

LES ÉMULSIONS DE BITUME

CARACTÉRISTIQUES FONDAMENTALES ET
PROPRIÉTÉS D'USAGE

LES ÉMULSIONS DE BITUME

PROPRIÉTÉS D 'USAGE

Propriétés intrinsèques

- fraction volumique
- granulométrie
- nature des phases

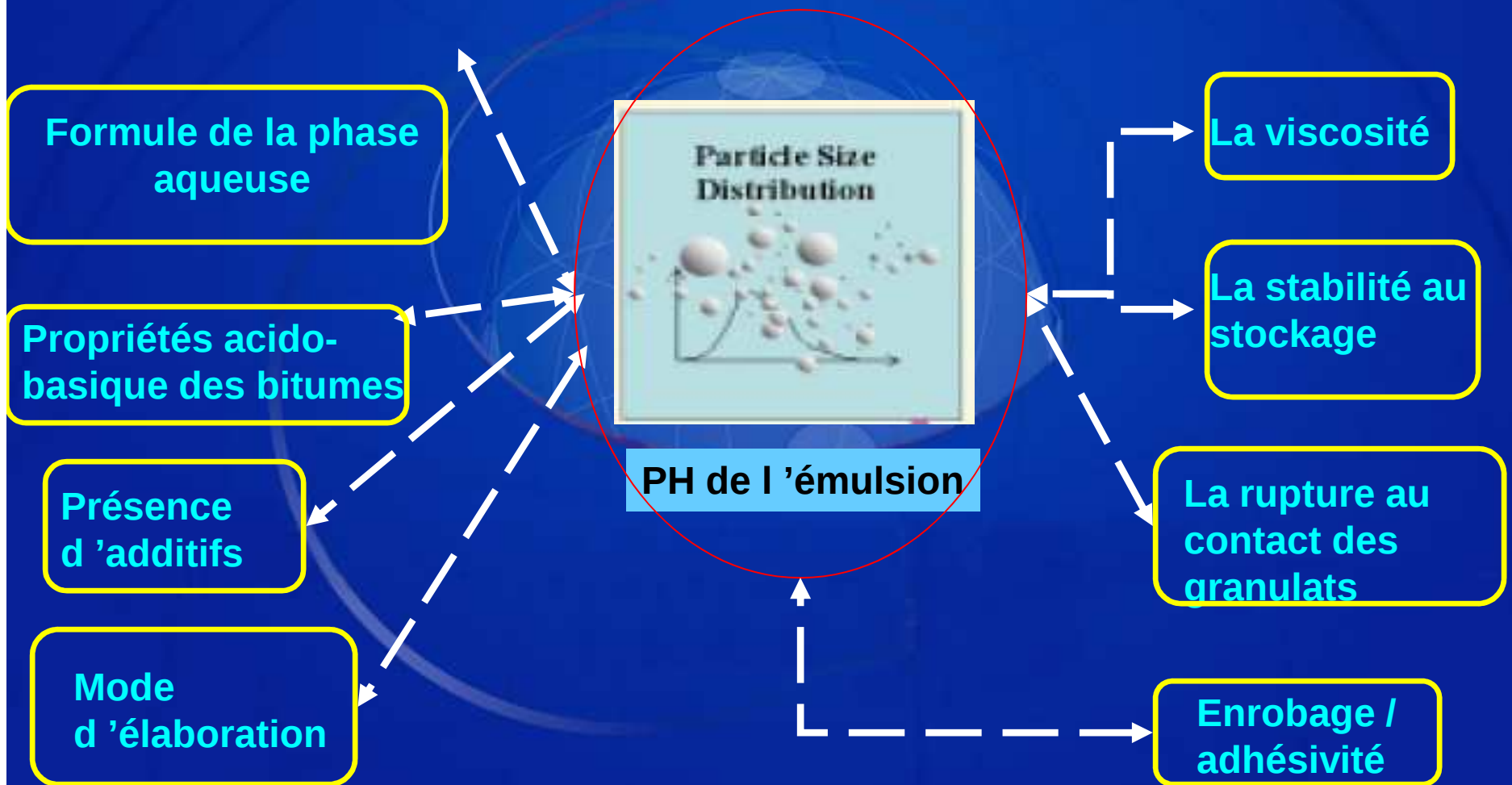


Propriétés d 'usage

- rupture
- viscosité
- montée en cohésion
- adhésivité

LES ÉMULSIONS DE BITUME

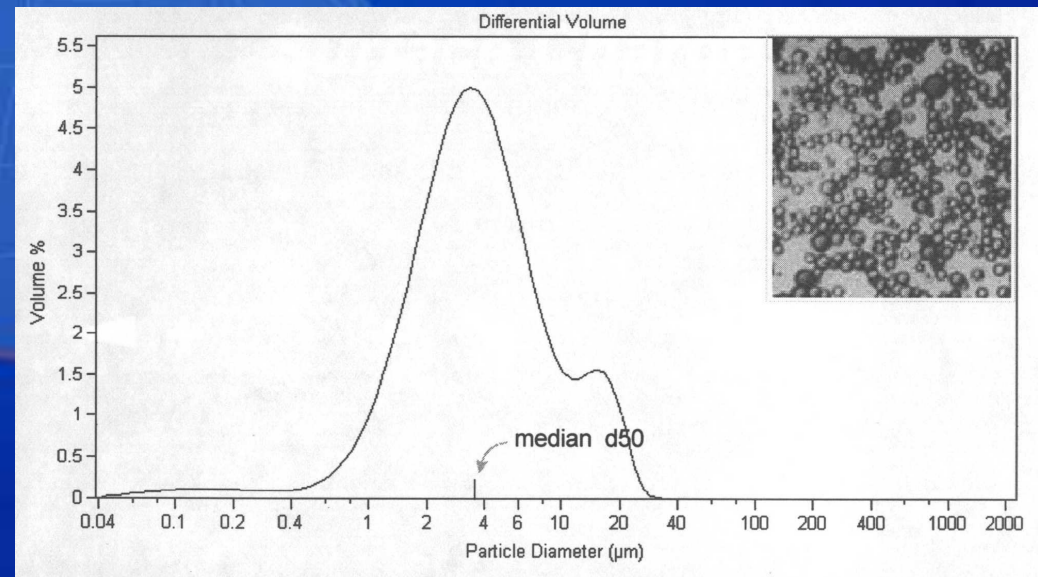
CARACTÉRISTIQUES FONDAMENTALES À CONTRÔLER



LES ÉMULSIONS DE BITUME

PROPRIÉTÉS D'USAGE

Granulomètre à diffraction laser



On exploite trois indicateurs :

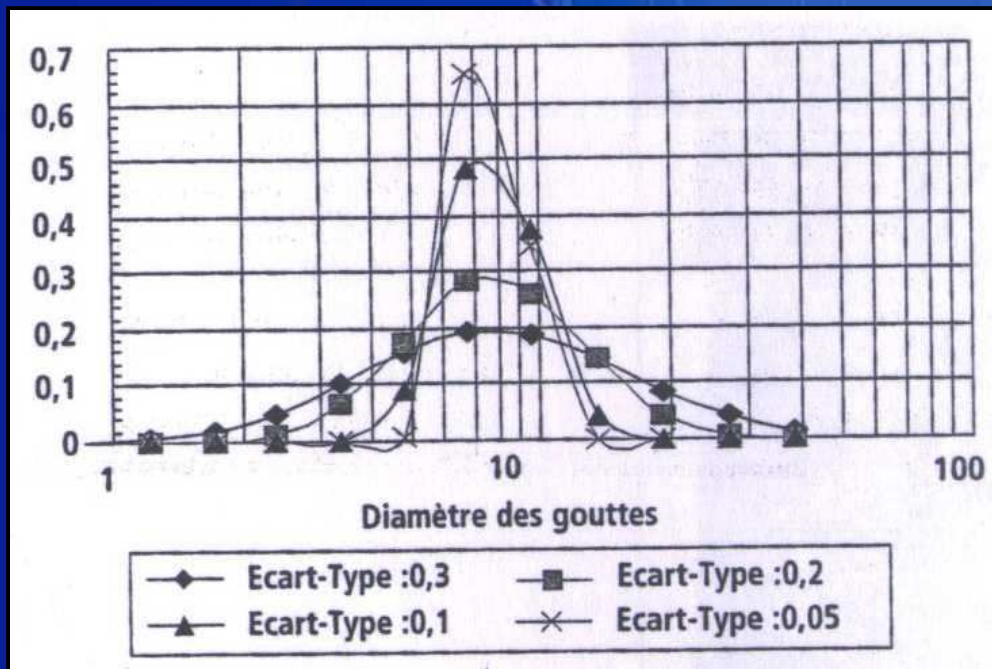
- le diamètre médian, D_{50}
- l'écart-type,
- la surface spécifique

LA GRANULOMÉTRIE DES ÉMULSIONS

L'ÉCART-TYPE

- Représente l'étalement de la courbe le long des axes des abscisses.
- Est quantifié par l'écart-type de la distribution (loi lognormale)

$$\delta = \frac{1}{2} \lg(D_{84} / D_{16})$$

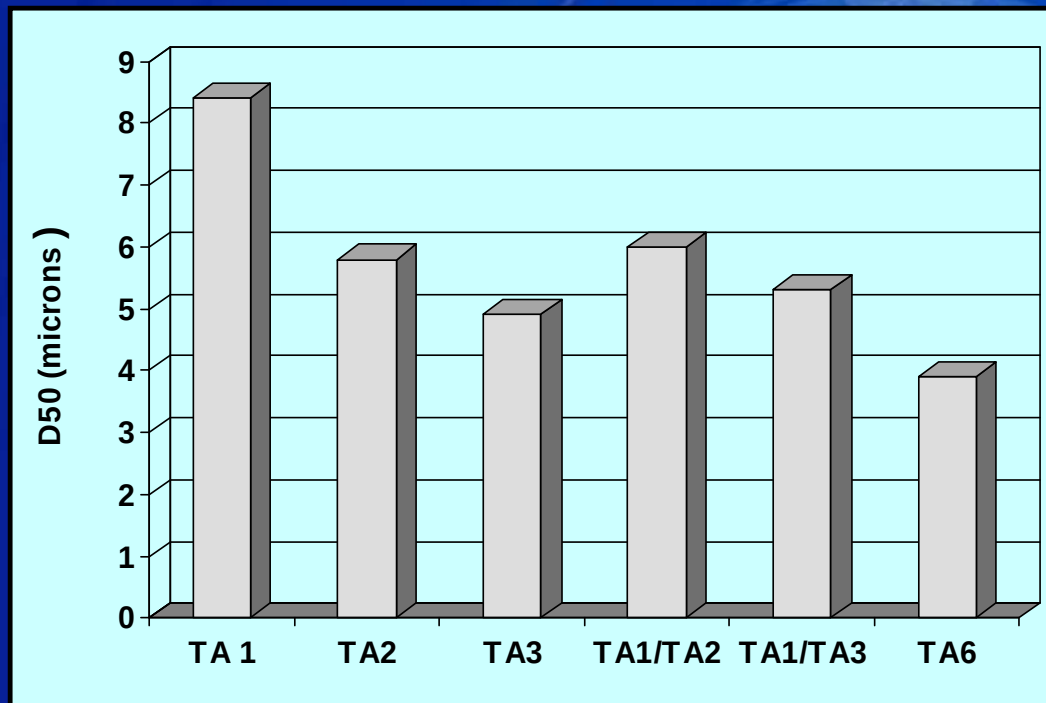


Exemple d'utilisation :

- Diagnostic in-vitro des maladies
- Propriétés optiques
(arrangement ordonnées des gouttes)

COMMENT CONTRÔLER LA GRANULOMÉTRIE DES ÉMULSIONS ?

Effet de la nature des émulsifiants

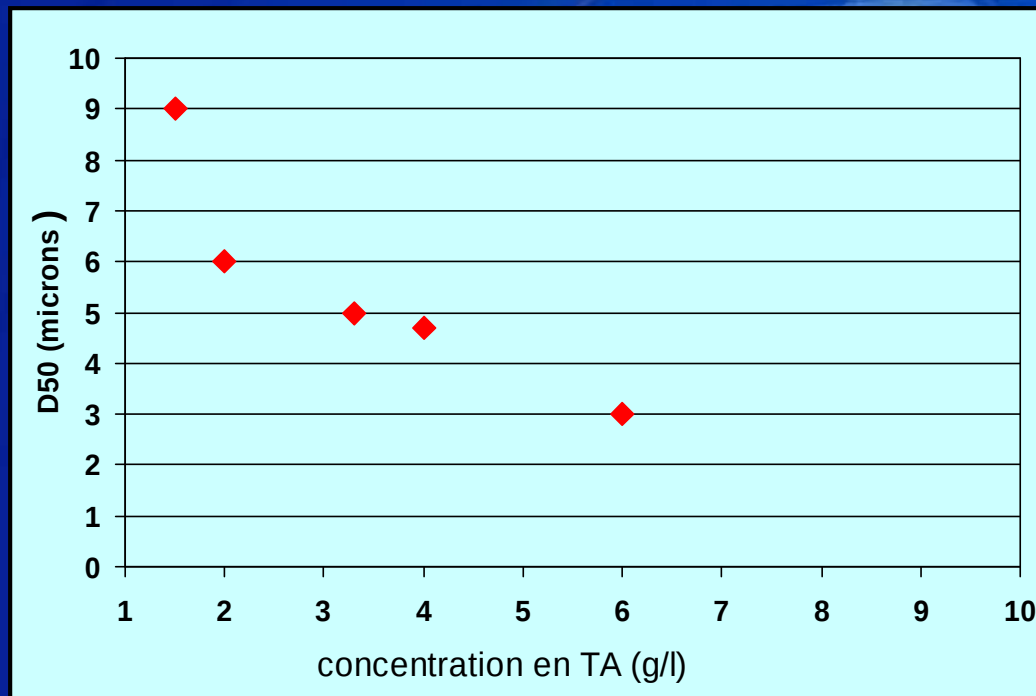


- Nature chimique
- Longueur des chaines
- Taux de neutralisation (PH)

Le choix des émulsifiants est préconisée par les fournisseurs.
Le formulateur fait aussi appel à son expérience.

COMMENT CONTRÔLER LA GRANULOMÉTRIE DES ÉMULSIONS ?

Effet de la concentration en émulsifiants



- Emulsifiant résiduel ?
- Taux de neutralisation (PH)

Le choix est fixé par l'usage des émulsions :

- rupture rapide ou medium 1 à 3 kg/t
- rupture lente ou surstabilisée 8 à 15 kg/t

COMMENT CONTRÔLER LA GRANULOMÉTRIE DES ÉMULSIONS ?

■ Effet de la concentration en émulsifiants sur l'enrobage

Dosage en diamine (%)	Indice de rupture	Essais d'enrobage		
		6/10 mm(1)	6/10 mm	0/12.5 mm (2)
0,16	rapide	Bon	Mauvais	-
0,25	Semi-rapide	Bon	Bon	Mauvais
0,6	lente	-	Bon	Bon

(1) : Passants au 80 μm < 1%

(2) : Béton bitumineux Grenu contenant 7% de passants au 80 μm .

COMMENT CONTRÔLER LA GRANULOMÉTRIE DES ÉMULSIONS ?

Effet de la neutralisation de l'émulsifiant

pH de la phase aqueuse	Indice de rupture	
	Amidoamine	Polyamine
1,5	116	149
2	103	137
2,5	96	128
3	92	124
4	80	119
6	-	113

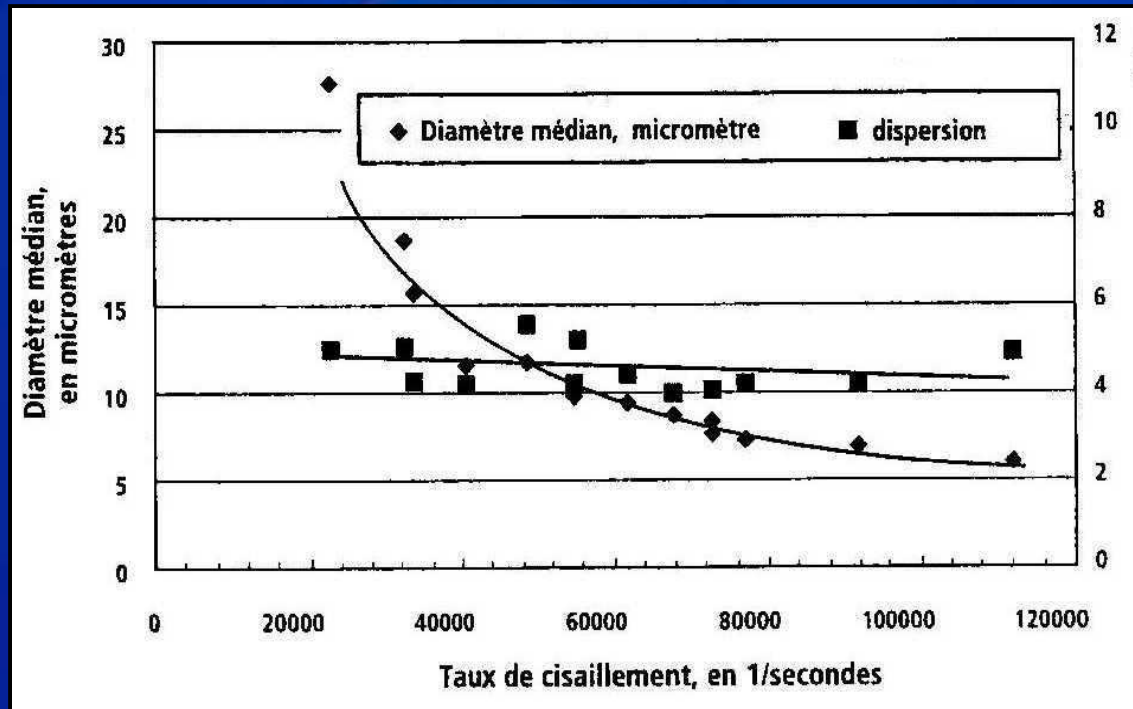
L'émulsifiant pour être efficace doit être sous forme de sel.

La salification doit être faite pour aboutir à une phase aqueuse de pH déterminé, dans laquelle l'émulsifiant est parfaitement réparti.

Une mauvaise neutralisation conduit à la fabrication d'émulsion de qualité aléatoire.

COMMENT CONTRÔLER LA GRANULOMÉTRIE DES ÉMULSIONS ?

Effet du mode d'élaboration

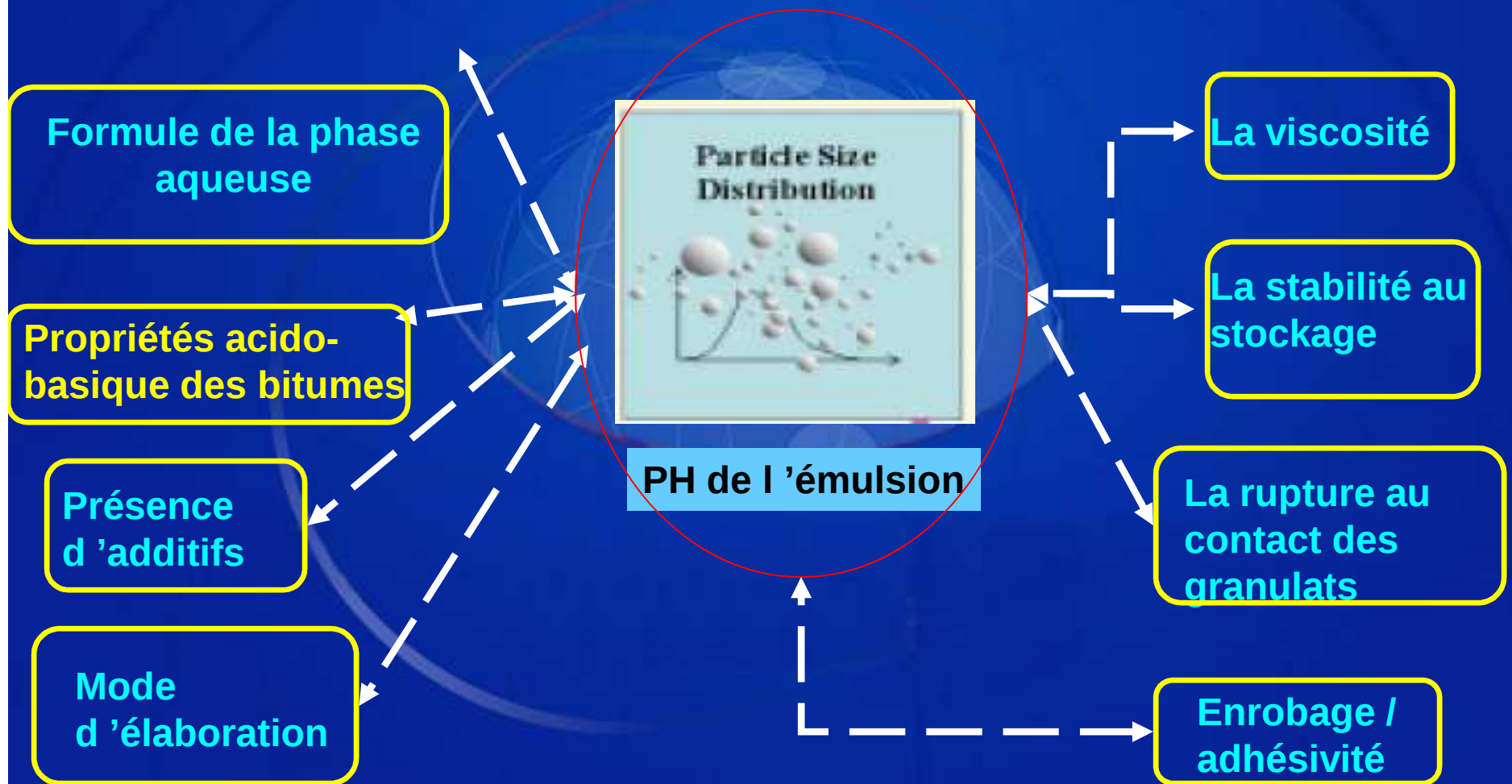


Mais aussi :

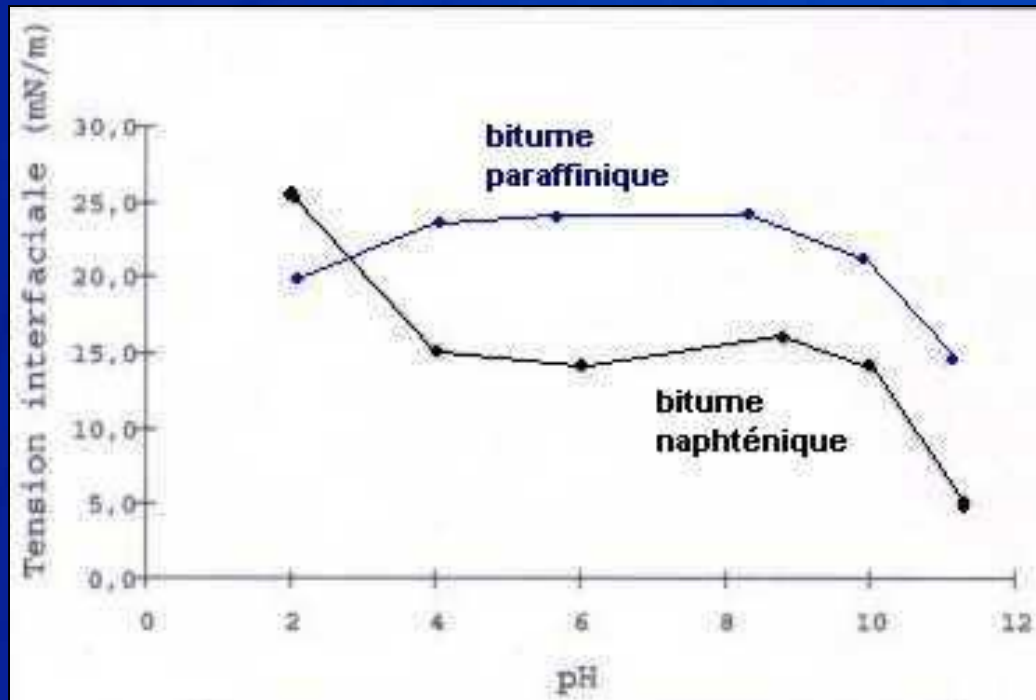
- Température du bitume
- Température de la phase aqueuse

LES ÉMULSIONS DE BITUME

CARACTÉRISTIQUES FONDAMENTALES À CONTRÔLER



PROPRIÉTÉS ACISO-BASIQUE DES BITUMES



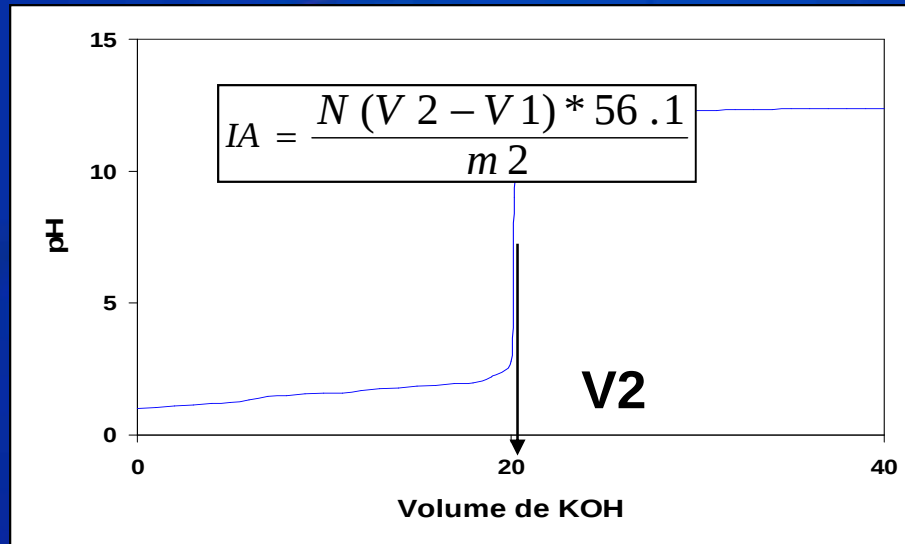
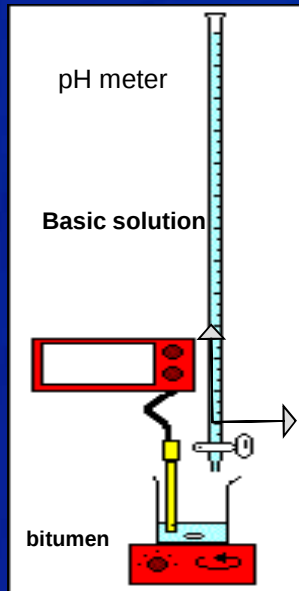
↑ La tension interfaciale influence :

- la taille des gouttes
- les cinétiques de rupture

- Bitume = mélange d 'hydrocarbures contenant des composés polaires (acides carboxyliques / composés aminés)
- à pH acide, différence de tension interfaciale entre les 2 bitumes - $\Delta W = \gamma \Delta A$
- ionisation des acides carboxyliques quand le pH augmente (charges négatives)
- Diminution de la tension interfaciale

PROPRIÉTÉS ACISO-BASIQUE DES BITUMES

Mise en évidence des composés acides des bitumes

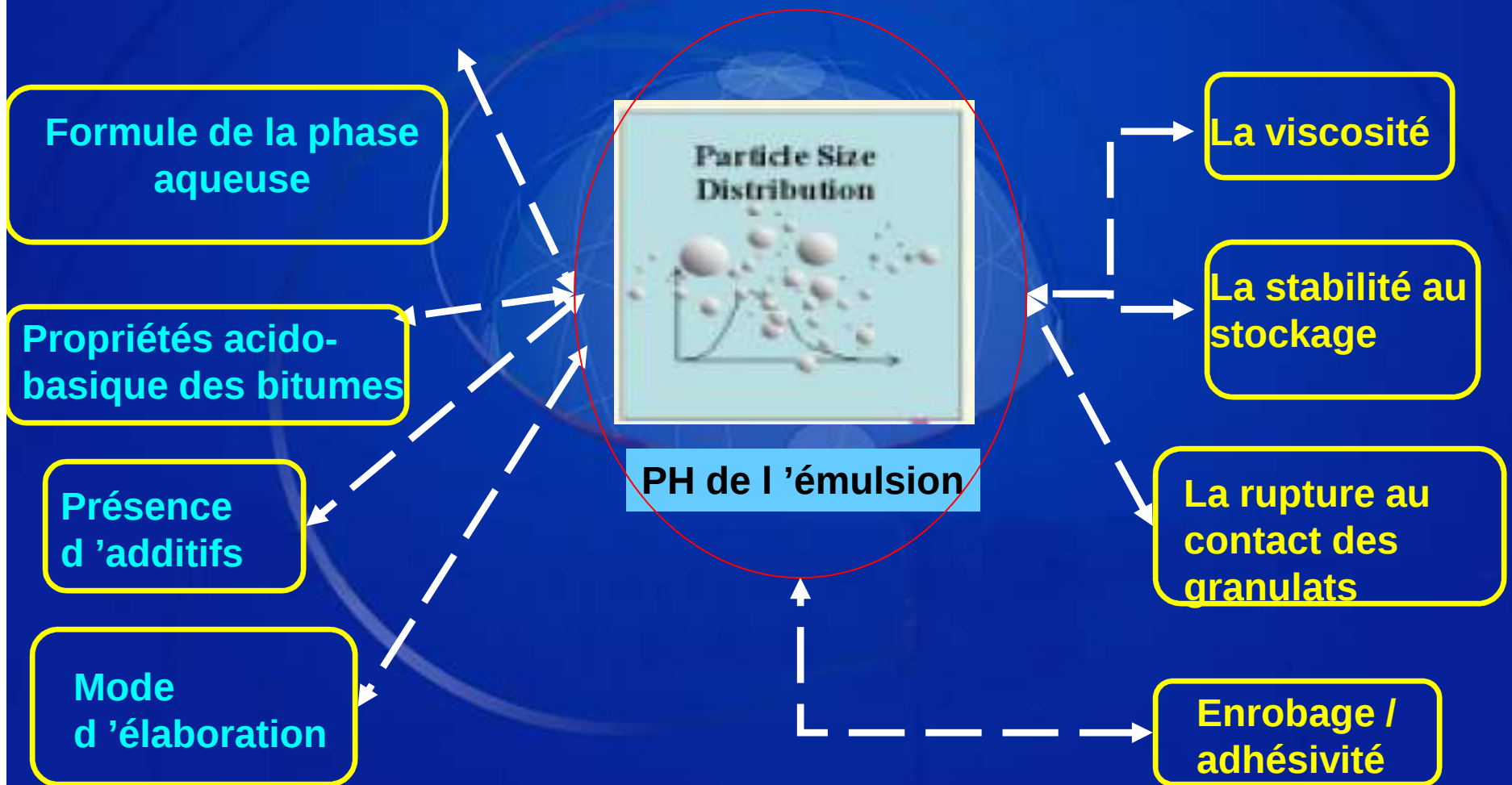


BN bitumen **IA = 3,4**
BP bitumen **IA = 0,4**

- Par un dosage acide-base, on peut mettre en évidence la présence des acides carboxyliques des bitumes.
- IA (indice d'acide) correspond à la quantité de solution basique nécessaire pour neutraliser les composés acides.
- Si IA est supérieure, plus de composés polaires acides à la surface des gouttes
- Comportement des composés polaires différents selon le pH.

LES ÉMULSIONS DE BITUME

CARACTÉRISTIQUES FONDAMENTALES À CONTRÔLER



LA VISCOSITÉ DES ÉMULSIONS

La viscosité : intérêt à l'usage

- *lors du transferts dans les canalisations*
 - ▶ *pompage*
 - ▶ *répandage*
- *lors de l'utilisation sur chantier*
 - ▶ *émulsion de répandage plus visqueuse*
 - ▶ *émulsion d'enrobage ou d'imprégnation*

LA VISCOSITÉ DES ÉMULSIONS

La mesure de la viscosité

■ Écoulement des liquides à travers un orifice calibré

- Saybolt_furol
- Engler
- STV...



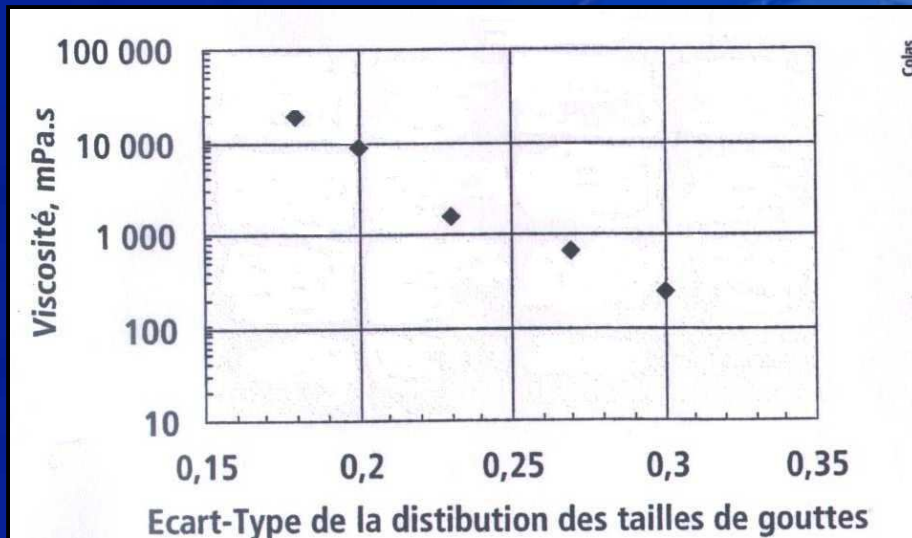
■ Viscosité dynamique entre deux cylindres coaxiaux

- Brookfield....

Photo de la
viscosité
Saybolt-Furol

EFFET DE LA GRANULOMÉTRIE SUR LA VISCOSITÉ

Effet de la granulométrie



- Écart-type élevé = émulsion polydisperse
- émulsion polydisperse = viscosité faible
- émulsion monodisperse = viscosité élevée

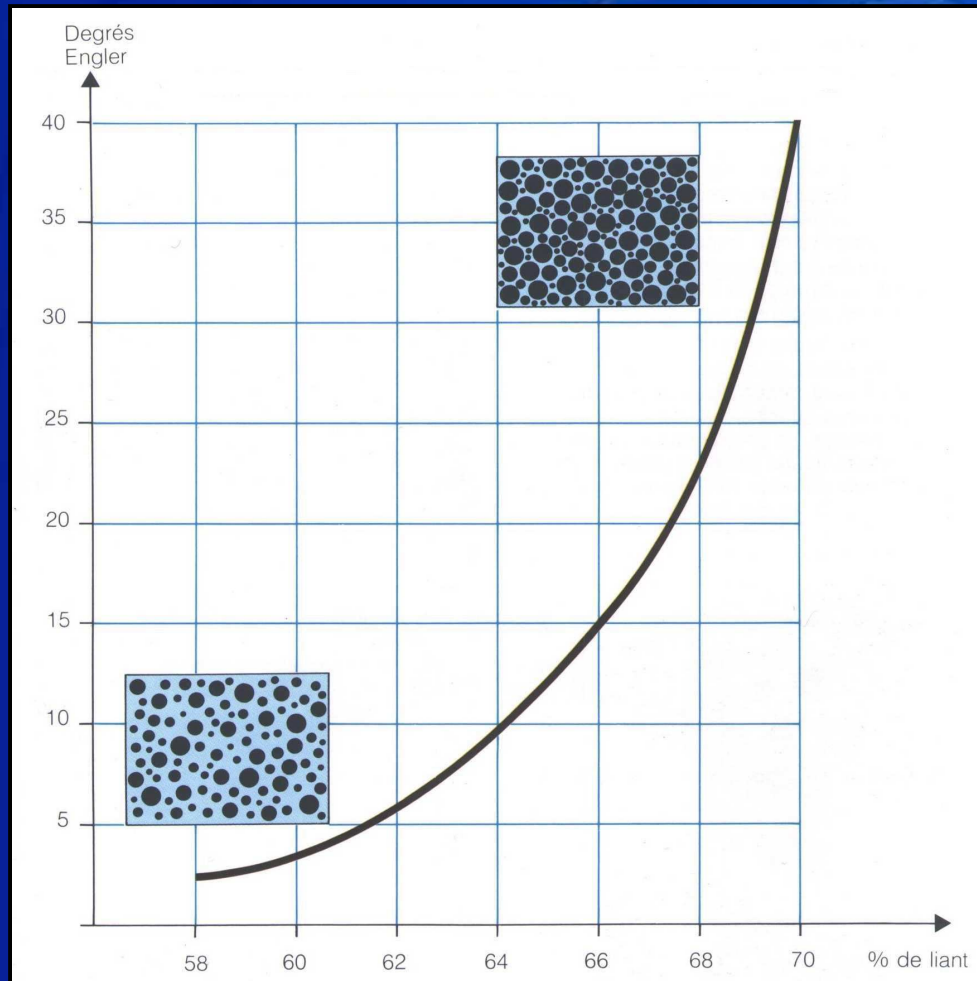
➔ Arrangement des gouttes

En maîtrisant la taille des gouttes, on imagine aisément l'intérêt de pouvoir choisir la viscosité de l'émulsion par le seul biais de sa granulométrie et des paramètres de fabrication avec :

- phase aqueuse inchangée
- pas d'additif.

EFFET DE LA TENEUR EN BITUME SUR LA VISCOSITÉ

Effet de la teneur en bitume



- loi exponentielle avec la concentration en bitume.
- arrangement des gouttes.
- effet de l'eau piégée dans les émulsions polydisperses
- augmentation de la fraction volumique effective du bitume

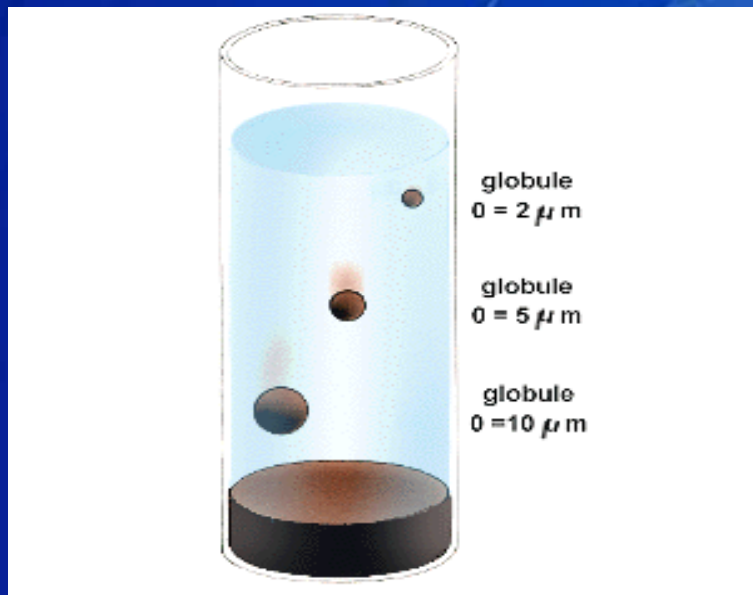
AUTRES PARAMÈTRES INFLUENTS SUR LA VISCOSITÉ

■ Mais aussi

- Influence de la viscosité de la phase dispersante.
- Influence de la nature de l'émulsifiant qui intervient de façon plus complexe sur
 - ▢ la granulométrie
 - ▢ la viscosité de la phase dispersante
 - ▢ les caractéristiques du film interfaciale

EFFET DE LA GRANULOMÉTRIE SUR LES PROPRIÉTÉS D'USAGE

Effet sur la stabilité au stockage



Une émulsion stockée, même de façon prolongée, doit conserver une dispersion homogène.

Ses constituants ne se séparent pas.

Paramètres importants :

- densité
- taille des gouttes
- viscosité de la phase dispersante

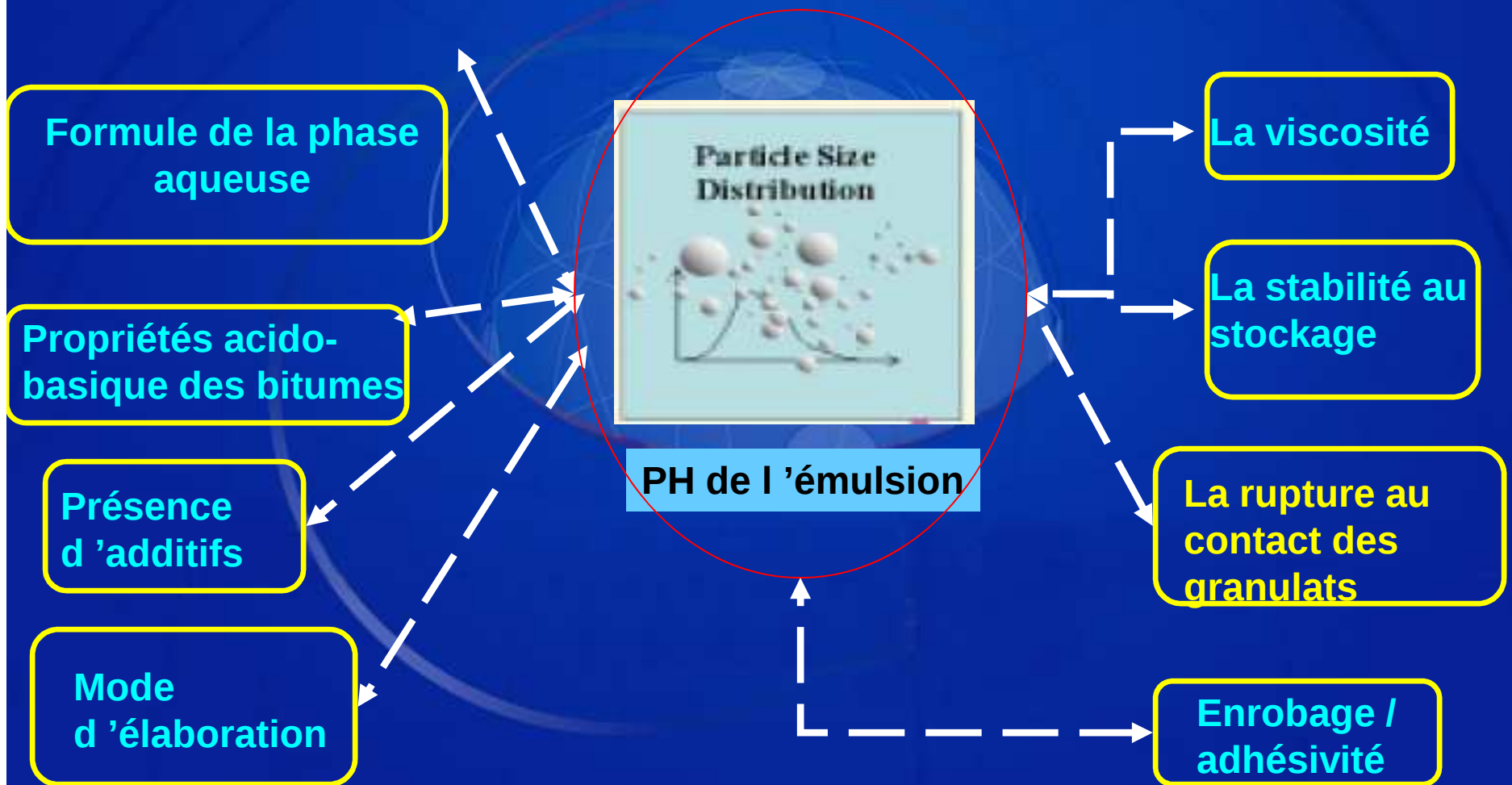
$$v = \frac{2}{9} \frac{\Delta \rho a^2}{\eta} g$$

RÈGLES GÉNÉRALES

- ✚ En résumé, l'amélioration de la stabilité sera obtenue préférentiellement par l'augmentation de la finesse de l'émulsion.
- ✚ D'autant plus, que ce paramètre joue un rôle favorable sur d'autres caractéristiques: viscosité, qualité de l'enrobage,.....
- ✚ Ainsi tous les facteurs qui agissent sur le diamètres des gouttes doivent être optimisés :
 - ✉ nature et dosage de l'émulsifiant
 - ✉ nature et puissance de l'appareil de dispersion
 - ✉ vitesse de rotation
 - ✉ différence de température entre les phases
 - ✉ viscosité du liant à disperser.

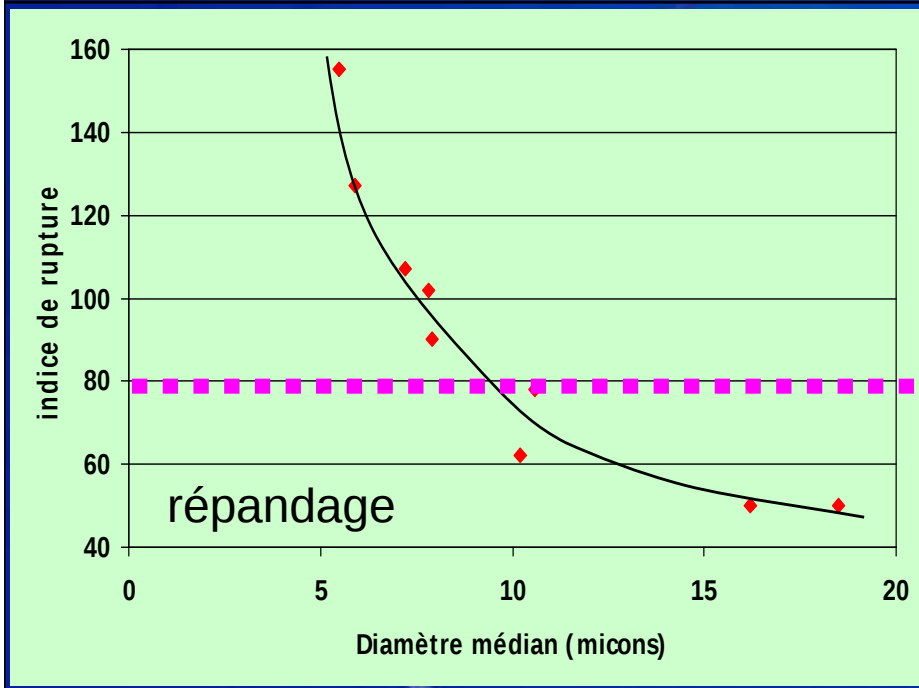
LES ÉMULSIONS DE BITUME

CARACTÉRISTIQUES FONDAMENTALES À CONTRÔLER



RUPTURE ET COALESCENCE DE L'ÉMULSION

Effet de la granulométrie



Cette propriétés d'usage caractérise la vitesse de déstabilisation de l'émulsion mise en présence de granulat.

Plus le diamètre médian est grand, plus la rupture est rapide

Distingue les émulsions de répandage des émulsions d'enrobage.

Les enrobés à base d 'émulsion de bitume

processus de rupture dans les enrobés à l 'émulsion

Dès la mise en présence des granulats et de l 'émulsion, deux processus vont s 'enchaîner et se poursuivre tout au long des phases d 'enrobage et de mise en œuvre.

 La déstabilisation de l 'émulsion permet d 'entamer le processus de coalescence qui doit conduire à la formation d 'un film continu de bitume.

 La cinétique de coalescence (contraction homothétique et expulsion de l'eau va influencer la montée en cohésion des systèmes.

 La performance de l 'enrobé à froid est très largement conditionnée par la possibilité de contrôler la cinétique de chacun aux divers stades de la mise en œuvre (enrobage, répandage, compactage et maturation)

RUPTURE ET COALESCENCE DE L'ÉMULSION

Interaction granulats / émulsion

▪ *Interactions physiques*

- ▶ *surface spécifique des granulats (teneur en fines)*
- ▶ *État de surface des granulats*
 - *microtexture*
 - *microporosité,*

▪ *Interactions chimiques*

- ▶ *Adsorption de l'émulsifiant à l'interface solide /liquide*
- ▶ *Augmentation du pH due aux granulats*
- ▶ *Désorption de l'interface bitume / phase aqueuse*
- ▶ *Perte en eau*

RUPTURE ET COALESCENCE DE L'ÉMULSION

Enrobage / Adhésivité

En parallèle au processus de rupture, une partie des gouttes couvrent la surface des granulats, grâce aux interactions granulats / gouttes favorables.

L'attraction des gouttes par la surface de granulats est un phénomène électrostatique

Ce processus contrôle la qualité de l'enrobage.

RUPTURE ET COALESCENCE DE L'ÉMULSION

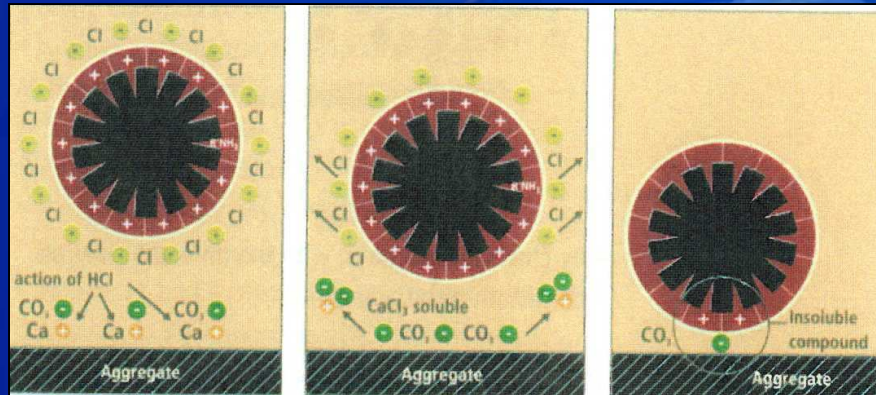
Enrobage / adhésivité

La résistance au désenrobage est un autre critère important de formulation. Le désenrobage peut apparaître lors des contraintes mécaniques :

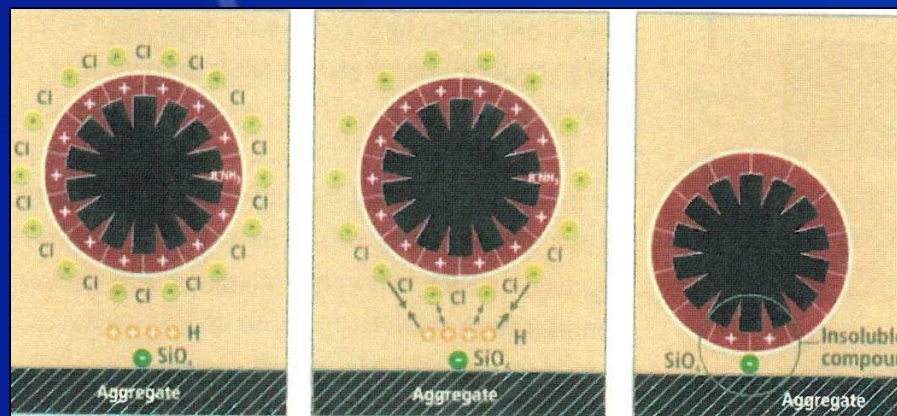
- ▶ chargement
- ▶ transport
- ▶ mise en oeuvre

RUPTURE ET COALESCENCE DE L'ÉMULSION

■ Adhésivité : Réaction émulsion / granulat



Cas d'une émulsion cationique en présence d'un granulat purement calcaire.

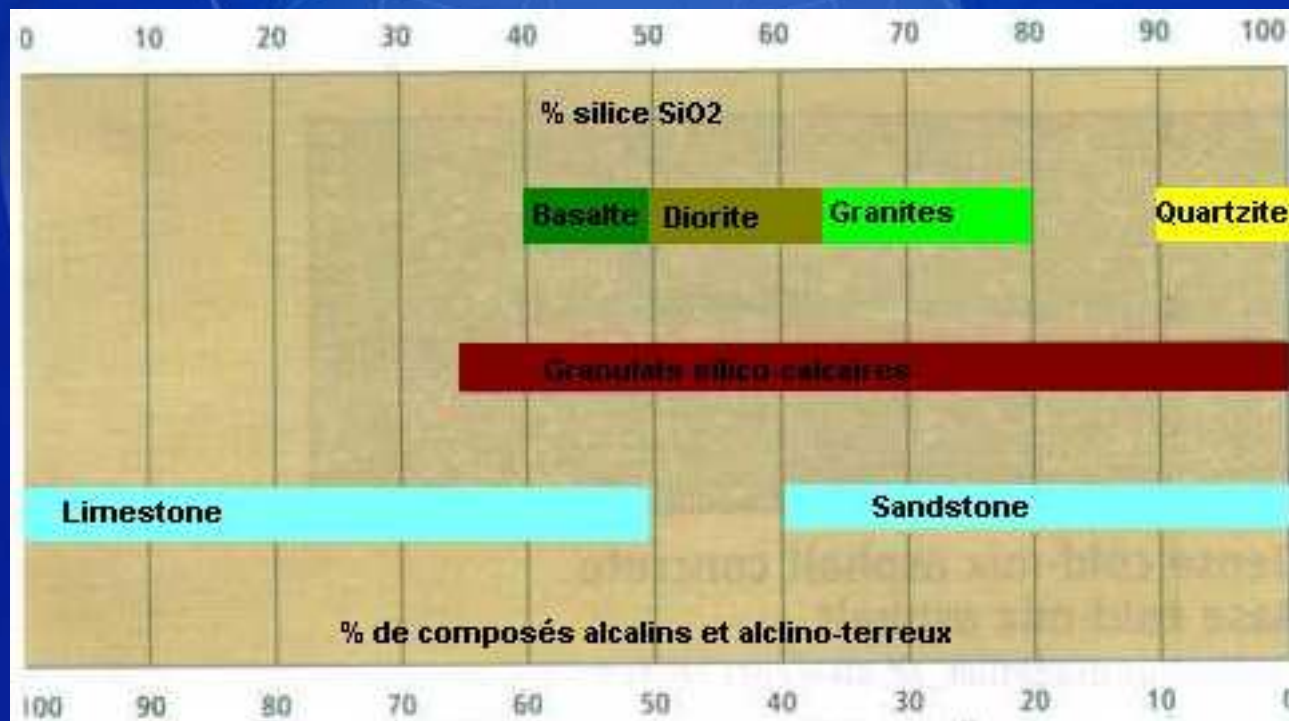


Cas d'une émulsion cationique en présence d'un granulat purement siliceux.

RUPTURE ET COALESCENCE DE L'ÉMULSION

■ Effet sur l'enrobage et l'adhésivité

Les granulats utilisés dans le milieu routier contiennent rarement un seul minéral. Se sont des arrangement complexes de différents composés:



RUPTURE ET COALESCENCE DE L'ÉMULSION

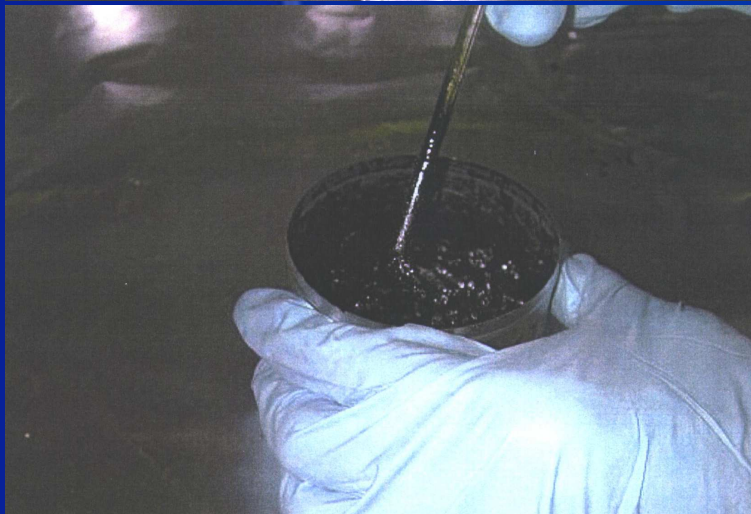
Interaction granulats /émulsion

- *Conséquence : les analyses théoriques basées sur le choix simpliste (silicates / calcaires) ne peuvent être réalistes.*
- *Dans la pratique, il est nécessaire d'adapter l'émulsion aux granulats disponibles localement.*
 - ▶ *Nature de l'émulsifiant / nature de l'acide ou de la base*
 - ▶ *Concentration en émulsifiant (émulsifiant adsorbé / émulsifiant résiduel)*

Enfin, si la qualité de l'enrobage est gouverné par le choix de l'émulsifiant, la cinétique est fonction de la viscosité du bitume, des propriétés de surface granulat/bitume, de l'angle de contact. (Présentation de Didier Lesueur)

RUPTURE ET COALESCENCE DE L'ÉMULSION

■ Résistance au désenrobage (LC 25-009)

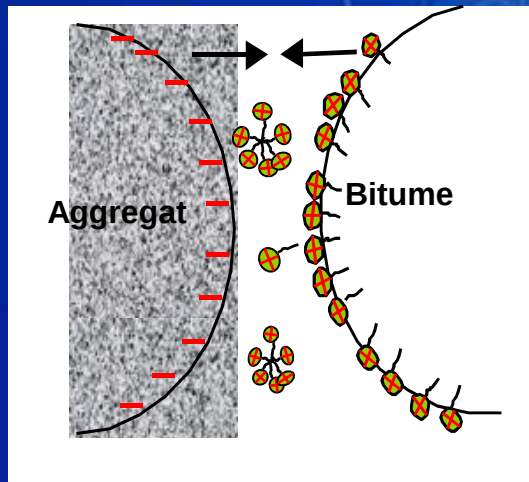


RUPTURE ET COALESCENCE DE L'ÉMULSION

■ Interaction granulats / émulsion

■ Rupture par adsorption

- ▶ Adsorption de l'émulsifiant à l'interface solide / liquide (interaction électrostatique)
- ▶ Compétition entre les émulsifiants libres et les gouttes de bitume.



- charges négatives à la surface des granulats
- charges positives à la surface des gouttes

➡ Conditions à la compatibilité

- Contrôle de la teneur en émulsifiant résiduel
- Attention à l'excès de tensioactifs ! (surface hydrophile)

RUPTURE ET COALESCENCE DE L'ÉMULSION

Interaction granulats / émulsion

▪ *Rupture par adsorption*

Si les molécules de TA issues de la surface des gouttes viennent préférentiellement, il y a appauvrissement de la charge des particules de bitume qui auront tendance à coalescer. En parallèle, la surface du granulat devient hydrophobe par recouvrement d'une couche de TA, ce qui attire le bitume.

RUPTURE ET COALESCENCE DE L'ÉMULSION

Interaction granulats / émulsion

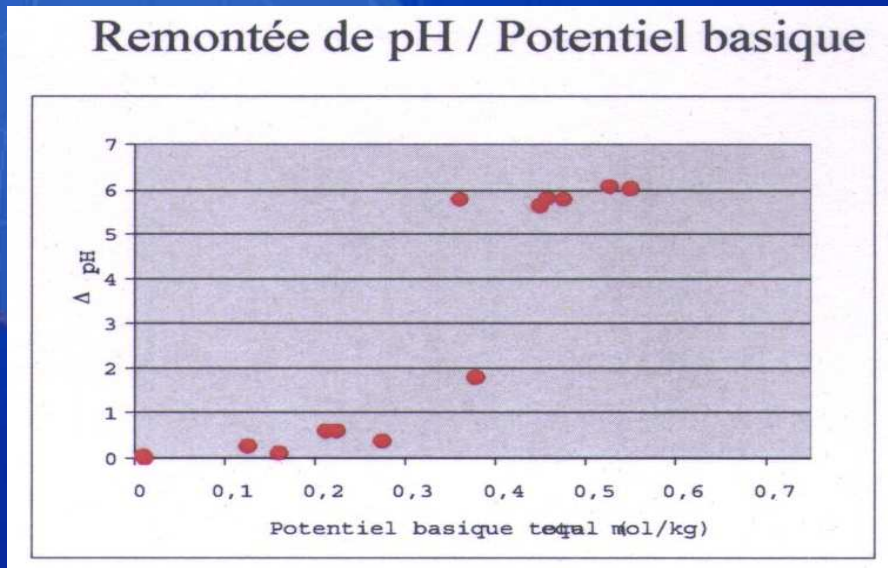
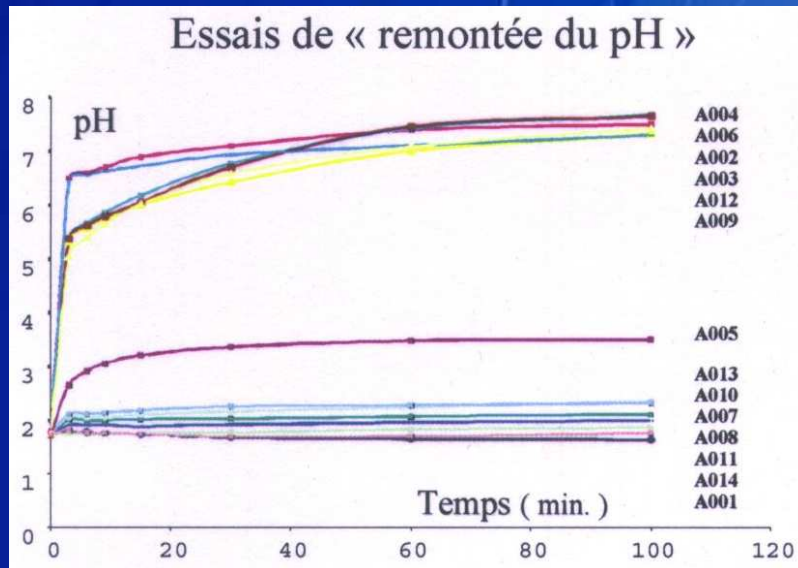
- *rupture par diminution du pouvoir tensioactif*
 - ▶ *Augmentation du pH due aux granulats entraîne une déprotonation des ions ammoniums et donc une désactivation des propriétés tensioactives des TA, qui précipitent sous forme de sels insolubles, ce qui fait rompre les émulsions :*
 - *Diminution des répulsions électrostatiques*
 - *Neutralisation des charges à la surface*

 *influence la montée en cohésion des systèmes (cinétique de rupture)*

RUPTURE ET COALESCENCE DE L'ÉMULSION

Exemple de cas

- *un changement brutale de pH peut être due :*
 - *Nature des granulats utilisés (calcaires, certains silicates,...)*

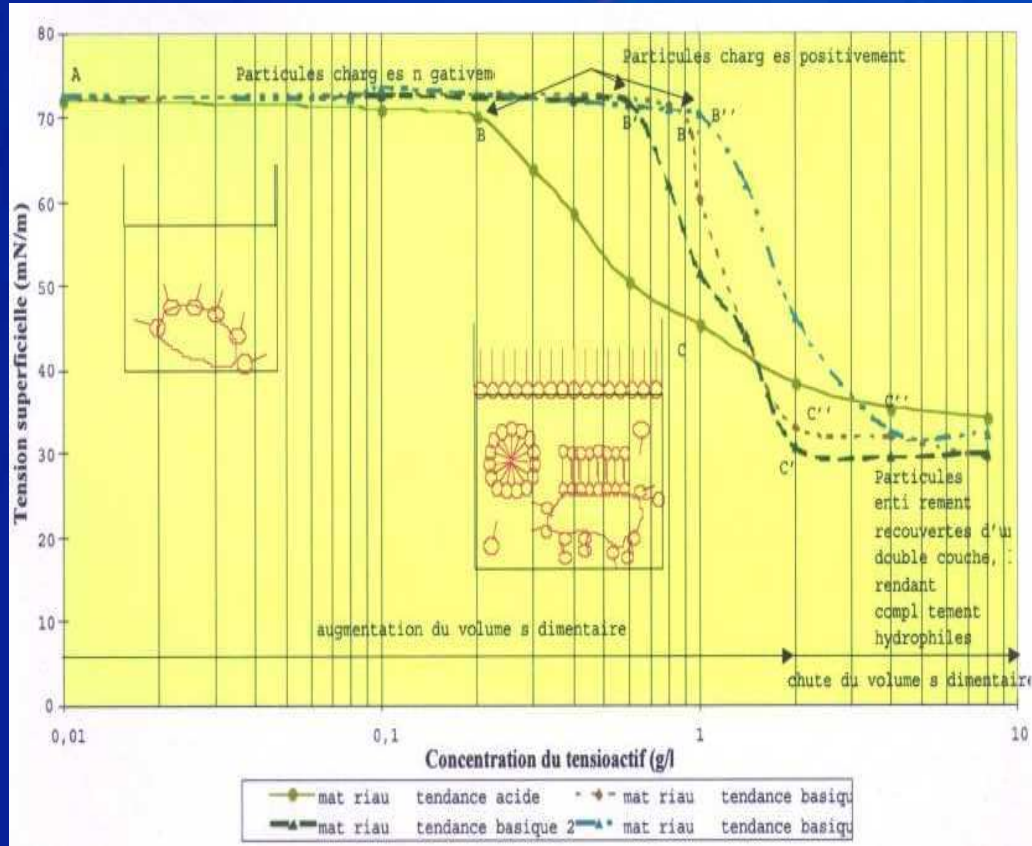


- *Addition de fines spécifiques dans le mélanges (chaux, ciment,...)*

Les émulsions à rupture lente sont communément fabriquées à partir de tensioactifs polyamines, qui présentent un comportement sensible au pH.

RUPTURE ET COALESCENCE DE L'ÉMULSION

Interaction granulats / émulsion



Cas des matériaux basiques

- quantité de TA adsorbé est plus grande.
- TA se trouve sous forme non ionique est plus facilement adsorbé à surface des matériaux.
- quand la quantité de TA augmente, les TA se placent en double couche autour des granulats

- Contrôle de la teneur en émulsifiant résiduel
- Attention à l'excès de tensioactifs ! (surface hydrophile)

RUPTURE ET COALESCENCE DE L'ÉMULSION

■ Exemple de cas

■ *Accélération de la précipitation des gouttes de bitume à la surface des granulats :*

- ▶ *La consommation des protons de la phase aqueuse par les granulats.*
- ▶ *Le relarguage de cations par les granulats (ions calcium, magnésium,...)*
- ▶ *Rupture par évacuation de l'eau : elle est évacuée par évaporation ou par drainage, créant une diminution de la fraction volumique de la phase aqueuse et un rapprochement des gouttes de bitume.*

Utilisation de granulats avec un fort coefficient d'absorption d'eau (roche volcanique). Conduit à un faible taux d'enrobage.

▶ *Mais aussi :*

- Taux d'humidité des granulats
- Temps chaud et sec

RUPTURE ET COALESCENCE DE L'ÉMULSION

Résumé

Effet du matériau

Avec le matériau basique, le pH remonte beaucoup, les charges positives à la surface des gouttes sont neutralisées et le rapprochement des gouttes de bitume est favorisé.

D'autre part, le TA sous forme non ionique est plus facilement adsorbé à la surface du minéral et la phase aqueuse est appauvrie en TA. Cela a un effet sur la vitesse de rupture de l'émulsion.

Avec le matériau acide, le pH qui remonte moins provoque une rupture plus lente.

RUPTURE ET COALESCENCE DE L'ÉMULSION

Résumé

Effet de la formulation des émulsions

La concentration en TA a un rôle important sur la vitesse de rupture. Plus le dosage est faible et plus la rupture est rapide.

Une quantité forte en TA permet d'atteindre plus rapidement le niveau de mouillabilité et de forte hydrophilie des granulats et entraîne une mauvaise filmification du bitume qui est lui hydrophobe.

RUPTURE ET COALESCENCE DE L 'ÉMULSION

 ***La rupture d 'une émulsion n 'est pas un phénomène unique mais implique plusieurs interactions :***

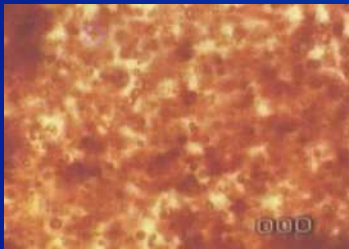
- ✉ Si les gouttes de bitume sont trop stables (trop chargées), la coalescence gouttes/gouttes n 'a pas lieu et la formation du film de bitume est compromise.
- ✉ Si les gouttes sont peu chargées et qu 'il y a beaucoup de TA dans la phase aqueuse, celui-ci se répartit à la surface des granulats pour former plus ou moins rapidement une double couche qui va le rendre hydrophile et donc répulsif vis à vis du bitume. On peut penser que la coalescence ultime n 'est pas atteinte dans un délai suffisamment court et que l 'enrobé résultants sera sensible au désenrobage.
- ✉ La nature minéralogique des granulats est très importante et chaque formulation doit être adaptée en conséquence. Même si les comportements généraux sont les mêmes, les points critiques interviennent à des dosages en TA différents en fonction de l 'origine du minéral et du type de TA.

RUPTURE ET COALESCENCE DE L'ÉMULSION

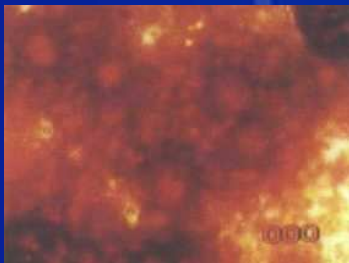
Formation d'un film de bitume

▪ *Début de la montée en cohésion par formation d'un gel ; coalescence goutte/goutte*

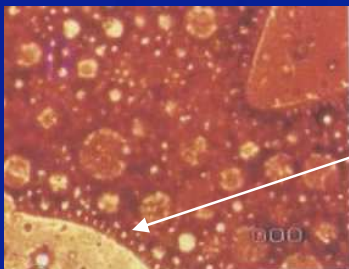
- Contraction sous l'effet de la tension interfaciale
- expulsion de l'eau par contraction du gel



Agglomération des gouttes



Fusion des gouttes



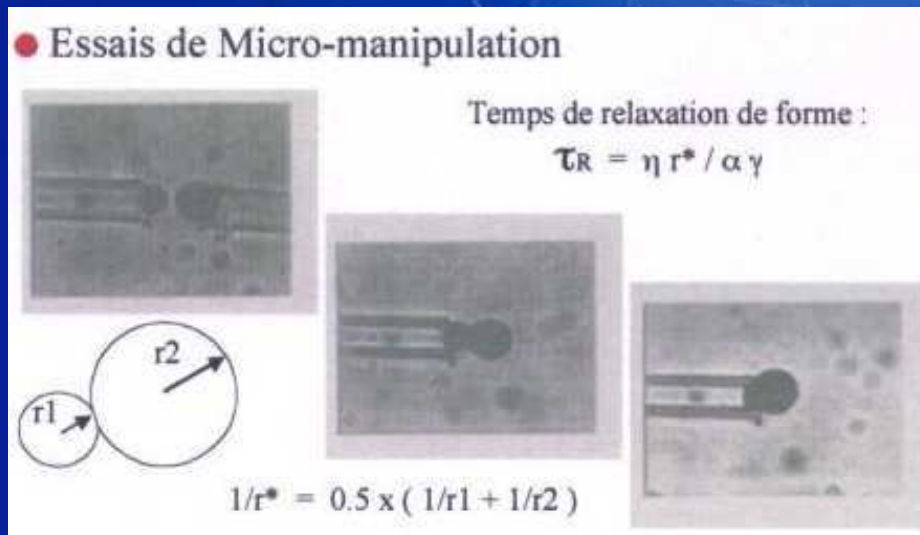
Formation d'un film

**Intérêt technique :
montée en cohésion**

RUPTURE ET COALESCENCE DE L'ÉMULSION

Coalescence à l'échelle de 2 gouttes

- 1ère étape
 - ▶ nucléation d'un trou à la surface des gouttes
- 2ème étape
 - ▶ processus de relaxation de forme (micro-manipulation)



Le temps de relaxation obéit à :

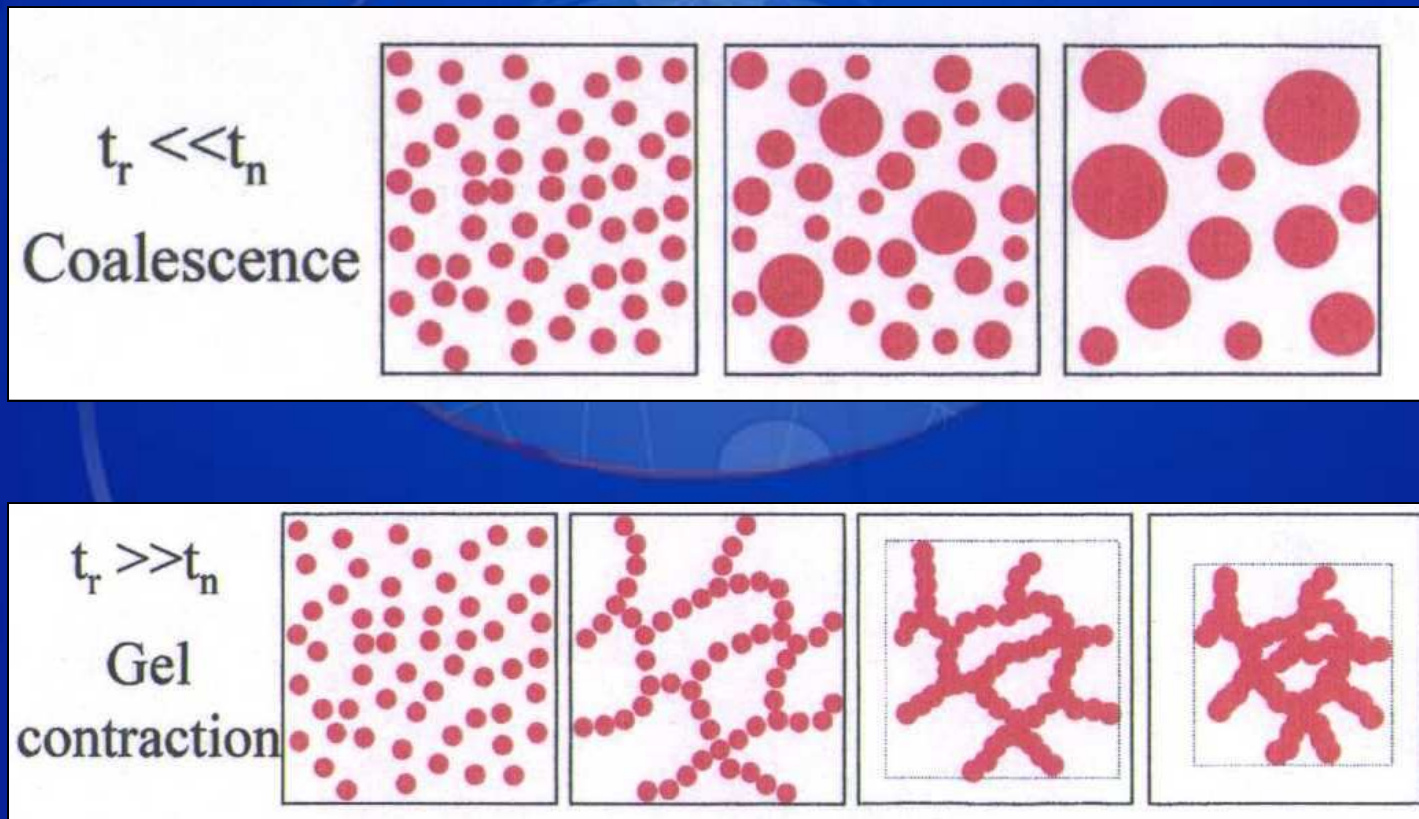
$$\tau_r = \frac{\eta r^*}{\alpha \gamma}$$

Le temps de relaxation dépend de :

- la viscosité du bitume
- la taille des gouttes
- la tension superficielle

RUPTURE ET COALESCENCE DE L'ÉMULSION

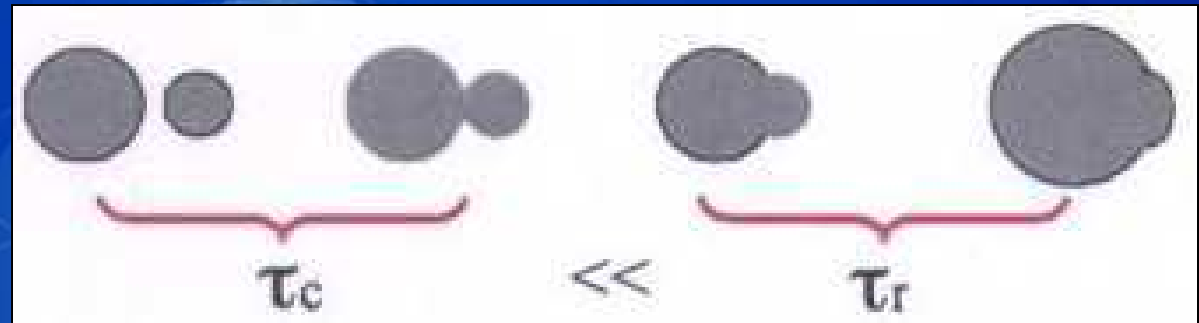
La cinétique de la coalescence : 2 cas limites



RUPTURE ET COALESCENCE DE L'ÉMULSION

■ Coalescence à l'échelle de l'émulsion de bitume

Mise en évidence par une expérience microscopique



Formation d'un réseau de gouttes interconnectées.

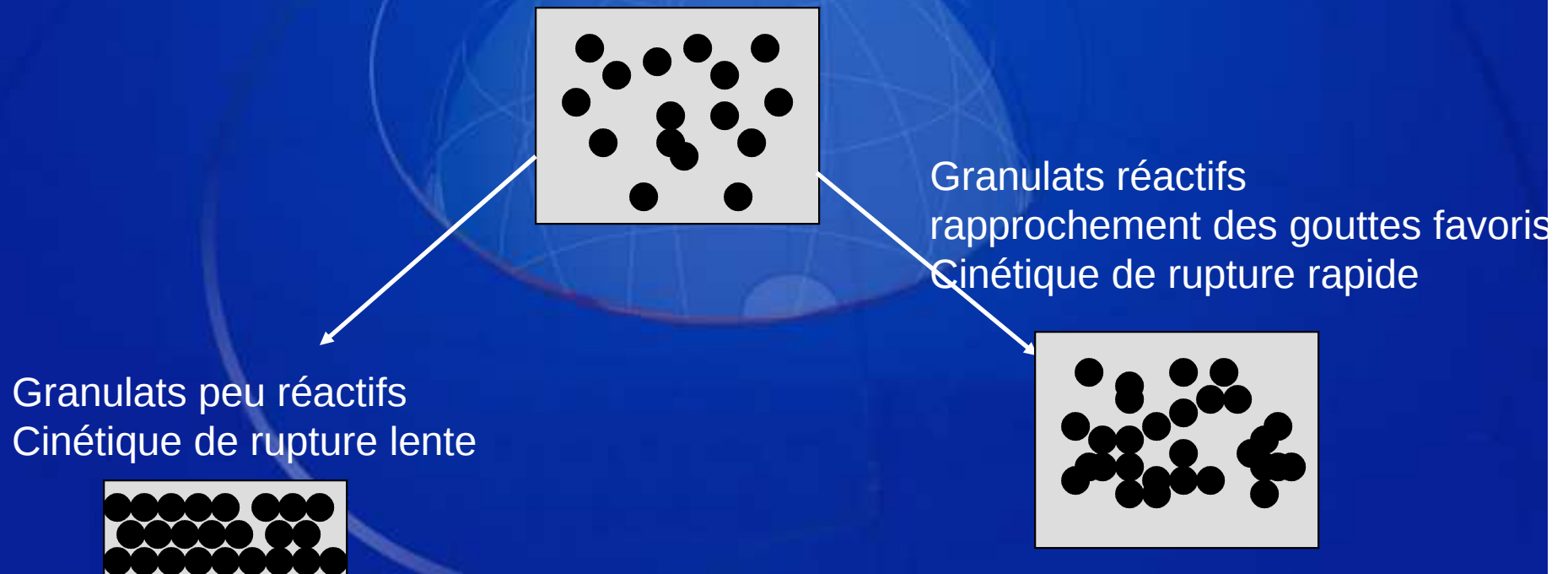
Les gouttes ne coalescent pas entre elles pour former des gouttes plus grosses.



RUPTURE ET COALESCENCE DE L'ÉMULSION

■ Formation d'un gel

🕒 influence la montée en cohésion des systèmes (cinétique de rupture)



RUPTURE ET COALESCENCE DE L'ÉMULSION

Montée en cohésion - Formation d'un film de bitume

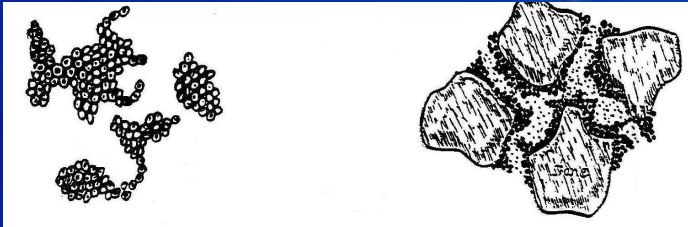
- *Début de la montée en cohésion par formation d'un gel.*
 - ▶ *Contraction sous l'effet de la tension interfaciale*
 - ▶ *expulsion de l'eau par contraction du gel*
- *Évaporation de la phase aqueuse.*
- *Formation d'un film continu à la surface du granulat*

Intérêt technique :

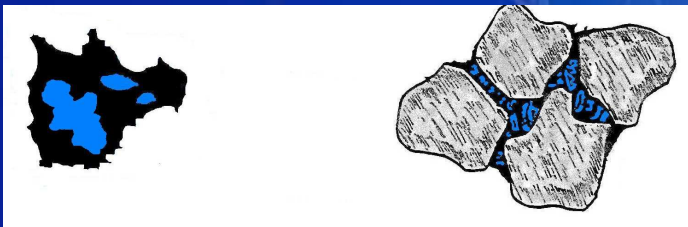
vitesse de montée en cohésion

RUPTURE ET COALESCENCE DE L'ÉMULSION

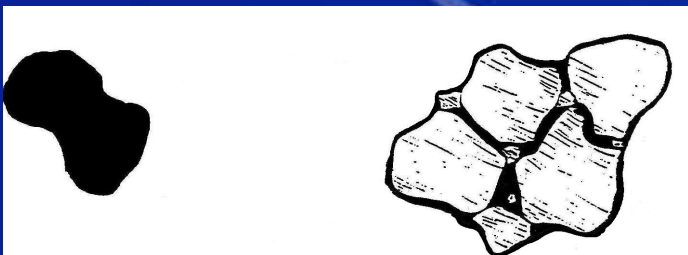
État de l'émulsion /granulats aux différentes étapes



Début du malaxage
maniabilité dictée par les cinétiques de rupture



Formation d'un film continu
cohésion initiale faible
évacuation de l'eau piégée



évacuation de l'eau piégée
état final

Les enrobés à base d 'émulsion de bitume

Effet de l 'eau : nécessaire mais gênante

La présence de l 'eau résiduelle a une importante influence sur l 'évolution des propriétés des enrobés.

Aspect positifs de l 'eau

L 'eau est essentielle pour la fabrication des émulsions de bitume, permet de ioniser le milieu et d 'obtenir la coalescence et la rupture, permet de lubrifier les granulats et facilite le compactage.

Aspect nuisibles de l 'eau

Tant qu 'il reste de l 'eau, la consolidation n 'est pas terminée, la cohésion reste faible.

De même, tant que le film de bitume n 'a pas atteint son état final (film continu), une augmentation de la teneur en eau (humidité) peut induire une chute de la cohésion et avoir des conséquence dramatique sur la performance.

RUPTURE ET COALESCENCE DE L'ÉMULSION

✉ Les paramètres influents sur les cinétiques de rupture

	Contraction homothétique du gel		Adhésion	
	Cinétiques de rupture		Qualité de l'enrobage	Cinétique de l'enrobage
	Cinétiques d'initiation	Cinétiques de contraction		
Granulats	• Nature • Quantité • Surface spécifique		• Nature • Quantité • Surface spécifique	• Mouillage bitume / granulats
Émulsion	• Nature TA • Concentration TA	• Viscosité du bitume • Taille de gouttes • Tension interfaciale bitume / eau	• Nature TA • Concentration TA • Taille des gouttes	• Tension interfaciale bitume / eau • Viscosité du bitume
Autres composants	• Teneur en eau totale			

RUPTURE ET COALESCENCE DE L'ÉMULSION

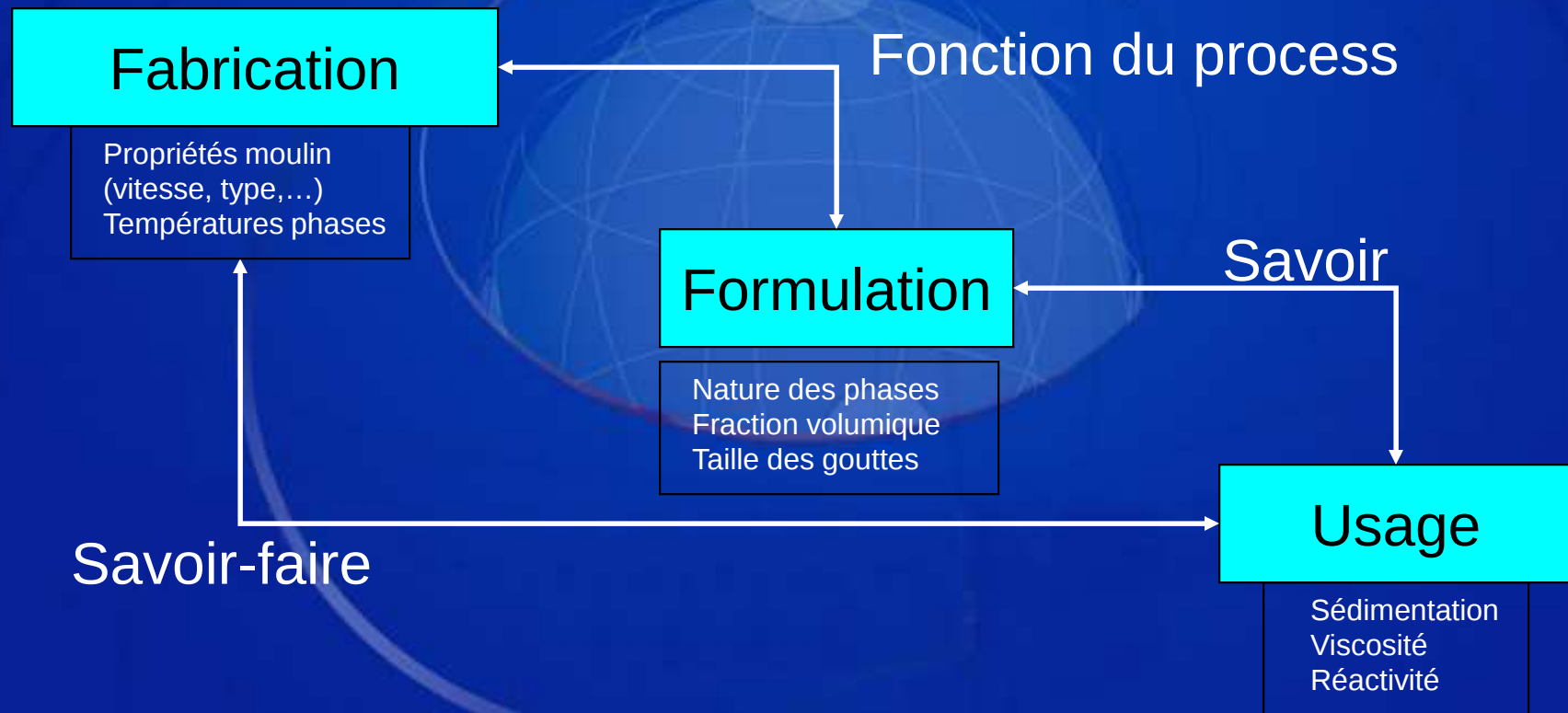
Conclusion

En ce qui concerne les interactions entre granulats et émulsions, responsables de la destabilisation de l'émulsion :

- nous connaissons maintenant la plupart des mécanismes.
- Il manque des données cinétiques. On connaît encore mal les temps caractéristiques de chaque mécanisme qui permettrait de prévoir l'évolution.
- .
- Alors, la connaissance de ces mécanismes, si elle permet à postériori le choix de telle ou telle formulation, ne peut pas permettre de formuler à priori.
 - ▶ 2 grandes variables encore mal connues :
 - la taille des gouttes
 - la nature du bitume

LES ÉMULSIONS DE BITUME

PROPRIÉTÉS D'USAGE



LES ESSAIS DE LABORATOIRE

Les tests de laboratoire sur les émulsions

- ☐ Teneur en bitume
- ☐ Viscosité Saybolt-Furol
- ☐ Retenu sur tamis
- ☐ Désémulsionnement
- ☐ Stabilité au ciment

LES ESSAIS DE LABORATOIRE



Normalisation les émulsions cationiques (MTQ 4105)

Tableau 4105-1

Exigences et méthodes d'essais pour les émulsions cationiques à rupture moyenne et rupture lente

Catégories	Rupture moyenne				Rupture lente d'essai				Méthode
Types	CMS-2		CMS-2h		CSS-1		CSS-1h		
Caractéristiques	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	
Viscosité Saybolt Furol à 25 °C, (sec)					20	100	20	100	ASTM D 244
Viscosité Saybolt Furol à 50 °C, (sec)	20	450	20	450					ASTM D 244
Stabilité au stockage 24 h, (% en masse)	—	1	—	1	—	1	—	1	ASTM D 244
Charges des particules	positive		positive		positive		positive		ASTM D 244
Essai granulométrique % de refus (% en masse)	—	0,10	—	0,10	—	0,10	—	0,10	ASTM D 244
Distillation à 260 °C :									
— % résidu, en masse	65	—	65	—	55	—	55	—	ASTM D 244
— % d'huile, en volume	—	6	—	6	—	—	—	—	ASTM D 244
Essais sur résidu :									
— Pénétration à 25 °C, 100 g, 5 s (0,1 mm)	100	250	40	90	100	250	40	90	ASTM D 5
— Ductilité à 25 °C (cm)	40	—	40	—	40	—	40	—	ASTM D 113
— Solubilité dans le trichloroéthylène (% en masse)	97,5	—	97,5	—	97,5	—	97,5	—	ASTM D 2042

LES ESSAIS DE LABORATOIRE



Normalisation les émulsions - polymère (MTQ 4105)

Tableau 4105-2

Exigences et méthodes d'essais pour les émulsions de bitume polymère

	Classes				Méthodes d'essais
	RS-2P		CRS-2P		
Caractéristiques	Min.	Max.	Min.	Max.	
Viscosité Saybolt Furol à 50 °C (sec)	100	300	100	300	ASTM D 244
Essai granulométrique % de refus (% en masse)	—	0,2	—	0,2	ASTM D 244
Résidu de distillation jusqu'à 205 °C (% en masse)	60	—	65	—	ASTM D 244
Sédimentation après 5 jours (% en masse)	—	3	—	5	ASTM D 244
Essai de stabilité au stockage, 24 heures (% en masse)	—	1,5	—	1,5	ASTM D 244
Portion huileuse du distillat (% en volume)	—	—	—	3	ASTM D 244
Désémulsionnement (35 ml, CaCl ₂ , 1,11g/l) (% en masse)	60	—	—	—	ASTM D 244
Charge des particules	négatives		positives		
Essais sur résidu					
Pénétration à 25 °C, 100 g, 5 sec (0,1 mm)	100	200	100	250	ASTM D5
Viscosité cinématique à 135 °C (mm ² /s)	—	—	—	—	ASTM D 2170
Solubilité dans le trichloroéthylène (%)	97,5	—	97,5	—	ASTM D 2042
Recouvrance d'élasticité 10 °C, 20 cm, 5 cm/min (%)	55	—	55	—	LC 25-005

LES ESSAIS DE LABORATOIRE



Normalisation les émulsions cationiques CAN /CGSB 16.4

	CRS-1		CRS-2		CQS-1h		Test Method Méthode d'essai	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.		
<u>Test on emulsion</u>								<u>Essais d'émulsion</u>
Viscosity (SF), s at 25°C at 50°C	— 35	— 150	— 150	— 400	20 —	100 —	ASTM D 244	Consistance (SF), s à 25°C à 50°C
Residue by distillation, % by mass	62	*	65	*	57	*	ASTM D 244	Résidu de distillation, % en masse
Settlement in 5 d, % by mass**	—	5	—	5	—	5	ASTM D 244	Clarification après 5 d, % en masse**
Storage stability test, 24 h, % by mass***	—	1	—	1	—	1	ASTM D 244	Essai de stabilité au stockage, 24 h, % en masse***
Oil portion of distillate, % by volume	—	3	—	3	—	—	Par./Al. 6.2.4 & ASTM D 244	Portion huileuse du distillat, % en volume
Sieve test, % retained on a No. 1000 sieve, % by mass****	—	0.10	—	0.10	—	0.10	Par./Al. 6.2.1 & ASTM D 244	Essai granulométrique, % de refusé sur tamis n° 1000, % en masse****
Particle charge	Positive (par./al. 6.2.3)							Charge de particules

LES ESSAIS DE LABORATOIRE



Normalisation les émulsions anioniques CAN /CGSB 16.2

TABLE 1

Asphalt Type and Grade Type et classe de bitume	Rapid Setting (RS) Prise rapide (RS)				Medium Setting (MS) Prise moyenne (MS)				Slow Setting (SS) Prise lente (SS)				Test Method Méthode d'essai
	RS-1		RS-2		MS-1		MS-2		SS-1		SS-1h		ASTM
Requirements/Exigences	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	
Tests on emulsion Essais d'émulsion													
Viscosity (SF), s Consistance (SF), s at 25°C at 50°C	20 —	100 —	— 50	— 300	20 —	100 —	— 50	— —	20 —	60 —	20 —	60 —	D 244
Residue by distillation, % by mass Résidu de distillation, % en masse	55	—	60	—	55	—	65	—	55	—	55	—	D 244
Storage stability test, 24 h, % by mass Essai de stabilité au stockage, 24 h, % en masse	—	1.5	—	1.5	—	1.5	—	1.5	—	1.5	—	1.5	D 244
Sieve test, % retained on a No. 1000 sieve, % by mass Essai granulométrique, % refusé sur tamis n° 1000, % en masse	—	0.10	—	0.10	—	0.10	—	0.10	—	0.10	—	0.10	D 244
Demulsibility 35 mL of 1.11 g/L CaCl ₂ , % by mass Désémulsionnement 35 mL de CaCl ₂ , 1.11 g/L, % en masse	60	—	60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	D 244
Coating test Essai de revêtement	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	D 244
Cement mixing test, % by mass Essai de gâchage du liant, % en masse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.0	—	2.0	D 244
Particle charge Charge de particules	Negative (par. 6.2.1) Négative (al. 6.2.1)				—	—	—	—	—	—	—	—	

LES ESSAIS DE LABORATOIRE



Normalisation les émulsions High-Float CAN /CGSB 16.5

GRADE/CLASSE	HF-100S		HF-150S		HF-250S		HF-350S		HF-300M		HF-500M		HF-1000M		TEST METHOD METHODE D'ESSAI
PROPERTY/PROPRIÉTÉ	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	
Residue by Distillation, % by mass Résidu de distillation, % en masse	62	-	62	-	62	-	65	-	65	-	65	-	65	-	Par./Al. 6.2.1
Oil Portion of Distillate, % by volume Portion huileuse du distillat, % en volume	1.0	4	1.0	4	1.0	6	1.5	6	1	6	1	6	1	7	ASTM D 244 & Par./Al. 6.2.1.3
Viscosity (SF) at 50°C, s Viscosité (SF) à 50°C, s	30	150	30	150	35	150	75	400	50	-	50	-	50	-	ASTM D 244
Sieve Test, Retained on 1000 um sieve, % by mass Essai granulométrique, refus sur tamis 1000 um, % en masse	-	0.10	-	0.10	-	0.10	-	0.10	-	0.10	-	0.10	-	0.10	Par./Al. 6.2.2
Coating Test (see Notes) Essai d'enrobage (voir remarques)	Note 1 Remarque		Note 1 Remarque		Note 1 Remarque		Note 2 Remarque		Note 2 Remarque		Note 2 Remarque		Note 2 Remarque		ASTM D 244 Notes 1 & 2 Remarques
Workability at -10°C Facilité d'application à -10°C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Pass Satisfaisant		Par./Al. 6.2.3
Storage Stability Test, 24 h, % by mass Essai de stabilité à l'entreposage, 24 h, % en masse	-	1.5	-	1.5	-	1.5	-	1.5	-	1.5	-	1.5	-	1.5	ASTM D 244
Demulsibility, 50 mL, 5.55 g/L CaCl ₂ , % by mass Désémulsion, 50 mL 5.55 g/L de CaCl ₂ , % en masse	60	-	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ASTM D 244

LES ESSAIS DE LABORATOIRE

✉ Teneur en bitume (ASTM D6997)



LES ESSAIS DE LABORATOIRE

- ✉ Résidu sur tamis (homogénéité) (ASTM D6933)



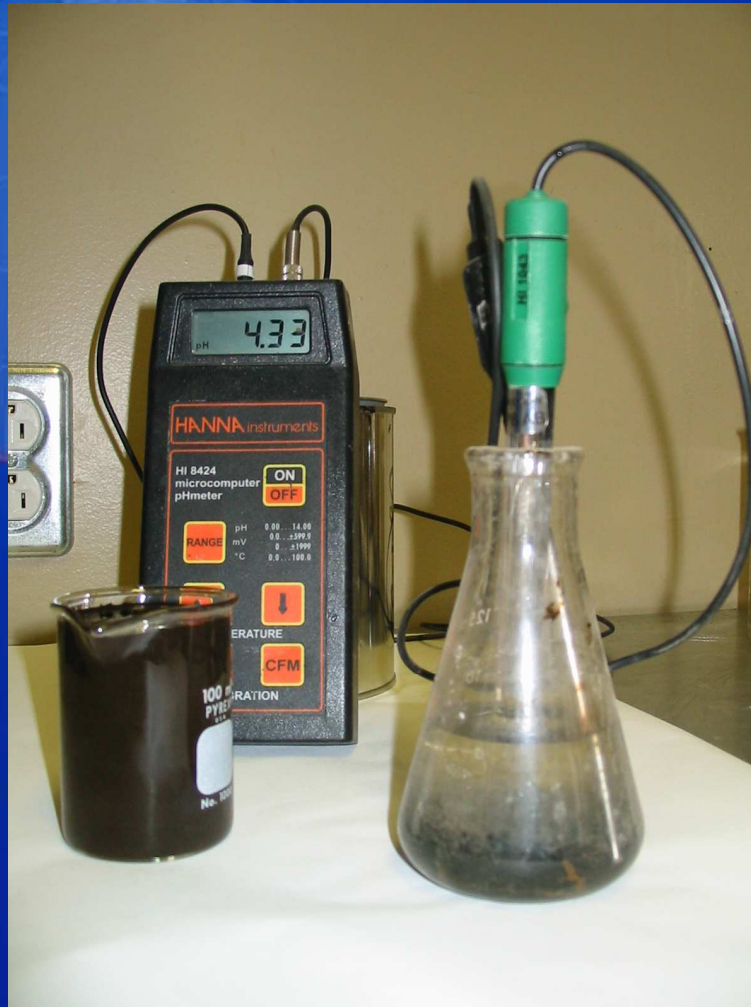
LES ESSAIS DE LABORATOIRE

✉ Désémulsionnement (ASTM D6936)



LES ESSAIS DE LABORATOIRE

✉ pH de l'émulsion



LES ESSAIS DE LABORATOIRE

✉ Viscosité Saybolt-Furol (ASTM D 244)



LES ESSAIS DE LABORATOIRE

✉ Stabilité au ciment (ASTM D6935)



LES ESSAIS DE LABORATOIRE

Dans le futur ?

✉ Essais de performance pour les émulsions de bitume

- ➡ Détermination du temps de rupture / cure.
- ➡ Caractérisation du bitume résiduel (DSR).
- ➡ Test d'accrochage : projet du MTQ.
peut être réalisé en labo et in-situ. Mesure la résistance à la traction entre 2 couches d'enrobés.