

ANNEXE 4.1

RÉFÉRENTIEL TECHNIQUE DE CONCEPTION HORAIRE

SOMMAIRE

GLOSSAIRE ET SIGLES UTILISÉS DANS CE DOCUMENT	3
1. PRINCIPES.....	4
2. MODÉLISATION ET COMPATIBILITÉ DES SILLONS	4
3. TEMPS DE PARCOURS D'UN SILLON	7
4. GESTION DES MARGES.....	8
5. AGENCEMENT DU GRAPHIQUE.....	10

La construction de l'horaire de service, et plus généralement la conception horaire à tout horizon de temps, s'effectue selon les principes techniques décrits dans ce document.

Ce référentiel, qui fixe les principes de tracé et les bases référentielles (points 1 et 2 ci-dessous), se compose de données techniques génériques, déclinant la stratégie de SNCF Réseau pour le réseau, et de données spécifiques relatives aux différentes lignes et gares, l'ensemble permettant, au regard des demandes présentées, de tracer les sillons dans le graphique de circulation (point 3 à 5).

GLOSSAIRE ET SIGLES UTILISES DANS CE DOCUMENT

- « GI » : gestionnaire d'infrastructure
- « IPCS » : installation permanente de contresens
- « LC » : ligne classique
- « LGV » : ligne à grande vitesse
- « LTV » : limitation temporaire de vitesse
- « GOV » : graphique d'occupation des voies
- « PC » : point de conflit
- « PGF » : programme général des fenêtres
- « PK » : point kilométrique
- « PR » : point remarquable de référence (bifurcation isolée, bâtiment voyageur, ...)
- « SI » : système d'information
- « SIPH » : SI permettant de tracer les sillons
- « ALEA » : perturbation de faible amplitude à caractère imprévisible (e.g. limitation de vitesse inopinée, mise à quai tardive...)
- « BRUIT DE FOND » : petites perturbations de l'exploitation courante, en dehors de tout aléa (e.g. faible dispersion du comportement de conduite, faible dispersion de l'horaire d'ouverture des signaux...)

1. PRINCIPES

La capacité permise par une infrastructure ferroviaire dépend des caractéristiques physiques de l'infrastructure, de ses conditions d'exploitation, mais également des caractéristiques des mobiles, et de leur agencement / succession.

Un ensemble de règles techniques décrites dans cette annexe, permettent d'en rendre compte dans la modélisation utilisée en conception horaire.

L'objectif de ces règles techniques et également de concevoir des horaires permettant de délivrer de façon fiable le service promis aux clients, en assurant :

- Une modélisation de qualité, fidèle aux performances permises par l'infrastructure et les mobiles,
- La compatibilité des objets capacitaires entre eux, dans les limites de performance de l'infrastructure et des mobiles,
- Le juste dimensionnement et positionnement de marges.

L'attention est attirée sur le fait qu'un graphique techniquement de qualité est une condition nécessaire, mais pas suffisante pour délivrer le service promis en toute fiabilité. Il ne peut compenser tout type de fragilité, ni garantir de manière absolue la fiabilité du service qui sera délivré.

En sus, la robustesse de conception des convois, et la maîtrise des écarts entre service produit et service conçu, concourent directement à la fiabilité systémique recherchée.

Les graphiques issus de la conception doivent en particulier permettre d'absorber le bruit de fond (dispersion dans l'exploitation), et les aléas d'exploitation courante

2. MODELISATION ET COMPATIBILITE DES SILLONS

2.1. Modélisation de l'infrastructure

Une sélection forfaitaire de paramètres de lignes sert de base aux calculs horaires :

- Les voies physiques et les implantations de signaux, décrivant l'état prévisionnel de l'infrastructure pour laquelle la conception est réalisée. Certains signaux fictifs peuvent être modélisés, à des fins de bon fonctionnement de algorithmes de calcul SIPH ;
- La vitesse limite, telle que définie par les Renseignements Techniques ;
- Le code de performance résultant de la puissance électrique disponible pour la traction et du niveau perturbations électro magnétiques admis ;
- Les points remarquables (PR) qui permettent une horarisation en des points géographiques correspondant à des objets physiques (bâtiment voyageur, sous station, pointe d'aiguille...) ou des limites utiles au découpage de certains objets capacitaires (limites de zones de travaux, points de rebroussement...). En outre, une correspondance avec le référentiel européen des Primary Location Code (PLC) permet des échanges de données sillons avec les autres GI ;

Cette infrastructure de calcul est communicable aux demandeurs.

2.2. Modélisation des matériels roulant

Deux familles de courbes sont utilisées pour les calculs horaires :

- des courbes motrices (effort x vitesse) génériques sur une gamme échelonnée de performances couvrant le champ des différents engins de traction et matériels automoteur susceptibles de circuler sur le réseau ;
- des courbes (effort résistant x vitesse) représentatives des différentes typologies de convois pour les trains remorqués par une locomotive.

La liste de ces courbes motrices et résistantes constitue la gamme de conditions de tracé utilisables par les équipes de conception horaires et revendicables par un demandeur de sillons, associées le cas échéant à un tonnage remorqué.

Le calcul de la marche de base du tracé de chaque sillon est effectué par utilisation de la courbe motrice ou du triplet (courbe motrice - courbe résistante - tonnage). Le demandeur doit obligatoirement renseigner le matériel roulant de référence retenu pour sa commande de sillons.

Il est de la responsabilité des demandeurs de ne mettre en circulation, pour un sillon donné, que des trains capables de tenir, en tout point du jalonnement, l'horaire du sillon alloué, sans risque de rupture d'attelage ou de dégradation de la voie par patinage.

2.3. Règles de compatibilité entre sillons

La détermination des intervalles de temps séparant les circulations est décrite dans le texte « Règles de mise en compatibilité des sillons en conception horaire » et référencé AR02384. Il définit les règles de mise en compatibilité des sillons en conception horaire.

Ces règles sont mises en œuvre par trois (3) moyens complémentaires :

- La détection de conflit des outils de conception, ou à défaut de détection de conflit, la prise en compte des normes de tracé ;
 - Les conditions particulières de tracé ;
 - Les recueils d'exploitation.
- Détection de conflit des outils de conception

Les algorithmes de l'outil SIPH sont conformes aux règles de l'AR02384.

SIPH permet ainsi de calculer les conflits entre sillons, de manière dynamique.

Les équipes de conception horaire tiennent compte de cette détection de conflit afin d'organiser l'agencement des sillons dans les graphiques et de supprimer tout conflit.

En cas de conception dans un outil ne disposant pas de calcul de détection de conflit, conforme aux règles définies à l'AR02384, il doit être fait usage, par défaut, des normes de tracé.

L'attention est attirée sur les écarts aux graphiques qui peuvent exister entre l'utilisation des normes d'une part et la détection de conflit de SIPH d'autre part, résultant :

- du caractère dynamique du calcul de conflit SIPH, vs le caractère statique des normes qui sont calculées pour des successions type,

- du caractère exhaustif du calcul de conflit SIPH, vs le caractère non exhaustif des normes.
- Conditions particulières de tracé

Les conditions particulières de tracé sont établies par SNCF Réseau. Elles sont décrites dans le texte AR30155. Leur utilisation vient en complément de la détection de conflit de SIPH. Ces conditions particulières de tracé permettent d'intégrer les particularités liées à l'infrastructure ou à l'exploitation issues de retours d'expérience ou d'analyses que l'outil SIPH seul ne peut prendre en compte.

Elles peuvent notamment concerner :

- Les intervalles de temps minimaux à respecter entre deux sillons à un PR donné,
- Les principes de planification spécifiques,
- Les temps de parcours forfaitaires,
- Les conditions d'accès à certains faisceaux de voies de service et certains ITE,
- Les codes de réception,
- Les gestes métier horairiste,
- Etc ...

Les conditions particulières de tracé sont classées par numéro de RT (Renseignements Techniques) et structurées en deux parties :

- Conditions particulières de tracé sur lignes nationales ;
- Conditions particulières de tracé horaire sur lignes régionales ;

- Recueils d'exploitation

Le document « Recueil d'exploitation en gare de XXX » (pour les gares en disposant) comporte notamment :

- la description du complexe ferroviaire (chantiers, voies de quai, itinéraires) ;
- le fonctionnement des tubes d'exploitation ;
- les règles d'utilisation des chantiers ;
- les itinéraires autorisés et préconisés pour effectuer les mouvements techniques ;
- les temps opératoires minimaux, robustes, maximaux définis par SNCF Réseau pour les rebroussements, les coupe-accroches, l'écoulement des flux, etc. L'opérateur a la possibilité de transmettre dans un document distinct ses temps opératoires souhaités.

Les plans de transport, et les demandes de capacité qui en découlent, doivent prendre en compte les principes d'exploitation décrits dans ce document quand il existe. En cas de d'écart, SNCF Réseau peut faire des contre-propositions.

En l'absence d'un document « Recueil d'exploitation en gare de XXX », si les temps de stationnements demandés sont supérieurs à 20 minutes et sauf existence d'un accord-cadre

spécifiant une autre valeur, ils sont susceptibles d'être refusés par SNCF Réseau quand la demande impacte la robustesse d'exploitation du site ou oblige à refuser un autre sillon.

Ces textes sont consultables sur le site internet de SNCF Réseau, sur la page « Documents techniques cités dans le DRR ».

3. TEMPS DE PARCOURS D'UN SILLON

Le temps de parcours d'un sillon entre deux points horairisés est la somme des temps élémentaires suivants :

- marche de base,
- marge de régularité,
- marge supplémentaire travaux,
- temps de stationnement et autres temps liés aux opérations en gare,
- temps supplémentaires nécessaires à l'agencement des sillons entre eux.

La précision du jalonnement horaire des sillons est adaptée à la précision de la circulation et à l'éventail des convois réels par rapport à un convoi type. Ainsi, il n'est pas prévu, sauf cas particulier (système banlieue présentant une précision horaire élevée, ...), la transmission d'horaires théoriques présentant une précision supérieure à la demi-minute.

3.1. Marche de base

La marche de base est le temps de parcours le plus faible normalement réalisable. Elle est le résultat du calcul du convoi (caractéristiques motrices et résistances à l'avancement) sur l'infrastructure de calcul.

3.2. Marge de régularité

La marge de régularité est un temps supplémentaire, composé de :

- La Marge-A, destinée à faire face aux aléas d'exploitation courante et au bruit de fond
- La Marge-T, destinée à compenser des pertes de temps résultant de limitations temporaires de vitesse pour travaux (programmées ou inopinées), de l'utilisation de pas d'IPCS ou de limitations de vitesse liées à l'infrastructure (lorsqu'elles ne sont pas incluses dans la marche de base).

3.3. Marge supplémentaire travaux

Lorsque la marge-T ne permet pas de compenser les pertes de temps prévues, engendrées par les limitations temporaires de vitesse, SNCF Réseau détermine une marge supplémentaire travaux (dite aussi marge-V) sur les sections d'axe concernées. Cette marge-V est intégrée aux sillons :

- sur toute la durée d'un service (minutes dites « permanentes »),

- et/ou sur une partie du service.

Ces marges supplémentaires sont récapitulées dans le « Tableau des minutes supplémentaires » d'un service annuel. Il est régulièrement mis à jour et communiqué aux Entreprises Ferroviaires.

3.4. Temps de stationnement et autres temps liés aux opérations en gare

En phase d'allocation, les temps de stationnement sont revendiqués par le demandeur (arrêts commerciaux et arrêts de service) Il en est de même des autres temps liés aux opérations en gare (coupe / accroche par exemple, ou temps de crochet résultant des enchaînements) Ces temps doivent tenir compte des prescriptions définies par les Recueils d'Exploitation, dans toutes les gares qui en sont dotées

3.5. Temps supplémentaires

Afin de rendre les sillons compatibles entre eux et de prendre en considération l'effet des agencements sur la résilience du graphique comme sur les conditions d'exploitation, SNCF Réseau peut inclure d'autres temps supplémentaires : arrêts [C], allongement d'arrêts, détente(s) pour l'insertion du sillon sur une bifurcation ou dans une grille horaire dense (domestication), conséquence du jalonnement par un itinéraire contraint pour assurer le bon fonctionnement des circuits de voie.

4. GESTION DES MARGES

4.1. Découpage du réseau en segments LTV

La conception horaire conduit à identifier certains points stratégiques du point de vue du respect du jalonnement horaire. Il s'agit de nœuds géographiques importants, points de convergence, gares limites de flux (origine ou destination). Le respect du jalonnement horaire en ces points est déterminant pour ne pas perturber la conception d'ensemble du système.

Le maillage des axes structurants entre ces points stratégiques définit des segments, dits segments LTV, sur lesquels est affectée la marge-T.

4.2. Valeurs de la marge de régularité

La marge de régularité est de 4,5 min/100 km pour les parcours sur lignes classiques hors Ile de France, et de 5% de la marche de base sur les trajets LGV et pour les missions en zone dense en Ile de France, sauf cas particuliers. Elle est décomposée comme suit :

- Sur ligne classique (LC) et hors zone dense en Ile de France :
 - Marge-A : 2 min /100 km,
 - Marge-T : 2,5 min /100 km.
- Sur LGV et en zone dense Ile de France, la marge de régularité est, par défaut, affectée à la marge-A.

Toutefois dans le cas de travaux sur LGV permettant une vitesse limite supérieure ou égale à 220 km/h, SNCF Réseau se réserve la possibilité d'utiliser la moitié de la marge du segment pour compenser la perte de temps travaux, sans dépasser 1 minute 30.

Pour certains sillons voyageurs, à titre dérogatoire la marge sur ligne classique peut exceptionnellement être réduite à un taux inférieur ou égal à 3 min/100 km. L'abaissement de la marge doit faire l'objet préalable d'une analyse de risque sur la robustesse du sillon concerné et de l'ensemble de la grille horaire des axes parcourus. La décision d'abaissement est prise sur demande expresse des parties prenantes concernées.

La répartition des marges A et T sera alors la suivante :

- Pour les taux de marge égaux à 3 min/100 km : Marge-A = 0,5 min/100 km, et Marge-T = 2,5 min /100 km.

L'attention est attirée sur le fait qu'en période de travaux avec LTV, la marge totale du sillon pourra se trouver réduite jusqu'à 0,5 min / 100 km, ce qui implique une sensibilité aux aléas, et requiert une grande rigueur d'exploitation pour minimiser les écarts entre horaire planifié et horaire réalisé en opérationnel,

- Pour les taux de marge strictement inférieurs à 3 min/100 km, la répartition entre marge-A et marge-T sera discutée avec le demandeur.

Lorsqu'un demandeur souhaite un abaissement de taux de marge, la demande doit être effectuée au plus tôt, et dès la structuration horaire.

4.3. Répartition de la marge de régularité

- **Hors période de LTV**

La marge de régularité est répartie avec le souci de favoriser la meilleure stabilité des grilles horaires. Une partie de la marge pourra à cette fin être concentrée à l'approche de certains points singuliers.

Sur LGV, la répartition de la marge de régularité, entre deux points de jalonnement, est de ce fait autorisée autour de la valeur moyenne de 5%.

Hors LGV, la répartition de la marge linéaire pourra être modulée, i.e. concentrée à en fin de segment LTV pour absorber l'impact de travaux inopinés et les retards potentiels à l'approche des nœuds « à protéger ».

De plus, dans le cadre de segments courts (généralement inférieurs à environ 150 km), une part de la marge-A pourra être transférée d'un segment sur le segment voisin pour mieux absorber les contraintes de circulation dans les nœuds importants.

Ces répartitions sont faites dans les limites permettant de préserver le débit.

- **En période de LTV programmée**

En cas de travaux connus sur un segment LTV, la marge-T et l'éventuelle marge supplémentaire pourront être concentrées au droit des zones travaux

En cas de travaux sur un segment LTV donné, occasionnant des pertes de temps supérieures à la marge-T du segment, une part de la marge-T d'un segment LTV adjacent pourra être reportée. Ceci permet de préserver les temps de parcours, en évitant l'ajout de marge supplémentaire sur un segment. Cette disposition ne s'applique pas de part et d'autre de nœuds complexes.

4.4. Tracé des variantes horaires pour motifs techniques

Par exception aux principes généraux exposés au paragraphe précédent, dans le but de limiter la création de variantes pour des motifs techniques, aucune variante ne sera tracée si l'écart entre les temps de parcours totaux est inférieur ou égal à trois minutes. Dans ce cas, l'horaire est construit :

- sur la base de la variante la moins performante, pour les variantes calendaires sur un sillon donné,
- sur la base du matériel de la trame, pour les sillons en trame (dans le cas d'un matériel moins performant sur un sillon de la trame, une variante devra être tracée).

Ces principes peuvent également être appliqués pour des écarts supérieurs à trois minutes, à moins que le demandeur ait spécifiquement demandé la création d'une variante horaire.

5. AGENCEMENT DU GRAPHIQUE

5.1. Compatibilité entre sillons

Les sillons sont tracés de manière à ce que 2 trains circulant à l'heure ne se gênent pas mutuellement (sous réserve de disponibilité de l'infrastructure conforme à l'état planifié, et de conformité des circulations avec l'itinéraire et les caractéristiques de convoi planifiées).

Les tracés sont donc effectués sur signaux ouverts, sauf dans les cas où il est nécessaire d'effectuer des tracés sur signaux fermés (croisement, réception sur signal fermé, arrêts [C], réception planifiée sur voie occupée, ...).

NB : Les temps de parcours calculés tiennent compte de ces situations au travers des principes décrits au § 2.3

5.2. Interactions lignes / gares

La compatibilité des sillons est traitée en coordination entre ligne et gare.

La compatibilité des occupations de voies ne donne toutefois pas lieu à vérification sur les faisceaux de voies globalement alloués à un demandeur pour une durée déterminée.

5.3. Compatibilité entre les sillons et les objets capacitaires travaux

L'outil SIPH permet de calculer les conflits entre sillons et travaux. Les incompatibilités sont résolues aux différentes phases de conception horaire, en fonction du périmètre des objets travaux pris en compte, et tel que décrit dans le chapitre 4 du DRR.

La conception horaire limite les variantes calendaires, afin de préserver la lisibilité de l'horaire, la stabilité des effets réseau et la robustesse aux aléas des chantiers de travaux. Cette limitation de variantes tient compte des effets sur les temps de parcours et de leurs enjeux pour les différents segments de marché et les Entreprises Ferroviaires.

5.4. Compatibilité entre les sillons et les horaires d'ouverture des lignes, gare et postes

L'outil SIPH permet de calculer la compatibilité entre les sillons et les horaires d'ouverture des lignes, gare et postes. Cette cohérence est assurée notamment à partir de la phase de pré-construction, tel que décrit dans le chapitre 4 du DRR.

5.5. Effets d'ensemble sur la résilience du graphique horaire

La conception s'efforce de proposer des agencements tenant compte des effets d'ensemble sur la capacité de remise à l'heure naturelle du graphique. Ainsi, une attention particulière est portée aux risques d'effets dominos, conduisant au risque lors de la circulation des trains, d'export de retards d'une partie de la grille sur d'autres parties de la grille, ou d'amplification de ces retards.