

24/11/2010  
C. COU 2 ans

## Liants hydrocarbonés

(1)

### 1. Introduction:

Les liants hydrocarbonés sont des colles (d'origine organique qui contiennent essentiellement des atomes de carbone et d'hydrogène) qui mélangés à des charges (gravier) permettent d'obtenir des bétons utilisés essentiellement pour la réalisation de routes.

On distingue :

- les goudrons de houille
- les bitumes.

### 2. Goudron de houille:

En chauffant du charbon (sans air) entre 900 et 1000°C, on obtient de nombreux composés organiques, de plus volatils au plus lourds.

Les plus lourds sont séparés et donnent les goudrons voire les brais pour les encore plus lourds.

Les produits sont essentiellement constitués d'hydrocarbures aromatiques.

Ils ne sont presque plus utilisés en France et en Europe (disparition de l'industrie d'extraction du charbon).

### 3. Bitumes:

Ce sont des produits pétroliers très visqueux. Il existe quelques gisements naturels. Ils sont utilisés depuis très longtemps (+ de 2000 ans).

Asphalte: roche naturelle (calcaire, grès, sable) imprégnée naturellement de 5 à 10% d'hydrocarbures lourds.

En fait cette roche est une éponge. Cette éponge est le réservoir naturel de gisements pétroliers. (2)

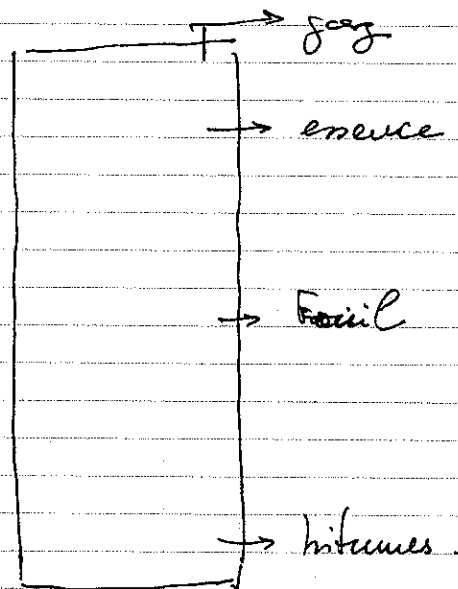
Cet asphalte était concassé à chaud ( $240^{\circ}\text{C}$ ). On obtenait une pâte molle applicable à la tache. Après refroidissement on obtient un béton dur.

Ce matériau est très peu utilisé actuellement compte tenu du nombre de gisements limités et du coût du transport.

On essaye plutôt d'extraire la fraction organique de ces roches impregnées, pour, après distillation obtenir hydrocarbures.

### Les bitumes de pétrole

Ce sont les fractions lourdes résultant de la distillation du pétrole.



tour de distillation.

En fait, très peu de pétrole permettent d'obtenir après distillation fractionnée des coupes suffisamment lourdes.

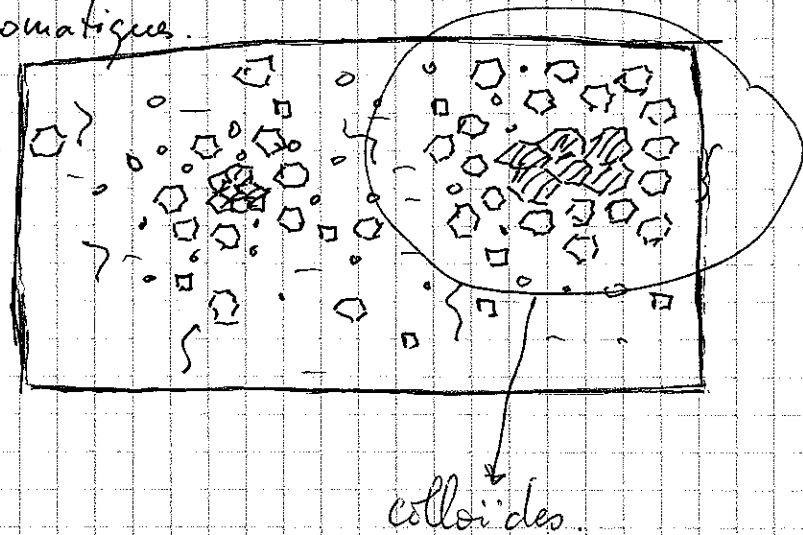
Il existe plusieurs techniques permettant de transformer les fractions lourdes en bitumes.

### 4. Composition des bitumes.

Les bitumes sont constitués d'une centaine de milliers de molécules différents. Leurs compositions sont donc difficiles à déterminer.

On peut définir un bitume comme un système colloïdal. Il contient :

- les colloïdes : molécules d'asphaltes peptisées par des résines et les huiles aromatiques.
- une phase liquide : huiles saturées et huiles naphtho-aromatiques.



- ⊗ Asphaltes
- ⊞ hydrocarbures aromatiques à haut poids moléculaire
- ⊠ hydrocarbures aromatiques / naphtho-aromatiques
- hydrocarbures aromatiques à bas poids moléculaire
- } hydrocarbures naphtho-aromatiques / aliphatiques
- hydrocarbures saturés

Ceci est un bitume "sol" (comme solution). Les colloïdes ne se touchent pas. Il se comporte comme un liquide parfait (newtonien) dès qu'il est chauffé entre 80 et 100°C.

⇒ il résiste très bien aux sollicitations rapides, ils sont sensibles aux sollicitations lentes (mécaniques, oxydation par l'air) et aux variations de température.

Il existe des bitumes "gel".

(4)

Un traitement d'oxydation par l'air à température élevée provoque la condensation de asphaltènes et des résines. On obtient un réseau réticulé tridimensionnel.

C'est un gel qui peut avoir un comportement anisotrope.

→ bonne résistance à long terme

→ bonne stabilité en température.

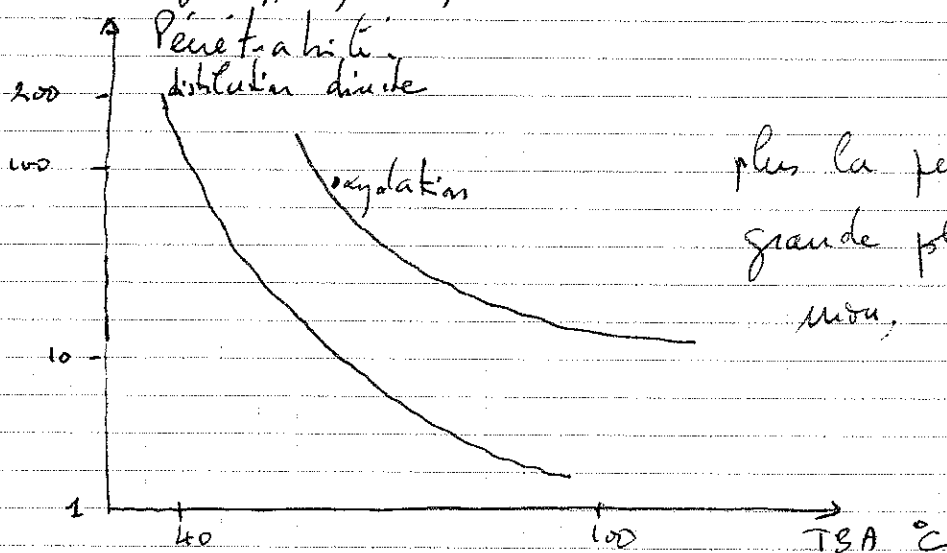
Stabilité en température.

Comme les bitumes ont des matériaux complexes, ils n'ont pas de point de fusion bien définis.

Par contre, ils se ramollissent avec la température.

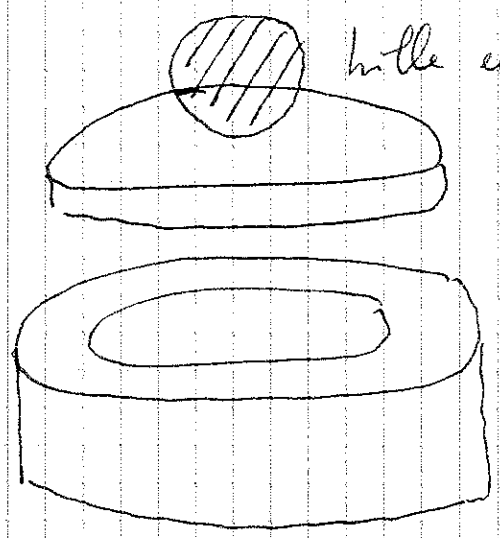
Si on définit un indice de pénétrabilité:

indice de pénétrabilité: profondeur d'enfoncement (en dixièmes de millimètres) d'une aiguille de 1 mm de diamètre pour une charge de 100 g appliquée pendant 5 secondes.



plus la pénétrabilité est grande plus le bitume est mou,

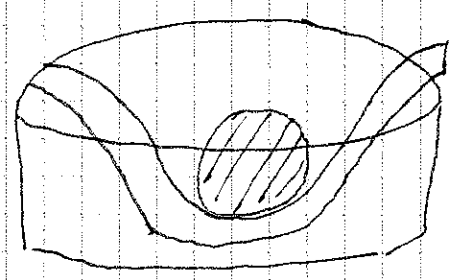
TBA: Point de ramollissement (température telle au seuil).



bille en acier 3,5g,  $\phi$  9,5 mm.  
 plaque de bitume

anneau support  
 $\phi$  19,8 mm.  
hauteur 25,4 mm.

chauffage  $5^\circ\text{C} \rightarrow T_a$  à  $5^\circ\text{C}/\text{min}$ .



TBA: température nécessaire pour que le disque de bitume s'affaisse par écrasement jusqu'à toucher le fond de l'anneau.

plus le TBA est élevé, plus le bitume est dur.

bitumes classiques: pénétrabilités:

- 20/30
- 35/50
- 50/70
- 70/100
- 160/220

Résistance au durcissement sous l'effet de la chaleur et de l'air:

$T = 163^\circ\text{C}$ , 75 min, air  
Comment augmente le TBA?

Exemples:

	TSA (°)	TSA après durcissement (°)	Point de dév. (°)
20/30	55/63	57	240
35/50	50/58	52	240
50/70	46/54	48	230
70/100	43/51	45	230
160/220	35/43	37	220

Tous les bitumes de classes 20/30 à 160/220 sont utilisés pour fabriquer des couches bitumineuses à chaud.

- routes courantes: 35/50 à 60/70.
- routes de montagne 160/220 ou 70/100.

Utilisations spécifiques:

sous couche structurante ("durs"): 10/20 ou 15/25

⇒ ils doivent recevoir un tapis de protection: 20/30 ou 35/50.

5. Bitumes fluidifiés et fluxés

Un bitume pour être manipulé doit être chauffé en 100°C.

On peut le rendre fluide par l'ajout d'un fluidifiant (solvant relatif) ou d'un fluxant (huile peu relative).

⇒ manipulation aisée à froid.

⇒ durcissement: - évaporation du solvant  
- absorption de la liq.

Les bitumes fluidifiés ne sont presque plus utilisés en France  
Surtout le bitume de base est du 70/100 auquel on ajoute du  
Kéroène pour le fluidifier (parfois du goudron).

Les bitumes fluxés sont une variante, on utilisait comme fluidifiant  
des huiles anthracéniques (obtenues par distillation du goudron de houille  
brut).

Pour protéger les travailleurs, on utilise maintenant des fluidifiants  
moins toxiques obtenus à partir de dérivés du pétrole ou d'origine végétale.

Les bitumes fluxés sont maintenant très largement utilisés.

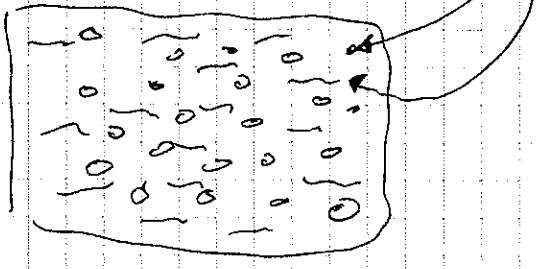
Les liants (aralydes) si ils ont de faible viscosité servent à fabriquer des  
enduits à froid pour la réalisation de routes faiblement circulées.

Les liants (aralydes) \* sont utilisés pour la réalisation de routes à forte  
\* de forte viscosité circulation.

6. Emulsions de bitumes:

émulsion: système hétérogène de deux ou plusieurs phases (liquides),  
constituée par une phase liquide continue et, au moins, une deuxième  
phase liquide dispersée dans la première sous forme de fines gouttelettes.

phase continue: phase dispersante  
phase discontinue: phase dispersée



Il est naturellement impossible de disperser une huile dans l'eau,  
il faut donc utiliser un agent tensio actif.

grande majorité: phase dispersante eau + tensioactif } huile dans l'eau  
phase dispersée bitume

plus rarement phase dispersante: bitume } eau dans l'huile  
phase dispersée: eau + tensioactif  
se rencontre transitoirement pendant le séchage de la chaussée

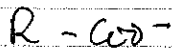
taille des gouttelette de la phase dispersée: 1 - 20 µm.

Agents tensio-actifs:

anioniques - cationiques - non ioniques  
↳ pas utilisés.

Émulsions anioniques:

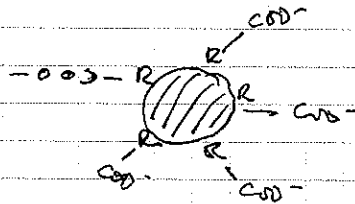
agent tensioactif: acide gras ~~aptes~~ saponifié par une base forte:



radical contenant des chaîne aliphatiques ou naphténiques

↳ s'adsorbent sur le bitume

COO<sup>-</sup> → hydrophile



Si on mélange des granulats silico-calcaires (chargés négativement) avec cette émulsion, il y a repoussement mutuel le mélange est stable et "liquide" et peut être manipulé. Il sèche par évaporation de l'eau.



## Émulsion cationique:

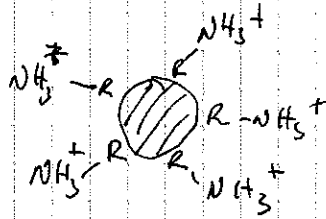
(3)

tenus actif: amine grasse salifiée par l'acide chlorhydrique



R: chaînes aliphatique st lipophile (il s'adsorbe sur le bitume)

$NH_3^+$ : hydrophile



Ici, les gouttelettes de bitume sont chargées positivement. Si on mélange cette émulsion avec des granulats silico-calcaires (chargés  $\ominus$  en surface), il y a une prise instantanée par attraction électrique - le mélange doit être préparé "juste" avant la réalisation de la route.

→ en France, on utilise majoritairement les émulsions cationiques, car dans ce cas il y a rupture de l'émulsion lors du contact avec le granulat (donc adhérence, cohésion).

Les émulsions anioniques ne permettent pas d'avoir cette rupture lors du contact avec des granulats silico-calcaires.

## Fabrication d'une émulsion cationique:

- préparation de la phase aqueuse: 50°C  
eau + amine + acide

- chauffage du bitume → fluide

- mélange des deux phases, cisaillement (pompe turbine)  
→ émulsion

Les conditions de cisaillement définissent la taille de gouttelettes (12)  
de bitume dispersées dans l'eau.

Stockage de l'émulsion: agitation douce  $T_{ambi}$  jusqu'à  $80^{\circ}\text{C}$  pour  
les émulsions pour enduisage.

## 7. Les bitumes modifiés

On ajoute parfois des polymères (BMP (ou PMB en anglais pour  
Polymer modified bitumen).

On peut mettre:

- des élastomères (copolymères SB, SBR, SBS, SIS)
- plastomères (copolymères EVA, EEA, EBA, PIB)
- caoutchouc vulcanisé (récupération en poudre des pneumatiques)

Problématique: comment avoir une bonne compatibilité entre le  
bitume et le polymère?

élastomères: le + utilisé SBS: polystyrène - polybutadiène - polystyrène  
→ réseau tridimensionnel de "pelots" de polystyrène dans le réseau de  
polybutadiène. Les systèmes ont un comportement élastomérique.

lorsqu'on le chauffe, les pelots se désagrègent sous l'effet de l'agitation  
thermique → le copolymère est plutôt un thermoplastique.

Refroidi, les pelotes se reforment, on retrouve un comportement élastomérique  
⇒ "élastomères thermoplastiques".

plastomères: copolymère d'éthylène et d'acétate de vinyle EVA  
" " " d'acrylate de méthyle EAA  
" " " de butyle EBA

On obtient la même structure avec des pelots dispersés dans un  
réseau de longues chaînes.

élastomères: → caractères élastométrique, ↓ le durcissement du liant <sup>(11)</sup>  
plastomères: caractères élastométrique →, ↑ durcissement du liant  
solution: utiliser les deux en mélange.

Avant mélange: - Soufre → réaction avec le bitume ( $T < 145^{\circ}\text{C}$ )  
ce qui permet d'augmenter le point de ramollissement, la dureté et diminue  
la sensibilité du bitume à la température.

- matières plastiques récupérées (cable électriques (gainés))
- fibres (cellulose, soie, roche)
- organique PP, PE
- métallique (acier)

