



INFRABEL

Conseil Central de l'Économie

**Un réseau ferroviaire
pour la mobilité de demain**

31 janvier 2024

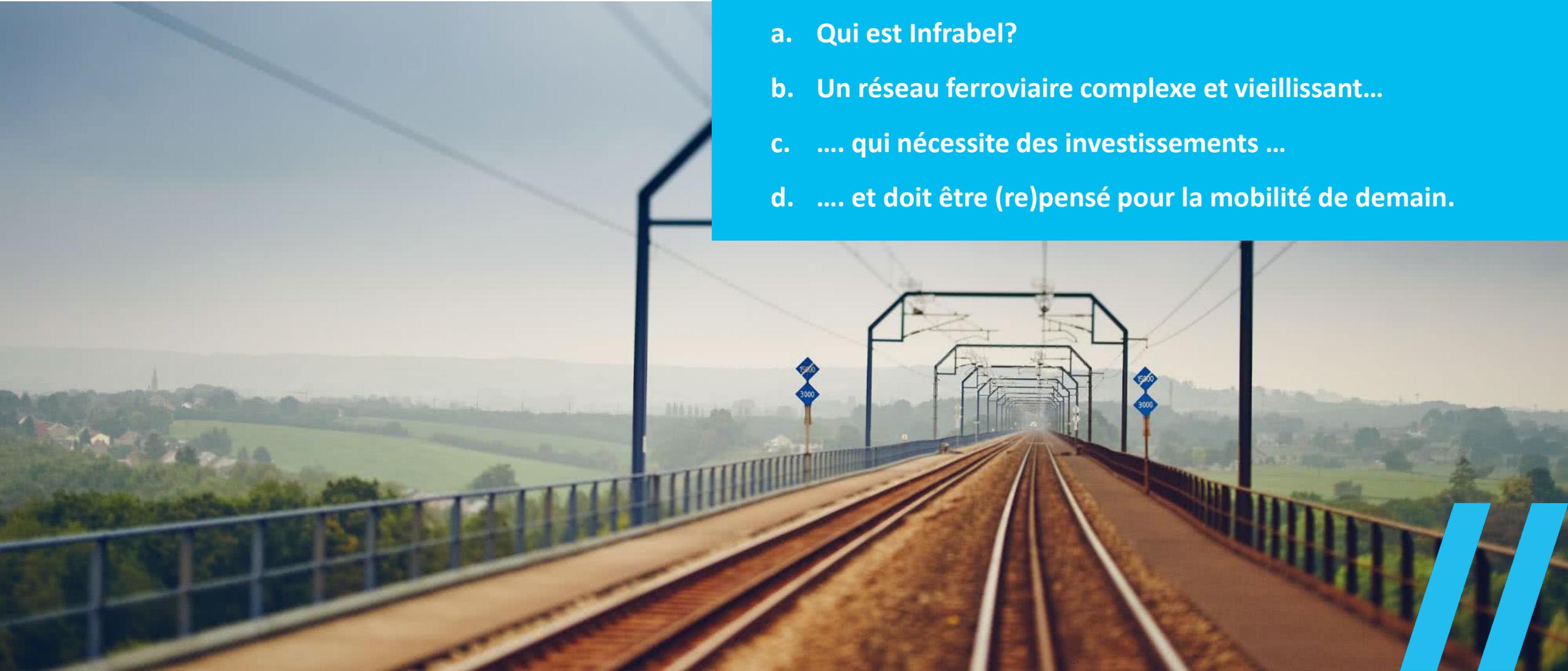


- 
1. **Contexte & introduction**
 2. **(Re)penser le réseau, une histoire de capacité**
 3. **Conclusion**
- 



1. Contexte & introduction

- a. Qui est Infrabel?
- b. Un réseau ferroviaire complexe et vieillissant...
- c. qui nécessite des investissements ...
- d. et doit être (re)pensé pour la mobilité de demain.



Qui sommes-nous ?



Nous gérons, entretenons et modernisons l'infrastructure ferroviaire belge. Nous organisons le trafic ferroviaire sur le réseau belge.



Qui sommes-nous ?



6.553 km

de voies principales & aiguillages



88 %

des lignes électrifiées



13.742

signaux lumineux
(dont 24 sur les LGV)



555

systèmes d'annonce aux voyageurs



11.657

ponts, tunnels, ...



1.630

passages à niveau



7.304 km

câbles Fibre Optique

12.500 ha

(~60x Monaco)



supporté par

9.533

employés

Production annuelle

111 millions trains-km

(~ 3 000 tours du monde)



Soit > **40 milliards de tonnes.km**

(>2,5 millions de camions évités)

Soit > **10 milliards de passagers.km**

(>100 millions de voitures évitées)

Grâce à
4.400 trains / jour



Qui sommes-nous ?



12 opérateurs fret*



3 opérateurs voyageurs*



Industrie lourde

Ports terminaux

Transport containers

199 entreprises raccordées**

*actifs sur le réseau belge
** 54 sont inactives

Les caractéristiques du réseau ferroviaire belge le rendent complexe à gérer et opérer

Densité

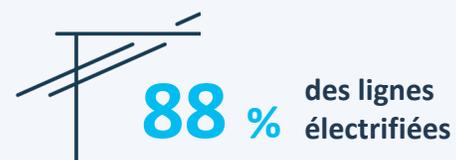
Le réseau belge est **un des réseaux les plus denses d'Europe**.



Peer Average

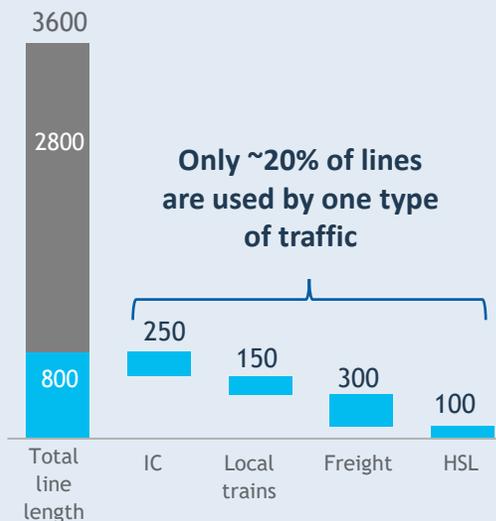
Électrification

Le réseau belge est **un des réseaux les mieux électrifiés d'Europe**. Ceci permet de réduire son empreinte écologique, mais implique des coûts de fonctionnement plus importants.



Mixité

Le réseau belge est **majoritairement utilisé par du trafic mixte**. Seul environ 20% des lignes sont dédiés à un seul secteur.



Gestion de la capacité sur base des pics

Le réseau belge a été **configuré afin de pouvoir absorber les pics** de demande aux heures de pointe. En moyenne, le réseau belge peut dès lors apparaître sous-utilisé comparativement aux autres pays européens.



Un réseau ferroviaire complexe et vieillissant...

Un réseau précieux mais vieillissant

Vieillessement du réseau ferroviaire*



- 22 %** des aiguillages en voie principale
- 12 %** des voies en voie principale
- 23 %** du revêtement des passages à niveau
- 20 %** de la caténaire (= plus de 1.000 km)
- 3.000 km** de câbles de fibre optique (GSM-R)

...

Contrat de Performance 2023 – 2032

Art 91. Contexte, objectifs et engagements

Le réseau ferroviaire est une infrastructure précieuse. Il est impératif de l'entretenir au mieux, et de la renouveler quand ses assets arrivent en bout de vie.

La maintenance et le renouvellement des assets, au moment le plus opportun, assure la sécurité d'exploitation et le niveau de performance du réseau.

L'asset management constitue un des métiers principaux d'un gestionnaire d'infrastructure.

Un audit 'Phoenix' sur l'état du réseau, réalisé en 2018, a objectivé le vieillissement d'une partie des assets du réseau.

L'État et Infrabel s'accordent sur l'importance de la maintenance et du renouvellement du réseau, dans le but de rattraper le retard et de moderniser le réseau.

Art 93. Un plan de modernisation du réseau nécessaire pour le maintien de la substance des assets

Tenant compte des moyens mis à sa disposition via le Plan pluriannuel d'investissement, Infrabel élaborera un plan de modernisation de l'état du réseau qu'elle présentera à l'Autorité de tutelle dans les 12 mois suivant la signature du présent Contrat. Ce plan de modernisation vise à enrayer la perte de substance des installations ferroviaires – constaté par l'audit réalisé à la demande d'Infrabel sur

* audit externe sur l'état et les politiques de maintenance du réseau confié par Infrabel à deux bureaux suisses d'ingénieurs et de conseils

PPI ... une responsabilité importante avec des objectifs clairs ... également pour la capacité

CAPACITY



- **Finaliser les projets entamés**
Par ex. : Axe 3, 3e et 4e voies Gand-Bruges, L130A, RER, ...
- Équipement partiel du réseau **avec des voies longues de 750 m (obligation européenne)**
- **Enveloppe réduite et limitée pour résoudre un certain nombre de bottlenecks** : l'augmentation de la capacité est une condition nécessaire au transfert modal.
(par ex. : Projet ECA, plan de transport 2030 SNCB...*)
- **Investissements spécifiques dans les ports**
- **Enveloppe pour les nouveaux raccordements ferroviaires des industries**

* Après de longs mois de travail entre nos équipes, notre tutelle et diverses institutions financières, le Conseil d'Administration d'Infrabel a approuvé le 28 novembre 2023 une proposition de l'Agence de la dette concrétisant ainsi pour Infrabel la possibilité offerte, via l'art. 125 du Contrat de Performance, d'obtenir un emprunt de maximum 1 milliard € courants.

La mobilité de demain doit se (re)penser dès aujourd'hui

Contrat de performance

Étude 2040 dirigée par le SPF Mobilité

Avec un rôle plus actif pour Infrabel en raison de son expérience



« Art. 80. Vision à long terme et architecture réseau

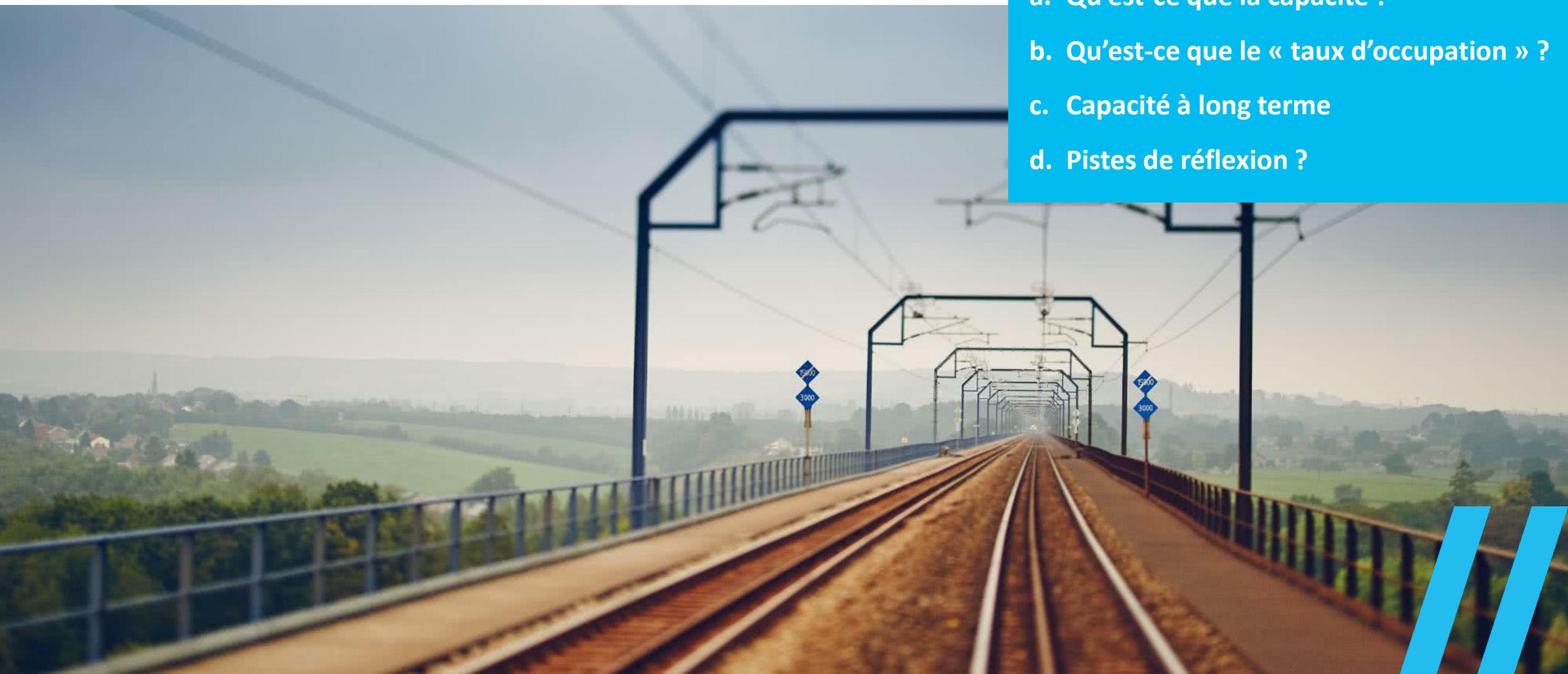
Les ambitions traduites dans la Vision Rail 2040 nécessitent d'anticiper les futurs besoins de capacité et de disposer d'une vision à long terme réfléchie, stable et établie en temps utile. En effet, dans un certain nombre de cas, ces besoins se traduisent par des investissements dans l'extension de capacité qui nécessitent une longue période de planification et/ou d'exécution, pouvant s'étendre sur 10 à 20 ans.

L'Autorité de tutelle pilote dès lors les études portant sur les évolutions possibles en termes d'exploitation du réseau et plus particulièrement dans la confection d'un schéma horaire cible 2040 (horaire du trafic national voyageur intégré avec le trafic généré par les autres secteurs ferroviaires : voyageurs international et fret). Ce schéma visera à rencontrer les objectifs de transfert modal portés par le Gouvernement et sera décliné en différentes étapes intermédiaires de réalisation (stratégie de migration). Infrabel met son expertise à disposition et s'implique activement dans ces études dont les résultats, prévus d'ici 2024, alimenteront le travail en cours sur l'évolution de l'architecture du réseau.

... »

2. (Re)penser le réseau, une histoire de capacité

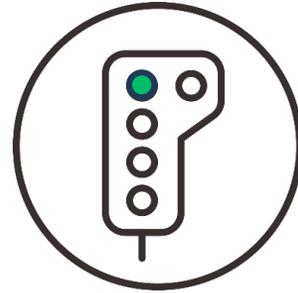
- a. Qu'est-ce que la capacité ?
- b. Qu'est-ce que le « taux d'occupation » ?
- c. Capacité à long terme
- d. Pistes de réflexion ?



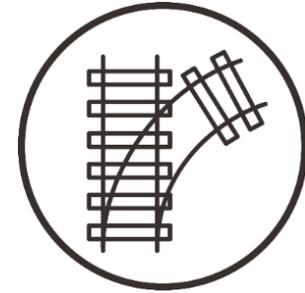
Règles de base



Minimum **3 minutes**
entre deux trains
successifs

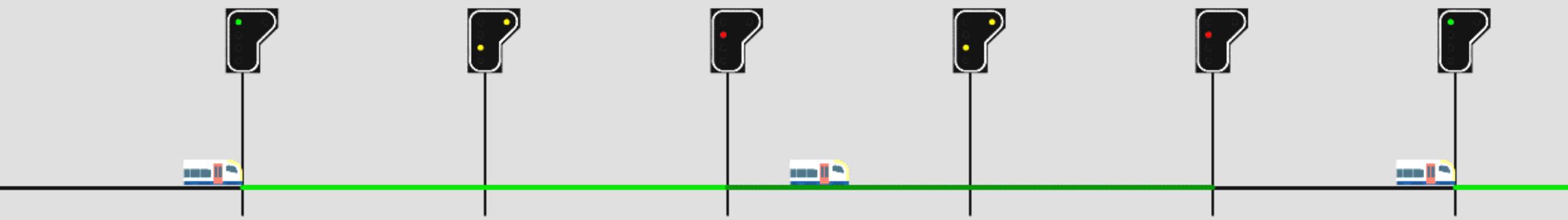


Rouler lorsque le feu est
VERT

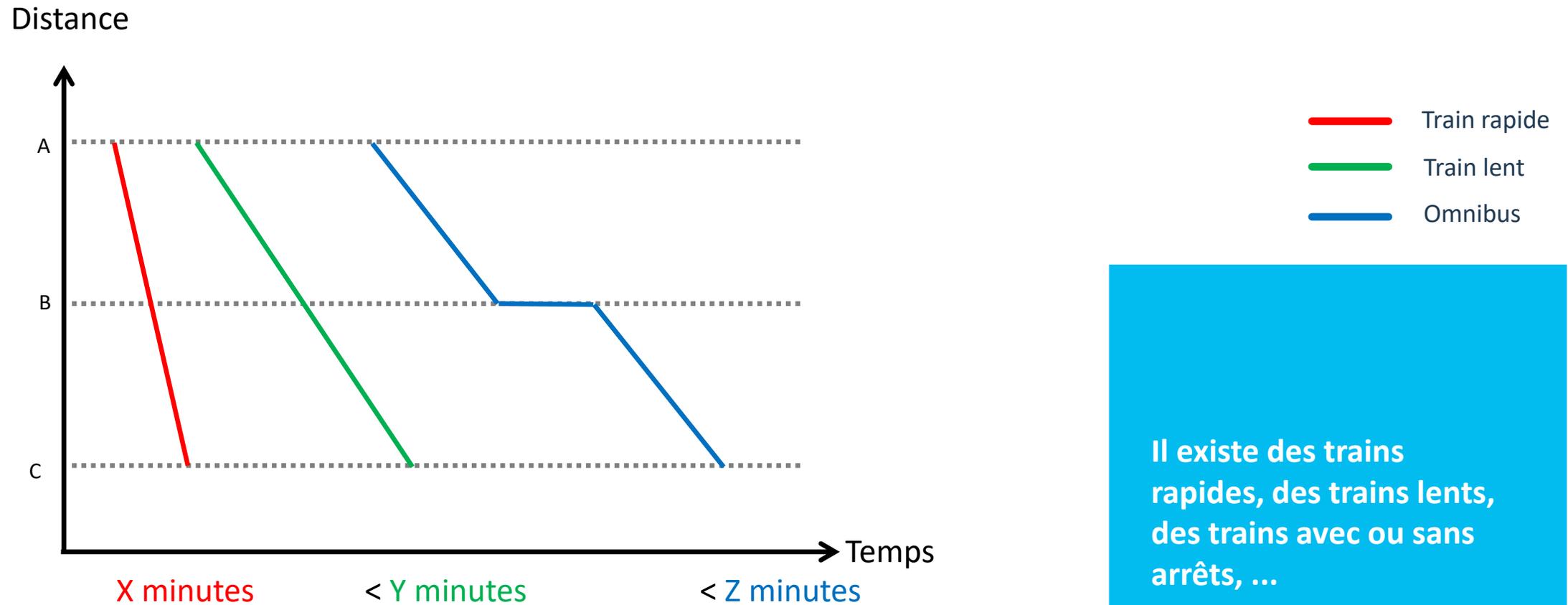


Bifurquer
à **pleine vitesse**

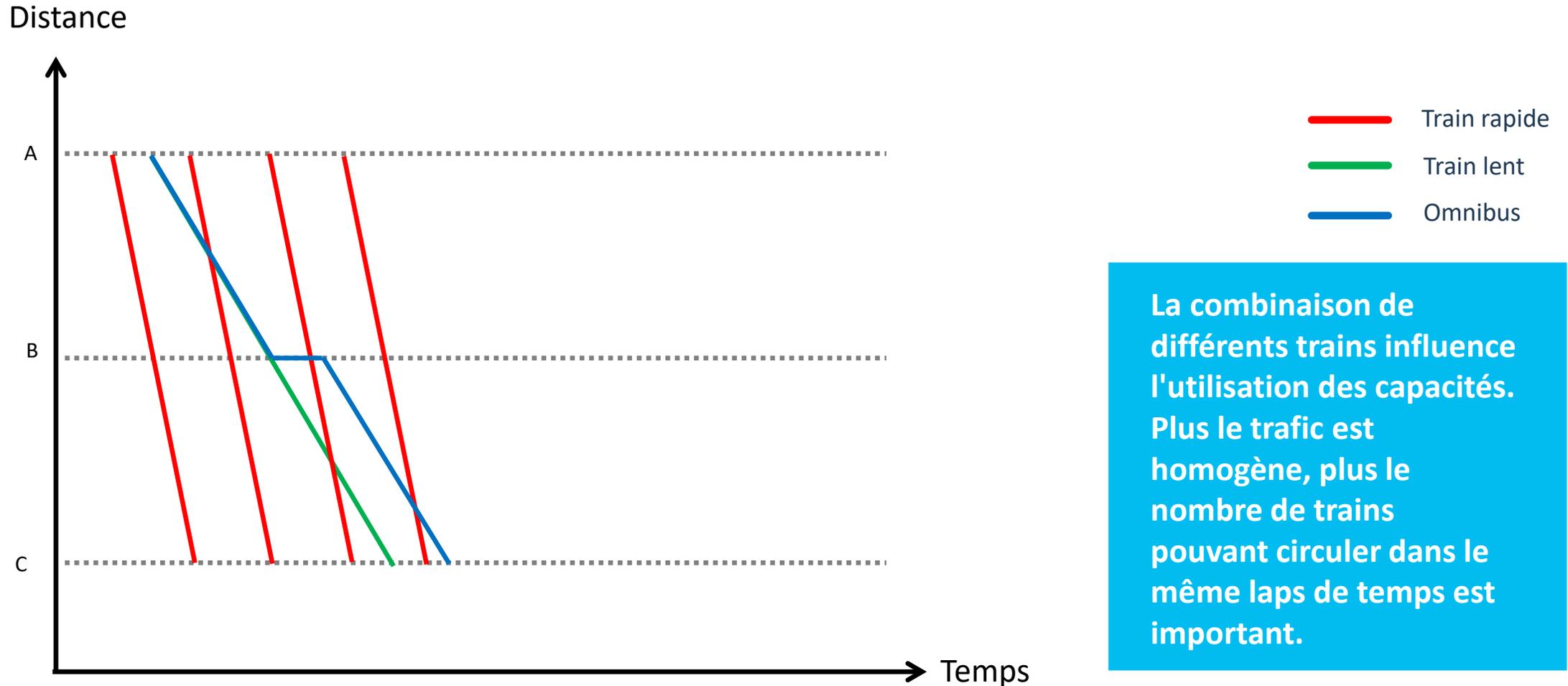
Prise en compte de différents paramètres



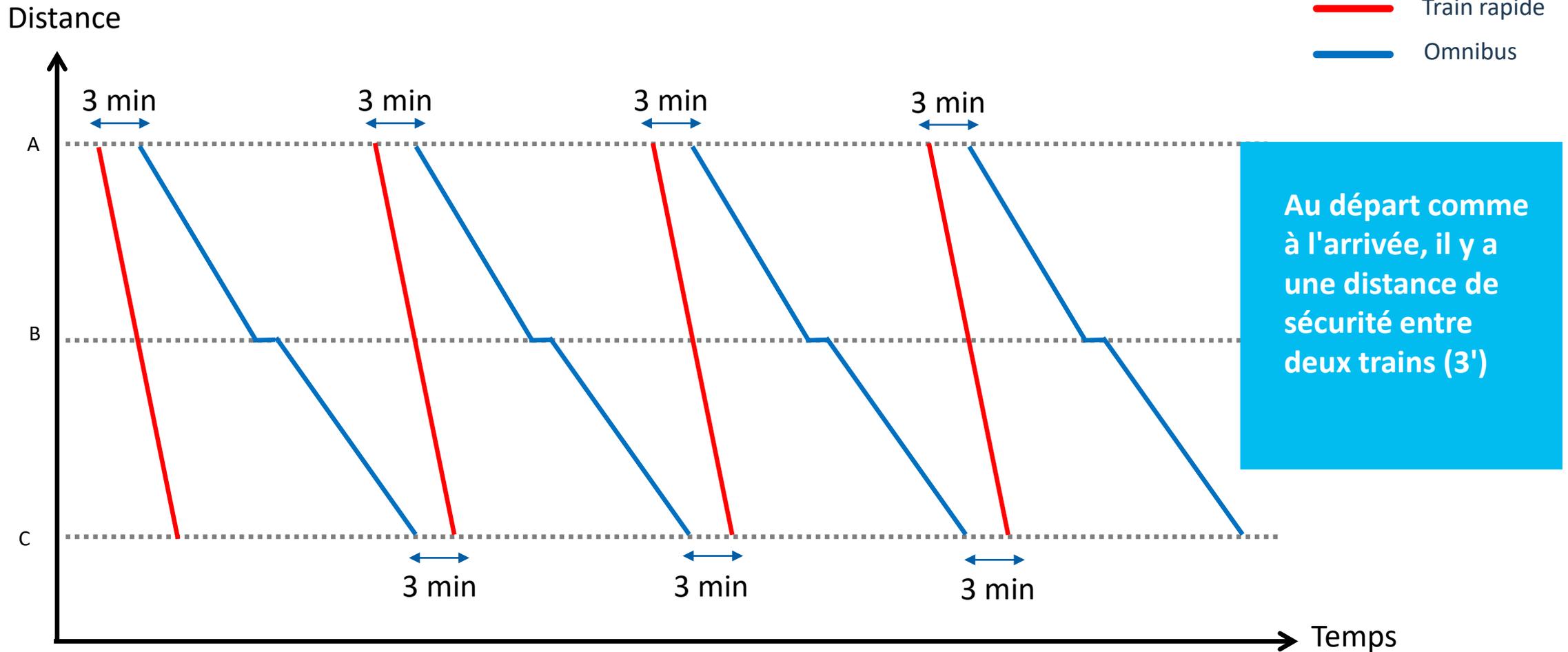
Graphique de ligne : distance – temps ⁽¹⁻³⁾



Graphique de ligne : distance – temps (2-3)



Graphique de ligne : distance – temps (3-3)

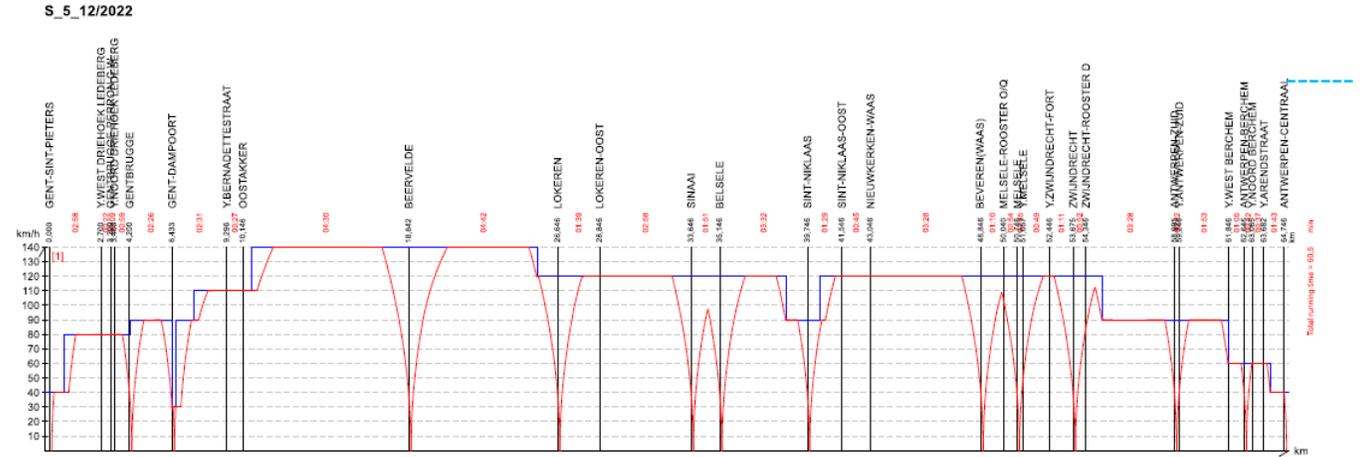


Exemple pratique de trafic non homogène sur la capacité

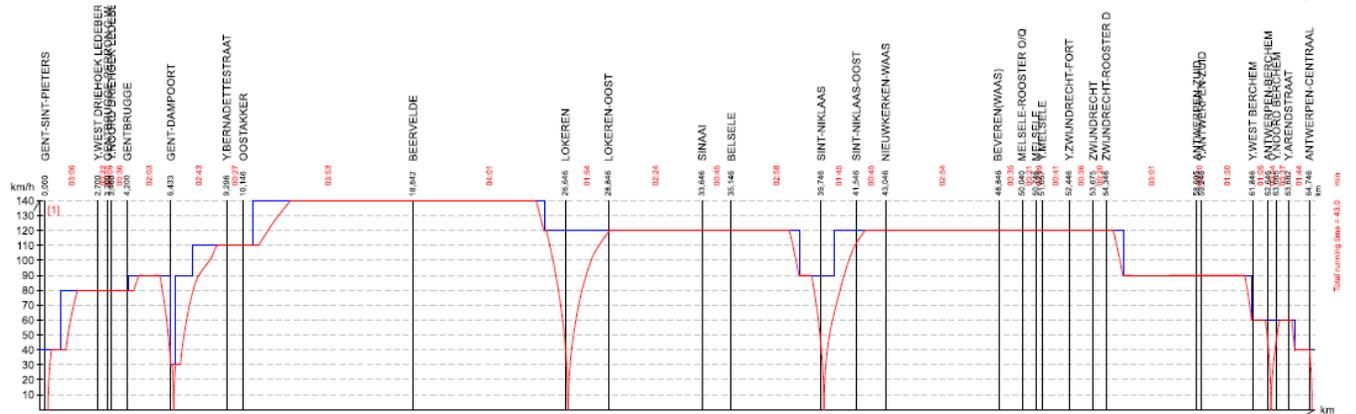
3 types de trains sur 1 ligne

- Vitesse de référence infra
- Profil de vitesse des trains

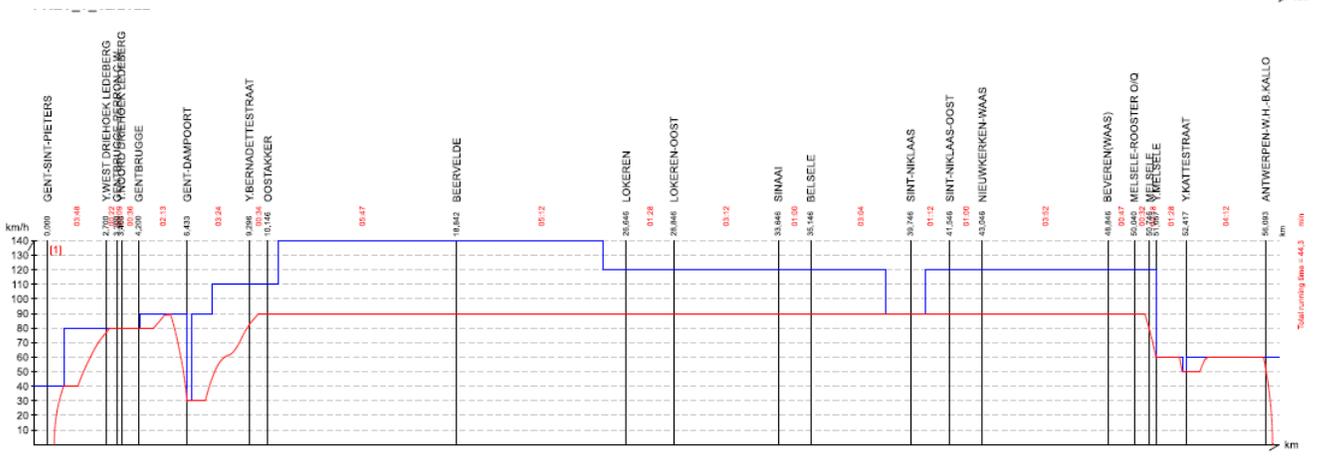
Train S



Train IC

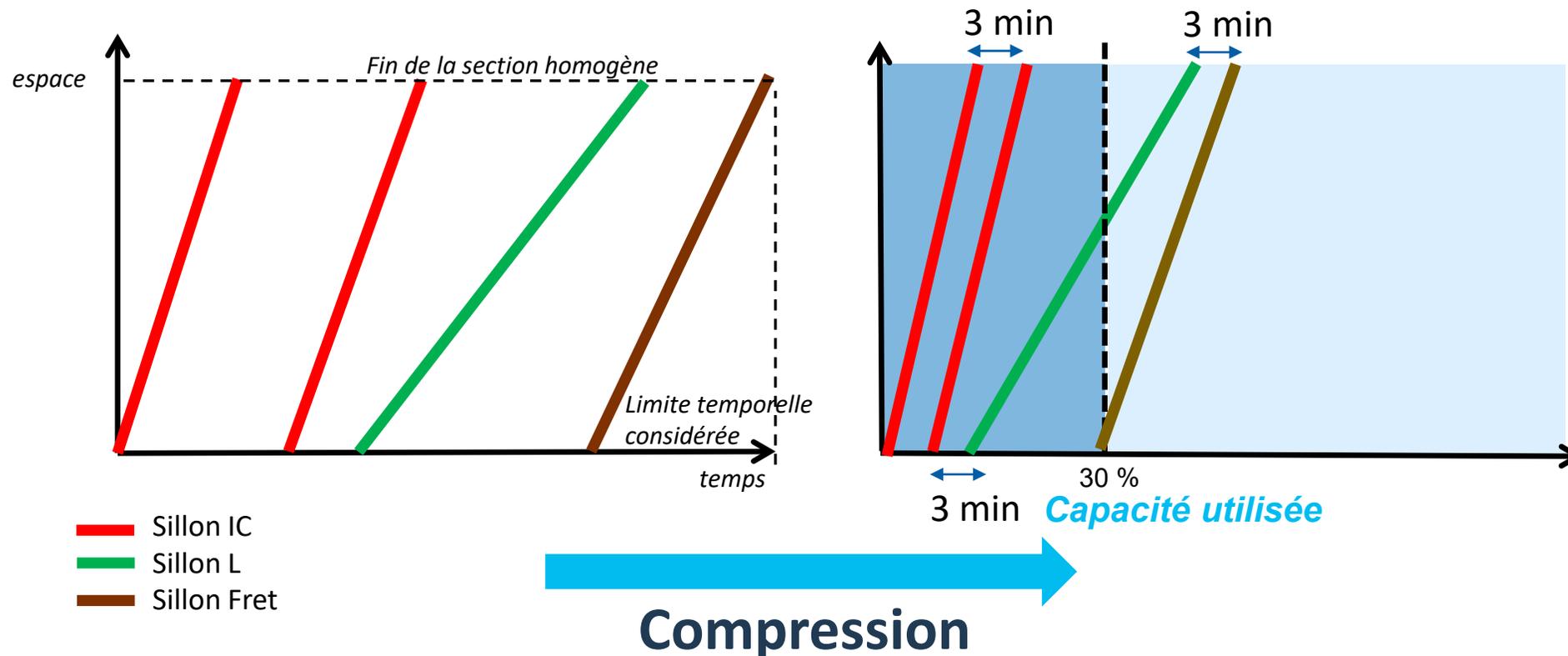


Marchandises



Taux d'occupation | Méthode de calcul

- Pour mesurer l'utilisation du réseau, on prend la succession des relations planifiées dans chaque section / nœud ou gare, et on la comprime au maximum.
- Le rapport entre la durée nécessaire/minimale des relations comprimées et l'intervalle de temps étudié (par ex. 1 heure) donne le taux d'occupation.



Taux d'occupation | Norme UIC 406

Utilisé comme ligne directrice →
points d'attention/feu clignotant →
enquête plus approfondie requise
pour les points rouges (dépassant la
limite de capacité proposée)

- Risque élevé de problèmes de robustesse
- Déterminer si les difficultés décelées sont dues à une utilisation non optimale suite aux choix des relations ou si l'utilisation de l'infrastructure a atteint un maximum
- Détecter les bifurcations où aucune modification de l'horaire n'est possible car les croisements y ont été optimisés via le plan de transport

Est exprimé en un pourcentage calculé selon la méthode UIC :

Taux d'occupation	Limite de capacité	Attention requise à partir de
Tronçon	75 % 	60 % 
Bifurcation	60 % 	50 % 
Gares	50 % 	35 % 

Le dépassement de la limite de capacité (pratique) peut entraîner des retards.

Une limite de capacité théorique de 100 % n'est pas applicable dans la pratique pour pouvoir respecter une planification robuste.

Travaux d'extension de capacité = repenser le réseau ferroviaire

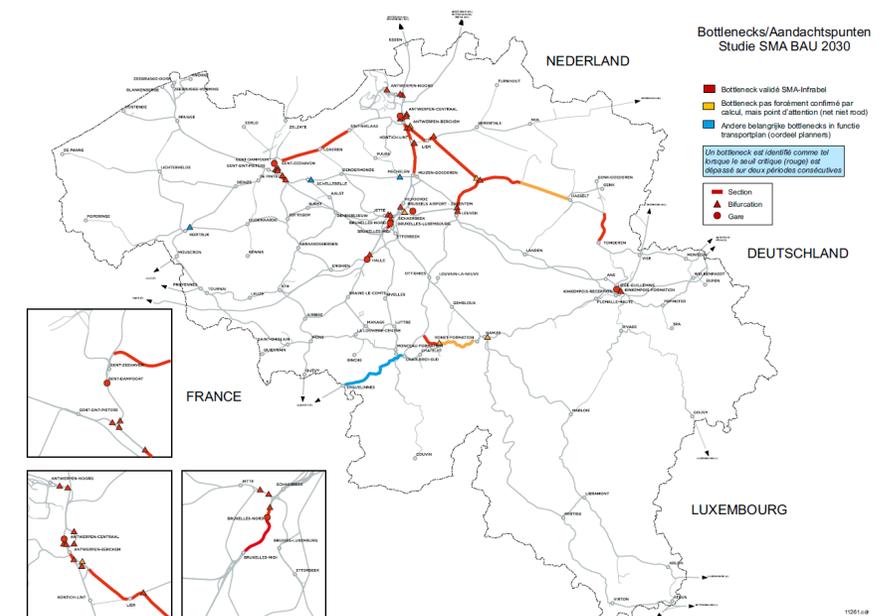
Poursuivre le développement du réseau ferroviaire pour répondre aux ambitions de transfert modal tout en réduisant les bottlenecks

Aujourd'hui déjà, des problèmes de capacité se posent à certains endroits à certaines heures de la journée

- davantage de coordination nécessaire (propositions d'adaptation) de 4 (horaire 2023) à 350 (!) (horaire 2024)
- ↑ procédures de coordination
- Déclaration de saturation

Exemple d'étude visant à identifier les bottlenecks si les ambitions en matière de transfert modal sont réalisées

(+14 % de trains-km de voyageurs au niveau national et doublement du tonnage de fret)



Travaux d'extension de capacité = repenser le réseau ferroviaire

2. (Re)penser le réseau, une
histoire de capacité

Capacité à long terme

Poursuivre le développement du réseau ferroviaire pour répondre aux ambitions de transfert modal tout en réduisant les bottlenecks

RÉSULTAT

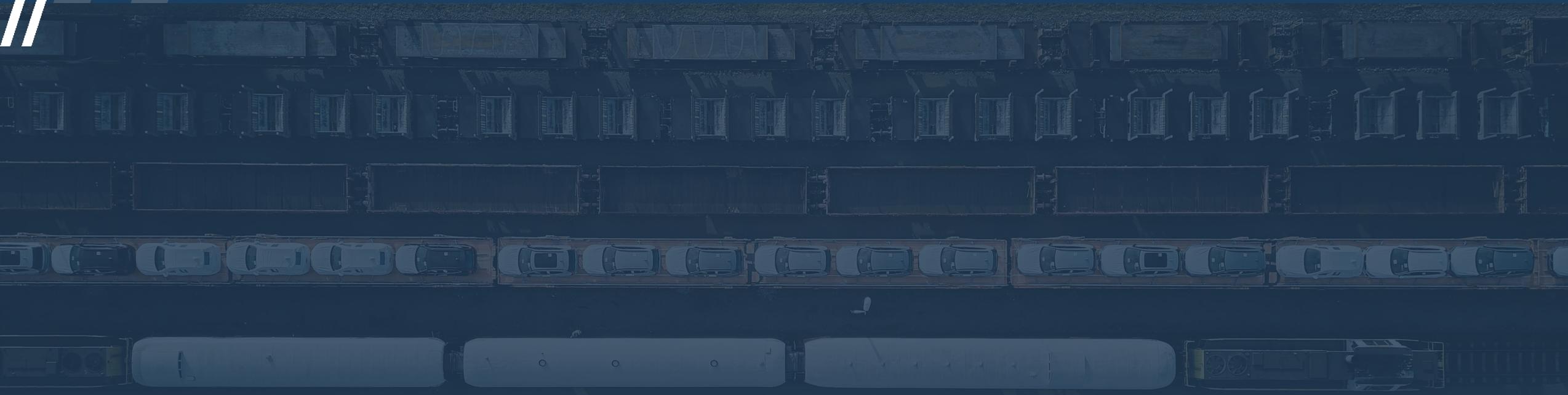
- Aujourd'hui, un certain nombre de bottlenecks existent déjà
- À l'avenir, la capacité disponible en 2030 sera généralement insuffisante pour le nombre de sillons demandés par tous les segments.

Les bottlenecks se concentrent surtout autour de Bruxelles, Anvers, **Gand** et Liège, et sur des lignes où le trafic est hétérogène

ANALYSE DES BOTTLENECKS



- Analyse bottleneck par bottleneck : quel est le problème ?
- En tenant compte de leur interdépendance
- Les solutions trouvées peuvent consister, selon le cas, à adapter ce qui suit :
 - les plans de transport et/ou
 - les systèmes (par exemple, évolution vers l'ETCS L3) et/ou
 - l'infrastructure
- L'implémentation finale de la solution dépend de
 - son financement (dans le cas d'une adaptation de systèmes ou de l'infrastructure) ou de l'absence de financement
 - l'obtention des coupures requises, lesquelles sont restrictives
 - et/ou du résultat de la concertation avec les stakeholders concernés (autorité de tutelle, opérateurs, etc.)



Piste 1



Technologie ?



Piste 2



Plan de transport
& Modèle
d'exploitation ?

Piste 3



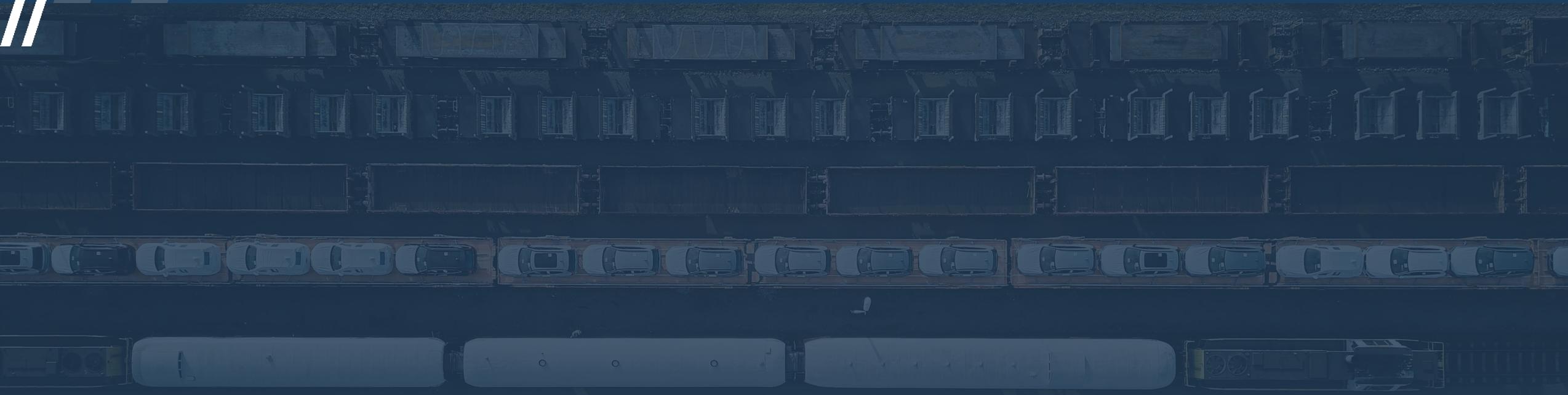
Infrastructure ?

Solutions ?

PISTE 1 : Technologie ?

- Les évolutions technologiques permettront aux trains de se succéder plus rapidement à l'avenir grâce à une meilleure adaptation du temps de succession à la distance de sécurité entre deux trains.
- Aucun résultat d'étude scientifique pour le moment. Il ne s'agit pas d'une technologie éprouvée.
- Même si la nouvelle technologie permettait de réduire le temps entre deux trains, l'hétérogénéité du trafic freine les gains de capacité ! La distance entre deux trains est déterminée en fonction de :
 - la distance de sécurité
 - + la différence de vitesse
 - + le nombre d'arrêts x le temps d'arrêt
- Solution à très long terme (>2040)





Piste 1

Piste 2

Piste 3



Technologie ?

Plan de transport
& Modèle
d'exploitation?

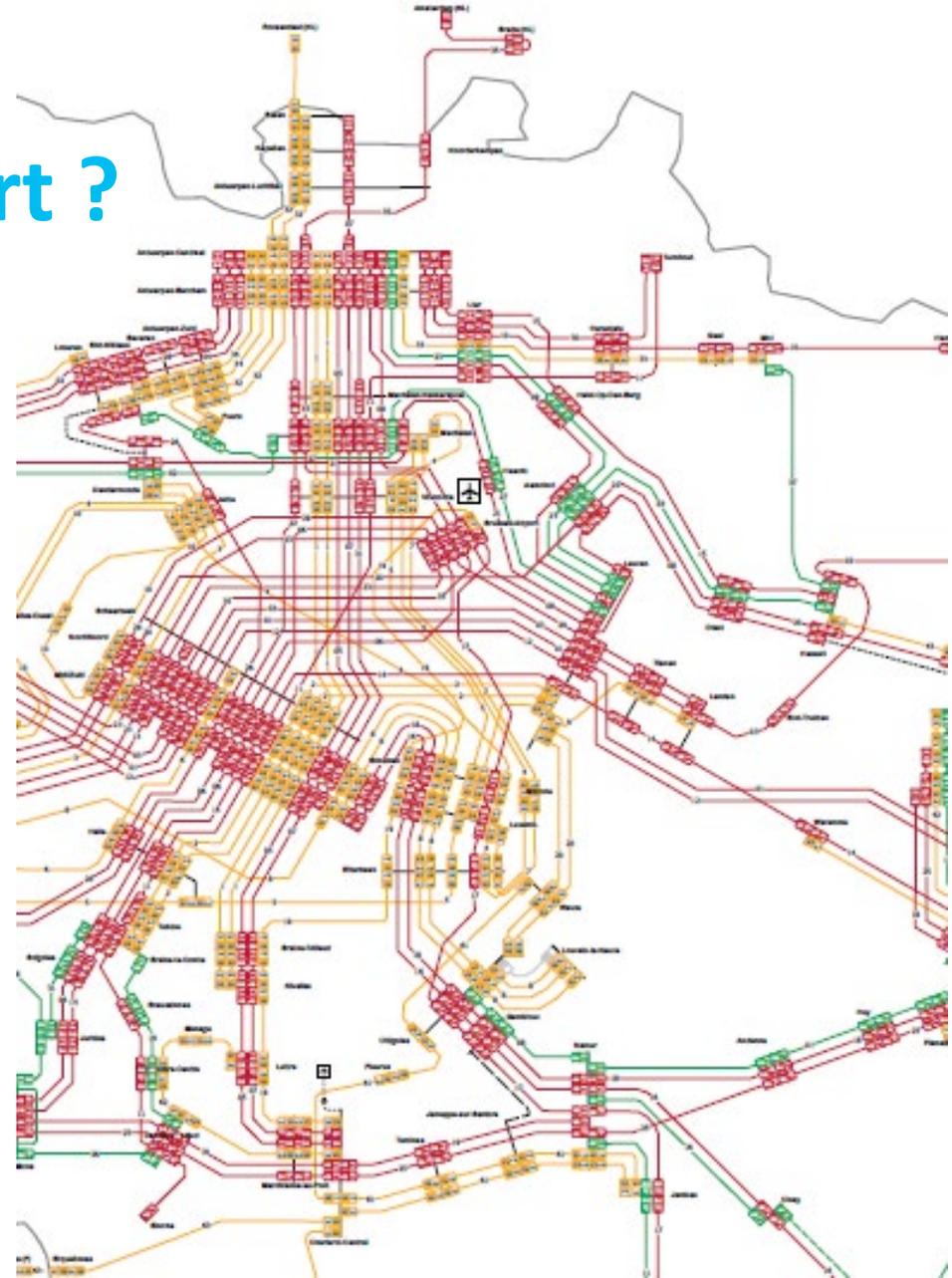
Infrastructure ?

Solutions ?

PISTE 2 : Adaptation du plan de transport ?

Permettre à un plus grand nombre de trains de circuler sur le même réseau grâce à une adaptation **fondamentale** du plan de transport

Différents modèles sont possibles (voir plus loin dans le diaporama)



Il faudra faire des choix !

Quel sera le modèle d'exploitation (combinaison de) pour l'avenir → étude 2040 dirigée par le SPF Mobilité) et comment y parvenir par phases ?

Nombre d'arrêts vs hétérogénéité

Structuration de l'offre marchandises : catalogue/cadence vs flexibilité

Partage de la capacité voyageurs-marchandises : réglementation ?

...

Différents modèles possibles du point de vue de la capacité

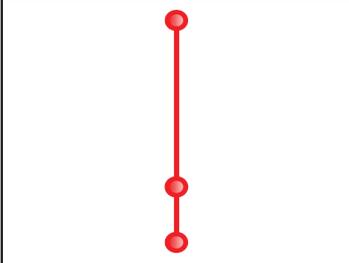
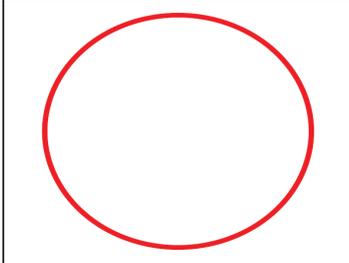
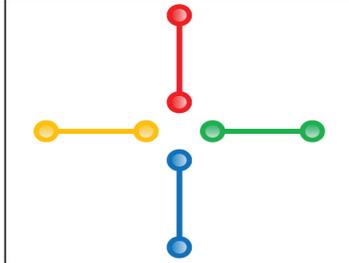
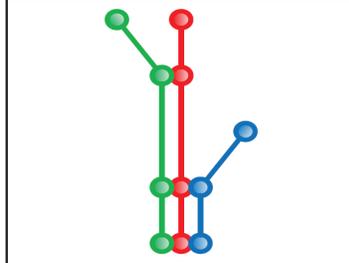
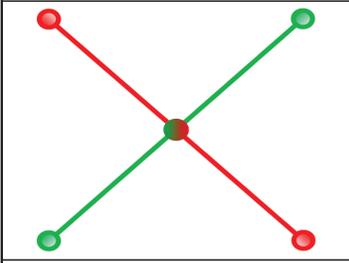
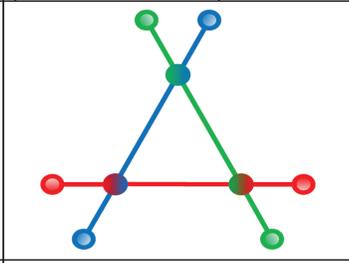
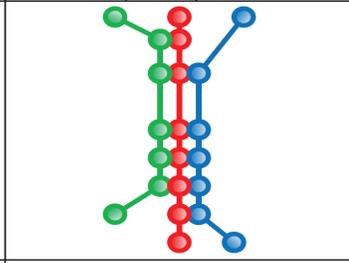
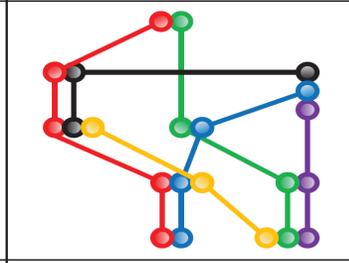
- Un des éléments de la solution au problème de congestion est une modification du plan de transport, que ce soit ou non par l'utilisation d'un modèle d'exploitation différent.
- Il existe différents modèles d'exploitation et, même au sein de ces modèles, il existe différentes variantes.
- Il faut tenir compte de tous les secteurs qui ont des besoins différents (voyageurs nationaux et internationaux, fret, autres trains (parcours techniques, trains de travaux, parcours à vide EF, ...)).
- À quelques exceptions près, Infrabel dispose d'un réseau mixte (plusieurs types de clients utilisent la même infrastructure).
- Principe de non-discrimination.

Le choix final est un choix politique qui n'appartient pas à Infrabel.

L'étude 2040 dirigée par le SPF Mobilité vise donc à apporter plus de clarté. Infrabel participe aux groupes de travail et a réalisé elle-même certaines analyses d'appui.

Quels sont les différents modes d'exploitation possibles ?

Modèles en fonction
de la structure
géographique/spatiale
du réseau desservi

			
Point to point connection, e.g. a high speed line	Circle line, e.g. in Berlin, London and Tokyo (suburban trains)	Centralized nodes, e.g. the French railway network (Paris)	Corridor / tree, e.g. regional train traffic on the island of Zealand
			
Radial/star shaped network, e.g. the Rome metro system	Universal star shaped network, e.g. InterCity and metro networks	Network with core route, e.g. Copenhagen suburban trains (S-tog)	Mesh network, e.g. German InterCity-Express train network

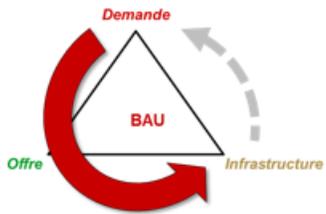
Différentes structures de réseaux (extrait de Schittenhelm B. H. – Quantitative Methods for Assessment of Railway Timetables, DTU Transport, PhD thesis 2013)

Classification des horaires de circulation

Horaires non cadencés	Horaires cadencés	Horaires symétriques	Horaires intégrés à intervalles fixes	Horaires à fréquence élevée
<p>Ces horaires ne contiennent pas de structure. Ils sont basés sur la demande de déplacement. Intervalles-temps entre deux trains non répétitifs.</p>	<p>Horaires fortement structurés, intervalles-temps entre deux trains répétitifs. Systématisation des correspondances dans les nœuds traversés.</p>	<p>Horaires cadencés dans lesquels les passages des trains circulant en sens contraires se croisent selon une symétrie du cadran horaire.</p>	<p>Identification d'un nombre défini de gares appelées hubs où les trains de toutes les directions se croisent à un moment planifié pour offrir le maximum de correspondances dans des conditions attractives.</p>	<p>La fréquence est suffisamment élevée pour que les voyageurs n'aient pas besoin d'informations sur les horaires de circulation puisque les temps d'attente et de correspondance sont courts par hypothèse.</p>

Différents modèles du point de vue de la capacité

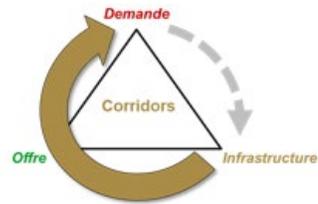
3 modèles ont été examinés plus en détail en fonction de notre réseau



Pour 2040 :

« au fil de l'eau » :

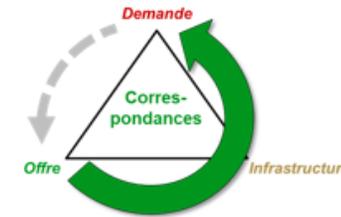
- Pas de prise de décision de restructuration de l'offre
- Insertion des sillons supplémentaires dans la trame horaire actuelle



Pour 2040 :

en systématisant l'offre selon les « itinéraires naturels » offerts par l'infrastructure :

- Utilisation maximale de la capacité offerte
- Minimalisation des interdépendances entre sillons
- Le moins de croisements possible



Pour 2040 :

structuré autour de nœuds de correspondance :

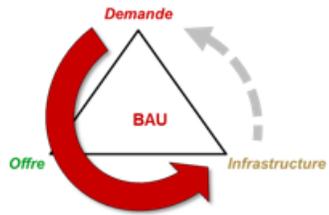
- dans le but d'améliorer les correspondances et d'augmenter le nombre de relations (en offrant des relations avec correspondance en plus des relations directes)
- par des nœuds « complets » permettant les correspondances dans toutes les directions à un maximum de nœuds
- par l'optimisation des correspondances dans un maximum d'autres gares

Un modèle n'exclut pas l'autre → vous pouvez relier des nœuds selon le principe du corridor
→ modèle combiné

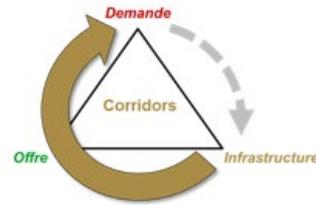


**Première évaluation des (3) modèles
possibles du point de vue de la capacité**

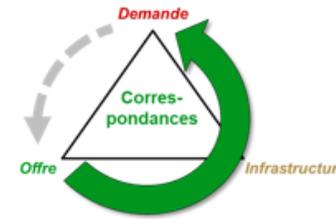




- Présence de trains P → meilleur temps de trajet
- **Très coûteux** : utilisation sous-optimale du réseau
- **Moins robuste** : nombreuses interdépendances
- **Moins bons temps de parcours pour les trains de marchandises** qui sont fréquemment planifiés de manière ad hoc



- Meilleure utilisation de l'infrastructure → moins cher
- Plus robuste en raison d'une interdépendance moindre
- De meilleurs temps de parcours des trains de marchandises qui sont intégrés dans le schéma horaire
- **Plus de correspondances - moins bons temps de trajet car les itinéraires sans conflit ont la priorité sur les itinéraires commerciaux**



- Robuste
- Clair
- **Très coûteux en raison des investissements supplémentaires dans les gares, en plus des investissements sur les lignes**
- **Les trains S restent plus longtemps à l'arrêt dans les nœuds**

Une combinaison est nécessaire pour bénéficier des meilleures caractéristiques de tous les modèles et éviter les moins bonnes

OBJECTIF Développer un modèle d'exploitation réduisant au minimum les nouvelles infrastructures tout en maximisant l'offre de capacités

Première conclusion ?

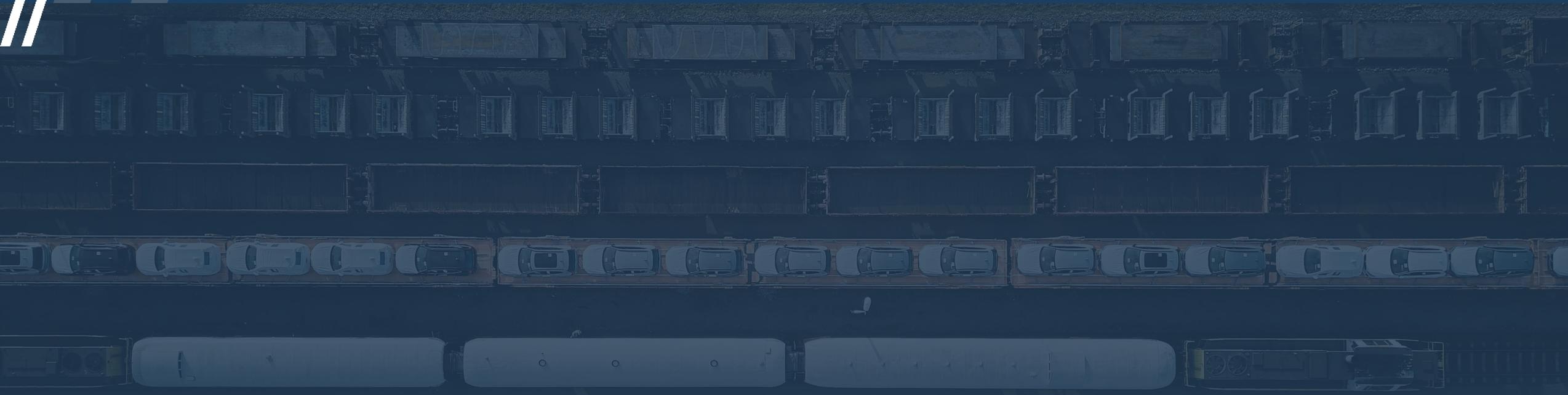
Sans investissements importants, on ne peut pas répondre aux objectifs politiques, indépendamment de la façon dont le réseau est exploité

Les scénarios Corridors et Correspondances montrent des potentiels d'optimisation intéressants, principalement permis par la systématisation de l'offre :

- Réduction des mesures infrastructurelles nécessaires à volume d'offre constant
- Amélioration de la robustesse du plan de transport
- Augmentation substantielle du nombre de relations voyageurs commerciales offertes (mais dont un nombre plus élevé est avec correspondance)
- Réduction des temps de parcours des sillons marchandises



Attention : tous les scénarios présentent des avantages et des inconvénients, aucun scénario n'est meilleur qu'un autre sur tous les plans. Il faudra **donc faire des choix difficiles**. → étude 2040 SPF Mobilité



Piste 1

Piste 2

Piste 3

Technologie ?

Plan de transport
& Modèle
d'exploitation ?

Infrastructure ?

Solutions ?

PISTE 3 : Infrastructure ?

Si la piste 1 et/ou 2
n'apporte(nt) pas le
résultat souhaité,

→ une nouvelle
infrastructure
est nécessaire

Deviens de plus en plus
difficile :

- Budget
- Permis
- ...



Approche bottlenecks



2 approches

1 de grands projets complétés
par de « plus petits »
projets

2 uniquement des
« plus petits projets »

- Pour les deux approches : **étudier les bottlenecks par axe** et pas seulement bottleneck par bottleneck en raison des interdépendances

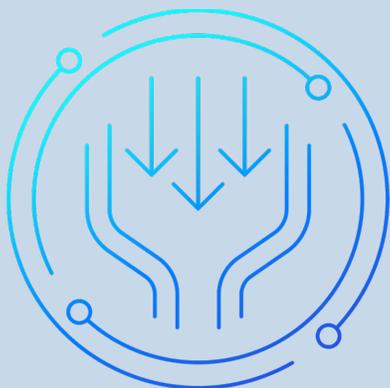
- Le montant disponible étant limité à MAXIMUM 145 M €*, c'est surtout la deuxième approche qui est déjà développée un peu plus en détail, bien que l'approche via les grands projets pourrait donner un réel coup de boost au transfert modal

- Le choix de l'une ou l'autre approche est nécessaire. Par exemple, le choix d'un deuxième accès portuaire résout immédiatement le bottleneck de Nazareth

- Tous les bottlenecks n'ont pas été étudiés à ce stade : quelle(s) solution(s) est/sont nécessaire(s)/possible(s) en termes d'adaptation du plan de transport et/ou de l'infrastructure (échéance fin 2023) ?

* Dépend de l'emprunt d'un milliard d'euros - voir ci-dessus

Bottlenecks 2030 (+)



1 de grands projets complétés par de « plus petits » projets

- Des solutions qui donnent un réel coup de boost
- > xx milliards d'euros
- Pourrait potentiellement limiter l'impact des travaux
- À compléter par des plus petits projets en raison des interdépendances

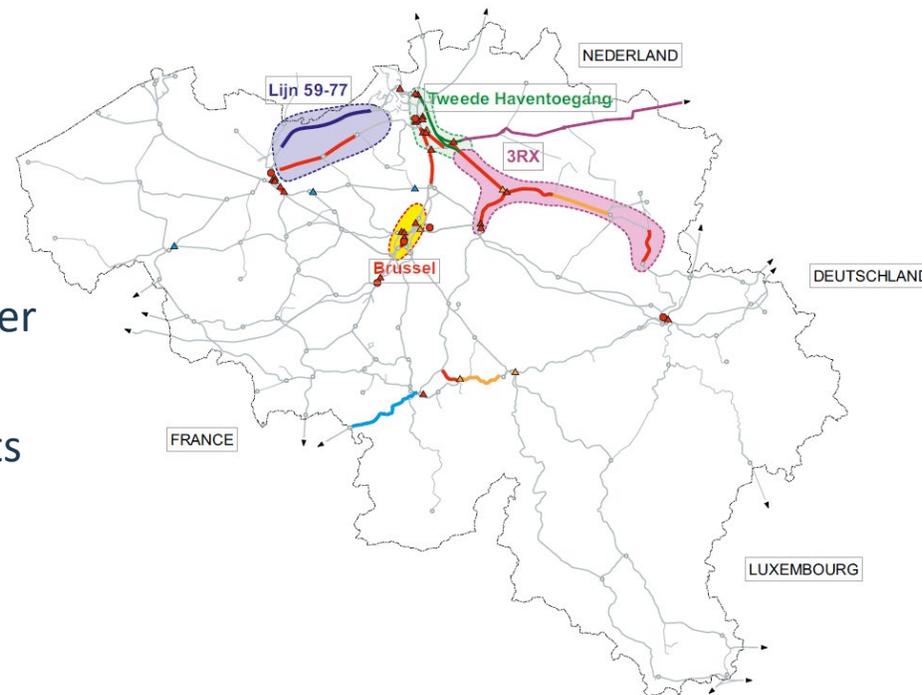
Exemple

Si l'on opte pour la construction d'une nouvelle ligne 77 entre les ports d'Anvers et de Gand, la situation autour de Gand devra également être résolue (Driehoek Ledeborg, Gent-Dampoort, etc.). Sinon, il n'y aura toujours que très peu ou pas de trains de marchandises supplémentaires qui peuvent circuler entre les ports d'Anvers et la France via Gand.

2. (Re)penser le réseau, une histoire de capacité

Pistes de solutions ?

2 uniquement des « plus petits projets »



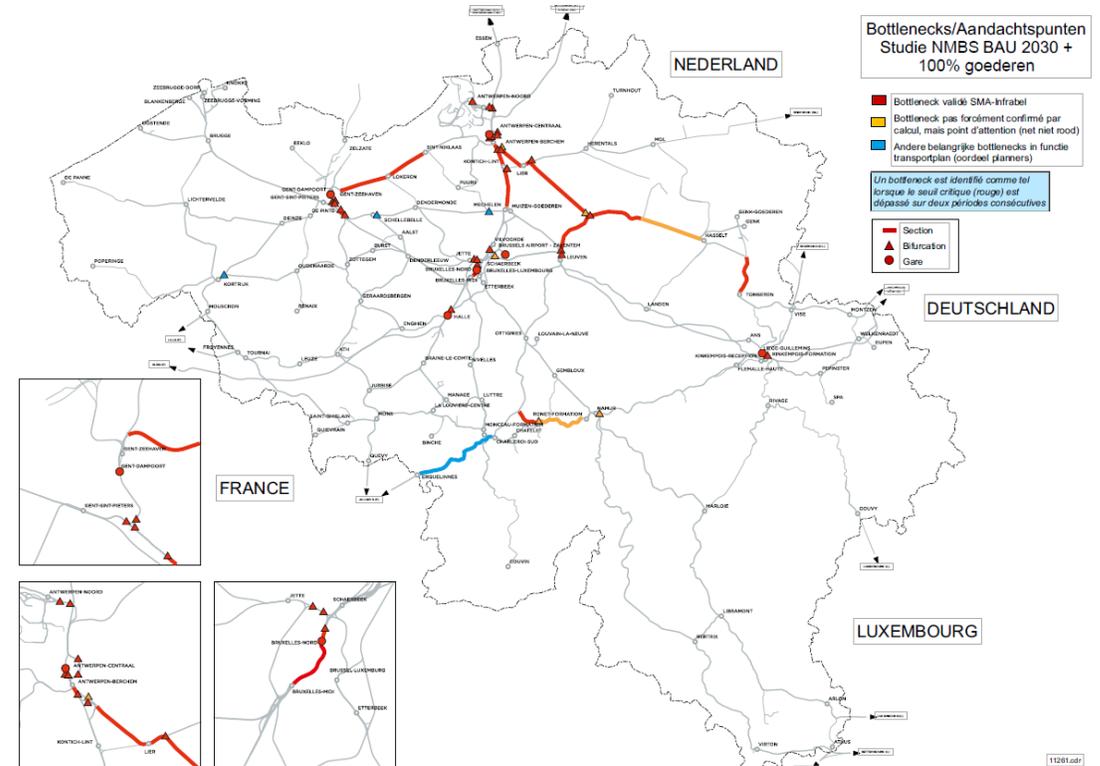
Bottlenecks 2030 (+)



1 de grands projets complétés par des micro-projets

2 uniquement des « plus petits projets »

- Projets plus petits avec des montants relativement plus faibles (il s'agit toujours plus de 100 millions d'euros) par projet
- Beaucoup plus de projets
- Chaque projet séparé n'apporte qu'un faible gain de capacité





3. Conclusion



Un monde ferroviaire ambitieux en mouvement...

Service public :

un Contrat de Service Public 2023-2032 sur dix ans,

- Libéralisation imminente
- 2023-2032 + 10 % trains-km = + 30 % de voyageurs
- 2040 : une part modale de 20 % d'ici 2040

Trafic international de voyageurs : demande croissante

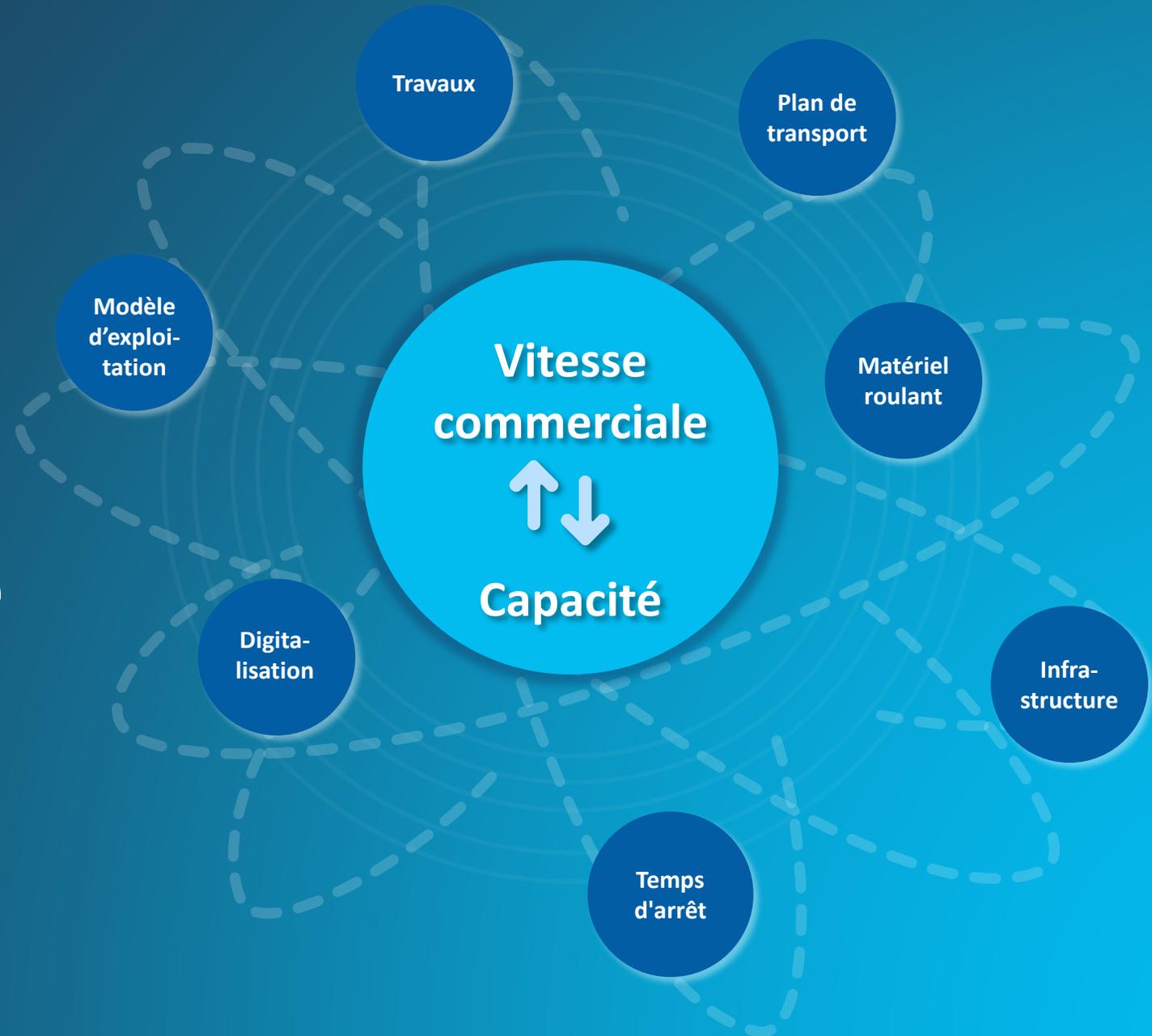
- Trains de nuit : NightJet, European Sleeper, ...
- Études en cours à la SNCB (avec des partenaires) sur une nouvelle offre entre Bruxelles et Paris, sur l'offre vers le Luxembourg, ...
- Intentions des autres opérateurs : Qbuzz, Flixtrain, Arriva, Heuro, ...
- La pression sur les vols court-courriers en Europe
→ augmentera encore la demande de trains



Trains de marchandises

- Doubler le volume de fret ferroviaire d'ici 2030
- Une part modale de 20 % d'ici 2040

→ **Complexe**



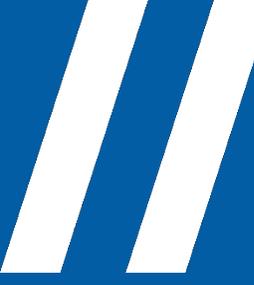
Infrabel met loyalement en œuvre les choix (politiques)

Nous devons réfléchir ensemble, avec notre gouvernement de tutelle, les parties prenantes, l'industrie et les opérateurs, à ce que sera le réseau de demain et à la manière dont il pourra être utilisé au mieux pour répondre à la demande future.

Des études approfondies sont nécessaires à cet égard, notamment l'importante étude sur le schéma horaire de base 2040 menée par le SPF Mobilité

Quel que soit le modèle choisi, il est certain que **des investissements importants** seront nécessaires. **Des choix politiques (difficiles)** devront être faits, en tenant compte de toutes les conséquences que ces choix impliquent. Infrabel met toute son expertise à disposition pour faire les meilleurs choix.





Merci !

