

LES GÉOSYNTHÉTIQUES DANS LE FERROVIAIRE. DE NOUVELLES TECHNICITÉS AU SERVICE DE RÉSEAUX VIEILLISSANTS

GEOSYNTHETICS IN RAILWAY. NEWS TECHNICAL SOLUTIONS FOR AGEING NETWORKS

Hubert GIRAUD¹, Alain ROBINET²

¹ SNCF_PSIGT LVE EGP, Paris, France

² SNCF_PSIGT LVE CIR, Paris, France

RÉSUMÉ – Cette communication se propose de faire un état des lieux de l'usage fait des géosynthétiques sur le réseau ferré national. Après avoir présenté le socle référentiel, il fait un bilan de l'usage des géosynthétiques au cours de l'histoire de la construction du réseau des lignes à grande vitesse puis propose quelques évolutions dans le cadre des travaux de renouvellement et de remise à niveau du réseau existant.

Mots-clés : géosynthétiques, voies ferrées, lignes à grande vitesse, renouvellement de voie, végétation.

ABSTRACT – This paper intends to give a report on the use of geosynthetics on the national rail network. After a presentation of the base reference frame, it analyses the use of geosynthetics during the building of the high speed lines network and then proposes some evolutions within the framework of improvement of the existing network.

Keywords: geosynthetics, railways, high speed lines, track renewal, vegetation.

1. Le contexte ferroviaire

1.1. Le réseau ferré national

L'histoire des chemins de fer en France comme dans l'Europe entière se confond avec les débuts de la révolution industrielle dès le début du XIX^e siècle. De ce fait, les premières lignes sont d'abord destinées à donner aux cités minières et industrielles un débouché vers une voie d'eau (Saint-Etienne – Andrézieux) puis à relier des villes voisines (Paris - Le Pecq).

Au milieu du XIX^e siècle, la totalité des lignes construites sont réparties sur six compagnies et représente de l'ordre de 29 000 km de lignes d'intérêt général. À la fin de la première décennie du XX^e siècle, le réseau ferré s'étend sur environ 38 000 km. À la constitution de la Société Nationale des Chemins de fer Français (SNCF), le 31 août 1937, l'exploitation des lignes de chemin de fer françaises ainsi que les actifs s'y rattachant (infrastructure, gares, matériels..., à l'exception du domaine privé des anciennes compagnies) sont transférés à cette société nouvellement créée.

En 2013, l'ensemble du réseau ferré national s'étend sur 30 000 km de lignes en service, plus ou moins chargées, dont les plus anciennes datent de la fin du XIX^e siècle. Ce réseau, considéré comme le second d'Europe du point de vue de sa taille, comporte de l'ordre de 13 000 km de voie unique et 17 000 km de doubles voies, dont 2 000 km de Lignes à Grande Vitesse (LGV) permettant de desservir deux cent trente destinations en France. Depuis les trois dernières décennies du XX^e siècle et le début du XXI^e siècle, le développement du réseau s'est effectué principalement et exclusivement par la construction de LGV.

Les différentes lignes sont réparties selon une classification établie par l'Union Internationale des Chemins de fer (UIC). Cette classification est fonction des charges de trafic supportées par l'infrastructure et du type de trafic (Fret, voyageurs). Le groupe UIC 1 correspond à des lignes très chargées tandis qu'à l'opposé le groupe UIC 9 représente des lignes faiblement chargées. Les lignes à grande vitesse ainsi que les grandes lignes du réseau ferré national appartiennent, en principe, aux groupes UIC 1 à 4, à l'exception de certains axes, notamment transversaux, qui relèvent des groupes UIC 5 à 6. Les lignes faiblement chargées des groupes UIC 7 à 9, avec voyageurs (AV) ou sans voyageurs (SV), correspondent généralement au réseau régional.

Quotidiennement, ce réseau ferré national permet la circulation de 15 000 trains de voyageurs et de fret, avec environ 5 millions de voyageurs et 25 000 tonnes de marchandises. Une de ses principales caractéristiques étant, selon les régions, l'existence de zones dites « dense » liées à une exploitation très forte et un ensemble de lignes quasi saturé. Actuellement, de l'ordre de 70% du trafic est concentré

sur 10% du Réseau Express Régional (RER) en Ile-de-France et le trafic a augmenté de 30% en dix ans.

1.2. Le référentiel

Le référentiel de construction de la première LGV Paris-Lyon, ouverte en 1981, fut le résultat de l'expérience ferroviaire passée disponible à la fin des années 1970, des recherches et des expérimentations basées sur les campagnes d'essais en 1978 dans les Landes et en Alsace avec la circulation des premières rames TGV Paris-Lyon de présérie et de la technique routière. Ce principe initial de référentiel a été valable pour l'ensemble des constituants de l'infrastructure.

Ensuite, l'expérience successive acquise sur les réalisations françaises a largement contribué à définir ce qui est devenu, au fil des années, le standard européen de la grande vitesse, traduit progressivement en normes ou prescriptions techniques qui s'intégreront pour la plupart dans les Spécifications Techniques d'Interopérabilité (STI).

En s'intéressant plus particulièrement au cas des géosynthétiques, une première Spécification Technique (ST 777) concernant l'utilisation des géotextiles dans les structures d'assise ferroviaires a été diffusée en juin 1977. Cette spécification, remaniée en 1988, a fait l'objet aussi d'une norme (NF F 53 777 Installations fixes ferroviaires-Géotextiles pour structures d'assise ferroviaires).

À cette époque, pour les autres applications utilisant les géotextiles, le parti pris de l'Ingénierie SNCF était de renvoyer ses utilisateurs, qu'ils soient concepteurs et/ou en suivi de chantier, aux fascicules publiés par la profession c'est-à-dire le « Comité Français des Géotextiles (CFG).

Vu le développement des produits géosynthétiques, au cours des deux décennies de la fin XX^e et leur utilisation grandissante pour diverses applications, il est apparu nécessaire de développer une Notice Générale (NG EF 2 C 20 n°4) sortie en 1996 intitulée « Recommandations pour le choix, la fourniture, la mise en œuvre, à l'usage des bureaux d'étude, des services d'achats, des chantiers ». Cette notice générale interne reprenait les caractéristiques attendues sur les produits, les procédures de maîtrise de leur qualité et les principales recommandations pour leur mise en œuvre.

Parallèlement à cela, le parti pris choisi par la direction de l'Ingénierie SNCF, depuis une vingtaine d'année, a été de participer et de contribuer aux réflexions et travaux de la profession et notamment aux principaux comités de certification ASQUAL, pour, selon les spécificités des produits recherchés, s'appuyer en priorité sur des produits certifiés.

Au début des années 2000, le contenu du référentiel a de nouveau été revu pour prendre en compte la normalisation européenne des essais, les retours d'expériences réalisés sur les géosynthétiques utilisés en voie ferrée ainsi que les évolutions développées par la profession. À partir de cette époque, la volonté de l'Ingénierie SNCF a été de se recentrer principalement sur ses besoins spécifiques, strictement ferroviaires (en structures d'assise, en drainages longitudinaux,...), nécessitant une ou plusieurs des fonctions suivantes : séparation, filtration, ou étanchéité en les regroupant dans le référentiel (IN 0261) intitulé : « Emploi des géosynthétiques (Géotextiles, géogrilles et géomembranes) - Spécifications des géosynthétiques utilisés dans les assises ferroviaires ». Pour les autres besoins auxquels l'entreprise pouvait être confrontée, la volonté a été de se rapporter aux recommandations existantes ou à paraître.

Aujourd'hui, une nouvelle refonte du référentiel va être engagée sur l'année 2015. Le principe retenu auparavant pour l'IN0261 devrait être maintenu à savoir : s'appuyer expressément sur nos besoins strictement ferroviaires. Pour autant, cette nouvelle version devra aussi répondre autant que faire ce peut aux nouvelles spécificités liées notamment à la rénovation du réseau et ses contraintes associées en fonction des groupes UIC des lignes, à la maîtrise de la végétation... De même, ce référentiel devra prendre en considération les évolutions liées aux matières premières, la disparition annoncée à plus ou moins court terme des bitumes oxydés, par exemple. Enfin, cette version du référentiel s'attachera, dans la mesure du possible selon les fonctions recherchées, à considérer plus précisément les évolutions récentes de la certification ASQUAL.

2. La construction des Lignes nouvelles à Grande Vitesse

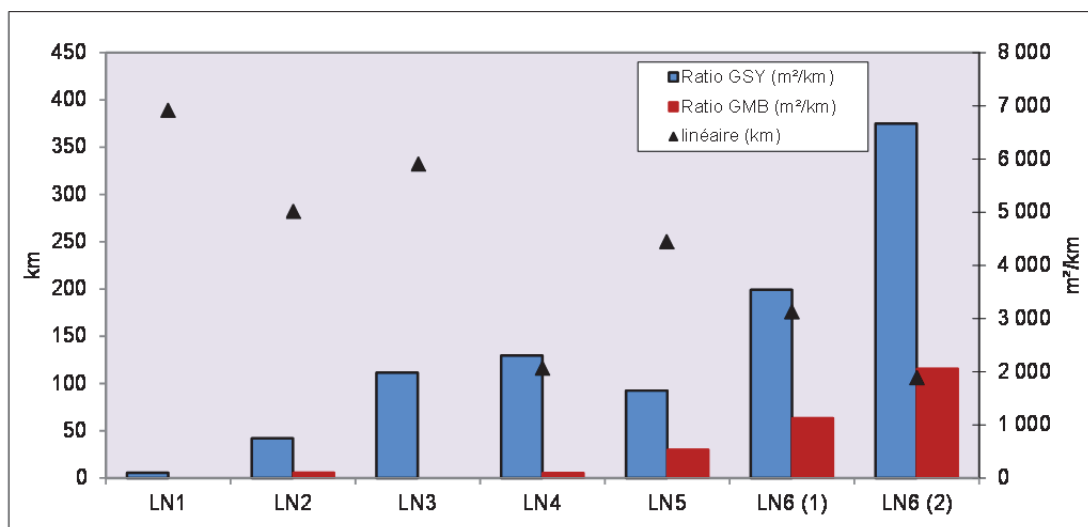
En France, la grande vitesse ferroviaire a débuté, il y a une trentaine d'années. Cette épopée était basée, à ces débuts, sur une technologie innovante de Train à Grande Vitesse (TGV) pouvant circuler sur des voies dédiées à une vitesse commerciale de 270 km/h associée à une volonté politique de desservir un large public. En effet, nombre de Français ont eu l'occasion de profiter, du confort et de la vitesse d'un mode de transport nouveau, de surcroît considéré par les villes desservies comme une

marque indispensable de modernité. Au fur et à mesure des nouveaux projets, de l'évolution des connaissances et de la maîtrise de la maintenance, la vitesse commerciale est passée progressivement sur tout ou partie des infrastructures à 300 puis à 320 km/h.

Ces lignes nouvelles, spécifiques, nécessaires au développement de la grande vitesse sur le territoire français, ont engendré des infrastructures sur lesquelles circule actuellement une part importante du transport longue distance soit de l'ordre de 300 000 voyageurs et 800 trains par jour. À titre d'exemple, la ligne à grande vitesse Paris-Lyon est empruntée par onze à douze trains par heure et par sens.

Aujourd'hui, l'activité grande vitesse voit l'équilibre financier entre ses charges et ses recettes se détériorer, ce qui ne permet plus d'envisager la poursuite de la prédominance de la grande vitesse. On considère que le programme prioritaire grande vitesse est aujourd'hui réalisé

Les coûts de construction des LGV n'ont pas cessé d'augmenter au cours des trente dernières années. À titre d'exemple, depuis la ligne Paris Lyon jusqu'à nos jours, le coût de construction (partie Génie Civil) a évolué de 3 M€₂₀₀₃ par kilomètre à plus de 18 M€. Sur cette part du projet, la part liée aux géosynthétiques est relativement faible pour l'ensemble des lignes construites (quelques pourcents) même si la quantité de produit mise en œuvre a pu évoluer notablement au cours des constructions (figure 1).



(1) LN6 1^{ère} phase tronçons A/D/F

(2) LN6 2^{ème} phase tronçons G/H

Figure 1. Évolution de la mise en œuvre des produits.

La majeure partie des géotextiles mis en œuvre a pour principal objectif d'assurer la séparation/filtration de matériaux, notamment sur des dispositifs d'amélioration du sol support (en fond de purge, en renforcement de piste d'accès voire sur certaines bases de remblai...), mais aussi à l'arrière des enrochements pour la protection de berges ou de talus de remblai, dans les dispositifs de drainage longitudinaux et pour la réalisation de sous-couche sur couche de forme dite normale. En effet pour cette dernière configuration spécifique, l'objectif recherché est bien de limiter la dégradation des caractéristiques mécaniques de la sous-couche, par pollution de fines dans le temps sous l'action des sollicitations dynamiques.

Des produits assurant une fonction de drainage ont été mis en œuvre, notamment à l'arrière des culées d'ouvrages d'art en contact avec le sol ; pour drainer les eaux internes et les suppressions interstitielles, au droit des zones traitées par drains verticaux et préchargement, en remplacement de matériau granulaire drainant.

Certaines portions d'infrastructures, principalement sur sol support compressible, des remblais provisoires de pré-chargement ont pu être réalisés avec des produits de renforcement (LGV EE 1^{ère} phase vallée de l'Aisne). Pour autant et à notre connaissance, l'utilisation de remblai renforcé par géotextiles n'a jamais été envisagée en France, sur les ouvrages en terre définitifs d'une LGV, même si le référentiel de construction des LGV (IN 3278), à date, l'y autorise sous certaines conditions.

Pour les lignes nouvelles notamment Est Européenne, Rhin Rhône, et Sud Europe Atlantique des géotextiles assurant la fonction de renforcement ont pu être utilisés, en complément des dispositions classiques de traitement des zones à cavité naturelle ou anthropique. Toutefois dans ce cas précis, l'objectif n'était pas de protéger une zone à anomalie avérée mais plutôt de proposer une disposition complémentaire, fonction des dimensions supposées de l'anomalie, en vue de couvrir le risque résiduel au droit des zones à risque potentiel de cavités mais non avérées suite à la phase de travaux.

Enfin, sur les LGV Est Européenne au droit de la vallée de la Sarre et Sud Europe Atlantique au droit de la vallée de la Dordogne, tout ou partie des zones compressibles ont été traitées par inclusions rigides avec matelas de répartition, renforcé par une ou plusieurs nappes de géosynthétiques de renforcement.

À propos de la fonction étanchéité, les géomembranes bitumineuses ont été, de tous temps, majoritairement utilisées pour traiter les problématiques d'étanchéité de plateforme : par exemple pour les infrastructures passant à proximité de champs captants, ou traversant les périmètres, rapproché et/ou éloigné, ou pour celles sujettes à des phénomènes karstiques ou de dissolution de sols. Pour certains bassins hydrauliques de rétention connexes à l'infrastructure, il a pu être utilisé aussi des produits à base de PEHD voire de PVC.

Pour les tunnels ou les tranchées couvertes, la pratique de l'Ingénierie ferroviaire est de se référer pour les ouvrages neufs aux recommandations de l'AFTES, notamment en utilisant en couverture de l'extrados des ouvrages des Dispositif d'Étanchéité par Géomembrane (DEG). Pour les tunnels anciens, la pratique dépend du type d'ouvrage, de sa nature (maçonné,...) toutefois les dispositions mises en œuvre sont souvent des systèmes de bandes drainantes sur l'intrados de l'ouvrage.

Pour conclure, ces exemples montrent globalement que les géosynthétiques ont été utilisés sur la base de fonctions communément admises au fil du temps par la profession (séparation, drainage, filtration, renforcement et étanchéité) pour des configurations de mise en œuvre classique. Toutefois, les différents projets d'infrastructure ont permis aussi de tester en vraie grandeur certains produits (géocompositifs de drainage : LGV Nord et LGV RR en base de remblai ou LGV EE 2^{ème} phase à l'arrière de masque, pour limiter les matériaux drainants ; géosynthétiques avertisseurs pour la LGV EE 1^{ère} phase).

3. Les travaux sur le Réseau Ferré National

Fort de ses 30 000 km de ligne, le réseau français a fait l'objet d'un premier audit en 2004-2005, sur son état, commandité par Réseau Ferré de France (RFF) et SNCF ainsi qu'en 2012, d'un second à la demande de RFF (Rivier et Putallaz, 2005 ; Putallaz et Tzieropoulos, 2012). Ces audits, menés par l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL_Suisse), traitaient notamment pour le premier : du vieillissement des infrastructures ferroviaires françaises et de certaines évolutions en matière de politiques de maintenance (entretien et renouvellement) et pour le second de l'impact des orientations prises, dès 2008, suite au premier audit, en fonction des années écoulées.

Le premier audit RIVIER a montré un retard sur les vingt dernières années notamment en matière de renouvellement de voies et un état vieillissant du réseau impliquant, pour la sécurité et le confort des usagers, la nécessité notamment de mettre en place des ralentissements de trains.

En effet, cet audit a rappelé que l'état des ouvrages en terre variait sensiblement selon le « standing » de la ligne (groupe UIC). Les ouvrages en terre des lignes à grande vitesse étaient dans un bon état tandis que ceux des lignes classiques de groupe UIC au moins égal à 6 présentaient un état jugé moyen, notamment par un entretien incorrect des drainages et des fossés. En outre, le débroussaillage n'était plus effectué de façon régulière exception faite des zones sensibles. Quant aux ouvrages en terre situés sur les lignes des groupes UIC 7 à 9, ces derniers se trouvaient globalement en mauvais état avec des drainages et fossés non entretenus et les zones sensibles insuffisamment régénérées.

De même, il a révélé qu'en France les ouvrages hydrauliques de la plateforme de la voie ainsi que les fossés ne faisaient plus l'objet d'une politique d'entretien suffisante depuis plus de 15 ans. Les ouvrages hydrauliques de la plateforme et les fossés jouent pourtant un rôle extrêmement important dans la stabilité et la durabilité de la plateforme support de la voie. Or, une négligence chronique de l'entretien de ces éléments n'a d'effets qu'à très long terme et ces effets peuvent s'avérer extrêmement néfastes. Les plateformes de voie se dégradent, se déstabilisent et nécessitent une reprise coûteuse. D'autre part, un drainage insuffisant de la voie peut provoquer une « pollution » du ballast, par remontées boueuses selon la nature géologique de la plateforme. Le ballast perd alors son élasticité, les opérations de maintien de la géométrie de la voie perdent leur efficacité et on assiste alors à une augmentation sensible des dépenses de maintenance de la voie.

Enfin, le premier audit a mis en évidence un niveau de dépenses lié à l'entretien du réseau deux fois plus important que celui lié aux opérations de renouvellement. Ce constat pour la France était à l'inverse de ce que l'on pouvait rencontrer dans la plupart des autres réseaux européens (figure 2).

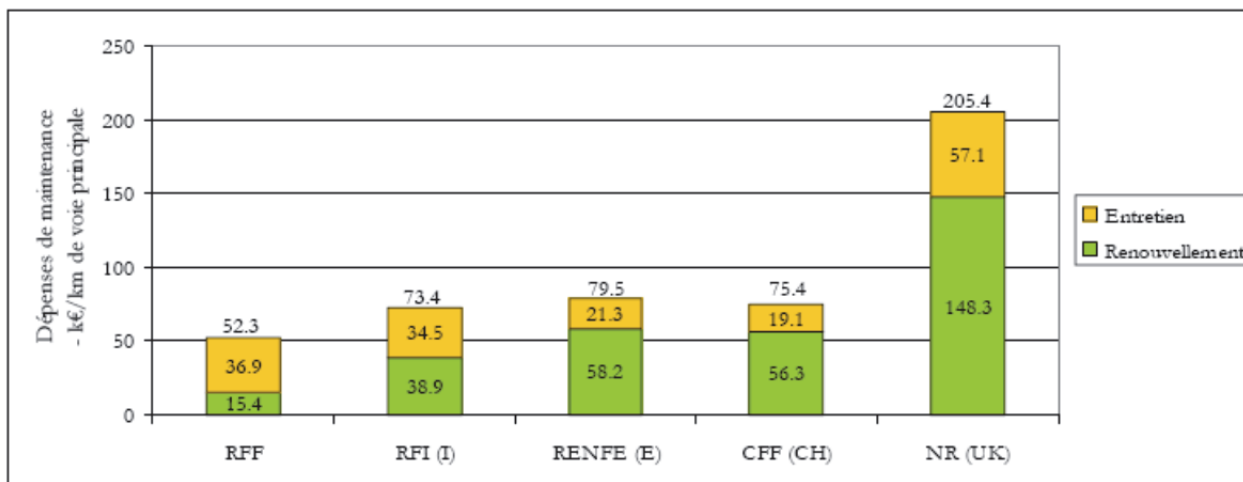


Figure 2. Dépense de maintenance d'infrastructure par km de voie principale (Rivier 2005).

L'orientation française, consistant à dépenser proportionnellement plus en entretien et moins en renouvellement que les réseaux européens comparés, était jugée défavorable au maintien de la qualité globale du réseau. En effet, la conséquence d'un taux de renouvellement faible est que le patrimoine vieillit. Or un patrimoine ancien nécessite plus d'entretien et finira, un jour ou l'autre, par devoir de toute manière être remplacé. Ceci se vérifie spécialement sur les lignes sollicitées des groupes UIC 1 à 4.

La maintenance des infrastructures ferroviaires constitue donc un élément essentiel de la gestion du système ferroviaire. Pour autant, une politique de maintenance inadaptée induit à moyen et long terme une dérive sérieuse des coûts de l'infrastructure et/ou de ses performances, ce qui peut nuire gravement à l'efficacité technico-économique du chemin de fer. Il ressort au final des audits qu'une politique privilégiant la régénération à l'entretien n'est pas une politique de riche mais une politique qui assure qualité et économies à long terme.

Toutefois, la rénovation d'une infrastructure est coûteuse et nécessite d'être refaite selon une périodicité comprise entre 30 et 50 ans suivant l'utilisation de la ligne qui est faite. C'est pourquoi depuis une trentaine d'années, les réseaux européens ont naturellement recherché à en réduire les coûts au travers d'innovations technologiques, d'une gestion appropriée de la qualité et de la durée de vie résiduelle moyenne du patrimoine ainsi que de l'implémentation de processus de gestion modernes.

La décision fut donc prise, à partir des constats et des préconisations des audits, d'établir une stratégie de rénovation du réseau. Les quatre principaux objectifs qui ont guidé cette réforme sont :

- un réseau plus performant ;
- plus de capacité pour les trains sur le réseau ;
- maintenir un haut niveau de sécurité du réseau ;
- des voyages plus faciles, des infrastructures plus accessibles.

La priorité est donnée au réseau existant en particulier en zone dense et dans les nœuds ferroviaires, afin d'offrir des déplacements domicile-travail plus sereins et plus confortables : des trains plus nombreux, plus ponctuels et plus faciles.

La rénovation du réseau est donc devenue un grand enjeu national, et une priorité pour les différents acteurs du ferroviaire. Un Grand Plan de Modernisation du Réseau (GPMR) a été lancé qui vise à amplifier la rénovation du réseau. L'objectif industriel sur la période 2008-2015 a été établi pour renouveler notamment 6 400 kms de voies d'ici 2015 et réaliser par an 1 000 chantiers d'infrastructure répartis sur la France entière. Pour l'Île-de-France, sur l'année 2015, les investissements en maintenance/renouvellement et en développement du réseau sont multipliés par 2,5 par rapport à l'année 2012.

L'orientation prise est de stopper le vieillissement des voies sur les axes structurants pour :

- *maintenir une qualité du réseau globalement équivalente à celle d'aujourd'hui ;*
- *garantir un réseau durable, en état technique maîtrisé et en équilibre financier ;*
- *consolider la sécurité sur le réseau ;*
- *améliorer la régularité et réduire les dysfonctionnements du réseau à l'origine de 21 % des retards.*

3.1. Opérations de modernisation et de renouvellement

Les raisons qui motivent un renouvellement des voies peuvent relever de l'usure de la voie ou d'impératifs de confort, de performance, ou de productivité. En effet, passé un certain âge, l'état de la voie ne permet plus de garantir, par des méthodes classiques d'entretien (bourrage, relevage,...), une résistance des éléments de structure et des performances convenables. Il est temps alors d'intervenir sur la voie arrivée à échéance.

Les travaux sur réseau ferroviaire exploité comportent des difficultés notables en termes de temps, d'espace disponible pour intervenir et de difficulté d'apport de matériaux et/ou composants. Le réseau est continuellement exploité par de nombreuses circulations : voyageurs, fret et maintenance. Une interruption complète de ces circulations est inenvisageable. Par ailleurs, les temps de travaux prévus en journée sont trop restreints pour permettre des interventions autres que ponctuelles et circonscrites à des constats visuels, des mesures ou des opérations de suivi. Les principales plages de travaux existantes sont situées de nuit et ne dépassent que rarement trois à quatre heures.

Afin d'éviter toute gêne néfaste à l'exploitation, la décision de massifier, d'industrialiser les travaux a été engagée en faisant notamment appel, depuis plusieurs années, à des grands trains travaux appelés aussi « suites rapides ». Ces trains travaux spécifiques, longs de plusieurs kilomètres, intègrent de nombreux engins les uns à la suite des autres. Ils permettent de renouveler avec un rendement élevé (1 000 mètres renouvelés/jour) les différents composants de la superstructure ferroviaire à savoir : le ballast, les rails, les traverses et les systèmes de fixation des rails (figure 3).

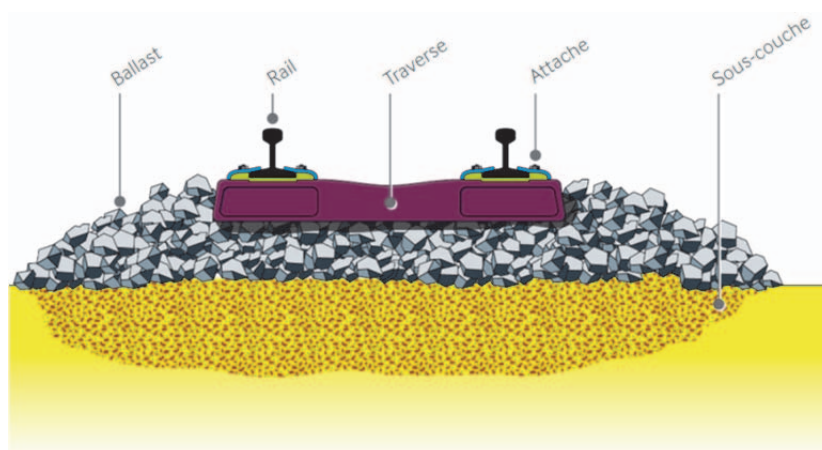


Figure 3. Principaux composants de la voie.

Véritable usine roulante, la suite rapide est donc capable de remettre à neuf l'ensemble des constituants de la voie en un temps très limité, le principal enjeu étant de gêner le moins possible la circulation des trains commerciaux.

Pour atteindre les objectifs de productivité fixés par les recommandations des audits : 1 000 kilomètres de voies par an, répartis sur l'ensemble du territoire, doivent être traités. Pour y parvenir, le nombre de suites rapides a été porté à quatre en 2014, dont une suite dédiée aux opérations en Ile-de-France, région dont la particularité est de comporter de nombreuses zones denses, résultant du nombre de trains et de l'augmentation du trafic depuis les dix dernières années. Pour autant la productivité demandée au cours de ces opérations de renouvellement est telle qu'il est impossible d'y associer simultanément des travaux de terrassement de plateforme, voire d'assainissement, qui permettraient dans certaines conditions d'améliorer la plateforme ferroviaire dans son ensemble et donc la pérennité du renouvellement.

On a ainsi pu constater que, sur l'ensemble des 1 000 kilomètres de renouvellement par an, de l'ordre de 5 à 10% du linéaire n'est pas pérenne dans le temps par défaut de traitement du support de la voie. Pour améliorer ce constat, il y a donc lieu d'imaginer des dispositifs innovants permettant par exemple de dérouler des produits géosynthétiques de manière simultanée aux opérations de renouvellement des suites rapides, lors du processus de dépose et repose des constituants de la voie.

En parallèle aux moyens mécanisés, certaines portions de renouvellement (zones d'appareils de voie, zones de gare,...) doivent être réalisées par des moyens classiques dits « hors suites ». Pour autant ces secteurs peuvent être sujets eux aussi à des pathologies de plateforme à traiter en même temps dans un environnement exigu, à proximité de voies exploitées et avec un délai d'intervention restreint. De ce fait, la technicité des solutions à engager doit être réfléchie, développée en

conséquence pour répondre à ces enjeux forts ; à titre d'exemple les éventuels travaux d'assainissement ne peuvent très certainement pas être réalisés de la même manière que sur site non exploité. Les dispositifs actuels sont à repenser en partie, des produits innovants, de capacité utile équivalente, en mesure de supporter les contraintes liées aux charges dynamiques induites par les circulations ferroviaires sont donc à réfléchir, à développer et à produire pour répondre au mieux à ces différentes problématiques.

3.2. Opérations de développement

Pour faire face au contexte actuel d'augmentation du trafic ferroviaire, les projets de développement du réseau ont pour objet d'augmenter la capacité d'exploitation du réseau existant et ainsi sa fluidité pour gagner en régularité vis-à-vis du client. Ces projets mettent en jeu de nouvelles fonctionnalités telles : l'accroissement de la vitesse de circulation, l'accroissement du trafic, par tonnage ou nombre de trains, qui conduit à un changement de grouper UIC ou l'ajout de voies supplémentaires.

Ces fonctionnalités induisent notamment, dans le domaine du génie civil, la création de plateformes ferroviaires neuves et/ou la réfection de tout ou partie des structures d'assise existantes, la création, l'adaptation de dispositifs de drainage et d'assainissement.

La particularité de ces projets est qu'ils se situent dans le périmètre contraint des infrastructures ferroviaires existantes sous exploitation continue. Ainsi, leur conception doit intégrer à la fois une situation existante dans la définition des travaux à réaliser mais aussi des contraintes liées au maintien de l'exploitation ferroviaire. La durée limitée des plages de travaux d'intervention et la réglementation liée au travail à proximité de voies ferrées exploitées conduisent à la définition de solutions innovantes associées à des phasages de travaux complexes, multi métiers (génie civil et équipements ferroviaires), pour aboutir à des solutions optimisées (Cudennec et al., 2014).

Ces opérations de développement interagissent fortement sur la situation existante lors des travaux, pour maintenir l'exploitation en toute sécurité. Il y a donc lieu de penser les solutions nouvelles aussi bien pour une performance globale, une résistance vis-à-vis des contraintes ferroviaires et une pérennité dans le temps des dispositifs innovants, au moins équivalentes à celles des dispositifs actuels. À cela une facilité de pose et une possibilité d'industrialisation pourraient être un plus.

L'enjeu majeur de ces travaux est aussi lié au gabarit disponible résultant des emprises foncières, de l'exiguïté des sites urbains/périurbains, pour arriver à insérer l'ensemble des composants du système : plateforme, assainissement longitudinal, massifs de fondation caténaire et les ouvrages d'art (murs de soutènement, protections acoustiques en bord de plateforme, merlon acoustique, aménagements paysagers...). Tous ces composants nécessitent une réflexion système, multi métiers, notamment pour les interfaces plateforme, massifs caténaires et assainissement longitudinaux. À titre d'exemple, la réduction des fouilles d'assainissements longitudinaux pourrait avoir un impact intéressant sur les emprises, la diminution des apports de matériaux granulaires drainants et la maximisation des rendements de pose.

Pour autant un complexe ou dispositif innovant, répondant à tout ou partie de ces différents critères ne peut être envisagé, accepté qu'à la condition de garder une sécurité des circulations équivalente à celle d'aujourd'hui.

4. Nouvelles technicités

La législation environnementale prend une part de plus en plus importante, contraignante, pour les maîtres d'ouvrage ; c'est pourquoi l'Ingénierie ferroviaire a identifié la nécessité de revoir ses modes de faire et ses produits tels la plateforme vis-à-vis de l'essor du développement durable.

Une réflexion a donc été menée dans les différents cœurs de métiers liés à la plateforme pour réfléchir, développer, une solution d'écoconception novatrice, exemplaire, durable ; le concept de la plateforme verte venait de naître, avec comme objectifs initiaux la limitation des coûts d'investissement et de maintenance et la limitation de l'empreinte environnementale au moyen d'une approche systémique et non plus systématique.

Des propositions de solutions alternatives ont été pensées notamment au niveau : des structures d'assises sur voies existantes en définissant des dimensionnements adaptés tenant compte de la vie écoulée de la plateforme et de ses caractéristiques mécaniques résiduelles, ou de la maîtrise de la végétation tant en piste que sur la plateforme ballastée.

Pour les structures d'assises quand la qualité intrinsèque de la plateforme est remise en question et ne permet plus de remplir son rôle de séparation, il devient nécessaire d'empêcher la remontée de fines

dans le ballast par l'interposition d'un géotextile sous voie. À ce jour l'Ingénierie ferroviaire avait pour habitude de préconiser, quel que soit le groupe UIC de la ligne, un produit de séparation spécifique (AR 20) développé par un industriel il y a une vingtaine d'année. Aujourd'hui, pour les lignes à faible trafic (groupe UIC 7 à 9), la réflexion est en cours, pour utiliser en remplacement un produit manufacturé ou un nouveau produit, avec des caractéristiques intrinsèques plus adaptées au faible trafic attendu sur ces lignes.

Quant à la problématique de la maîtrise de la végétation, l'Ingénierie ferroviaire a développé des techniques constructives alternatives aux traitements phytosanitaires. La mise en œuvre de géosynthétiques fait partie des alternatives étudiées. Cette orientation prise très récemment et les expériences faites ont montré un intérêt pour l'utilisation, en piste ou sous voie ballastée, de produits géotextiles anti-racinaires, thermoliés, classiquement utilisés en protection de voirie et d'espaces verts. Ces géotextiles existent sous diverses formes et niveaux de résistance selon le besoin recherché. Leur légèreté associée à leur souplesse, plus ou moins marquée, est aussi un avantage même si leur résistance aux Ultra-violets, limitée dans le temps (environ 5 ans), nécessite qu'ils soient recouverts.

Depuis 2014, suite aux conséquences tragiques de l'accident ferroviaire de Brétigny, des orientations sur la sécurité ferroviaire pour le suivi et l'auscultation des infrastructures ont été engagées et prennent de l'importance. Il s'agit du développement de moyens de détection embarqués ou non, de la mise en place de moyens de suivi et/ou de contrôle permettant notamment d'alerter, ou de mettre en évidence l'apparition de phénomènes préjudiciables à la sécurité des circulations et de déclencher des inspections ciblées. Pour la partie infrastructure, des tests en vraie grandeur depuis les années 2000 ont été réalisés sur différentes portions exploitées du réseau national, avec différents dispositifs (fibre optique, réflecteur aluminium,...). Ces expérimentations ont démontré que les géosynthétiques pourraient être un support intéressant de dispositifs avertisseurs. Pour autant, cela nécessitait encore des réflexions complémentaires sur le choix du dispositif, en fonction du contexte global, du risque résiduel associé, du suivi de l'auscultation souhaité et de la maintenance nécessaire au système.

5. Conclusion

Cette communication a montré que l'utilisation des géosynthétiques a été croissante au cours de l'histoire de la construction des Lignes à Grande Vitesse. Cependant, il faut considérer que le programme prioritaire de construction du réseau à grande vitesse est achevé.

La priorité du gestionnaire d'infrastructures porte désormais sur la remise à niveau et l'amélioration du réseau existant. Les conditions de chantiers à proximité de voies exploitées et les nouvelles contraintes imposées aux infrastructures font que les géosynthétiques peuvent présenter des solutions d'avenir à condition d'apporter des innovations en termes de mise en œuvre et de performance des produits.

6. Références bibliographiques

- Cudennec E., Giraud H., Cheriaux-Thevenin E. (2014). Projet de développement du réseau Ferré national français – Étude de cas. Actes, 2nd International Symposium GEORAIL 2014, pp. 225-233.
- IN 3278 (2006). Référentiel Technique pour la réalisation des LGV – Partie Génie Civil.
- Putallaz Y., Tzieropoulos P. (2012). Audit sur l'état du réseau, 30 pages.
- Rivier R., Putallaz Y. (2005). Audit sur l'état du réseau ferré national français. Rapport, 27 pages.
- RGCF TGV 30 ans de grande vitesse. Des savoir-faire au service d'un système, 350 pages.
- SETRA (2010). Rapport d'études « Modernisation des infrastructures ferroviaires », 41 pages.