

PROJET SEDIASPHALTE

Livrable 2.2. Etudes de caractérisation des matériaux entrants dans la fabrication des asphaltes d'étanchéités

-Expertise technique et avis-



Table des matières

I.	Objet de l'étape 2 du projet et du présent livrable	4
II.	Expertise technique et avis sur les caractéristiques des matériaux entrants dans la formulation des asphaltes coulés.....	4
II.1.	Les fines (les fillers)	4
II.2.	Les granulats	7
II.2.1.	Sables.....	7
II.1.2.	Les gravillons	8
II.1.3.	Additifs.....	8
II.3.	Les bitumes.....	9
II.3.1.	Les types des bitumes	10
II.3.2.	Essais de caractérisation des bitumes	11
II.3.3.	Classification des bitumes naturels	16
III.	Conclusion de la partie Etudes de caractérisation des matériaux entrants dans la fabrication des asphaltes coulés - Expertise technique et avis -	19
IV.	Annexes.....	20

Liste des figures

<i>Figure 1. Caractéristiques type des fillers calcaires utilisés dans les asphaltes coulés produits par NordAsphalte</i>	<i>5</i>
<i>Figure 2. Distribution granulométrique des sables roulés 0-2mm</i>	<i>7</i>
<i>Figure 3. Distribution granulométrique des sables 0-4mm</i>	<i>8</i>
<i>Figure 4. Composition des bitumes.</i>	<i>9</i>
<i>Figure 5. Représentation schématique des deux types de structures de bitumes.</i>	<i>10</i>
<i>Figure 6. Essai de pénétrabilité à l'aiguille.</i>	<i>12</i>
<i>Figure 7. Appareil Bille et anneau</i>	<i>13</i>
<i>Figure 8. L'essai du point de rupture Fraass.</i>	<i>14</i>
<i>Figure 9. Schéma de l'essai de vieillissement (RTFOT).</i>	<i>14</i>
<i>Figure 10. Viscosimètre rotatif.</i>	<i>15</i>
<i>Figure 11. Classification de l'asphalte naturel.</i>	<i>16</i>
<i>Figure 12. Schéma de principe du processus de distillation des bitumes</i>	<i>18</i>

Liste des tableaux

<i>Tableau 1. Essai recommandé pour filler d'asphalte.</i>	<i>5</i>
<i>Tableau 2. Caractéristiques des fillers siliceux utilisés dans les asphaltes coulés produits par NordAsphalte</i>	<i>6</i>

I. Objet de l'étape 2 du projet et du présent livrable

Cette deuxième étape avait pour objectif la réalisation des prélèvements, prétraitements et la caractérisation des sédiments sélectionnées. Ceci permettra de bien préparer les sédiments sélectionnées (prétraitements et caractérisations physicochimiques, géotechniques et environnementaux post-prétraitements) pour la phase suivante qui concerne l'étude de formulation. **Ces actions ont été réalisées par IMT Nord Europe.**

L'action de **NordAsphalte** consistait à donner son avis et réaliser une expertise technique sur le choix des essais de caractérisations physicochimiques, géotechniques et environnementaux des sédiments retenus pour la suite de l'étude. Ceci au regard de la normalisation et spécification relatives aux choix des matériaux habituellement utilisés pour la formulation et la fabrication des AC.

II. Expertise technique et avis sur les caractéristiques des matériaux entrants dans la formulation des asphaltes coulés

Selon le **Fascicule 10-** Cahier des prescriptions administratives et techniques communes aux asphaltes coulés, ces derniers sont composés de bitume (liant), de fillers, de sable et de gravillons. Dans ce qui suite nous allons définir et détailler les caractéristiques de ces différents constituants.

La norme NF EN 12970 (décembre 2000) définit l'asphalte coulé comme étant un mélange d'un « mastic » (liant bitumineux et poudre d'asphalte naturel) et d'un « squelette » minéral (granulats de granulométrie variés 0/6, 6/10 ou 10/14) en proportions variables. Les différents constituants des asphaltes coulés pour étanchéité varient suivant les types d'asphaltes considérés (bitume naturel, bitume d'ajout, fines, les granulats (sables et gravillons).

II.1. Les fines (les fillers)

Les fines (encore appelées fillers) sont utilisées dans les formulations d'asphaltes coulés pour combler les vides résiduels et assurer une meilleure étanchéité du produit asphalte. Ils sont obtenus par broyage de roches sédimentaires généralement de nature calcaire. Les fines d'origine autre que calcaire sont réservées à la fabrication des asphaltes soumis aux milieux acides. La distribution granulométrique des éléments qui les constituent sont inférieure à 80 µm.

Principalement, les fines utilisés pour la formulation des asphaltes coulés doivent satisfaire les conditions suivantes :

L2.1. Etudes de caractérisation des matériaux entrants dans la fabrication des asphaltes coulés- Expertise techniques et avis-

- Masse volumique : $\geq 2,6 \text{ kg/m}^3$.
- Pourcentage de vides Rigden : 32 à 38 %.
- Volume apparent dans le toluène : 10 à 20.

Généralement, la formulation des AC exige des fillers calcaires naturels issus de la roche calcaire naturel qui doit présenter une teneur en carbonate de calcium supérieur à 90%. Ces granulats fins doivent être substantiellement retenue au tamis de 0,063mm et large fraction passe au tamis de 2mm. Les fillers introduit dans les asphaltes coulés doivent aussi remplir certaines propriétés physiques, qui présenté dans le tableau 1.

Tableau 1. Essai recommandé pour les fillers utilisés dans les asphaltes coulés.

Titre de l'essai	Référence	Valeur conseillée
Porosité du filler sec compacté (Rigden)	NF EN 1097-4	$V \leq 40 \%$
Détermination du pouvoir absorbant	NF P 98-256-1	PA > 40 g
Détermination du pouvoir rigidifiant	NF EN 13179-1	$8 \text{ }^\circ\text{C} \leq \Delta \text{TBA} \leq 16 \text{ }^\circ\text{C}$
Essai au bleu de méthylène	NF EN 933-9	MBf $\leq 10 \text{ g}$
Mesure de la surface spécifique Blaine	NF EN 196-6	$\geq 2 \text{ 000 cm}^2/\text{g}^2$ ①
Volume apparent	Mode opératoire O.A.	entre 10 et 20

① L'écart type sur la production doit être $< 350 \text{ cm}^2/\text{g}$.

La figure 1 présente les caractéristiques des fillers calcaires utilisés habituellement pour la formulation des AC commercialisés par la NordAsphalte. Ils sont composés de 98% de CaCO_3 , avec une granulométrie très fine ($D_{\text{max}} < 125 \mu\text{m}$).

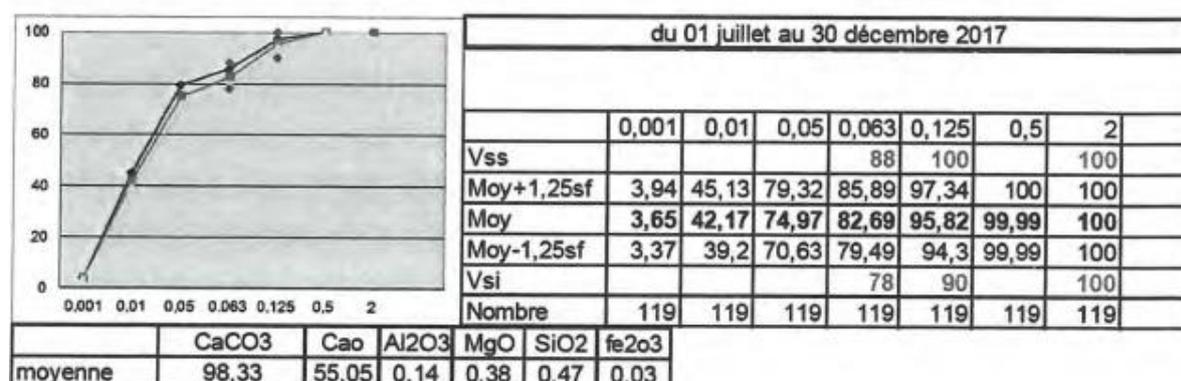


Figure 1. Caractéristiques type des fillers calcaires utilisés dans les asphaltes coulés produits par NordAsphalte

Le tableau 2 présente l'ensemble des caractéristiques physicochimique des fillers siliceux utilisés par la société NordAsphalte. Leur composition minéralogique est composée

L2.1. Etudes de caractérisation des matériaux entrants dans la fabrication des asphaltes coulés- Expertise techniques et avis-

principalement de silice (99,1%). Leur densité et leur surface spécifique sont de 2,65Mg/m³ et 2943cm²/g, respectivement.

Lors des études d'optimisation des prétraitements des sédiments, il serait pertinent de viser ces valeurs, ou du moins être proche des caractéristiques de ces fillers siliceux

Tableau 2. Caractéristiques des fillers siliceux utilisés dans les asphaltes coulés produits par NordAsphalte

Analyse chimique type		
SiO ₂	sup. à	99,1 %
Fe ₂ O ₃	inf. à	303 ppm
Al ₂ O ₃	inf. à	4839 ppm
TiO ₂	inf. à	158 ppm
CaO	inf. à	271 ppm
K ₂ O	inf. à	3708 ppm

Caractéristiques physiques type		
Densité réelle (Pycnomètres)		2,65
Dureté (Mohs)		7
Indice de réfraction		1,54 à 1,55
Densité		#1,00
Surface spécifique BLAINE (cm ² /g)		2943
Absorption d'huile (ISO 787/5-1980 en g/100 g)		#21
Humidité sortie usine (%)		maxi 0,1
Perte au feu (%)		maxi 0,2
pH		7 à 8,5
Couleur L*		89,49
Couleur a*		0,90
Couleur b*		3,37

II.2. Les granulats

D'après la norme NF EN 12970 (Déc. 2000), l'asphalte coulé peut se composer de différents composés granulaires. Cependant on distingue deux groupes d'asphalte coulé, le mastic d'asphalte qui présente la charge minérale de fine granularité (filler calcaire –poudre d'asphalte naturel) avec le bitume, et le deuxième groupe qui sont les asphaltes coulés sablés et gravillonnés, dont les granulats utilisés sont supérieurs à 2mm.

II.2.1. Sables

Ils proviennent soit de dépôts naturels, soit du concassage de roche, et peuvent être classés en deux catégories :

- Sable fin : de 0,08 à 0,2 mm
- Sable grossier : de 0,2 à 2 mm

Selon la norme NF EN 12970, qui encadre la production des asphaltes d'étanchéités, le sable utilisé dans les mélanges d'asphaltes coulés type AP1 sont des sables roulés ou concassés de classe 0-2mm ou 0-4mm. Les sables roulés sont à privilégier car ils contribuent à améliorer la maniabilité et l'ouvrabilité des AC.

Les distributions granulométriques des sables utilisés habituellement dans la formulation des AC sont présentés dans la figure 1.

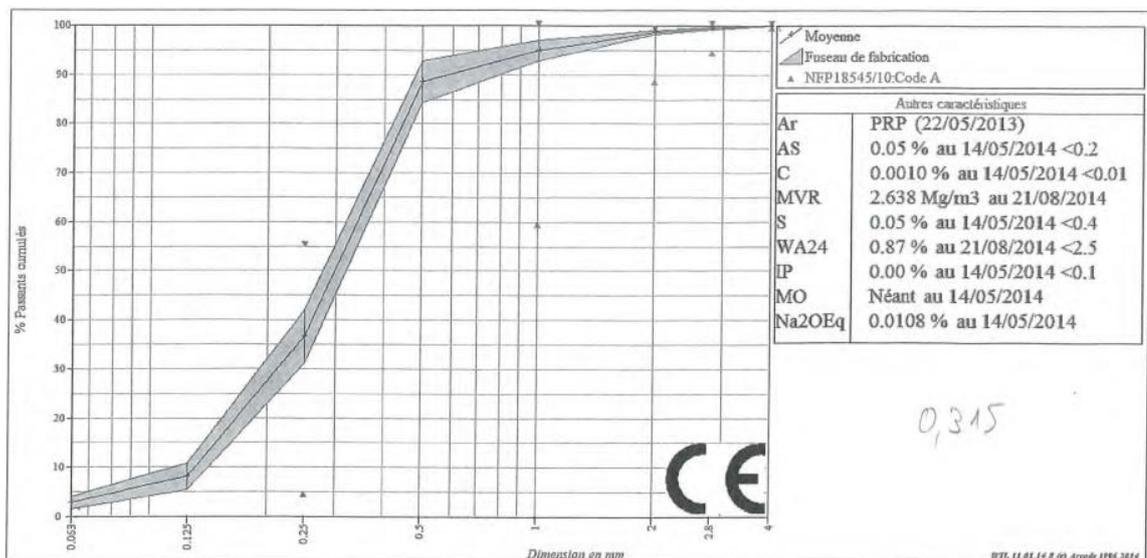


Figure 2. Distribution granulométrique des sables roulés 0-2mm

L2.1. Etudes de caractérisation des matériaux entrants dans la fabrication des asphaltes coulés- Expertise techniques et avis-

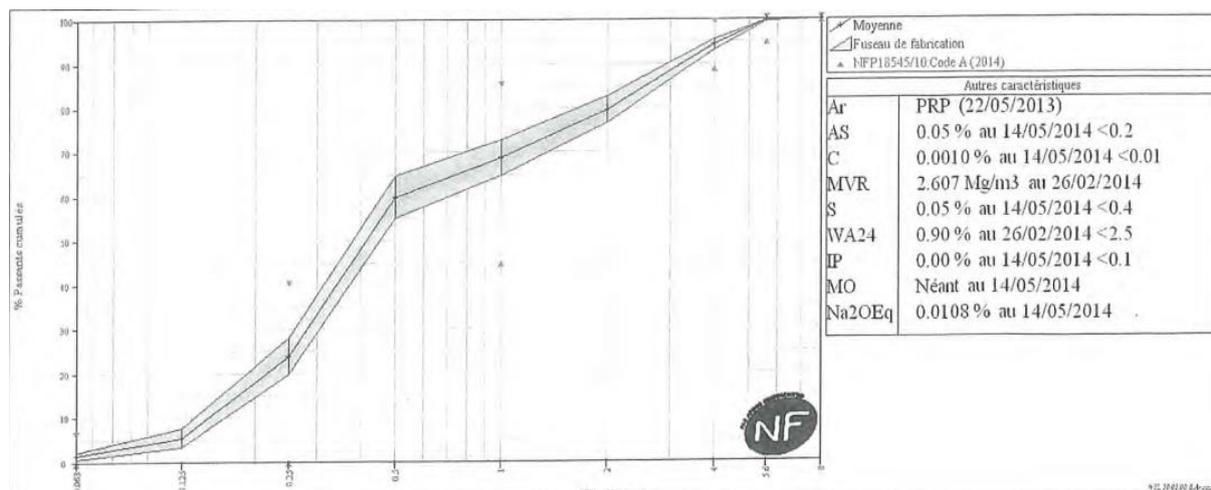


Figure 3. Distribution granulométrique des sables 0-4mm

II.1.2. Les gravillons

La granularité de ces granulats s'étale en général de 2 à 10 mm. Les gravillons concassés de calcaire dur ou de quartz sont imposés pour certaines formules, notamment celles relatives aux couches de protection où l'on recherche à la fois leur dureté et une bonne adhésivité du bitume. Les granulats de lit de rivière, tels que silico-calcaires ou mignonnettes, conviennent parfaitement pour les matériaux de protection d'étanchéité.

Les gros granulats (porphyre) utilisés dans les asphaltes coulés sont de type porphyre, généralement issus de roche massive. Il existe plusieurs diamètres du porphyre (2/4, 2/6, 4/6 et 6/10mm) et chaque classe granulaire correspond à une application bien définie et parfois deux classes granulaires de porphyres sont utilisées pour optimiser le squelette granulaire.

II.1.3. Additifs

Selon le domaine d'utilisation, et les conditions d'application, on introduit des additifs au bitume ou au produit final (matrice d'asphalte). Les additifs ne doivent présenter aucune nocivité pour l'environnement et doivent résister aux hautes températures. De plus, ils ne doivent avoir aucune influence sur les propriétés de base des asphaltes coulés. Parmi les additifs disponibles sur le marché, on peut citer les élastomères, les polymères en granulé, en poudre ou sous forme liquide, les pigments, les cires. La mise en place de ces additifs dans le mélange ou dans le bitume doit avoir une répartition homogène afin d'avoir un mélange d'asphaltes coulés le plus homogène possible.

II.3. Les bitumes

Diverses techniques analytiques ont été développées pour l'identification et la quantification de chaque molécule dans les fractions à bas point d'ébullition du pétrole. Cependant, le nom de pétrole ne décrit pas une composition de matière mais plutôt un mélange de divers composés organiques qui comprend une large gamme de poids moléculaires et de types moléculaires qui existent en équilibre les uns avec les autres. Ainsi, les recherches sur le caractère du pétrole se sont concentrées sur l'influence de son caractère dans les opérations thermiques et l'effet de la composition fractionnée. Cependant, la composition fractionnelle du pétrole varie considérablement avec la méthode d'isolement ou de séparation, ce qui entraîne des complications potentielles dans le choix des schémas de traitement appropriés pour ces charges d'alimentation. Mais, en général, le pétrole peut être défini de trois ou quatre fractions générales classées en fonction de leur solubilité : asphaltènes, résines saturés et aromatiques (figure 4).

Les asphaltènes sont des produits insolubles qui se représentent sous forme solide et de couleur noire. Les asphaltènes se cassent au point de ramollissement élevé. En effet, plus les asphaltènes sont présent dans le bitume plus il est dur. Cependant, la faction soluble dans le bitume brut (heptane) correspond au maltènes qui peut se séparer en trois phases. Le bitume de distillation se présente comme un système colloïdal dans lequel les asphaltènes constituent les micelles, tandis que les huiles représentent la phase inter micellaire (figure 4).

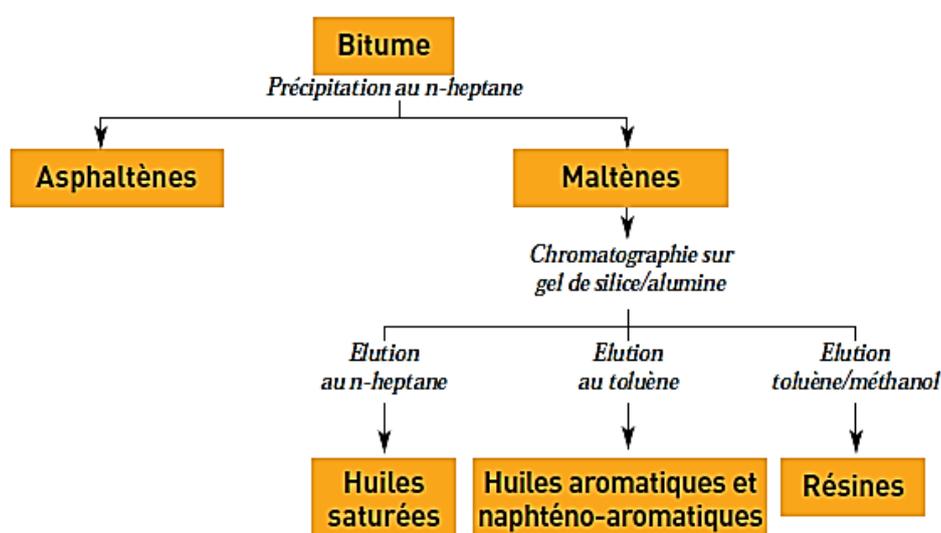


Figure 4. Composition des bitumes.

Les asphaltènes sont généralement responsable de la viscosité et de propriétés d'adhésivité lorsque la température varie. Les asphaltènes sont des éléments hydrocarbonés constitués de $(83 \pm 3) \%$ de carbone et $(7,3 \pm 0,2) \%$ d'hydrogène (figure 5). Le rapport H/C,

L2.1. Etudes de caractérisation des matériaux entrants dans la fabrication des asphaltes coulés- Expertise techniques et avis-

proche de 1, permet de caractériser la présence de cycles aromatiques condensés. L'azote, l'oxygène et le soufre sont trois éléments qui contiennent les molécules d'asphaltènes. Les viscosités des saturés, des aromatiques et des résines dépendent de la distribution des poids moléculaires et de l'interaction entre les molécules. Plus le poids moléculaire est élevé, plus le degré d'interaction est élevé, et plus la viscosité est élevée.

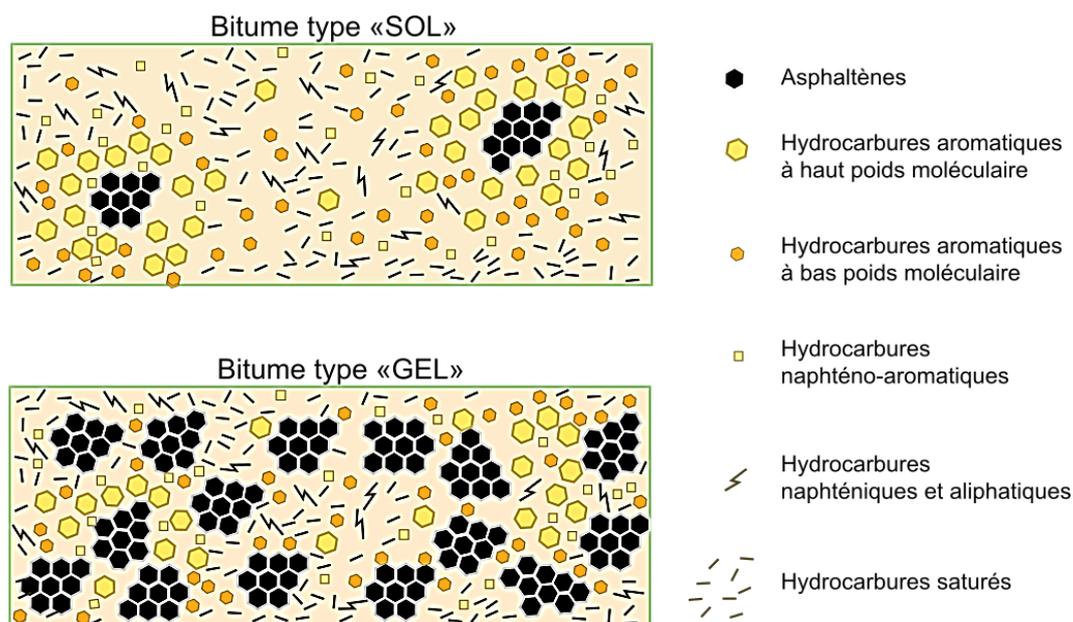


Figure 5. Représentation schématique des deux types de structures de bitumes.

II.3.1. Les types des bitumes

Il existe plusieurs types de bitume. Les plus répandus sont illustrés ci-dessous :

- **Les bitumes oxydés ou bitume soufflés**, destiné à l'usage industriel, ce bitume est issu d'un procédé de soufflage d'air dans une charge composée, principalement c'est de distillats et d'autres produits lourds provenant de la distillation sous vide à une température moyenne de 280°C. La réaction est plus ou moins exothermique.
- **Les bitumes spéciaux** généralement ont des caractéristiques bien définies afin de répondre à un certain besoin du client et le rendant fonctionnelle pour certaines exigences plus rigoureuses surtout dans les applications routières ou industrielles spécifiques.
- **Les bitumes modifiés** sont des bitumes dont les propriétés rhéologiques ont été modifiées pendant le procédé de fabrication par l'ajout d'un ou plusieurs agents chimiques « émulsifiants » qui sont des chaînes hydrocarbonées hydrophobes et de polarité hydrophile de charge positive, qui leur donne l'aptitude d'agents tensioactifs.

Quatre catégories de tensioactifs présentés : anionique qui porte une charge négative, ionique qui porte une charge positive et les amphotères ou il partage. Les deux charges ainsi les non ionique (groupes d'oxyde d'éthylène).

Les additifs peuvent être classés en deux catégories principales selon leurs effets sur le liant bitumineux :

- **LES THERMODURCISSABLES** : Parmi les quatre grandes familles industrielles de résine thermodurcissable, deux seulement sont utilisées pour les liants modifiés ; les résines époxy et les polyuréthanes.
- **LES THERMOPLASTIQUES** : on distingue deux types des thermoplastiques, les homopolymères et copolymères.

II.3.2. Essais de caractérisation des bitumes

Comme une grande variété de bitumes est fabriquée, il est nécessaire d'avoir des tests pour les caractériser. Dans plusieurs pays, les deux tests souvent utilisés pour spécifier différentes qualités de bitume sont le test de pénétration à l'aiguille et le test de point de ramollissement. Bien qu'il s'agisse de tests empiriques, il est possible d'estimer d'importantes propriétés techniques à partir de ces résultats, notamment la viscosité à haute température et le module de rigidité.

II.3.2.1. Détermination de la pénétrabilité à l'aiguille

Ce test permet de déterminer la consistance des bitumes et des liants bitumineux, et est mesurée par le test de pénétration (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.** 6) (ASTM D5 (ASTM, 2013a) ou EN 1426 (BSI, 2007a)). Dans cet essai, une aiguille de dimensions spécifiées est utilisée pour pénétrer dans un échantillon de bitume, sous une charge connue à une température fixe pendant une durée connue. La pénétration est exprimée comme la distance en déci millimètre (1dmm=0.1mm). Dans la norme, la charge appliquée est de 100g, la durée de chargement de 5s et la température d'essai est de 258C°. La moyenne des trois mesures doit être effectuées est enregistrée.



Figure 6. Essai de pénétrabilité à l'aiguille.

La dureté du bitume est mentionnée à partir des résultats du test de pénétrabilité. En effet, plus le bitume est dur plus la valeur d'enfoncement de l'aiguille est faible, plus la valeur de pénétration est élevée, plus le bitume est mou. Il est nécessaire que l'essai soit réalisé avec une grande attention car les résultats sont très sensibles :

- Mauvais échantillonnage et préparation des échantillons
- Appareils et aiguilles mal entretenus
- Température et synchronisation incorrectes.

Les bitumes mous nécessitent des aiguilles plus longues et des godets plus profonds.

II.3.2.2. L'essai du point de ramollissement

Le point de ramollissement est une propriété essentielle pour déterminer la consistance d'un grade de pénétration selon ASTM D36 ou EN 1427. L'appareil est doté d'une bille d'acier est placé sur un échantillon de bitume contenu dans un anneau en laiton (figure 7), et l'ensemble est ensuite suspendu dans un bain (sous forme de béccher en verre) contenant de l'eau ou de la glycérine.

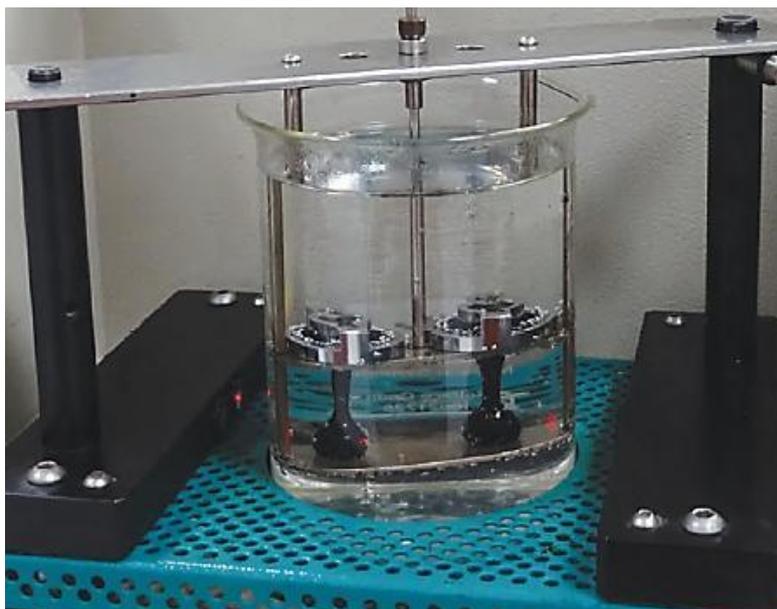


Figure 7. Appareil Bille et anneau

Pour des points de ramollissement compris entre 28 et 80°C en utilisant de l'eau fraîchement bouillie (environ 80°C), la température initiale du bain doit être de 5°C. Pour les points de ramollissement supérieur à 80°C et jusqu'à 150°C, en utilisant du glycérol avec une température initiale du bain autour de 30°C, la température du bain est élevée à 5°C par minute, et le bitume se ramollit et finit par se déformer lentement avec la bille à travers l'anneau. La température de ramollissement est la température indiquée par le thermomètre au moment où le bitume entourant la bille touche la plaque inférieure 25 mm en dessous de l'anneau. L'essai doit être répéter si l'écart entre les deux températures dépasse 1°C pour les points de ramollissement inférieur à 80°C, ou 2°C pour des points de ramollissement supérieur à 80°C.

II.3.2.3. Point de rupture Frasas

L'essai de point de rupture (Frasas.1937) (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) est un essai qui peut être utilisé pour déterminer le comportement des bitumes à très basse température jusqu'à -30°C. L'essai est effectué principalement pour déterminer la température à laquelle le bitume atteint une rigidité critique qui est traduit par sa fissuration. L'essai commence 30min à 240min après que la lame a été recouverte de liant bitumineux en débutant à une température d'au moins 15°C au point de fragilité présumé. Le moment d'une apparition de la première fissuration on note le point de fragilité Frasas dont l'écart entre deux essai ne doit pas dépasser les 2°C.

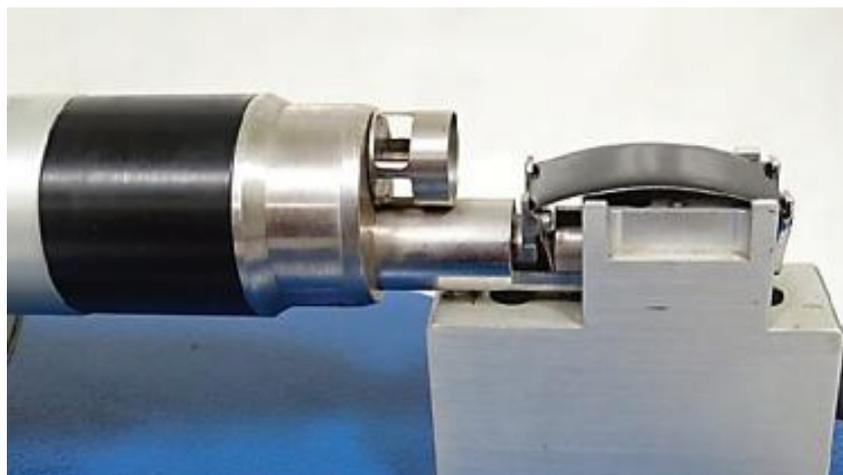


Figure 8. L'essai du point de rupture Fraass.

II.3.2.4. Essai de vieillissement

L'essai RTFO consiste à simuler le vieillissement à court terme qui se produit dans le bitume durant la confection des mélanges d'asphalte. La méthode consiste de versé le liant dans des bouteilles qui vont être placés par la suite dans un rack et dans un four à tirage forcé (figure 9). La température est fixée de 163°C pendant 75 minutes. Le rack ou le plateau porte échantillon tourne verticalement exposant en continu l'asphalte frais à un jet d'air pour accélérer le processus de vieillissement. Généralement, après l'essai on refait les mesures de viscosité ou la pénétration à l'aiguille pour comparer avec le liant non conditionnées.

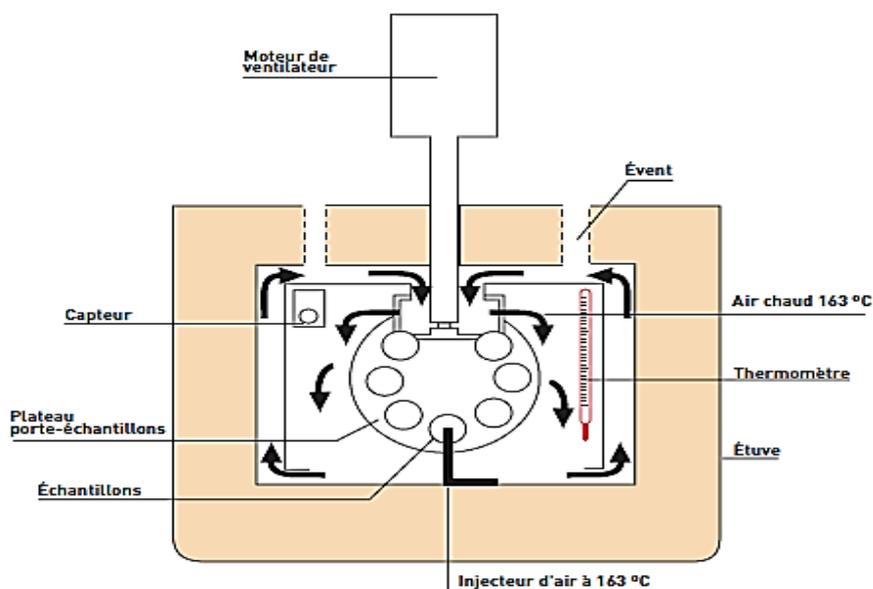


Figure 9. Schéma de l'essai de vieillissement (RTFOT).

II.3.2.5. Essai de viscosité

La mesure de la viscosité peut s'effectuer par différentes méthodes, le viscosimètre rotatif basé sur le principe selon lequel le couple requis pour faire tourner un objet dans un fluide à une certaine vitesse en fonction de la viscosité de bitume. Les viscosimètres rotatifs sont normalement utilisés pour déterminer la viscosité des bitumes au température d'application suivant la norme EN NF 13302. Le viscosimètre Brookfield est largement utilisé (figure 10), constitué d'une enceinte thermo statée contenant un échantillon de bitume chaude. Le couple nécessaire pour faire tourner la broche est mesuré et converti en viscosité du bitume (en Pa. s) et La viscosité rotationnelle du bitume est généralement déterminée à 135 ou 150C°, mais avec ce type d'appareil, la viscosité peut être déterminée sur une plage de températures relativement large (c'est-à-dire entre 120 et 180C°).



Figure 10. Viscosimètre rotatif.

II.3.3. Classification des bitumes naturels

Selon les travaux de Marcin Bilski et Moore, il classifie les bitumes naturels selon leur aptitude de solvabilité avec le C_2S et aussi selon l'origine de chaque type d'asphalte (figure 11).

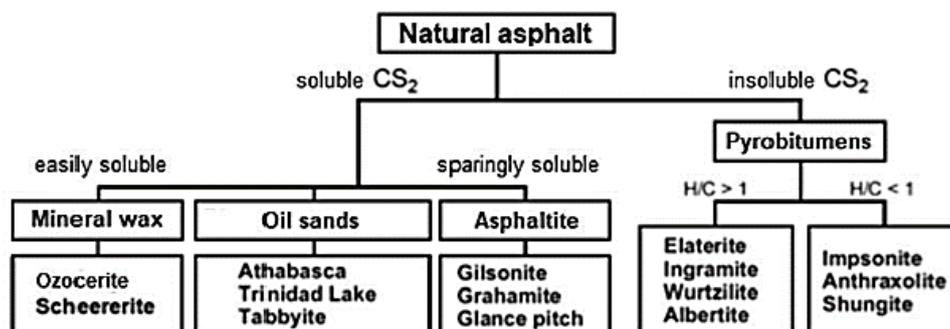


Figure 11. Classification de l'asphalte naturel.

II.3.3.1. Pyrobitumen

La pyrobitumen est un groupe de l'asphalte naturel insoluble dans le carbone di-sulfate. Il se caractérise par leur rapport atomique de l'hydrogène et le carbone et selon ce rapport on distingue deux groupe, « Elaterite » qui contient le taux d'hydrogène supérieur à celle du carbone, il montre une qualité élastique avec une couleur noire, le deuxième groupe où le taux d'atomes de carbone est supérieur à celui de l'hydrogène, comme l'Impsonite ou la Pyrobitumen se trouve généralement aux Etats Unis, Argentine et Chine, et est utilisé comme un matériau d'étanchéité dans les réacteurs nucléaires et aussi dans la production des pigments noirs.

II.3.3.2. Cire minérale

La cire minérale fait partie de la famille soluble dans le C_2S (Carbon di-sulfate) et contient principalement le minéral cire qui ressemble au pyrobitumen dans les caractéristiques physiques. Cependant il est différent de la pyrobitumen par la présence de la paraffine cycloalkanes. De plus la composition de ces matériaux contient de l'ozocérite. Ces matériaux se trouvent généralement en Ukraine, dans la région de Boryslav. En raison des propriétés de raidissement découlant de leurs processus de vieillissement, les additifs synthétiques ou paraffinés naturels sont rarement utilisés comme agents de modification du bitume routier.

II.1.3.3. Sable bitumineux

Les sables bitumineux sont des roches qui contiennent des agents très visqueux de mélange hydrocarbonés. Ils sont récupérés dans leur état naturel au moyen du forage d'un puits de pétrole classique. Les dépôts de grès ou de calcaire sont généralement des réservoirs pour le pétrole brut lourd sous forme solide ou semi solide. Le processus de récupération du sable bitumineux naturel dépend dans une large mesure de la composition des sables et nécessite généralement l'utilisation de températures élevées pour séparer les composants. En raison des grandes difficultés liées à l'obtention de bitume naturel pur et d'une très grande diversité de sables bitumineux, de nombreux gisements ne sont pas exploités de manière industrielle. Les gisements de sables bitumineux les plus connus sont : Athabaska (Canada), Bermudez Pitch Lake (Venezuela), Selenizza (Albani), Trinidad Pitch Lake (Trinidad and Tobago), Tabbyite (USA).

II.1.3.4. Bitume pétrolier

Le bitume pétrolier est principalement obtenu par distillation sous vide de pétrole brut. Plus le pétrole est brut et lourd, plus il est riche en bitume. Il comprend la fraction non distillable, souvent techniquement appelée résidu (figure 12). Selon la définition de l'ouvrage « The Shell Bitumen Handbook » le bitume pétrolier est un produit hydrocarboné obtenu en retirant les fractions les plus légères telles que le gaz de pétrole liquéfié, l'essence et le diesel, du pétrole brut au cours du processus de raffinage. Dans sa forme la plus simple, la fabrication du bitume consiste à séparer les fractions les plus légères et à faible point d'ébullition du pétrole brut, ce qui donne un produit à point d'ébullition élevé, à poids moléculaire élevé et à très faible volatilité. Les propriétés et la qualité du bitume dépendent principalement du ou des pétroles bruts utilisés dans sa fabrication. Plusieurs méthodes de fabrication sont disponibles pour produire des bitumes en fonction de la ou des sources de brut et des capacités de traitement disponibles au sein d'une raffinerie et souvent, une combinaison de procédés est sélectionnée.

L2.1. Etudes de caractérisation des matériaux entrants dans la fabrication des asphaltes coulés- Expertise techniques et avis-

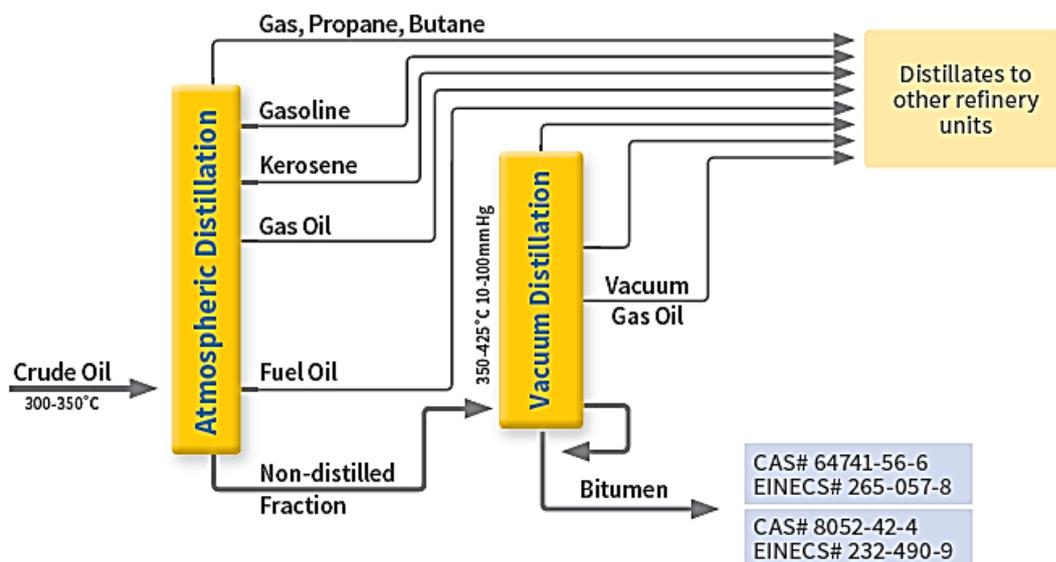


Figure 12. Schéma de principe du processus de distillation des bitumes

III. Conclusion de la partie Etudes de caractérisation des matériaux entrants dans la fabrication des asphaltes coulés - Expertise technique et avis -

Selon le fascicule 10 de l'Office Nationale des Asphaltes, un asphalte coulé d'étanchéité est composé d'un liant (bitume), de fillers (fillers calcaires) et d'un squelette granulaire (sable, gravillons). Pour chacun de ces constituants un cahier de charge, concernant leurs caractéristiques, est bien spécifié.

Pour les fillers calcaires ils doivent avoir une granulométrie fine, avec un diamètre max inférieur à 125 μ m et être composé d'au moins 90% de carbonates (CaCO₃). Ci-dessous quelques caractéristiques physiques des fillers :

- Masse volumique : $\geq 2,6$ kg/m³.
- Pourcentage de vides Rigden : 32 à 38 %.
- Volume apparent dans le toluène : 10 à 20.

Les sables utilisés dans les AC ont une granulométrie soit de classe 0-2mm ou bien 0-4mm. Les sables roulés sont privilégiés pour la formulation des AC car ils confèrent au matériau final une meilleure ouvrabilité et une meilleure maniabilité.

La valorisation des sédiments dans les formulations des AC, doit passer par une étape essentielle de préparation et de prétraitement (physicochimique/thermique). L'objectif de cette étape est de faire converger le plus possible les caractéristiques des sédiments étudiés, des caractéristiques des matériaux utilisés habituellement dans la formulation des AC (fillers, sables).

IV. Annexes

Fascicule 10- Cahier des prescriptions administratives et techniques communes aux asphaltes coulés