L'amélioration des sols par inclusions rigides Retours d'expérience depuis ASIRI

Bilan et retours d'expérience des entreprises

MENARD

Jérôme Racinais





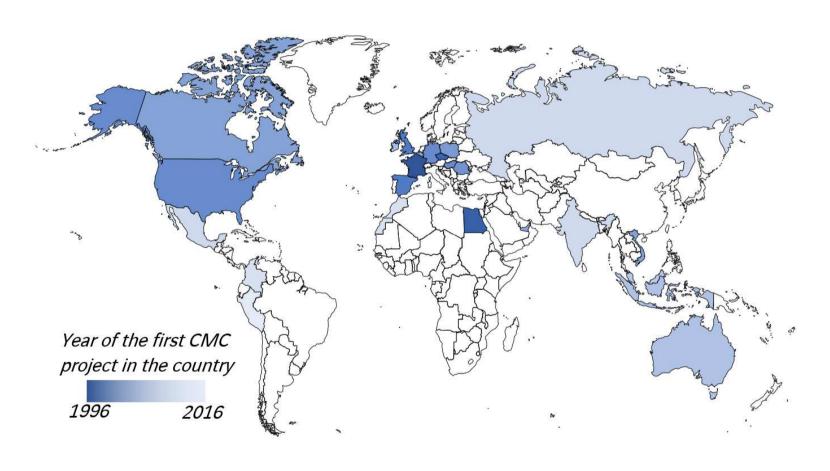


Sommaire

- 1) Activité de Ménard dans le domaine des inclusions rigides
- 2) Enquête d'opinions auprès de Ménard sur le guide ASIRI Les points négatifs (3) Les points positifs (3)

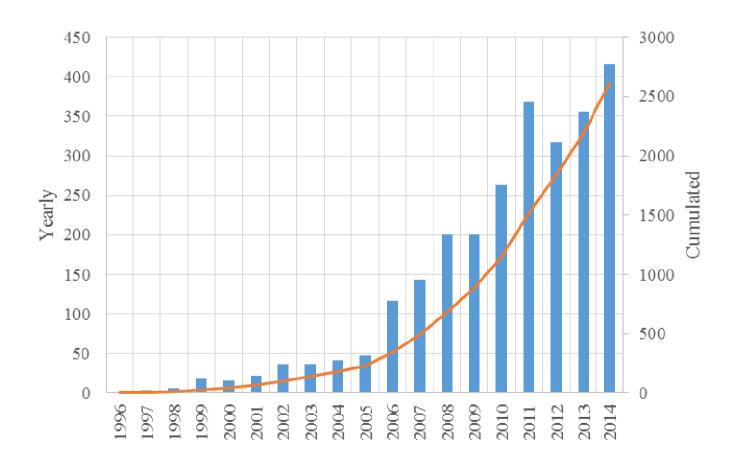


Activité de Ménard: chantiers de CMC





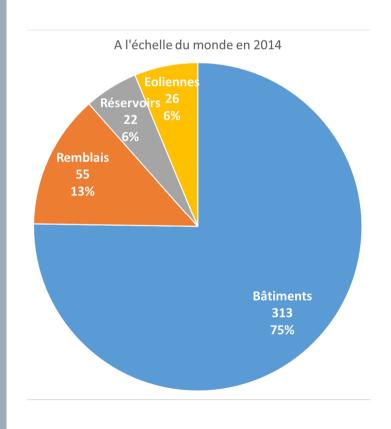
Activité de Ménard: chantiers de CMC

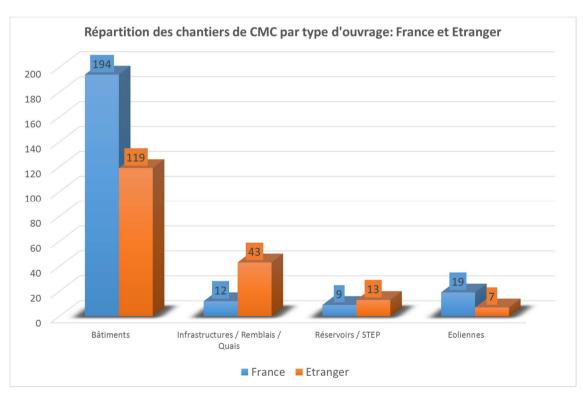




Activité de Ménard: chantiers de CMC

Année 2014: 416 chantiers de CMC dont 234 (56%) en France et 182 (44%) à l'étranger







Les points négatifs

1) Fréquence des essais de chargement statiques

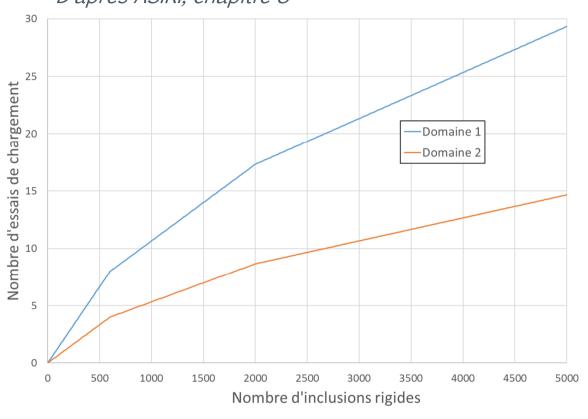
Les essais de chargement statiques sur inclusions rigides sont obligatoires.

Cet essai permet de vérifier la bonne exécution des inclusions et de valider le dimensionnement par comparaison des mesures aux prédictions.

Mais la fréquence imposée par ASIRI peut dans certains cas nuire à la compétitivité de la solution Inclusions Rigides.



D'après ASIRI, chapitre 8



Exemple d'un chantier de CMC en Russie

Plate-forme logistique

Surface = $70\ 000\ m^2$

37 000 CMC

90 essais de chargement

En comparaison, les recommandations sur les colonnes ballastées imposent un essai de chargement jusqu'à 400 colonnes + 1 au minimum au-delà.



Les points négatifs

2) Etats Limites STR: Condition de "zero traction" dans le domaine 1

Les verifications en compression simple et flexion composée sont décrites au chapitre 5.

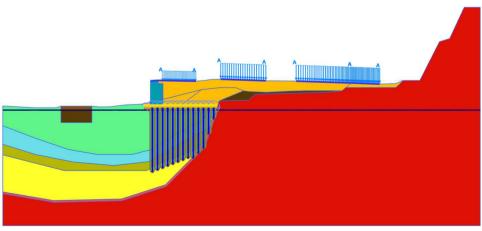
La succession de vérifications ELS / ELU recommandées par ASIRI conduit à **réduire fortement le domaine admissible** (pas de ferraillage) par rapport aux préconisations de l'Eurocode 2 – Section 12.

A l'étranger, la verification à l'Eurocode 2 est acceptée et c'est celle que nous appliquons.



Exemple: Forth Replacement Crossing (Ecosse)





Béton C25/30

 $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$

k₁ = 1,3 (mode d'exécution)
k₂ = 1,2 (élancement)
k₃ = 1,2 (type de contrôle)

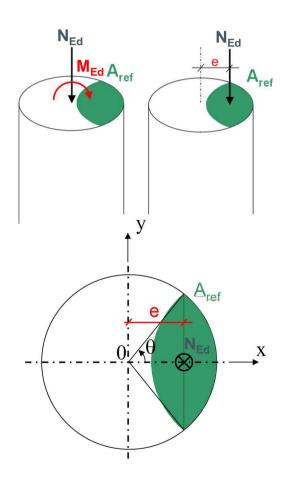
 α_{CC} = 0,8 (pas d'armature) γ_{C} = 1,5 (coefficient partiel)

Valeur de calcul de la résistance à la compression simple du matériau à l'ELU fondalemental:

 $f_{cd} = 10,25 \text{ MPa}$



EC 2 – Section 12 – Structures en béton non armé ou faiblement armé



12.6.1 Résistance de calcul aux forces axiales et aux moments

La méthode proposée consiste à verifier que la section réduite équivalente A_{ref} peut supporter l'effort normal N_{Ed} .

$$N_{Ed} \leq N_{Rd} = A_{ref} f_{cd}$$

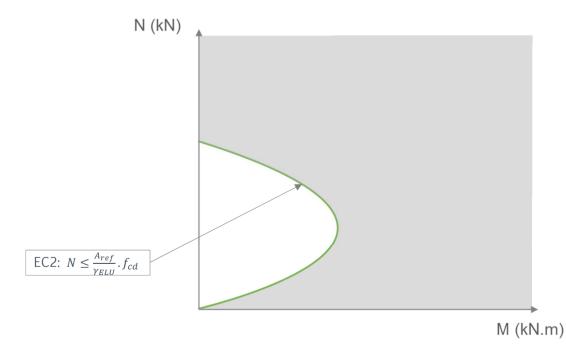
f_{cd} : valeur de calcul de la résistance à la compression simple



EC 2 – Section 12 – Structures en béton non armé ou faiblement armé

$$N_{Ed} = \gamma_{ELU} N \le N_{Rd} = f_{cd} A_{ref} = f_{cd}. R^2 \left(2 \arccos\left(\frac{e}{R}\right) - \sin\left(2 \arccos\left(\frac{e}{R}\right)\right) \right)$$

$$ie \ N \le \frac{f_{cd}}{\gamma_{ELU}}. R^2 \left(2 \arccos\left(\frac{M/N}{R}\right) - \sin\left(2 \arccos\left(\frac{M/N}{R}\right)\right) \right)$$

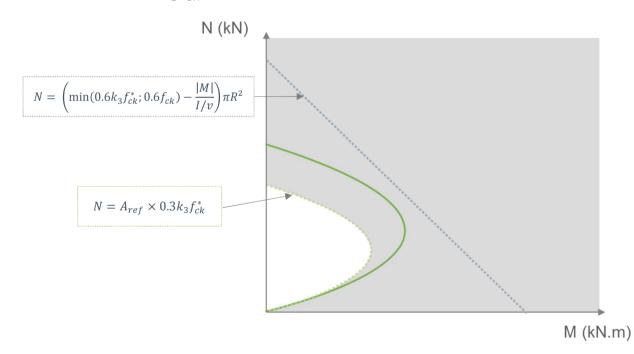




ASIRI : chapitre 5 - Justifications

ASIRI : 3.1.1.3. Taux de travail à l'ELS

- 1 La contrainte maximale de compression est limitée à Min $(0.6k_3f_{ck}^*; 0.6f_{ck})$
- 2 La contrainte moyenne de compression sur la seule section comprimée est limitée à $0.3k_3f_{ck}^*$

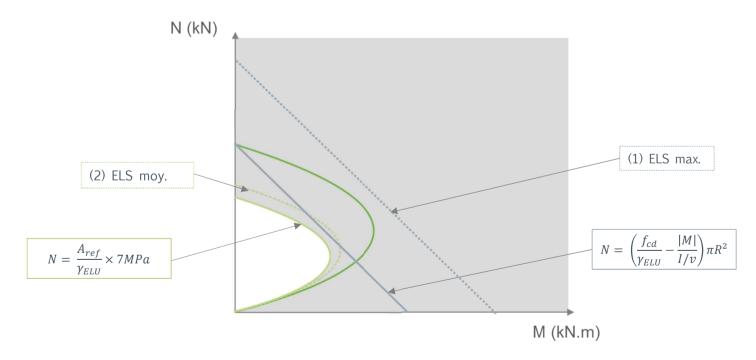




ASIRI : chapitre 5 - Justifications

ASIRI : 3.1.1.2. Taux de travail à l'ELU

- $\boxed{3}$ La contrainte maximale de compression est limitée à f_{cd}
- 4 La contrainte moyenne de compression sur la seule section comprimée est limitée forfaitairement à 7 MPa



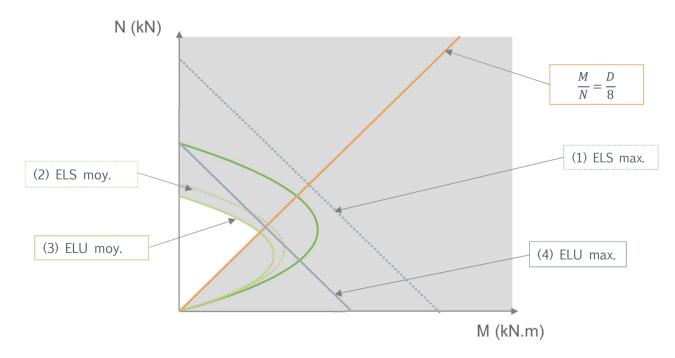


ASIRI : chapitre 5 - Justifications

ASIRI : Flexion composée dans le domaine 1

5 Dans te do ma la de le Ner inclusions doivent être armées sur la hauteur où elles ne sont pas entièrement comprimées

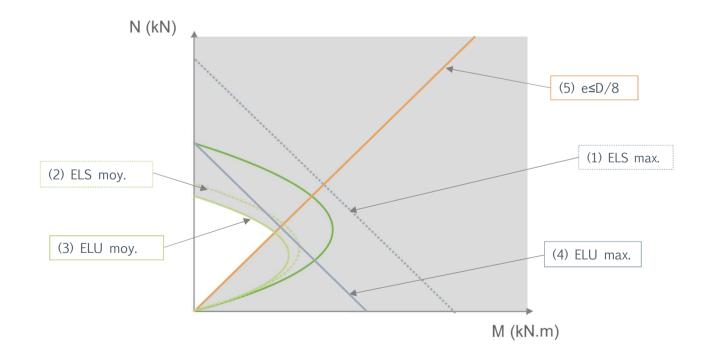
=> Conditions très restrictives





Proposition Ménard

ASIRI avec adaption EC2

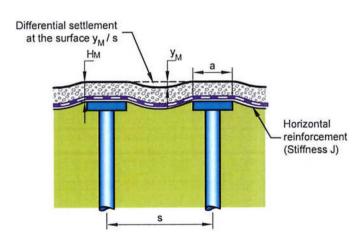




Les points négatifs

3) BS8006 pour les géosynthétiques





$$H_M > 0.7(s-a)$$

Recommandation suffisante?



			BS 8006-1:2010	McGuire (2011)	Sloan et al. (2013)
	H _{crit}	Sans traffic	0,7 (s-a)	0,813s + 0,97a	1,5 (s-a)
		Avec traffic		x1,2	1,8 (s-a)
Remarques		marques		Sur la base de 18 études expérimentales et 25 cas réels	Sur la base d'experimentations utilisant la dissolution d'une géomousse



Avant dissolution de la géomousse



Après dissolution de la géomousse



Les points positifs

- 1) Méthode enveloppe des moments additionnels pour le dimensionnement des dallages sur IR : simplicité de l'approche qui permet de l'exporter à l'étranger
- 2) Modèles analytiques (MV1, MV2, MV3, MH1, MH2 et MH3) : modèles qui permettent de dimensionner un réseau d'IR sans le recours systématique aux Eléments Finis
- 3) Vérification de cohérence des états-limites GEO: tests de cohérence sur le frottement lateral, la résistance de pointe et la charge limite en tête d'inclusion => meilleure utilisation des logiciels aux Eléments Finis



Conclusions

- Le guide ASIRI est un document de référence en France.
- C'est un document qui s'exporte bien à l'étranger. Il permet en particulier de "rassurer" des consultants ou clients qui découvrent la technique des inclusions rigides.
- Après 5 années de pratique de ce guide, nous pensons que certains points mériteraient d'être modifiés. En particulier, les §3.6 et 3.7 du chapitre 5 consacrés au dimensionnement des chaussées et des géosynthétiques, largement inspirés du BS8006, doivent être revus.