

BétonlabPro 3

Leçon N°5

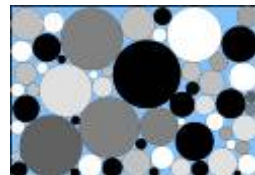
Demande en (super)plastifiant d'un ciment

François de Larrard

Laboratoire Central des Ponts et Chaussées
Centre de Nantes

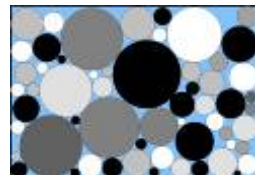
Plan de la leçon

- Action des plastifiants/superplastifiants
- Notion de saturation
- Critères de performance des couples ciment-superplastifiant
- Méthode du mortier de béton équivalent
- Méthode des coulis de l'AFREM
- Introduction des données dans BétonlabPro
- Conclusion

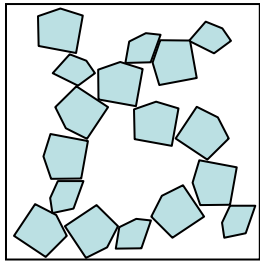


Action des (super)plastifiants

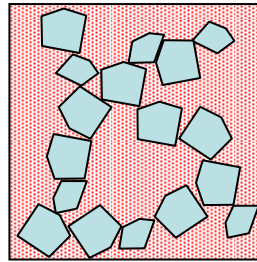
- Aujourd'hui, une majorité de béton contiennent des plastifiants ou superplastifiants
- Rendent le béton plus fluide à teneur en eau constante, ou permettent de réduire l'eau (de 10 à 30 %) à fluidité constante
- (Super)plastifiant = eau + extrait sec actif
- Pour voir l'efficacité, il faut tenir compte de l'eau contenue dans le produit commercial



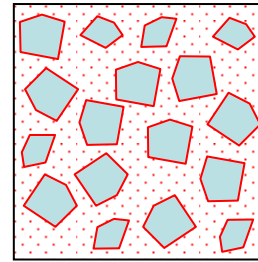
Action des (super)plast. (suite)



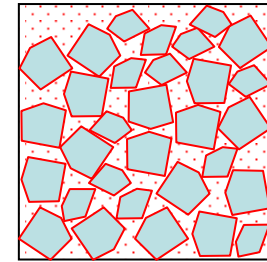
mélange initial



adjuvantation



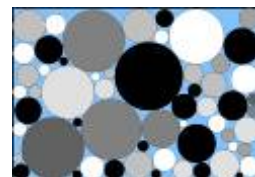
défloculation
fluidification



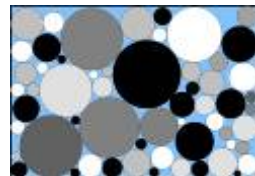
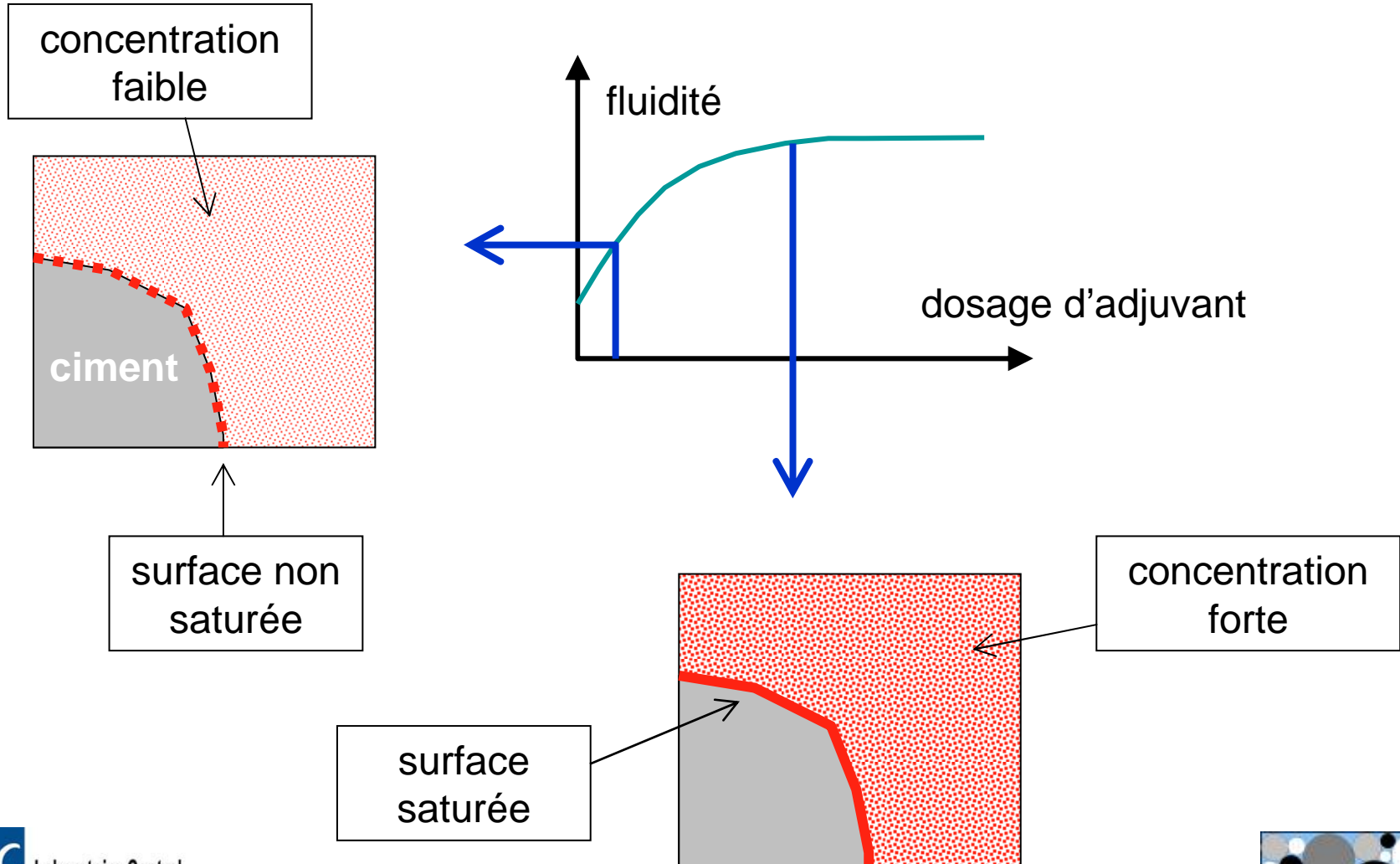
réduction
d'eau

Deux effets:

- « cassent » les agglomérats de grains de ciment (défloculation)
- lubrifient les contacts

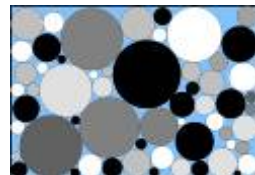


Notion de saturation



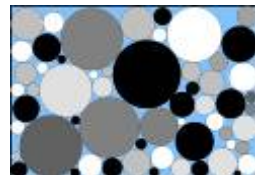
Critères de performance des couples ciment-superplastifiant

- Gérés par BétonlabPro:
 1. Dose de saturation (dose utile au-delà de laquelle l'amélioration de rhéologie est faible)
 2. Niveau de fluidité à e/c donné, ou e/c à niveau de fluidité donné (cf. leçon N° 6)
- Non gérés par BétonlabPro:
 3. Stabilité de la rhéologie pendant la période d'utilisation du béton
 4. Sensibilité à la température
 5. Retard de prise



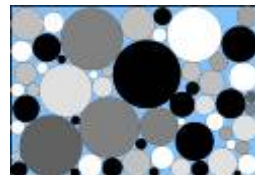
Méthode du mortier de béton équivalent

- Méthode issue du CTG/ItalCementi et du projet national CALIBE (2000)
- Mortier de béton équivalent (MBE) = pâte du béton + dosage de sable de surface égale à celle du squelette d'origine
- Test rhéologique: essai d'affaissement au cône sur le MBE
- Bien adaptée pour étudier la stabilité rhéologique (critère N°3)



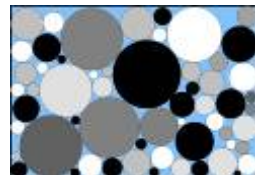
Méthode des coulis de l'AFREM

- Issue des travaux du LCPC (1989) et de l'AFREM (1996)
- Peut traiter les critères N°1 à 4
 - demande en superplastifiant
 - niveau de fluidité
 - stabilité de la fluidité
 - effet de la température
- Recommandée dans BétonlabPro pour la mesure de la dose de saturation (= demande en superplastifiant d'un ciment)



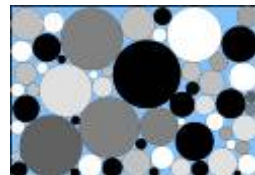
Méthode des coulis (suite)

- Dose de saturation = définition conventionnelle (certains superplastifiants ne saturent jamais)
- Peut dépendre marginalement:
 - du e/c
 - de la nature et de la quantité de sable dans le béton
- Mieux vaut la déterminer sur coulis en présence du sable du béton



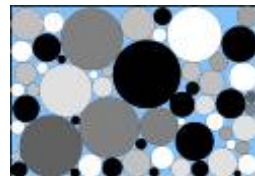
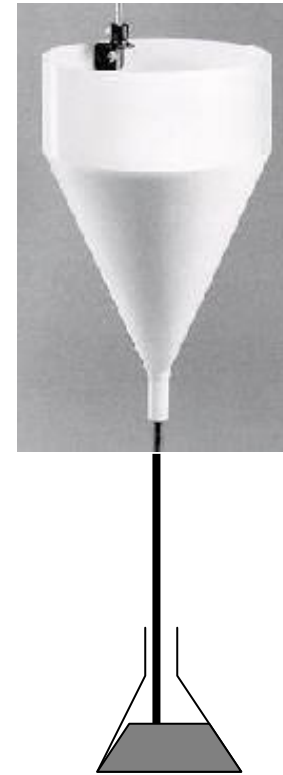
Méthode des coulis (suite)

- Nécessité d'un béton de départ (proche de la formulation à mettre au point): béton existant ou simulé (avec BétonlabPro)
- Calcul des proportions: on « coupe le béton à 2 mm »:
 - formulation de la pâte (eau, liants) constante
 - rapport entre le passant à 2 mm du sable et le volume de pâte constant
 - % d'extrait sec de (super)plastifiant variable

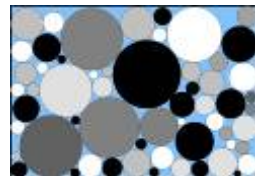
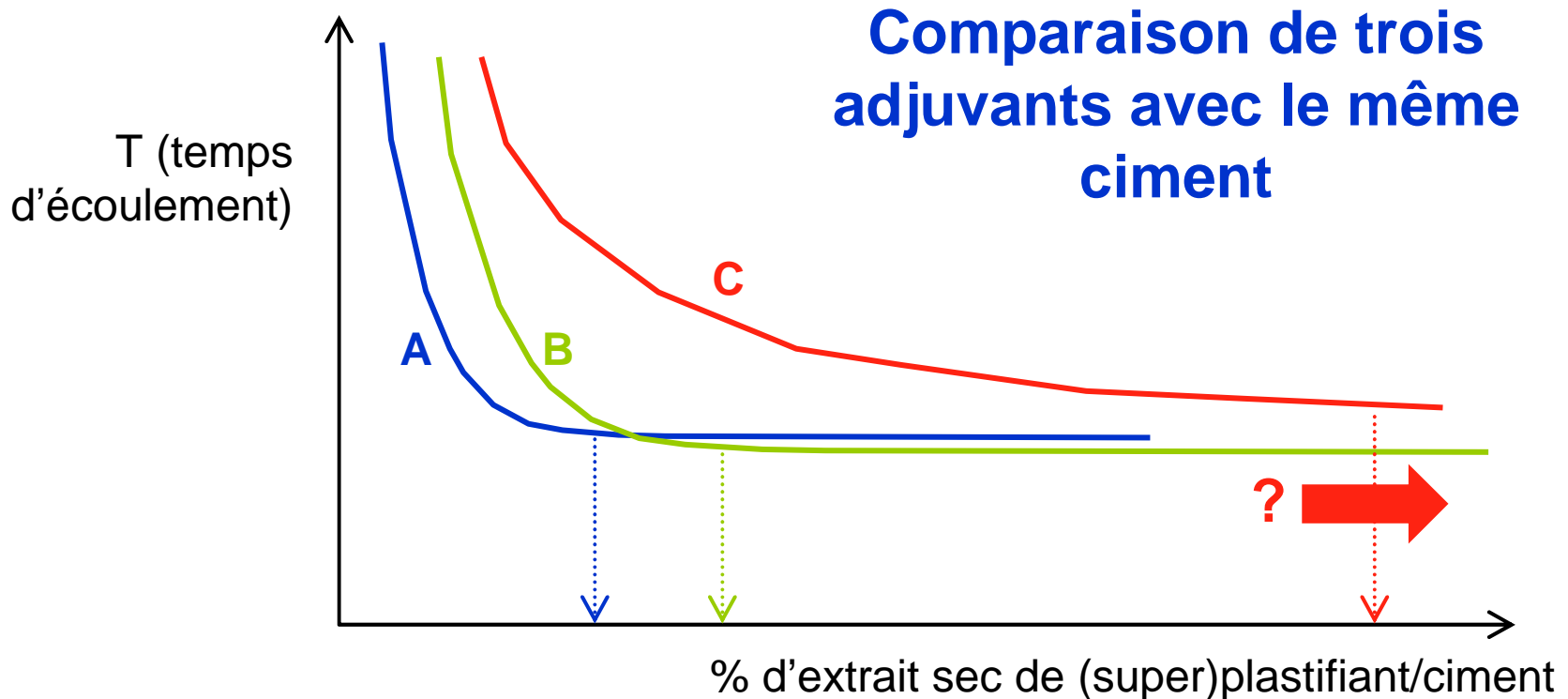


Méthode des coulis (suite)

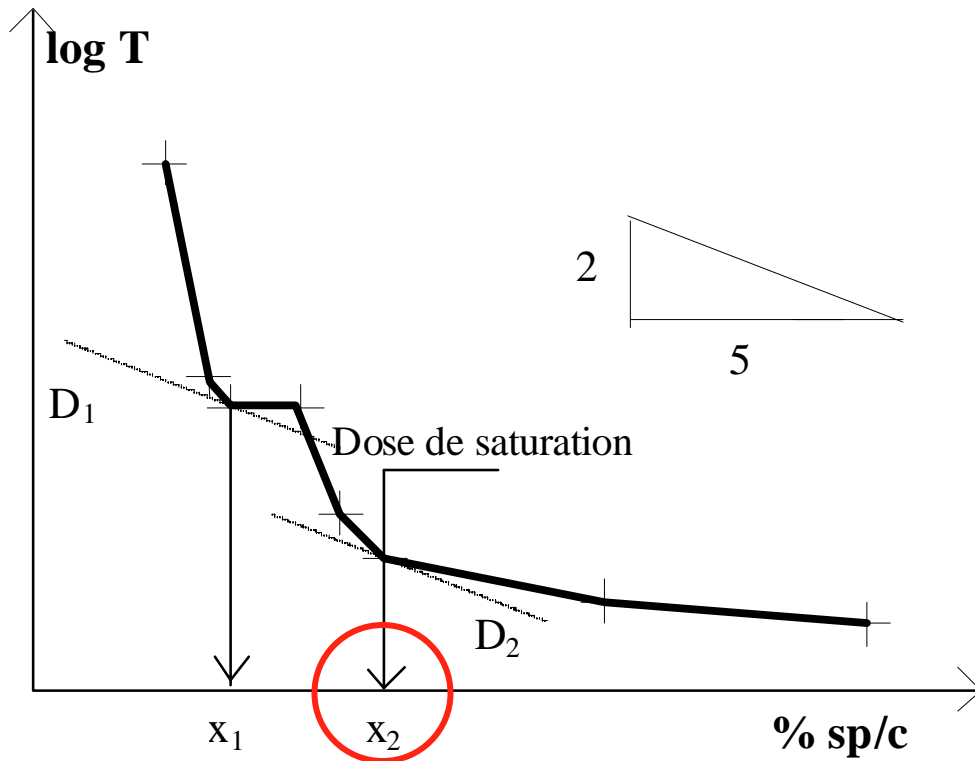
- Mode opératoire dans l'aide en ligne de BétonlabPro
- On utilise un cône de Marsh, et on mesure le temps nécessaire pour remplir 500 ml



Méthode des coulis (suite)

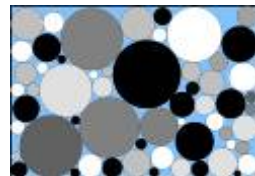


Méthode des coulis (suite)



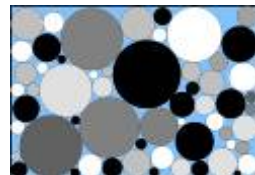
Courbe de saturation:

- Eau/liants constant
- $\% \text{ SP}$ variable
- On cherche la dose « utile »



Introduction des données dans BétonlabPro

- Une fiche ciment correspond en fait à un coupe ciment/(super)plastifiant
- Un outil est proposé pour le calcul automatique de la dose de saturation à partir des essais sur coulis
- Exemple: entrée dans la base de données du ciment CEM I avec un nouvel adjuvant (de concentration solide égale à 30 %)

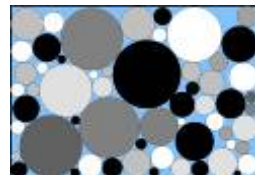


Introduction des données (suite)

% ES	0	0,1	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,5
sable (g)	1371	1371	1371	1371	1371	1371	1371	1371
ciment (g)	1165	1165	1165	1165	1165	1165	1165	1165
eau (g)	411	408	406	404	403	402	400	398
superplastifiant (g)	0,000	3,884	7,767	9,709	11,651	13,593	15,534	19,418
temps d'écoulement (s)	-	22,1	15,8	12,5	10	9,4	9,2	9,1

(eau totale constante)

Résultats des essais de laboratoire sur coulis



Introduction des données (suite)

Ouvrir BétonlabPro 3

- Menu Constituants
- Banque de constituants
- Ciment CPA CEM I
- Cliquer sur « Editer »
- Cliquer sur l'onglet « Propriétés »

Classe vraie à	Valeur
1 jour	15
2 jours	27
3 jours	38
7 jours	45
28 jours	64
90 jours	67
360 jours	80

Masse volumique (kg/m3): 3160

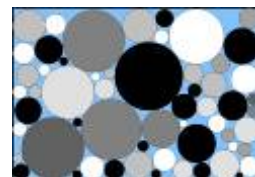
Capacité thermique (kJ/K/Kg): 0,76

Dosage de saturation (%): 0,75

Retrait endogène

Kc (MPa): 10

- Cliquer sur « Outils »



Propriétés du ciment

Général | Composition | Propriétés | Squelette | Coupure

Classe vraie à 1 jour	15
Classe vraie à 2 jours	27
Classe vraie à 3 jours	38
Classe vraie à 7 jours	45
Classe vraie à 28 jours	64
Classe vraie à 90 jours	67
Classe vraie à 360 jours	80

Masse volumique (kg/m³) : 3160

Capacité thermique (kJ/K/Kg) : 0,76

Dosage de saturation (%) : 0,35

Retrait endogène

Kc (MPa) : 10

- Cliquer sur « Saturation 1 »
- Introduire les données
- Cliquer sur « Calculer »
- Le dosage de saturation apparaît (0,35 %)
- Visualiser la courbe de saturation
- Introduire la valeur dans la fiche du ciment

BtlOutils 3

Compacité 1	Compacité 2	Compacité 3
Saturation 1	Saturation 2	Activité

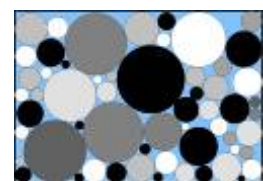
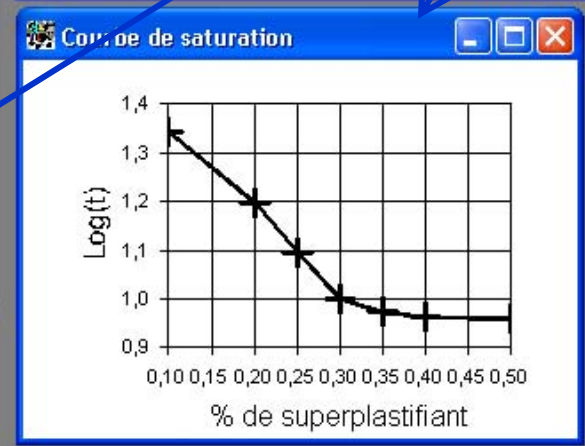
% superplastifiant Temps (s)

0,1	22,1
0,2	15,8
0,25	12,5
0,3	10
0,35	9,4
0,4	9,2
0,5	9,1

Dosage de saturation (%) : 0,35

Grapher Calculer

Exporter Copier Quitter Aide A propos



Propriétés du ciment

Général | Composition | **Propriétés** | Squelette | Coupure 1

Classe vraie à 1 jour	<input type="text" value="15"/>
Classe vraie à 2 jours	<input type="text" value="27"/>
Classe vraie à 3 jours	<input type="text" value="38"/>
Classe vraie à 7 jours	<input type="text" value="45"/>
Classe vraie à 28 jours	<input type="text" value="64"/>
Classe vraie à 90 jours	<input type="text" value="67"/>
Classe vraie à 360 jours	<input type="text" value="80"/>

Masse volumique (kg/m3)	<input type="text" value="3160"/>
-------------------------	-----------------------------------

Capacité thermique (kJ/K/Kg)	<input type="text" value="0,76"/>
------------------------------	-----------------------------------

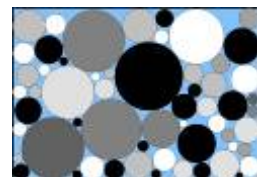
Dosage de saturation (%)	<input type="text" value="0,35"/>
--------------------------	-----------------------------------

Retrait endogène	
Kc (MPa)	<input type="text" value="10"/>

Enregistrer
Annuler
Outils

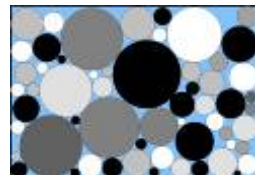
- Cliquer sur
« Enregistrer »

(éventuellement,
changer
préalablement le
nom du ciment)



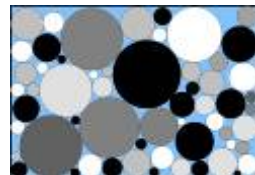
Conclusion

- BétonlabPro intègre le comportement du couple ciment-(super)plastifiant
- La fiche du (super)plastifiant précise sa concentration
- La dose de saturation se mesure avec la méthode des coulis AFREM
- Elle est toujours exprimée en pourcentage d'extrait sec par rapport au ciment



Conclusion (suite)

- La méthode des coulis permet aussi d'étudier les problèmes de maintien de rhéologie, à différentes températures (simulation des conditions d'hiver et d'été)
- Ce critère est parfois plus discriminant que celui de la dose de saturation
- En cas de raidissement prématuré, la méthode peut servir à approcher un dosage de retardateur



Conclusion (suite)

- Si l'on veut introduire un nouvel adjuvant dans la banque, on doit créer une nouvelle fiche du ciment en présence de ce nouvel adjuvant
- En plus de la demande en adjuvant, BétonlabPro doit aussi être alimenté avec la demande en eau du ciment (sans, et avec superplastifiant), objet de la leçon suivante

