

# REVETEMENTS A CARACTERE ANTIKEROSENE ET RESPECTUEUX DE L'ENVIRONNEMENT

Ch. DENEUVILLERS  
SCREG, Groupe COLAS, Magny-les-Hameaux, France  
deneuvillers@rte.screg.fr

## RESUME

Certaines zones de circulation sont soumises à l'agression de produits hydrocarbonés, en particulier de carburants d'avions ou de véhicules divers. La solution longtemps retenue pour la protection des chaussées à caractère antikérosène était celle des revêtements fabriqués à partir d'un liant issu du traitement de la houille, le brai, souvent additivé par des polymères de type PVC pour contribuer à répondre à des sollicitations mécaniques. Cependant, depuis une dizaine d'années, le brai a été classé très toxique par les autorités compétentes et il a été démontré qu'il a des effets très néfastes sur la santé et bien sûr son emploi a été proscrit par certaines compagnies routières. La recherche de produits de substitution a été entreprise dans un souci de préservation de l'environnement et de respect de la santé des travailleurs. Elle a conduit à la mise au point d'une gamme de revêtements à caractère antikérosène, non toxiques, souvent à base de bitume, plus ou moins résistants aux agressions des dérivés du pétrole. Ainsi, différents types de revêtements appliqués ont été conçus, appliqués à chaud (à base de liant d'enrobage pour conduire à un effet antikérosène dans la masse) ou à froid (à base de liant bitumineux ou de résines synthétiques placées en émulsion aqueuse pour un effet de protection superficielle). Il s'agit par exemple d'enrobés bitumineux, d'enrobés percolés, de membranes non gravillonnées ou d'enduits à base de bitume et/ou de résines, d'enrobés coulés à froid, mais aussi de produits annexe tel que par exemple des mastics bi-composant, appliqué à froid, pour le garnissage des joints. Tous ces produits sont exempts de constituants toxiques ou mal réglementés. En absence de méthode standard de caractérisation des revêtements ou produits à caractère antikérosène, une méthodologie pour classifier la résistance aux solvants hydrocarbonés, mais aussi leurs performances mécaniques, est également décrite. Chaque type de produit peut être évalué en laboratoire, selon une méthodologie définie. En parallèle, une évaluation des exigences K (résistance aux solvants hydrocarbonés), P (résistance au poinçonnement), R (résistance au roulage) est établie en fonction des types d'ouvrages rencontrés (aéroports, stations services, parking, dépôts..). On peut ainsi facilement mettre en concordance, selon les critères K, P, R spécifiés par le demandeur pour le revêtement, le produit présentant un niveau minimum pour ces critères.

## MOTS CLES :

REVETEMENTS ANTIKEROSENE / ENVIRONNEMENT / ENROBES BITUMINEUX / FILMS MINCES / ENROBES COULES A FROID / PERFORMANCES MECANIQUES

## 1. INTRODUCTION

Les revêtements de chaussées sont parfois soumis à l'agression plus ou moins importante des produits pétroliers de type carburants ou combustibles. Lorsque le liant de l'enrobé est constitué de bitume pur, résidu de distillation sous vide du pétrole, il est très compatible avec ce type de fluxants qui ont tendance à le ramollir et donc à fragiliser la structure. Elle peut être affaiblie seulement superficiellement dans un premier temps, mais aussi dans la

masse lorsque l'attaque chimique est associée à une agression mécanique (poinçonnement, cisaillement, trafic, manœuvres...). Ceci concerne plus particulièrement les zones de stationnement ou les zones de ravitaillement et peut concerner les véhicules légers, les poids lourds ou les avions. Une solution longtemps retenue était d'employer des revêtements à base de brai, obtenu par pyrolyse de la houille. De structure chimique différente de celle des produits pétroliers, les produits issus de la carbochimie ne sont pas compatibles avec les solvants pétroliers courants et ne subissent donc pas leur attaque. Ils étaient utilisés à chaud (liant d'enrobage pour un effet antikérosène dans la masse) ou à froid (liant placé en émulsion aqueuse pour un effet de protection superficielle). Cependant, depuis une dizaine d'année, le brai a été classé très toxique par les autorités compétentes et il a été démontré qu'il a des effets très néfastes sur la santé (phrase de risque R45). Ainsi, l'utilisation des liants à base de brai a été proscrite par nombre de sociétés routières et des techniques de remplacement ont été proposées. En effet, des recherches ont été engagées et ont débouché sur la mise au point d'une gamme de revêtements antikérosène (notation « AK ») ne contenant pas de dérivés houillers dangereux pour la santé de l'homme.

Une méthodologie de caractérisation des performances antikérosène et mécaniques de ces revêtements, que l'on peut ensuite comparer aux exigences des ouvrages à réaliser est d'abord présentée dans cet article. Pour ce faire, il a été attribué à chaque revêtement des niveaux de performances AK et mécaniques mesurés selon des modes opératoires d'essais appropriés et définis selon la notation Kx, Py, Rz. avec K pour « antikérosène », P pour « poinçonnement » et R pour « roulage ». Parallèlement, ont été définis pour les différents ouvrages les niveaux d'exigences qui leurs sont associés en matière de résistances aux hydrocarbures et mécaniques, notés de la même manière Kx, Py, Rz.

## **2. CLASSIFICATION DES REVETEMENTS EN TERMES DE SOLLICITATIONS CHIMIQUES ET MECANIQUES**

2.1. Classes d'exigences de tenue à l'agression de solvants hydrocarbonés :  
détermination du niveau du critère Kx

Les valeurs de Kx sont fonction du type de revêtements antikérosène (les mêmes essais ne s'appliquant pas à tous les types de revêtements), avec x variant de 0 à 3.

- K0 : les revêtements ne sont pas concernés par l'agression par des hydrocarbures.
- K1 : le niveau d'agression par les hydrocarbures est qualifié de faible. Cette qualification se traduit par une présence accidentelle au contact du sol d'hydrocarbures peu agressifs de type fuel lourd et huiles lourdes, pendant une durée de contact faible.
- K2 : le niveau d'agression est qualifié de moyen. Cette qualification se traduit :
  - soit par la présence occasionnelle au contact du sol d'hydrocarbures peu agressifs mais pour une durée de contact prolongée,
  - soit par la présence fréquente au contact du sol d'hydrocarbures agressifs, comme par exemple supercarburant et huiles légères, mais pour une durée de contact faible.
- K3 : le niveau d'agression par les hydrocarbures est qualifié d'important. Cette qualification se traduit par la présence fréquente au sol d'hydrocarbures agressifs.

2.1.1. Les enrobés à chaud et les enrobés percolés

Pour les enrobés à chaud et percolés, la mesure de Kx correspond à celle de la mesure du rapport de résistance de type Duriez  $r/R$  après immersion dans le kérosène. Les essais sont réalisés selon un mode opératoire dérivé de la norme NF P 98-251-1. Le niveau de

résistance à la compression Duriez à sec « R » est déterminé sur des éprouvettes conservées après fabrication, 24 heures à température ambiante puis 7 jours à 18°C et 50% d'humidité relative. Le niveau de résistance à la compression après immersion « r » est mesuré après conservation des éprouvettes 24 heures à température ambiante et 7 jours en immersion dans le kérosène à 18°C.

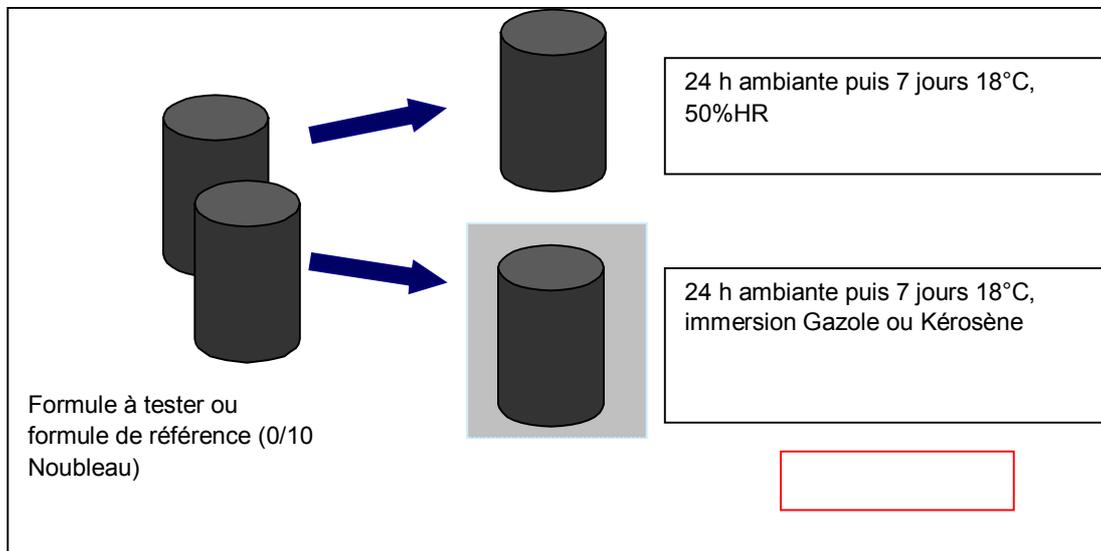


Figure 1 - caractérisation de la performance antikérosène des enrobés

Les niveaux de performances doivent être obtenus avec les constituants et selon la formulation prévisible du chantier. Dans le cas d'étude de recherche ou d'évaluation de liants, une formule de référence est alors utilisée.

Les niveaux de résistance attribués sont consignés dans le tableau 1 .

Tableau 1 - détermination des niveaux de Kx pour les enrobés

Résultats de compression type Duriez r/R	Valeur de Kx
$r/R < 0,35$	K0
$0,35 \leq r/R < 0,50$	K1
$0,50 \leq r/R < 0,65$	K2
$0,65 \leq r/R$	K3

### 2.1.2. Les revêtements minces

Pour les revêtements minces (membranes, enduits ou enrobés coulés à froid), il n'est pas possible de réaliser des essais de compression Duriez. L'évaluation du niveau de Kx s'effectue après attaque de l'échantillon par le solvant hydrocarboné et comparaison avec des niveaux de tenue de revêtements de référence [références normatives : Standard specification for Emulsified Coal-Tar Pitch (Mineral Colloid Type) ASTM D 3320 et Standard test method for films deposited from Bituminous Emulsions ASTM D466-42]. Le principe du test est le suivant : des cylindres sont collés sur la surface à tester, elle-même appliquée sur un enrobé de référence. Une masse précise de kérosène est placée dans chaque cylindre pendant un délai de contact de 24 heures. Après ce laps de temps, l'aspect du solvant résiduel et des revêtements est observé, en comparaison avec un film réputé ne pas résister (film de bitume pur) et d'un film complètement résistant (film de résine pure).

Le tableau 2 compile les niveaux de résistance attribués aux revêtements en fonction des comportements vis à vis de l'attaque.

Tableau 2 - détermination des niveaux Kx pour les films minces

Résultats d'évaluation après attaque	Valeur de Kx
niveau 0 : bitume pur	K0
niveau 1	K1
niveau 2	K2
niveau 3 : résine pure	K3

## 2.2. Classes d'exigences de tenue au poinçonnement : détermination du critère Py

Les essais de tenue au poinçonnement sont effectués sur les revêtements de type enrobés à chaud, d'après la méthode décrite dans les annales de l'institut technique du bâtiment et des travaux publics – Recommandations F.N.T.P. : « Revêtements de sols industriels – Recommandations pour un essai de poinçonnement statique », n° 465 - juin 1988. L'essai consiste à mesurer, en fonction du temps, à des températures et sous des charges données, l'enfoncement d'un poinçon de section définie dans une éprouvette du produit soumis à l'essai. Cet enfoncement, exprimé en mm dépend de la durée de l'essai, de la charge appliquée, de la température à laquelle s'effectue l'essai et de la section du poinçon. Les valeurs de ces paramètres, choisies en fonction de l'utilisation des produits testés et de l'environnement dans lequel ils seront utilisés, sont données dans le tableau 3.

Trois cas types d'exigences peuvent se présenter :

- P1 : Charges statiques faibles
- P2 : Charges statiques modérées
- P3 : Charges statiques importantes

Pour répondre à ces exigences, les revêtements doivent présenter un enfoncement à l'essai de poinçonnement inférieur aux valeurs données dans le tableau 3 aux deux températures.

Tableau 3 - détermination des niveaux Py

Poinçonnement statique en mm sous 5MPa, après 24 h, S = 8cm <sup>2</sup>	
à 25 °C	à 60°C
P1 : P ≤ 10 mm	P1 : P ≤ 17 mm
P2 : P ≤ 7 mm	P2 : P ≤ 13 mm
P3 : P ≤ 1 mm	P3 : P ≤ 8 mm

## 2.3. Classes d'exigences de tenue au roulage : détermination du critère Rz

Il n'existe pas, à ce jour, d'essais d'évaluation de la tenue au roulage/cisaillement des revêtements routiers. Les niveaux de résistance (Rz) donnés dans le tableau 4 correspondent à des estimations basées sur l'expérience.

Tableau 4 - détermination des niveaux Rz

Exigences	Pression appliquée par roue	Trafic - manœuvres
R1	VL, PL<6t, avions tourisme (pression <0,5MPa)	< 100/j
R2	VL, PL, avions tourisme (pression <1MPa)	PL 10-100/j VL 100-1 000/j
R3	VL, PL, tous types d'avions (y compris avions militaires de transport) sauf très gros porteurs (pression <1,5MPa)	PL 100-300/j VL 1 000-3 000/j
R4	VL, PL, tous types d'avions dont gros porteurs (exemple : B777, A340-600, A380, avions militaires de chasse) (pression >1,5 MPa)	PL > 300/j VL > 3 000/j

### 3. CARACTERISATION DES PRINCIPAUX DOMAINES D'EMPLOI DE REVETEMENTS ANTIKEROSENE

#### 3.1 Identification des principaux domaines d'emploi

Il s'agit principalement des ouvrages suivants :

- les aéroports et aérodromes : pistes, seuils de piste, taxiways, hangars, stationnement, ravitaillement,
- les stations services,
- les aires de stationnement qu'il s'agisse de poids lourds, de véhicules légers ou d'engins militaires,
- les dépôts de carburants, en protection des bacs de rétention, dans les stations de pompage.

#### 3.2 Niveaux requis pour les critères Kx, Py, Rz, en fonction du type d'ouvrage

Le tableau 5 donne pour chaque type d'ouvrage un exemple de classement type en termes d'exigences vis à vis de la tenue aux hydrocarbures (Kx), de la résistance au poinçonnement (Py) et au roulage (Rz).

Tableau 5 : Niveaux Kx, Py, Rz, requis en fonction du type d'ouvrage

Type d'ouvrage	Classement exigences
Aéroports civils et bases militaires Seuil de piste Taxiways Hangars Stationnement Ravitaillement	K1-P2-R3 ou R4 K2-P2-R3 ou R4 K2-P3-R3 ou R4 K2-P3-R3 ou R4 K3-P2-R2
Aérodromes civils Hangars Stationnement Ravitaillement	K2-P2-R1 K2-P2-R1 K3-P2-R1
Stations services Ravitaillement VL Ravitaillement PL Autres	K3-P1-R2 K2-P2-R3 K2-P1-R2
Stationnements PL VL Engins militaires	K2-P2-R3 ou R4 K2-P1-R2 K2 ou K3-P2 ou P3-R2
Dépôts carburants Bac de rétention Station pompage	K2 ou K3-P1-R1 K3-P2-R2

#### 4. LA GAMME DES PRODUITS ANTIKEROSENE

Une palette complète de produits antikérosène a été élaborée dans laquelle on peut distinguer :

- des enrobés bitumineux,
- des enrobés bitumineux percolés,
- des membranes non gravillonnées à base de bitume et/ou résines,
- des enduits gravillonnés à base de bitume et résines,
- des ECF ou coulis à base de bitume et/ou de résines,
- existe aussi un mastic bi-composant, appliqué à froid, pour le garnissage des joints entre béton, métaux, pavés, enrobés bitumineux ou asphalte à base de résine époxy-uréthane.

##### 4.1 Les enrobés bitumineux

Ils sont réalisés à base de liants bitumineux modifiés. Ils constituent une couche de roulement dont l'efficacité, vis à vis des agressions liées aux produits pétroliers, peut être considérée comme relativement durable du fait qu'ils sont modifiés dans la masse. Ils offrent la possibilité de corriger le profil et l'uni. Ils résistent bien à l'orniérage et aux contraintes tangentielles et de cisaillement. En fonction de leur formulation, les enrobés type COLNAK, COMPOMODULE AK, COMPO AK peuvent être classés selon la méthode décrite ci-dessus jusqu'à K3. Le tableau ci-dessous donne des exemples de valeurs K obtenues selon les essais décrits dans la méthode.

Tableau 6 – exemple de résultats de caractérisation de liants AK et d'enrobés AK

Bitumes de base		B1	B1	B1 + A1	B4
TBA	°C	65	56		57
Pénétrabilité à 25°C	1/10mm	38	44		41
Stabilité au stockage (3 j -170°C)					
TBA (haut)	°C	61,8	56,0		55,6
TBA (bas)	°C	61,0	56,2		55,8
Viscosité	mPa.s				
125°C		4000	2 300		2 300
150°C		1100	640		640
175°C		360	235		220
K	-	0,67	0,68	0,67	0,70
R, 7 j 18°C, 50% HR	MPa	17,4	13,3	18,1	13,5

La résistance des revêtements au poinçonnement et aux efforts tangentiels peut être améliorée pour atteindre un niveau P2 ou P3 et R4 grâce à l'emploi de formulations d'enrobés adaptées (MULTICOL, COMPOMODUL THP, SACERFALT EXP).

#### 4.2. Les enrobés percolés

Il s'agit de matériaux composites qui associent la souplesse d'une matrice en béton bitumineux à la résistance d'un matériau composite hydraulique – polymère. En particulier, ils ont une résistance élevée au poinçonnement. Ils offrent aussi une résistance très satisfaisante aux sollicitations tangentielles et à l'orniérage. Leur rugosité superficielle est modulable et peut être adaptée au type d'usage. Leur application ne peut se faire que sur des supports à faible déformabilité du fait de leur forte rigidité.

Selon la méthode décrite ci-dessus, les enrobés type RODAL, COMPOCEM ou SACERSOL sont classés P3 et jusqu'à K3 à condition de protéger leur surface.

#### 4.3 Les revêtements minces

##### 4.3.1 Généralités

Il s'agit des membranes non gravillonnées, d'enduits gravillonnés à base de bitume et /ou de résine, d'ECF à base de bitume et/ou de résine. Le conditionnement sous forme d'émulsions permet l'application à froid par des moyens simples, la réduction des problèmes d'environnement, d'hygiène et de sécurité, la mise en œuvre par des procédés économiques du point de vue énergétique.

Leur texture de surface les rend antidérapants. Les réparations sont faciles et rapides, même en petite surface.

Selon la méthode décrite et en fonction des techniques, les niveaux atteints avec ses produits sont à titre indicatif les suivants :

- membranes non gravillonnées à base de bitume et résine (COLNAK, EMULAK AH, INDAS AK) : K2 ou K3.
- Enduits gravillonnés à base de bitume et résines ( COLNAK enduit scellé SPRAYGRIP-COLGRIP) : K2
- ECF ou coulis à base de bitume et/ou résine (COLNAK ECF/coulis RUGOSEAL AK) : K2

##### 4.3.2 Cas des membranes à base de résine

Les revêtements à base de résines en dispersion aqueuse de type EMULAK AH ou INDAS AK, à caractère antikérosène peuvent s'appliquer pour toutes classes de trafic routier ou aéronautique, dans la mesure où ils sont appliqués sur une structure convenablement dimensionnée. Cependant, ils ne sont pas adaptés là où le trafic exerce

des efforts élevés d'arrachement (par exemple les zones d'évolution de chariots à bandages pleins, de demi-tour des poids lourds, etc.).

Dans la méthode de choix des revêtements à caractère AK décrite ci-dessus, ce type de produit est classé K3, c'est à dire qu'il présente une très bonne tenue à l'attaque par des solvants hydrocarbonés, et R2, c'est à dire une résistance au cisaillement moyenne. Celle ci peut être toutefois améliorée (R3) par l'application d'une couche de produit supplémentaire.

Les essais de tenue à l'agression par des hydrocarbures ont montré la supériorité de ce type de coulis par rapport à des techniques à bases de bitume pur et même en comparaison d'émulsions à base de brai. Son caractère imperméabilisant en fait, en effet, une protection très performante.

Le niveau 0 est attribué au revêtement en émulsion de bitume pur qui ne résiste pas du tout à l'agression du kérosène. Avec une protection en émulsion de résine, le même enrobé support n'est pas atteint par l'attaque du solvant et ne subit aucun dommage.

Tableau 7 - valeurs K pour membrane non gravillonnée

<b>Revêtement</b>	<b>Aspect après 24 h</b>	<b>Aspect du kérosène après 24h</b>	<b>Notation</b>
EMULAK AH / INDAS AK	Inchangé	Solution limpide, claire, proche du kérosène témoin	Niveau K3
Emulsion de bitume pur	Attaque, film détruit	Solution noire et opaque	Niveau K0
Emulsion de brai	Légère attaque	Solution brune et limpide	Niveau K2

Les revêtements sont appliqués conformément aux conditions réelles de mise en œuvre spécifiées dans leurs fiches techniques respectives (température et humidité de l'air ambiant, support en enrobé bitumineux fermé, dosages, délai de recouvrement entre couches).

Ces revêtements allient les avantages des produits en phase aqueuse, (ils ne dégagent pas de composés organiques volatils nuisibles), à ceux des produits simples d'emploi et économiques. Ils font partie de la famille des films minces et ils offrent une protection de surface efficace mais fonction des sollicitations appliquées.

Ils ne présentent aucun danger important ni pour la santé des applicateurs, ni pour celles des utilisateurs dans la mesure où les règles d'emploi sont suivies. Il ne présente pas non plus de nuisance vis-à-vis de l'environnement et ne nécessite aucune classification pour le transport.



Photo 1 - Exemple de réalisation en membrane non gravillonnée

## 5. CONCLUSIONS

Cette méthode permet de choisir dans une liste de techniques, des solutions adaptées à des exigences de tenue aux solvants pétroliers et de tenue mécanique, associées à des domaines d'emploi identifiés.

Il est toutefois indispensable de vérifier que les autres exigences des marchés soient satisfaites par les techniques retenues, et notamment leur offre en matière d'adhérence.

Les classements et données décrits ici s'appuient sur les informations connues à ce jour et, de ce fait, sont destinés à évoluer avec l'état des connaissances et l'expérience à venir.

Les différents produits à caractère antikérosène décrits dans cet article ont fait l'objet de nombreuses applications sur le terrain avec succès. Ils sont très performants aussi bien en termes de tenue aux solvants hydrocarbonés qu'en termes de tenue mécaniques.

## REFERENCES

Ballié M., Gal J.F. (mars 2002), COLNAK : nouveaux enrobés bitumineux antikérosène de Colas sans dérivés houillers, RGRA n°804

Deneuvillers Ch., Fuel resistant microsurfacing, ISSA Annual Congress, Berlin, Germany, March 10-13, 2002

Deneuvillers Ch., Carbonneau X., Tessonneau H. (mai 2002) Enrobés bitumineux à caractère antikérosène, RGRA n°806

Deneuvillers Ch., Letaudin F., Gal J.F. (novembre 2001) Des revêtements résistant aux hydrocarbures et préservant la santé des individus. Une nouvelle méthode du groupe Colas, RGRA n°800

Deneuvillers Ch., Turmel E. (novembre 2001) Protection antikérosène des surfaces bitumineuses : EMULAK AH, RGRA n°800

Turmel E., Frinault T., Deneuvillers Ch. (novembre 1995) Les revêtements de sols coulés à base de résines synthétiques, RGRA n° 734