



LES ENROBÉS PHONIQUES: SOLUTION AU BRUIT ROUTIER

Bulletin technique # 6

LES ENROBÉS PHONIQUES

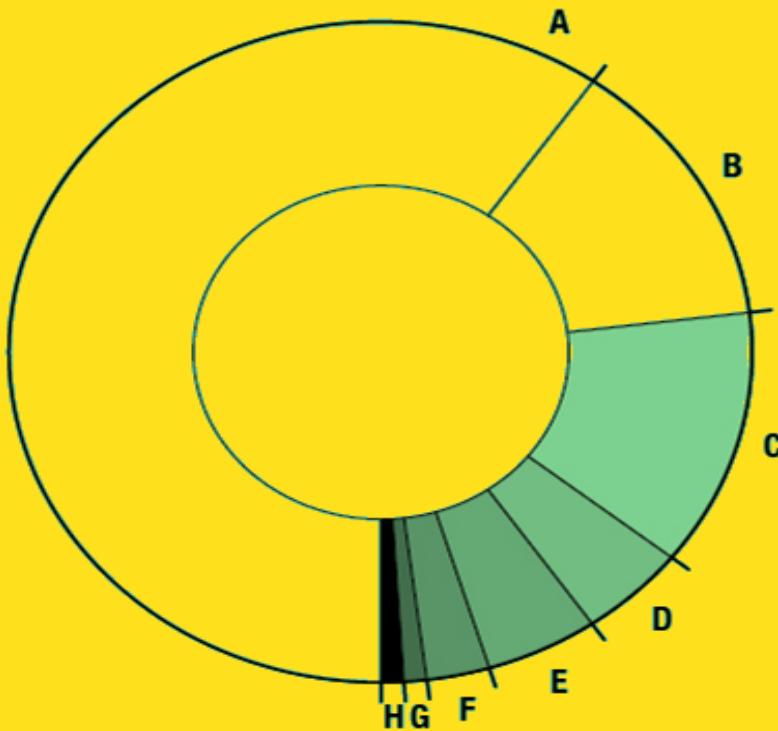
Présentation

- Le bruit routier
- Définition du bruit
- Les sources de bruit routier
- La mesure du bruit routier
- Solutions existantes au bruit routier
- Le béton: plus bruyant !
- Conclusion



LES ENROBÉS PHONIQUES

Le bruit routier... L'origine des bruits urbains

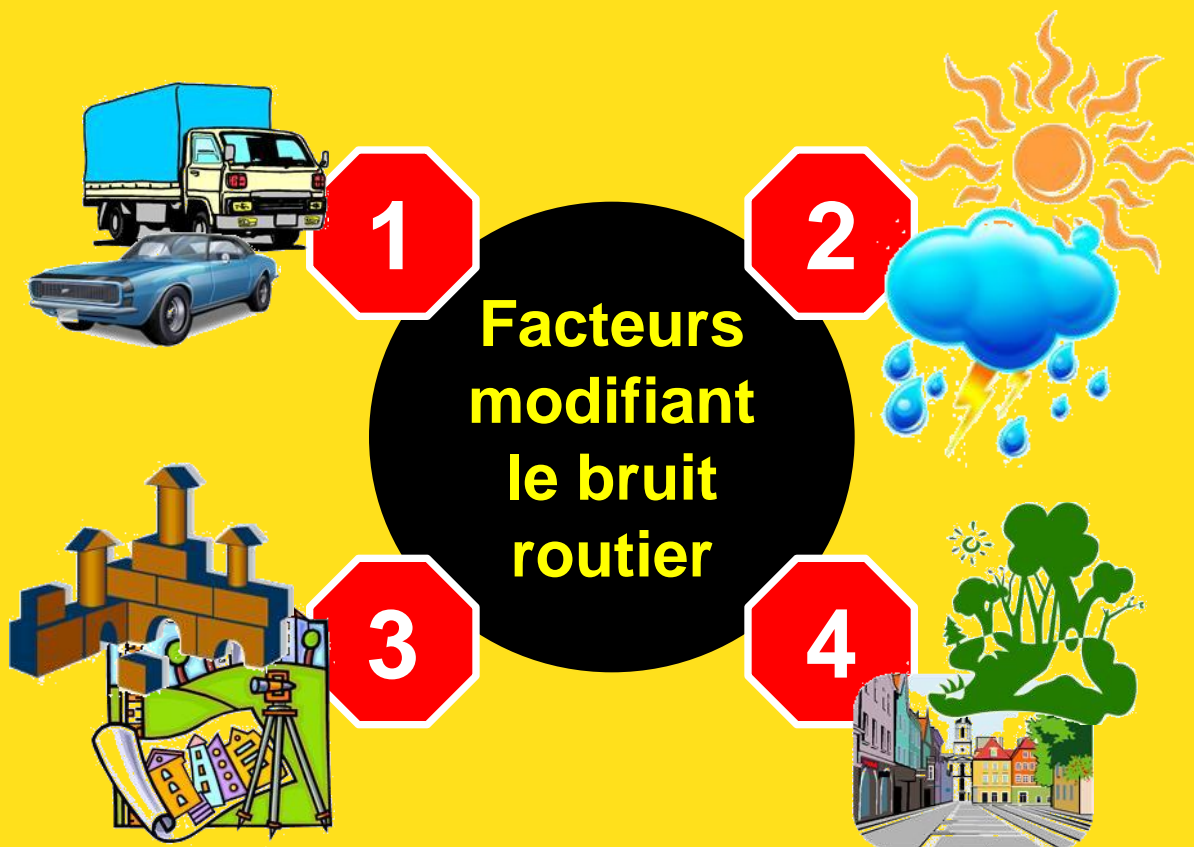


- A) Trafic autoroutier
- B) Voisinage
- C) Commerces et Industries
- D) Train
- E) Autobus
- F) Autres
- G) Loisirs
- H) Avions



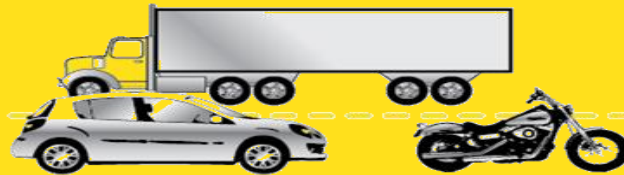
LES ENROBÉS PHONIQUES

Le bruit routier... Facteurs modifiant le bruit



LES ENROBÉS PHONIQUES

Le bruit routier... Facteurs modifiant le bruit



Composition du trafic



Densité du trafic



Conditions climatiques



LES ENROBÉS PHONIQUES

Le bruit routier... Facteurs modifiant le bruit



Vitesse



LES ENROBÉS PHONIQUES

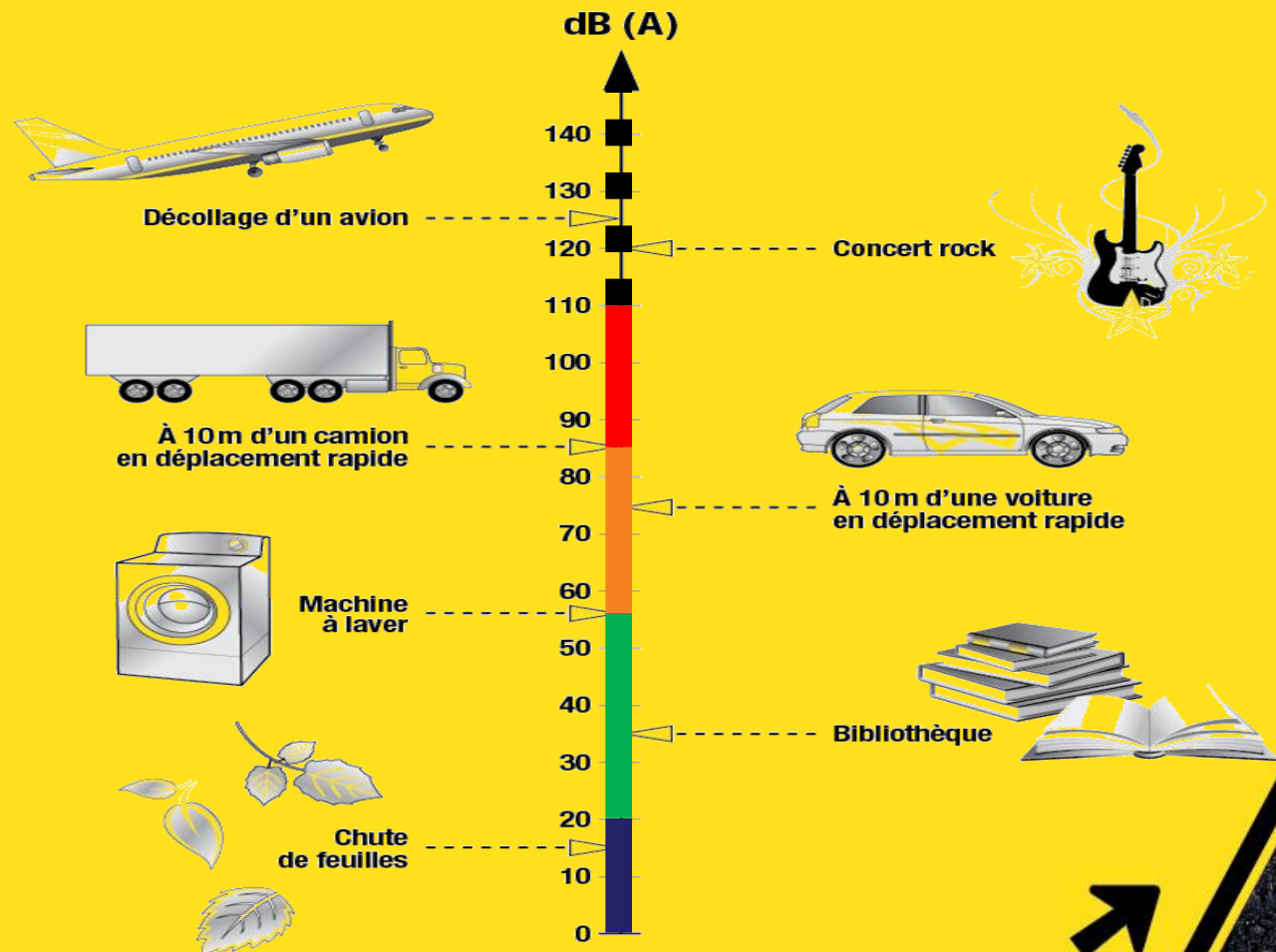
Définition du bruit

- Selon L'OMS, un son devient un **bruit** lorsqu'il produit une **sensation auditive désagréable**.
- Le bruit se distingue par :
 - L'**intensité**: énergie transmise
 - La **hauteur** : fréquence
- Le son s'identifie en **décibels**, dB(A), et les sons dérangeants débutent à **55 dB(A)**



LES ENROBÉS PHONIQUES

**Définition
du bruit...
Perception
du son de
l'oreille
humaine**



LES ENROBÉS PHONIQUES

Définition du bruit

Augmenter le niveau sonore de 3 dB, équivaut à multiplier l'énergie sonore émise par 2



+

=



LES ENROBÉS PHONIQUES

Définition du bruit... Augmentation sonore

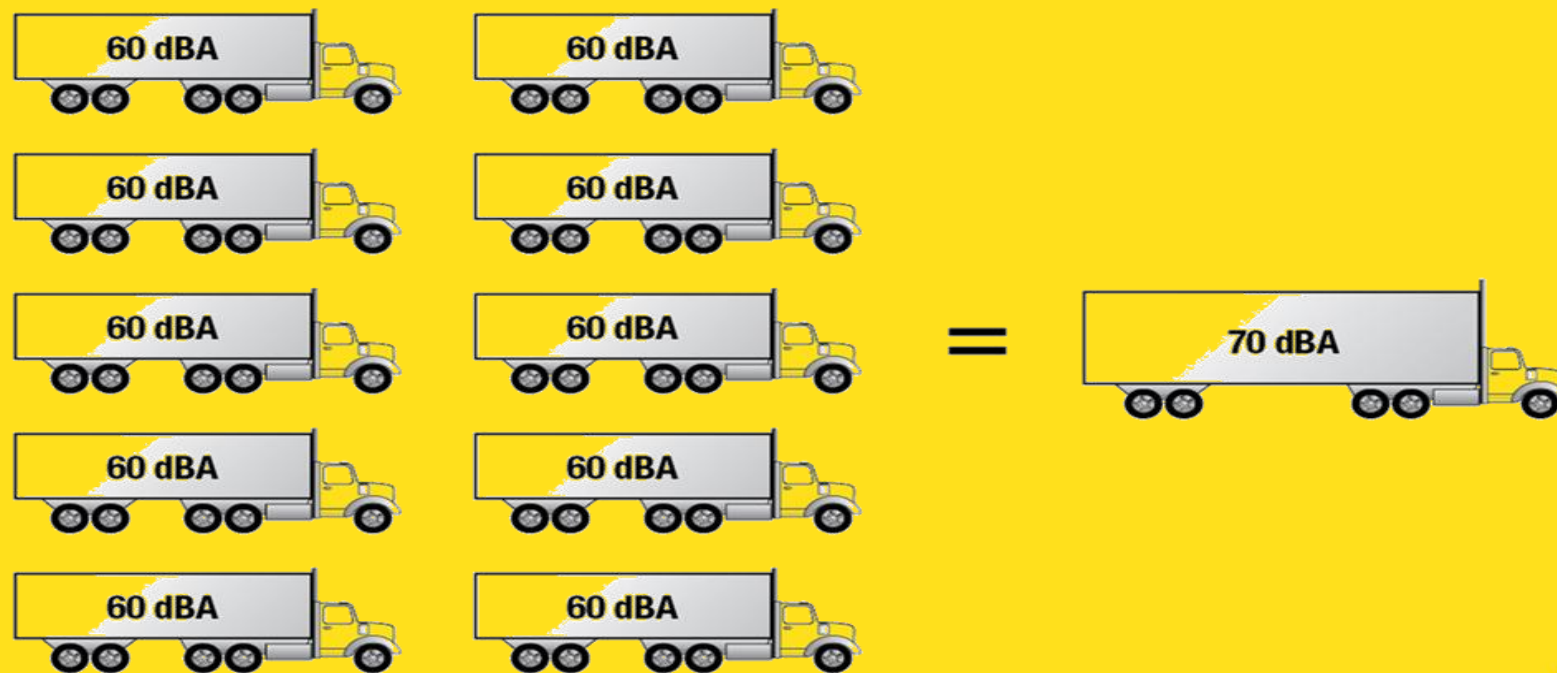


=



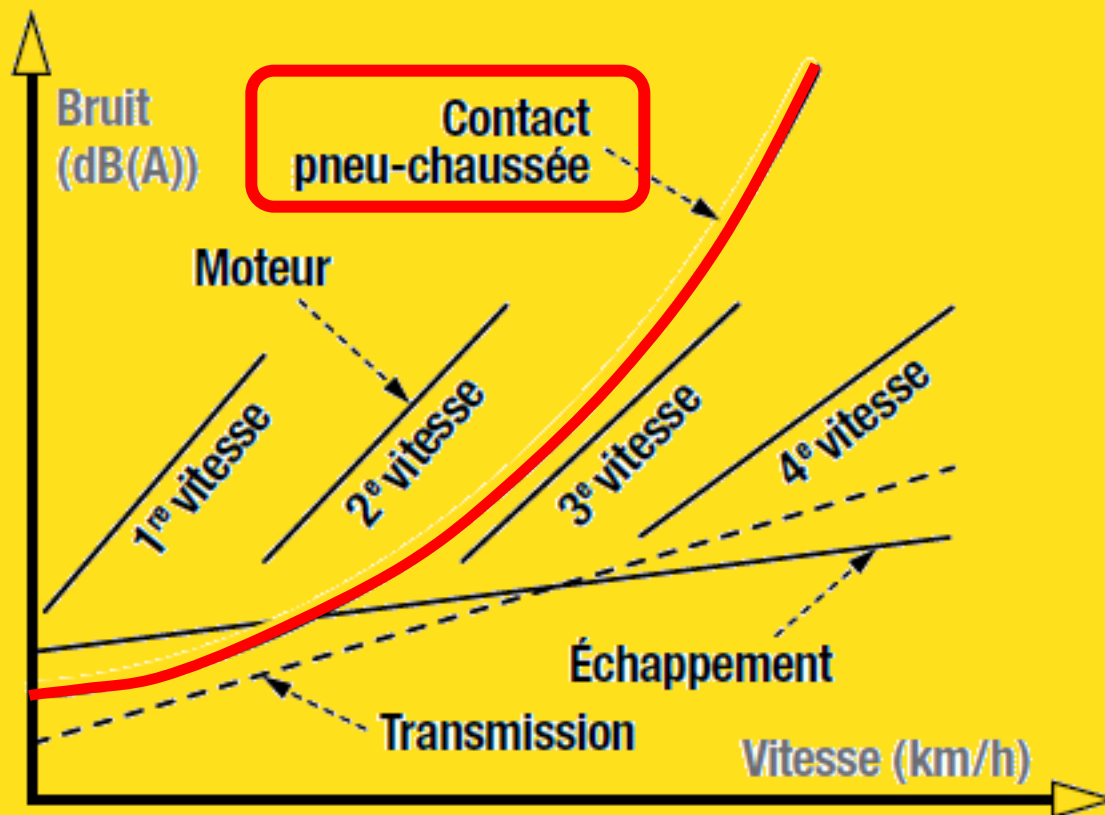
LES ENROBÉS PHONIQUES

Définition du bruit... Augmentation sonore



LES ENROBÉS PHONIQUES

Les sources de bruit routier



Importance respective des sources de bruit sur un véhicule



LES ENROBÉS PHONIQUES

Les sources de bruit routier

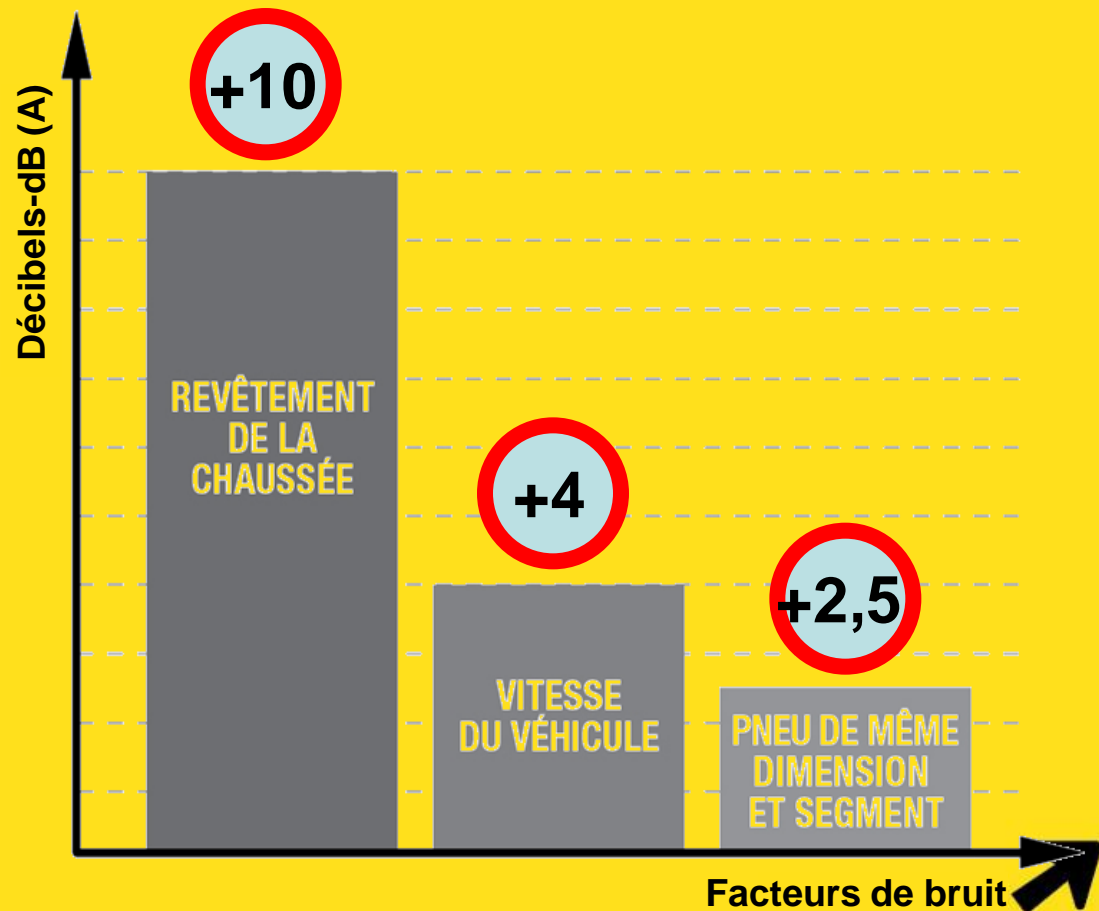
Selon la **vitesse de circulation** des véhicules, le bruit de contact pneu-chaussée représente:

- **35 %** pour une vitesse entre **25 et 40 km/h**;
- **50 %** pour une vitesse entre **40 et 70 km/h**;
- **70 %** pour une vitesse dépassant **70 km/h**



LES ENROBÉS PHONIQUES

Impact des différentes sources de bruit routier



LES ENROBÉS PHONIQUES

Les sources de bruit routier

Un véhicule en fonction peut émettre **plusieurs bruits**:

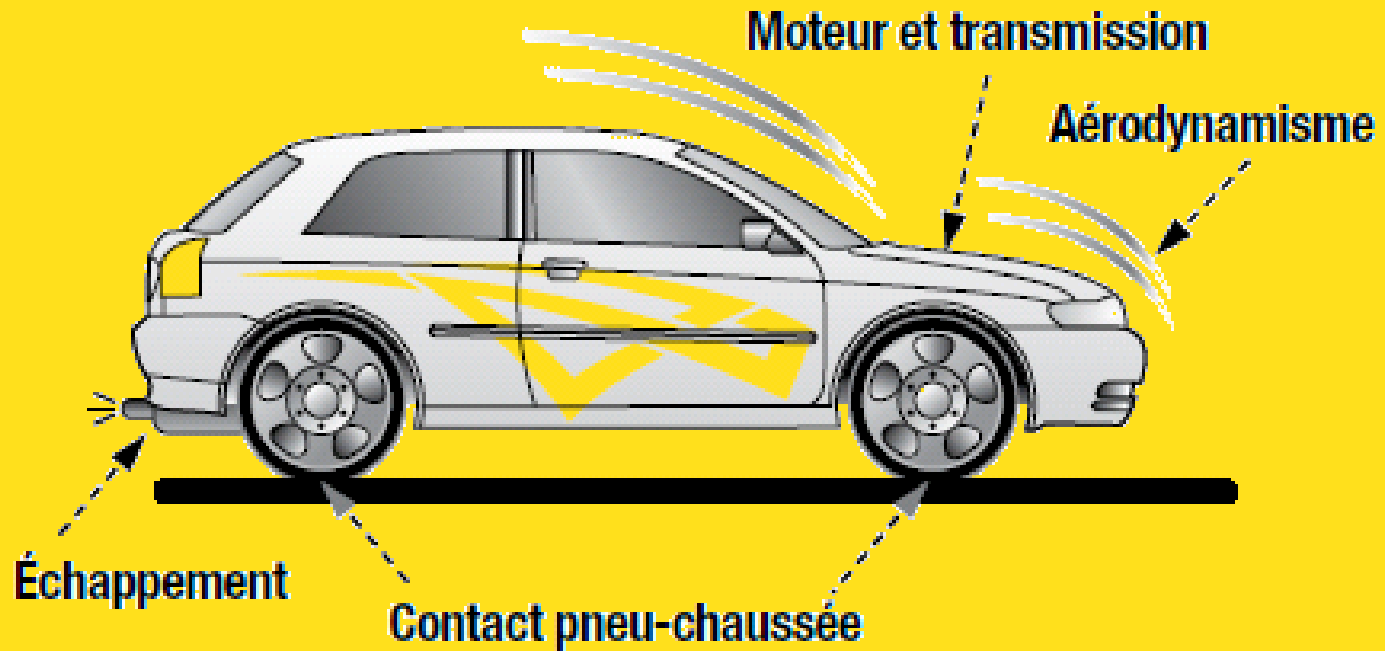
- Bruit d'**origines mécaniques** (moteur, transmission, échappement, etc.)
- Bruit généré par le **contact pneumatique-chaussée**

L'**étendue** des bruits peut varier jusqu'à **10** dB(A)



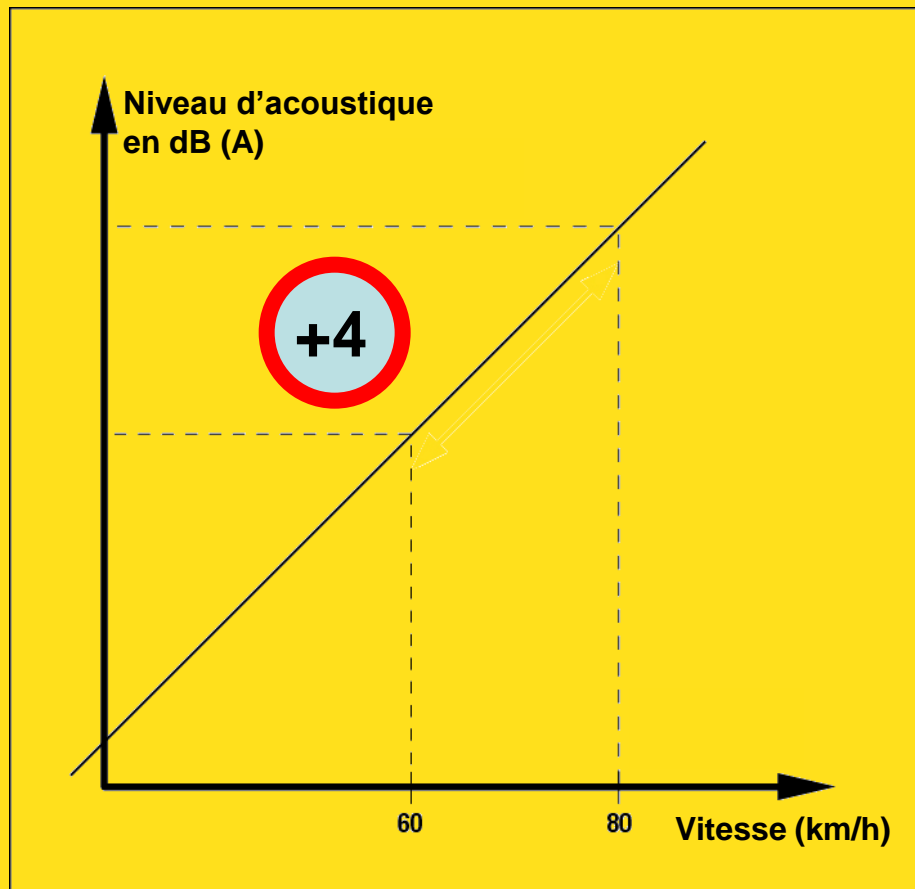
LES ENROBÉS PHONIQUES

Les sources de bruit... d'un véhicule



LES ENROBÉS PHONIQUES

**Effet de la
vitesse sur le
niveau
sonore**



LES ENROBÉS PHONIQUES

La mesure du bruit routier

Deux méthodes sont principalement utilisées

- à la source, soit au contact-pneu chaussée;
- aux abords de la chaussée (Méthode CPX-ISO 11819-2).

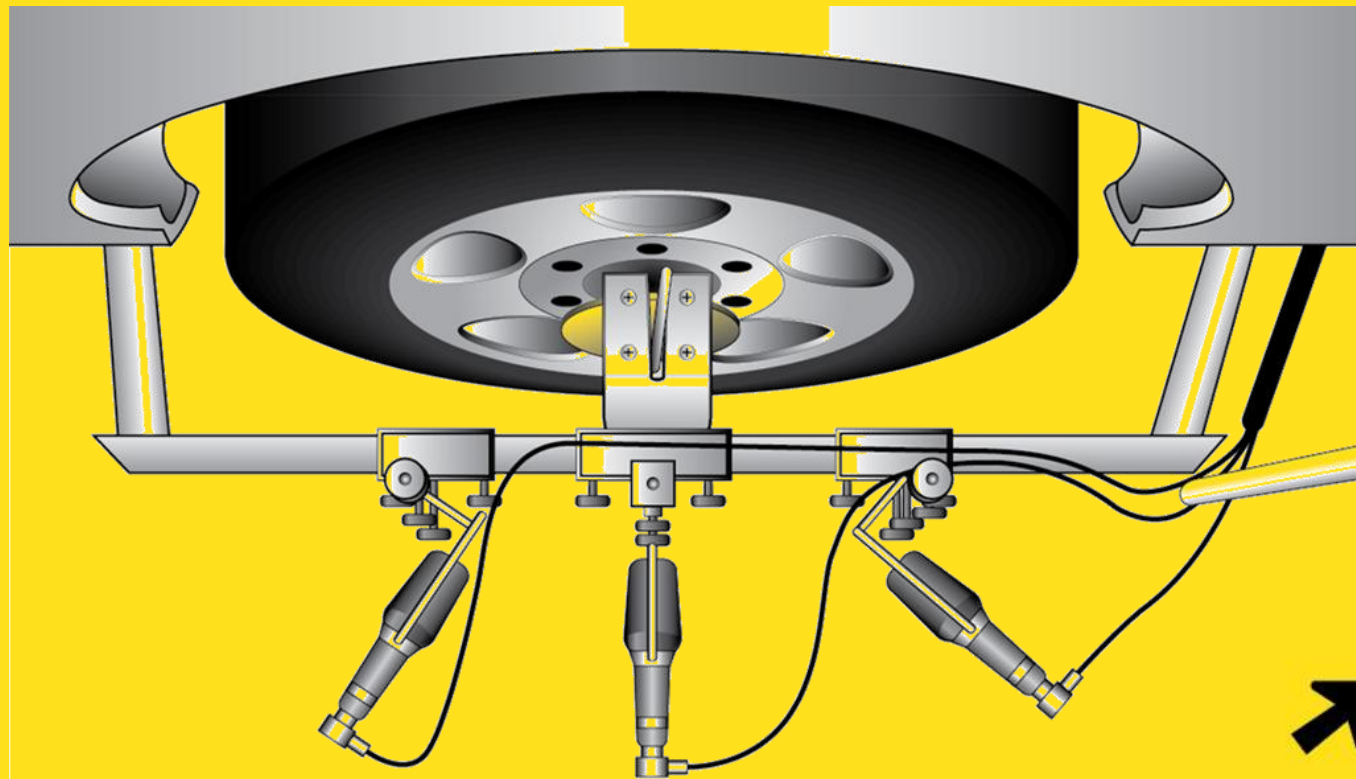
Niveau de bruit aux abords de la chaussée (riverains):

- **55 dB** (A) ($LA_{eq, 24 h}$) est **acceptable**;
- **≥ 65 dB A**) = **intervention** pour apporter des mesures correctives



LES ENROBÉS PHONIQUES

La mesure du bruit routier au contact pneumatique - chaussée



LES ENROBÉS PHONIQUES

La mesure du bruit routier aux abords de la chaussée



LES ENROBÉS PHONIQUES

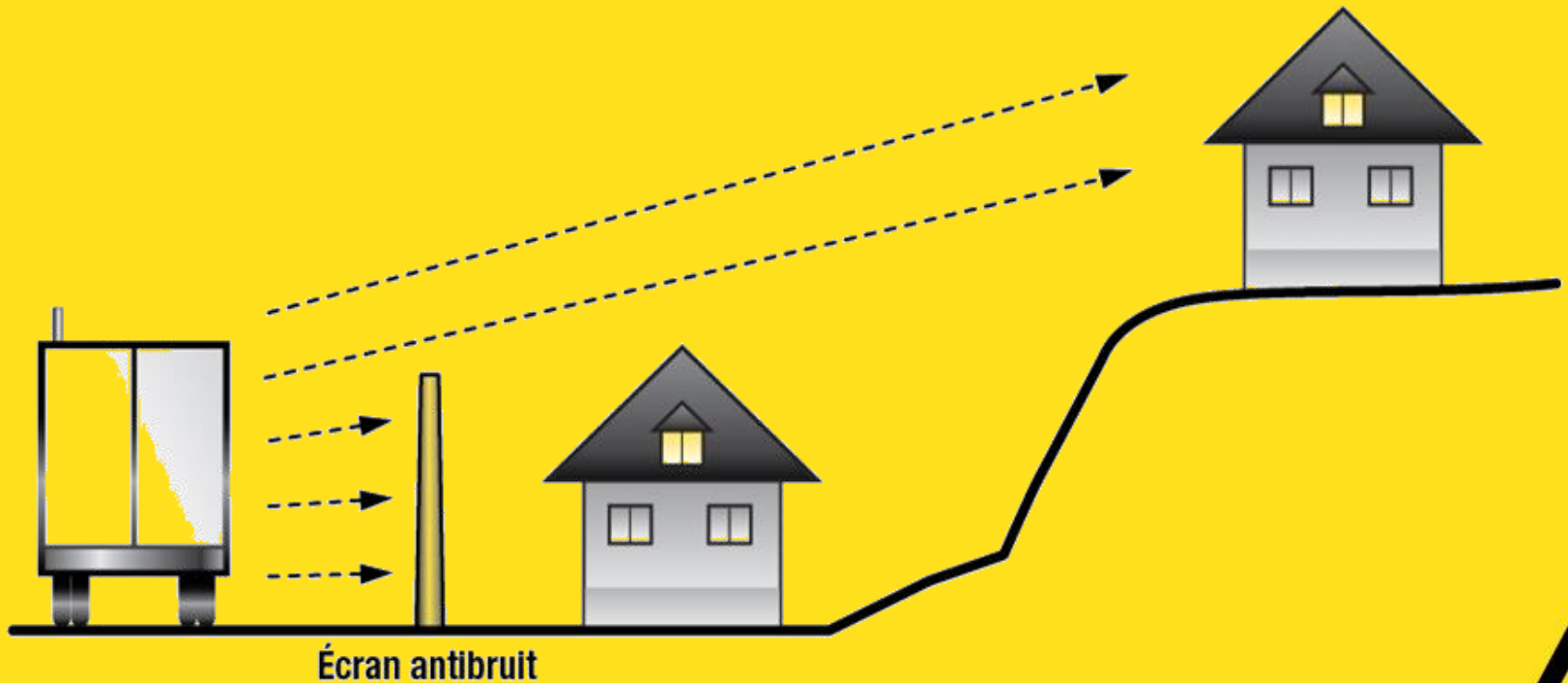
Solutions existantes aux bruit routier

1. **Réduction du bruit à la source (revêtement)**
2. Construction d'écran antibruit
3. Règlementation pour diminuer la vitesse des véhicules lourds
4. Modification de la géométrie de l'infrastructure
5. Isolation des façades des bâtisses à proximité
6. Distance minimale lors de la construction de nouvelles habitations



LES ENROBÉS PHONIQUES

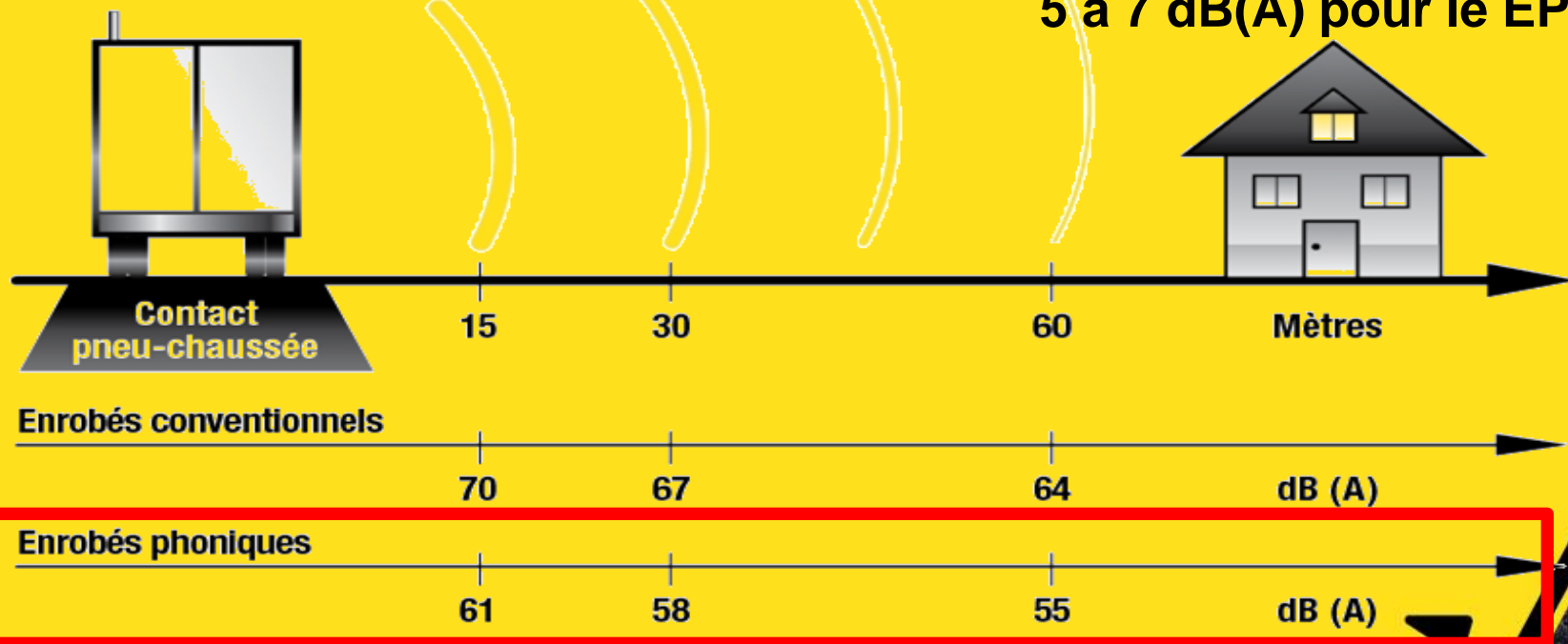
Construction d'écran antibruit



LES ENROBÉS PHONIQUES

Essais acoustique en cours (Tubes de Kunt) :

Valeurs attendues de diminution de bruit: ± 3 dB(A) pour le EP-10
5 à 7 dB(A) pour le EP-6



LES ENROBÉS PHONIQUES



| | OPTIONS AVEC CHAUSSÉES SOUPLES | | OPTIONS AVEC CHAUSSÉES RIGIDES | |
|---|---|---|---|--|
| AUTOROUTE MOYENNEMENT SOLlicitÉE (3 voies) | ENROBÉS À CHAUD (Couche de roulement en ESG-10 à 100 kg/m ²) | ENROBÉS PHONIQUES (Couche de roulement en EP-6 à 75 kg/m ²) | CHAUSSÉE EN BÉTON (Dalle courte goujonnée) | ÉCRAN ANTIBRUIT (Conçu en acier, béton, bois, matière végétale ou verre) |
| Construction ⁽³⁾ (\$/km) incluant les accotements ⁽²⁾ | 1,7 millions (Chaussée composée de trois épaisseurs d'enrobés soit : <ul style="list-style-type: none"> • 50 mm d'ESG-10 • 60 mm d'ESG-14 • 145 mm de GB-20 | 1,8 millions (Chaussée composée de trois épaisseurs d'enrobés soit : <ul style="list-style-type: none"> • 30 mm d'EP-6 • 80 mm d'ESG-14 • 145 mm de GB-20 | 2,5 millions (Chaussé en dalle courte goujonnée de 290 mm) | 2,5 à 5 millions (Les coûts sont fonction de divers éléments dont le type de matériaux, la hauteur du mur et la condition de l'emprise avant les travaux.) |
| Entretien ⁽³⁾ (\$/km par intervention) | 0,2 à 0,25 millions (aux 10 ans) Renouvellement de la couche de roulement (accotements inclus) | 0,12 à 0,15 million (aux 6 à 8 ans) Renouvellement de la couche de roulement (avec accotements, sans planage à froid et travaux préliminaires) | 0,2 à 0,25 million (aux 5 ans) Renouvellement de l'adhérence ⁽⁴⁾ . Le gestionnaire diminuera les coûts d'entretien s'il choisi d'utiliser des enrobés phoniques pour recouvrir la chaussée rigide. | Coûts non-disponible L'entretien est plus fréquent pour les écrans antibruit composés de bois et de matière végétale. |

LES ENROBÉS PHONIQUES

LA SOLUTION AU BRUIT ROUTIER?

.....L'UTILISATION **D'ENROBÉS PHONIQUES!**

C'est l'option la *moins couteuse*.

De plus grâce à une *texture optimisée*, les enrobés *bonifient l'adhérence* du revêtement de la chaussée et, par le fait même, *augmentent la sécurité et le confort acoustique* des usagers du réseau.



LES ENROBÉS PHONIQUES

LES PARAMÈTRES DE FORMULATION

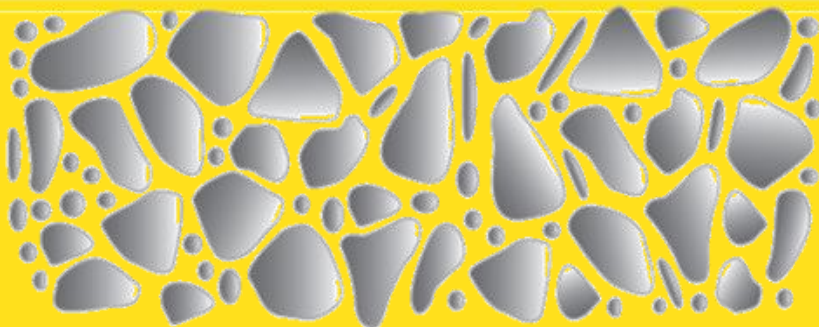
- Distribution granulométrique **discontinue**
- Dimension **nominale maximale** de 6,3 (EP-6) et de 10 mm (EP-10)
- **Pourcentage de vide** entre 12 et 15 % - **CE N'EST PAS UN ENROBÉ DRAINANT**
- Utilisation d'un **bitume modifié** comme liant



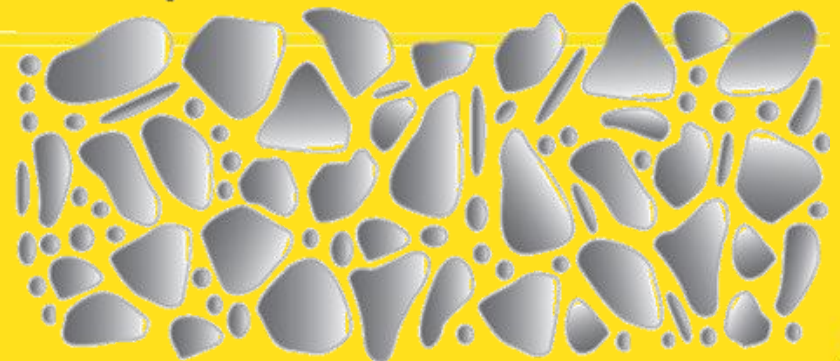
LES ENROBÉS PHONIQUES

LA TEXTURE

Texture négative



Texture positive



La **macro-texture négative** limite le bruit au contact pneu-chaussée



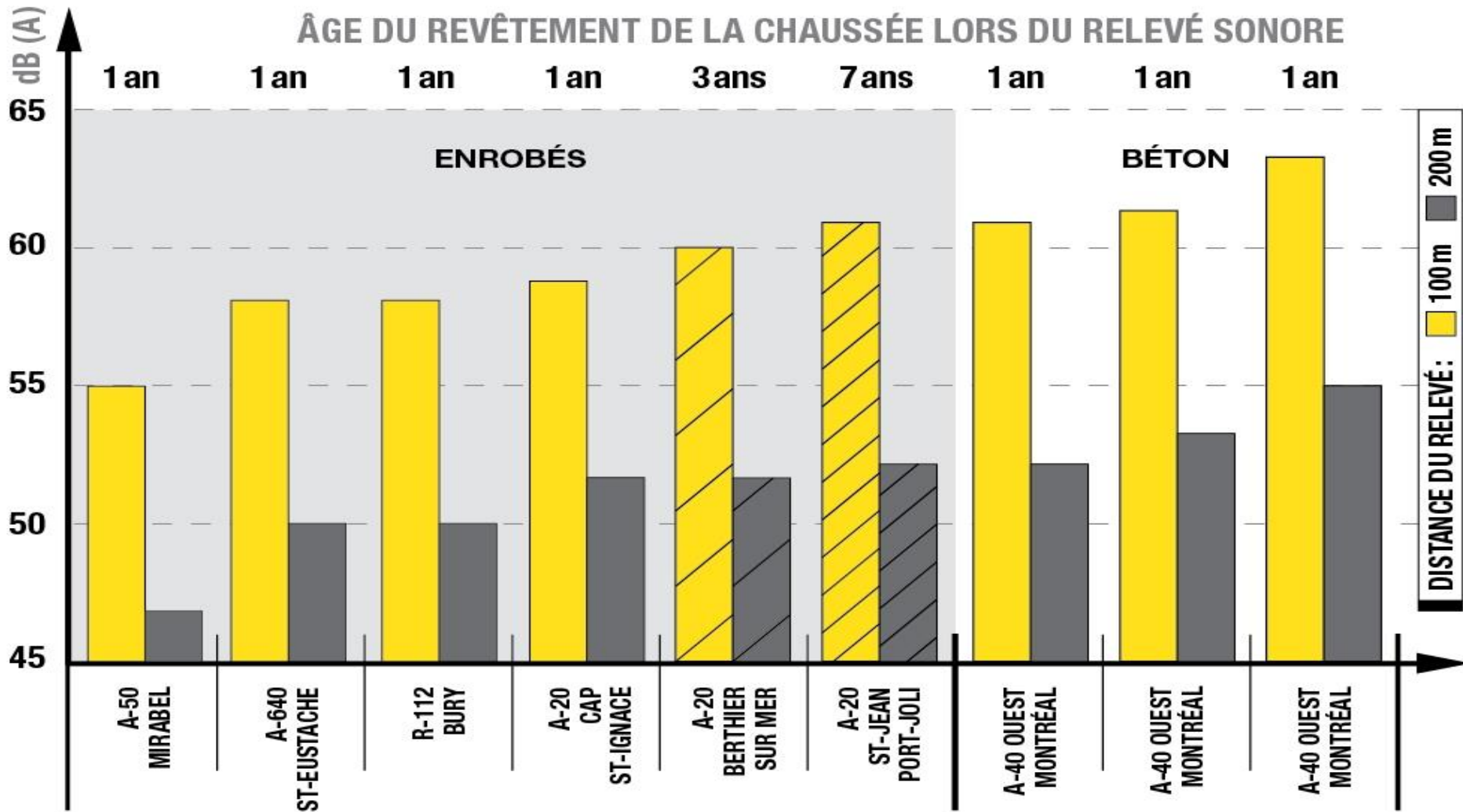
LES ENROBÉS PHONIQUES

LES AVANTAGES DE RECOUVRIR LES DALLES DE BÉTON

- **Diminution** du bruit
- **Regénération** de l'adhérence... d'où une augmentation de la **sécurité** routière
- **Efficacité** supérieure au marquage routier
- **Imperméabilisation** de la dalle de béton



LES ENROBÉS PHONIQUES



LES ENROBÉS PHONIQUES

FICHE TECHNIQUE

ENROBÉS BITUMINEUX

ENROBÉ PHONIQUE EP-6

| | |
|--|---|
| DEFINITION | L'enrobé discontinu EP-6 est un produit spécialisé permettant de diminuer le contact pneu-chaussée des véhicules comparativement à un enrobé continu. |
| AVANTAGES | <ul style="list-style-type: none"> • Augmente la performance acoustique (diminution sonore de 7 dB). • Augmente l'adhérence. • Offre une plus grande résistance à l'ornièrage. • Diminue la projection d'eau. • Améliore l'homogénéité de surface et l'esthétique. • Lorsque le support est composé de béton, la diminution du bruit sonore pour les véhicules est accrue. <p>(*) Lors de recouvrement de dalles de béton, la diminution du bruit, que ce soit en construction ou en entretien, pour tous types de trafic.</p> |
| DOMAINE D'EMPLOI | <ul style="list-style-type: none"> • L'EP-6 est utilisé en couche de roulement pour diminuer le bruit, que ce soit en construction ou en entretien, pour tous types de trafic. |
| LIMITES D'EMPLOI | <ul style="list-style-type: none"> • L'EP-6 est destiné à la couche de roulement uniquement. • Lorsque le support est composé d'enrobés, celui-ci doit être sans fissures excessives, sans ornièrage (< 15 mm²), sans arrachement et sans faiblesse structurale. • Lorsque le support est composé de béton, celui-ci doit être sans joint ouvert ni épaufrures. • Lorsque le support est composé de béton, le support doit être reprofilé par rabotage à froid. <p>(*) Au-delà de cette limite, le support doit être reprofilé par rabotage à froid.</p> |
| FABRICATION | <ul style="list-style-type: none"> • Toutes les centrales d'enrobage continues ou discontinues peuvent produire l'enrobé phonique EP-6. • L'EP-6 est un enrobé à granularité discontinue entre 2 et 4 mm. |
| LIANT D'ACCROCHAGE | <p>La quantité de liant d'accrochage recommandée (avec 60% de résiduel) selon le type de support est de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0,50 Vm² pour des enrobés neufs; • 0,60 Vm² pour des vieux enrobés et une surface fraîsie. <p>Le type de liant d'accrochage à utiliser lors du recouvrement d'un support en béton est une émulsion de bitume polymère à un taux résiduel de 0,60 Vm².</p> <p>N. B. : Pour obtenir plus d'information sur les bonnes pratiques de l'utilisation des liants d'accrochage, consultez le Techno-bitume n°2.</p> |
| MISE EN ŒUVRE | <p>L'EP-6 est un produit spécialisé qui demande des précautions supplémentaires lors de sa mise en œuvre. Voici les recommandations :</p> <ul style="list-style-type: none"> • la température extérieure doit être de 10°C et plus lors de la pose; • l'utilisation d'un véhicule de transfert des matériaux (VTM) est recommandée car la pose d'un enrobé à faible épaisseur entraîne un refroidissement rapide; • la vitesse d'avancement du finisseur doit être entre 6 à 10 m/minutes; • le compactage s'effectue à l'aide d'un rouleau compacteur lisse d'acier (l'utilisation d'un rouleau pneumatique est à proscrire); • le compactage s'effectue en mode statique. Il peut y avoir de la vibration à certains endroits, par exemple, aux joints. Il faut alors compacter à faible amplitude et grande fréquence; • les interventions manuelles doivent être minimisées; • l'épaisseur de l'enrobé doit être entre 20 à 30 mm (après compactage); • l'épaisseur de l'enrobé doit être inférieure à 50°C avant la mise en service. <p>Le pourcentage de vides en place doit être entre 12 à 15%.</p> <p>La profondeur moyenne de texture (PMT) doit être supérieure à 1,0 mm.</p> <p>Le coefficient de frottement transversal est généralement de 0,60 à 0,65 km/h.</p> |
| CARACTÉRISTIQUES DE MISE EN ŒUVRE | <ul style="list-style-type: none"> • Le pourcentage de vides en place doit être entre 12 à 15%. • La profondeur moyenne de texture (PMT) doit être supérieure à 1,0 mm. • À titre indicatif, le coefficient de frottement transversal est généralement de 0,60 à 0,65 km/h. |
| EN PRODUCTION: | <ul style="list-style-type: none"> • Analyse granulométrique. • Teneur en bitume. • Densité maximale (écart tolérable habituel). |
| EN CHANTIER: | <ul style="list-style-type: none"> • La profondeur moyenne de texture (PMT) est un essai de contrôle important. • Taux de pose. • Température de l'enrobé. • Test à priori pour la mesure de compacité est inapplicable à l'enrobé phonique. |

partie V - enrobés à chaud, tableau 2)
COEFFICIENT DE POLISSAGE PAR PROJECTION (CPP) > 0,50*
 (LC 21-102 Résistance au polissage des granulats : méthode par projection)

FUSEAU GRANULOMÉTRIQUE
 (LC 26-350 Analyse granulométrique des granulats et LC 26-007 Analyse granulométrique des granulats d'extraction)

| TAMIS | % PASSANT |
|--------|-----------|
| 6,3 mm | 92-100 |
| 5,0 mm | 64-80 |
| 2,5 mm | 28-34 |
| 80 µm | 7-12 |

ENROBÉ PHONIQUE EP-6

POURCENTAGE DE VIDES
 (LC 26-320 Détermination du pourcentage de vides et de la compacité dans les enrobés à chaud compactés)

| | |
|-----------------------|-----------|
| Vides à 6 girations | ≥ 19 % |
| Vides à 25 girations | 13 à 19 % |
| Vides à 60 girations | 10 à 15 % |
| Vides à 200 girations | ≥ 6 % |

RÉSISTANCE À L'ORNIÈRAGE SUR PLAQUES DE 50 mm
 (LC 26-410 Résistance à la déformation des enrobés à l'essai d'ornièrage)

| | |
|----------------|--------|
| À 1 000 cycles | ≤ 10 % |
| À 3 000 cycles | ≤ 20 % |

TENUE À L'EAU
 (AASHTO T283 - Standard Method of Test for Resistance of Compacted Hot Mix Asphalt (HMA) to Moisture-Induced Damage)

| | |
|--|--------------|
| | 75 % minimum |
|--|--------------|

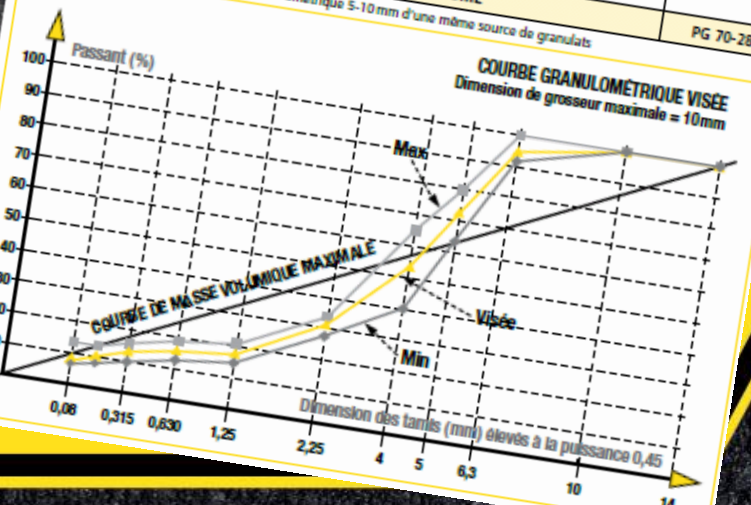
VOLUME DE BITUME EFFECTIF
 (LC 26-004 Formulation des enrobés à l'aide de la presse à cisaillement giratoire selon la méthode du laboratoire des chaussées)

| | |
|--|--------------------------|
| | V _{be} = 12,5 % |
|--|--------------------------|


GRADE DE BITUME

| | |
|--|----------|
| | PG 70-28 |
|--|----------|

* Cette valeur s'applique sur la fraction granulométrique 5-10 mm d'une même source de granulats



INFORMATIONS GÉNÉRALES

- Définition
 - Avantages
 - Domaine d'emploi
 - Limites d'emploi (couche de roulement uniquement)
 - Fabrication (discontinuité entre 2 – 4 mm pour le EP-6 et entre 2,5 - 5 mm pour le EP-10)
 - Liant d'accrochage (taux selon le type de support)
 - Mise en œuvre (épaisseur de 20 à 30 mm pour l'EP-6 et entre 25 à 35 mm pour l'EP-10, rouleau compacteur lisse d'acier et sans vibration)
 - Contrôle de qualité (PMT, mesure de compacité inapplicable)
- 

INFORMATIONS TECHNIQUES

- Catégorie du gros granulat et du granulat fin
- Coefficient de polissage par projection
- Fuseau et courbe granulométrique
- Pourcentages de vides à 6, 25, 60 et 200 girations
- Résistance à l'orniérage à 1000 et 3000 cycles
- Tenue à l'eau
- Volume de bitume effectif
- Grade de bitume (PG 70-28)

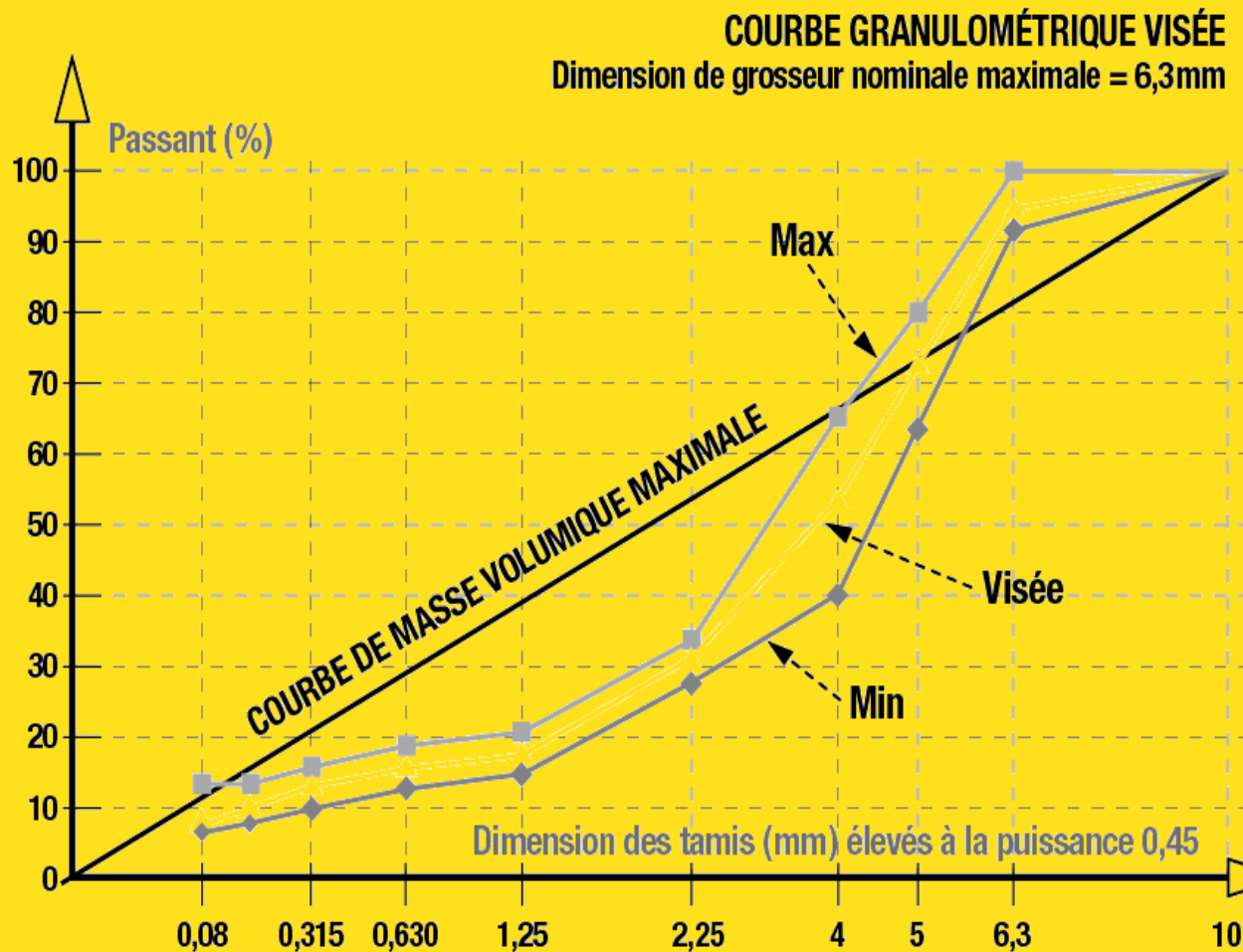


LES ENROBÉS PHONIQUES

FICHE TECHNIQUE

ENROBÉS BITUMINEUX

COURBE GRANULOMÉTRIQUE DU EP-6



LES ENROBÉS PHONIQUES

FICHE TECHNIQUE

ENROBÉS BITUMINEUX

COURBE GRANULOMÉTRIQUE DU EP-10

