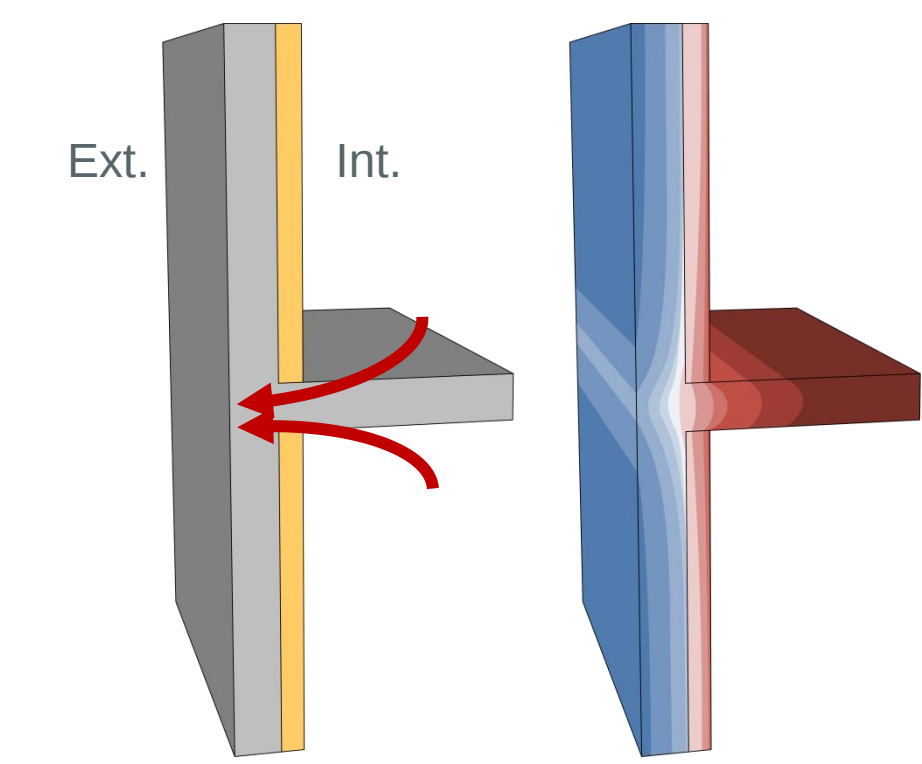


Développement d'un boîtier isolant structurel

en réponse aux nouvelles exigences thermiques, acoustiques et structurelles

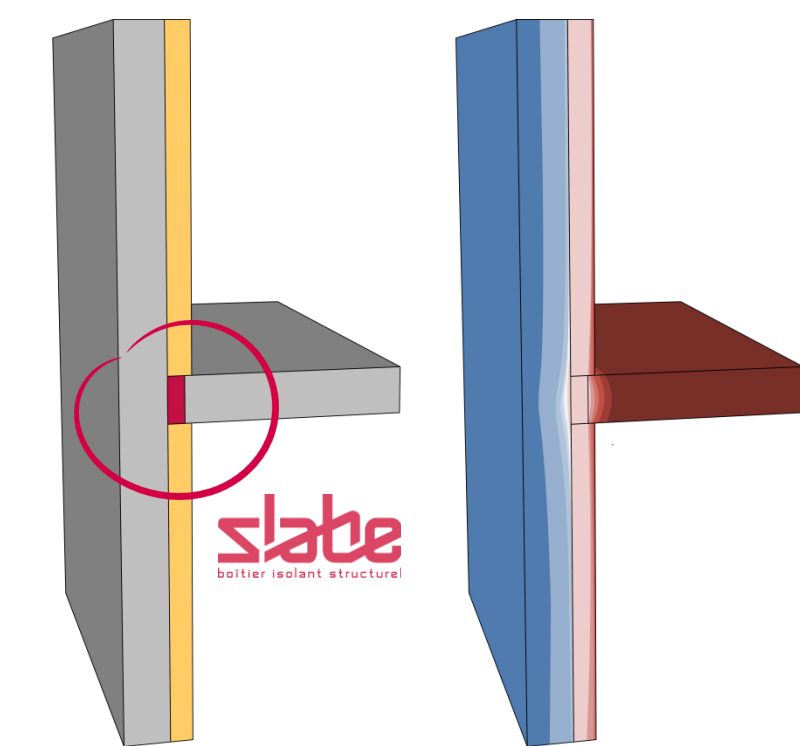
Gaël Le Bloa^a, Franck Palas^b,
Hugues Somja^c, Mohammed Hjjaj^d
^a Ingénieur Doctorant CIFRE, B.E.T. INGENOVA
^b Responsable Technique, B.E.T. INGENOVA
^c Maître de conférences, LCGM INSA Rennes
^d Professeur des Universités, LCGM INSA Rennes

Pourquoi un Boîtier Isolant Structurel ?



Pont thermique de plancher

Il faut dès lors rendre l'isolation continue sur toute la hauteur du voile, tout en continuant à transmettre le poids du plancher. Le Boîtier Isolant Structurel SLABE assure cette double fonction. Trois modèles de boîtiers sont proposés : le modèle de base SLABE Z, le ZN si des efforts de contreventement importants doivent être transmis, et le BZ en cas de balcon.



Traitement du pont thermique

SLABE ZN

Pour les liaisons dalle / voile avec efforts horizontaux

Exigence acoustique

Utilisé avec un doublage thermo-acoustique intérieur, le boîtier isolant structurel SLABE est conforme aux exigences de la Nouvelle Réglementation Acoustique (NRA), validé par un essai de mesure de l'indice d'affaiblissement vibratoire K_{ij} .

Résistance sous chargement statique vertical et horizontal

Caractérisation analytique des capacités statiques

Les résistances verticales et horizontales du système ont été évaluées dans un premier temps selon les Eurocodes : la capacité limite élastique et plastique des profilés Z ou N selon l'EN 1993-1 et la capacité au poinçonnement du béton selon l'EN 1992-1.

Validation expérimentale sous chargement statique

Ensuite, plusieurs campagnes d'essais ont eu lieu pour la caractériser expérimentalement le procédé sous chargement statique vertical et horizontal: dans les installations du CSTB, de l'IUT de Rennes ou de la PFT GCGM de l'INSA de Rennes.

Les résistances obtenues V_y et V_z ont validé les valeurs déterminées par les approches Eurocodes.

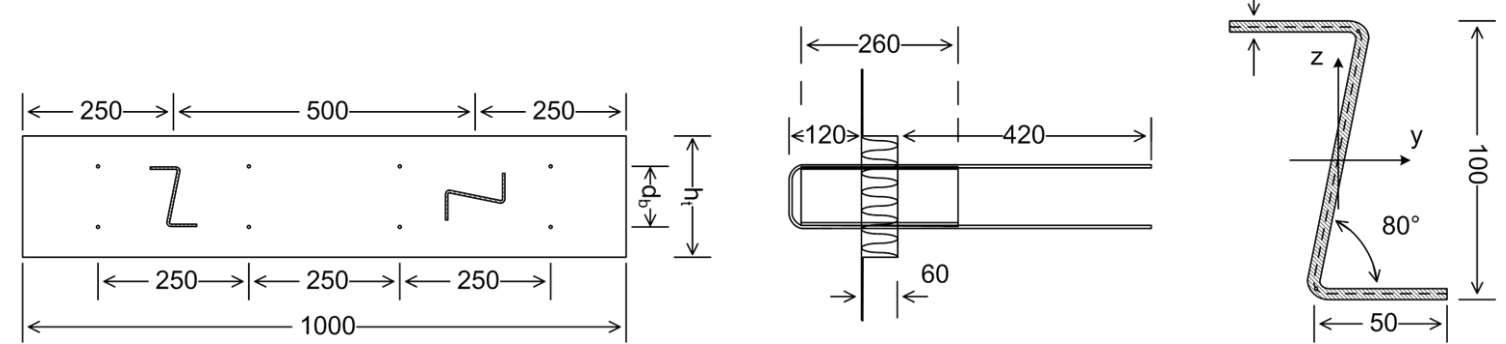
Conception structurelle générale

Le **boîtier**, de hauteur 20, 23 ou 25 cm, comporte une languette inférieure et supérieure facilitant la pose pour le coulage du voile de façade.

Des **profilés Z**, en acier inoxydable $R_{p0.2} > 340$ Mpa, assurent la transmission des efforts tranchants verticaux et horizontaux.

Les **barres HA** Ø10 mm, en acier inoxydable, évitent le déchaussement des profilés et sont dimensionnées pour transmettre un moment valant 15 % du moment isostatique du plancher M_0 .

Dimensions du profilé et du module ZN [unités mm]



Performance thermique

La pose continue des boîtiers permet d'atteindre un $\Psi_{L9, moyen}$ de 0.26 W/(m.K) au lieu des 0.60 demandés dans la RT2012. Les valeurs de performance ont été validées par une étude thermique du CSTB, reposant sur un calcul par différences finies d'un flux de chaleur.

Valeurs du coefficient de transmission linéique Ψ [unités W/(m.K)]

Module	SLABE Z			SLABE ZN			SLABE BZ		
	Plancher bas	intermédiaire	haut	Plancher bas	intermédiaire	haut	Plancher bas	intermédiaire	haut
20 cm	0.25	0.26	0.27	0.29	0.30	0.31	-	-	-
23 cm	0.26	0.27	0.28	0.31	0.32	0.33	0.31	0.32	0.33
25 cm	0.26	0.27	0.28	0.31	0.32	0.33	-	-	-

Tenue au feu

Le Boîtier Isolant Structurel SLABE a fait l'objet d'un essai de résistance au sein du laboratoire Feu du CSTB : la capacité portante (**R**), l'étanchéité aux flammes (**E**) et l'isolation thermique (**I**) ont été maintenues pendant 181 minutes.

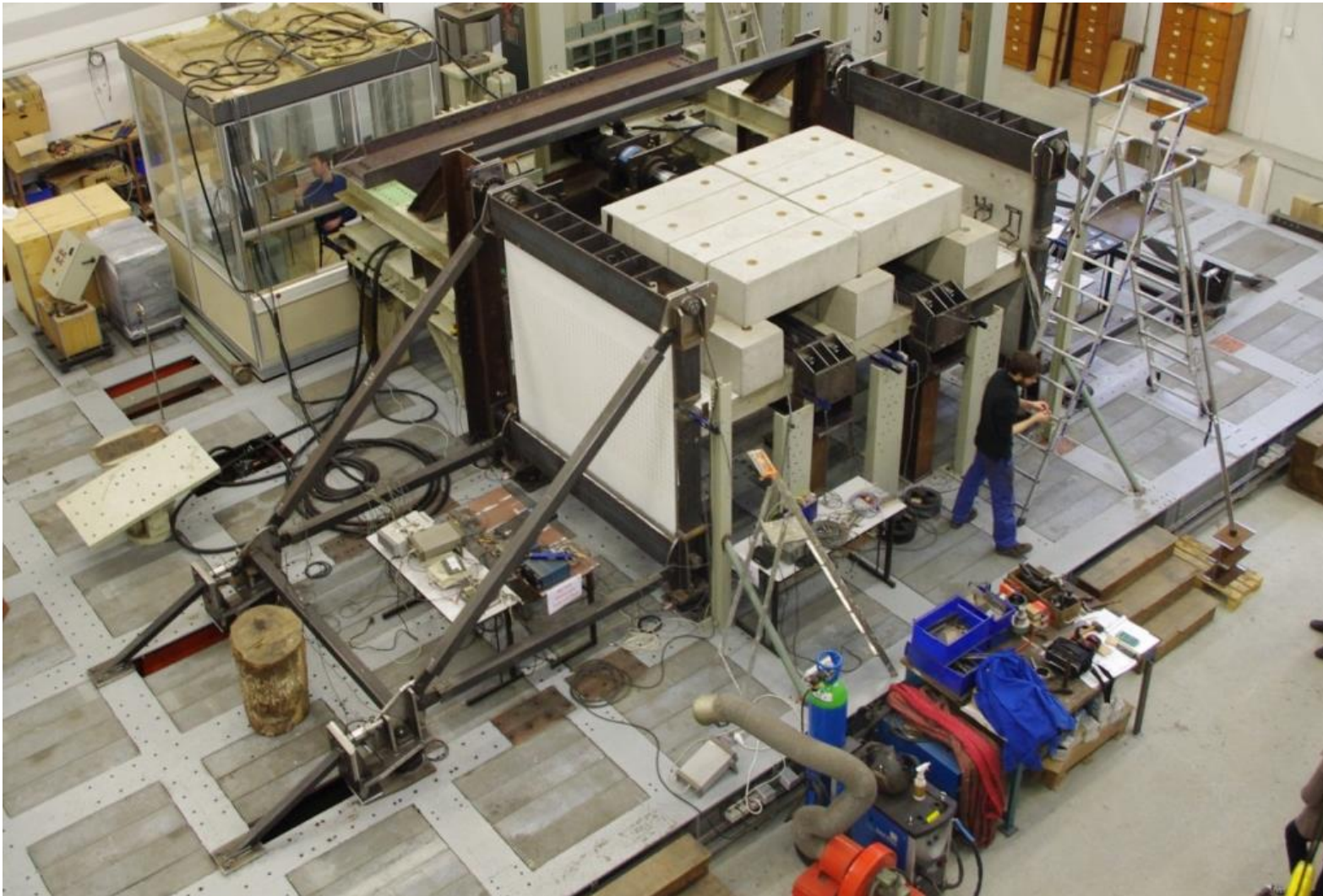
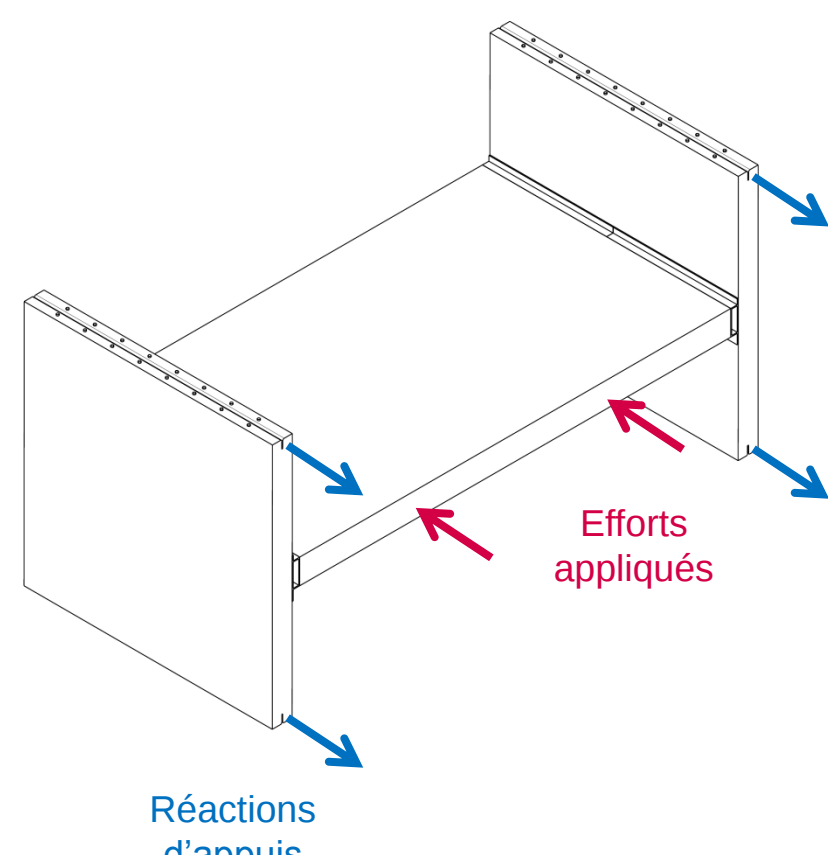
Dimensionnement parasismique

Aujourd'hui, le système SLABE dispose d'un avis technique permettant de l'utiliser comme élément porteur vertical et horizontal, mais hors zone sismique.

Afin de faire la preuve que le système SLABE est capable de résister aux sollicitations cycliques de cisaillement horizontal, INGENOVA a mis sur pied un **projet de recherche expérimentale** avec le pôle Structures de l'INSA de Rennes.

4 corps d'épreuve comportant un plancher de 3.75 m de long et de 2 m de large connecté au milieu de deux voiles de 2 x 2 m sont soumis à un chargement combiné vertical et horizontal :

- Verticalement, les charges réglementaires sont appliquées sous la forme d'un lest ;
- Horizontalement, les charges sont monotonément croissantes lors du 1^{er} essai, et cycliques pour les trois suivants. Elles sont appliquées par deux vérins hydrauliques.

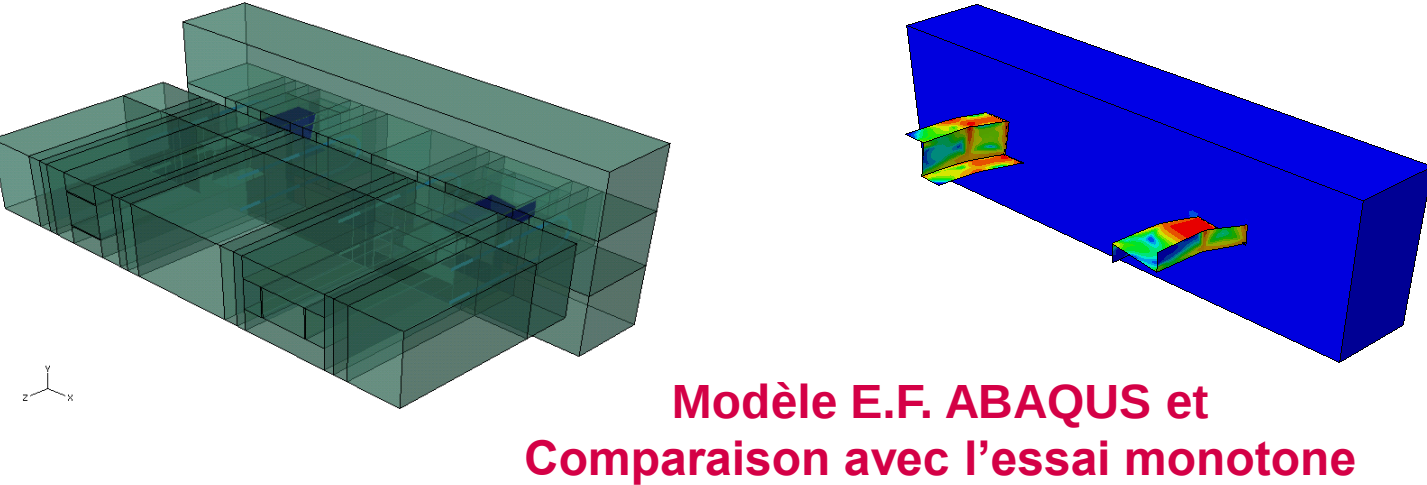


Essais mécaniques de caractérisation horizontale sur la plateforme technique de l'INSA Rennes

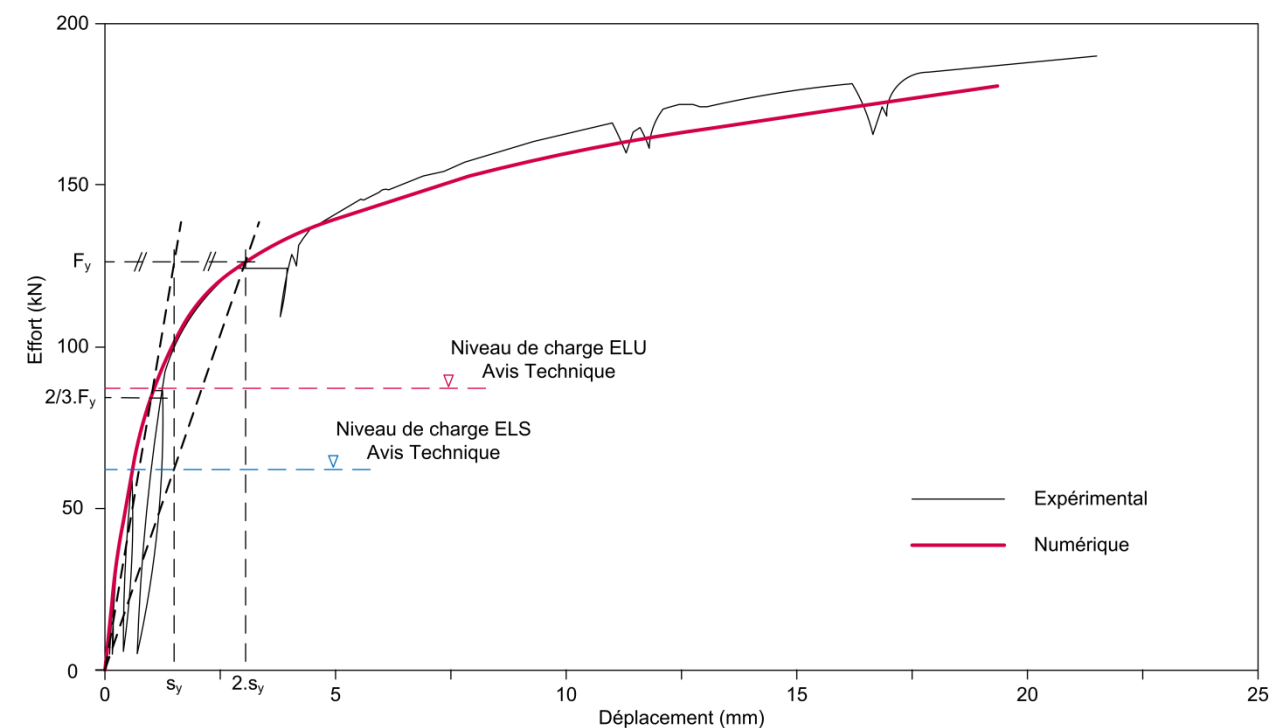
Résultats - chargement monotone

Les essais mettent en évidence la grande ductilité du rupteur : les déplacements ultimes atteignent 15 à 20 fois le déplacement limite élastique conventionnel s_y .

Le comportement expérimental est reproduit fidèlement par un modèle E.F. ABAQUS.

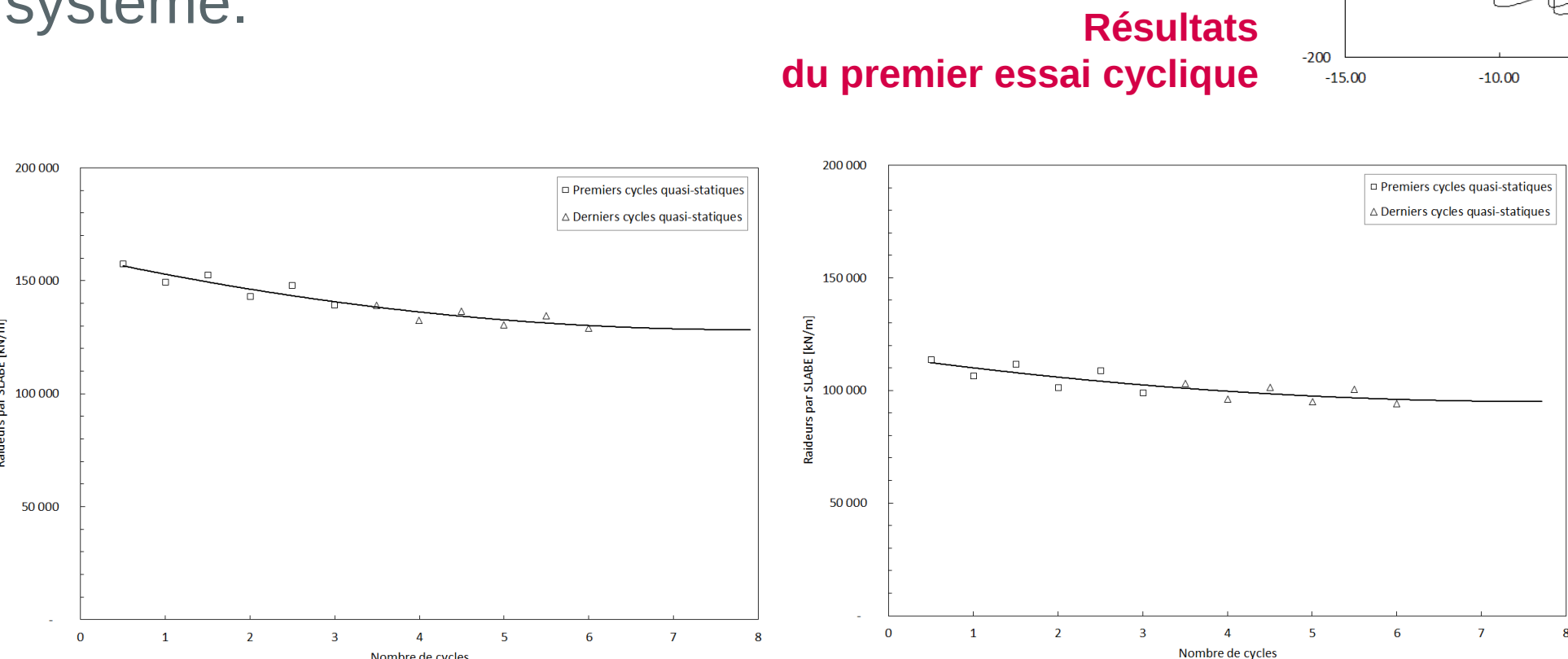
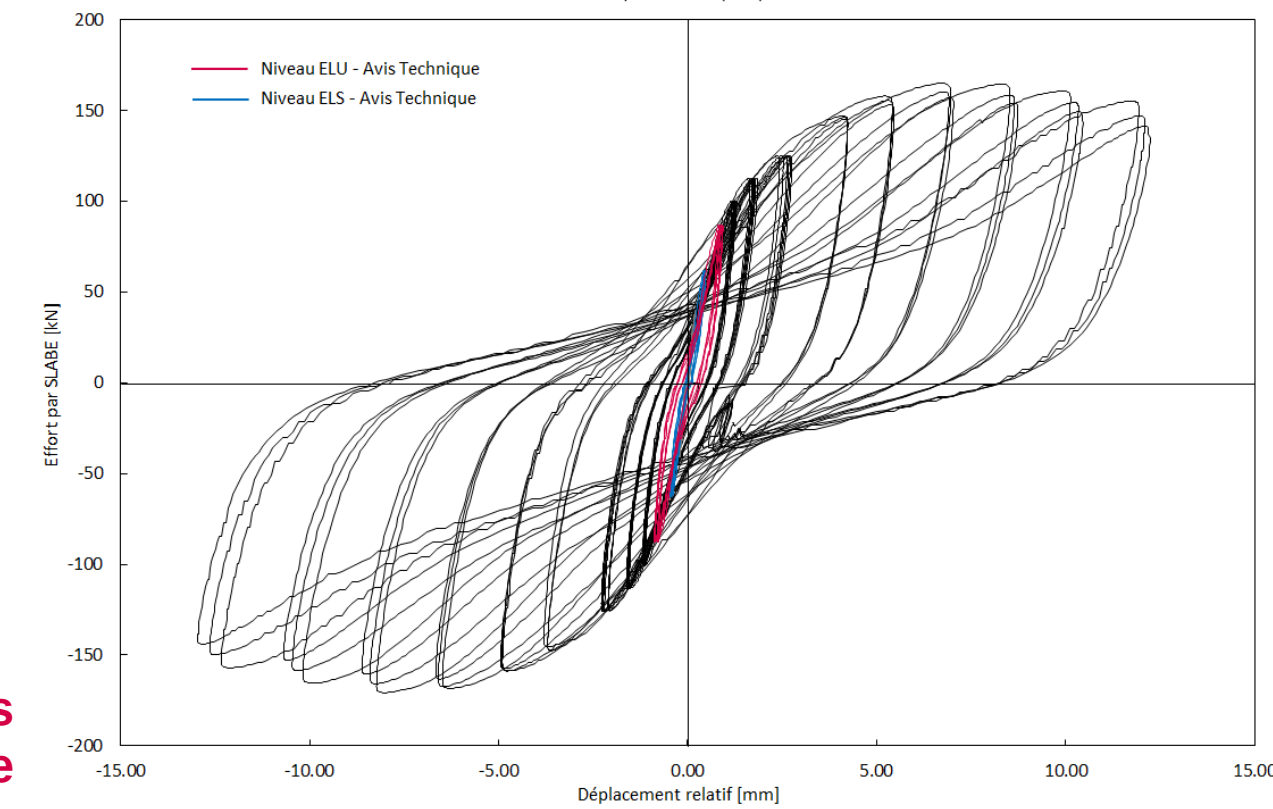


Modèle E.F. ABAQUS et Comparaison avec l'essai monotone



Résultats - chargement cyclique

Les essais cycliques font apparaître un **comportement quasi-élastique stable** pour les niveaux de charges ELS et ELU statiques de l'Avis Technique. La ductilité cyclique montre la grande robustesse du système.



Stabilisation de la raideur pour les cycles quasi-statiques aux niveaux de charge ELS (gauche) et ELU (droite)

Un **phénomène d'accommodation** cyclique est observé : la raideur, sous un grand nombre de cycles, décroît vers une valeur asymptotique.