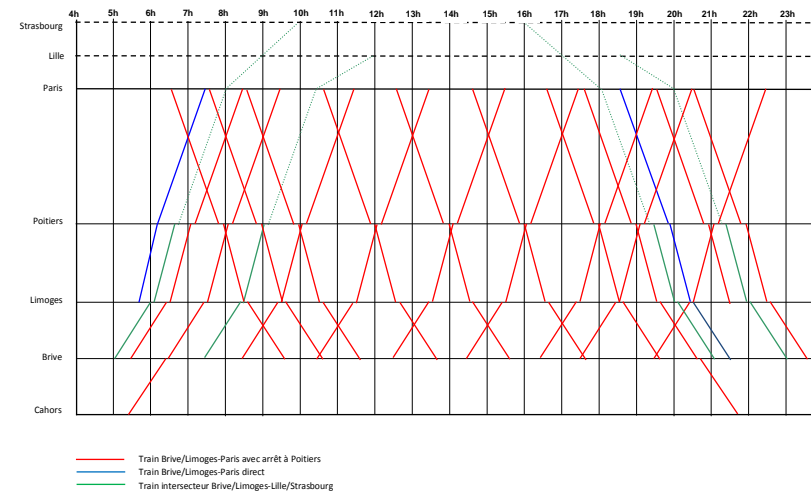
4.1. Double voie aux extrémités

Principe de construction de la grille horaire :

- La desserte A/R entre Paris et Cahors est assurée le matin vers Paris pour une arrivée avant 10h et le soir vers Cahors avec un départ après 17h, ce qui permet des A/R dans la journée.
- Le sens de pointe du matin est orienté vers Paris, Le premier départ des gares de Limoges, Brive et Cahors est calé entre 5 et 6h, ce qui permet des premières arrivées à Paris entre 7 et 8h de Limoges, 8 et 9h de Brive et 9 et 10h de Cahors. Après cette pointe, les trains partent toutes les 2 heures.
- Le sens de pointe le soir est orienté vers Limoges, avec un départ toutes les heures entre 16h et 21h.
- Les trains intersecteurs sont tracés afin de permettre le départ de Brive et Limoges le matin, avec des arrivées avant 10 h à Strasbourg et avant 12 h à Lille. Les retours sont calés afin de permettre un temps de séjour journalier supérieur à 6 h avec des départs respectifs après 16 h de Strasbourg et après 18 h de Lille.

Cette grille horaire, des plus théorique, permet les heures de départ suivantes à Limoges, Brive et Paris avec :

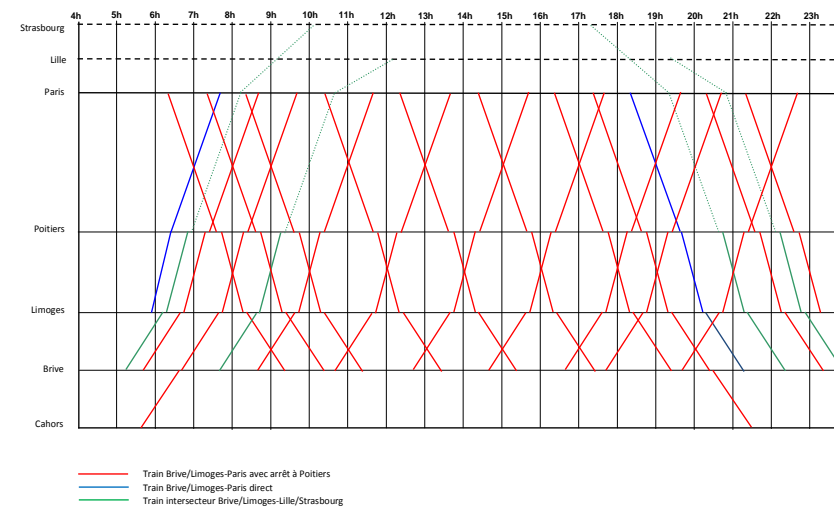
- 1 A/R entre Paris et Cahors
- 10 relations Brive-Paris et 10 relations Paris-Brive
- 11 relations Limoges-Paris et 11 relation Paris-Limoges



Départ Limoges		Départ Brive		Départ Paris	
5h40	Paris	5h00	Strasbourg	6h30	Brive
6h00	Strasbourg	5h30	Paris	7h30	Brive
6h30	Paris	6h30	Paris	8h30	Brive
7h30	Paris	7h30	Lille	10h30	Brive
8h30	Lille	8h30	Paris	12h30	Brive
9h30	Paris	10h30	Paris	14h30	Brive
11h30	Paris	12h30	Paris	16h30	Brive
13h30	Paris	14h30	Paris	17h30	Cahors
15h30	Paris	15h30	Paris	18h30	Brive
16h30	Paris	16h30	Paris	19h30	Limoges
17h30	Paris	17h30	Paris	20h30	Brive
18h30	Paris	19h30	Paris		
20h30	Paris				

4.2. Variante double-voie centrale

Les mêmes principes de construction de la grille sont pris en compte. Pour respecter le croisement sur la ligne nouvelle et le principe de symétrie dans l'élaboration des grilles, les horaires sont légèrement décalés. Cette grille reste très théorique.



4.3. Incidence sur la planification des correspondances

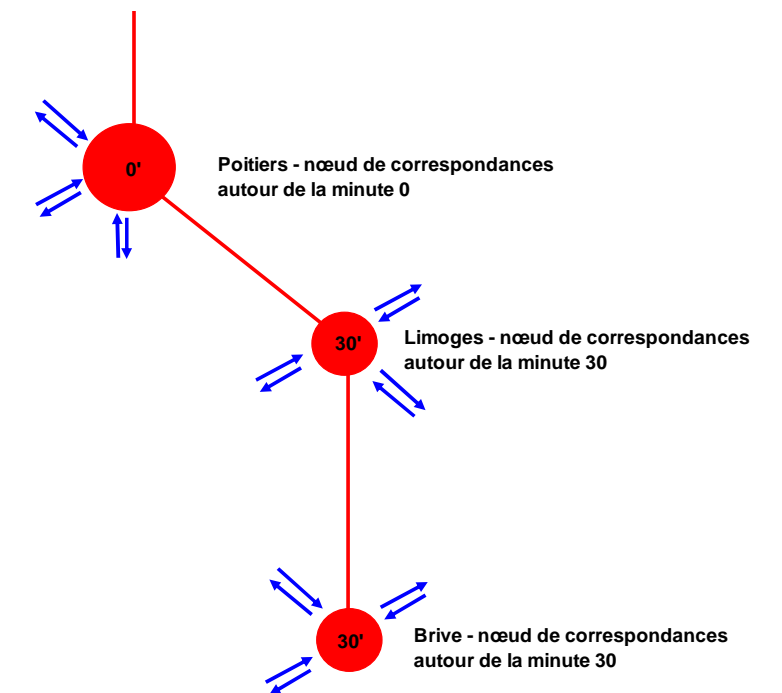
La planification du mode de correspondances dans les gares de Poitiers, Limoges et Brive varie selon les options d'implantation de la double voie.

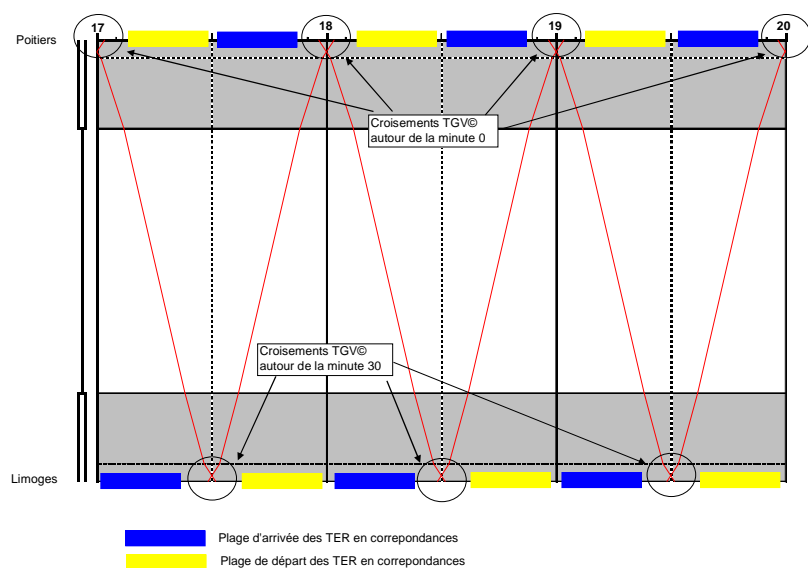
4.3.1. Double voie aux extrémités

Dans le cas de la double voie aux extrémités, le croisement des trains s'effectue à proximité des gares de Poitiers et Limoges (et par conséquent de celle de Brive aussi, le temps de trajet entre Brive et Limoges étant d'à peu près une heure).

Les conditions sont alors réunies pour créer des nœuds de correspondances en 3 temps avec une seule plage de correspondance par heure :

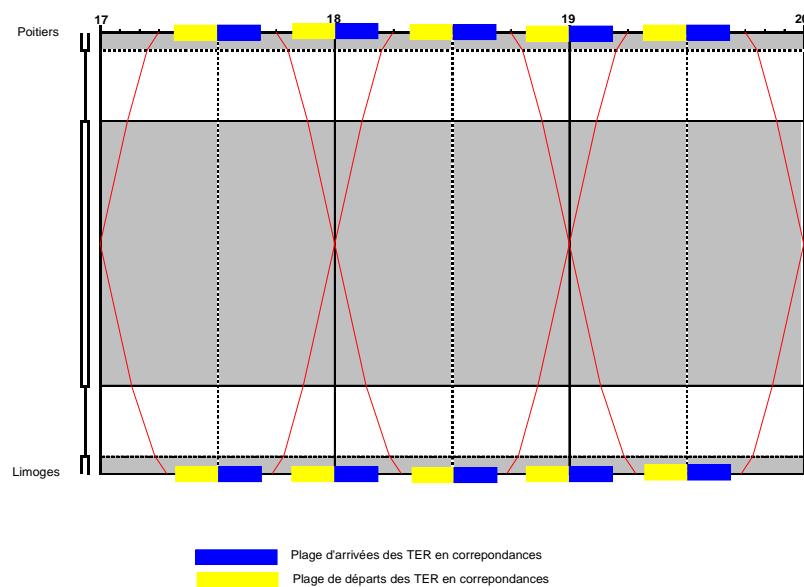
1. Arrivées des trains TER,
2. Arrivées et départs des trains à grande vitesse,
3. Départs de TER.





4.3.2. Double voie centrale

Dans le cas de double voie centrale, ce schéma ne peut pas être reproduit. Les arrivées et départs des trains à grande vitesse ne peuvent pas être concentrés sur un intervalle de temps restreint en gare, les trains se croisant par définition sur la ligne nouvelle. Les arrivées et les départs des TER ne peuvent pas être optimisés de la même manière. Cela pose un problème en particulier pour les TER cadencés à l'heure. Ceux cadencés à la demi-heure peuvent en effet être calés pour être en correspondance avec les trains à grande vitesse circulant dans les deux sens (2 plages de correspondance par sens). Cependant les plages possibles d'arrivées et de départs deviennent alors beaucoup plus courtes et donc beaucoup plus contraintes. Comme indiqué sur le schéma.



5. Capacité de la ligne

La LGV est dimensionnée afin de laisser transiter un train par sens et par heure. En considérant une plage d'exploitation comprise entre 6h et 22h, la capacité de la ligne en termes de débit journalier est de 17 trains par sens.

5.1.1. L'offre de sièges possible sur la LGV

L'offre de sièges possible sur une infrastructure ferroviaire est fonction de deux paramètres :

- La capacité ferroviaire, c'est-à-dire le nombre de trains qu'il est possible de faire circuler sur l'infrastructure ;
- La capacité du matériel roulant ; c'est-à-dire la capacité d'emport du train en nombre de sièges. Le matériel roulant peut alors être adapté selon les variations de la demande afin d'ajuster l'offre de sièges.

Cette capacité nominale de 17 trains par jour et par sens est importante et permet un développement de la demande ferroviaire sur de nombreuses années.

A la mise en service et durant quelques années, il faut supposer que des rames de types TGV Atlantique (485 places) peuvent encore circuler. En effet, la durée de vie de ces rames est fonction du renouvellement dont elles pourraient bénéficier (entre 2015 et 2025). Mais il faut par ailleurs considérer une modification du matériel roulant à moyen et long termes.

Les dessertes intersecteurs sont exploitées avec des rames TGV Réseau (377 places). Il faut supposer deux cas : le premier est de 15 circulations radiales par jour, afin d'offrir 2 circulations potentielles à des intersecteurs, le second de 17 circulations radiales et 2 circulations intersecteurs n'occupant pas deux heures de la journée mais étant tracées après deux trains radiaux dans deux heures intéressantes de la journée.

- Pour le premier cas (le plus défavorable en sièges), l'offre de sièges potentielle, pour un taux d'occupation moyen de 75%, est de 4 millions de voyageurs par an.
- Pour le deuxième cas, l'offre de sièges potentielle, pour un taux d'occupation moyen de 75%, est de 4,5 millions de voyageurs par an.

En TGV Duplex (516 places), l'offre pour 17 circulations radiales et 2 intersecteurs serait de 4,8 millions de voyageurs par an.

En TGV Duplex en rame multiple (2 voitures) l'offre serait de 9,6 millions de voyageurs par an.

5.1.2. La demande de déplacements à moyen et long termes

Les études préfonctionnelles (2006) présentaient, pour leurs prévisions les plus optimistes, un trafic annuel de l'ordre de 2,4 millions de passagers en 2016, dont environ 2,1 millions de radiaux, 0,3 million d'intersecteurs. Ce trafic était supposé être assuré par une desserte de 10 allers-retours vers Paris par jour et 1 vers Lille et 1 vers Strasbourg, soit 12 allers-retours au total.

En actualisant ce résultat pour une hypothèse de mise en service à un horizon 2020, et en prenant en compte les données 2007 montrant une plus forte croissance des trafics ferroviaires que ne

pouvaient laisser prévoir les données de 2002 utilisées pour les études antérieures, c'est un le trafic de l'ordre de 2,7 millions de passagers qui peut être envisagé en hypothèse haute.

En prenant une hypothèse (optimiste) de croissance du trafic TGV comprise entre 2 à 3% par an, et en tenant compte de la croissance de la demande liée à l'augmentation des fréquences (toujours à partir d'un seuil de 75% moyen de remplissage), le seuil de 17 TGV radiaux est atteint aux horizons suivants :

- en 2037 / 2046 (soit vers 2040 après 20 ans de la mise en service) avec des rames TGV Atlantique – cas théorique car les rames TGV Atlantique auraient déjà été remplacés par des rames équivalentes ou plus de plus grande capacité - avec une capacité de sièges de l'ordre de 4,5 millions de passagers ;
- l'utilisation de rames de type Duplex permettrait de gagner 3 années supplémentaires, avec une capacité de sièges de l'ordre de 4,8 millions de voyageurs (différence négligeable à ce niveau de précision);
- Si l'ensemble des circulations s'effectuent par des rames équivalentes à des TGV Réseau Duplex mais en unités multiples, avec une capacité de sièges de l'ordre de 9,6 millions de passagers annuels, la configuration de la ligne serait suffisante en voie unique jusqu'à un horizon compris entre 2063 et 2084 (considérons 2070). Le passage en unités multiples entre Paris et Limoges permet donc de prolonger l'exploitation en voie unique de 30 années supplémentaires.

Selon ces hypothèses, plutôt optimistes en termes de trafic prévisible en attendant les résultats des études en cours, la voie unique permet le développement des trafics sur une période d'environ 50 ans en unités multiples, et au minimum de 20/25 ans en unités simples. Cet horizon est suffisamment lointain pour considérer que la solution de voie unique partielle est pertinente.

De plus, à ces horizons, la saturation de la voie unique devra être analysée dans le contexte de la saturation des autres tronçons du réseau Atlantique, notamment les sections entre Courtaulin et Paris, hors champ d'application de la présente étude.

5.1.3. Quelles contraintes en heure de pointe ?

Les heures de trafic les plus importantes dans le cas des déplacements longue distance se situe le vendredi après-midi et le vendredi soir, où les déplacements professionnels et personnels se cumulent avec des contraintes horaires importantes (retour au domicile, départ en WE).

En semaine, les déplacements professionnels sont ceux qui ont le plus de contraintes horaires. Sur Poitiers-Limoges, les enquêtes ont montré un phénomène de pointe assez marqué : seuls un tiers environ des usagers sont franciliens et en semaine, le motif professionnel est de l'ordre de 50 à 60%.

La concentration de trafic sera donc la plus importante pour les TGV arrivant à Paris entre 7h30 et 10h. Les déplacements professionnels dans le sens Paris- > province le matin seront deux moins importants.

Compte tenu de cette asymétrie et de la proportion assez importante de voyages professionnels, on peut supposer que l'offre pourra être adaptée en renforçant, si nécessaire, l'offre vers Paris le matin en organisant des batteries de train. Le dimensionnement de la voie unique permet en effet le passage de 2 rames en batterie dans un sens, et permettrait de doubler entre trois et quatre sillons.

5.1.4. Impact de la circulation de deux trains en batterie

Comme évoqué dans le chapitre précédent, deux trains peuvent circuler dans un même sens, bien que l'infrastructure soit dimensionnée selon les critères de robustesse pour un train par sens et par heure.

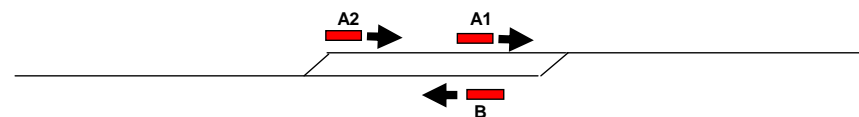
Deux cas de figure sont possibles :

- Absence de train dans le sens contraire

A certaines heures de la journée, il n'y a pas de circulations dans les deux sens (à l'heure des premiers départ depuis Limoges par exemple ; cf. chapitres 4.1 et 4.2). Dans ce cas de figure, il n'y a pas de croisement à assurer et la ligne peut voir circuler plusieurs train dans un même sens sans difficulté et sans impact sur la robustesse.

- Train dans le sens contraire

Dans ce cas il est possible d'utiliser le tronçon de double voie pour faire passer 2 trains dans un sens. Les deux trains passent alors « en batterie », c'est-à-dire rapprochés l'un de l'autre et croisent le train de sens contraire sur le même tronçon de double voie. Ceci est possible car le tronçon de double voie est dimensionné pour pouvoir assurer 10 min de robustesse. Comme le train suiveur peut être espacé du train de tête de 3 min (déterminé par le système de signalisation), cela signifie que l'on accepte dans ce cas de diminuer la robustesse à 7 minutes au lieu de 10. Si l'occurrence de ce cas de figure est réduite sur une journée d'exploitation (par exemple deux fois par jour pour les trains intersecteurs), ceci a alors un impact limité sur la robustesse de la grille horaire journalière et il n'apparaît pas pertinent de rallonger le tronçon de double voie.

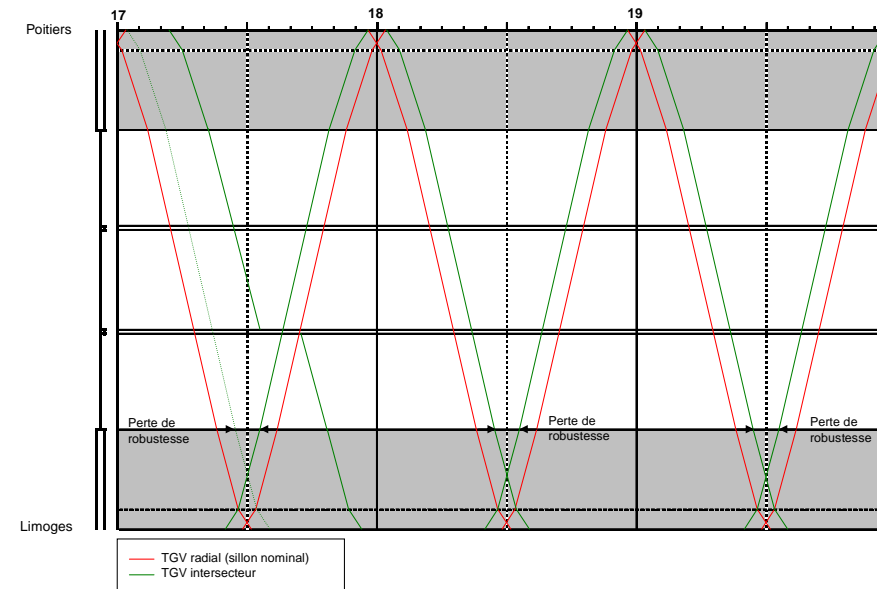


Principe de croisement en batterie – Le train A2 suit le train A1, ce qui lui permet de croiser le train B sur le même tronçon de double voie.

Impact sur la stabilité horaire

Retard de 10 min

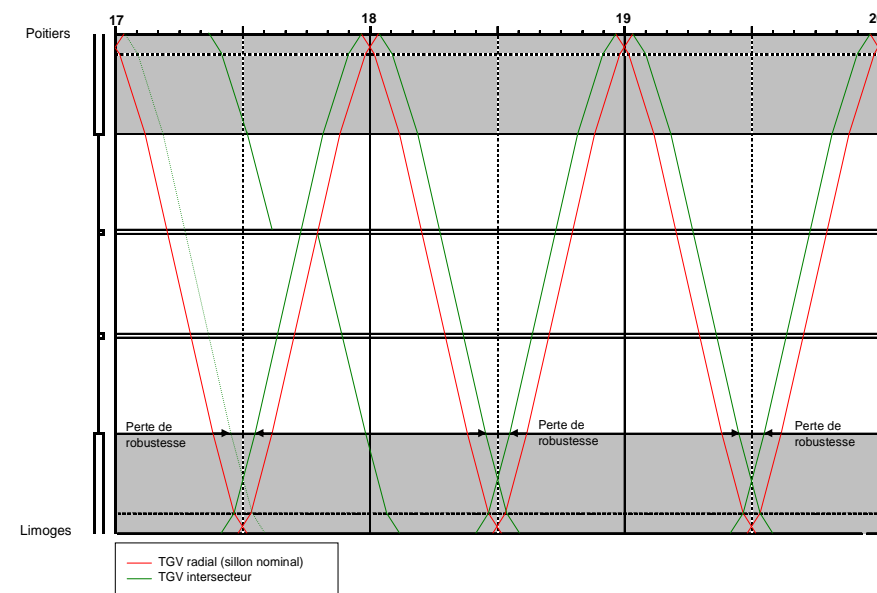
Si nous considérons qu'un train intersecteur précède ou suit de 5 min le train radial utilisant le sillon nominal (le positionnement du train intersecteur dépendra de la grille horaire, il est placé ici afin de pouvoir utiliser la double voie pour faire passer les trains en batterie), et qu'un des trains croiseurs a un retard de 10 min, le retard peut être géré avec les voies d'évitement :



La robustesse est bien sûr dégradée par rapport au cas où un seul train par sens et par heure circule. Cependant, un retard de 10 min n'a plus d'incidence déjà une heure après l'incident. Le train en retard de 10 min prend un retard supplémentaire de 13 min.

Retard de 20 min

Pour les mêmes hypothèses et un retard de 20 min, le train est également géré par une des voies d'évitement. La prise de retard supplémentaire est du même ordre, ici 12 min. Le retard est résorbé dans l'heure puisqu'il n'a pas d'incidence sur le train suivant.



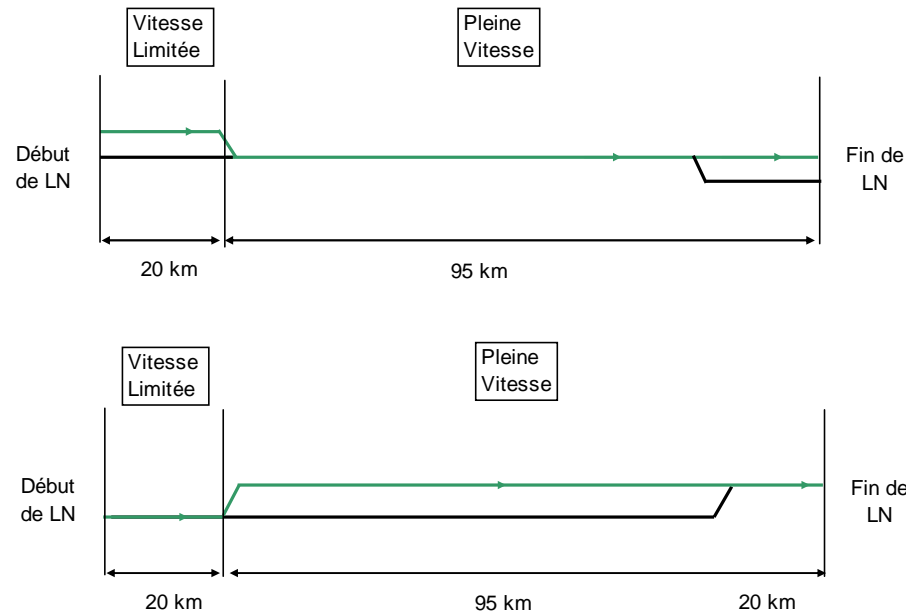
Il est tout à fait possible d'utiliser la double voie pour faire passer des trains en batterie simultanément dans les deux sens. Des retards de 10 min et 20 min impactent alors la marche des trains mais de manière minimale. Les retards sont absorbés en moins d'une heure (avec une réserve liée à la grille horaire définitive).

Selon l'évolution du trafic et les besoins de trains supplémentaires en batteries, des voies d'évitement supplémentaires pourront être aménagées dans l'avenir afin de garantir une robustesse supplémentaire.

6. Vitesses d'exploitation et temps de parcours

Selon la vitesse maximale d'exploitation, les temps de parcours diffèrent. Les paliers de vitesse d'exploitation pour une ligne à grande vitesse sont fixés par les systèmes de signalisation déjà existants et sont : 220, 270, 300 et 320 km/h.

Les temps de parcours sont indépendants de la configuration de la double voie. Dans les 2 cas, le train doit passer par une aiguille en voie déviée (limitée à 230 km/h) et dispose d'un linéaire de 95 km pour rouler à pleine vitesse.



Le tableau suivant récapitule l'écart de temps de parcours par rapport à une exploitation à 320 km/h :

Vitesse	Différence de temps de parcours / 320 km/h
350 km/h	- 1 min 00
320 km/h	-
300 km/h	+ 1 min 00
270 km/h	+ 3 min 00
220 km/h	+ 7 min 45

Une vitesse en exploitation à 350 km/h ne permet qu'une minute de gain de temps de parcours. Ce gain est réduit et il est peu probable que la LGV soit exploitée entre Poitiers et Limoges à 350 km/h dans l'avenir en raison des éléments suivants :

- A la mise en service de la Ligne Nouvelle, les rames utilisées (TGV Atlantique) ne seront pas aptes à 350 km/h
- Surcoût d'exploitation en terme d'énergie et de coûts de maintenance ;

- Plus grande difficulté d'insertion du tracé à 350 km/h par rapport à 320 km/h en raison de rayons de courbure plus importants ;
- Peu de perspectives d'extension du réseau permettant à terme la continuité du maintien de la vitesse d'exploitation à l'ouest de Poitiers ou à l'Est de Limoges (ce qui permettrait d'atteindre des gains de temps de parcours plus importants).

Il est donc proposé de concevoir la Ligne Nouvelle avec une géométrie permettant 320 km/h sur la ligne, générant ainsi des gains en insertion et en coûts.

Une vitesse de 320 km/h permet un gain de temps de parcours proche de 8 min par rapport à 220 km/h. Cela correspond à environ 23% d'un temps de parcours total estimé à 35 minutes environ.

Une vitesse théorique de 350 km/h permet un gain d'une minute par rapport à 320 km/h. La ligne peut être conçue pour 320 km/h permettant des gains d'insertion et de coûts.

7. Robustesse d'exploitation

Différents incidents peuvent survenir mettant à mal la continuité de service de la ligne nouvelle. Ces incidents ne sont pas spécifiques à la voie unique et peuvent intervenir sur toute LGV, menant à une rupture de service plus ou moins prolongée. Il peut s'agir d'un problème de signalisation, d'intempérie, technique (aiguillage hors d'usage par exemple), acte de malveillance, rupture de caténaire, etc...

Selon la nature de l'incident, le blocage de la ligne peut être plus ou moins long et différentes solutions peuvent être adoptées.

Il s'agit alors d'acheminer les passagers dans des conditions raisonnables.

7.1. Exemples de cas de rupture d'exploitation

7.1.1. Avarie de matériel roulant

En cas de panne de matériel roulant, le même dispositif que sur LGV classique à double voie peut être utilisé.

Des voies d'évitement disposées le long de la voie peuvent réceptionner la rame défectueuse.

Plusieurs cas de figure sont possibles :

- Une anomalie est constatée et la rame peut par elle-même se rendre sur une voie d'évitement à vitesse réduite puis s'immobiliser. Dans ce cas, la perturbation est légère et les retards peu importants.
- La rame s'immobilise sur un tronçon de double voie : le tronçon de double voie est alors exploité en voie unique, de

la même manière que dans le cas d'un aiguillage hors d'usage (voir page suivante).

- La rame s'immobilise sur un tronçon de voie unique, la panne ne lui permet pas de se rendre jusqu'à une voie d'évitement : il s'agit du cas le plus contraignant, la rupture d'exploitation est alors inévitable.

Les voies d'évitement sont équipées d'une plateforme afin de transborder les passagers, soit vers une autre rame, soit vers des cars affrétés.

Dans le cas où la rame immobilisée ne peut se tracter par elle-même, elle peut être tractée dans différentes configurations :

- Par une autre rame à grande vitesse (jusqu'à 3 rames couplées entre elles),
- Par une ou deux locomotives, équipées d'un attelage spécifique et capable de lire la signalisation usitée sur la LGV.

Dans la plupart des cas la traction peut s'effectuer à des vitesses comprises entre 80 et 90 km/h.

Les voies d'évitement peuvent concorder avec les voies d'évitement nécessaires à la robustesse d'exploitation, ce qui permet de diminuer les coûts d'investissement.

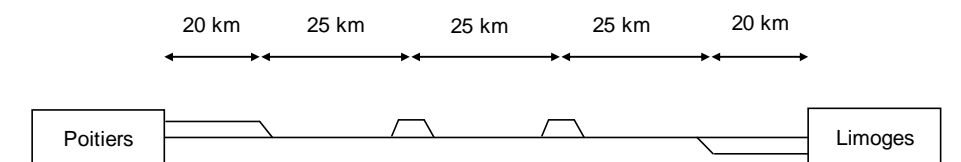
7.1.1.1. Cas d'une rame immobilisée sur la ligne nouvelle

Une autre rame à grande vitesse ou une locomotive disposée en gare peut venir sur la voie afin de se coupler à la rame immobilisée. Celle-ci achemine la rame en détresse jusqu'à la voie de garage la plus proche (voie d'évitement ou gare).

La rame reste alors immobilisée jusqu'à la fin du service et est ensuite tractée jusqu'au centre de maintenance le plus proche.

Ces voies peuvent être disposées de manière à réutiliser les voies d'évitement nécessaires à la stabilité horaire, ce qui permet de diminuer les coûts d'investissements.

Cas de deux voies d'évitement sur un linéaire de 125 km entre les 2 gares



Dans le cas de deux voies d'évitement, le cas le plus défavorable est que le train à grande vitesse soit immobilisé à environ 20 km d'une voie de garage (en gare ou sur une voie d'évitement).

Si la rame est immobilisée à proximité des gares, la locomotive peut sans difficulté venir chercher la rame puis la tracter vers la voie de garage la plus proche.

Le temps de tractage vers la voie de garage la plus proche est de 15 min environ (distance de 20 km).

Le temps d'accès à la rame immobilisée est, pour une rame au centre du linéaire et un tracteur placé en gare de 30 min environ (hypothèse de tracteurs présents dans les gares de Poitiers et Limoges).

Le temps opérationnel dans cet exercice peut être alors maintenu autour d'une heure, temps de mobilisation exclus.

Le temps de mobilisation, c'est-à-dire le temps où l'anomalie est constatée et le départ de la locomotive de secours, dépend des moyens mis en place par l'exploitant (disponibilité du conducteur, disponibilité de la locomotive de secours).

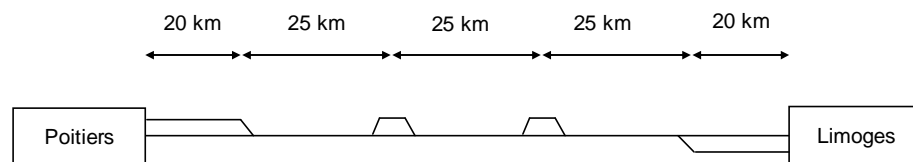
Une locomotive de secours peut aisément être placée en gare de Poitiers afin de servir à la fois à la LGV SEA et à la LGV Poitiers-Limoges. La disposition ou non d'une locomotive adaptée en gare de Limoges dépendra cependant de l'opérateur.

7.1.1.2. Cas d'une rame immobilisée sur une voie d'évitement

Lorsque la rame est déjà immobilisée sur une voie d'évitement, il est alors possible de transborder les passagers vers des cars affrétés et de laisser la rame jusqu'à la fin du service normal, puis de la tracter ensuite jusqu'à un centre de maintenance.

Une autre alternative est qu'une locomotive vienne chercher la rame sur la voie d'évitement durant le service normal, puis la tracte jusqu'à la gare la plus proche. Il s'agit d'une alternative plus confortable pour la prise en charge des voyageurs de la rame immobilisée.

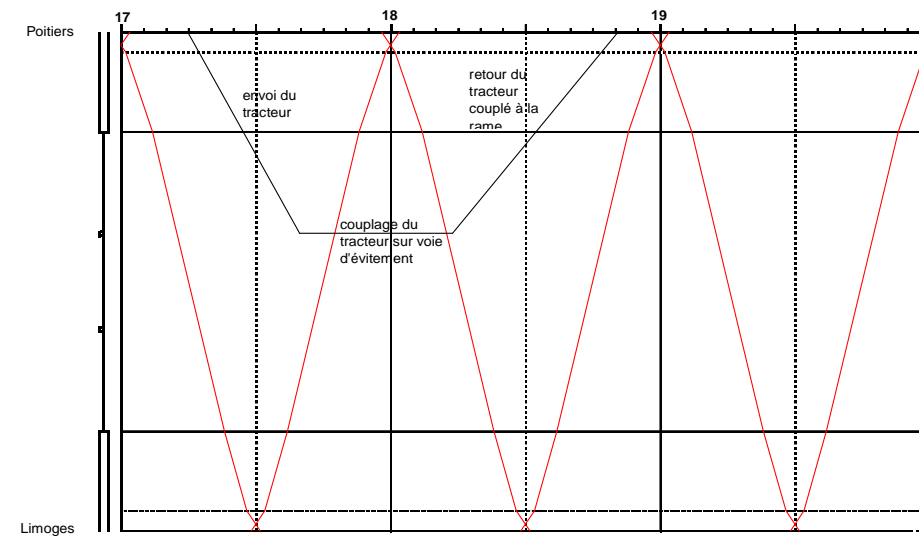
Cas de deux voies d'évitement sur un linéaire de 125 km entre les 2 gares



Avec une vitesse de traction de 80 km/h il est possible d'envoyer un tracteur sur la voie d'évitement afin de se coupler à la rame défectueuse et de la ramener en gare sans gêner à priori le trafic normal.

Dans le cas de certaines anomalies, la traction doit s'effectuer à des vitesses inférieures à 80 km/h. Il n'est alors pas possible d'insérer les opérations de traction sans perturber la marche des trains à grande vitesse. La rame reste alors immobilisée sur la voie d'évitement.

L'opération complète prend environ 1h30 depuis l'envoi de la locomotive de secours jusqu'au retour de celle-ci (temps de mobilisation exclus).



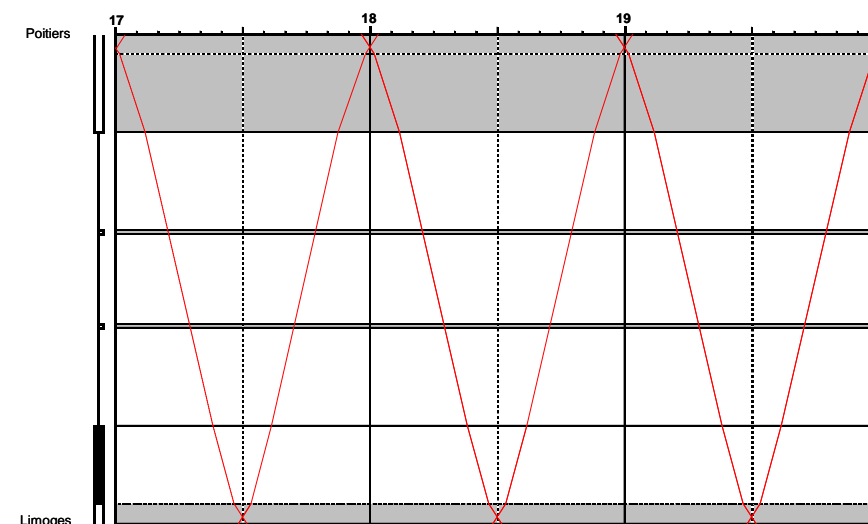
Il est donc a priori possible d'effectuer le remorquage d'une rame à grande vitesse immobilisée sur une voie d'évitement centrale. Il existe un sillon permettant au tracteur de ramener la rame en gare sans gêner le trafic normal.

7.1.2. Aiguillage hors d'usage

7.1.2.1. Double voie aux extrémités

Dans cette configuration, lorsqu'une aiguille se retrouve immobile dans une position, un des tronçons de double voie aux extrémités se transforme alors en tronçon à voie unique.

La grille est toujours exploitable, le tronçon de voie unique sur ligne nouvelle étant prévu pour assurer la robustesse aux retards, il n'est pas utilisé dans la grille normale. Le trafic peut alors s'écouler normalement, mais avec une sensibilité aux retards plus importante.

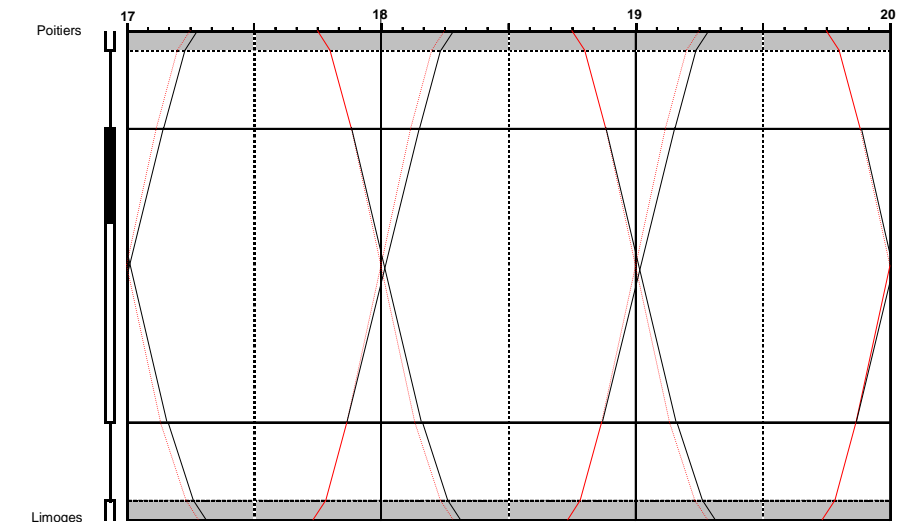


7.1.2.2. Double voie centrale

Lorsqu'une aiguille se retrouve hors d'usage dans cette configuration, une partie de la double voie se transforme alors en tronçon à voie unique. En effet, des points de changements de voie existent le long de la voie qui permettent de conserver la fonction de double-voie sur une partie de celle-ci (tous les 25 km). La

translation du point de changement de voie 25 km plus tard engendre un allongement du temps de parcours (passage de l'aiguille) et le croisement des trains est alors retardé. Ceci provoque donc un allongement des temps de parcours et une sensibilité aux retards.

La grille est cependant exploitable.



7.1.3. Reprise du trafic

En cas de rupture d'exploitation de courte durée, les trains peuvent s'accumuler à l'approche de la LGV dans les deux sens.

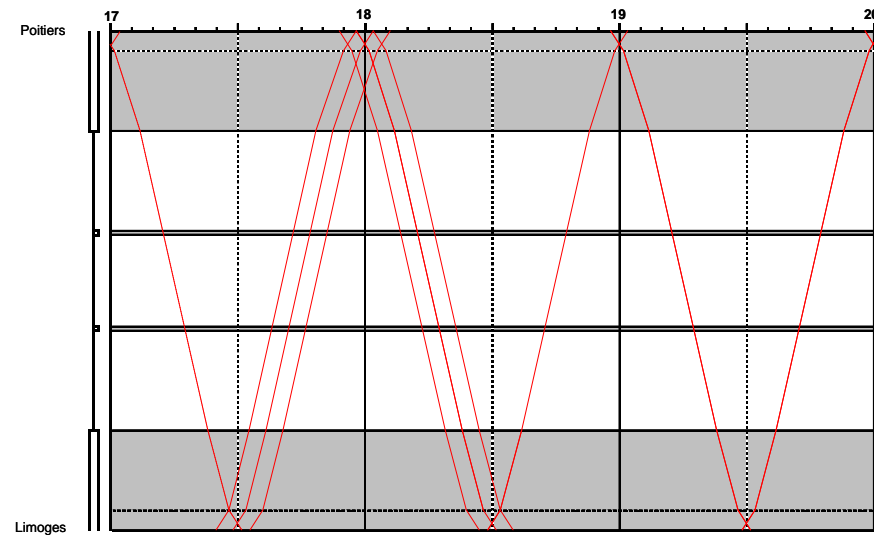
A la reprise du trafic, il s'agit de laisser passer plus d'un train par sens et par heure afin d'écouler ce trafic au plus vite.

Les tronçons de double voie sont conçus pour faire face à des retards jusqu'à 10 minutes dans les deux sens. Cette marge permet aussi de faire circuler des trains en batterie dans les cas de reprise de trafic.

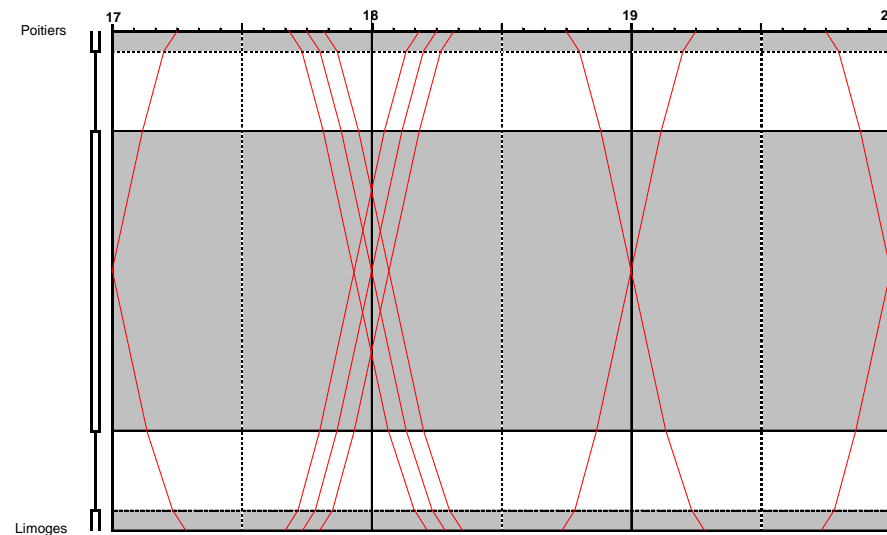
Dans les deux cas de configuration de la voie unique, au moins 3 trains par sens et par heure peuvent circuler simultanément. Ce qui permet de rattraper 3 heures de rupture d'exploitation.

Le plus crédible étant cependant l'annulation d'une ou plusieurs des dessertes.

7.1.3.1. Double-voie aux extrémités



7.1.3.2. Double-voie centrale



7.2. Mise à disponibilité de la ligne pour la maintenance et les travaux

7.2.1. Opérations de maintenance

La maintenance des LGV est généralement réalisée la nuit. Une plage de non-circulation est prévue afin de permettre les opérations de maintenance de la ligne.

Avec la grille horaire établie (cf. 4.), la plage nominale de maintenance est de 6h comprise entre 23h30 et 5h, ce qui est conforme aux LGV classique.

7.2.2. Travaux

Les travaux de renouvellement de la ligne peuvent habituellement être réalisés de nuit. Ceux-ci peuvent nécessiter une adaptation de la grille horaire sur une période définie, afin d'élargir la plage sans circulations et permettre ainsi une plage de travaux plus importante. Il peut s'agir de travaux de renouvellement de caténaires, de la voie et même de la plateforme.

L'exploitation est alors quasi-normale. Dans le cas de travaux de renouvellement importants, la suppression des trains intersecteurs à destination de Lille et Strasbourg permettrait la mise à disposition d'une plage de 8h comprise entre 22h30 et 6h30. Les voyageurs concernés peuvent alors se rendre à Poitiers avec les liaisons radiales et effectuer un changement en gare de Poitiers vers leur destination finale.

Ces travaux de renouvellement ne sont pas effectués à une fréquence plus importante que tous les 20 à 30 ans (cas de la LN1 et de la LN2).

Très ponctuellement, dans une phase de travaux importante, il peut être nécessaire de prolonger la phase de non-circulation à une journée entière, voire deux. Cette fermeture est alors planifiée très en amont et est effectuée un jour de faible fréquentation (un samedi par exemple, ou pendant l'été). Ces cas de figure demeurent extrêmement rares.

8. Synthèse

Avec le dimensionnement et les installations nécessaires, la LGV à voie unique peut atteindre une robustesse d'exploitation globalement équivalente à une LGV à double voie connaissant un trafic plus intense.

Les hypothèses de trafic d'un train par heure et par sens permettent donc un recours à la voie unique afin de limiter les coûts d'investissement. La ligne est alors conçue pour pouvoir gérer des retards jusqu'à 10 min sans effets de prise de retard supplémentaire grâce à des tronçons de double voie prévus à cet effet. Les autres retards sont gérés de manière optimale grâce à des voies d'évitement judicieusement disposées.

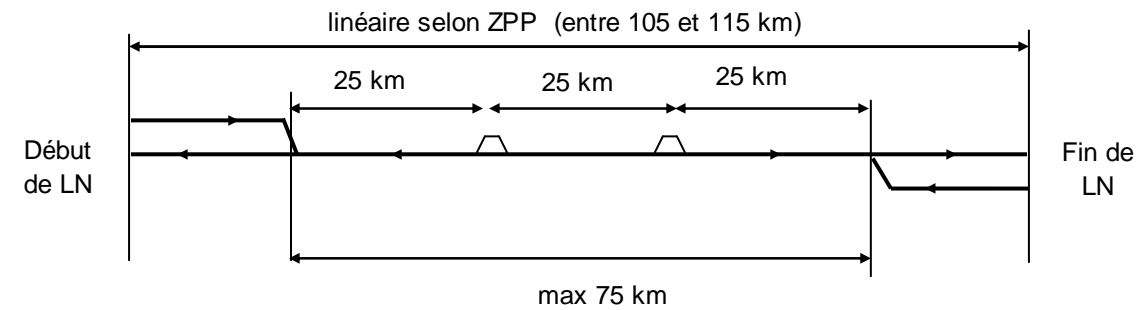
Il peut être également envisagé une augmentation de l'offre en faisant passer des trains en batterie, c'est-à-dire, les uns après les autres dans un même sens, afin de faire face à l'augmentation éventuelle de trafic dans l'avenir, au prix de coûts d'aménagements réduits.

La vitesse de conception proposée est de 320 km/h, permettant une amélioration de l'insertion par rapport à 350 km/h (rayons de courbure réduits). Les gains de temps de parcours à 350 km/h paraissent en effet limités et les perspectives de circulations à 350 km/h sont faibles.

Des deux configurations étudiées, celle avec double-voie aux extrémités paraît la plus intéressante. Celle-ci permet d'atteindre les objectifs de robustesse, est plus favorable pour l'organisation de nœuds de correspondance dans les gares de Poitiers, Limoges et Brive, et permet de limiter le besoin de double-voie à seulement 40 km. Cependant il faudra s'attacher à vérifier la pertinence de ce synoptique avec les contraintes (topographie notamment) du terrain de la ZPP retenue.

La position et la longueur des doubles voies doivent cependant être affinées selon la future grille horaire cadencée.

Voie double aux extrémités



Voie double centrale

