



RESULTATS DE L'EXPERIMENTATION SUR VOILES

Philippe Bisch – EGIS INDUSTRIES

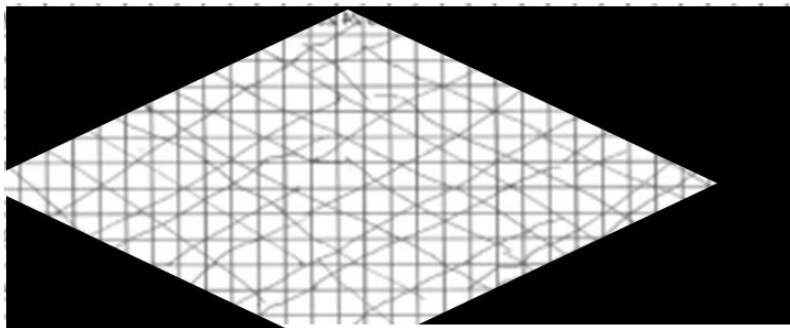


01/10//2015

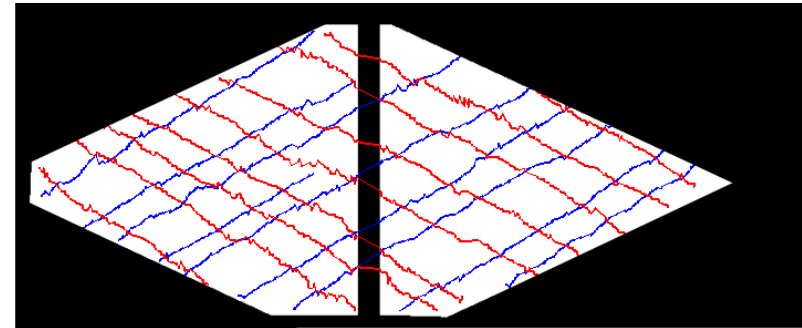




Relevé manuel des fissures

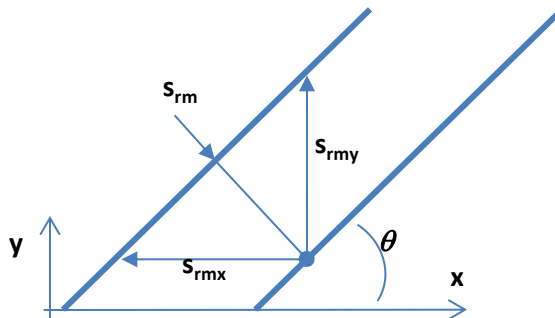


Corrélation d'images (DIC)



ESPACEMENTS MOYENS OBTENUS PAR LA DIC

Test n°	Maquette	Angle [°]		E spacement moyen [mm]					
		Force à gauche	Force à droite	Force à gauche			Force à droite		
				s_r	s_{rx}	s_{ry}	s_r	s_{rx}	s_{ry}
1	Béton C25 HA10 @ 100×100mm	29,5	33,2	88,4	180	102	72,6	133	87
2	Béton C40 HA10 @ 100×100mm	30,1	29,6	98,6	197	114	98,5	199	113
3	Béton C40 HA10 @ 100×100mm	28,4	-	98,0	206	111	-	-	-
4	Béton C40 HA8 @ 80×80mm	29,8	30,5	121,2	244	140	118,5	239	138

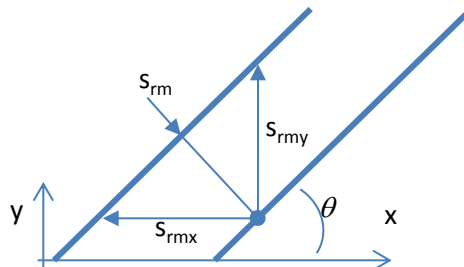


Valeur moyenne = 80,5 mm
Plus de variabilité

Valeur moyenne = 98,4 mm

⇒ INFLUENCE DE f_{ct} : $\Delta = 22\%$
Pas pris en compte dans les formules

Test n°	Maquette	Angle [°]		Espacement moyen [mm]					
		Force à gauche	Force à droite	Force à gauche			Force à droite		
				s_r	s_{rx}	s_{ry}	s_r	s_{rx}	s_{ry}
1	Béton C25 HA10 @ 100×100mm	29,5	33,2	88,4	180	102	72,6	133	87
2	Béton C40 HA10 @ 100×100mm	30,1	29,6	98,6	197	114	98,5	199	113
3	Béton C40 HA10 @ 100×100mm	28,4	-	98,0	206	111	-	-	-
4	Béton C40 HA8 @ 80×80mm	29,8	30,5	121,2	244	140	118,5	239	138



Valeur moyenne = 119,9 mm

Valeur moyenne = 98,4 mm

⇒ INFLUENCE DU POURCENTAGE D'ARMATURES : $\Delta = 22\%$

MC10 :

$$l_{s,max} = k \cdot c + \frac{1}{4} \cdot \frac{f_{ctm}}{\tau_{bms}} \cdot \frac{\phi_s}{\rho_{s,ef}}$$

Pour les murs épais : $h_{eff} = 2,5(c + \phi/2)$

Murs C40	Hypothèse a) : c moyen		Hypothèse b) : c par nappe d'armatures			
	ϕ 10 @ 100	ϕ 8 @ 80	ϕ 10 @ 100		ϕ 8 @ 80	
			H	V	H	V
c mm	15	14	10	20	10	18
$h_{eff} = 2,5(c + \phi/2)$ mm	50	45	37,5	62,5	35	55
ρ_{eff} %	1,57	1,40	2,09	1,26	1,80	1,14
ϕ/ρ_{eff} mm	637	573	477	796	446	700
$\phi/7,2 \rho_{eff}$ mm	88	80	66	110	62	97
s_r (x or y) mm	206	188	152	261	144	238
Valeurs moyennes (/1,5)	137	125	101	174	96	153
Résultats expérimentaux moyens			200	113	241	139

$$s_{rm} = \left(\frac{\sin \theta}{s_{rmx}} + \frac{\cos \theta}{s_{rmy}} \right)^{-1}$$

$$\theta = 30^\circ$$



⇒ POUR LES MURS EPAIS, LA VALEUR DE L'ÉPAISSEUR EFFECTIVE DONNÉE PAR LES NORMES N'EST PAS APPROPRIÉE

MC10 :

$$l_{s,max} = k \cdot c + \frac{1}{4} \cdot \frac{f_{ctm}}{\tau_{bms}} \cdot \frac{\phi_s}{\rho_{s,ef}} \quad \text{avec : } h_{eff} = h/2$$

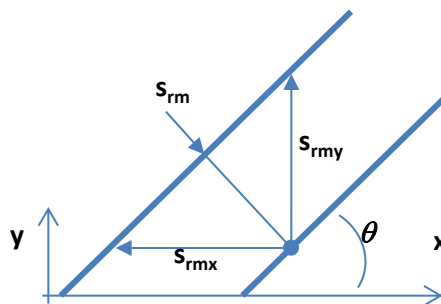
Hypothèse a) : c moyen	φ 10 @ 100	φ 8 @ 80
$h_{eff} = h/2$ mm	75	75
ρ_{eff} %	1,05	0,838
ϕ/ρ_{eff} mm	955	955
$\phi/7,2 \rho_{eff}$ mm	133	133
s_r (x or y) mm	295	293
Valeur moyenne (/1,5)	196	195
S_{rm}	144	143
Résultats expérimentaux moyens	98,4	119,9

$\Delta \approx 0\%$ (between 196 and 195)
 $\Delta = +22\%$ (between 98,4 and 119,9)

⇒ POUR LES VOILES EPAIS, PRENDRE L'ÉPAISSEUR TOTALE POUR ÉPAISSEUR EFFICACE N'APPORTE PAS LA SOLUTION

⇒ PRENDRE LA DISTRIBUTION 3D DES CONTRAINTES POURRAIT AMÉLIORER LA SOLUTION

Test n°	Maquette	Angle [°]	E spacement moyen [mm]					
			EXPERIMENTALE			THEORIQUE (MC10)/1,5		
			s_{rx}	s_{ry}	s_r	s_{rx}	s_{ry}	s_r
1	Béton C25 HA10 @ 100×100mm	31	156	95	80	101	174	101
2	Béton C40 HA10 @ 100×100mm	30	198	114	99	101	174	101
3	Béton C40 HA10 @ 100×100mm	28	206	111	98	101	174	101
4	Béton C40 HA8 @ 80×80mm	30	238	139	120	96	153	92



⇒ **VALEUR ERRONEE DE L'EPaisseur EFFECTIVE**

⇒ **DOUTES SUR L'APPLICATION DE L'HYPOTHESE DE VECCHIO & COLLINS MEME AVEC 30°**

$$s_{rm} = \left(\frac{\sin \theta}{s_{rmx}} + \frac{\cos \theta}{s_{rmy}} \right)^{-1}$$

Test n°	Maquette	Angle moyen	E spacement moyen expérimental [mm]			EC2/1,5	MC10/1,5
			Force à gauche	Force à droite	Moyenne		
1	Béton C25 HA10 @ 100×100mm	31,4	88	73	80	134	100
2	Béton C40 HA10 @ 100×100mm	29,9	99	99	99	136	101
3	Béton C40 HA10 @ 100×100mm	28,4	98	-	98	138	103
4	Béton C40 HA8 @ 80×80mm	30,1	121	118	120	135	101

$$S_{rm} = \left(\frac{\sin \theta}{S_{rmx}} + \frac{\cos \theta}{S_{rmy}} \right)^{-1}$$

⇒ GLOBALEMENT, LE RESULTAT EST MEILLEUR AVEC LE MC10

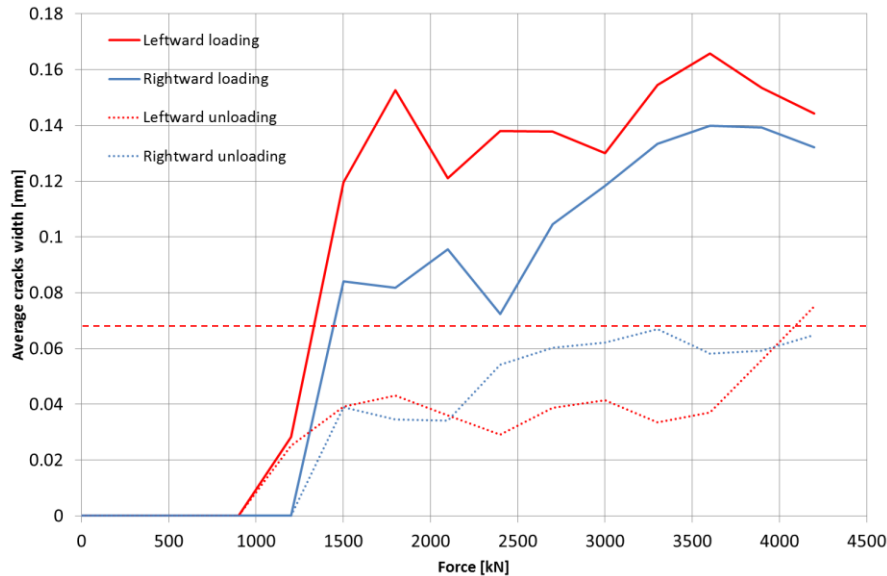
	Voile n°1 C25	Voile n°2 C40	Voile n°3 C40	Voile n°4 C40
f_{ctm} (conception) MPa	2,6	3,5	3,5	3,5
Force (conception) kN	1 090	1 470	1 470	1 470
f_{ctm} (mesurée) Mpa	2,0	3,3	3,5	2,5
Force (corrigée) kN	840	1 390	1 470	1 050
Force (observée) kN	1 200	900	900	600

Exception

Fissuration prématurée

Causes pour la fissuration prématurée :

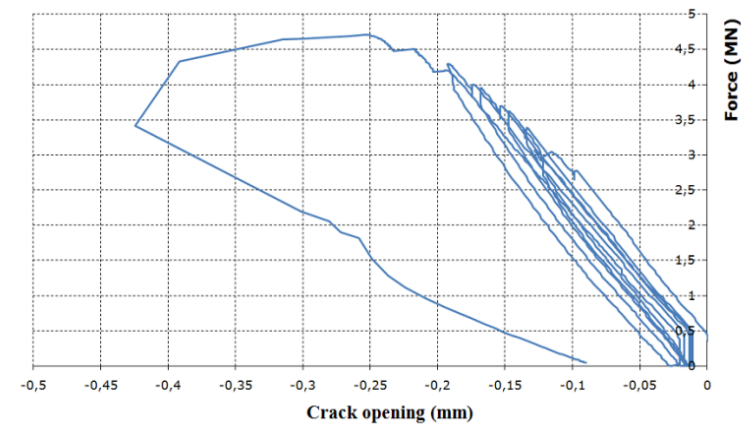
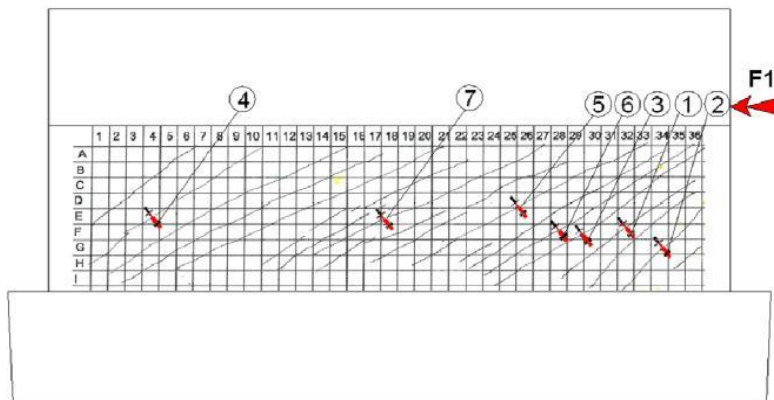
- Effet structural
- Distribution de la déformation dans l'épaisseur (effet 3D)
- Retrait gêné par les armatures
- Effet d'échelle

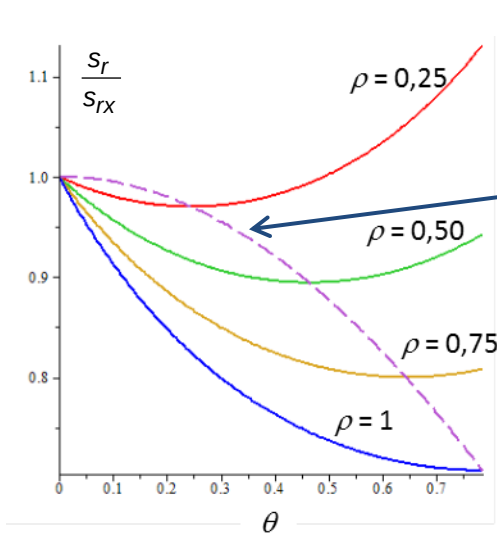


← Voile n°2

↓ Voile n°3

Crack opening measured by D7



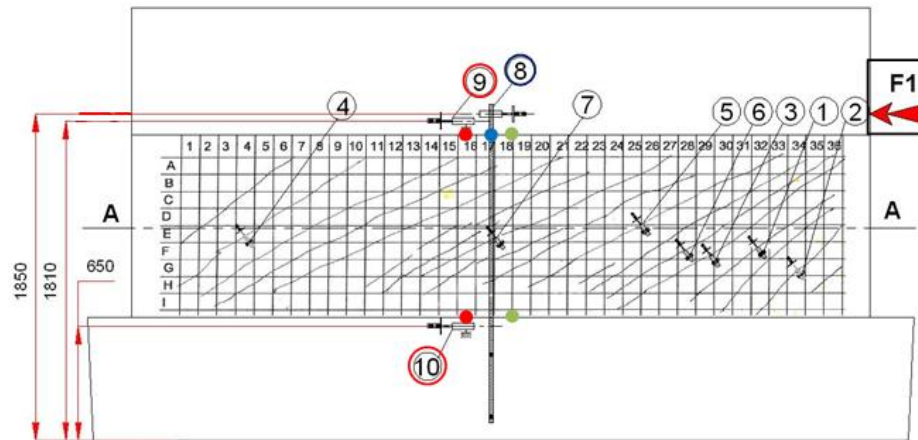


$$\rho = \frac{s_{rx}}{s_{ry}}$$

OPTIMUM : $\rho = \tan \theta$

(basé sur $s_{rm} = \left(\frac{\sin \theta}{s_{rmx}} + \frac{\cos \theta}{s_{rmy}} \right)^{-1}$)

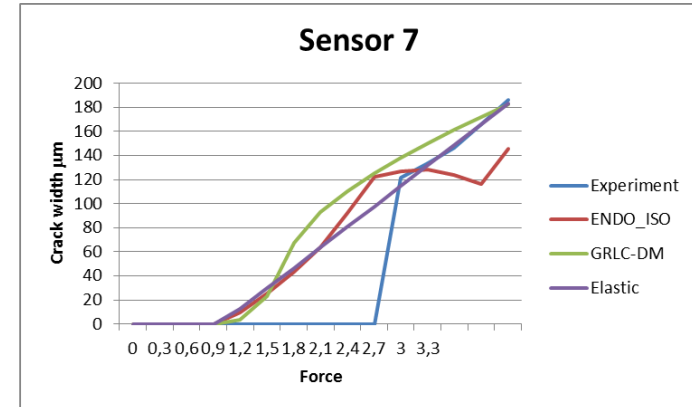
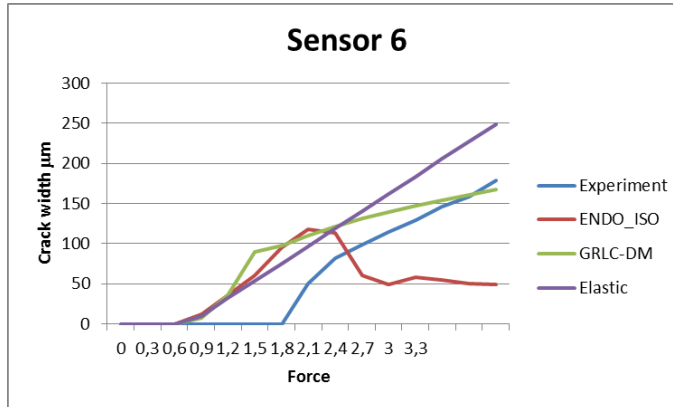
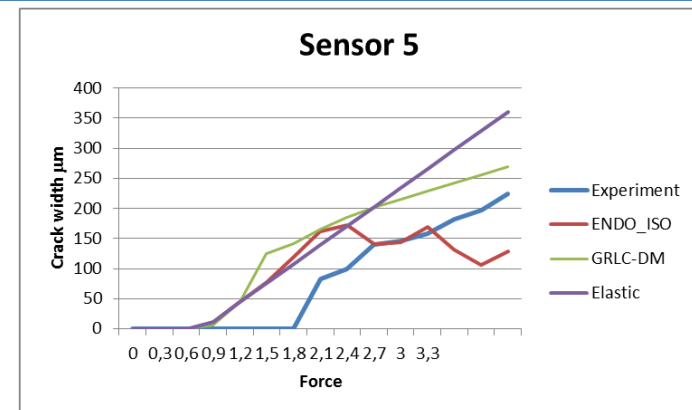
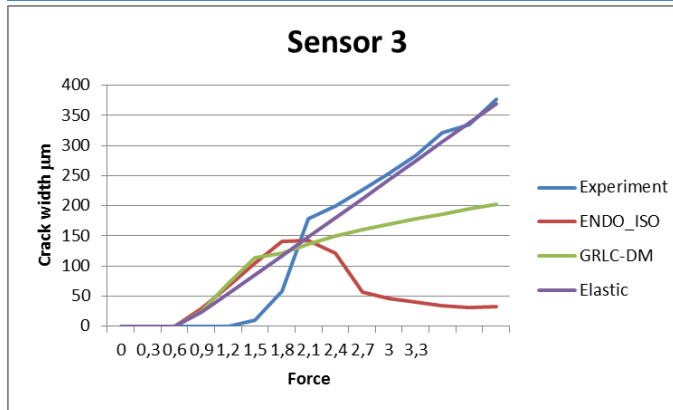
⇒ SI LES NAPPES D'ARMATURES SONT ADÉQUATEMENT CONÇUES RELATIVEMENT À θ , UNE ERREUR D'ÉVALUATION DE L'ANGLE N'AFFECTE PAS SIGNIFICATIVEMENT L'ÉVALUATION DE L'ESPACEMENT ENTRE FISSURES, DONC LEUR OUVERTURE.



TROIS TYPES DE CALCUL STRUCTUREL SONT TESTÉS :

- Elastique (linéaire)
- Approche globale non linéaire (GLRC_DM)
- Approche semi-globale multicouche (non linéaire) (ENDO-ISO)

TESTES AVEC LA MEME FORMULE (basée sur le MC10)



- Les différents modèles donnent une valeur raisonnable de l'angle des fissures
- **LA QUALITÉ DES RÉSULTATS CONCERNANT L'OUVERTURE DE FISSURE EST TRÈS VARIABLE SELON LE MODÈLE UTILISÉ**
- Les calculs élastiques isotropes donnent des résultats acceptables

- L'HYPOTHESE DE VECCHIO & COLLINS POSE QUESTION, AU MOINS POUR LES ANGLES INTERMEDIAIRES
- LA RESISTANCE DU BETON A LA TRACTION A UNE INFLUENCE SUR L'ESPACEMENT DES FISSURES
- LA DEFINITION DE LA SECTION EFFICACE DU MC10 ET DE L'EC2 N'EST PAS APPROPRIEE
- UNE FISSURATION "PREMATUREE" EST OBSERVEE (due à différents effets)
- LA FORMULE DU MC10 POUR L'ESPACEMENT DE FISSURES DONNE DE MEILLEURS RESULTATS QUE CELLE DE L'EC2
- LA QUALITE DES RESULTATS CONCERNANT L'OUVERTURE DE FISSURE DEPEND BEAUCOUP DU MODELE DE STRUCTURE UTILISE

**MERCI POUR VOTRE
ATTENTION**

