

## Uni sur les plates-formes en béton de ciment des Transports en Commun en Site Propre (TCSP)

---

### *Le point de vue du SPECBEA*

#### 1 - Contexte

Les TCSP, tant dans le domaine des tramways sur pneus ou sur rails que des bus à haut niveau de service (BHNS), ont fait l'objet ces dernières années de très nombreuses réalisations.

Pour la plupart des BHNS et des tramways sur pneus, les concepteurs des projets ont retenu des règles de dimensionnement, des spécifications, des contrôles sur site et de réception issus de la technique routière car le principe est celui d'un véhicule transportant des passagers, circulant sur pneus, sollicitant la chaussée ou plate-forme par un nombre élevé de passages canalisés. Cependant des différences majeures existent entre les chaussées routières « classiques » et les plates-formes de TCSP :

- La largeur des voies de circulation est comprise entre 2,8 m et 3,5 m maxi. Les bords des bandes de circulation des pneus sont donc proches des bords de la plate-forme ;
- Outre la présence d'un rail de guidage, la plate-forme comporte de nombreuses émergences (boîtes à eau, réservations), discontinuités (joints) ou singularités ;
- En zone urbaine ou péri-urbaine l'avancement des travaux se fait par tronçons ou lots de longueur réduite (200 m) ;
- En zone urbaine les rayons de courbures de la plate-forme peuvent être très faibles (15 m) ;
- La vitesse moyenne des TCSP est en moyenne de 30 km/h et dépasse rarement les 60 km/h entre deux stations.

Dans ces conditions certaines règles qui prévalent dans le contexte des chaussées routières ne peuvent pas se contenter d'une simple adaptation ou transposition au cas des plates-formes de TCSP. C'est tout particulièrement le cas pour le contrôle et la réception de l'uni longitudinal.



## 2 - L'uni longitudinal des plates-formes de TCSP

Dans la quasi-totalité des marchés, le contrôle en cours de travaux de l'uni ou profil longitudinal se fait à l'aide de la règle de 3 mètres (NF P98-831-7, NF EN 13036-7) avec une profondeur < 3 mm et donne satisfaction.

Pour la réception de l'uni après travaux les exigences contractuelles font parfois appel à des mesures à l'Analyseur de Profil en Long (APL NBO) mais avec des modalités différentes (NF P98-218-3, circulaire DR n°2000-36 amendée en septembre 2015 et ME LCPC n°46) :

APL : 100% NPO  $\geq$  6 à 90 km/h

Le paragraphe « cas particuliers » de la circulaire tient compte des cas où la vitesse est inférieure ou égale à 90 km/h.

Remarque : Le CAPL 25<sup>1</sup> n'est plus utilisé en France et peu de sociétés de contrôle savent encore exploiter et interpréter ces mesures d'uni sur une PF de TCSP avec CAPL25.

## 3 - Quelques commentaires sur l'application des critères routiers aux TCSP en matière d'uni

- La mesure de l'uni selon la méthode d'essai n°46 est prévue pour des vitesses circulation de véhicules sur voirie  $\geq$  90 km/h, or la vitesse des rames se situe entre 20 à 60 km/h pour les BHNS et tramways sur pneus.
- Les spécifications de la circulaire DR n°2000-36 résultent de travaux de recherche menés par le LCPC (dorénavant IFSTTAR) dans les années 90 sur la relation entre l'uni et le confort vibratoire des véhicules légers (VL). Elles s'appliquent au réseau routier et autoroutier national indépendamment du type de véhicules empruntant les voies de circulation.  
Bien que cette circulaire prévoie des spécifications applicables au cas particulier des routes à vitesse  $\leq$  90 km/h (permettant de retenir comme critère 100% des notes NPO supérieures ou égal à 6) elle n'est pas nécessairement pertinente pour les chantiers de TCSP. En effet ces chantiers sont soumis aux mêmes contraintes (émergences, rayons de courbures, vitesse de circulation, tranchées, ...) que les voiries routières urbaines qui ne font pas l'objet de spécifications en termes d'uni.  
Par ailleurs l'entraxe et empattement du matériel roulant pour les TCSP est différent de celui d'un VL ( $\approx$  7 m entre le train avant et arrière d'un tramway sur pneus et pour les BHNS) ce qui conduit à une longueur d'onde proche des moyennes ondes (MO)
- Suivant les configurations des chantiers la longueur des tronçons réalisés journallement varie de 100 à 300 m avec une machine et de 30 à 80 m à la main. On est loin des 1000 m de la longueur du lot de contrôle préconisée dans la circulaire.
- Remarque : Lorsque la longueur des lots est inférieure à 1000 m et supérieure à 200 m et la vitesse < 90 km/h, la circulaire parle de "spécifications adaptées" mais maintient les valeurs de 100 % NPO > 6 à 90 km/h pour la longueur et demande de respecter les règles de l'art en ville.
- Selon le fabricant de matériel roulant les fréquences sensibles pour le passager sont comprises entre 4 et 8 Hz, soit une longueur d'onde de 3 à 50 m => MO ou GO.  
De plus le ressenti d'un passager est directement lié au type de matériel roulant, à sa géométrie, à la vitesse et à son système d'amortissement.
- Il est difficile d'utiliser l'APL dans le cas de rayons de courbure serrés.

<sup>1</sup> Indice relatif aux amplitudes de dénivellation par rapport à la référence inertielle du pendule (Circulaire n°84-50, ME n°5, p.21). Cet indice était surtout sensible à des défauts d'uni longitudinal correspondant à la gamme des moyennes ondes et a été abandonné au profit des NPO.

#### 4 – Recommandations et préconisations du Specbea en matière d'uni

Dans ces conditions et façon à obtenir une qualité de roulement qui donne satisfaction à la maîtrise d'ouvrage, au constructeur de matériel, à l'entreprise en charge du marché et *in fine* aux passagers, le Specbea propose :

- De procéder à des mesures comparatives du confort ressenti par les passagers d'une rame de TCSP avec les mesures d'uni telles qu'elles sont pratiquées actuellement ;
- De contrôler l'uni, lors de la réception, à la règle de 3 mètres (en long et en travers) ;
- De rajouter des objectifs en moyennes ondes (MO) à faible vitesse (30 km/h) en relation avec la notion de confort.
- De réduire les exigences en matière d'UNI en ce qui concerne les petites ondes car il est impossible d'obtenir dans le contexte urbain 100% APL NPO  $\geq 6$  à 90 km/h. On pourrait proposer une adaptation de l'exigence en fonction de la vitesse du tramway sur pneu ou BHNS par exemple :
  - 100% APL NPO  $\geq 6$  à 90 km/h
  - 100% APL NPO  $\geq 5$  à 70 km/h
  - 100% APL NPO  $\geq 4$  à 50 km/h
  - .....

En outre le SPECBEA suggère :

- De privilégier la mise en œuvre de la plate-forme en béton à la slip-form, de minimiser la mise en œuvre manuelle et de proscrire la mise en œuvre à « l'hélicoptère » ;
- D'assurer un bon chemin de roulement de la slip-form (essentiel celui-ci doit présenter un Uni proche du résultat escompté au niveau de la couche de roulement. Dans le cas contraire l'asservissement altimétrique de la machine est constamment en mode réglage ce qui préjudiciable pour l'uni de la chaussée béton) ;
- De prendre en compte dès la phase de conception du projet les surlargeurs nécessaires au cheminement correct de la slip-form à béton et que ces surlargeurs nécessaires à la qualité de l'ouvrage apparaissent clairement dans le marché (point d'arrêt réceptionnant leur qualité : nivellement et absence d'obstacles ;
- De réduire le nombre de phases et si possible de travailler en continu ;
- De coffrer éventuellement le bord de dalle dans le cas où la largeur de mise en œuvre à la machine est inférieure à 3,5 m ;
- De limiter le nombre d'émergences, d'ajuster leur positionnement avec le calepinage des joints et de les réaliser ultérieurement par carottage.

