



N° 51
JANVIER
2024

Sommaire

1 | Problématique et enjeux

2 | État de l'art sur les finisseurs et rappel des consignes à respecter

3 | La représentation en densité spectrale de puissance (DSP) : l'outil idéal pour détecter et analyser les défauts périodiques

Annexes

Recommandations pour la détection et quantification automatiques des défauts d'uni périodiques

1 Problématique et enjeux

Les conditions de mise en œuvre d'une couche de chaussée, lors d'un entretien ou sur chaussée neuve, peuvent induire des défauts d'uni longitudinal.

Certains de ces défauts sont caractérisés par leur aspect périodique (au sens sinusoïdal du terme) pouvant impacter la qualité de l'uni dans le domaine des Moyennes et Petites Ondes. Cependant, ils ne sont pas toujours mis en évidence lors du traitement du profil mesuré et les notes NBO (Notation par Bandes d'Ondes) calculées peuvent ne pas refléter ce problème qui peut être masqué par les autres défauts. L'énergie engendrée par les défauts périodiques peut également s'avérer insuffisante pour faire baisser significativement la note NBO.

D'autre part, certaines spécifications de la note technique 2015 (et du guide technique) ne s'intéressent pas aux Moyennes Ondes (cas de l'entretien en une couche avec ou sans fraisage par exemple) et peuvent donc ignorer un défaut périodique très marqué et ressenti par l'utilisateur.

Les enjeux de la détermination et du traitement de ce phénomène sont donc multiples :

- d'une manière générale, l'uni des chaussées a un impact sur les usagers à travers les véhicules et leurs occupants. Ainsi, c'est un des principaux facteurs entrant dans l'évaluation de l'état des routes par les usagers sur des critères de confort de conduite et même d'effet à plus long

terme sur leur santé. La perte de confort ressentie par l'utilisateur peut être associée au manque de sécurité (délestage des roues du véhicule, perte d'adhérence, ...) ou aux vibrations transmises au conducteur et aux passagers ;

- de plus l'uni impacte directement la dynamique des poids lourds et la variation des forces d'impacts des pneumatiques de ceux-ci se répercute sur la pérennité des structures de chaussées. Les défauts périodiques tendent à localiser ces zones de variations de charges dynamiques et à potentiellement les accentuer dans le temps ;
- enfin l'uni est aussi l'un des facteurs d'influence de la consommation d'énergie et de l'usure des véhicules.

Il n'est pas rare aujourd'hui de trouver dans certains appels d'offre des spécifications hétérogènes portant sur la densité spectrale de puissance (DSP), pas toujours adaptées eu égard au niveau de connaissance actuel sur cette problématique.

Cette note a donc pour objectif de proposer une méthodologie harmonisée et cohérente, à destination de la profession, pour appréhender de façon automatique la présence de défauts périodiques et les quantifier afin de prescrire des recommandations objectives cadrant le niveau du phénomène.

La méthodologie de traitement des défauts périodiques, proposée dans la présente note, s'appuie sur l'utilisation du logiciel APL2015 dans lequel elle a été implémentée et validée. Cette implémentation fait l'objet d'une nouvelle version du logiciel APL2015.

2

État de l'art sur les finisseurs et rappel des consignes à respecter

La présence d'un défaut périodique provoque généralement un mouvement régulier d'oscillation verticale dont l'inconfort est d'autant plus mal ressenti que le défaut se répète sur une longueur importante. Un dysfonctionnement ou un mauvais réglage d'un organe du finisseur, pas toujours facile à mettre en évidence, sont souvent reconnus pour en être l'origine. Une attention particulière devra donc être portée :

- Au choix d'un matériel adapté : association des rallonges de vis aux extensions, puissance du tracteur par rapport à la largeur de la table, raidisseurs de maintien de la table, ... ;
- À la propreté et l'usure des patins, ainsi que des rouleaux pousseurs, complétés par l'utilisation de solutions limitant les souillures des chenilles (racleurs) ;
- À la qualité des interfaces (utilisation de lait de chaux, ...) ;
- À l'absence d'obstacles dans les bandes de roulement du finisseur (enrobés déversés accidentellement, ...) ;
- À l'entretien préventif du matériel pour éviter les pannes sur chantier et à la préparation et aux réglages des tables et extensions en amont des travaux.



Figure 1 : Présence de lait de chaux pour amélioration de la propreté de l'interface

Un certain nombre de conseils pratiques et règles de l'art ont déjà été recommandés pour assurer la qualité de l'uni lors de la mise en œuvre au finisseur, notamment dans le guide « *Uni longitudinale : Etat de l'art et recommandations* » de 2014 et dans la note d'information IDRRIM « *Compléments au guide technique pour le contrôle d'uni sur bretelle et plateformes de péage* » de janvier 2021.

Il est ainsi rappelé la nécessité d'apporter une attention particulière :

- Aux modes de guidage (finisseur, fraiseuse), afin de ne pas reproduire un défaut existant sur le support, voire surtout de ne pas en créer de nouveau ;
- À l'intérêt de réaliser des mesures d'uni avant travaux (APL, UniBox, ...), y compris sur une voie adjacente qui pourrait servir de référence pour le palpé. Ces mesures permettent d'alerter les acteurs de la présence de défauts périodiques et d'envisager des actions correctives préventives (par exemple micro rabotage, rabotage guidé, mise en œuvre par poutre) ;
- Aux conditions de réalisation des travaux : travaux sous circulation, travaux fractionnés, travaux engendrant des pertes de rendement, joints de reprise, contraintes altimétriques, niveau de qualité du support, nombre de couches, ...

3 La représentation en densité spectrale de puissance (DSP) : l’outil idéal pour détecter et analyser les défauts périodiques

La recherche de défauts périodiques dans un signal (profil en long dans le cas présent), au sens sinusoïdal du terme, nécessite de passer du domaine spatial au domaine fréquentiel. Ce dernier permet plus facilement d’identifier la fréquence des défauts (la longueur d’onde). Ce passage dans le domaine fréquentiel (ou des longueurs d’onde) permet d’obtenir le spectre du profil, rendu possible grâce au calcul de la transformée rapide de Fourier (FFT) du profil puis de son module. Le détail du calcul figure en Annexe 1.

L’exemple présenté en Figure 2 illustre une courbe DSP ne faisant pas apparaître de défaut périodique dans les moyennes ondes sur la zone auscultée.

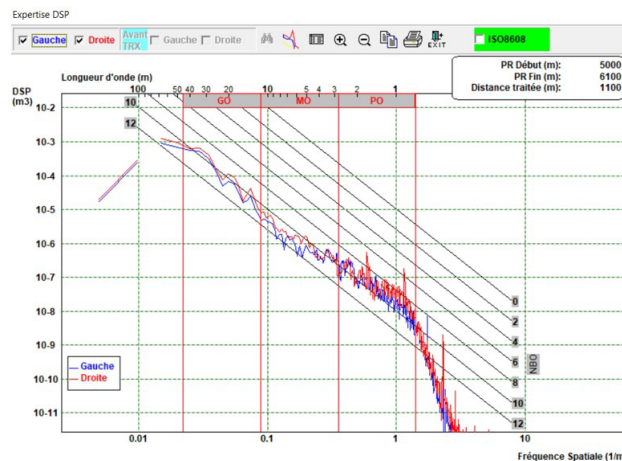


Figure 2 : Courbe DSP sans défaut périodique

A contrario, l’exemple proposé en Figure 3 illustre une courbe DSP présentant un pic prononcé à la longueur d’onde de 8,53 m, alertant sur la présence d’un défaut périodique sur la zone exploitée (zone de 1100 m de longueur dans cet exemple).



Figure 3 : Courbe DSP avec défaut périodique dans les MO

Recommandations d'analyse en DSP

L'analyse en DSP, qui présente un caractère statistique, permet d'avoir une vision sommaire de la zone auscultée : d'une part pour détecter si un ou plusieurs pics caractéristiques apparaissent sur la courbe, ce qui peut alerter sur la présence de défauts périodiques sans les localiser, ni les quantifier, et d'autre part pour informer sur le niveau moyen de notes NBO sur la zone (si elle est homogène) en situant la courbe dans les fuseaux obliques parallèles associés à des notes NBO.

Les précautions d'utilisation de l'analyse en DSP proposées, notamment dans les marchés, sont les suivantes :

- Utiliser la DSP uniquement pour rechercher des défauts périodiques éventuels ;
- L'unité de mesure de la DSP n'est pas intuitive (m³ en échelle logarithmique) et sa valeur dépend de la longueur de profil traitée ainsi que des longueurs d'onde concernées. De ce fait, il est préférable de se rapporter à des équivalences en notes pour décrire l'importance du défaut périodique. Pour cela, la courbe DSP et ses éventuels pics sont décrits en se basant sur les barres obliques « *d'équivalence en notes NBO* », pour connaître son amplitude (écart de notes entre le pied et le sommet du pic) et son sommet (note au sommet du pic). Pour information, un écart de notes de 2 points (écart entre les barres obliques 10, 8, 6, ...) correspond à un rapport de 4 en énergie ;
- La correspondance entre DSP et notation NBO (barres obliques) n'a qu'une valeur indicative et suppose une zone relativement homogène. Par exemple, si toutes les notes MO sont à 8 sur la zone, la courbe DSP épouse la ligne oblique 8 ;
- Ne pas utiliser la DSP pour comparer un chantier avant et après travaux dans sa globalité et sur toutes les longueurs d'onde, même si cela peut donner une indication sommaire ;
- Pour une détection fiable de défauts périodiques, la longueur d'analyse ne doit pas être trop courte (300 m est trop court par exemple), ni trop longue (des dizaines de kilomètres sont trop longues). Une longueur de 1000 m est à privilégier ;
- En privilégiant une longueur de calcul de 1000 m et pour optimiser la localisation, il est conseillé d'effectuer une succession de calcul sur 1000 m en décalant de 100 m à chaque fois (définie comme DSP glissée sur 1000 m par pas de 100 m) ;

La prise en compte de ces précautions, dans les marchés de travaux, est souhaitable afin de pouvoir assurer une utilisation pertinente de l'analyse en DSP.

Procédure d'exploitation automatisée visant à localiser et quantifier les défauts périodiques

Les recommandations précédentes permettent de proposer une procédure d'exploitation détaillée et automatisée restituant un indicateur simple à assimiler.

Cette procédure consiste à délivrer l'indicateur de Défaut Périodique en MO (appelé DPMO), obtenu en respectant les étapes suivantes :

- Calculer une succession de DSP de longueur 1000 m en décalant à chaque fois le pas de 100 m ;
- Identifier les éventuels pics en MO de chaque DSP de 1000 m (les critères de détection sont décrits plus loin) ;
- Si une DSP de 1000 m fait ressortir un pic caractéristique, les neuf fenêtres de 200 m (avec recouvrement à 50 % comme décrit en annexe 1) ayant permis le calcul sont observées. Il est déterminé celles qui sont impactées par un pic à la même longueur d'onde ou à une longueur d'onde très voisine ;
- Sur les fenêtres de 200 m comportant le même pic caractéristique, le sommet du pic de chacune est mémorisé. Si le sommet du pic des fenêtres répond aux critères de sommet, l'indicateur DPMO prend les valeurs de sommet et est valable sur une longueur de 100 m (ou 200 m si c'est la fin de la zone impactée par le DPMO).

Si la longueur d'exploitation est inférieure à 1000 m et supérieure à 500 m, l'outil automatisé n'est pas opérationnel. La DSP peut alors être calculée par l'outil DSP classique et l'analyse d'un pic éventuel (sommet et amplitude) se fait visuellement. Pour une longueur inférieure à 500 m, il est considéré que l'analyse précise de la DSP n'est pas pertinente.

La Figure 4 présente le résultat d'un calcul automatique de recherche de défaut périodique en MO, implémenté dans le logiciel « *APL2015* ». Il y figure une ligne DPMO (affichant les valeurs de sommets) qui représente, par une courbe en escalier, les zones pour lesquelles le défaut périodique est présent selon les critères définis (amplitude pic $\geq A$ et sommet du pic compris entre $S1$ et $S2$ puis inférieur à $S2$).

DSP sur 1000 m (rectangle pointillé) avec alerte (cercle pointillé) si pic répondant aux critères (amplitude et sommet) de détection.

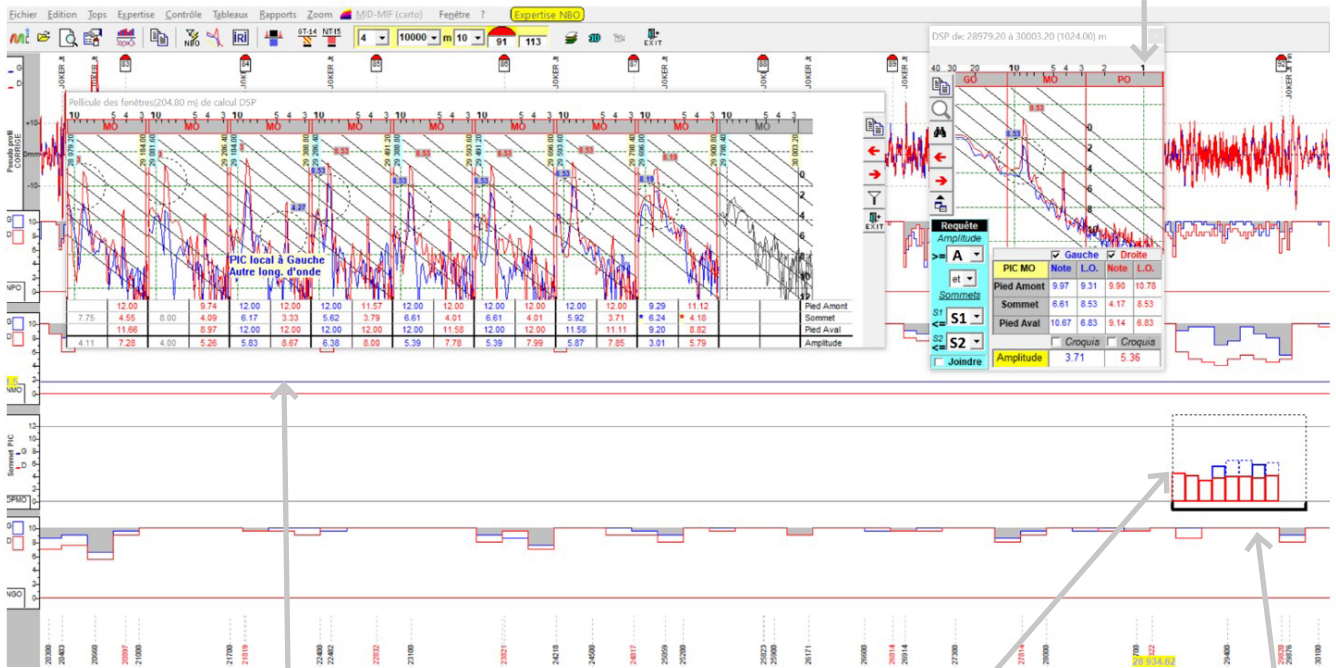


Figure 4 : Analyse DPMO sous APL2015

Détail des fenêtres de 200 m ayant servi au calcul de la DSP sur 1000 m, permettant de localiser le défaut et connaître les valeurs de DPMO (valeurs des sommets de pic détectés dans les fenêtres).

Alerte DPMO sur les 1000 m représentés par un rectangle en pointillé (effectué tous les 100 m).

DPMO : présence de défaut périodique d'amplitude $\geq A$ et de sommet $S2 \leq S \leq S1$ (pointillé) et de sommet $S \leq S2$ (plein) sur les 200 m.

La procédure pour la détection du pic est la suivante :

- Renseigner les critères de détection (amplitude A et sommets S1 et S2) ;
- Rechercher le pic le plus fort sur les longueurs d'ondes $3 < \lambda < 11$ m : des valeurs Sg (trace gauche) et Sd (trace droite) sont ainsi obtenues ;
- Sur la zone de 2 mètres à gauche du pic, rechercher le point le plus bas sur les longueurs d'ondes $\lambda_{pic} < \lambda < \lambda_{pic} + 2$: les valeurs Bgg (point bas à gauche pour la trace gauche) et Bgd (point bas à gauche pour la trace droite) sont obtenues ;
- Sur la zone de 2 mètres à droite du pic, rechercher le point le plus bas sur les longueurs d'ondes $\lambda_{pic} - 2 < \lambda < \lambda_{pic}$: les valeurs Bdg (point bas à droite pour la trace gauche) et Bdd (point bas à droite pour la trace droite) sont obtenues ;
- Le cercle en pointillé sur la DSP est matérialisé si $\frac{(Bgg+Bdg)}{2} - Sg \geq A$ (trace gauche) et si sommet $\leq S1$;
- Le cercle en pointillé sur la DSP est matérialisé si $\frac{(Bgd+Bdd)}{2} - Sd \geq A$ (trace droite) et si sommet $\leq S1$.

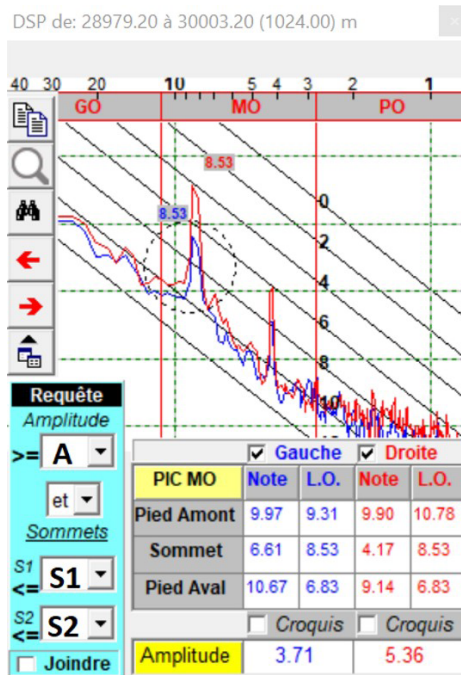


Figure 5 : Critères d'analyse de la DSP

Dans le cas de travaux d'entretien nécessitant de palper sur des voies adjacentes, il convient de vérifier, dans la mesure du possible, l'absence de défauts périodiques sur ces voies au risque de les reproduire sur la voie entretenue. La procédure de vérification se fait avec les mêmes outils d'exploitation de la DSP que ceux présentés dans les paragraphes précédents.

Recherche de consensus sur l'acceptabilité des critères de détection

Fort de l'outil automatique proposé, les conditions d'acceptabilité des critères de détection des défauts périodiques, comme l'amplitude du pic, le sommet du pic, la longueur de chaussée concernée, l'intervalle de répétition, ... ont fait l'objet d'une phase expérimentale permettant de :

- Vérifier que l'outil détecte parfaitement les zones présentant un défaut périodique ;
- Vérifier si deux ou trois types de véhicules (VL, UTIL, PL) procurent le même ressenti dans le cas de défaut périodique avéré. Dans le cas contraire, repérer le(s) plus impacté(s) ;
- Vérifier si la vitesse de circulation a une incidence sur le ressenti et dans quelle proportion ;
- Comparer les résultats issus de l'APL avec le ressenti dans les véhicules avec, si possible, une instrumentation simple des véhicules (accéléromètre dans l'habitacle) ;
- Corréler le ressenti humain avec le défaut de DSP de l'APL et du pseudo profil généré par un accéléromètre ;
- Dégager un compromis sur les seuils des critères visant à établir deux niveaux de gravité, par exemple niveau 1 = détection, niveau 2 = non conforme.

Pour contribuer à la mesure du ressenti dans le véhicule sur les zones présentant des défauts périodiques, une application Android permettant de mesurer l'accélération verticale et l'abscisse a été utilisée pour générer un « *pseudo profil habitacle* » (voir Annexe 2). Ce dernier peut aussi être exploité en DSP de manière automatisée afin d'avoir une image du ressenti perçu dans l'habitacle, tout en sachant que les PO et une partie des MO sont très atténuées puisqu'elles sont filtrées par le système d'amortissement du véhicule.

L'annexe 3 propose des études de cas dont les analyses ont été partagées par la profession.

Valeurs recommandées pour la détection des zones inconfortables et non conformes lors de la réception de chantier

En matière d'uni le contrôle de réception s'attache usuellement à vérifier les spécifications du marché en matière de NBO (très souvent en observant le pourcentage de NBO inférieures à un seuil par lot de 1000 m).

Ce dernier peut ainsi être complété par la vérification de l'absence de zones présentant des défauts périodiques significatifs. Pour cela, au regard de l'ensemble des cas analysés, les recommandations de spécifications proposées par la profession pour délimiter les zones non conformes sont :

- seuils A et S2 dépassés (le seuil S1 sert à déclencher la détection par fenêtre de 1000 m et à illustrer en pointillé les zones de détection dont le sommet du pic DSP est compris en S1 et S2),
- ET si la longueur de zone minimale (L) dépassant ces seuils est atteinte,
- ET si la distance max (D) entre deux zones non conformes n'est pas atteinte, les zones sont fusionnées.

Tableau 1 : Recommandations des seuils de DSP caractérisant les zones non conformes

AMPLITUDE (A) PIC DSP	SOMMET (S1) PIC DSP DE DÉTECTION	SOMMET (S2) PIC DSP DE NON CONFORMITÉ	LONGUEUR (L) MINIMALE DE ZONE	DISTANCE MAX (D) ENTRE 2 ZONES POUR FUSION
≥ 5	≤ 7	≤ 6	200 m	200 m

L'outil d'exploitation automatisée, implémenté dans « APL2015 », permet une représentation graphique spécifique accessible par les menus « Expertise » et « Contrôle de réception » et assure l'identification précise de ces zones non conformes (voir annexe 4).

Mesures correctives

Il appartient aux différents acteurs d'analyser finement les défauts périodiques mesurés et de proposer des mesures correctives prenant également en compte le niveau d'uni spécifié dans le marché.

La solution qui semble la plus adaptée est la réfection complète (en épaisseur) de la couche de roulement incriminée avec possibilité de guidage au rabotage et/ou à la mise en œuvre de la nouvelle couche.

Quand la longueur traitée s'y prête, un contrôle de l'uni sur fond de rabotage est recommandé afin d'apprécier l'efficacité du rabotage.

À l'issue des travaux, une nouvelle réception de l'uni sera réalisée 1000 m de part et d'autre de la zone reprise.

ANNEXES

ANNEXE 1 : Détail du calcul de la DSP

Une définition simple de la densité spectrale de puissance (DSP) est la répartition de la puissance d'un signal suivant les fréquences.

Mathématiquement, la densité spectrale de puissance est le carré du module de la transformée de Fourier divisé par le pas fréquentiel (à des coefficients près, permettant de la normaliser).
Donc :

$$DSP = \frac{|X(v)|^2}{df} * coef = |X(v)|^2 * np * dx * coef$$

Où :

- v est le signal,
- $X(v)$ est la transformée de Fourier,
- df est le pas fréquentiel,
- np est le nombre de points de la fenêtre,
- dx est le pas spatial d'échantillonnage,
- $coef$ sont les coefficients de normalisation.

Pour des raisons de précision statistique de l'estimation de la DSP, la section doit être suffisamment longue pour que le nombre de tronçons (nombre de fenêtres de calcul) sur la section soit au moins de 8. Les résultats de DSP sur ces tronçons sont ensuite moyennés.

Le calcul est donc basé sur le calcul d'un périodogramme moyenné (appelée aussi méthode de Welch). Cette technique de traitement de signal consiste en un découpage de la section à analyser en tronçons contenant un nombre de points égal à une puissance de 2 (1024, 2048, 4096, ...), avec une pondération (fenêtre de Hanning) pour diminuer les effets néfastes de la troncature et avec le choix d'un recouvrement partiel entre tronçons afin d'augmenter la précision de l'estimateur obtenu. Sur chaque tronçon est calculé le carré du module de la transformée de Fourier pour chaque fréquence. L'estimation de la densité spectrale de puissance (DSP) de la section entière est alors obtenue en moyennant les résultats relatifs à chaque tronçon.

Le calcul pour chaque tronçon de n points ($2^{12} = 4096$ par exemple) est le suivant :

$$DSP(rms) = \frac{Module(FFT(valeur * Hanning))^2 * 2 * dx}{norm(Hanning)^2}$$

Afin d'avoir une estimation robuste de la DSP d'un profil en long échantillonné à 5 cm, il est préconisé d'utiliser les paramètres suivants :

- nombre de point de la fenêtre de DSP : $n_p = 4096$ (soit environ 205 m) ;
- recouvrement de chaque fenêtre successive : 50 % ;
- nombre de fenêtres pour le calcul de la moyenne : au moins 8.

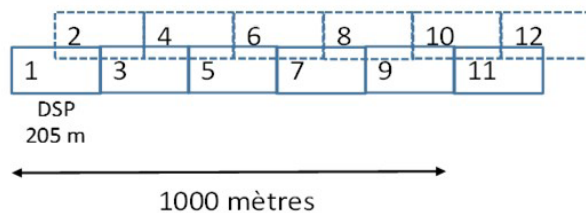


Figure 6 : Paramètres d'échantillonnage de la DSP

Ces paramètres permettent de restituer la densité spectrale au moins tous les 1000 mètres.

ANNEXE 2 : Outil d'aide à l'identification de défaut périodique en temps réel

L'utilisation d'un smartphone doté d'une application mesurant l'accélération verticale dans l'habitacle d'un véhicule, comme par exemple l'outil « *Miranda* », permet la détection immédiate d'éventuels défauts périodiques (dans les MO). Cependant les niveaux de DSP détectés ne sont pas nécessairement identiques à ceux que détecteraient des profilomètres de référence. Cette application a été utilisée dans les cas présentés en Annexe 3 en complément du ressenti subjectif des passagers.

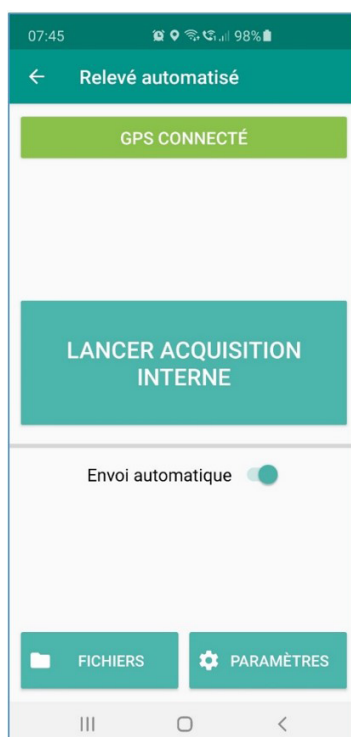


Figure 7 : Interface d'acquisition

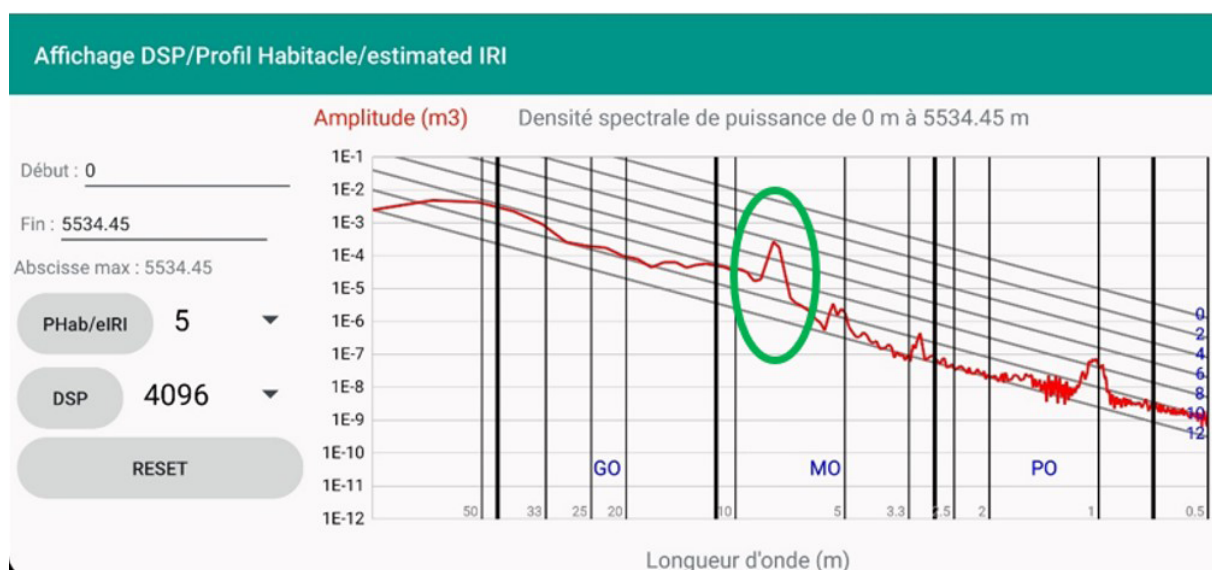


Figure 8 : DSP relevée avec Smartphone dans un habitacle

ANNEXE 3 : Etudes de cas et analyses partagées par la profession

Les quatre cas présentés ci-après illustrent des voies présentant des défauts périodiques exploités selon la méthodologie décrite par cette note. Pour chacun des cas, des mesures accélérométriques ont eu lieu dans l'habitacle avec l'application décrite en Annexe 2. Cette application permet de générer un « profil en long d'habitacle » étroitement corrélé au ressenti des passagers et sur lequel une analyse simple en DSP sur 1000 m, au droit des zones détectées sur le profil réel, permet de vérifier si un pic existe aussi (pic en général atténué par rapport à une analyse faite sur le profil réel).

■ Cas n° 1 : défauts ressentis par un PL, réseau départemental

Le cas présent est un défaut rencontré sur voie départementale. Les défauts périodiques, de longueur d'onde voisine de 8 m, sont présents sur 4 km mais sont plus ou moins ressentis selon les zones et selon le type de véhicule.

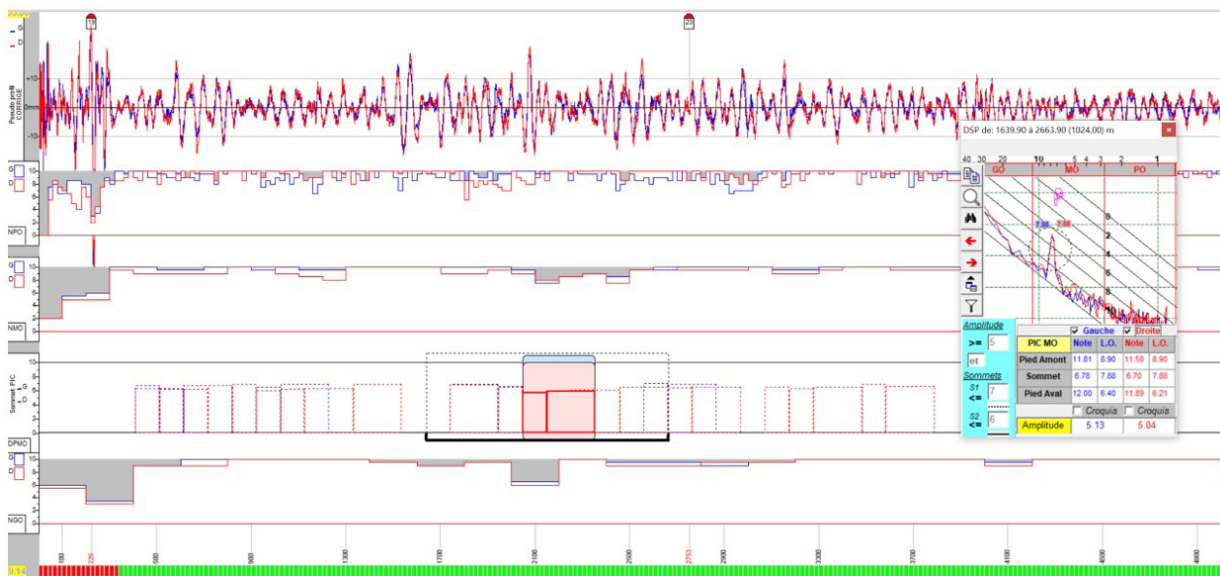


Figure 9 : Profil en long exploité selon les recommandations de la note

La courbe DSP suivante est issue d'un profil habitacle reconstitué à partir d'une mesure accélérométrique sur le tableau de bord d'un PL Renault 220 DX dans lequel le défaut est bien ressenti alors que le ressenti est moindre dans un VL.

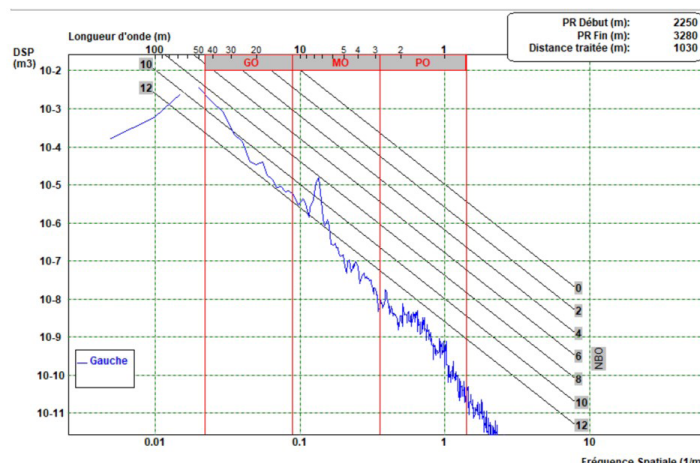


Figure 10 : DSP du profil habitacle d'un PL sur 1000 m

■ Cas n° 2 : défauts ressentis par tous types de véhicules, réseau départemental

Le cas présent est un défaut rencontré sur voie départementale. Les défauts périodiques, de longueur d'onde voisine de 7,5 m, sont présents sur 4 km et sont assez bien ressentis quel que soit le type de véhicule.

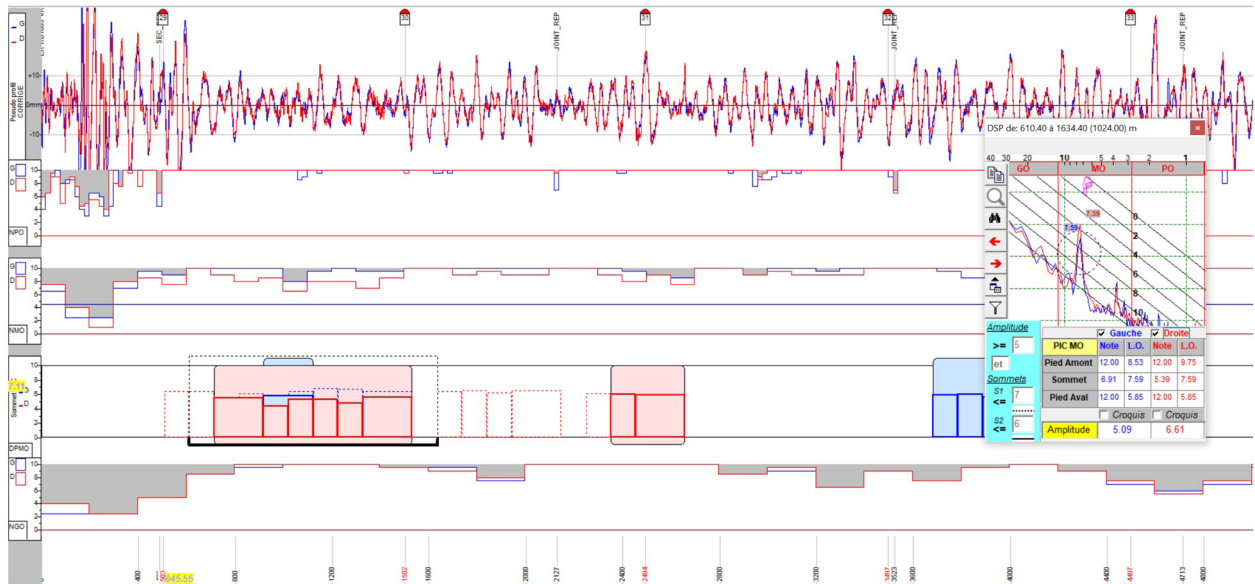


Figure 11 : Profil en long APL exploité selon les recommandations de la note

La courbe DSP suivante est issue d'un profil habitacle reconstitué à partir d'une mesure accélérométrique sur le tableau de bord d'un VL dans lequel le défaut est bien ressenti. Dans un véhicule utilitaire, le ressenti est semblable (pas de mesure réalisée avec un PL).

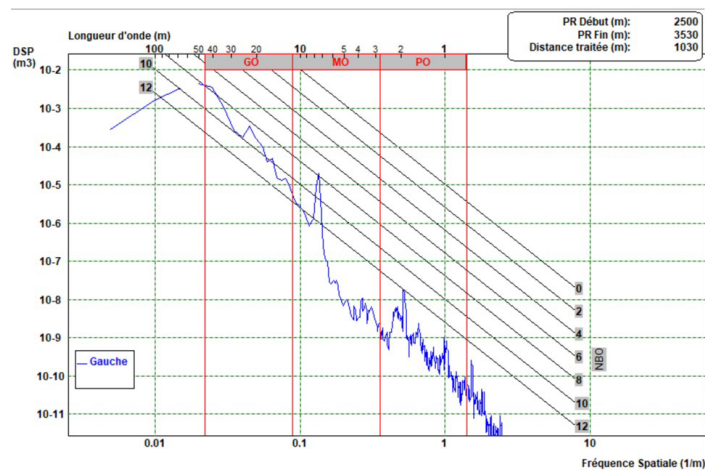


Figure 12 : DSP du profil habitacle d'un VL sur 1000 m

■ Cas n°3 : défauts ressentis par tous types de véhicules, réseau autoroutier

Le cas présent est un défaut rencontré sur voie autoroutière. Des défauts périodiques, de longueurs d'ondes voisines de 8 et 4 mètres, ont été constatés. Le défaut n'étant pas parfaitement sinusoïdal dans la longueur d'onde de 8 m, une harmonique à 4 m est logiquement observée. Ces défauts sont légèrement ressentis sur tous types de véhicules, sans trop de différences.

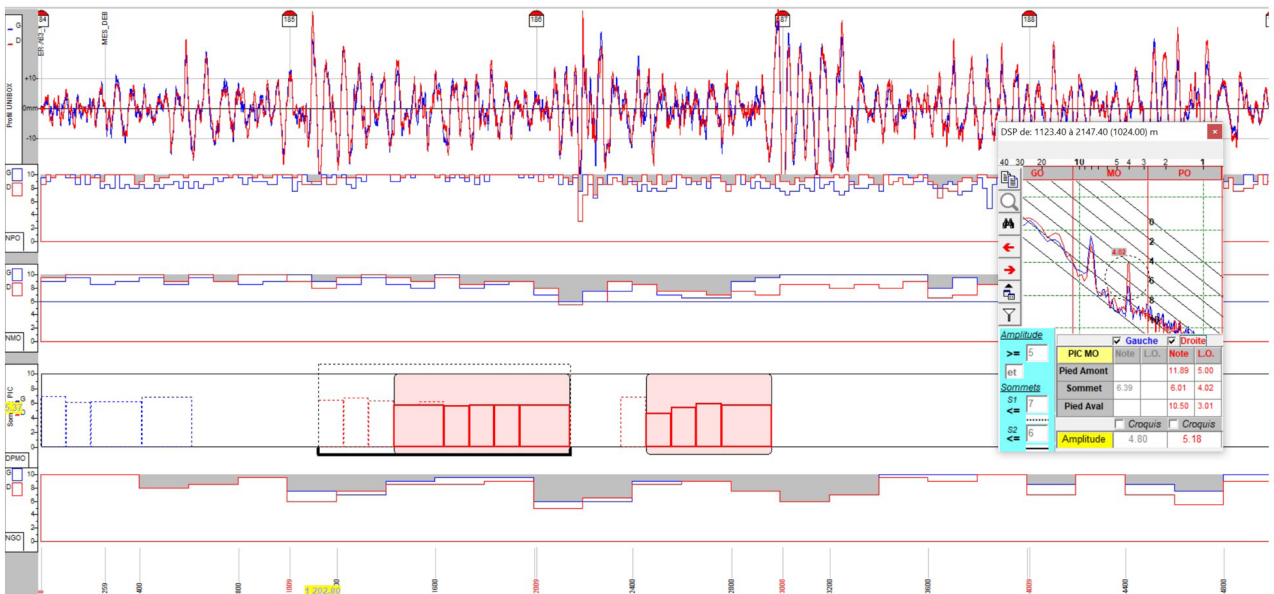


Figure 13 : Profil en long APL exploité selon les recommandations de la note

La courbe DSP suivante est issue d'un profil habitacle reconstitué à partir d'une mesure accélérométrique sur le tableau de bord d'un VL dans lequel le défaut est ressenti. Dans un véhicule utilitaire ou PL, le ressenti est semblable.

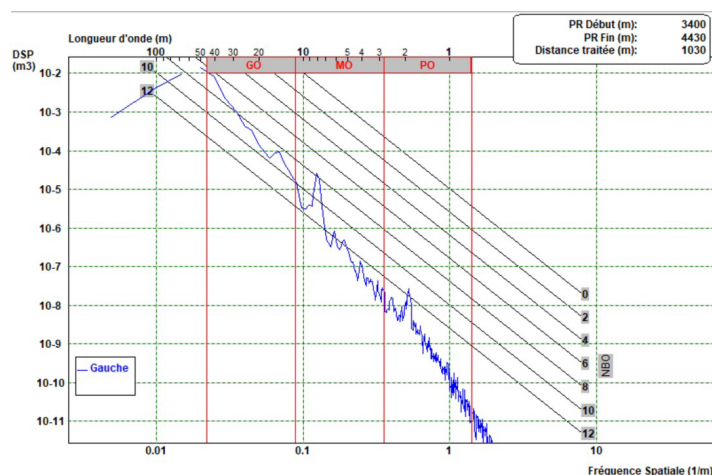


Figure 14 : DSP du profil habitacle d'un VL sur 1000 m

■ Cas n° 4 : défauts ressentis par tous types de véhicules, réseau autoroutier

Le cas présent est un défaut rencontré sur voie autoroutière. Les défauts périodiques, localisés sur 600 m, ont la particularité d'avoir une longueur d'onde de 4 m, contrairement à de nombreux cas présentant des défauts de longueurs d'onde voisines de 8 m.

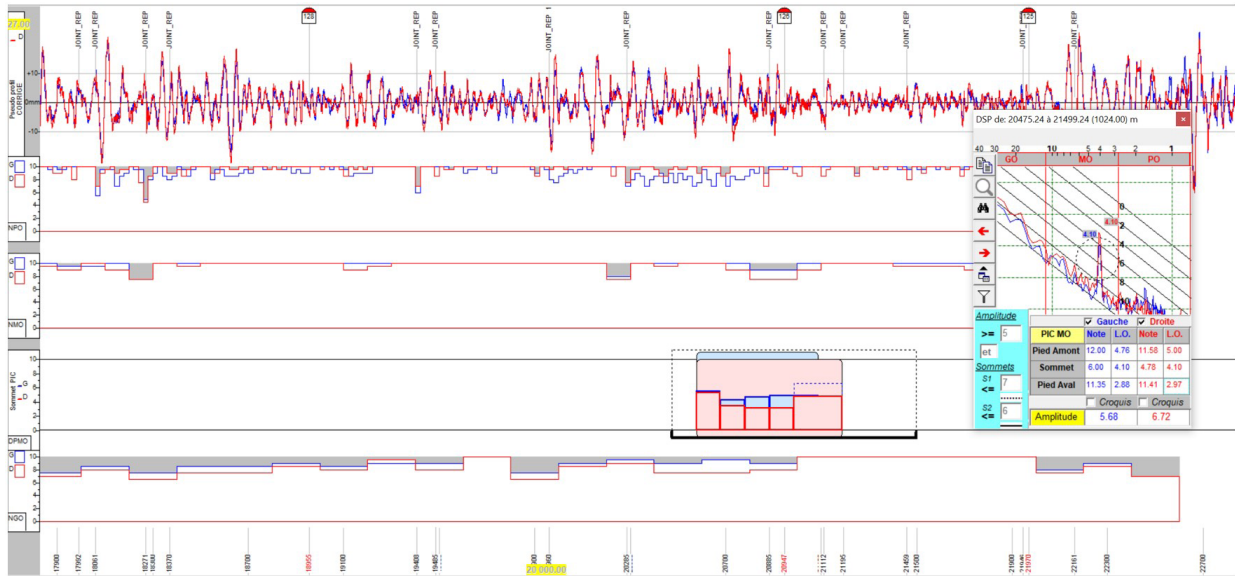


Figure 15 : Profil en long APL exploité selon les recommandations de la note

Les courbes DSP suivantes sont issues d'un profil habitacle reconstitué à partir d'une mesure accélérométrique sur le tableau de bord de différents véhicules. A chaque fois, le pic de DSP autour de 4 m apparaît plus ou moins atténué selon le véhicule mais de façon très corrélée au ressenti (même subjectif) du chauffeur.

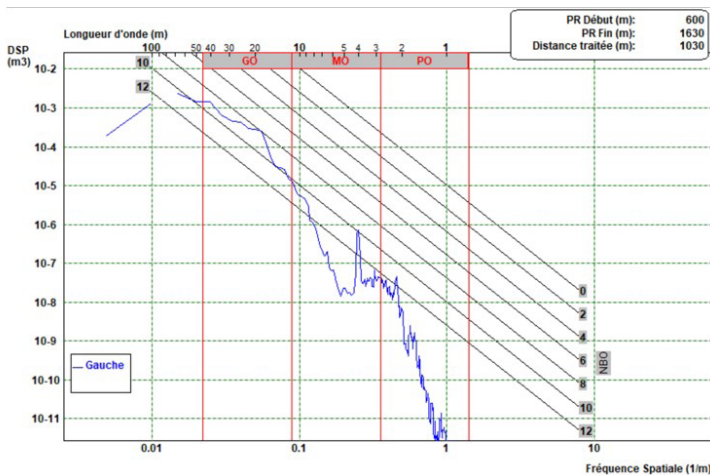


Figure 16 : DSP du profil habitacle d'un VL sur 1000 m
Ressenti du chauffeur : très léger

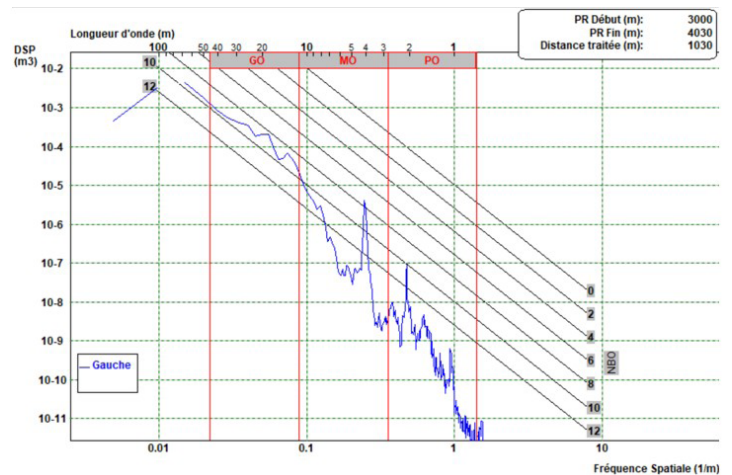


Figure 17 : DSP du profil habitacle d'un fourgon plateau sur 1000 m
Ressenti du chauffeur : sensiblement

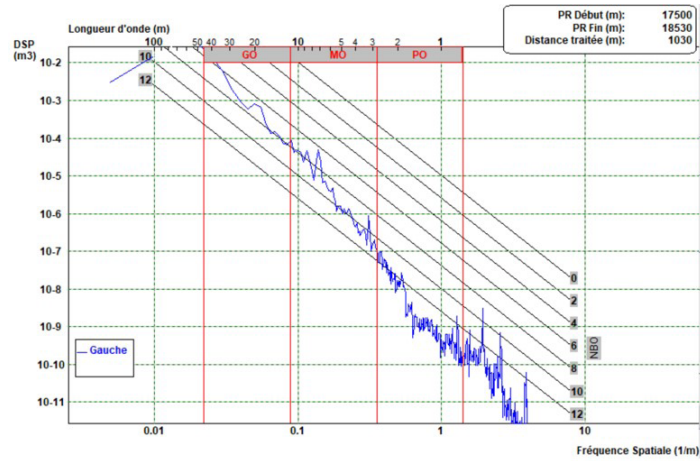


Figure 18 : DSP du profil habitacle d'un PL 5 essieux sur 1000 m - Ressenti du chauffeur : léger

ANNEXE 4 : aide à la lecture d'un contrôle de réception par « APL2015 »

L'illustration ci-dessous représente un exemple de contrôle de réception généré par le logiciel « APL2015 », avec le découpage par lots (habituels) pour les NBO et avec une ligne spécifique pour la détection de zones présentant des défauts périodiques dépassant les seuils recommandés par la note (amplitude et sommet du pic DSP, longueur de zones affectées et distance inter zones).

En histogramme pointillé apparaît les zones atteignant le seuil de détection, non pénalisables (1).

En histogramme continu apparaissent les zones atteignant le seuil de non-conformité, pénalisables (2).

En rectangles colorés (rouge et bleu selon les traces) apparaissent les zones globales pénalisables appliquant l'ensemble des critères de la note comme la fusion de zones de non-conformité très proches (3).

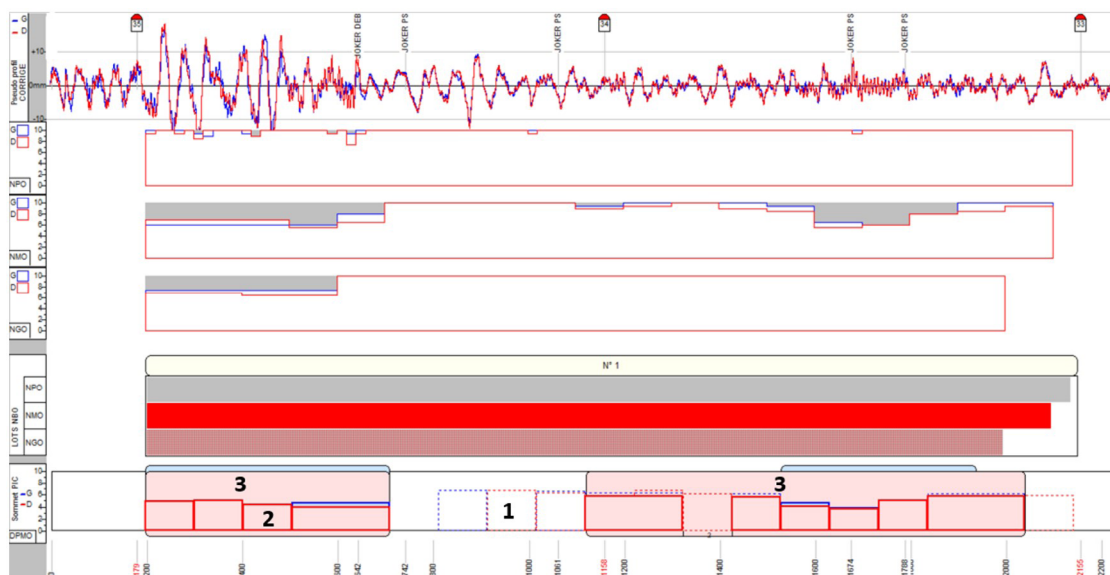


Figure 19 : Exploitation DPMO avec APL 2015

Un rapport détaillé par zone non conforme est généré par le logiciel comme l'exemple ci-après.

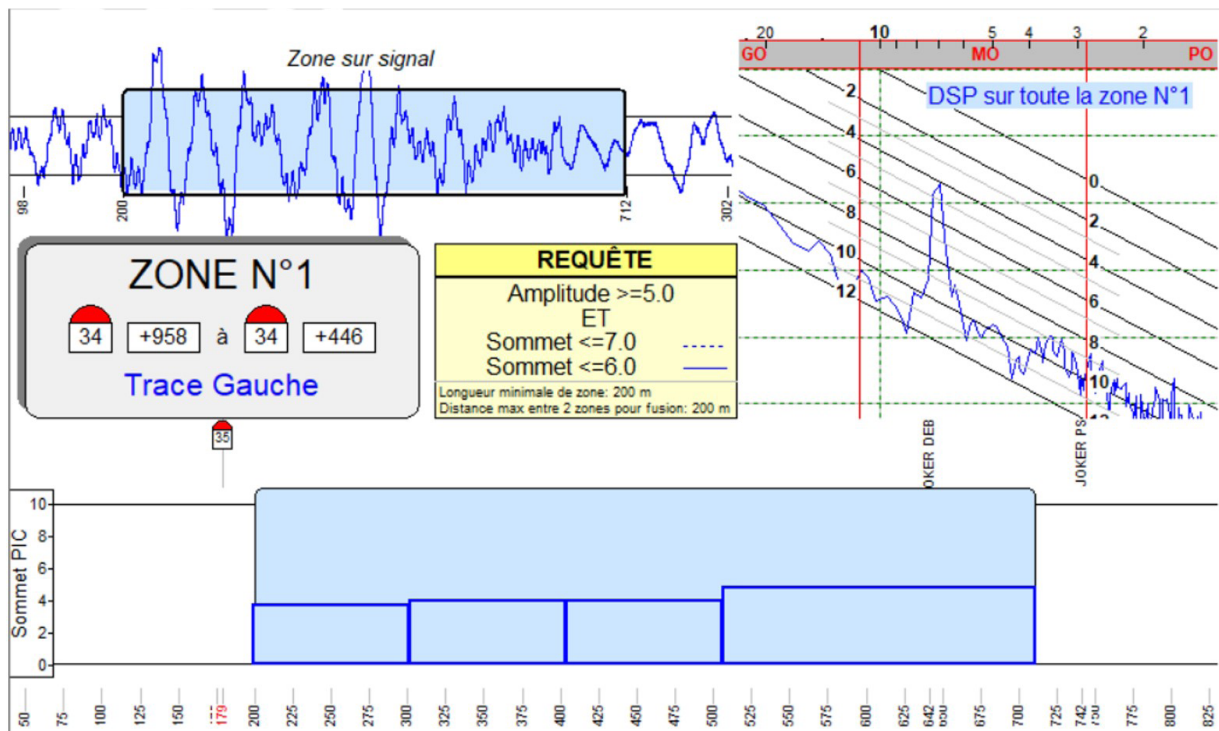


Figure 20: rapport détaillé d'une zone non conforme

Contributeurs

- BLANCHARD Jean-Yves - ASFA - Vinci Autoroutes
- BRIQUET Jean-Pierre - Nextroad
- CHARPENTIER Samuel - CD 45
- CODDET Flavien - DIRIF
- CREISMEAS Jeannie - DGITM/DMR/FCA
- DECK Jean-Marie - Nextroad
- FEESER Arnaud - CEREMA / DTer Est
- GEORGES Stéphane - NextRoad
- GRALL Céline - ASFA - Vinci Autoroutes
- GRIGNARD Nicolas - CEREMA / DTer CE
- JEGOU Pierre-Yves - CEREMA / DTer Ouest
- LALAIN Yann - Routes de France - Eiffage
- LOISON Emmanuel - Routes de France - Colas
- LOVO Philippe - DIR Est
- MAIGNOL Julie - Nextroad
- MARQUET Yannick - Routes de France - Eurovia
- MARTIN Jean-Marc - Université Gustave Eiffel
- PAQUET Nathalie - Routes de France - Eurovia
- PEJOUAN Henri - Routes de France - Malet



La présente note d'information a été rédigée par le sous groupe Uni du GNCDS rattaché au comité opérationnel Gestion de Patrimoine d'Infrastructures de l'IDRRIM.

Avertissement : La présente note est destinée à une information rapide. La contrepartie de cette rapidité est le risque d'erreur et de non exhaustivité. Ce document ne peut en aucun cas engager la responsabilité ni des auteurs, ni de l'Institut des Routes, des Rues et des Infrastructures pour la Mobilité.



9, rue de Berri - 75008 Paris - Tél : +33 1 44 13 32 99

www.idrrim.com - idrrim@idrrim.com

 [@IDRRIM](https://twitter.com/IDRRIM)

Association loi 1901