



**Université Internationale
de Casablanca**

LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES

ETANCHEITE



Cours N°6 :

LES PRODUITS D'ETANCHEITE A BASE DE BITUME

LES PRODUITS D'ETANCHEITE

A BASE DE BITUME

Le Bitume Produit de base

Le bitume, Pourquoi ?

- Totalement étanche à l'eau,
- D'une très grande durabilité,
- Disponible en grande quantité,
- Prix économiquement acceptable,
- Facile de mise en œuvre, de façon réversible,
- D'emploi rustique.

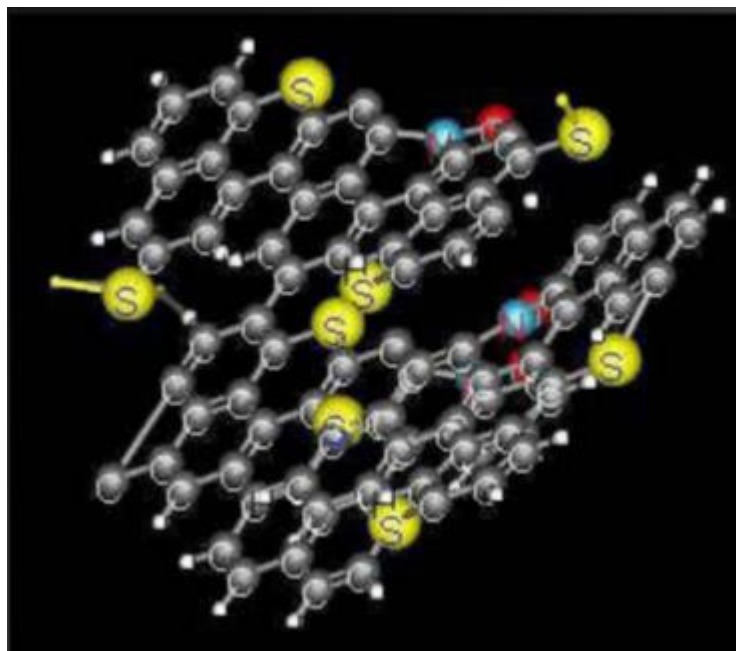
Le Bitume pur

Produit hydrocarboné complexe de masse moléculaire élevée, issu du raffinage des pétroles bruts.

Constitué de produits de nature :

- Paraffinique,
- Naphténique
- Aromatique.
- Contient 80 à 85% de Carbone – 10 à 15% d'Hydrogène – 2 à 3% d'Oxygène

Le soufre, l'azote ainsi que divers métaux sont présents à des teneurs à l'état de trace, de l'ordre de quelques parties par million (ppm)



Cocktail de molécules plus ou moins grosses

Les origines du bitume

Il existe à l'état naturel :

Le bitume existe à l'état naturel sous forme de résidu d'anciens gisements de pétrole dont les éléments les plus légers ont été éliminés au cours du temps par une sorte de distillation naturelle, les éléments légers étant très volatiles à température ambiante. Extraits soit à ciel ouvert, les gisements se présentent alors comme de véritables lacs. Le bitume peut aussi se présenter sous forme de filons en sous-sol. Le plus connu de ces bitumes naturels est le bitume de Trinidad qui relève du premier type de gisement.

Présent également à l'état naturel, sous forme suintante (Mexique, Venezuela, Trinidad...), dans des dépôts sous forme d'amas ou en imprégnation dans des roches poreuses (Madagascar, Pont-du-château en France...)



Morceaux de bitume provenant d'un gisement naturel en bordure de la mer Morte



Affleurement bitumeux du Puy de la Poix, Clermont-Ferrand, France



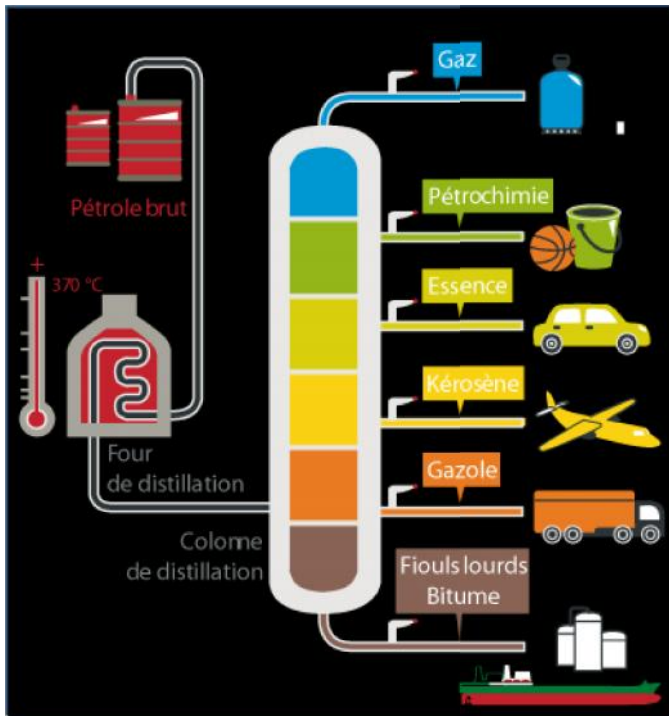
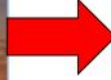
Pitch Lake – Trinidad et Tobago

Source: eat1-of-life

Il provient de la DISTILLATION du PETROLE :

Si le bitume existe naturellement, à l'emplacement d'anciens gisements de pétrole, sa forme actuelle, telle qu'elle est utilisée pour la fabrication des membranes d'étanchéité, est issue du raffinage industriel du pétrole brut. Il s'agit par ailleurs d'un processus court, moins coûteux en énergie et en déchets que d'autres matériaux d'étanchéité.

Le bitume est issu du raffinage industriel du pétrole brut. Il n'est toutefois pas le résultat d'une transformation spécifique du pétrole : il s'agit de la fraction la plus lourde obtenue lors de sa distillation, sans aucune transformation chimique, ce qui explique la stabilité du matériau dans le temps.

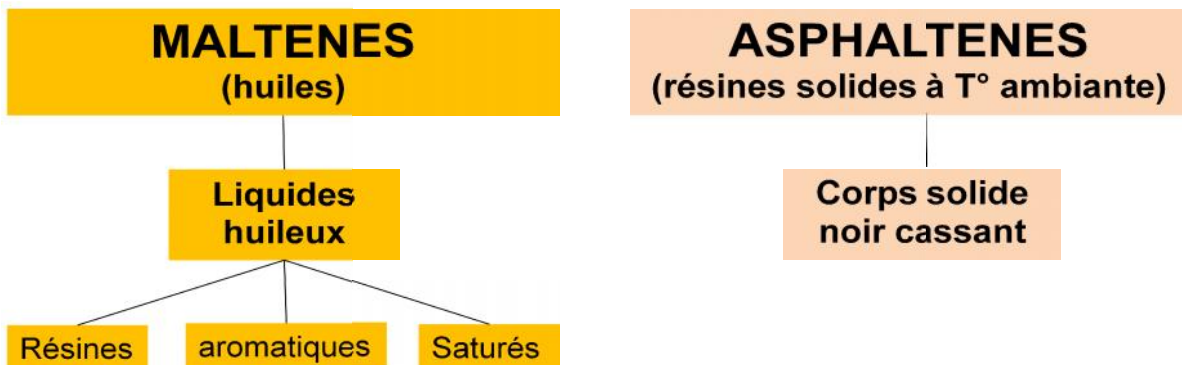


La distillation du pétrole

La nature du bitume

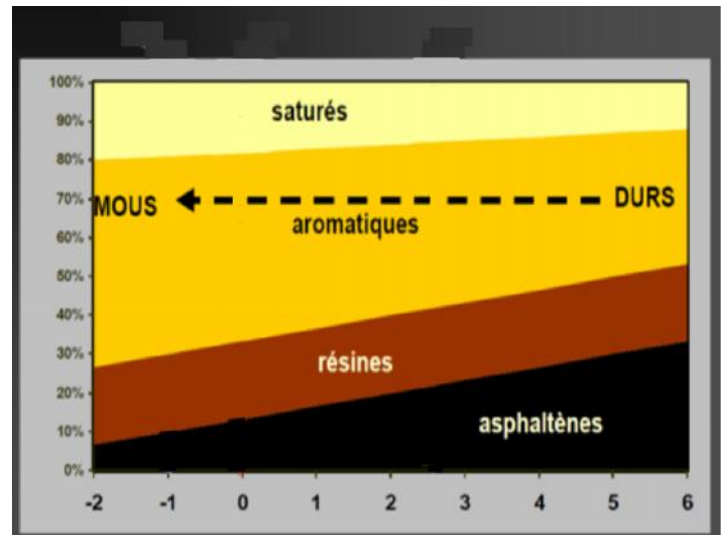
Composition du bitume

Le bitume est un mélange d'hydrocarbures lourds, on distingue 2 grandes familles :



Exemple d'une composition du bitume

| | | |
|-------------|-------|------------|
| Asphaltènes | : 15% | } Maltènes |
| Résines | : 20% | |
| Aromatiques | : 55% | |
| Saturés | : 10% | |



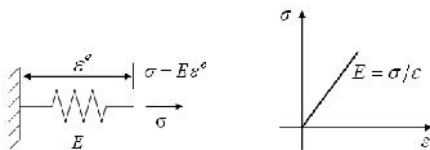
Le bitume est un matériau visco-élastique

De par sa nature, le bitume est une matière thermoplastique viscoélastique. À faible température il a tendance à se comporter comme un solide, manifestant des propriétés élastiques.

Quand la température augmente le bitume se ramollit, sa viscosité se réduit et il coule comme un liquide. Ses propriétés changent avec la température et le temps de charge

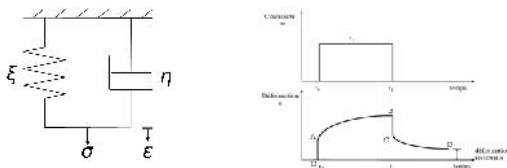
A/ Comportement élastique

La déformation est proportionnelle à la charge



B/ Comportement visqueux

La déformation est fonction du temps et de la température



Les caractéristiques des bitumes

3 paramètres principaux

- La température Billes & Anneaux : TBA

C'est la température à laquelle commence à se ramollir, on l'appelle aussi la température de ramollissement

- La pénétrabilité

Définit la dureté du bitume, elle déterminée à la température de 25°C (et/ou à 60°C) sous une charge et un temps déterminé (charge de 100 g pendant 5 secondes)

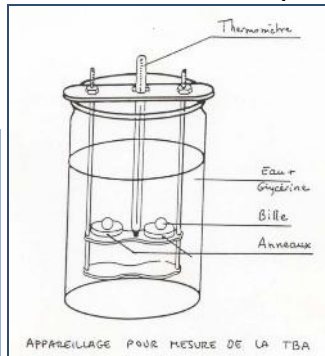
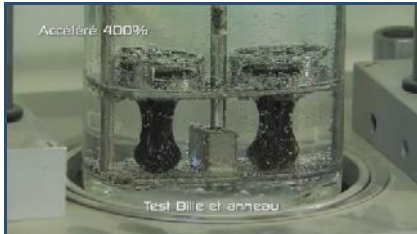
- La pliabilité à froid : PAF

Reflète la température de fragilité

Les essais de caractérisation des bitumes

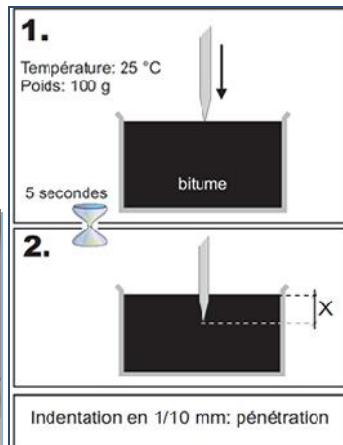
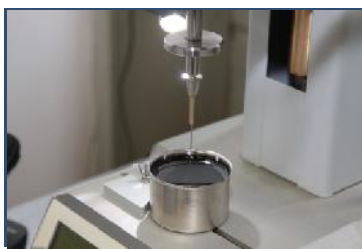
1. Température de ramollissement Billes & Anneaux (TBA) : NM 03.4.012EN 1427

L'essai consiste à déterminer la température à laquelle s'enfonce une bille d'acier à travers le bitume remplissant le cercle intérieur d'un anneau de laiton placé dans un bain thermostaté.



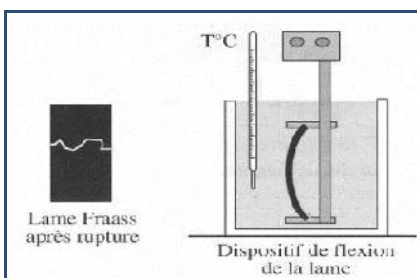
2. Pénétration

L'essai consiste à mesurer l'enfoncement en dixièmes de millimètres d'une aiguille normalisée chargée à 100 g dans un godet de bitume placé dans un bain thermostaté pendant une durée de 5 secondes



3. Pliabilité à froid

C'est un test de consistance qui permet d'apprécier les performances du bitume à de très basses températures. La température de fragilité Fraass correspond à la température à laquelle apparaît la première fissure visible à l'œil nu sur un film mince de bitume d'une épaisseur normalisée, déposé sur une fine lame d'acier flexible.



Utilisation industrielle des bitumes

Afin de répondre aux exigences de l'industrie et d'applications très différentes, il est nécessaire d'améliorer ses performances. Par conséquent une modification des propriétés intrinsèques du bitume est capitale, pour cela il va falloir augmenter l'ITU (Intervalle de température utile).

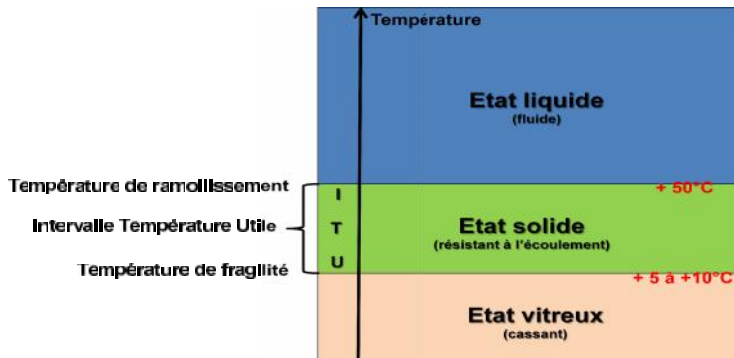
2 méthodes sont envisageables :

- Par oxydation du bitume distillé
- Par ajout de polymères (modification du bitume)

Les propriétés du bitume pur

BITUME PUR : Le bitume sorti tel quel des unités de raffinage est trop mou pour être utilisé pour les revêtements de toiture, compte tenue des exigences de plus en plus accrue à l'égard des liants pour les membranes d'étanchéité.

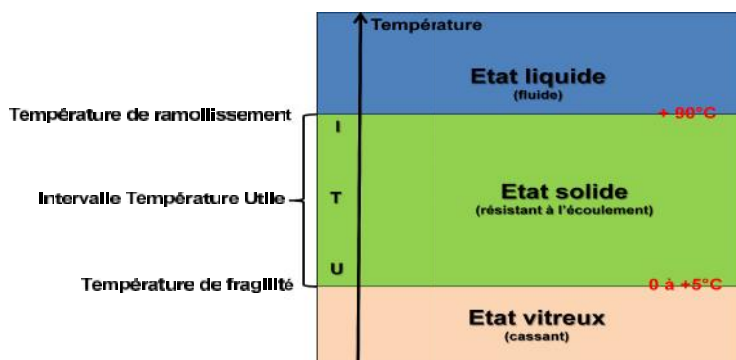
Le bitume pur se présente, à température ambiante, sous l'aspect d'un corps solide ou semi-solide de couleur brune ou noire. Il est liquide à des températures supérieures à 90°C.



Aussi pour le rendre plus dur, on procède à son soufflage. Le procédé est ni plus ni moins une déshydrogénation partielle et une polymérisation du bitume avec l'oxygène de l'air.

Les propriétés du bitume oxydé

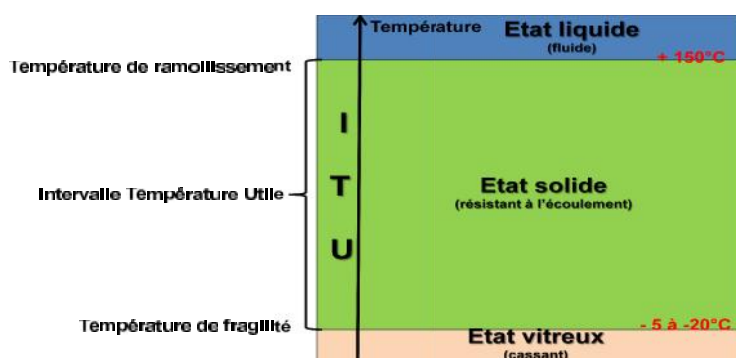
BITUME OXYDE : Le processus d'oxydation augmente la rigidité et le point de ramollissement du bitume, augmente la température de fluage, le point de ramollissement est proche de 90°C, il nécessite une température d'au moins 220°C pour le couler, moins souple et moins flexible, le bitume devient cassant à presque 5°C



Les propriétés du bitume modifié par polymères

APP : Polypropylène Atactique. Polymère de type "plastomère" qui modifie la viscosité du bitume auquel il est ajouté, plutôt que son élasticité. Il augmente principalement le point de ramollissement et la température de fluage du bitume.

SBS : Styrène-Butadiène-Styrène. Polymère de type "élastomère" qui modifie notamment l'élasticité et la souplesse à froid du bitume auquel il est ajouté. Il augmente l'élasticité et abaisse la température de pliage à froid.



BITUME OXYDE

L'oxydation des bitumes distillés

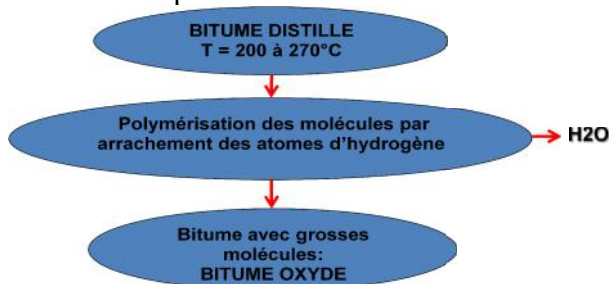
Le bitume oxydé est obtenu par adjonction d'huile et en faisant passer l'air à travers le bitume sous haute température (200 à 270 °C), il y a déshydrogénation partielle et l'oxygène contenu dans l'air soufflé forme des ponts oxygène avec les chaînes hydrocarbonées et il se forme des réseaux tridimensionnels par polymérisation. La réaction est plus ou moins exothermique et la température dans la tour de soufflage ne dépasse jamais 300°C sous peine d'apparition du phénomène de "craquage".

Le liant obtenu est utilisé pour la fabrication des feuilles d'étanchéité (feutres et chapes souples) à base de bitume oxydé communément appelées "Etanchéité traditionnelle"

Le bitume ainsi a été amélioré et a acquit des propriétés rhéologiques intéressantes, tel un bon comportement à une température élevée

Seulement :

- Il présente une faible limite élastique (< 0,7 %),
- Une faible résistance à basse température (> 5°C)
- Sa fillérisation en cours de fabrication des feuilles d'étanchéité modifie ses caractéristiques physiques en le durcissant et le rendant moins sensible aux variations de température.
- Le vieillissement contribue à lui faire perdre progressivement sa principale qualité : la flexibilité
- Il se dégrade dans le temps par perte de sa souplesse donc perte de son comportement viscoélastique



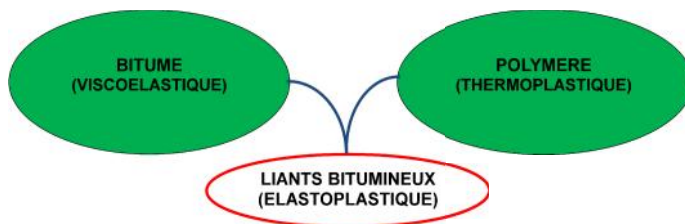
BITUME MODIFIE PAR POLYMERE APP ou SBS

Modification des bitumes par ajout de polymères

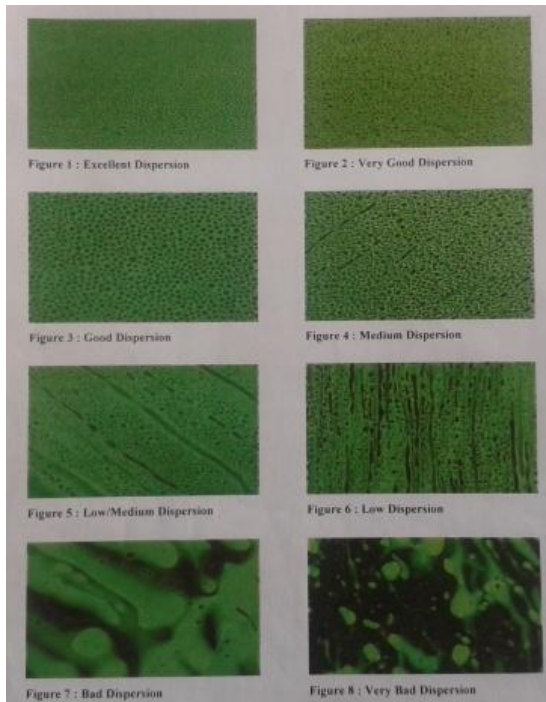
Pour améliorer davantage sa performance, le bitume a été modifié par l'incorporation de polymères plastomères (APP : Polypropylène atactique) ou élastomères (SBS : Styrène-Butadiène-Styrène).

L'ajout de polymères au bitume modifie son comportement fondamental et lui apporte une bonne flexibilité à basse température, une résistance au vieillissement, au fluage à T° élevée et à la fatigue

Le type et la quantité de polymères, les propriétés du bitume de base et les techniques de production auront une incidence sur les performances finales d'un liant modifié.

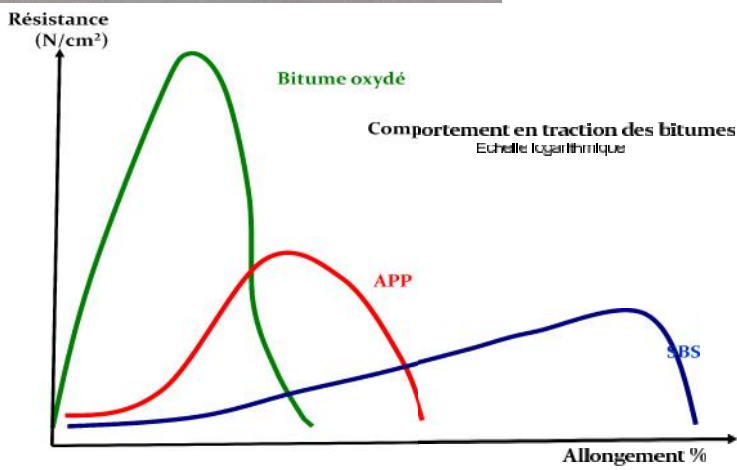


On doit obtenir un mélange (liant) Bitume + Polymères, homogène. Le polymère doit bien dispersée dans la masse bitumineuse afin que cette dernière acquière les caractéristiques du polymère souhaitées. L'analyse de la dispersion peut être procédée au moyen du Microscope à épi-fluorescence



Exemple de clichés relatant la dispersion des polymères dans le bitume (Analyse au Microscope à épi-fluorescence)

Couleur noire : Bitume
Couleur verte : Polymère



Comparaison des propriétés mécaniques en traction entre les différents liants

Les matériaux à base de bitume



Rouleaux de membranes d'étanchéité à base de bitume

BITUME OXYDE

Avec ce bitume, on fabrique des feuilles pour réaliser des revêtements d'étanchéité Multicouche à base de bitume oxydé "Etanchéité traditionnelle"

BITUMES MODIFIES PAR POLYMERES

Avec ce bitume, on fabrique des feuilles (communément appelées "Membranes") pour réaliser des revêtements d'étanchéité Bicouche ou Monocouche "Etanchéité nouvelle génération"

La feuille d'étanchéité : Composition

La feuille d'étanchéité est composée de :

- **LIANT**: C'est la masse étanche constituée du Bitume pur + Polymères
- **ARMATURE** : Apporte la stabilité & la résistance mécanique à la feuille, elle est composée soit de la voile de verre ou du polyester
- **TRAITEMENT DES FACES** : Protège les surfaces de la feuille et assure également le rôle d'anti-adhérent, il peut être constitué soit du sable, soit d'un film plastique thermofusible, soit de Granulés ou paillettes d'ardoises

STRUCTURE D'UNE FEUILLE D'ETANCHEITE



FPT : Film plastique thermofusible

GM : Granulés minérales

VV : Voile de verre

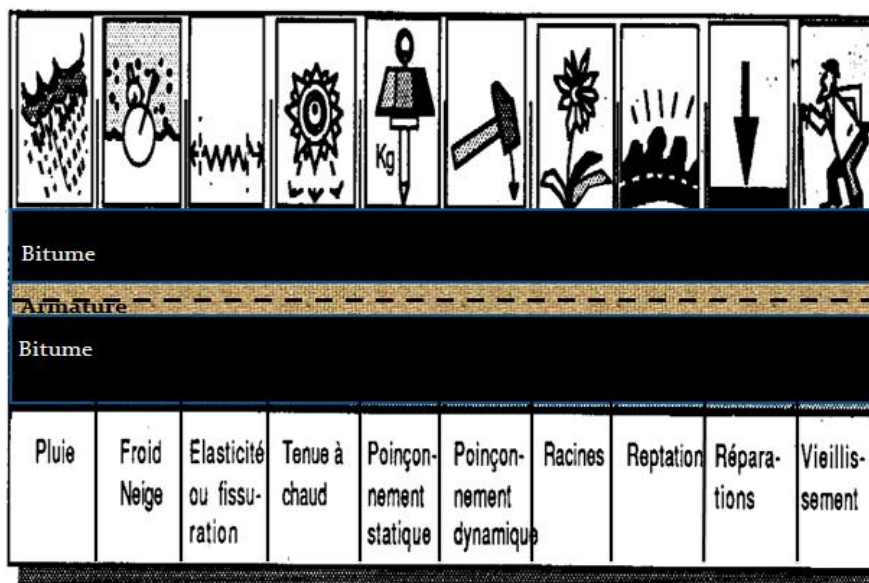
PY : Polyester

LES CARACTERISTIQUES MECANIQUES ET PHYSICO-CHEMIQUES DES MEMBRANES D'ETANCHEITE A BASE DE BITUME

Exigences fonctionnelles de l'étanchéité

Le revêtement d'étanchéité est destiné à protéger le bâtiment et ce qu'il contient de tous désordres et de toutes dégradations dues aux intempéries. Il est constitué d'une **PEAU** continue dont la première fonction est d'être imperméable à l'eau et de le rester (son vieillissement ne doit donc pas en altérer l'imperméabilité)

Le choix d'un revêtement se fera également en fonction de la nature de l'élément porteur (ou structure) de la toiture-terrasse, de sa pente, de la nature du support du revêtement étanche et de l'utilisation qui sera faite du **TOIT**.



Pour assurer ces fonctions et résister aux diverses sollicitations, le revêtement d'étanchéité devra, en fonction de l'utilisation, posséder durant sa vie, tout ou partie des qualités suivantes :

- Etanchéité à l'eau ;
- Elasticité ;
- Souplesse à froid ;
- Tenue à chaud (résistance au fluage à la mise en œuvre)
- Résistance : à la fissuration du support, au poinçonnement, statique et dynamique, à la compression
- Stabilité dimensionnelle
- Facilité de réparation
- Compatibilité éventuelle avec d'autres matériaux
- Résistance au vieillissement.

Les différents mouvements des constituants peuvent être limités par une bonne conception de l'élément porteur, du support d'étanchéité, du revêtement d'étanchéité et de la protection.

La norme maroco-européenne NM EN 13707, définit des méthodes d'essais permettant de déterminer ces caractéristiques.

Le tableau suivant indique les déterminations, le principe et la norme d'essai

| CARACTERISTIQUE | PRINCIPE DE L'ESSAI | NORME D'ESSAI |
|--|--|--------------------|
| Etanchéité à l'eau | L'éprouvette est soumise à une pression d'eau donnée selon les conditions d'utilisation de la membrane et une durée spécifiée. | EN 1928 |
| propriétés en traction | Une éprouvette est étirée à une vitesse constante jusqu'à la rupture. Tout au long de l'essai, la force de traction et l'allongement correspondant sont enregistrés en continu | NM 10.8.929 |
| résistance au poinçonnement | Statique L'essai consiste à appliquer pendant une durée déterminée une charge concentrée au moyen d'un poinçon à la surface de la feuille d'étanchéité qui repose sur un support mou (méthode A) ou sur un support dur (méthode B). | NM 10.8.933 |
| | Dynamique (choc) La surface de l'éprouvette est soumise au choc d'une tête de poinçonnement placée sur un mouton tombant en chute libre. L'éprouvette repose sur un support rigide (méthode A) et, si nécessaire, également sur un support souple (méthode B). L'éprouvette est soumise à un essai d'étanchéité à l'issue du choc | NM 10.8.932 |
| Stabilité dimensionnelle | Les éprouvettes découpées dans le prélèvement d'essai sont soumises à l'influence d'une contrainte thermique déterminée, durant laquelle les tensions internes peuvent se libérer. Les variations dimensionnelles qui en résultent sont alors mesurées au moyen d'un procédé optique ou avec un pied à coulisses | NM 10.8.920 |
| Résistance à la déchirure | L'essai mesure la force requise pour déchirer une éprouvette maintenue par un clou qui la transperce en appliquant une traction perpendiculaire au clou | NM 10.8.928 |
| Souplesse à basse température | Les éprouvettes découpées dans le prélèvement d'essai sont pliées sur un angle de 180° sur la face supérieure et inférieure, à l'aide d'un dispositif mécanique de pliage immergé dans un liquide réfrigérant. Les éprouvettes pliées sont ensuite examinées en vue de constater la présence éventuelle de fissures dans la masse de surfacage | NM 10.8.922 |
| Résistance à l'écoulement à T° élevée (fluage) | Les éprouvettes prélevées sur l'échantillon sont suspendues à la verticale dans une étuve, à une température spécifiée. Après une durée déterminée, on mesure le déplacement du liant par rapport à l'armature sur chaque face de l'éprouvette. L'essai n'est pas concluant, si la distance moyenne de fluage excède 2.0 mm. La détermination de la limite de la résistance au fluage s'effectue par interpolation des résultats pour deux températures d'essai. | NM 10.8.923 |
| Adhérence des granulats | L'essai détermine l'adhérence des granulats au cours d'un essai de broyage dans des conditions spécifiées. La masse des granulats perdue est comparée à la masse initiale déterminée sur une éprouvette prélevée dans le même rouleau | NM 10.8.927 |
| Vieillessement | Vieillessement par exposition de longue durée à T° élevée Des échantillons pour l'évaluation de propriétés sont exposés à température élevée pendant 24 semaines. Les évaluations à faire avant et après vieillissement thermique et la durée d'exposition sont définies dans la norme qui donne les définitions et caractéristiques pour les feuilles bitumineuses | NM 10.8.924 |
| | Vieillessement par exposition combinée aux UV, à T° élevée et à l'eau Exposition d'éprouvettes découpées dans l'échantillon de produit dans un appareillage équipé de lampes fluorescentes UV à un éclairage énergétique, une température noire normalisée, une humidité relative et un arrosage d'eau spécifiés. | NM 10.8.936 |

Fin du cours