



GC'2013

Journées techniques ;
Ouvrages de Génie Civil et changement
climatique : Conception, Adaptabilité et
Robustesse
26 & 27 mars, 2013, Cachan - France

Analyse comparative de la modélisation numérique d'un élément de structure en béton armé : Approches 2D et 3D

L. Adélaïde
IFSTTAR/Université Paris Est

B. Richard
CEA, DEN, DANS, DM2S, SEMT, Laboratoire de Mécanique Sismique

J-F. Seignol



Plan de la présentation

1. Programme expérimental
2. Analyse numérique
3. Conclusions et perspectives

Plan de la présentation

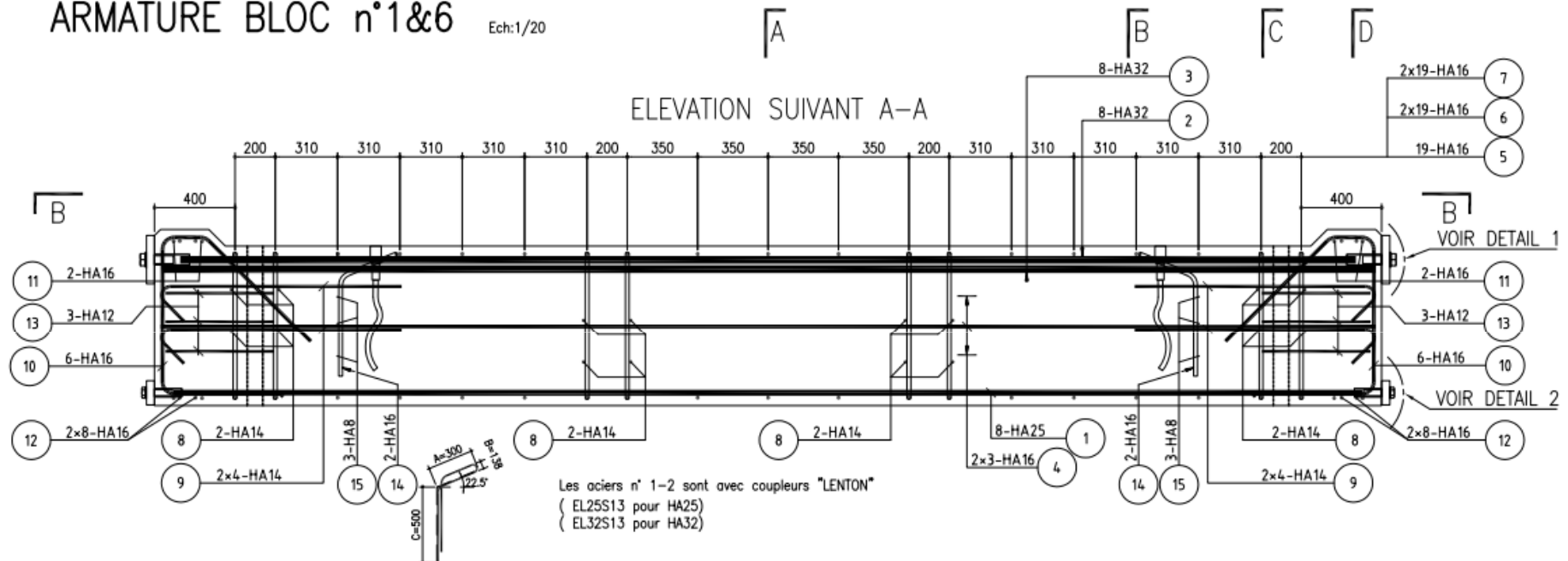
1. Programme expérimental
2. Analyse numérique
3. Conclusions et perspectives

Programme expérimental

- Géométrie de la poutre en BA : RL1

ARMATURE BLOC n°1&6

Ech:1/20



Dimensions :

Longueur : 6.10 m

Epaisseur : 0.80 m

Largeur : 1.60 m

Enrobage : 30 mm

Ferrailage :

16 aciers longitudinaux de 32 mm de diamètre (2 lits de 8 HA32)

8 aciers longitudinaux de 25 mm de diamètre (1 lit de 8 HA25)

6 aciers longitudinaux de 16 mm de diamètre (HA16)

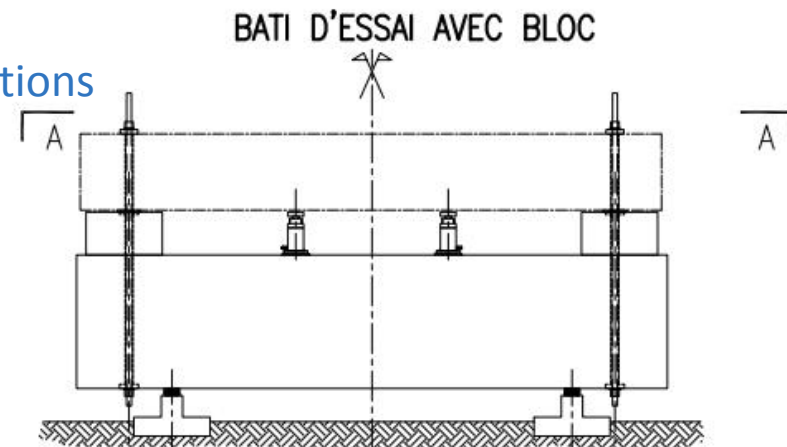
19 cadres associés à de U de 16 mm de diamètre (HA16)

Programme expérimental

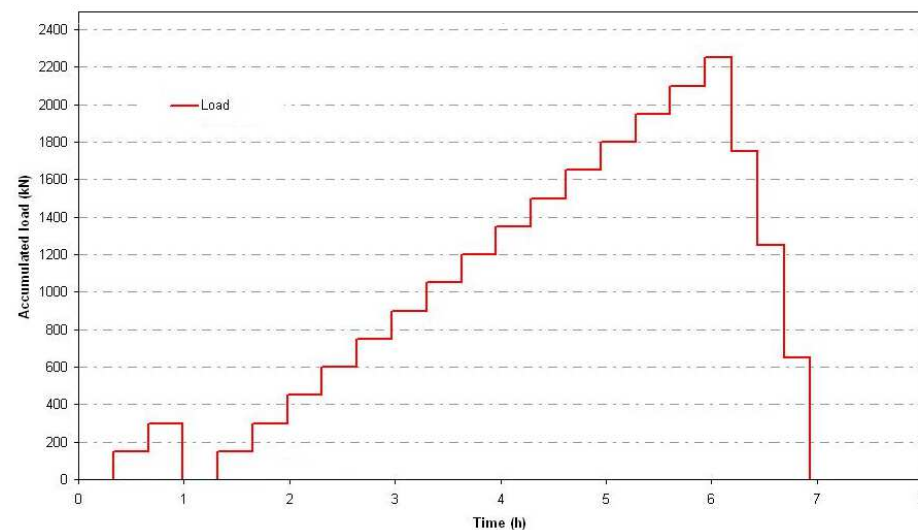
- Dispositif expérimental : chargement et conditions aux limites



Photo du montage de l'ensemble {poutre + bâti}



Montage du chargement appliqué à la poutre



Profil de chargement appliqué à la poutre

Poutre est fixée à un bâti d'essais et bloquée par 2 rangées de 4 barres d'acier HA40 situées à ses extrémités et traversant le bâti.

Programme expérimental

- Dispositif expérimental : Caractéristiques des matériaux constitutifs

Matériaux	Béton	Aciers
Module d'Young	40,20 GPa	200 GPa
Coefficient de Poisson	0,19	0,3
Résistance en compression	63,70 MPa	--
Résistance en traction	4,65 MPa	--
Limite élastique	--	500 MPa

Plan de la présentation

1. Programme expérimental
- 2. Analyse numérique**
3. Conclusions et perspectives

Analyse numérique

- Modèles de béton

- Modèle Ricrag [Richard *et al*, 2010]

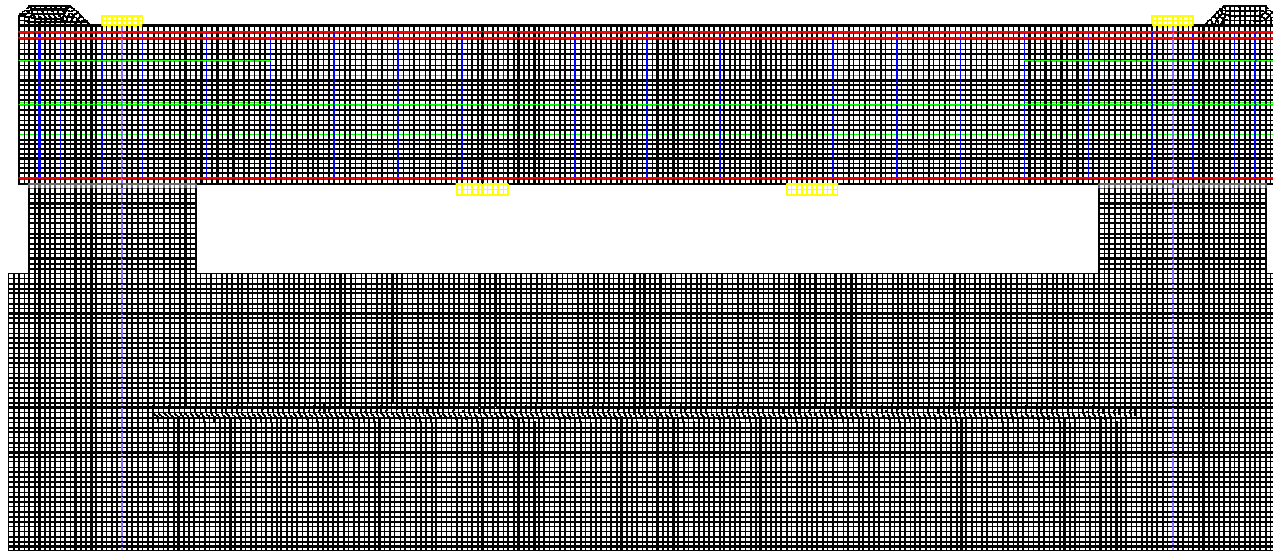
- Couplant élasticité, endommagement isotrope et glissement interne
 - Dissymétrie entre compression et traction
 - Effet unilatéral partiel (refermeture des fissures)
 - Effet hystérétique (frottement entre les lèvres des fissures)
 - Déformations permanentes

- Modèle Mazars [Mazars, 1984]

- Endommagement isotrope
 - Dissymétrie entre compression et traction

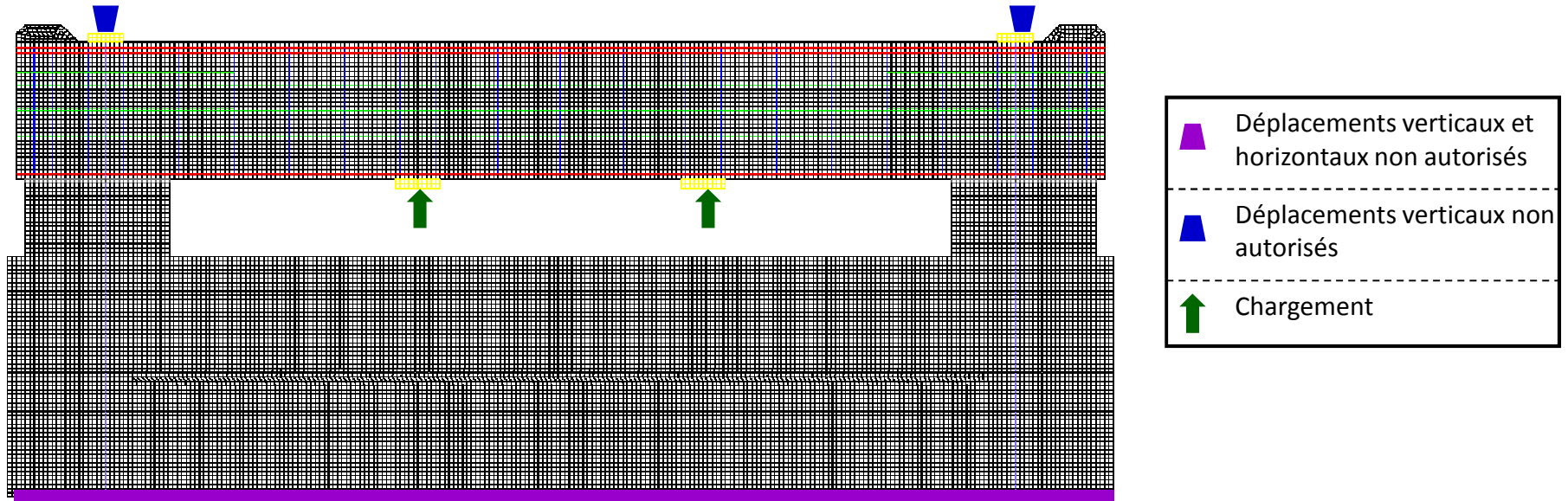
Analyse numérique

- Modélisation numérique 2D : Contraintes planes



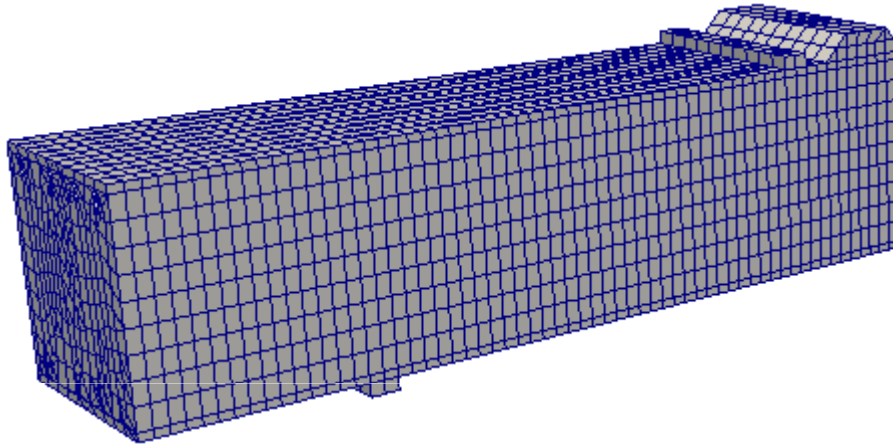
Analyse numérique

- Modélisation numérique 2D : Conditions aux limites

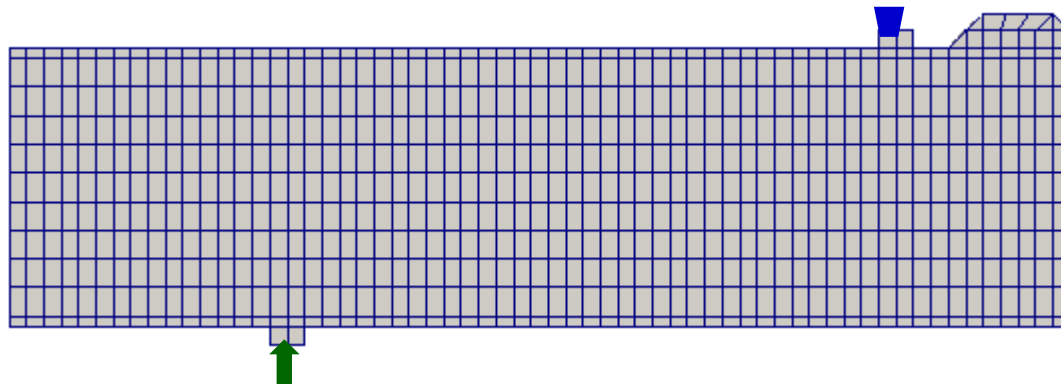


Analyse numérique

- Modélisation numérique 3D : Conditions aux limites



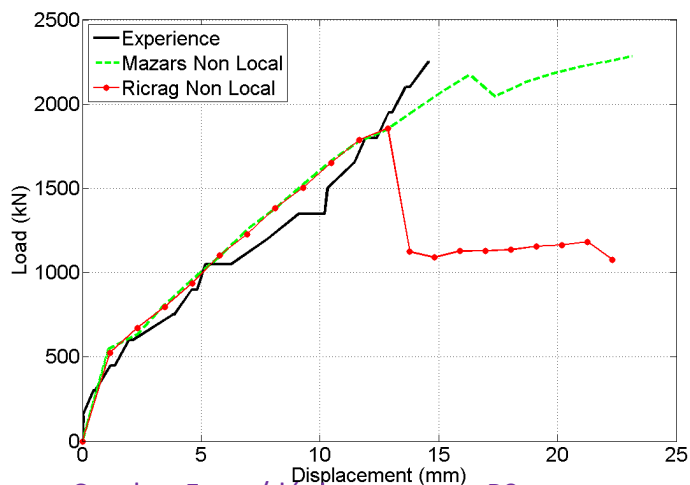
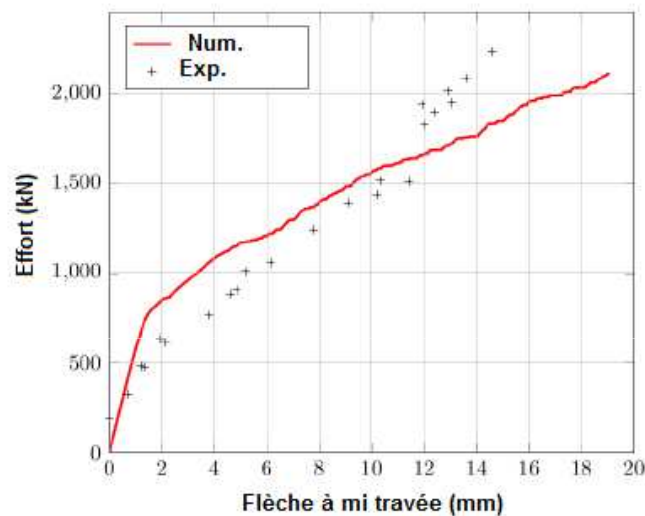
Modélisation du quart de poutre



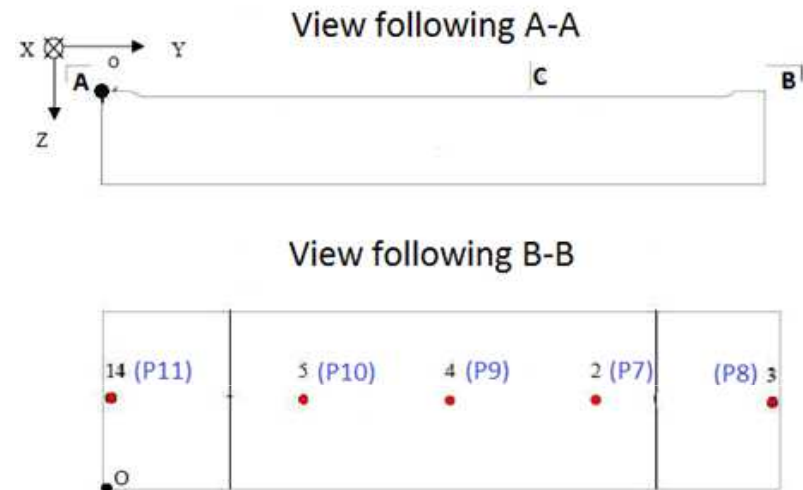
	Déplacements verticaux et horizontaux non autorisés
	Déplacements verticaux non autorisés
	Chargement

Analyse numérique

- Résultats numériques 2D et 3D : Réponses en déplacement (partie centrale de la poutre)



Courbes Force/déplacement en P9



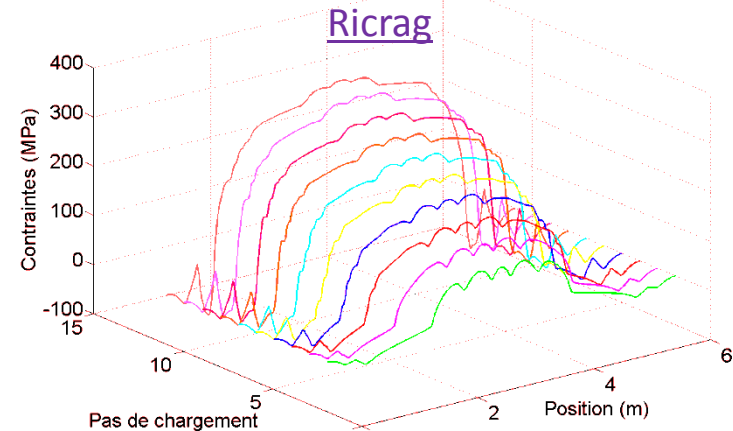
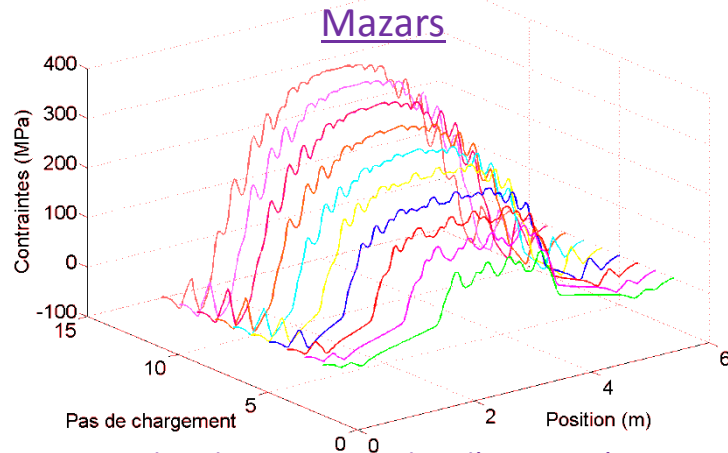
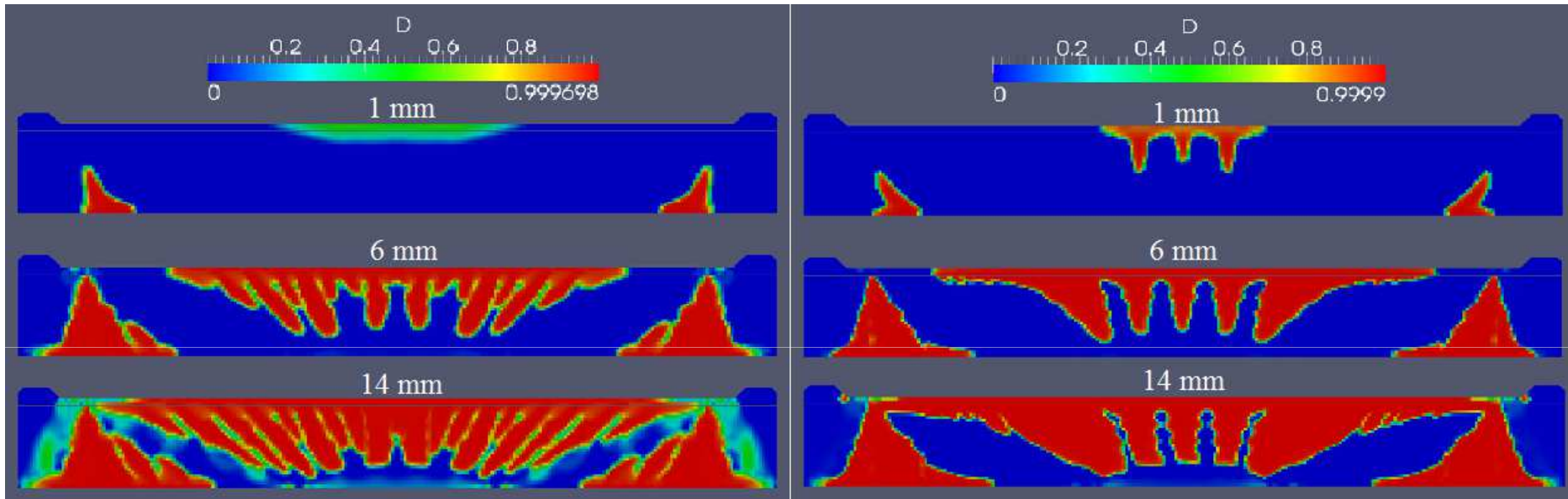
Position des of capteurs de déplacement

Number	Position (mm)			Direction
	x	y	z	
P7	800	4035	82	z
P9	800	2880	82	z
P10	800	1745	82	z

Coordonnées des capteurs de déplacement

Analyse numérique

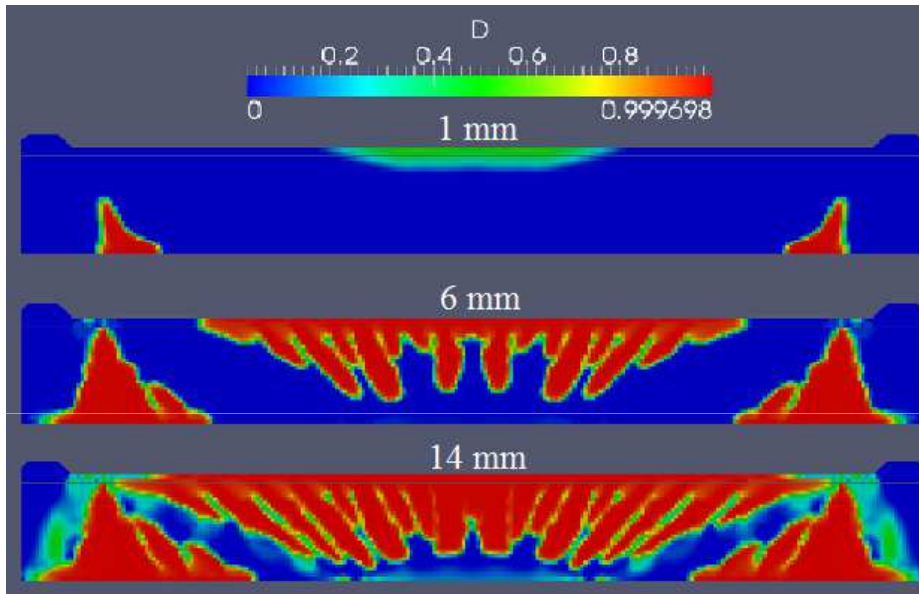
- Résultats numériques 2D et 3D : Cartographies d'endommagement



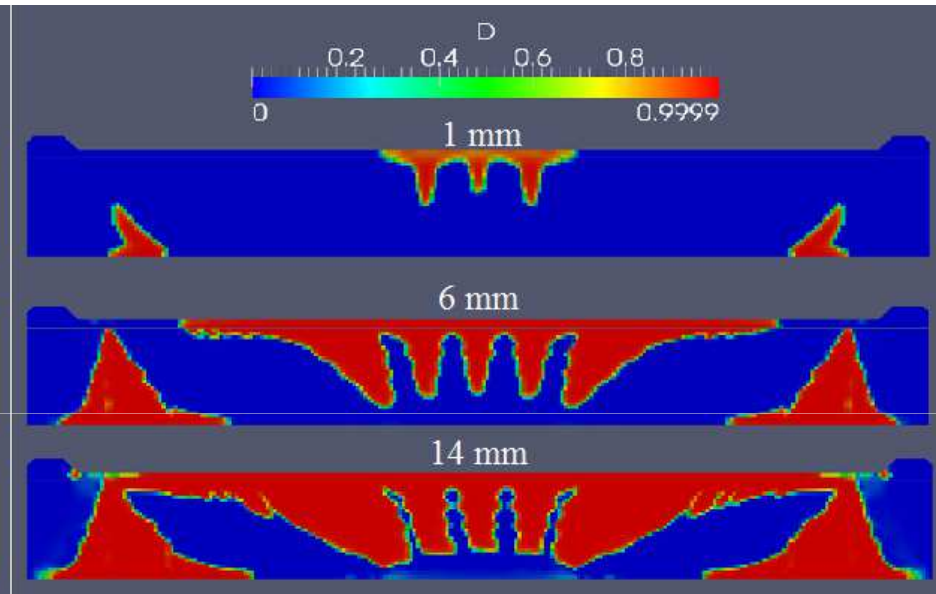
Courbes de contraintes dans l'acier supérieur HA32 le plus éloigné de la surface en fonction de la position le long de l'acier¹³ et du pas de chargement [Mazars (gauche) et Ricrag (droite)].

Analyse numérique

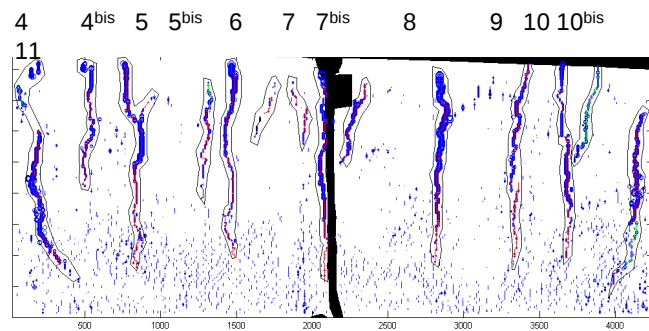
- Résultats numériques 2D et 3D : Cartographies d'endommagement



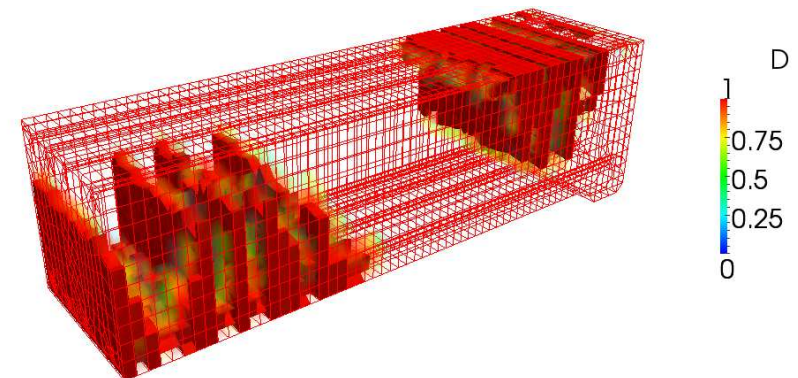
Mazars



Ricrag



Profile de fissuration par corrélation d'images
(partie centrale de la poutre)

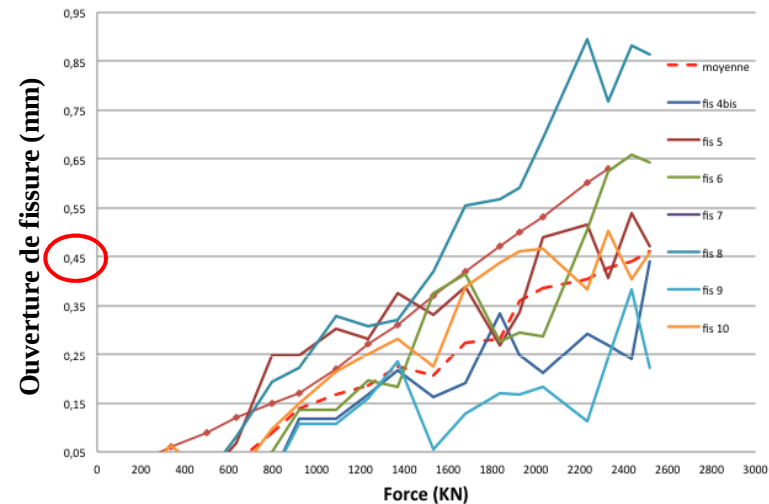
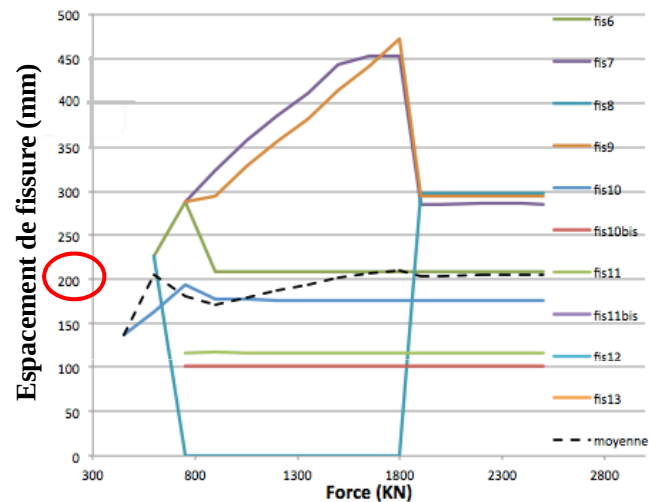


Cartographie d'endommagement pour une flèche de 17 mm

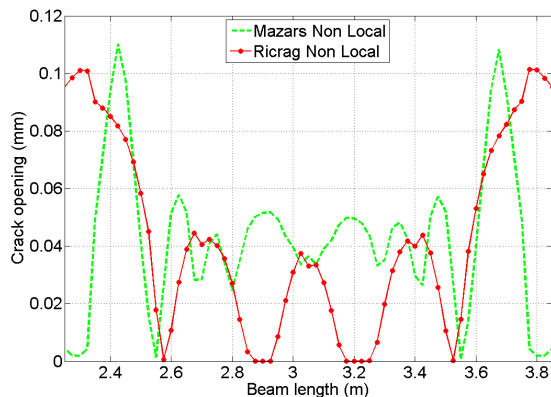
Analyse numérique

- Résultats numériques 2D et données expérimentales

- Ouvertures et espacements de fissure expérimentaux (partie centrale)

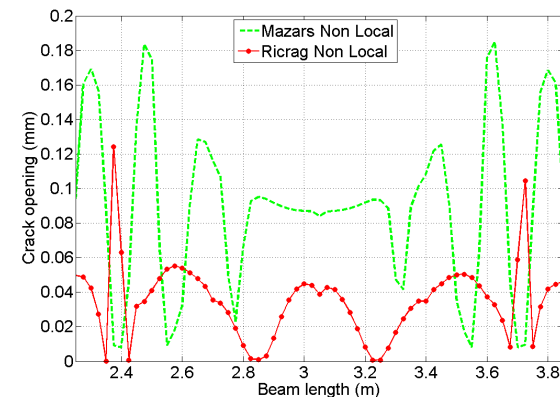


- Ouvertures et espacements de fissure numériques (partie centrale)



Ouvertures de fissure le long de la poutre
(à $z = 482$ mm)

OUVFISS :
Procédure implantée dans Cast3M
permettant de calculer l'ouverture
de fissure à partir de l'état de
contraintes **RB1**
et des caractéristiques élastiques



Ouvertures de fissure le long de la poutre
(à $z = 182$ mm)

Diapositive 15

RB1

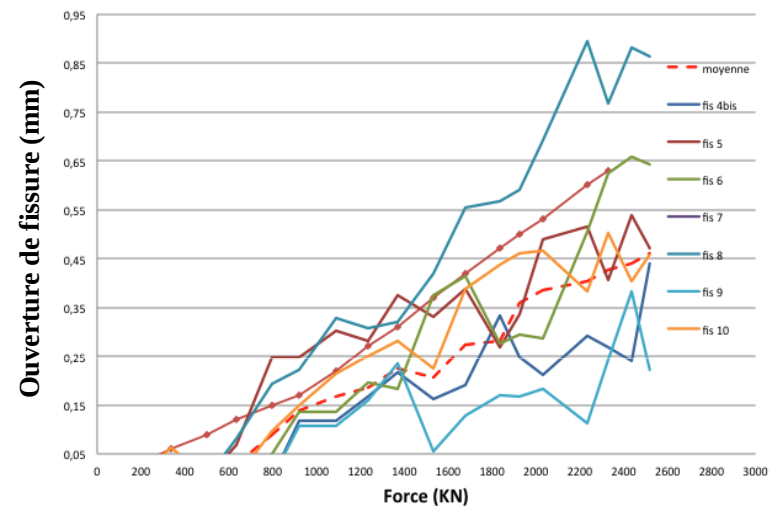
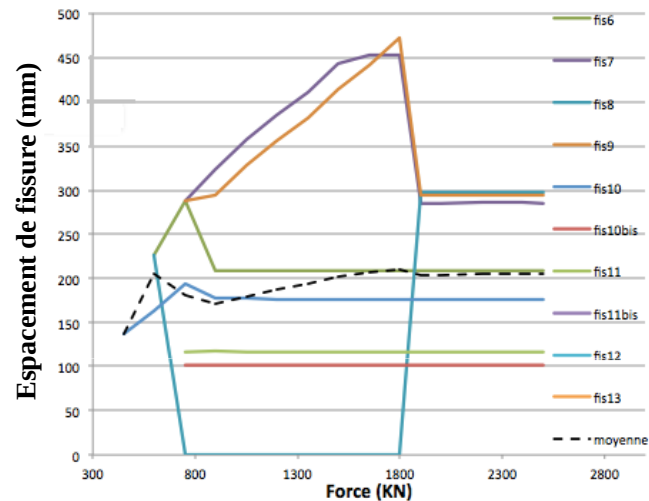
Non, intégration du champs de déformations !

RICHARD Benjamin; 20/02/2013

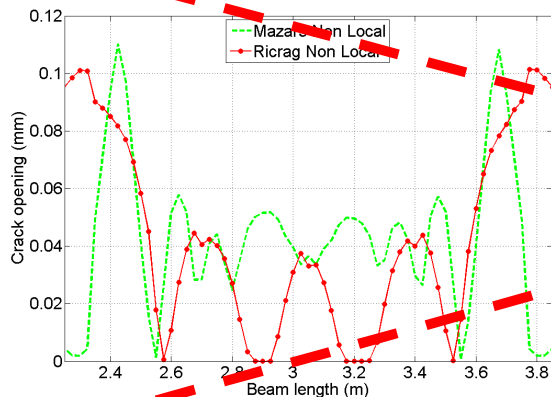
Analyse numérique

- Résultats numériques 2D et données expérimentales

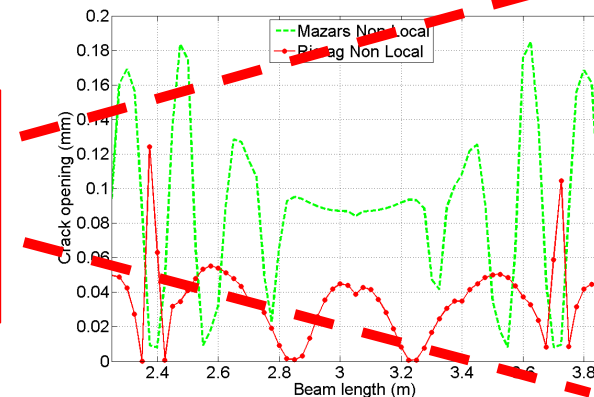
- Ouvertures et espacements de fissure expérimentaux (partie centrale)



- Ouvertures et espacements de fissure numériques (partie centrale)



OUVFISS :
Procédure implantée dans Cast3M
permettant de calculer l'ouverture
de fissure à partir de l'état de
contraintes
et des caractéristiques élastiques



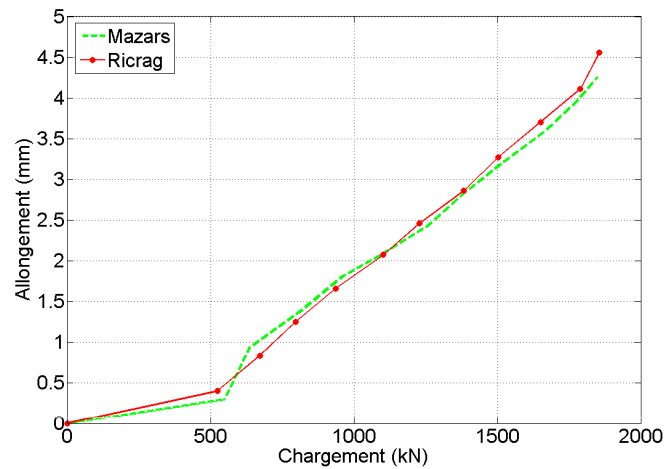
Ouvertures de fissure le long de la poutre
(à $z = 482$ mm)

Ouvertures de fissure le long de la poutre
(à $z = 182$ mm)

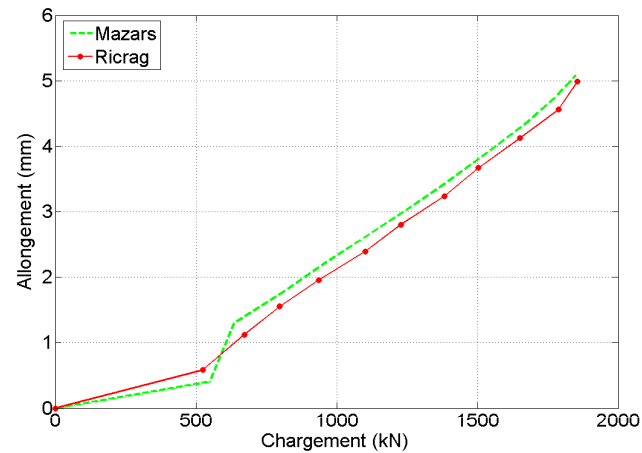
Analyse numérique

Espacement moyen de fissures : $\begin{cases} 180 \text{ mm (Mazars)} \\ 200 \text{ mm (Ricrag)} \end{cases}$

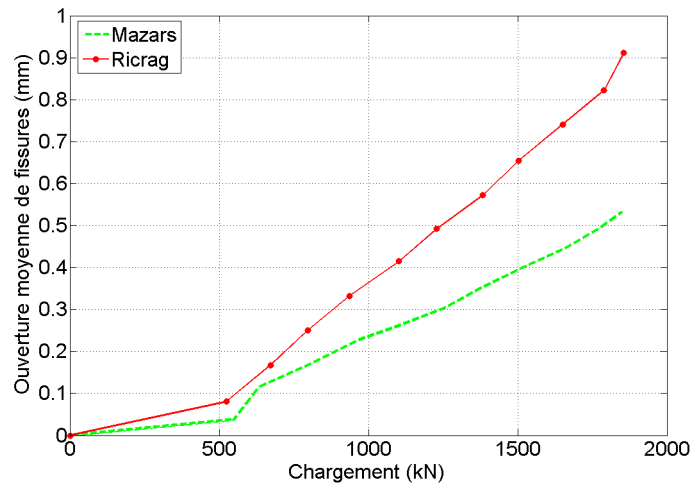
- Résultats numériques 2D : Ouvertures et espacements de fissure (partie centrale)



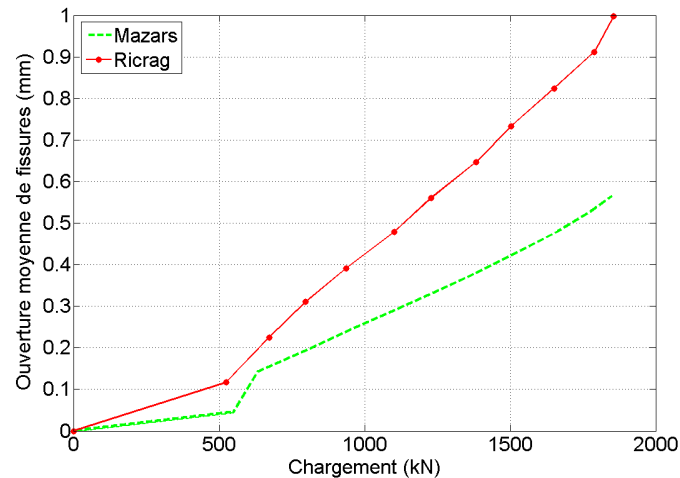
Allongement de la partie centrale
(à $z = 482 \text{ mm}$)



Allongement de la partie centrale
(à $z = 182 \text{ mm}$)



Ouvertures de fissure le long de la poutre
(à $z = 482 \text{ mm}$)



Ouvertures de fissure le long de la poutre
(à $z = 182 \text{ mm}$)

Plan de la présentation

1. Programme expérimental
2. Analyse numérique
- 3. Conclusions et perspectives**

Conclusions et perspectives

👉 Conclusions :

- Modélisation 2D et 3D d'un essai de flexion sur une poutre en béton armé de grande dimension issue du projet national CEOS.fr
- Grande influence du modèle de béton utilisé sur les résultats numériques en terme de cartographie d'endommagement
- Résultats satisfaisants sur certains points et encourageants pour d'autres
- Obtention des ouvertures et espacements de fissures par post-traitement

👉 Perspectives :

- Meilleure estimation des ouvertures de fissures par post-traitement
- Parallèle avec l'Eurocode 2 à propos du calcul d'ouverture de fissure

Merci
de
votre attention