

Le bruit des trains



Fédération Nationale des Associations
d'Usagers des Transports



ASTREE
Claude JULIEN
juillet 2004

Sur les bruits ferroviaires

Par Claude JULLIEN Vice-président de la FNAUT-PACA

En Europe, toutes les voies ferrées importantes sont électrifiées. Les riverains de ces lignes ne subissent donc strictement aucune pollution, **SAUF SONORE**. Quelle est la situation des bruits ferroviaires, et quelle espérance avons-nous de les voir diminuer de manière significative ?

* * * * *

1 - La source du bruit ferroviaire

Au contact roue-rail, il existe des rugosités microscopiques qui excitent la roue à une certaine fréquence. La roue comporte un voile assez fin qui fait liaison entre la bande de roulement et l'axe de l'essieu. Ce voile fait peau de tambour, selon des modes harmoniques pairs ou impairs, et rayonne le bruit vers l'extérieur. La roue excite également la suspension, puis le châssis de bogie, puis la caisse, organe de grande surface qui rayonne aussi le bruit.

La voie est également excitée au passage des trains et rayonne deux catégories de bruits :

- aérien, de façon directe dans l'atmosphère, surtout par la surface latérale du rail
- solidien, par les fondations de la voie : traverses, ballast, etc ...



Voilà des cigognes qui ne semblent pas du tout gênées par le bruit des trains.

Photo prise dans la grande ligne droite des Landes, où les trains passent à 160 km/h, mais qui pourrait être parcourue à plus de 200 km/h.

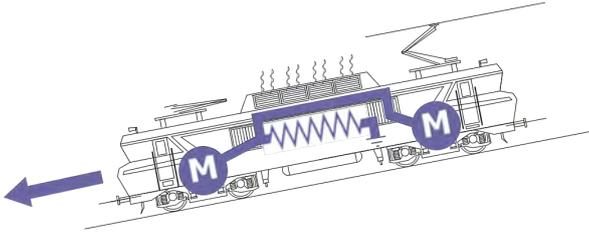
Les bruits solidiens ne sont perçus que par les riverains situés au plus près de la voie, ou au-dessus d'ouvrages souterrains (métro dans une ville). Il n'est pas très aisé de combattre les bruits solidiens sur une voie ferrée ancienne, car il faut reprendre l'assise de la plateforme en sous-œuvre. Par contre, on sait très bien les combattre pour une ligne nouvelle, car les solutions sont directement intégrées au stade du génie civil. On peut en conclure que dans le cas d'une ligne nouvelle, les bruits solidiens n'existent pas, car d'une part, il n'y a pas de riverains à quelques mètres de la voie, et d'autre part, on saurait de toute façon faire des fondations adaptées. Quand le rail et la roue sont neufs, le bruit d'un train est considérablement plus faible. Il se produit donc toujours une dégradation dans le temps, si certaines règles d'entretien ne sont pas respectées.

Les rugosités microscopiques de la roue sont généralement le fait de micro-particules arrachées, à la fois à la table de roulement de la roue et aux sabots de freins en fonte, pendant le freinage. Ces particules, à très haute température, peuvent refusionner avec la surface de roulement de la roue, et dans une moindre mesure, avec le rail. Les roues et le rail sont devenus rugueux, donc bruyants. De plus, le frein à sabots en fonte est intrinsèquement bruyant pendant sa phase d'utilisation (bruits de frottements).

2 - Première solution : le frein électrique

Solliciter le moins souvent possible le frein à sabots, et donc utiliser au maximum le freinage électrique des locomotives, soit rhéostatique (cas le plus général en France), soit avec récupération d'énergie (surtout à l'étranger, sur lignes équipées en alternatif 16,7 Hz). Cette possibilité n'est pas utilisable avec une locomotive diesel actuellement en France, mais on pourra le faire avec les futures locomotives BB 75000 en commande.

2 - a - Le frein rhéostatique



Les moteurs deviennent des génératrices, et débitent le courant dans un Rhéostat.

L'énergie produite est dissipée en pure perte sous forme de chaleur (frein à sécurité intrinsèque, fonctionnant même en cas d'absence de tension dans la caténaire).

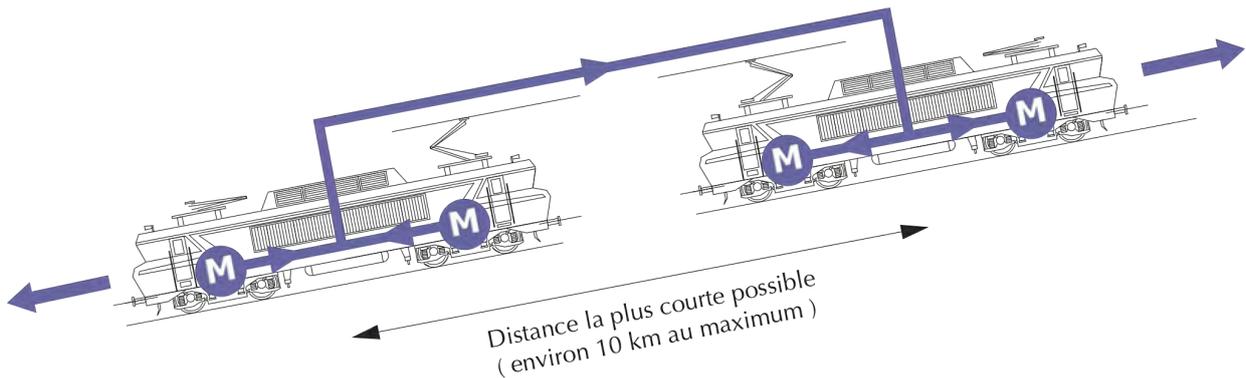
C'est **obligatoirement** le mode de freinage électrique des locomotives diesels, par exemple sur les BB 75000.

2 - b - Le frein avec récupération d'énergie

Les moteurs deviennent des génératrices pour produire du courant.

Il y a deux manières d'utiliser ce type de frein :

- Soit en renvoyant le courant dans la caténaire, et de là, sur le réseau général EDF, ce qui demande la "transparence" des sous-stations, et la présence de la tension caténaire.
En courant continu 1500 V, il faut alors monter des onduleurs de puissance dans les sous-stations, ce qui est compliqué et cher depuis l'élimination des anciennes commutatrices rotatives.
En 25 kV 50 Hz, la solution est plus naturelle, mais la nature du courant réjecté n'est pas de très bonne qualité (facteur de forme, harmoniques, etc ...)
- Soit par réutilisation immédiate du courant produit par le train descendant au profit d'un train montant, par l'intermédiaire de la caténaire, à condition que ce train ne soit pas trop éloigné. En cas d'absence d'un autre train, ou d'absence de tension à la caténaire, un système automatique de détection fait revenir au freinage rhéostatique.



Le Freinage avec récupération d'énergie n'est donc pas un système de sécurité intrinsèque.

3 - Deuxième solution : supprimer les sabots de freins

Jusqu'à une époque récente, on avait une certaine réticence à supprimer complètement les sabots de frein, car on croyait qu'ils étaient indispensables pour "nettoyer" la roue, dans le dessein de maintenir une certaine adhérence, seule parade à l'enrayage au moment du freinage. Ainsi, les voitures Corail freinent à 70 % avec des disques, et à 30 % avec des sabots de freins en fonte.

Et encore, cette conception déjà plutôt osée ne fut mise en œuvre que grâce à l'apparition d'anti-enrayeurs électroniques travaillant en adhérence "glissée", ce qui fut une véritable révolution technique. C'est Michel BOITEUX † (il était membre de l'AFAC), grand spécialiste du freinage au service de la recherche de la SNCF, qui pressentit que les progrès de la technologie autorisait le lancement de l'étude d'un frein à disques à très haute puissance, permettant une suppression totale des sabots de freins sur les **BOGIES PORTEURS** des rames du TGV-Atlantique (construction neuve).

Résultat : -5 dB ! et une durée de conservation des caractéristiques de bruit beaucoup plus longue. Aujourd'hui, la mesure a été étendue à tous les TGV. Ainsi, les "vieilles" rames orange du TGV Sud-est (TGV 23000) ont été rétrofitées, et n'ont plus de sabots de frein. Une diminution de 3 dB équivaut à moitié moins du bruit, mais physiologiquement, l'homme (en général) n'est capable de ressentir une diminution qu'à partir d'environ 5 dB.

L'enrayage, c'est le blocage de la roue par le frein. Celle-ci se met à glisser sur le rail. Il y a perte d'adhérence, donc augmentation de la distance de freinage, mais aussi production d'un "plat" sur la roue, très inconfortable pour les voyageurs et très bruyant pour les riverains. Il faudra alors procéder à un reprofilage de la roue.



Voici le principal coupable des bruits ferroviaires : les sabots de frein en fonte, vu ici sur un très vieux bogie marchandises. Ils font un bruit d'enfer au moment de leur utilisation, et dégradent lentement les tables de roulement des roues, accentuant alors considérablement les bruits de roulement.

Au moment de la sortie des 500 voitures dites "européennes" financées par Eurofima dans les années 80, le bogie Fiat fut sélectionné. C'était en réalité la copie conforme du bogie Y 32 des voitures Corail, mais il fallait bien donner du travail à Fiat. Cette dernière société introduit pourtant une modification intéressante, en supprimant totalement les sabots de freins pour ne garder que les freins à disques. Sur le plan sonore, c'est le jour et la nuit entre le bogie Y 32 et le bogie Fiat, comme j'ai pu le constater sur le train « Le Grand Sud », au passage en vitesse en gare de La Blancarde, et qui comportait un panachage de voitures équipées des deux types de bogies.

La SNCF a depuis introduit une modification sur une partie du parc des voitures Corail, en remplaçant les semelles en fonte par des semelles en matériau composite. Résultat : -5 dB

Les rames TGV Duplex sont les premières à avoir des disques de frein flasqués sur les voiles de roues des bogies moteurs. Résultat : -10 dB par rapport aux premières rames PSE orange, ce qui est considérable.



Vu depuis la fosse de visite d'un Technicentre de maintenance, le bogie porteur d'une remorque d'un TGV-Duplex. On distingue les quatres freins à disques calés sur l'essieu.

3 - 1 - Le bogie Y 32

C'est une composante incontournable du succès des voitures Corail.

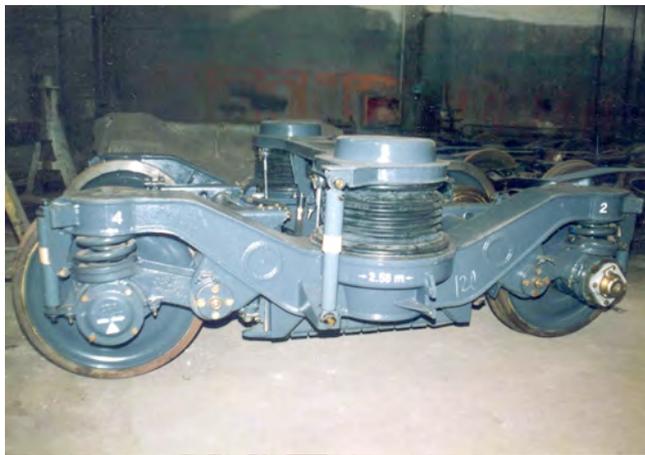
Après de longues recherches sur les fameux prototypes des bogies A et B, la SNCF sortit le bogie Y 28 qui équipa les voitures du « Mistral » et une grande partie des voitures USI. Pourtant, la présence de bielles pendulaires inclinées par rapport à une traverse danseuse, ne permettait pas un découplage parfait entre la caisse et le bogie.

Tout en conservant le primaire des Y 28 (boîtes à bras), la SNCF a introduit avec le Y 32 un étage secondaire constitué de 2 gros ressorts hélicoïdaux mécaniques sur lesquels la caisse « flotte », ce qui permet également la rotation du bogie, tout en générant un rappel anti-lacet.

Il n'y a plus de pivot de bogie, donc plus d'entraînement central caisse-bogie, cette fonction étant assurée par des câbles ne travaillant qu'en traction.

Il en résulte une très grande liberté de mouvement du bogie, un découplage parfait entre les fréquences de résonance de caisse et la vitesse critique du bogie, et le résultat que l'on connaît : le bogie Y 32 n'a jamais été égalé à ce jour (des variantes existent bien entendu, en particulier un secondaire pneumatique pour des voitures à 2 niveaux plus lourdes, mais la base reste la même).

Malheureusement, malgré la présence de freins à disques, le bogie Y 32 conserve des sabots de frein, pour environ 30 % de l'effort, et pour cela, il n'est pas le plus performant en matière de bruit.



Discrète, la vraie révolution du chemin de fer était là : le bogie Y 32 des voitures Corail

4 - Troisième solution, du côté de la Voie : l'élimination des joints



Photo prise en gare de la Blancarde, sur la voie MV4 principale Nice – Marseille, où les trains passent à 100 km/h.

Les abouts des deux rails sont affaissés, et le rail de gauche comporte nettement un début de crique de surface assez profond.

Un tel joint est extrêmement bruyant.

L'élimination des joints des rails, facteur capital de la diminution des bruits ferroviaires, fut une avancée technologique capitale de la SNCF dans le monde, mais il s'agit maintenant de faits anciens (début de la pose des LRS : Longs Rails Soudés, dans les années 50 en France).



Vous vous imaginiez avoir tout vu ! Pas mal du tout non plus ce joint : abouts de rails affaiblis avec ruptures en surface, table de roulement complètement dégradée. Nous sommes bien sur voie principale comme le prouve l'attache Nabla et la double connexion électrique.



L'état des rails, de part et d'autre du même joint. Le métal du champignon a entièrement flué vers le bord extérieur.

Toutes les grandes lignes françaises sont équipées de LRS, et les grands renouvellements de voie se font presque exclusivement avec eux. Plus l'état de surface du rail sera propre (moins rugueux), plus le train sera silencieux. La suppression des sabots de frein élimine donc aussi une cause de dépôt de particules sur le patin du rail. Toutefois, dans certains cas, ces particules peuvent être éliminées par un léger meulage de la voie, qui rétablira

par la même occasion les bonnes caractéristiques géométriques du rail favorables au confort (profil et défauts très courts).

5 - Quatrième solution, ne pas exciter la Voie :

Plus la voie sera lourde et élastique, plus il sera difficile de l'exciter, et moins elle sera bruyante.

La voie moderne type TGV va donc dans le bon sens :

- rails lourds (60 kg/m) -traverses béton lourdes (275 kg par traverse)
- attaches élastiques (RS ou NABLA) en voie d'être supplantées par les attaches Fast-clips
- épaisseur minimale du ballast d'au moins 30 cm sous les traverses
- généralisation des Longs Rails Soudés (LRS)

Ainsi, dans certains cas, alors que des rails de 50 kg/m suffiraient pour le trafic d'une ligne, on peut décider de poser des rails plus lourds dans des zones bordées par des riverains, pour diminuer le bruit. La voie moderne est aussi très favorable à la diminution des bruits solidiens.

On teste actuellement des amortisseurs de rail, sorte de bandes composites caoutchouc / métal collées sur le flanc du rail. Cette technique est totalement généralisée sur les voies ferrées des tramways modernes. On retrouve alors des caractéristiques de bruit très proches d'une voie enneigée.

6 - La Voie sans ballast :

Impossible de parler de tous les modèles de voies sans ballast qui existent dans le monde. En France, après divers essais (en particulier au tunnel de Sainte-Dévote à Monaco), la SNCF n'utilise pratiquement plus que les traverses bi-blocs munies de chaussons élastiques. Après réglage géométrique précis de la voie, le tout est bloqué par un coulis de ciment. On conserve ainsi les deux étages élastiques de la voie moderne.

Il existe très peu de cas en France où cette pose aurait été utilisée en extérieur pour diminuer le bruit vis-à-vis des riverains, mais les Pays-Bas, dont le réseau ferroviaire n'est qu'un immense RER en milieu très urbanisé (le fameux Randstad) compte l'utiliser à grande échelle. La ligne nouvelle à grande vitesse Cologne – Francfort est entièrement posée sur une dalle en béton. En raison de la traversée de nombreuses zones urbanisées, presque toutes les lignes à grande vitesse japonaises utilisent une voie sans ballast. Les nouvelles traverses françaises SATEBA S312 NAT peuvent supporter les intempéries, et sont donc aptes à une pose en extérieur. C'est encore une nouvelle possibilité qui s'ouvre.



Dans la future nouvelle gare d'Arenc, à Marseille, la voie est posée sur une dalle de béton, pour minimiser le bruit vis à vis des riverains.

On distingue les chaussons élastiques qui dépassent légèrement des blochets.

On utilisera la voie sans ballast pour diverses raisons :

- elle permet de gagner environ 20 cm sur la hauteur dans le même gabarit d'un tunnel, par exemple pour dégager facilement le gabarit d'isolement électrification, ou le gabarit Ferroutage, dans le cas d'une ligne déjà électrifiée
- elle est un excellent filtre pour les vibrations transmises à la plateforme (cas des RER en tunnel à Paris, que ce soit ceux de la RATP ou de la SNCF)
- elle est appréciée en tunnel car elle demande beaucoup moins d'entretien (tunnel de 7 km du TGV à l'entrée de Marseille)
- la voie sans ballast coûte cher, mais elle serait rentable sur une trentaine d'années par rapport à une voie normale, car elle ne demande pratiquement aucun entretien.



Un point très délicat des voies sur dalle béton : la transition entre la voie normale sur ballast et la voie sur dalle.

7 - Cinquième solution, ne pas exciter les caisses :

Si la suspension est de bonne qualité, il y aura une coupure de fréquence entre la roue, le châssis de bogie et la caisse. Les voitures voyageurs sont équipées d'une suspension à double étage, pour des questions de confort mécanique des voyageurs, ce qui est très favorable à la diminution des bruits.

8 - Les suspensions pneumatiques

Les suspensions pneumatiques offrent une coupure parfaite entre le châssis de bogie et la caisse, surtout avec des coussins à doigts de gants, ce qui explique le faible niveau vibratoire des TGV (en comparaison, les premiers ICE allemands étaient très loin du même niveau de confort). Autre avantage : un amortissement non mécanique, grâce à un réservoir d'air auxiliaire couplé au coussin pneumatique par un orifice calibré qui règle la fréquence d'amortissement, donc strictement sans aucune liaison mécanique entre la caisse et le châssis de bogie. Les coussins pneumatiques permettent aussi de travailler à hauteur rigoureusement constante, grâce à une valve de nivellement, caractéristique hyper-intéressante pour les voitures à deux étages, relativement limitées dans le gabarit, et dont les variations de charges sont énormes sur un train de banlieue.

Les coussins pneumatiques à doigts de gants présentent aussi l'énorme avantage d'assurer un rappel latéral de la caisse, et il paraît curieux que certains services d'études du matériel aient oublié cette qualité, car on assiste depuis quelque temps à des ratés mémorables. C'est sans doute un mauvais choix du coussin pneumatique qui explique la déplorable tenue de voie et l'inconfort notoire des automoteurs X 72500 (trop de souplesse en rappel latéral).

9 - Le Fret

Par contre, les wagons Fret ne sont équipés que d'un seul étage de suspension, ce qui les rend plus bruyants. Il est donc à peu près certain que l'amélioration du bruit des wagons Fret ne se fera pas de ce côté là. Les wagons-citernes ou les wagons de transports de céréales, qui sont de véritables cavités sonores (surtout quand elles sont vides), ont une solide réputation de "boîtes à ferrailles". Alors qu'il y a encore quelques années la conception des suspensions bridait au maximum les mouvements du véhicule, les suspensions modernes, combinées avec des amortisseurs efficaces, tendent au contraire à les libérer. Une bonne suspension, étudiée au départ pour un confort optimal des voyageurs, amènera donc de façon quasiment automatique un excellent niveau de silence. On peut même retourner le raisonnement : un matériel très silencieux est obligatoirement équipé d'une bonne suspension, et sera donc très confortable. C'est en tout cas ma méthode pour juger un nouveau matériel, succinctement, au premier coup d'œil (disons d'oreille). C'est de l'entendre de l'extérieur, au bord de la voie ! Et cette méthode ne m'a jamais trompé (sauf dans le cas des X 72500).

10 -Sixième solution, dissocier les fréquences :

Chaque élément mécanique possède une fréquence de résonance propre. De construction, on doit rechercher une fréquence de résonance de caisse la plus éloignée possible de la fréquence d'excitation venant de la roue ou de la suspension. On se rend alors compte que la fréquence de la suspension doit être très élevée, pour une fréquence de caisse la plus basse possible.

Vous pouvez faire une expérience simple : prenez en main un pendule :

- tout d'abord, agitez la main très lentement. Le pendule va se balancer lentement de droite à gauche. Si votre main est le bogie, et la masse du pendule la caisse du véhicule, vous voyez que la caisse suit lentement (en étant déphasé), les mouvements du bogie.
- maintenant, agitez la main très rapidement. Le pendule n'a pas le temps de bouger. Le bogie (votre main) suit tous les mouvements de la voie (suspension totalement libérée), mais ne les transmet pas à la caisse (la masse du pendule).

Vous avez tout compris à la suspension moderne d'un véhicule ferroviaire (*merci à Louis Bruhat †, membre de l'AFAC, le « pape » des bogies, qui fut un extraordinaire pédagogue – voir les 2 numéros « Spécial bogies » de la revue de l'AFAC, « Chemins de fer », le deuxième entièrement consacré aux suspensions pneumatiques.*)

11 -Amorces de patinage :

Au moment du démarrage d'un train, il peut y avoir patinage d'un ou plusieurs essieux moteurs, surtout avec des moteurs à courant continu à induction série, précisément en couplage série ou semi-parallèle, qui ont alors tendance à provoquer un emballement.

L'essieu peut alors marquer une empreinte sur le rail, plus ou moins profonde, qui peut conduire à provoquer un bruit au passage des essieux suivants, bruit largement équivalent à celui d'un joint de rail. Vous pouvez vous balader en gare, le long des quais, et vous remarquerez facilement ces empreintes de patinage, à l'endroit où stationnent et redémarrent généralement les locomotives.

Le phénomène était encore pire du temps de la traction vapeur, et si le mécanicien ne dosait pas correctement l'admission au démarrage, la locomotive avait tendance à "s'essuyer les pieds", c'est à dire que les roues tournaient sur place. Le phénomène se traduisait par une détérioration importante des tables de roulement, et reprofiler un train de roues d'une locomotive vapeur était compliqué, avec démontage de tout l'embellage, donc très cher. Souvent, le reprofilage ne suffisait pas, et il fallait changer entièrement le bandage de la roue.

Les cinéastes étaient particulièrement friands de ce genre de spectacle.

Depuis la disparition de la traction vapeur en France, ils doivent s'adresser à des associations qui oeuvrent à la conservation de quelques locomotives à vapeur avec des moyens limités, non seulement en argent, mais aussi techniques, et la maintenance des grandes roues à rayons n'est pas le moindre de leurs problèmes.

Vous pensez bien que lorsque les metteurs en scène réclament un démarrage avec un patinage prononcé, ils reçoivent tous une fin de non recevoir.



Kolossal patinage au démarrage !!! Au vu de la fixation de la voie par des crampons, nous sommes vraisemblablement aux États-Unis, et avec de telles empruntes, impossible de faire passer un train, la ligne a été fermée jusqu'à réparation. La coupable doit être une grosse locomotive diesel CC américaine, plutôt ancienne, car elle n'était manifestement pas équipée d'un système d'antipatinage électronique. Je n'ai jamais eu connaissance d'un tel incident en France, même du temps de la traction vapeur. Par contre, un site Internet publie une photo presque identique à propos du chemin de fer Djibouti / Addis-Abéba.

Le reprofilage d'une roue d'une locomotive électrique moderne n'est pas beaucoup plus facile, d'où l'invention des tours à reprofiler en fosse qui évitent tout démontage des éléments de transmission de l'effort moteur.



A la gare de Marseille-Blancarde, sur la voie MV2 parcourue par des TGV à 60 km/h, une trentaine de mètres de voie présente une succession de défauts exceptionnelle. À gauche, l'attache NABLA n'a plus de tirefonds, et ne se trouve plus en face d'une traverse à moitié cassée.

À droite, la traverse est carrément cassée. Sur les 2 photos, les défauts à la surface des rails sont évidents.



A la Blancarde, toujours dans la même zone, deux très belles amorces de patinage



À gauche, une soudure aluminothermique mal meulée, ce qui a créé une bosse à peine discernable, mais par rebondissement des roues, on voit apparaître à gauche et à droite du joint des amorces de patinage.

À droite, plusieurs amorces de patinage adjacentes. Ce passage est particulièrement bruyant.

Le passage des trains sur cette zone produit un bruit d'enfer.

Le problème sera traité par :

- remplacement du rail dans le cas d'une voie normale avec joints
- inclusion d'un coupon de rail neuf d'environ 5 mètres au milieu d'un LRS, cette dernière méthode présentant de lourdes contraintes de respect des méthodes d'intervention sur LRS en fonction de la température (si le problème apparaît à la fin du printemps, il ne sera traité quelquefois qu'au cours de l'automne)
- pour les tous petits défauts, rechargement du creux à la soudure électrique, puis meulage

12 -L'usure ondulatoire des rails :

L'usure ondulatoire est un phénomène curieux que l'on a mis longtemps à expliquer. Elle se produit toujours aux mêmes endroits, là où passe toujours le même type de trains, aux mêmes vitesses. C'est donc un phénomène d'origine vibratoire, que l'on trouvera surtout sur les lignes de banlieue ou de métro.



Usure ondulatoire naissante.

*Nous avons conservé le format pleine largeur de la page car le phénomène est à peine discernable.
À noter que la voie ne comporte pas d'attaches élastiques, ce qui amplifie encore les défauts.*

La voie devient très bruyante, et corrélativement, le matériel vibre sur les défauts du rail. Un œil exercé peut la distinguer à la surface du rail. Il s'agit de tout petits défauts de quelques centièmes de millimètres de profondeur, d'onde très courte (moins de 5 cm).

La solution est dans le meulage des rails.

Il faut traiter l'usure ondulatoire le plus vite possible, sinon le phénomène n'ira qu'en s'aggravant. La société SPENO, grande spécialiste du phénomène, exploite plusieurs trains meuleur à travers le monde.

L'usure ondulatoire existe aussi en mode routier, surtout sur les voies autoroutières (même phénomène de répétition des véhicules aux mêmes endroits et aux mêmes vitesses), avec une onde beaucoup plus longue qu'en mode ferroviaire. Pratiquement invisible à l'œil nu, elle se détecte avec des appareils sophistiqués, mais **j'ai trouvé un truc** : très tôt le matin, quand la rosée commence à s'évaporer, si vous faites une visée rasante loin devant votre pare-brise, il y a un moment où la rosée est évaporée sur les bosses, mais pas dans les creux.

Pendant quelques secondes, voire quelques minutes, vous êtes témoin d'une extraordinaire visualisation de l'usure ondulatoire !

Claude JULLIEN aussi fort que les appareils électroniques !

13 -Capter le bruit à la source :

Il est aussi envisagé de capter le bruit à la source, avec des carénages sur les bogies des futurs TGV à 350 km/h, mais les ateliers de maintenance n'aiment pas trop les carénages, qui les gênent dans leur travail. On a aussi monté des systèmes amortisseurs sur les voiles de roues des wagons Fret, limitant à la source le rayonnement de celles-ci, un peu comme pour les amortisseurs de rails. Cette technique n'est pas utilisée actuellement en service commercial, mais a donné de bons résultats en essais.

14 -Les matériels moteurs :

Les matériels moteurs modernes ne font pas plus de bruit de roulement que les matériels remorqués (ils sont d'ailleurs nettement plus surveillés du point de vue de la maintenance des roues).

Ils ajoutent surtout des bruits de ventilation, mais l'étude fine des circuits d'alimentation en air permet de les diminuer considérablement, d'autant qu'avec les locomotives modernes, pourtant plus puissantes, les besoins de refroidissement sont plutôt en diminution. Toutefois, il est beaucoup plus difficile de supprimer les sabots de freins sur une locomotive que sur du matériel remorqué, car sur un bogie moteur, la place est comptée. De plus, pour protéger les tables de roulement (les essieux d'un engin moteur coûtent cher à l'achat, et sont donc particulièrement bichonnées en maintenance) la SNCF a toujours très peu freiné ses locomotives. Ces dernières doivent toujours remorquer un nombre minimal de wagons ou voitures, et profiter du système de freinage de ceux-ci pour pouvoir rouler à vitesse maximale. C'est pourquoi en cas de marche seule (HLP : Haut-le-pied), la vitesse de la locomotive est fortement réduite, même si elle est munie d'un frein électrique. Les locomotives BB 26000 (SYBIC) sont les premières de l'histoire ferroviaire à avoir les mêmes caractéristiques de freinage, seules ou avec un train. Comme par hasard, elles sont très silencieuses. Idem pour les 36000, qui possèdent des disques flasqués sur les voiles de roues, tout comme les TGV Duplex.

15 -Les compresseurs d'air :

Les matériels moteurs comportent tous un compresseur d'air nécessaire au freinage. Pour des raisons assez mystérieuses, la SNCF a mis assez longtemps à basculer des compresseurs à pistons vers les compresseurs à vis, beaucoup plus silencieux. Ne nous plaignons pas, aujourd'hui tous les matériels livrés récemment en sont équipés. Il reste à démontrer que le coût d'entretien des compresseurs à pistons pourrait justifier un basculement total du parc vers les compresseurs à vis.

Un ami habitant Genève, proche de la gare de Cornavin, sait à coup sûr si une locomotive française ou un TGV séjourne en gare, uniquement en entendant un bruit de compresseur caractéristique des matériels français.

En comparaison, les locomotives ou automotrices suisses ne font aucun bruit.

16 - Les protections extérieures (écrans anti-bruit) Voir document en annexe.

Le chemin de fer est le seul moyen de transport guidé dans deux dimensions, c'est-à-dire que sa trajectoire (de caisse, après suspension) est précise à moins de 2 centimètres près (dans les calculs de rebondissement dans le gabarit, on compte 15 mm par étage de suspension). La précision de pose de la voie est de l'ordre du millimètre.

La zone de "Roule" (en régime de stabilité) d'un TGV roulant à 300 km/h est proprement ridicule :

(dans le cas d'un écartement de 1438,18 mm, caractéristique importante définissant l'onde de lacet)

- 5,5 mm de large sur la roue, profil au 1/40
- 1,8 mm de large sur le rail, pose inclinée au 1/20

Voir document en annexe.

Cette très grande précision de trajectoire signifie que les écrans de protection contre le bruit pourront être implantés au plus près de la voie, et auront une efficacité sans commune mesure avec les ouvrages de protection des routes. Ces derniers, en raison des trajectoires plus aléatoires dans le sens de la largeur, seront toujours situés beaucoup plus loin de la source de bruit. Une voie d'autoroute faisant 3,5 m de large, on peut trouver sur une autoroute à 3 voies + voie d'urgence, des écrans implantés à plus de 15 m de la file du milieu. Efficacité symbolique, à moins de leur donner une hauteur gigantesque.

Pour les mêmes raisons, les murs anti-bruit ferroviaires pourront être moins hauts, à efficacité identique, et donc plus esthétiques. Sur le TGV-Med, la SNCF s'est contenté d'implanter des murs anti-bruit montant seulement

jusqu'au dessous de la hauteur des fenêtres des voitures TGV à un seul étage, et pourtant, ce matériel articulé est plus bas que la moyenne des voitures voyageurs classiques, comme les voitures Corail.

Sur Lyon-Valence, les écrans anti-bruit sont trop hauts, et masquent le paysage aux voyageurs, ce qui est regrettable.

17 - Le bruit aérodynamique :

Il est totalement négligeable pour la majorité des trains, sauf le TGV.

Il apparaît seulement au-dessus de 200 km/h. À 300 km/h, le bruit aérodynamique représente la moitié du bruit émis, mais fait rassurant, la norme de protection ne fait pas de distinction entre les sources de bruits. C'est bien la gêne totale qui est prise en compte. Le bruit aérodynamique est efficacement combattu par un meilleur "lissage" de la rame : forme de la face avant, césures entre caisses, poignées de portes, mains montaires, carénage des éléments haute tension en toiture, ligne de toiture, carénage des bogies, etc ... d'autant que ces mesures contribuent aussi à diminuer la résistance à l'avancement.

18 - Directivité du son :

Sans que je sache vraiment expliquer pourquoi, les acousticiens ont constaté que le son ferroviaire était très directif, en particulier celui en provenance du contact roue-rail. Le son ne se diffuse pas selon 360 °, mais seulement dans un faisceau étroit d'environ 30 à 45 °. C'est encore un avantage supplémentaire de traitement des nuisances ferroviaires.

19 - Niveau de bruit et exposition :

Le bruit, tel qu'il est indiqué dans les normes, n'est pas le bruit instantané mesuré avec un sonomètre, **d'où la querelle habituelle avec ceux qui ont voulu faire de telles mesures**, et qui, il est vrai, trouvent parfois des chiffres astronomiques, dignes d'un réacteur d'avion de ligne. Le bruit est exprimé en LAeq, unité théorique calculée selon une formule mathématique assez compliquée (mais pas secrète), et qui tend plutôt à exprimer la gêne sonore intégrée sur une longue période, plutôt que la gêne instantanée. Ainsi, s'il ne passe qu'un seul train par jour, même très bruyant, les gens qui ont créé les normes considèrent que vous n'êtes pas vraiment gêné. On distingue en général un LAeq diurne (6 à 22 h) et un LAeq nocturne (22 à 6 h). La valeur calculée du LAeq ferroviaire est systématiquement diminuée de 3 dB par rapport au LAeq routier, pour permettre une comparaison entre les deux, mais les lignes nouvelles TGV sont au contraire pénalisées systématiquement de 3 dB par rapport à la valeur calculée.

Cette définition du LAeq est la principale source de conflit entre SNCF / RFF et les associations de riverains.

Il y a toujours quelqu'un avec un sonomètre à la main pour annoncer des chiffres astronomiques, frisant les 120 décibels instantanés, mesure effectuée le plus près possible du rail, bien entendu !

C'est comme si l'on procédait aux mesures de bruit des réacteurs d'un avion en se plaçant devant la soufflante, ou derrière la sortie des gaz chauds !

Une nouvelle directive européenne crée un nouvel indicateur, l'indice LDEN, défini sur 3 périodes :

- le jour (7 h à 19h)
- la soirée (19 h à 23 h), période pénalisée de 5 dB
- la nuit (23 h à 7 h), pénalisée de 10 dB

La nouvelle norme voudrait aussi tenir compte des événements particuliers, bruits fortuits, etc ... et crée l'indice Lamax, notamment pour les périodes de nuit en cas de pics, mais la définition semble confuse, au coup par coup.

Le bruit intrinsèque d'un train est beaucoup plus élevé que celui d'un camion isolé. Pourtant, la majorité des riverains des voies ferrées se plaint beaucoup moins de la gêne sonore occasionnée par les trains, que les riverains d'une autoroute. Le bruit des trains est discontinu (8 secondes pour un TGV constitué de deux rames en UM), alors que le bruit d'une route est continu, lancinant, parfois sans réelle distinction entre le jour et la nuit sur les grands axes.

20 - Spectre de bruit :

Pour faire court, disons que le spectre de fréquences du Rail contient une majorité de fréquences hautes, plus faciles à filtrer, alors que la Route contient davantage de fréquences basses, voire même des infrasons pour les camions, quasiment impossibles à filtrer dans ce dernier cas.

À puissance de bruit identique, l'amplitude du bruit ferroviaire est donc forcément moins élevée, et le filtrage des bruits d'une route exige donc des moyens beaucoup plus importants. Contrairement à une idée reçue, pour la

Route, ce sont essentiellement les bruits de roulement (pneumatiques sur bitume) qui posent problème, et non pas le bruit des moteurs.

21 - Amortissement des bruits :

Ceux qui habitent près d'une voie ferrée connaissent le niveau de silence atteint par le passage des trains après une chute de neige d'environ 20 cm, qui est un piège à sons extraordinaire (quand elle est fraîche), niveau qui peut être retenu comme référence en un lieu donné si l'on veut prendre quelques mesures de protection.

On sait que des neiges très froides, donc très légères, peuvent descendre jusqu'à 65 kg / m³, avec des dendrites hexagonales régulières, chiffre qui donne aussi une idée du volume d'air résiduel. Il sera difficile de concevoir un matériau artificiel aussi parfait, et surtout, qui ne s'encrassera pas au fil des années. Jusqu'à maintenant, la SNCF a très peu utilisé des murs anti-bruits absorbants, sauf dans certaines zones d'habitat dense (genre banlieue parisienne). La quasi-totalité des murs anti-bruit des lignes nouvelles TGV sont des murs en béton lisse, voire des vitres (Val Lamartinien), la SNCF se contentant d'atteindre les chiffres de la norme européenne, soit un LAeq de jour de 65 dB en façade à 20 m de la voie (le trafic TGV de nuit est pratiquement inexistant).

Il y a là indiscutablement une possibilité d'amélioration réelle.

Notons aussi que des riverains à 20 m de la voie sur ligne nouvelle TGV, cela n'existe pas (et si certains en connaissent, prière de me le signaler, car **je suis à la recherche du riverain français le plus près d'une ligne TGV**, la palme étant actuellement détenue par le hameau de Noë à quelques kilomètres de Sens, dans la vallée de la Vanne).

Une solution économique consiste à élever des merlons de terre le long de la voie, mais il faut une place minimale d'environ 10 m de large. Une très bonne solution, surtout au stade de la ligne nouvelle, consiste à construire la ligne en semi-enterrée (environ 2 m), en gros jusqu'à la hauteur des fenêtres des voitures voyageurs. Notons aussi que jusqu'à maintenant, la SNCF n'a jamais toléré de murets anti-bruit dans l'entrase des voies.

22 - Protections lourdes :

Les protections lourdes sont réservées aux cas extrêmes, car elles coûtent cher. Elles seront de deux types :

- galerie couverte, c'est à dire que l'on creuse une tranchée à ciel ouvert, dans laquelle on plante une boîte en béton, puis on recouvre le tout. Il faut compter de 100 à 200 MF/km.
- les tunnels, construits entièrement par forage souterrain, beaucoup plus chers : 200 MF/km au minimum, jusqu'à un chiffre qui s'envole vers l'infini, selon les cas.

23- Quelles solutions pour les wagons Fret ?

La résolution des problèmes de bruit est plus difficile pour le Fret que pour les voyageurs :

- l'unification européenne autour du bogie Y 25 (et dérivés) a généralisé les boîtes d'essieux à glissières (mais avec amortisseur mécanique Lenoir), peu favorables au silence, alors que les voitures voyageurs modernes ne comportent plus que des boîtes à bras, dont l'articulation est sur silentbloc
- les wagons n'ont qu'un seul étage de suspension
- très peu de wagons Fret sont équipés de freins à disques (ceux du Modalohr en sont équipés, et les wagons Greenbrier de la Route Roulante suisse, également).
- les charges par essieu sont plus élevées (jusqu'à 23 tonnes en Europe) -l'importance du parc (plus de 700 000 wagons en Europe) rend toute modification généralisée assez coûteuse.

Seuls facteurs favorables :

- les vitesses sont généralement plus basses
- la généralisation du remplacement des triples valves par des distributeurs, qui permet la modérabilité du frein au desserrage (conversion achevée sur l'ensemble du parc des pays occidentaux européens)

Pourtant une solution satisfaisante relativement économique a été trouvée :

le remplacement des semelles en fonte par des semelles en matériau composite

On supprime alors la cause de production des micro particules, et les roues restent parfaitement lisses.

Le gain est d'environ 5 dB.

J'ai eu l'occasion d'entendre passer un train d'essai sous la dalle de la gare de Montpellier, donc dans des conditions de réverbérations sonores très défavorables. Une moitié du train était équipée des nouvelles semelles, et l'autre moitié n'avait subi aucune modification. Le résultat était très spectaculaire.

Toutefois, une difficulté a jailli : un wagon modifié, seul au milieu d'une rame non modifiée, freine bien mieux que les autres, et use alors davantage ses roues. Il faudrait une certaine simultanéité de modification et

rechercher la constitution de rames homogènes, ce qui ne va pas faciliter l'exploitation dans la phase transitoire. L'ensemble du parc Fret de la SNCF sera équipé dans les 5 années à venir, mais nous garderons forcément une certaine interpénétration de wagons isolés étrangers. Quelques administrations ferroviaires étrangères ont décidé d'appliquer les mêmes solutions qu'en France. Il existe de nombreux trains complets en France qui font toujours le même trajet, pour un même client avec les mêmes marchandises. Ce type de trains pourrait être équipé en priorité des nouvelles semelles, voire de freins à disques.

24 - Les ouvrages d'art :

Sur lignes nouvelles, la pose directe de la voie sur un tablier métallique n'est plus utilisée depuis longtemps (elle serait d'ailleurs incompatible avec les LRS, car les fixations sont rarement élastiques). Les lignes nouvelles ne comportent donc que des ouvrages permettant la pose de voie sur ballast. Dans l'avenir, des voies sans ballast apparaîtront, mais avec interposition d'éléments élastiques.



Reconstruction du viaduc d'Orgon, sur la Durance, vu depuis ND du Beuregard.

Le nouveau tablier a été ripé à la place de l'ancien, en cours de démolition, à gauche.

La voie nouvelle est posée sur ballast, et sera beaucoup moins bruyante.

Au fond, un TGV Duplex passe sur la LGV-Med.

Sur les ouvrages anciens, l'étude des techniques de diminution du bruit ne fait que commencer, comme la pose de câbles acier ou carbone fortement tendus, la pose d'amortisseurs, le bitumage du tablier, mais le remplacement des ouvrages avec une dalle en béton, permettant la pose de la voie sur ballast, est la solution la meilleure. La SNCF (RFF) remplace en moyenne un ou deux grands viaducs métalliques avec tabliers métalliques par des ouvrages modernes en béton (ou mixte acier / béton) et pose de la voie sur ballast. Par exemple, les trois derniers sont :

- le viaduc de la Doux près de Tournon (Rive Droite du Rhône + voie métrique de l'Ardèche)
- le viaduc de Meyrargues, sur la Durance (voie unique Marseille-Briançon)
- le viaduc d'Orgon, au dessus de la Durance, entre Cavaillon et Salon-de-Provence

25 - Les petits ponceaux métalliques :

Il en existe des milliers sur le réseau, pour permettre le passage d'un ruisseau, d'un petit chemin, etc ... Ils ont généralement une portée d'environ 4 m. Ils peuvent gêner considérablement les riverains les plus proches. Sur les grandes lignes, ils sont en voie de disparition, car ils sont difficilement compatibles avec les LRS (bien que je connaisse un petit pont métallique en plein milieu des LRS dans la montée de La Freissinouse, entre Gap et Veynes).

Leur remplacement par un petit ponceau en béton préfabriqué, permettant la pose de voie sur ballast, se fait en quelques heures grâce à un engin spécial de manutention des tabliers, appelé "Hydrocampe".

Si vous êtes riverain d'un tel ouvrage, il faut faire une réclamation auprès de la SNCF (pardon RFF) pour en obtenir le remplacement. (Voir photo page suivante)

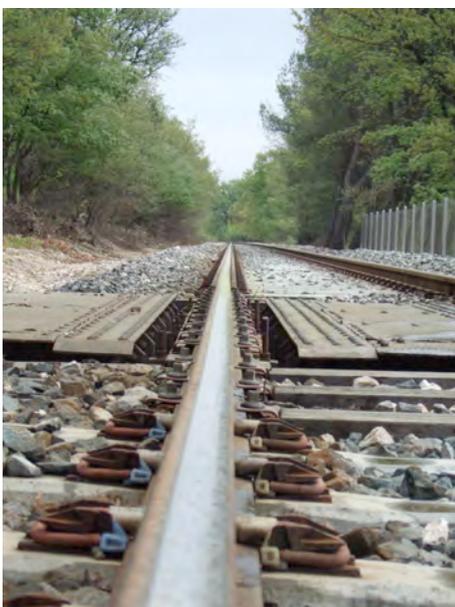
Il est préférable de se faire appuyer par le maire et le député. Généralement, ça marche au bout d'un certain temps (variable, ... comme le fut du canon). RFF ouvre une ligne de crédit annuel pour le remplacement de ce type d'ouvrage. Ceux qui s'agitent et qui gueulent le plus fort ont des chances de passer avant les autres.



Ci dessus, vue générale d'un pont moderne avec tablier en poutrelles enrobées, qui permet une pose de la voie sur ballast. C'est la meilleure solution du point de vue du bruit pour les riverains.



Sur la ligne Aix - Rognac, vue sur un petit ponceau de 4 m dans la région des Milles. La voie est fixée sur des longrines en bois reposant sur 2 poutres maîtresses en métal. Ce type de pont est assez bruyant, mais dans le cas illustré, il n'y a pas de riverains.



À gauche, le même pont est placé au beau milieu d'une voie en Longs Rails Soudés. On peut voir un léger décalage en tracé qui ne se serait pas produit avec une pose sur ballast.

Entre Gap et la Freissinouse, sur la ligne Veynes - Briançon, on peut voir un ponceau métallique de 4 m, au milieu de LRS, nettement en creux par rapport au reste de la voie. Ce creux est très nettement ressenti par le voyageur.



Ci-contre, sur la même ligne, un ponceau identique a été remplacé par un ouvrage moderne avec tablier en poutrelles enrobées, et bien entendu, pose de la voie sur ballast.

26 - Les signaux rotatifs :

Il s'agit de signaux mécaniques, ou bien de TIV (Tableau Indicateur de Vitesse) non permanents, pouvant basculer pour présenter ou non une limitation de vitesse selon le type de train. Pour des raisons de sécurité, en l'absence de train, on leur fait présenter toujours l'indication la plus péjorative.

Cela se fait au moyen d'un système de rappel par contrepoids, qui présente l'avantage de fonctionner même en cas de panne de courant. L'inconvénient, c'est que l'action brusque des contrepoids rend le système très bruyant pour les riverains.



TIV en position restrictive sur la voie MV4 de la gare de Marseille-Blancarde



Voici le coupable : le contrepoid qui ramène mécaniquement brusquement le signal en position fermée

Là encore, si vous êtes riverains d'un vieux TIV à contrepoids, il faut se faire entendre, et si possible, ... plus fort que le signal !

Il existe des solutions avec des signaux entièrement statiques à base de fibres optiques, ou encore un nouveau type avec des diodes électroluminescentes.

J'ai été personnellement témoin du succès d'un groupe de riverains à Alfortville, en région parisienne, à qui mon ami Aimé CONSEIL avait soufflé la solution.

C'est quelquefois l'accumulation de la résolution de quelques détails qui transforme la vie des riverains.



*Quelques années plus tard, à l'occasion de la mise en service du PAI satellite de Blancarde, le même signal a été remplacé par un système lumineux, et ne fait plus aucun bruit.
Un signal identique a été monté sur la potence pour la voie MV3.*

27 - Les appareils de voies :

C'est ce que le grand public appelle les aiguillages. Les aiguillages sont en réalité des déviations simples, gauches ou droites. Mais il existe aussi des croisements (de plus en plus rares sur voies principales), des traversées de jonctions simples et des traversées de jonctions doubles.

Le problème du bruit des appareils de voie n'a pas véritablement été résolu. La SNCF, au cours de recherches menées dans le cadre de l'élaboration d'appareils de grand rayon pouvant être pris sur branche déviée à grande vitesse (160 km/h, et maintenant 220 km/h sur lignes TGV) a considérablement amélioré le dessin et la géométrie des pointes de cœur. Il faut reconnaître qu'installé confortablement dans une voiture voyageurs, on ne ressent pratiquement plus le passage des aiguillages, même à très grande vitesse (en fait, on ne ressent rien du tout sur ligne TGV).

Les appareils de voie sont devenus beaucoup plus silencieux, mais les riverains ne sont pas satisfaits. Un espoir était né avec les appareils à pointes de cœurs mobiles (utilisés sur le TGV et sur les métros), mais le résultat, satisfaisant au plan mécanique pour la tenue de voie, est minime pour le bruit.

Les appareils sont maintenant reliés au reste de la voie, soit par des soudures, soit par des joints collés, ce qui supprime le bruit des joints. Les nouveaux appareils à planchers en béton (au lieu des traverses en bois), beaucoup plus lourds, sont également plus silencieux.

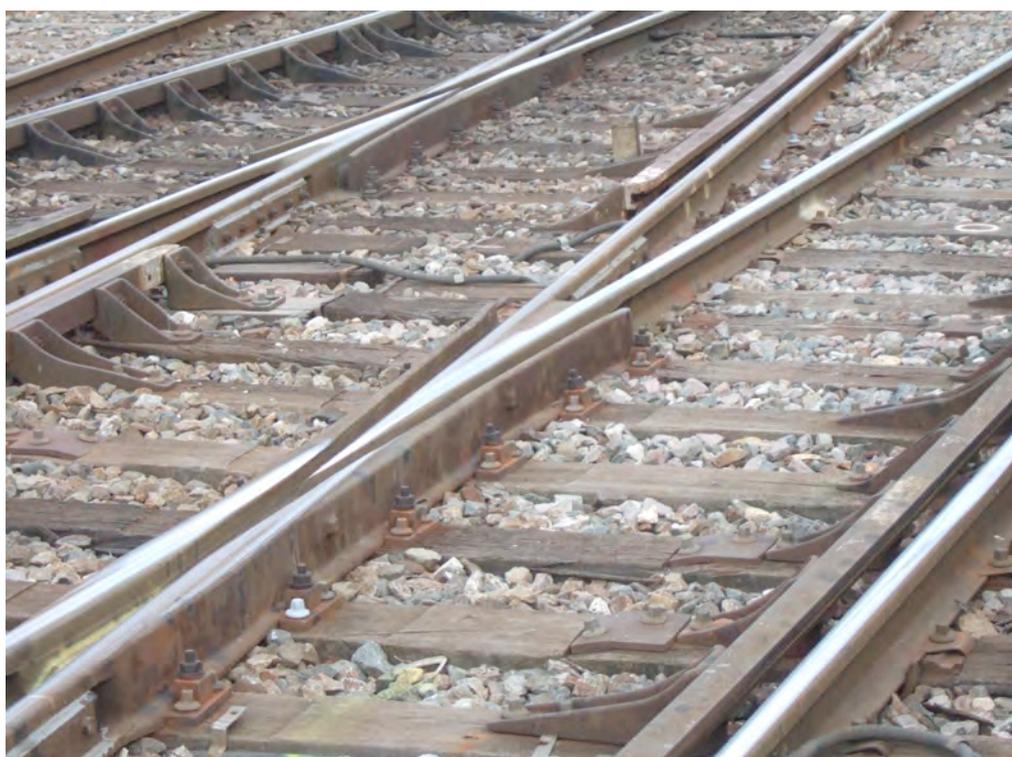
Je pense qu'il faudra intégrer des zones entières d'appareils les plus gênants au milieu de protections absorbantes situées au plus près de la voie, y compris dans les entrevoies, voire créer des zones sans ballast, sur dalles en béton.

On peut aussi coller des absorbeurs en caoutchouc sur l'âme des rails et des pointes de cœur.

Il existe dans les quartiers nord de Marseille, une communication V1/V2 qui gêne toute une cité (cité de Servières). Il sera intéressant de suivre l'évolution technique du problème.



La zone est des raccordements de Blancarde, qui gère les trains venant de Marseille-Saint-Charles ou du souterrain des Chartreux, pour la direction de Toulon / Nice, ainsi que les mouvements des matériels entrants ou sortants du dépôt. Cette zone assez complexe est plutôt bruyante, mais fort heureusement, la vitesse des trains est faible.



Les pointes de coeur sont les éléments les plus bruyants des appareils de voie.

Leur dessin a été considérablement amélioré par les bureaux d'études, dans le sens de l'amélioration du bruit et du confort.

28 - Deux cas extrêmes de bruits ferroviaires :



Ci-contre :

À lui tout seul, ce joint réveille toute la Provence.

Déjà présenté en page 4, photographié en 2004, je l'ai photographié à nouveau en 2013 sur voie MV4.

La situation a encore empiré.

L'écart entre les deux rails est trop important.

Le choc sur les roues est tellement fort que le rail est de plus en plus ruiné en surface.

Ci-dessous :

Passage d'un train ECR remorqué par une E 186 et composé de wagons tombereau.

*Lorsqu'ils sont vides, ces wagons sont de véritables "boîtes à ferrailles". **Le bruit de ce train**, qui passe pourtant à vitesse très faible, puisqu'il vient de redémarrer devant l'ouverture d'un carré, **est assourdissant**.*

À droite, le TIV présenté précédemment, vue de l'arrière.



D'autres wagons présentent les mêmes caractéristiques lorsqu'ils sont vides, en particulier :

- les wagons pour transport de céréales
- les wagons citernes

Il faudrait prévoir d'autres dispositions constructives pour des wagons neufs, mais la recherche d'économies est importante pour que ce type de transports reste économiquement viable par rapport à la route.

29 - Quelle position par rapport aux lignes nouvelles ?

C'est une question à laquelle il faut bien réfléchir.

Prenons l'exemple d'un projet de contournement de ville, au profit du Fret, comme à Lyon. Une ligne nouvelle permet de prévoir, de construction, un niveau de bruit incomparablement plus bas. De plus, la formule du contournement permet de soustraire beaucoup de trains de l'ancienne ligne en milieu urbanisé, permettant aussi par libération de sillons :

- la diminution du bruit ferroviaire en centre-ville
- la création de nouveaux TER, ce qui participe efficacement à la lutte contre l'automobile, et donc aussi à la diminution des bruits routiers en ville et sur les autoroutes d'accès, bien qu'il soit prouvé que dès qu'on libère de la place sur une route, il y a toujours une nouvelle automobile pour l'occuper.

Je ne connais pas d'exemple où l'annonce d'un projet de ligne nouvelle ait été acceptée de gaieté de cœur par les riverains, surtout si elle est à grande vitesse. Généralement, des mouvements d'opposition très virulents se créent rapidement, et en les ayant beaucoup fréquentés depuis le projet Paris - Lyon, c'est un peu un mélange d'arguments de café du commerce, de poujadisme, voire, comme a pu le qualifier le préfet de la région PACA, de propos "terroristes". Rassurez vous, beaucoup de menaces verbales, peu de concrétisations, bien que des responsables du projet LGV-Méditerranée (Valence - Marseille / Montpellier) en ont gardé des souvenirs cuisants sur leurs véhicules personnels.

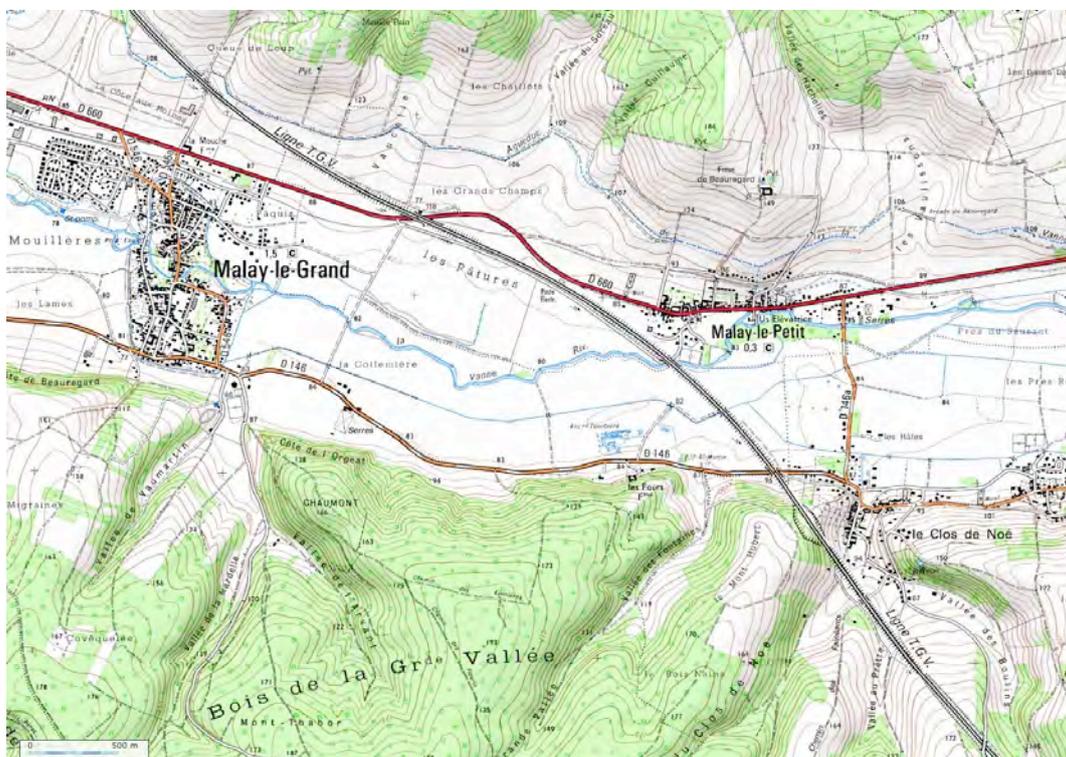
Certains, auxquels je pense, ont largement mérités la médaille du travail.

Il faut quand même considérer que les inquiétudes des futurs riverains sont légitimes, surtout quand certains s'amusent à se faire peur. Le TGV n'est-il pas **"un monstre d'acier qui va dévaster nos campagnes à 300 km/h"** ! (entendu au moment de la DUP Paris - Lyon). Rien de tel pour mobiliser les foules.

Mis à part le Val Lamartinien, la totalité de la première LGV (Paris - Lyon) a été construite sans aucun mur anti-bruit. Or, c'est la ligne qui comporte le plus grand nombre de circulations à grande vitesse en Europe (plus de 300 TGV le dernier dimanche des vacances scolaires de février). On peut citer le cas du village de Malay-le-Petit, dans l'Yonne, situé assez près de la voie, qui a refusé la construction d'un mur anti-bruit quelques années après la mise en service de la ligne, alors que la SNCF lui en faisait la proposition.

Réponse du Conseil Municipal : " Le TGV ? Mais il ne nous gêne pas ! Et puis, avec un mur anti-bruit, nous ne les verrons plus passer."

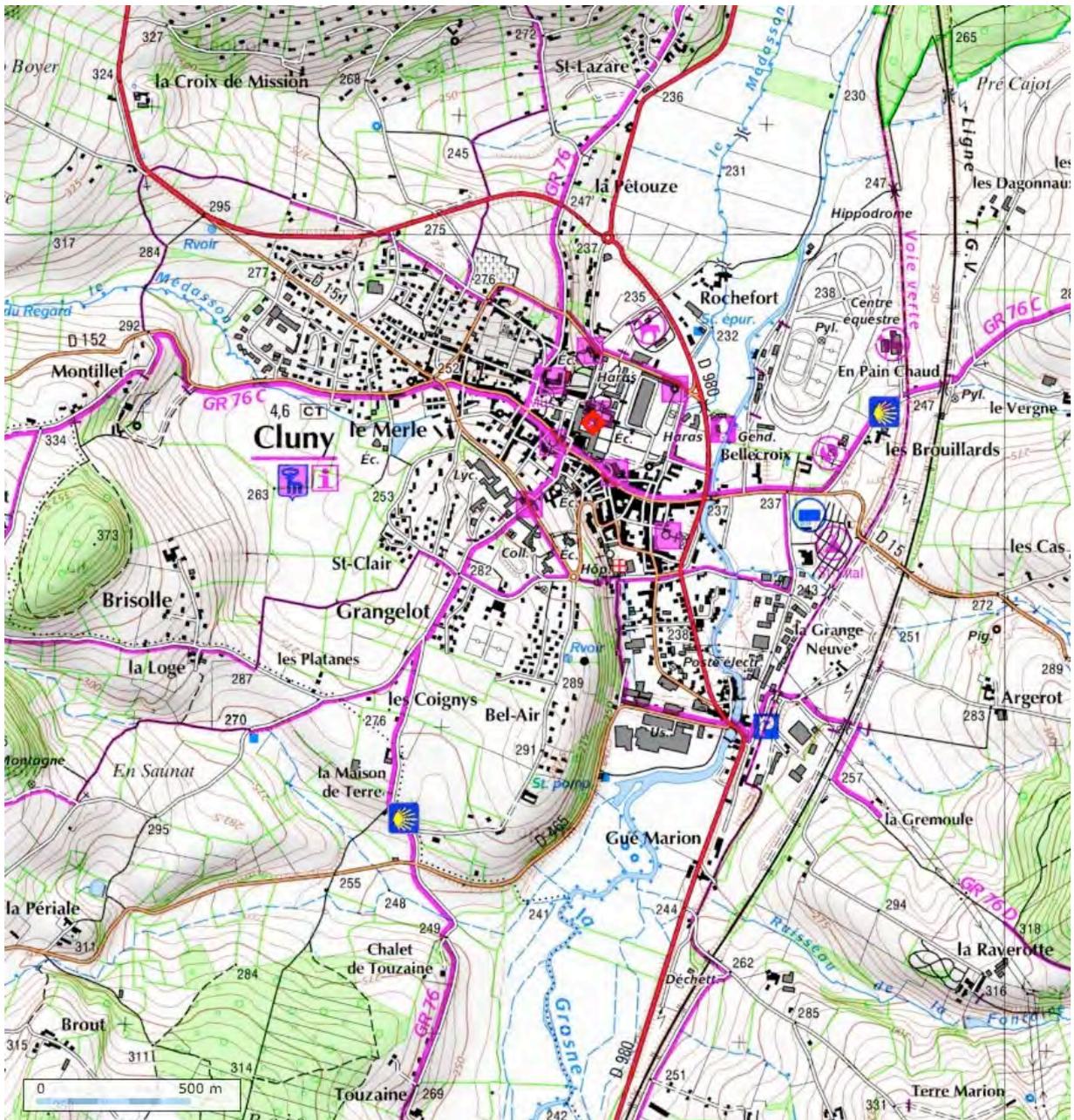
Par contre, le Clos de Noé, encore plus proche, a accepté un mur anti-bruit.



Parmi les 3 villages de la vallée de la Vanne figurants sur la carte précédente, de nombreuses maisons sont venues s'implanter encore plus près de la voie en toute connaissance de cause.

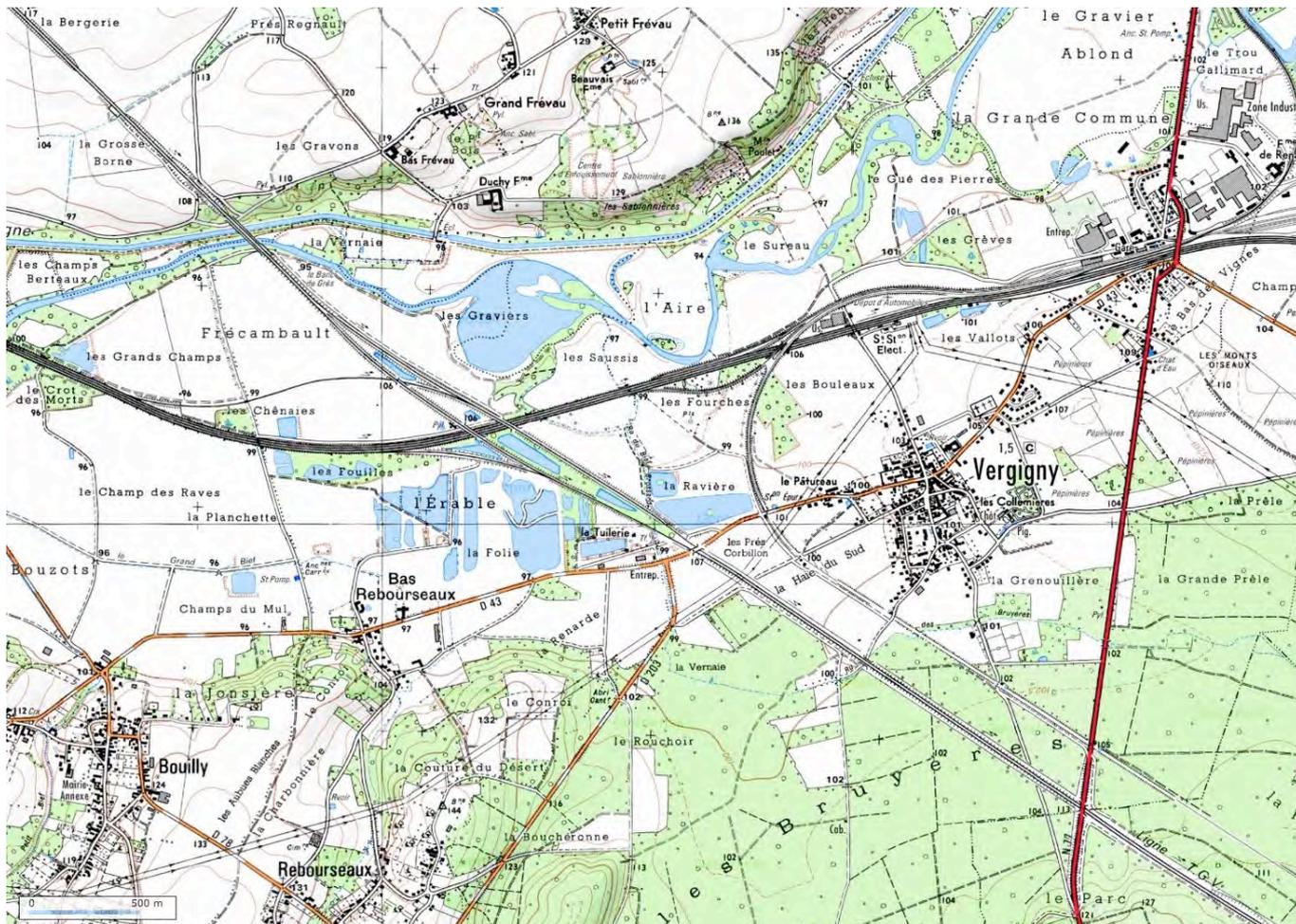
Malay-le-Petit souffre beaucoup plus de la présence de la RN 6 (devenue D 660), en particulier les camions qui traversent le pays la nuit (vers Troyes, la Lorraine, l'Allemagne), sans compter la dangerosité de sa traversée par les gamins qui sortent de l'école.

J'aime citer également le cas de la ville de Cluny, en Saône-et-Loire, fréquentée chaque année par des centaines de milliers de touristes. Pratiquement pas un seul touriste ne s'aperçoit de la présence de la LGV, pourtant toute proche (1 km entre la LGV et la basilique).



On imagine toujours une réserve d'oiseaux dans un endroit idyllique, où règne le calme le plus absolu. Pourtant, ce sont bien les oiseaux qui ont choisis de s'établir dans les anciennes gravières de Vergigny (Yonne). L'endroit peut sembler particulièrement mal choisi, quasiment entre les différentes branches de la bifurcation et du croisement entre la ligne ancienne Paris - Lyon (4 voies, et un trafic assez dense), et la LGV Sud-est, où les TGV passent à 300 km/h.

En réalité, les bestioles ne s'y sont pas trompés, et toutes ces voies ferrées entremêlées rendent très difficile l'accès routier à ces gravières désaffectées, les protégeant de leur pire ennemi : l'homme !



Le site des gravières de Vergigny, dans l'Yonne, immense réserve d'oiseaux au milieu des bifurcations ferroviaires.

Le conseil que je donnerai aux futurs riverains est de réclamer un état des lieux, c'est à dire de faire procéder par le futur maître d'ouvrage à une campagne de mesures afin de revendiquer ensuite une conservation de la tranquillité existante. C'est la base minimale de départ de toute négociation ultérieure.

Comme toujours, le maître d'ouvrage indiquera fermement qu'il respectera la Loi, toute la Loi, et seulement la Loi.

Nous pouvons citer un cas en Seine-et-Marne, où des riverains souffraient déjà pas mal des nuisances d'une importante voie routière. L'annonce de l'insertion entre cette dernière et leur lotissement d'une LGV, fut prise comme une véritable déclaration de guerre. La construction de la LGV, accompagnée d'un important mur anti-bruit, se traduisit par une meilleure isolation des bruits routiers, et au final, le quartier est plus calme qu'avant, d'autant que les TGV de nuit ne circulent en réalité qu'en fin de soirée.

29 - Quelle position par rapport aux nouveaux lotissements ?

Chacun doit prendre ses responsabilités.

C'est la règle de l'antériorité qui prévaut, n'en déplaise à certains.

Il faut toujours venir écouter les bruits d'un quartier la nuit avant d'acheter un bien immobilier.

Il faut aussi s'inquiéter de l'évolution des infrastructures existantes, parfois momentanément endormies, mais qui pourraient un jour connaître un sort meilleur.

Ainsi, ce riverain de la ligne Cannes - Grasse, fermée au trafic voyageurs depuis 1938, qui venait de bâtir sa maison en bordure de voie, peu de temps avant la réouverture. Fort heureusement pour lui, la ligne est équipée de LRS et n'est parcourue que par des TER électriques modernes.

Combien de riverains de la ligne de Rive Droite du Rhône seraient impactés si le trafic Fret SNCF retrouvaient des couleurs ?

Mais le comble de la mauvaise loi fut atteint par l'ensemble immobilier "Marina-Baie-des-Anges" à Villeneuve-Loubet, qui non content d'avoir bouché la vue des anciens habitants vers la mer, s'est permis de réclamer, dans

un Cahier d'Acteur à propos de la LGV-PACA, la fermeture de la ligne ancienne Marseille - Nice qui passe à ses pieds, et présente depuis 1863 !



30 - Les arcs électriques des pantographes :

Dois-je dire toute la vérité ? C'est un bruit que j'adore !

Ce phénomène existe surtout sur les lignes TGV, à très grande vitesse. La pression du pantographe sur la caténaire entraîne l'oscillation de celle-ci. Malgré les étages de suspension du pantographe (avec asservissement électronique sur certains modèles récents), il se produit des micro-décollements de pantographe, donc une coupure intempestive du courant de traction.

En raison du caractère extrêmement selfique de la caténaire 25 kV - 50 Hz et des circuits de traction, il se produit des arcs électriques qui font un certain bruit.

Je suis sans doute le seul à parler de ces bruits. Lorsque je séjourne dans l'Yonne, dans une maison située à environ 300 m de la LGV Paris-Lyon, je les entends très bien, tard le soir dans mon lit, sur les derniers TGV qui rentrent à Paris. Mais en réalité, je suis le seul à les entendre. Problème absolument non discernable sur des trains de jour.

31 - Conclusion générale

Les progrès de la technologie apportent de nombreuses réponses aux problèmes de bruit des véhicules ferroviaires, et la SNCF va mettre en œuvre des solutions très satisfaisantes pour le matériel Fret. Le renouvellement du matériel roulant va également dans le bon sens, les matériels modernes étant toujours moins bruyant que les matériels anciens. Il suffit de constater l'excellent niveau de bruit atteint par certains matériels TER récents, en particulier les rames automotrices TER-2N ou TER-2N NG, ainsi que le X 73500.

La lenteur de l'application de l'ensemble des solutions disponibles est essentiellement d'origine financière. Au final, la coexistence des riverains avec une voie ferrée importante peut se faire dans des conditions bien meilleures que pour une voie routière de grande circulation. Cela doit nous conforter dans notre action de promotion du Rail, face à l'explosion des trafics routiers et autoroutiers.

Claude JULLIEN - Marseille

Vice-président de la FNAUT-PACA
31 Juillet 2004
claude.jullien13@orange.fr



Le chemin de fer : des trajectoires d'une extrême précision

Exemple avec le TGV 001

Essieu 1. roue 2. Profil état neuf
Rails U 36 posés au 1/20. Écartement 1 438,18

(Claude JULLIEN - d'après la Revue Générale des Chemins de Fer)

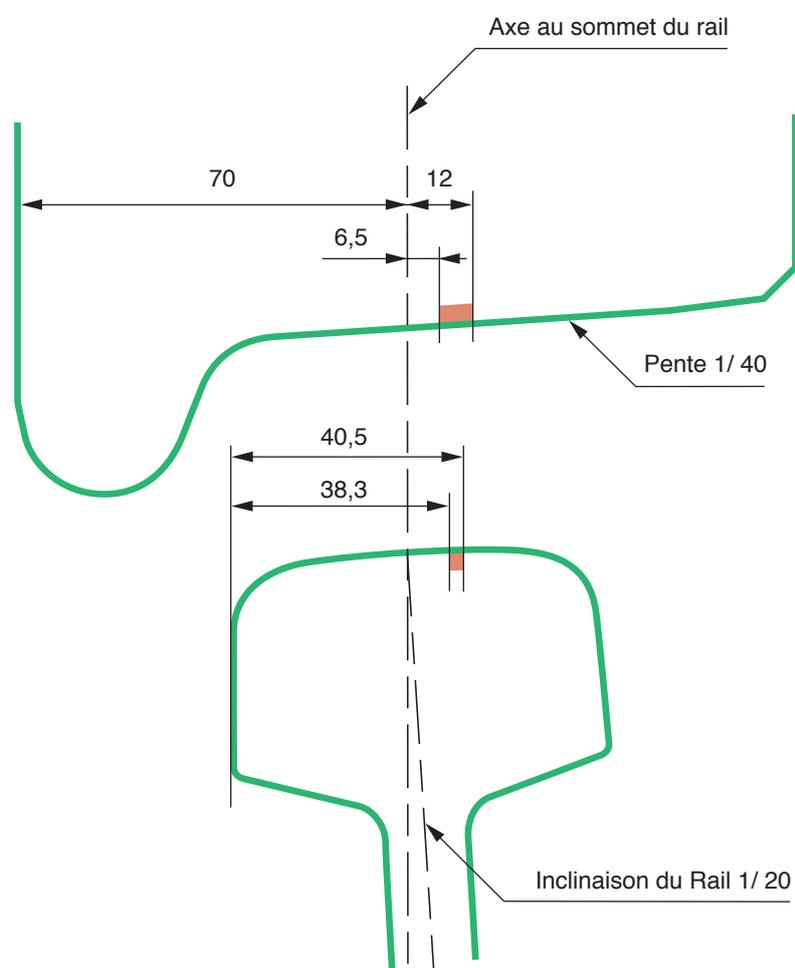
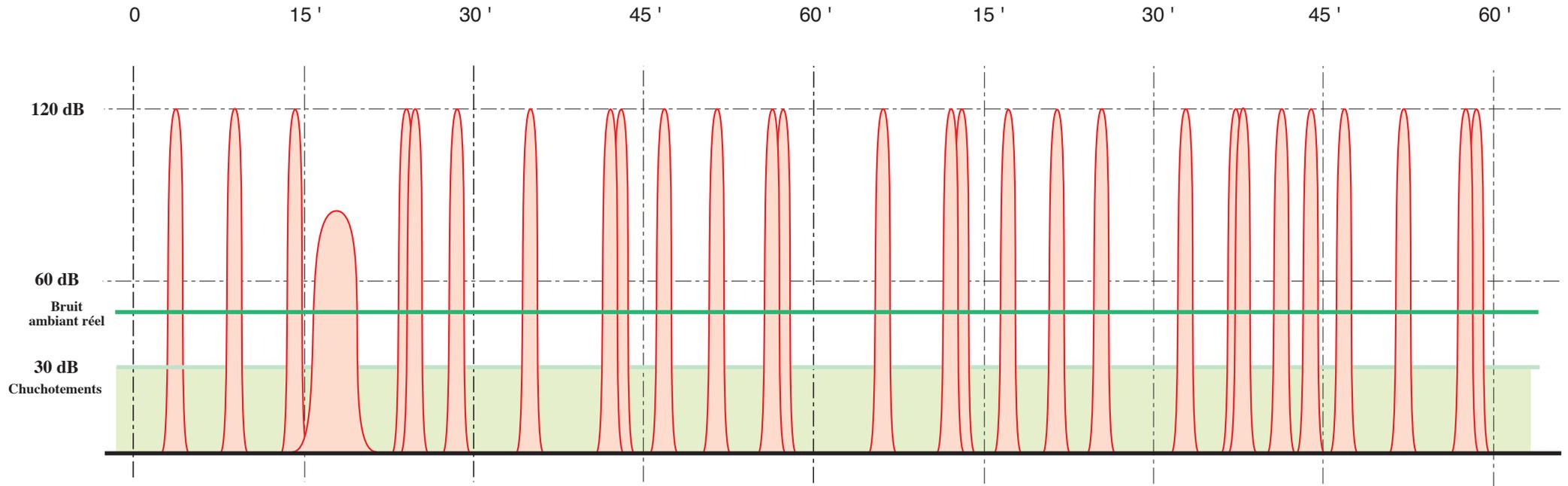


Table de roulement

Rail

Le Bruit d'une voie ferrée à fort trafic

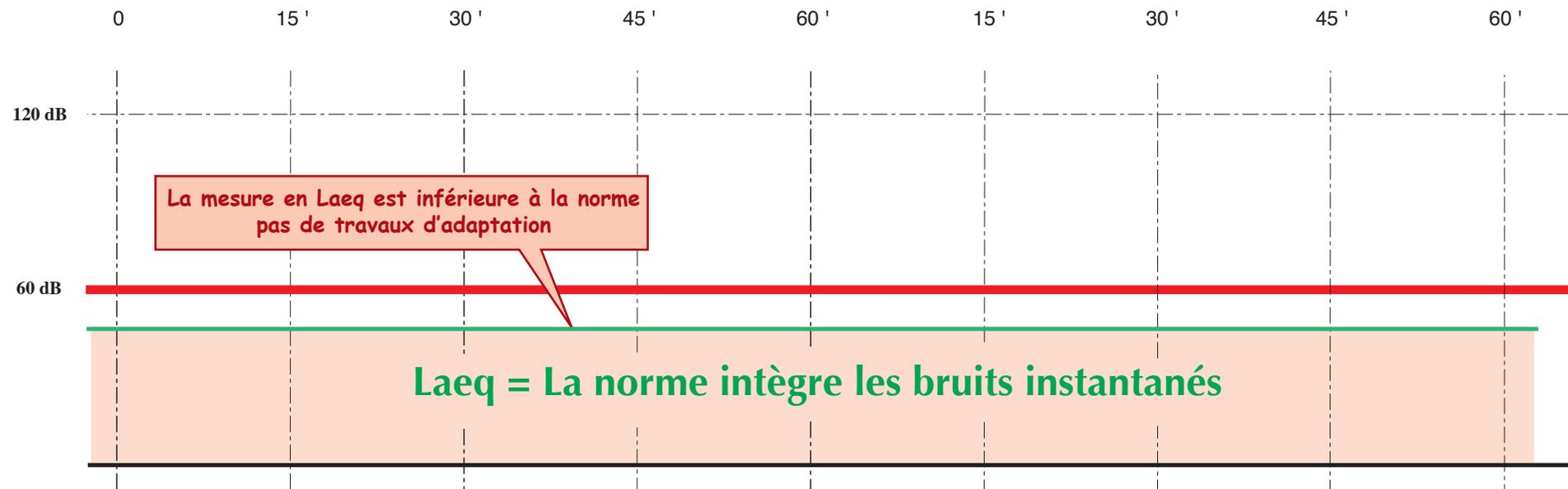
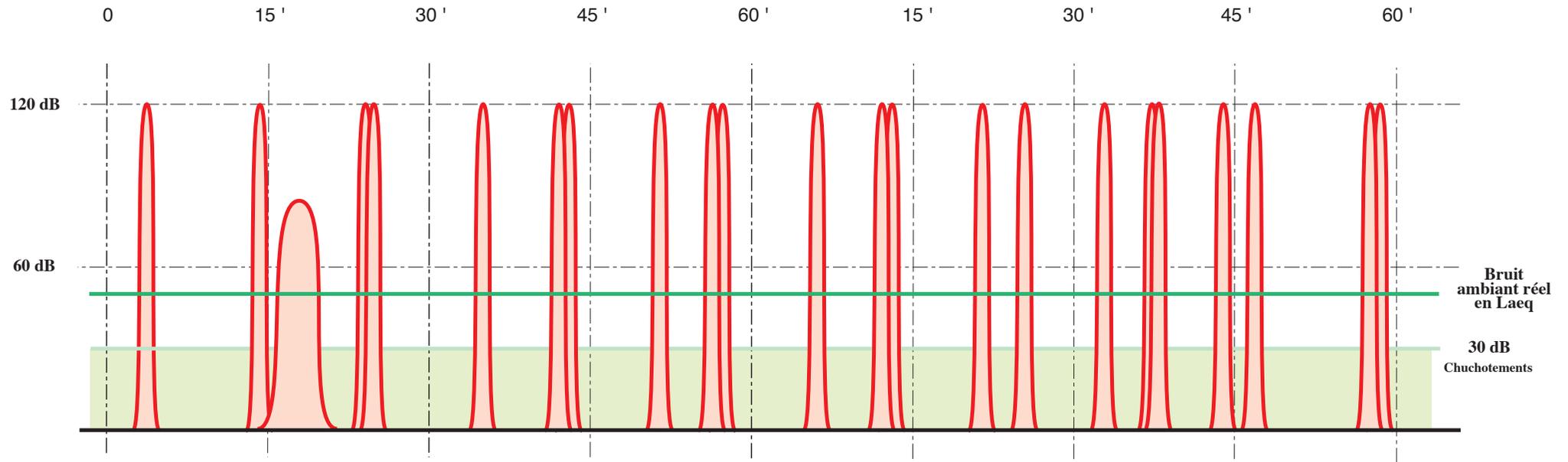


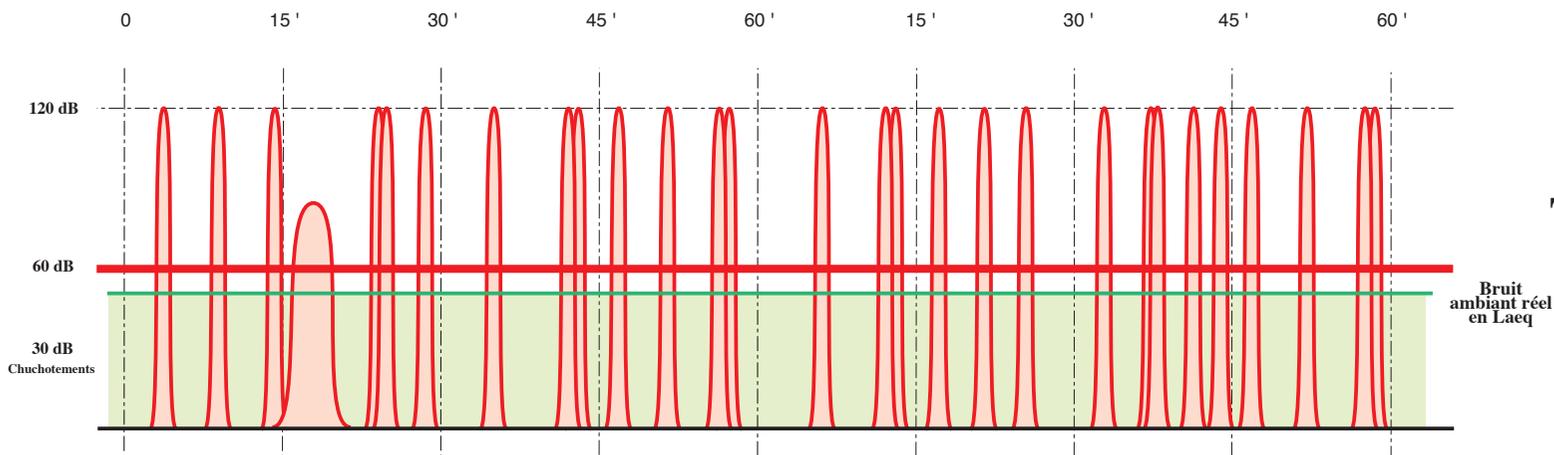
Chuchotements = 30 dBA

Bruit ambiant = souvent environ 40 dBA

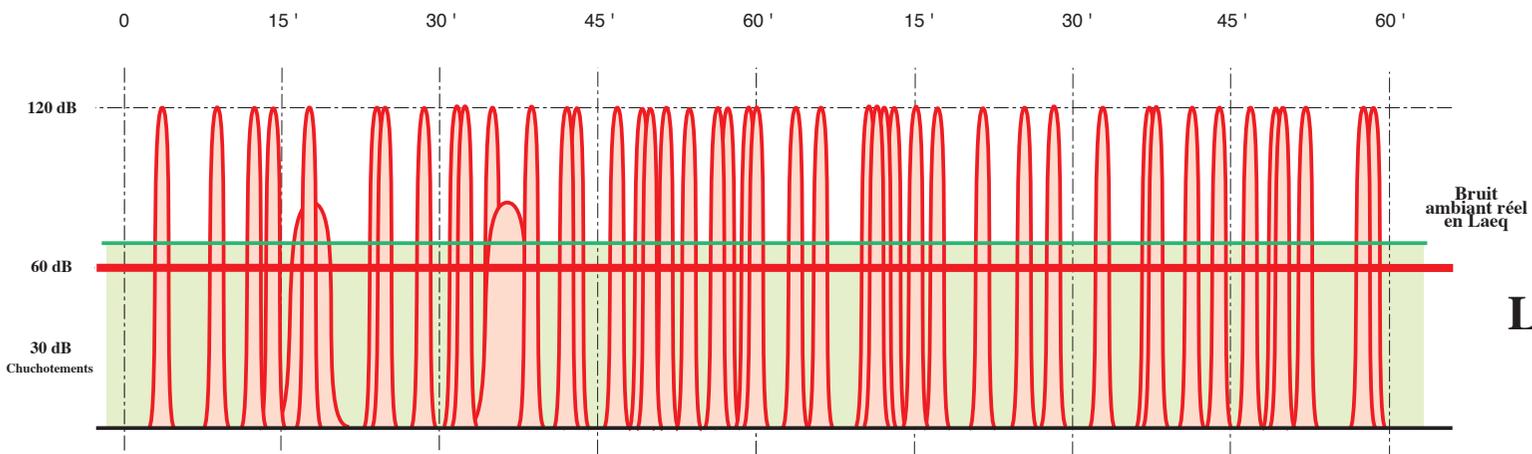


La Gêne exprimée en Laeq

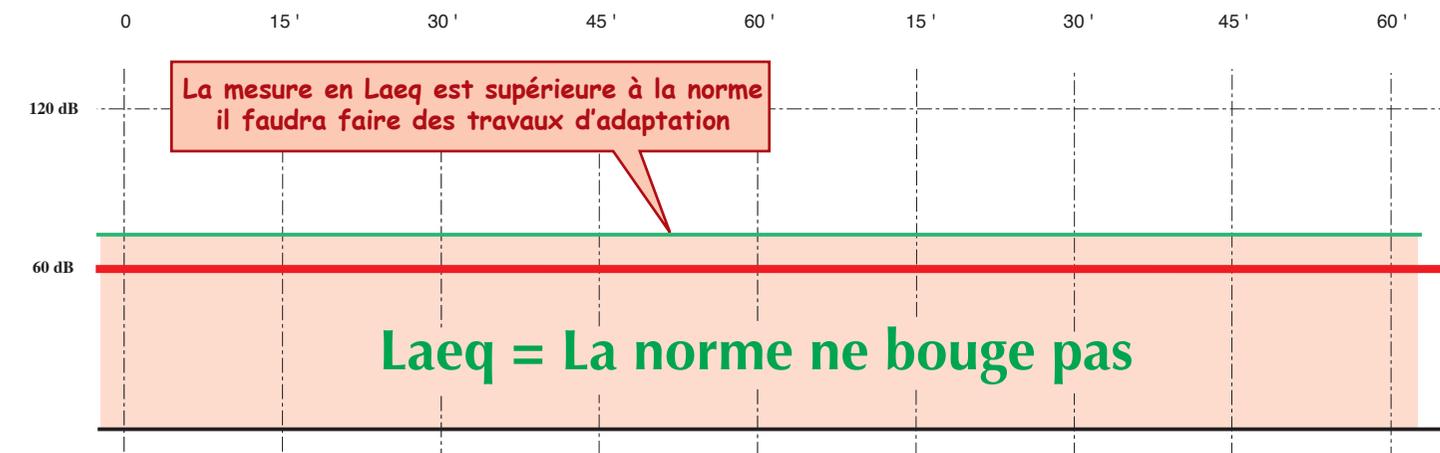




Trafic initial



Le trafic augmente

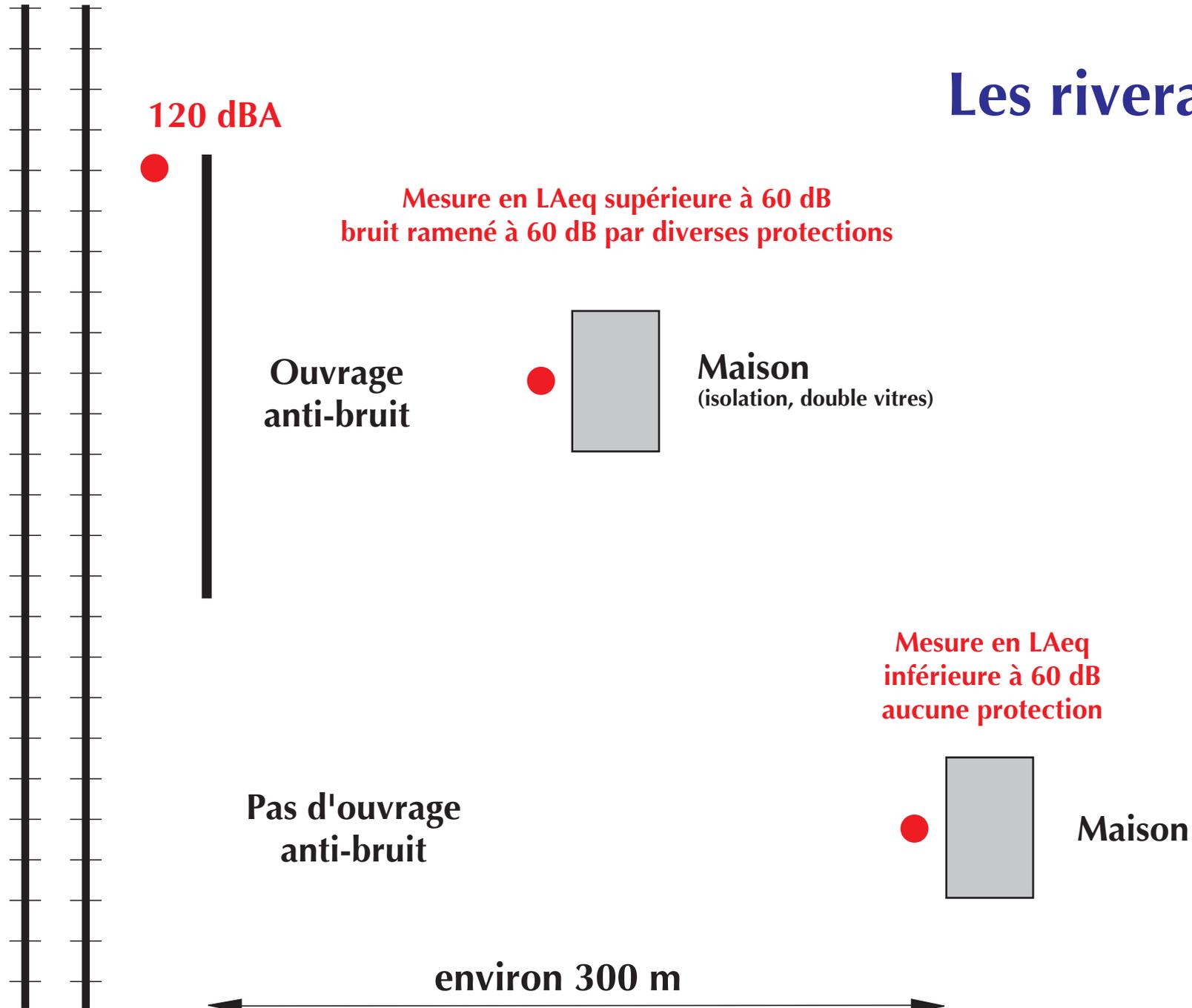


La mesure en Laeq est supérieure à la norme il faudra faire des travaux d'adaptation

Laeq = La norme ne bouge pas



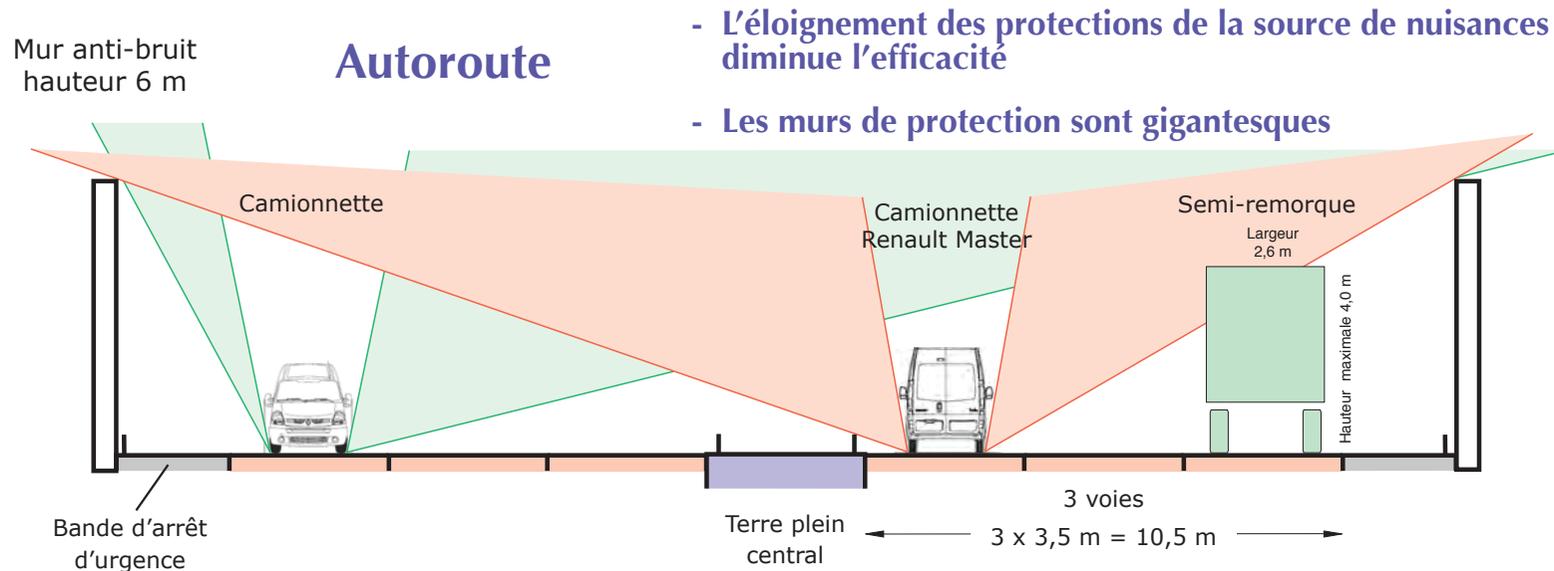
Les riverains



Les Ouvrages de protection

Exposition au bruit direct

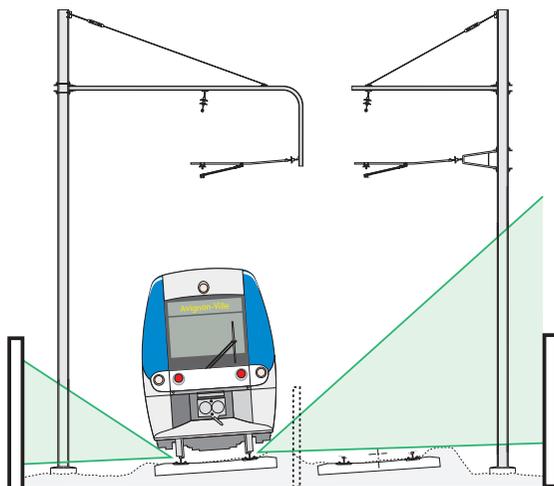
comparaison entre la Route et le Rail



Ferroviaire

la précision des trajectoires renforce l'efficacité des protections

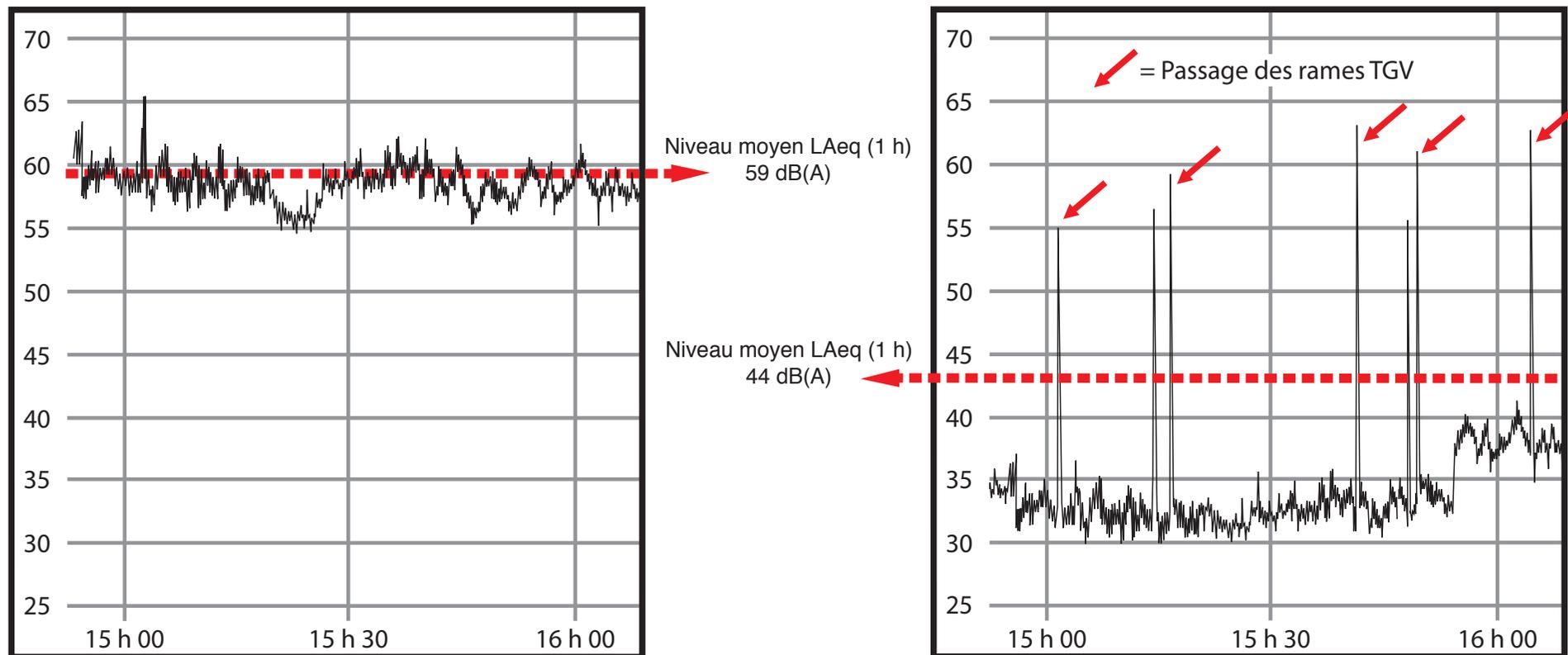
Les 2 modes sont à la même échelle : 1 / 166



- Les murs anti-bruit sont situés au plus près de la source de nuisances
- Ils peuvent être revêtus de matières absorbantes
- La hauteur est nettement plus faible qu'en mode routier environ à hauteur de fenêtres des rames voyageurs
- La faible hauteur ne masque pas la vue des voyageurs



Exemple de mesures complètes de bruits en moyenne [LAeq-dB(A)] et émergents [en dB(A)] qui montre bien les deux notions de «bruit moyen» en LAeq et de «bruit émergent»



Voisinage Autoroute A7 (600 m)
LAeq (1 h) : 59 dB(A)

Voisinage TGV (400 m de la voie)
LAeq (1 h) : 44 dB(A)

Le bruit moyen de l'autoroute A7 (en période de bon trafic), **enregistré à 600 m**, est très nettement supérieur au bruit moyen de la LGV Lyon-Avignon (fréquence de passage au quart d'heure environ), **enregistré à 400 m**, et donc plus près. Par contre, les bruits émergents des TGV émergent nettement plus de leur niveau moyen que n'émergent les bruits émergents des autoroutes, tout en restant souvent nettement inférieurs au bruit moyen des autoroutes. En résumé, **dans les cas de trafics notables, le bruit moyen des autoroutes est très supérieur au bruit moyen des lignes à grande vitesse, et souvent supérieur à leurs bruits émergents**. En somme, avec des trafics notables, le bruit moyen des autoroutes peut être supérieur aux bruits émergents des lignes à grande vitesse.

Largeurs d'emprises techniques

(hors remblais et tranchées)

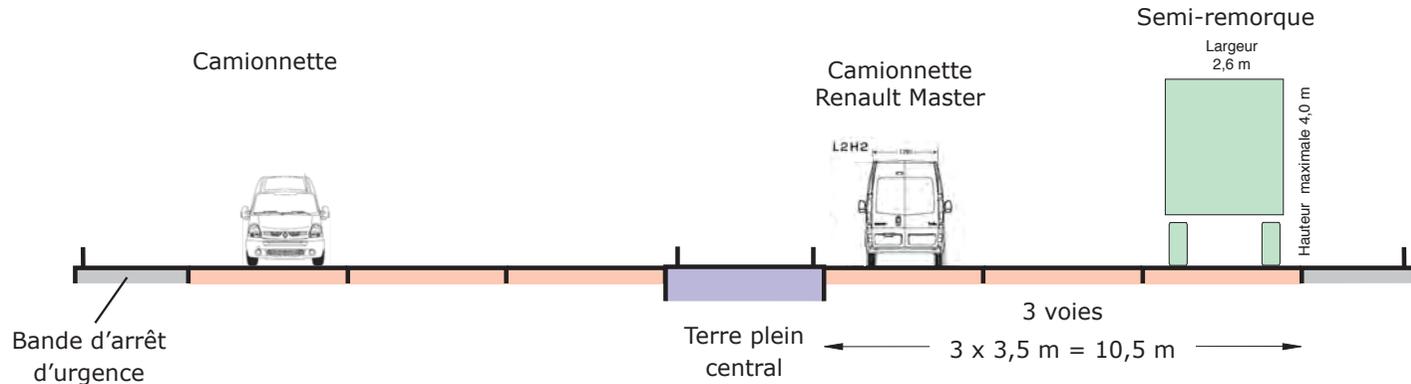
Comparaison entre la Route et le Rail



Claude JULLIEN
Fichier : Largeurs emprises
Indice A - 28/11/2011

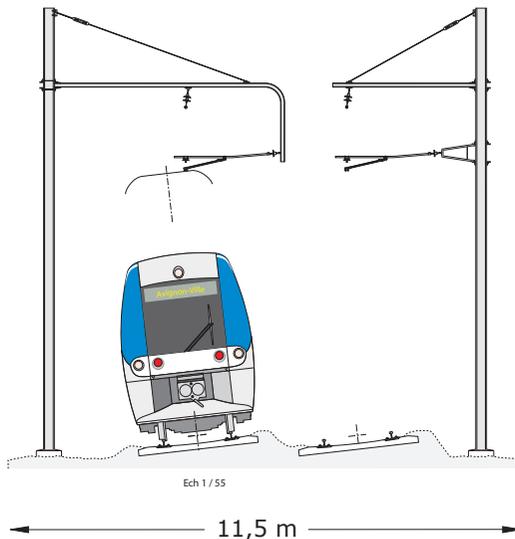
Autoroute : 2 X 2 voies = 23 m

2 X 3 voies = 30 m



Les 2 modes sont à la même échelle : 1 / 166

Ligne classique, électrifiée en 1500 V continu
type Vallée du Rhône, caténaire à 5,75 m en pleine voie



Ligne à grande vitesse, électrifiée en 25 kV 50 Hz
type PSE, caténaire à hauteur constante de 5,08 m
entraxe des voies plus large

Ferroviaire

