

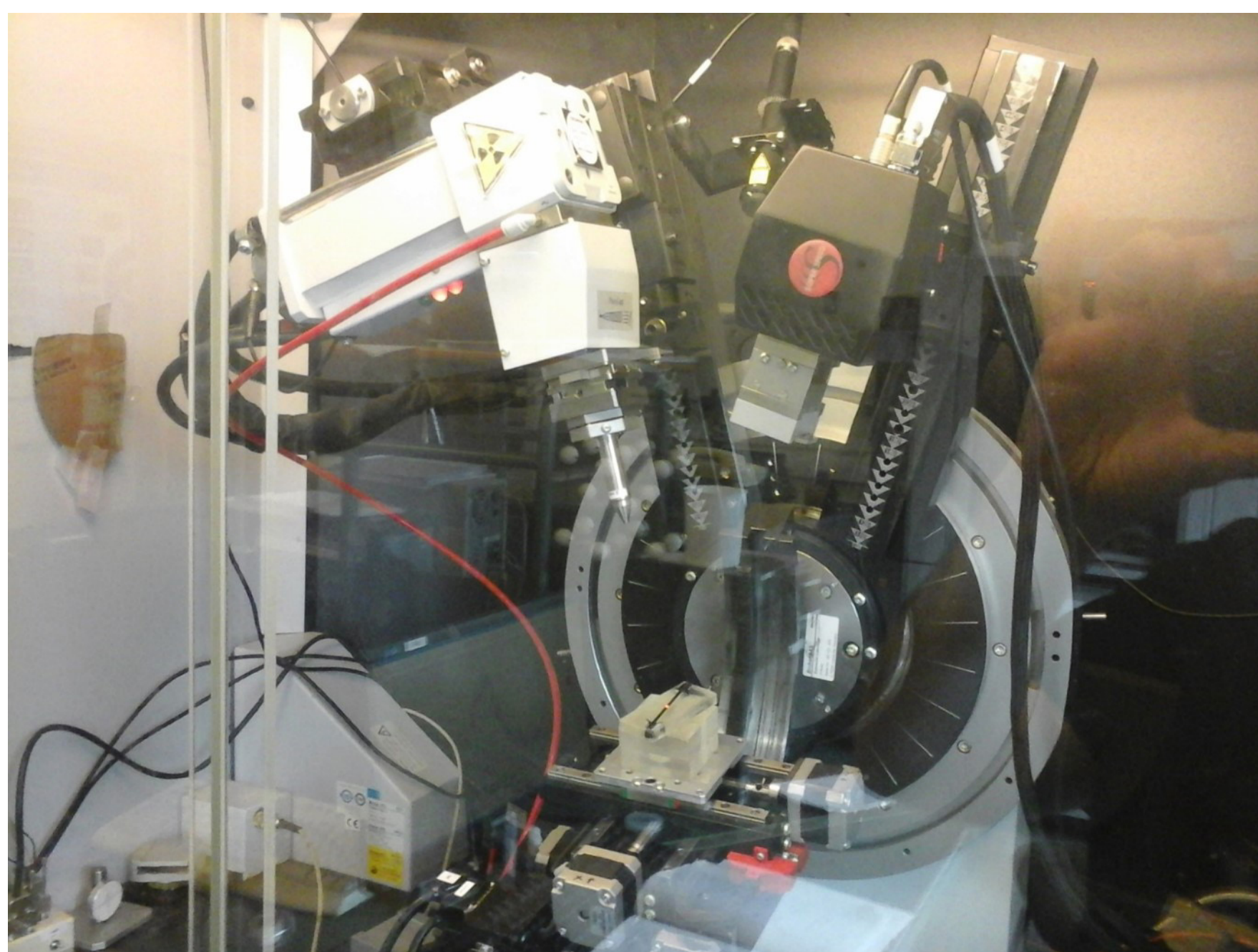
## Détermination de nouvelles stratégies de mesures des contraintes par diffraction des rayons X avec les détecteurs bidimensionnels

Tu-Quoc-Sang PHAM, Guillaume GEANDIER

Institut Jean Lamour, Département SI2M « Science et Ingénierie des Matériaux et Métallurgie »

### CONTEXTE

Les contraintes résiduelles ont souvent des conséquences importantes sur la durée de vie des pièces en conditions d'utilisation. Une maîtrise accrue du dimensionnement et des procédés de fabrication nécessite alors de comprendre comment ces contraintes se développent en fabrication et évoluent en service. La diffraction des rayons X, technique non destructive, est largement utilisée pour la détermination des contraintes résiduelles dans les matériaux polycristallins. De nouveaux détecteurs 2D de rayons X sont apparus pour les équipements de diffraction. Pour bénéficier complètement de leurs avantages, de nouvelles stratégies de détermination des contraintes doivent être développées, car la norme internationale (EN15305) ne prend pas en compte les nouveaux détecteurs 2D. De telles stratégies ont un intérêt industriel et scientifique fort car elles permettent d'étudier (1) des pièces de géométrie complexe et (2) des matériaux aux microstructures particulières.



- Goniomètre 4 cercles
- Tube à rayons X scellés (Co, Cu, Cr)
- Détecteurs OD ou 1D ou 2D

### ENJEUX SCIENTIFIQUES ET TECHNOLOGIQUES

Les détecteurs 2D de rayons X permettent d'obtenir rapidement une grande quantité d'informations représentative de l'état microstructural et mécanique d'un échantillon. Pour pouvoir s'assurer de la fiabilité de cette technologie, il est important de vérifier qu'elle fournit des résultats semblables à ceux obtenus avec des détecteurs conventionnels (OD, 1D).

Si l'analyse des contraintes avec les détecteurs conventionnels utilise essentiellement la méthode dite des  $\sin^2\Psi$ , les détecteurs 2D offrent des alternatives en terme de méthodes d'analyse. Ces méthodes d'analyse alternatives peuvent avoir un intérêt certain, en particulier lorsque la microstructure des matériaux étudiés devient complexe (e.g. cristaux orientés, grains grossiers...). Les détecteurs 2D semblent ainsi pouvoir déterminer l'état de contrainte dans des situations où les détecteurs conventionnels et les stratégies d'analyse associées sont mis en défaut. Le manque actuel est lié au fait que les logiciels commerciaux dédiés à l'analyse des contraintes n'offrent qu'un nombre limité de stratégies pour exploiter les données obtenues avec des détecteurs 2D.

### APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

Les objectifs de ce projet sont :

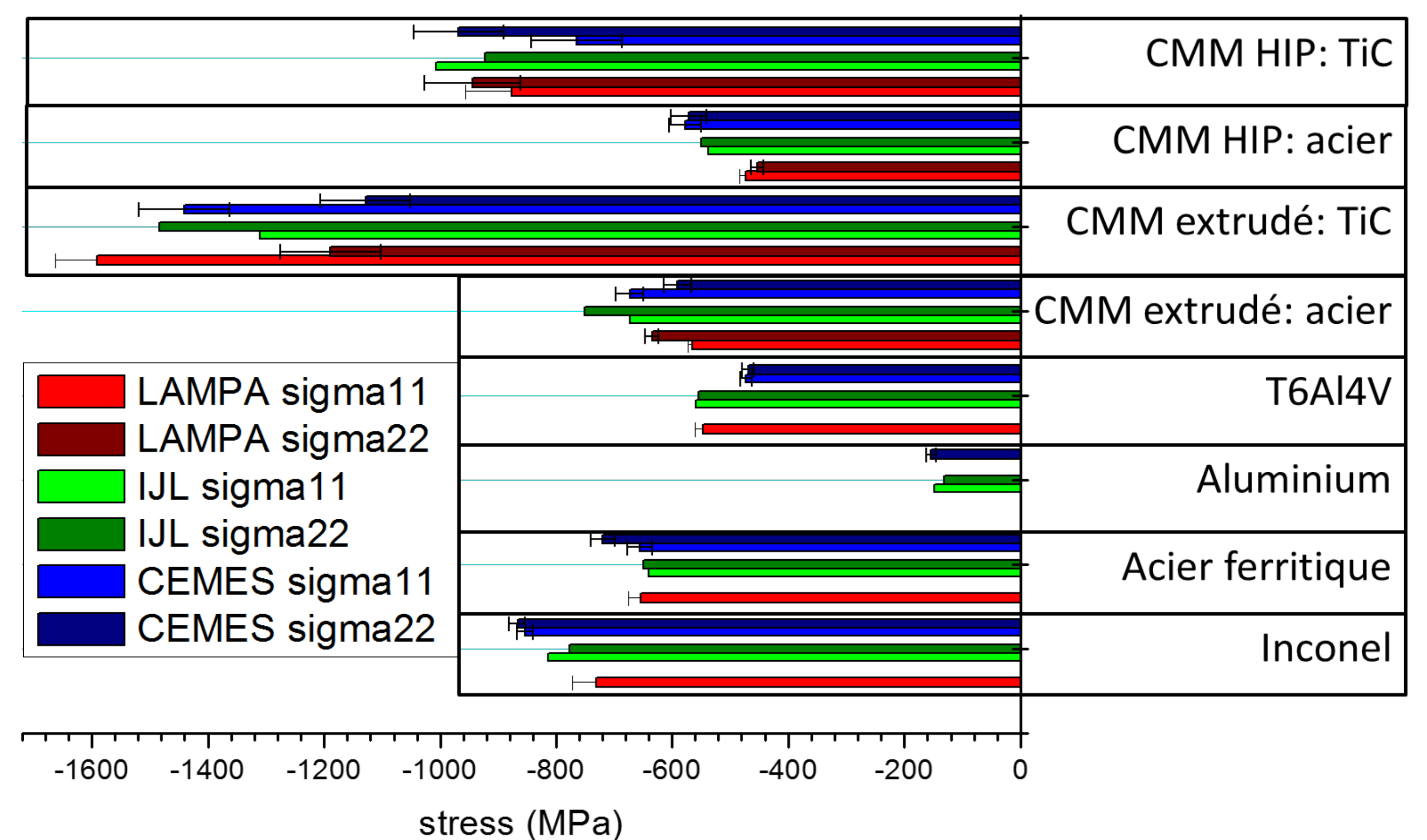
- de réaliser des analyses de contraintes avec différentes technologies de détecteur et pour différents matériaux afin de montrer (ou non) la pertinence des détecteurs 2D et des stratégies d'analyse associées. Les résultats obtenus doivent ainsi à terme permettre de faire évoluer les normes en vigueur d'analyse des contraintes par diffraction.

- de développer les méthodes d'analyse et les outils logiciels adaptés à la technologie 2D.

Les études comparatives sont réalisées:

- sur des échantillons de référence certifiés (par le Groupement Français d'Analyse des Contraintes - GFAC): (1) - Alliage d'aluminium (Monophasé, Faible anisotropie élastique); (2) - Acier ferritique (Monophasé, Anisotropie élastique intermédiaire); (3) - Inconel (Anisotropie élastique importante); (4) - Alliage de titane Ti6Al4V (Biphasé, Anisotropie élastique intermédiaire),
- et avec différents diffractomètres (1) - Proto iXRD - ENSAM Angers - Détecteur 1D; (2) - Bruker DISCOVER D8 - IJL - Détecteur 1D; (3) - Bruker DISCOVER D8 - Plateforme nano-X au CEMES - Détecteur 2D; (4) - Rayonnement Synchrotron - ESRF/SOLEIL - Détecteur 2D (sous condition)

### RÉSULTATS



Les premiers résultats montrent des différences entre les différents appareillages et les méthodes d'analyse. Un logiciel est en cours de création pour uniformiser l'analyse.

### BILAN - MARCHÉ(S) ADRESSÉ(S)

Les résultats des travaux permettront aux différents partenaires de maîtriser leurs appareillages actuels, de connaître les limitations en cas d'acquisition d'un détecteur 2D et d'avoir une confiance accrue dans le cadre de stages, thèses, post-docs ou prestations. Les travaux seront publiés et utilisés pour faire évoluer les normes de détermination des contraintes par diffraction des rayons X.

Les marchés ciblés: Transports / Aéronautique / spatial / défense / Automobile / Ferroviaire ; Énergie : Production / Stockage