



HAL
open science

Le flambement de panneaux en bois lamellé-croisé par un modèle de plaque épaisse

Olivier Perret, Cyril Douthe, Arthur Lebée, Karam Sab

► **To cite this version:**

Olivier Perret, Cyril Douthe, Arthur Lebée, Karam Sab. Le flambement de panneaux en bois lamellé-croisé par un modèle de plaque épaisse. 4ème Journées Scientifiques du Groupe de Recherche 3544 Sciences du Bois, Nov 2015, Clermont-Ferrand, France. hal-01270796

HAL Id: hal-01270796

<https://hal.science/hal-01270796>

Submitted on 8 Feb 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Le flambement de panneaux en bois lamellé-croisé par un modèle de plaque épaisse

Olivier Perret¹, Cyril Douthe¹, Arthur Lebée¹, Karam Sab¹

¹ Université Paris-Est, Laboratoire Navier UMR 8205, Ecole des Ponts ParisTech, IFSTTAR, CNRS, 77455 Marne la Vallée, France
olivier.perret@enpc.fr, cyril.douthe@ifsttar.fr, arthur.lebee@enpc.fr, karam.sab@enpc.fr

Contexte

Les panneaux en bois lamellé-croisé (CLT) sont des matériaux de construction multicouches à plis croisés à 90°. Les bâtiments en bois lamellé-croisé de grande hauteur ont récemment gagné en popularité du fait de leur légèreté, de leur rapidité d'exécution et de leurs performances environnementales. Les murs sont soumis à des charges de compression dans le plan de plus en plus importantes entraînant des risques de flambement. Ces risques sont accentués par la grande souplesse en cisaillement radial-tangentiel (ou cisaillement roulant) qui est mise à contribution dans les couches croisées et qui peut conduire à une charge critique de flambement inférieure à la charge attendue. Ces travaux ont pour but de proposer un modèle de plaque avancé prenant correctement en compte les effets de cisaillement transverse pour calculer la charge critique de flambement de ces structures.



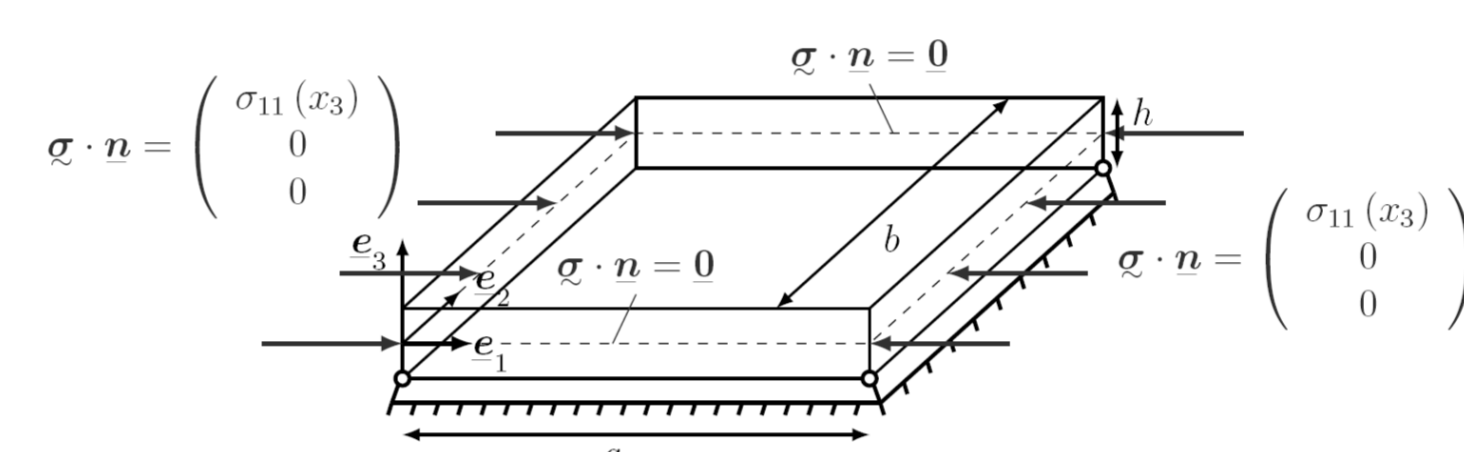
Panneaux CLT



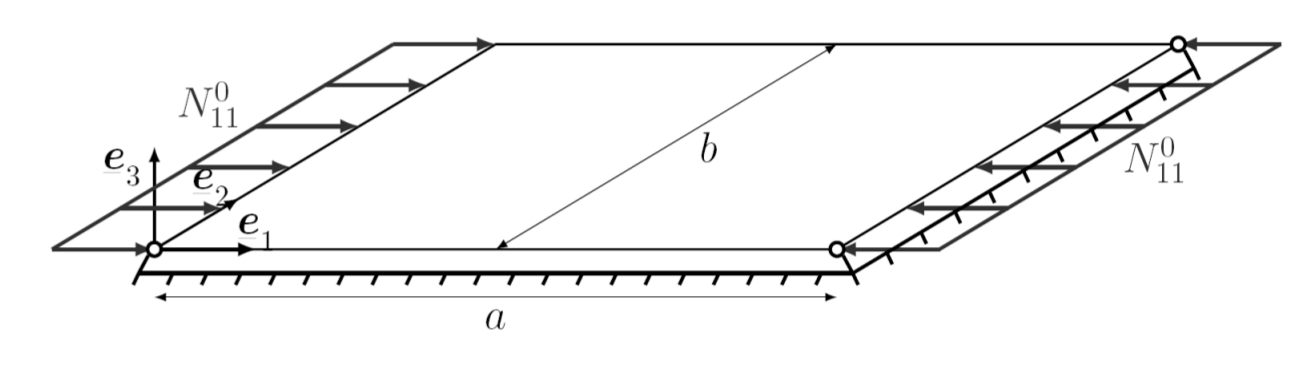
Bâtiment Murray-Grove à Londres majoritairement en CLT

Modèles comparés

- Un modèle numérique 3D par éléments finis qui fournit les résultats de référence.
- Le modèle de plaque mince de Kirchhoff-Love (CPT) qui néglige les effets de cisaillement transverse.
- La théorie de cisaillement de premier ordre (FOSDT) basée sur un modèle de Reissner-Mindlin.
- Le théorie du Bending-Gradient (BG) proposée par Lebée et Sab (2011), une généralisation du modèle de Reissner-Mindlin aux plaques hétérogènes où les effets de cisaillement sont modélisés par quatre variables supplémentaires.
- Deux projections du Bending-Gradient sur des modèles simplifiés de Reissner-Mindlin (SCP and SSP).



Problème 3D

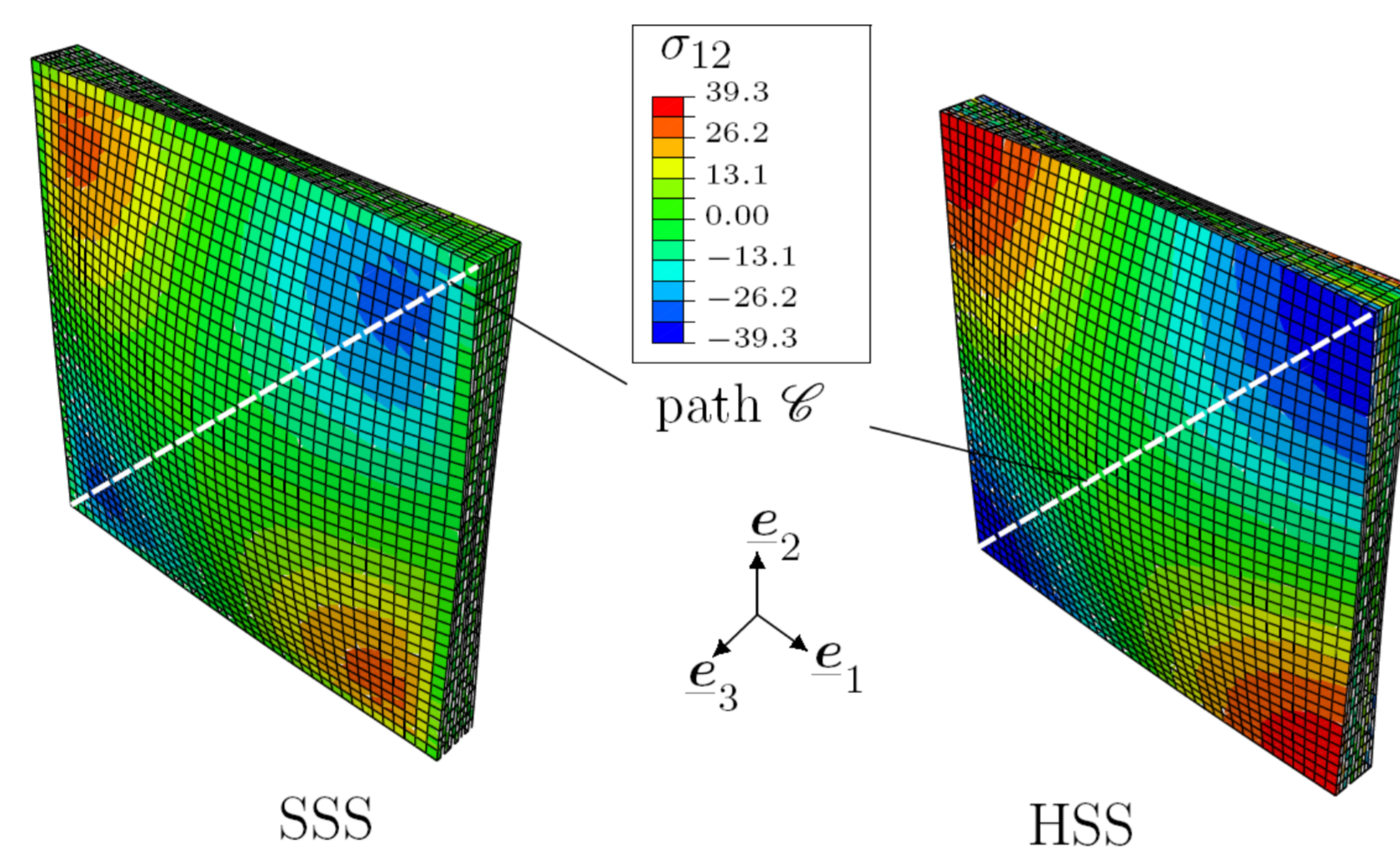


Problème 2D

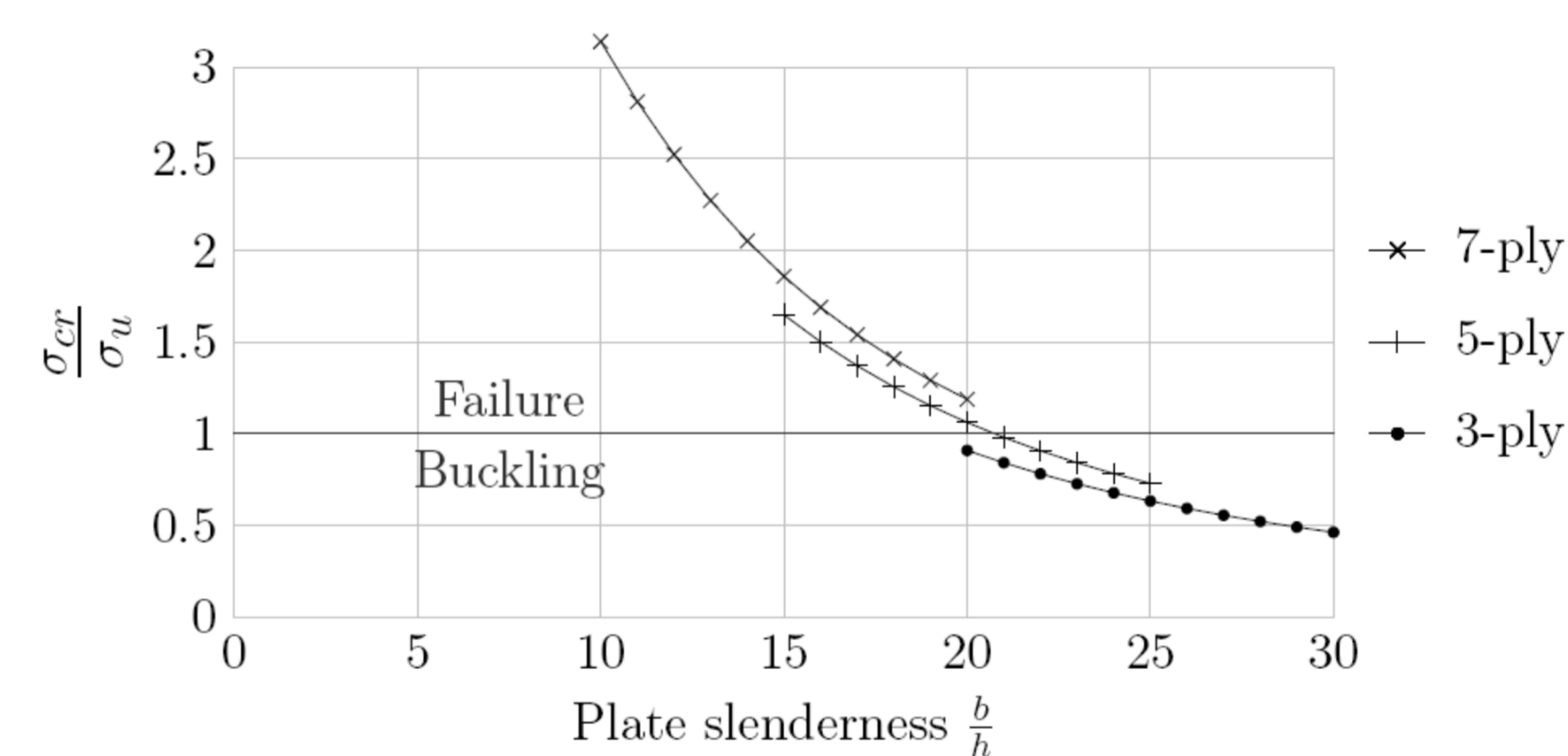
Résultats

Distinction entre les conditions aux limites soft et hard simple support

On voit apparaître une couche limite près des bords en conditions *soft simple support* où le déplacement tangent est laissé libre annulant ainsi les contraintes de cisaillement plan σ_{12} . La taille de cette couche limite est ici égale à plus de deux fois l'épaisseur de la plaque et provoque une diminution de la charge critique pouvant aller jusqu'à 5%.

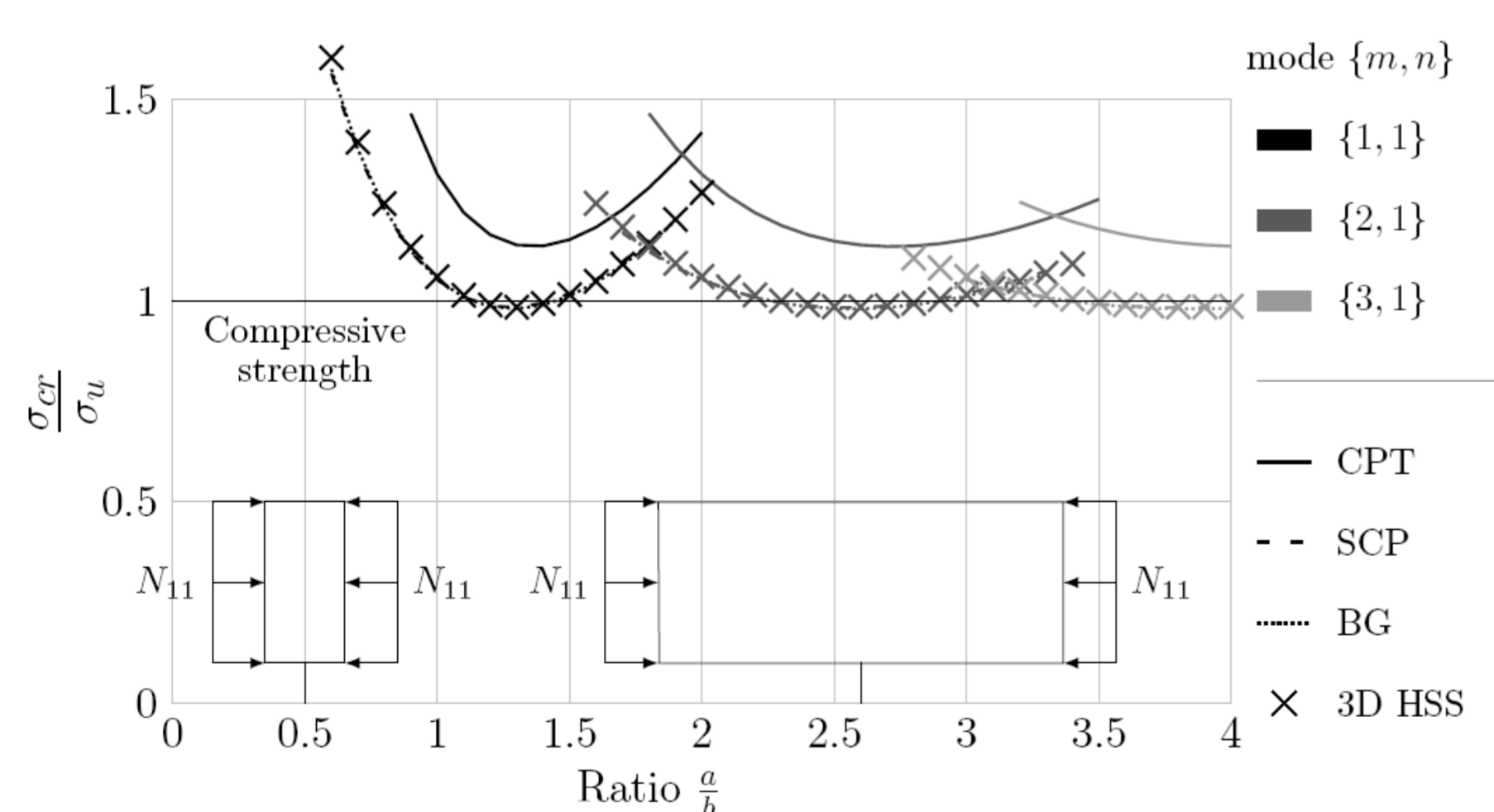


Charge critique et rupture en compression



Rupture en compression du bois et charge critique de flambement sont du même ordre de grandeur : il est nécessaire de prendre en compte les deux phénomènes lors d'un dimensionnement de murs en CLT.

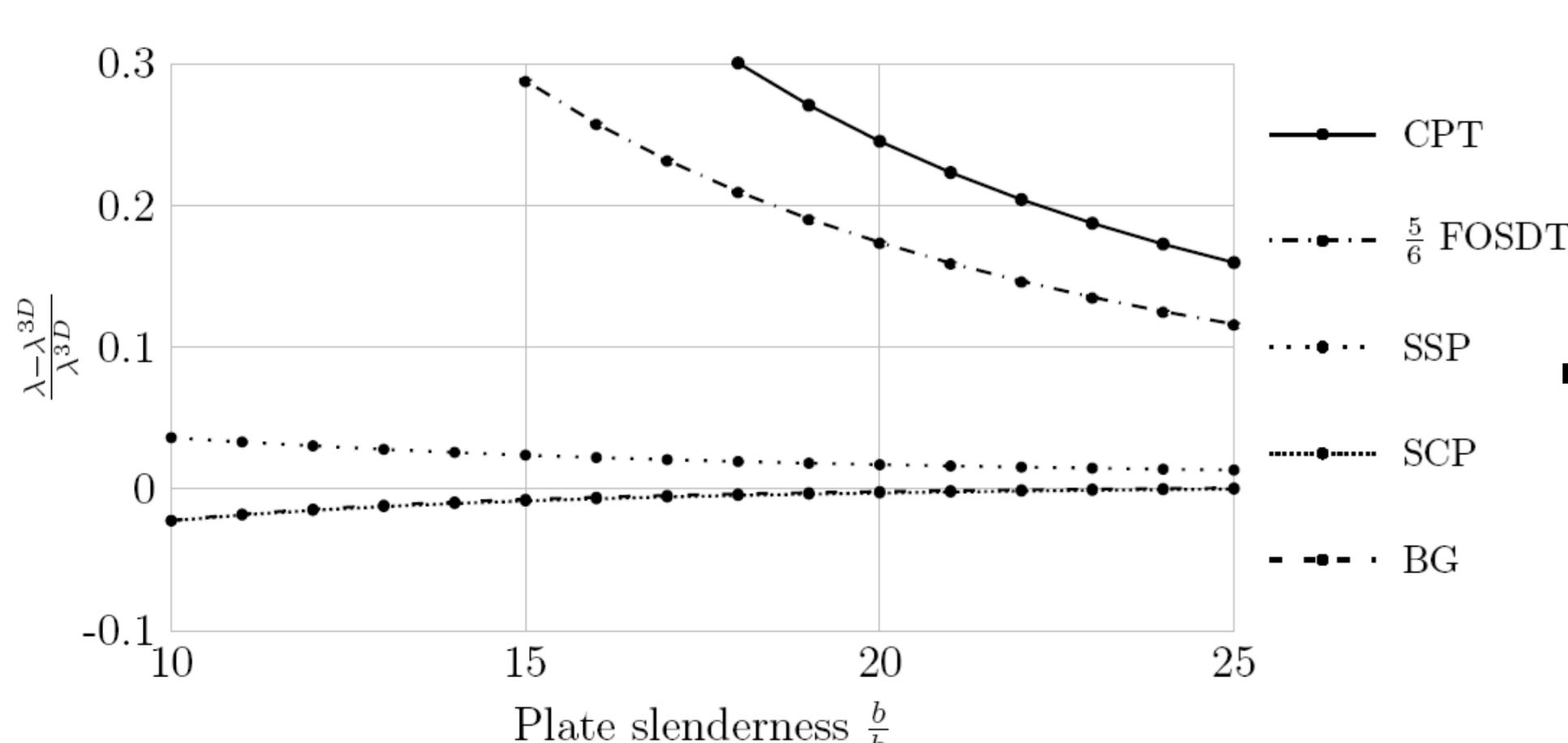
Précision des différents modèles pour des géométries classiques de CLT



- Les théories de Kirchhoff (CPT) et de cisaillement de premier ordre (FOSDT) sont imprécises dans le domaine étudié : une description plus avancée du champ de cisaillement transverse est nécessaire.

- La théorie du Bending-Gradient complet (BG) est très précise, grâce à une bonne prise en compte des effets du cisaillement roulant dans les couches croisées.

- La projection SCP du Bending-Gradient sur un modèle de Reissner-Mindlin est très précise également : son utilisation est envisageable pour des applications pratiques dans l'ingénierie.



Conclusions

- La charge critique de flambement est du même ordre de grandeur que la rupture en compression.
- La théorie du Bending-Gradient et l'une de ses projections sont beaucoup plus précises que les autres théories.

Perspectives

- Prise en compte des imperfections géométriques : défaut de planéité et excentrement de la charge
- Définition d'un critère de ruine de type Tsai-Hill prenant en compte l'anisotropie du bois à l'aide de la formulation de type Ayrton Perry à la base des eurocodes.
- Etudes des effets du fluage du bois, notamment l'évolution du module de cisaillement roulant à long terme

Références

- Perret, O. Lebée, A. Douthe, C. Sab, K. (2015) The Bending-Gradient theory for the linear buckling of thick plates: Application to Cross-Laminated-Timber panels. *submitted*
- Lebée A., Sab K. (2011) A Bending-Gradient model for thick plates. Part I: Theory. *International Journal of Solids and Structures* 48, 2878-2888