

*Bordeaux
Espagne*

Les **Grands**
Projets
du **Sud**
Ouest

*Bordeaux
Toulouse*



Méthodologie des études de trafic et d'exploitation

DOCUMENT DE TRAVAIL

SOMMAIRE

1. OBJET DE LA NOTE	3
2. OBJECTIFS DES ETUDES DE TRAFIC ET D'EXPLOITATION.....	4
2.1. Définir d'abord les besoins de desserte et les trafics attendus	4
2.2. Préciser ensuite les aménagements et les infrastructures nécessaires.....	4
3. DES ETUDES DISTINCTES MAIS COMPLEMENTAIRES	4
4. LES ETUDES DE TRAFIC FRET OU COMMENT EVALUE-T-ON LE NOMBRE DE TRAINS DE MARCHANDISES	5
4.1. par la prise en compte de plusieurs éléments	5
4.2. par l'estimation du volume d'échanges de marchandises, tous modes confondus.....	6
4.3. par l'analyse de la répartition de ces volumes de marchandises entre tous les modes de transport possibles.....	6
4.4. par des simulations portant sur plusieurs horizons temporels.....	6
5. LES ETUDES DE TRAFIC VOYAGEURS OU COMMENT EVALUE-T-ON LE NOMBRE DE TRAINS DE VOYAGEURS	7
5.1. par la connaissance des déplacements des voyageurs	7
5.2. par la qualification de la demande de déplacements	7
5.3. par la caractérisation de l'offre de transport	7
5.4. par la mesure de l'adéquation offre/demande ferroviaire à différents horizons	8
5.5. par la projection de la demande	8
5.6. par la modélisation d'un schéma de desserte	8
6. LES ETUDES D'EXPLOITATION ET DE CAPACITE OU COMMENT METTRE EN ADEQUATION UNE DEMANDE ET UNE INFRASTRUCTURE FERROVIAIRES	10
6.1. par la construction du plan de transport	10
6.2. par le « test » du plan de transport sur l'infrastructure	10
6.3. par la prise en compte d'hypothèses sur la demande de sillons	11
6.4. par itérations successives.....	11
6.5. par la vérification de la fiabilité du système ainsi proposé.....	11
ANNEXE : SCHEMA DES DIFFERENTS TYPES D'OFFRE FERROVIAIRE	12

1. OBJET DE LA NOTE

Les études des Grands Projets du Sud-Ouest (GPSO) devront notamment permettre d'analyser l'évolution de l'ensemble des trafics sur les lignes existantes intégrant l'évolution du réseau ferroviaire dans le grand Sud-ouest et en Espagne, jusqu'à un horizon de long terme : 2020 et au-delà.

Elles devront également permettre d'évaluer les bénéfices des lignes nouvelles :

- pour les voyageurs,
- pour le trafic de marchandises,

ainsi que la façon d'exploiter le réseau.

Ces études, partagées entre études de trafic voyageurs, marchandises et d'exploitation, devront notamment répondre aux questions suivantes :

- Combien de voyageurs sont susceptibles d'emprunter les trains circulant sur les axes ferroviaires du grand Sud-ouest à différents horizons temporels (cf. 4.2), à la fois sur les lignes existantes et sur les lignes nouvelles ?
- Combien de trains de voyageurs sont nécessaires pour permettre de satisfaire cette demande de déplacements ?
- Combien de trains de marchandises sont nécessaires pour écouler le trafic fret susceptible de transiter
 - entre la péninsule ibérique et la France,
 - entre la péninsule ibérique et le reste de l'Europe
 - dans le périmètre du Sud-ouest de la France ?
- Combien de trains peuvent circuler aujourd'hui et aux différents horizons temporels sur les lignes existantes ?
- Quels aménagements et quelle consistance de l'infrastructure nouvelle sont nécessaires pour permettre d'assurer les performances et la circulation de tous les trains à long terme ?

Pour répondre à ces questions, des études doivent être menées, la présente note en expose la méthode.

2. OBJECTIFS DES ETUDES DE TRAFIC ET D'EXPLOITATION

2.1. Définir d'abord les besoins de desserte et les trafics attendus

La méthode d'études pour définir les besoins de desserte et les trafics attendus s'attachera à apporter une réponse aux questions suivantes :

- Quel est le potentiel de trafic pour les différents types de circulations (trains régionaux, grandes lignes, TGV, fret...) aux différents horizons de temps ?
- Comment ce trafic évolue-t-il dans le temps avec la mise en service des différents projets en cours ou à venir (LGV Tours-Bordeaux, lignes à grande vitesse en Espagne, mise à écartement international des voies classiques en Espagne...) ?
- Combien de trains pourront circuler aux différents horizons sur les lignes existantes et sur les lignes nouvelles ?
- Comment adapter le nombre et le type de train au potentiel de trafic et aux contraintes de capacité ?
- In fine, quelle utilisation du train peut-on escompter pour les marchandises et les voyageurs ?

2.2. Préciser ensuite les aménagements et les infrastructures nécessaires

Les résultats issus de l'analyse des besoins de desserte et les trafics attendus sont utilisés pour :

- apporter des améliorations sur les infrastructures existantes
 - *par exemple, en identifiant les points bloquants en terme de capacité, on peut définir précisément là où il est nécessaire de prévoir une voie de dépassement (un évitement) ;*
- évaluer l'opportunité d'un projet d'infrastructure permettant de réduire les difficultés de circulation
- évaluer les différentes variantes d'un projet
 - *par exemple, quelle variante permet le meilleur report modal de la route vers le train,*
 - *mais aussi, comment se renforcent les liens entre les territoires ?*
 - *comment se dessinent les grands équilibres financiers du projet ?*

3. DES ETUDES DISTINCTES MAIS COMPLEMENTAIRES

Les études de capacité et de trafic pour le fret et les voyageurs sont étroitement liées : la définition des différentes variantes suppose de nombreux échanges entre les experts de ces domaines. Elles nécessitent également de définir préalablement des hypothèses pour l'avenir qui soient réalistes et communes.

En effet, bien que les trains de fret et les trains de voyageurs circulent souvent sur les mêmes lignes, les mouvements de marchandises et de personnes répondent à des logiques différentes conduisant à des méthodes d'étude distinctes. C'est pourquoi la suite de cette note expose successivement la méthode proposée pour

- les études de trafic fret,
- les études de trafic de voyageurs,
- les études d'exploitation et de capacité.

4. LES ETUDES DE TRAFIC FRET OU COMMENT EVALUE-T-ON LE NOMBRE DE TRAINS DE MARCHANDISES

Avant de préciser combien de trains de marchandises sont susceptibles d'emprunter les lignes existantes et les lignes nouvelles, il est nécessaire d'estimer comment les échanges de marchandises entre la péninsule ibérique, la France et le reste de l'Europe d'une part, et à l'intérieur du Sud-ouest d'autre part, devraient évoluer à court, moyen et long terme.

A partir de ces éléments, les études proposeront un nombre de trains permettant d'écouler, aux différents horizons temporels, l'ensemble de ces marchandises.

L'estimation du trafic de marchandises repose sur un modèle dont les résultats sont une projection des échanges de marchandises entre les régions européennes, et une projection des trafics par mode sur les sections du réseau intermodal actuel et futur. Le principe général est, à chaque horizon temporel, de définir le volume de la demande (c'est-à-dire des échanges entre zones, par type de produit) puis de répartir cette demande sur les différentes offres de transport disponibles (route, fer et éventuellement mer) en fonction de leurs performances.

La progressivité des études de trafic fret où comment parvient-on à évaluer le nombre de trains de marchandises est décrite dans les pages suivantes.

4.1. par la prise en compte de plusieurs éléments

Le Sud-ouest est à la fois un lieu de transit de marchandises entre les régions européennes et également un lieu de destination des marchandises (céréales, matières premières...).

Le périmètre des études comprend donc l'ensemble des échanges entre les régions européennes, y compris les trafics portuaires (échanges extra-européens).

Les données nécessaires pour réaliser l'ensemble de ces études sont :

- des hypothèses d'activité économique, qui permettent de définir comment évoluent globalement les échanges par types de produit
 - *par exemple des zones exportatrices de produits issus de l'agriculture et des zones de consommation de ces produits ;*
- la description des performances des différentes offres de transport, qui sert à estimer la part de marché respective de ces différents modes de transport.

La demande est décomposée en 16 produits qui reflètent les besoins logistiques. Elle est distribuée entre les principaux centres d'activités des régions européennes : environ 4000 centres d'activité sont repérés à l'échelle de l'Europe (avec une densité plus importante pour les territoires concernés par les GPSO).

L'offre de transport comprend les offres routière, ferroviaire (conventionnel, transport combiné et autoroute ferroviaire – cf annexe) ainsi qu'une offre maritime (y compris autoroute de la mer).

Le réseau est considéré à l'échelle de l'Europe ; il inclut les centres de transbordement terrestres et portuaires pour le transport intermodal.

Les performances des modes s'expriment par une formule globale qui intègre la productivité horaire du personnel, les matériels ainsi que les coûts kilométriques.

Pour les modes transport combiné, autoroute ferroviaire et autoroute de la mer, à la manière des trains de voyageurs, on intègre le service : heure de départ, heure d'arrivée, prix du service...

4.2. par l'estimation du volume d'échanges de marchandises, tous modes confondus

Une première étape consiste à identifier la demande de marchandises, qui correspond aux besoins d'échanges de produits de zones à zones. Elle repose sur les évolutions de l'activité économique des régions, de population et d'activités par secteur. Cette étape est définie comme la génération de trafic.

Un modèle de génération dit de type « gravitaire » (les échanges dépendent de l'activité de chaque zone ainsi que de leur éloignement : à niveau d'activité égal, plus les zones sont éloignées moins il y a d'échanges) est utilisé car il reproduit bien les logiques d'échanges de marchandises.

4.3. par l'analyse de la répartition de ces volumes de marchandises entre tous les modes de transport possibles

Pour chaque couple « origine-destination » de marchandises, le chemin le plus court est recherché : c'est-à-dire que l'on suppose que les opérateurs logistiques choisissent la solution modale (route, fer, air, mer) ou intermodale la moins coûteuse.

Il est tenu de l'ensemble des coûts : coûts salariaux, coûts liés à la consommation d'énergie (carburant, électricité...), péages (sur réseau ferré, sur autoroutes), taxes actuelles et taxes susceptibles d'être imposées par les pouvoirs publics (taxe carbone, Eurovignette...) afin de favoriser le report modal.

Ce volume de marchandises par produit est ensuite affecté par type de trains (trains entiers, transport combiné) ; ensuite selon les hypothèses de tonnage par train, la charge du réseau par section et par nœud est déterminée.

4.4. par des simulations portant sur plusieurs horizons temporels

Le modèle est utilisé pour les simulations suivantes :

- analyse de la **situation actuelle** : année de base 2008
- projection pour une **situation dite de référence** : c'est la situation la plus plausible avant l'échéance de la mise en service des GPSO. Elle tient compte :
 - des évolutions de productivité du fer et de la route (nombre de jours de travail qui augmente, productivité interne de chaque mode, augmentation de la charge nette transportée, réduction des coûts...)
 - du réseau de référence avec en particulier les autres projets en France et en Espagne (LGV Tours-Bordeaux, mise à écartement international en Espagne, LGV espagnoles...)
 - de nouveaux services : autoroute ferroviaire, nouvelle grille pour le transport combiné, nouveaux services possibles...
- la projection pour une **situation dite de projet** : ce sont les scénarios GPSO avec leurs hypothèses de performance accrue des transports.

5. LES ETUDES DE TRAFIC VOYAGEURS OU COMMENT EVALUE-T-ON LE NOMBRE DE TRAINS DE VOYAGEURS

Les études permettront de préciser le nombre de trains de voyageurs susceptibles d'emprunter les lignes existantes et les lignes nouvelles aux différents horizons temporels. La progressivité des études de trafic voyageurs où comment parvient-on à évaluer le nombre de trains de voyageurs est décrite ci-après.

5.1. par la connaissance des déplacements des voyageurs

Cette analyse portera :

- sur les besoins de déplacements de courte à très longue distance,
- sur un territoire étendu (Europe de l'Ouest).

Elle intégrera les déplacements locaux, transfrontaliers de courte distance, nationaux et internationaux, lesquels répondent à des principes de service, à des matériels et à des logiques économiques différentes.

Ce territoire est découpé en zones dont les dimensions varient en fonction de leurs liens avec les projets GPSO : de quelques communes autour des principaux points de dessertes actuels ou futurs, à des régions ou des pays lorsque l'on s'éloigne des territoires directement concernés par les GPSO.

Les données d'entrées sont :

- le trafic voyageurs tout mode à différents horizons,
- la description des performances des différentes offres de transport (train, route, avion).

5.2. par la qualification de la demande de déplacements

Pour que les prévisions soient les plus réalistes, elles s'appuient sur des informations de caractérisation de la demande spécifiques aux territoires des GPSO.

Ainsi, le premier travail consiste de rassembler le maximum d'information pour reconstituer la demande par origine-destination, mais aussi par mode et par motif. En effet, on distingue :

- les déplacements réguliers (entre le domicile et le lieu de travail ou d'étude)
- les déplacements professionnels,
- les déplacements de loisirs ou personnels.

Pour caractériser la demande ferroviaire, l'étude de trafic s'appuie sur des enquêtes ferroviaires réalisées pour les GPSO, dans 20 gares en mai et en août 2009. Ces enquêtes ont permis de récupérer près de 15 000 questionnaires comportant des informations sur la description des déplacements « porte à porte », leur motif, la taille du groupe et le prix du billet. Les enquêtes ont été accompagnées des comptages de montées et de descentes distinguant 1^{ère} et 2^{ème} classe : ils permettent de pondérer les questionnaires pour qu'ils soient représentatifs de la fréquentation des jours d'enquête.

Les autres modes de transport (route et air) ont également été renseignés.

5.3. par la caractérisation de l'offre de transport

L'offre ferroviaire est modélisée à travers la description de la desserte actuelle ou future, définie par des missions décrites par leurs fréquences, les points d'arrêts et les temps de parcours. La modélisation différencie le type de train (TGV, TER, Corail, TéoZ) et distingue les trains de jour et les trains de nuit.

Les performances du système ferroviaire des voyageurs s'expriment à travers des indicateurs de temps de parcours, de fréquence utile, de temps de correspondance, d'accessibilité aux gares et de prix.

La concurrence modale est prise en compte à travers la description des modes aériens et routiers, également décrits par des indicateurs de temps, de prix et de confort.

5.4. par la mesure de l'adéquation offre/demande ferroviaire à différents horizons

La modélisation des déplacements consiste à :

- déterminer combien de déplacements sont émis et reçus par chacune des zones, en fonction de données socioéconomiques (emploi, population, tourisme),
- répartir ces flux entre zones d'origine et de destination, en fonction de l'attractivité des zones et de l'accessibilité entre elles,
- déterminer la part de marché de chacun des modes de transport, en fonction de leurs performances respectives (prix, temps, confort) en cherchant à reproduire le plus fidèlement les comportements observés aujourd'hui,
- simuler les choix d'itinéraires ferroviaires pour calculer la fréquentation des gares et des différents types de service.

C'est lors de cette dernière étape que l'on mesure l'adéquation entre l'offre et la demande ferroviaire.

En situation actuelle, l'adéquation offre / demande permet de valider la robustesse du modèle. En situation future, cela permet de qualifier la pertinence du schéma de desserte étudié et de proposer des évolutions (nombre / fréquence des trains, politiques d'arrêts...).

5.5. par la projection de la demande

La prévision de la demande est obtenue à partir des hypothèses socioéconomiques (population, emplois), d'abord à une échelle globale sur la base des projections de l'INSEE (ou autres sources extra nationales), ensuite à une échelle plus locale en fonction de la nouvelle dynamique des territoires (projets d'aménagement).

Indépendamment des GPSO, l'offre de transport évoluera (réduction des temps de trajet, fréquences plus élevées) avec les autres projets ferroviaires (tels que le projet de LGV SEA Tours-Bordeaux ou le Y basque) ou autres projets (tels que l'autoroute A65 entre Langon et Pau). Le modèle prendra en compte ces nouvelles situations qui viennent modifier les caractéristiques de l'offre par rapport à la situation actuelle. Les coûts routiers, aériens et ferroviaires évolueront par ailleurs, notamment en fonction de mesures fiscales qui pourraient être prises à long terme. Toutes ces évolutions constituent la situation de référence, c'est-à-dire avant la mise en service des GPSO.

5.6. par la modélisation d'un schéma de desserte

A partir d'un premier schéma de desserte en situation de projet, le modèle de trafic permettra d'évaluer le nombre de voyageurs dans les trains circulant sur les nouvelles lignes GPSO ou sur les lignes existantes.

L'optimisation du schéma d'offre consiste à rechercher la politique de desserte la plus adaptée à la demande future, en analysant la pertinence économique de la mise en place d'un train en plus ou en moins et de la politique d'arrêt.

Le modèle fournira un nombre de voyageurs par jour sur la ligne. S'il est supérieur au nombre de places offertes dans les trains avec un taux de remplissage que l'on jugera acceptable, la mise en place d'un train supplémentaire (ou un train double) sera nécessaire. S'il est au contraire très faible par rapport aux places offertes, il faudra envisager de supprimer un à plusieurs trains par jour ou revoir la politique de desserte.

De même, le modèle fournira les montées et descentes à chaque gare, déterminant le nombre de trains devant desservir chaque gare pour assurer le transport de ces voyageurs. On vérifie alors si cette demande est cohérente avec la capacité du réseau et est compatible avec la fluidité des déplacements au sein de la gare et le dimensionnement de celle-ci et de ses accès (transports urbains, parkings...)

6. LES ETUDES D'EXPLOITATION ET DE CAPACITE OU COMMENT METTRE EN ADEQUATION UNE DEMANDE ET UNE INFRASTRUCTURE FERROVIAIRES

Les études d'exploitation et de capacité consistent à analyser l'adéquation entre une demande de circulation de trains (sillons) et une infrastructure ferroviaires. La progressivité de ces études est décrite dans les pages suivantes.

6.1. par la construction du plan de transport

Pour évaluer la faisabilité des circulations, puis ensuite les adaptations des infrastructures existantes ou la création d'infrastructures nouvelles, il est d'abord nécessaire d'élaborer un plan de transport.

Celui-ci indique sur 24 heures pour chaque service ferroviaire opéré la voie utilisée et les arrêts. Ce plan de transport se formalise par l'élaboration d'un « graphique de circulation des trains ». Ce graphique est constitué de sillons.

Les sillons sont des réservations de circulation possible de trains selon leur caractéristique (vitesse, performance du train, différents arrêts du train).

Cette construction permet in fine d'identifier des éventuels conflits, ils sont principalement de 3 types :

- conflits de rattrapage en ligne : les trafics lents se font rattraper par les trafics rapides ;
 - *analogie : cas d'un bus scolaire s'arrêtant fréquemment sur une route étroite suivi par une voiture rapide et où le dépassement est impossible.*
- conflits de cisaillement : deux lignes se croisent en un point ;
 - *analogie : cas d'un carrefour routier*
- conflits d'occupation des voies en gare.
 - *analogie : cas d'un nombre de places de parking limité devant un commerce.*

6.2. par le « test » du plan de transport sur l'infrastructure

Trois cas peuvent se présenter :

- l'infrastructure existante permet la circulation de l'ensemble des trafics prévus au plan de transport (demande de trafic) : on dit alors que la capacité est suffisante ou suffisante sous conditions.
- l'infrastructure permet de faire circuler plus de trafic que ce qui est envisagé au plan de transport : on dit alors qu'il existe une capacité résiduelle et une marge de croissance,
- l'infrastructure ne permet pas de faire circuler tout le trafic qui est envisagé au plan de transport : la capacité est alors insuffisante et les études permettent de proposer les besoins en aménagements d'infrastructure et/ou la demande de transport doit être revue à la baisse (l'offre ne peut pas répondre à la demande et des adaptations peuvent être nécessaires).

L'infrastructure est toujours analysée par rapport :

- à un objectif de demande maximale, donc à long terme dans la mesure où cette infrastructure doit permettre d'absorber une demande de trafic qui évolue tout au long de la vie de l'infrastructure (50 à 100 ans, voire plus) ;
- au trafic de l'heure la plus chargée (heure à laquelle la capacité d'absorption du trafic est la plus sollicitée).

6.3. par la prise en compte d'hypothèses sur la demande de sillons

Certaines hypothèses composant la demande en sillons (TER, Corail, TGV, trains de marchandises...) sont à préciser pour réaliser l'ensemble de ces études :

- le type de matériel roulant pour chaque service ferroviaire opéré,
- l'origine, la destination et la desserte pour chaque service ferroviaire,
- la fréquence pour chaque mission.

Ces données sont issues des échanges entre les autorités organisatrices de transport et le gestionnaire d'infrastructure (directement ou sur la base des résultats des études de trafic).

6.4. par itérations successives

La capacité de chaque tronçon du réseau est évaluée dans un processus itératif : l'infrastructure évolue (aménagement dits capacitaires, lignes nouvelles, etc), et il en est de même des demandes de circulation (liées au potentiel de trafic, lequel dépend aussi des fréquences proposées). Pour proposer une analyse qui s'affine au fur et à mesure de l'avancement des études, plusieurs itérations seront réalisées.

A chaque étape de ce processus, des propositions sont formulées entre la demande de trafic et les conséquences sur l'infrastructure afin de déterminer si la situation envisagée est acceptable ou s'il convient de procéder à une nouvelle itération.

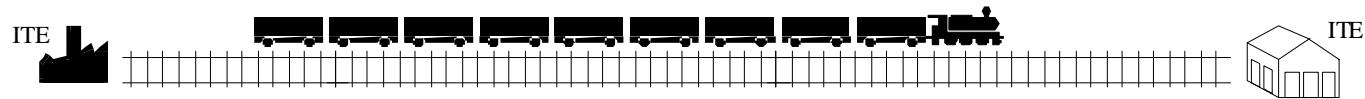
6.5. par la vérification de la fiabilité du système ainsi proposé

Une fois que l'adéquation entre l'infrastructure et la demande de transport est jugée satisfaisante, ce système (demande + infrastructure) est testé pour évaluer sa capacité à répondre aux imprévus (incidents sur un train). Ces études complémentaires (dites « de robustesse ») affinent les études d'exploitation et de capacité et déterminent l'ensemble des mesures à mettre en œuvre pour que l'exploitation soit robuste (résorption des retards de trains, gestion des incidents...).

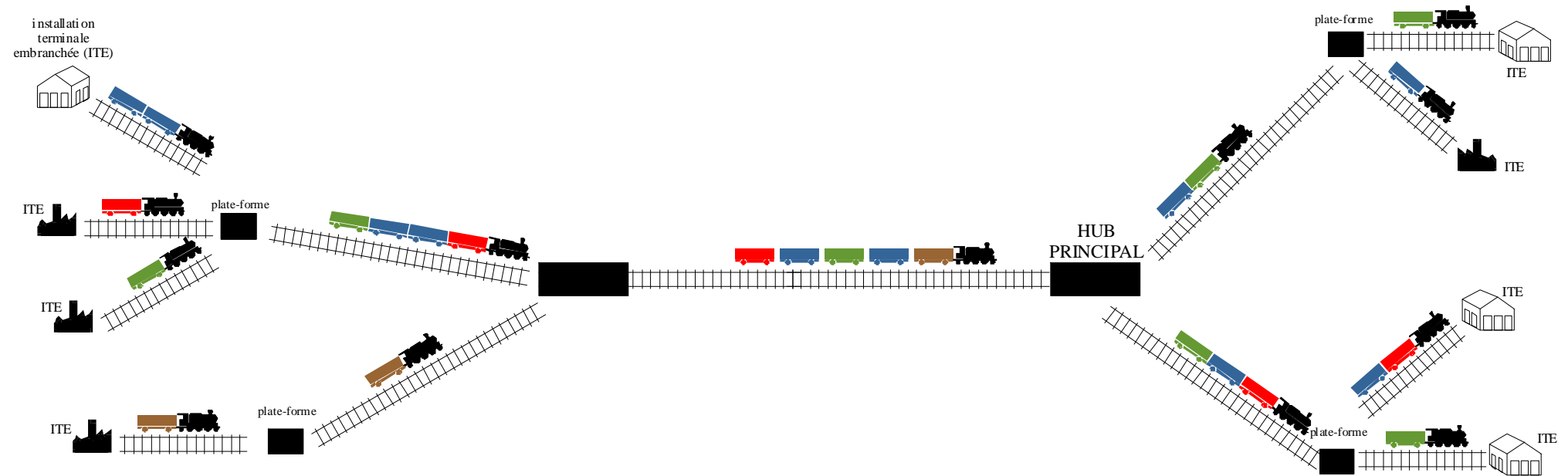
Un projet (plan de transport + infrastructure) ne peut en aucun cas être mis en service si l'exploitation n'est pas robuste. Le critère de cette robustesse est le suivant : un incident d'exploitation de 10 minutes, quel qu'il soit (train en panne, arrêt prolongé...), où qu'il intervienne sur le projet, doit être résorbé en moins d'une heure.

ANNEXE : SCHEMA DES DIFFERENTS TYPES D'OFFRE FERROVIAIRE

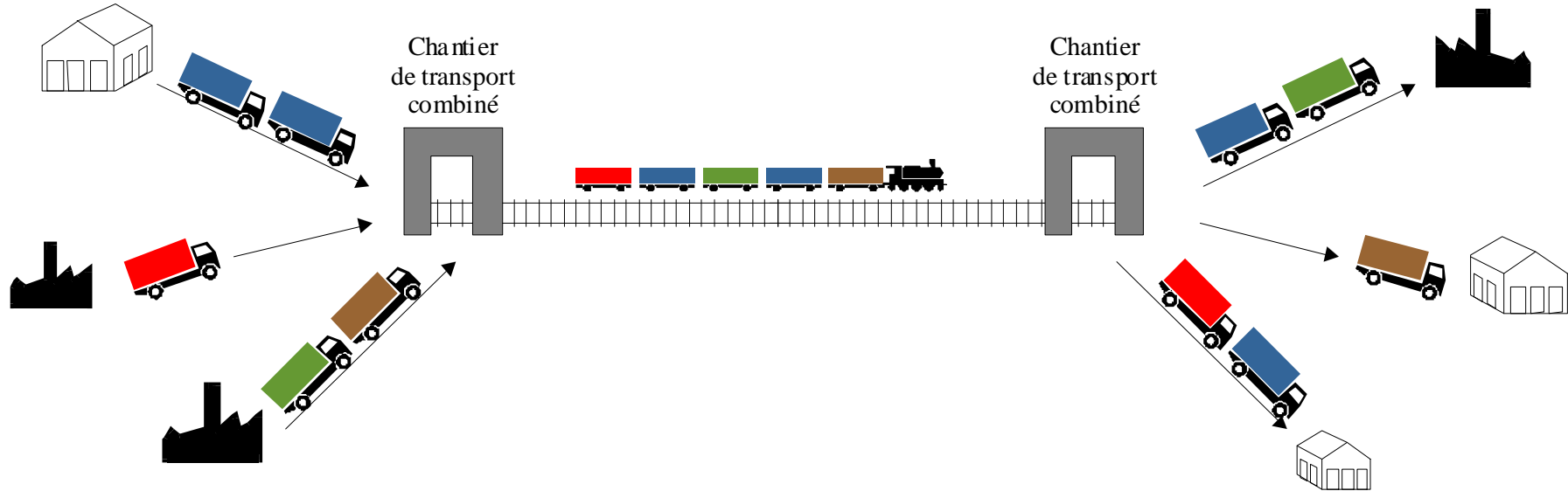
Trains entiers



Lotissement



Transport combiné



Autoroute ferroviaire

