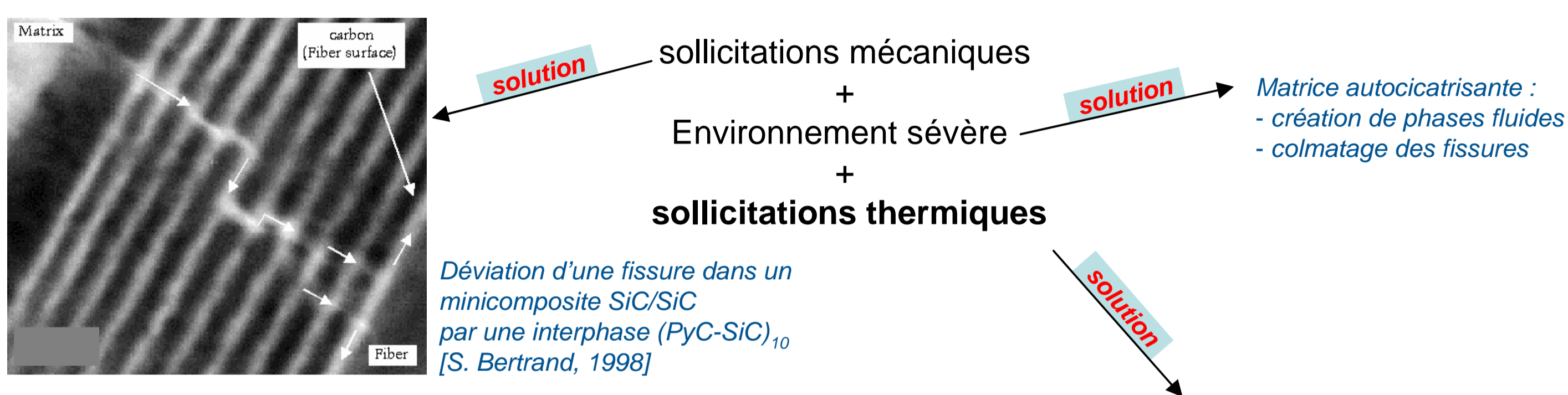
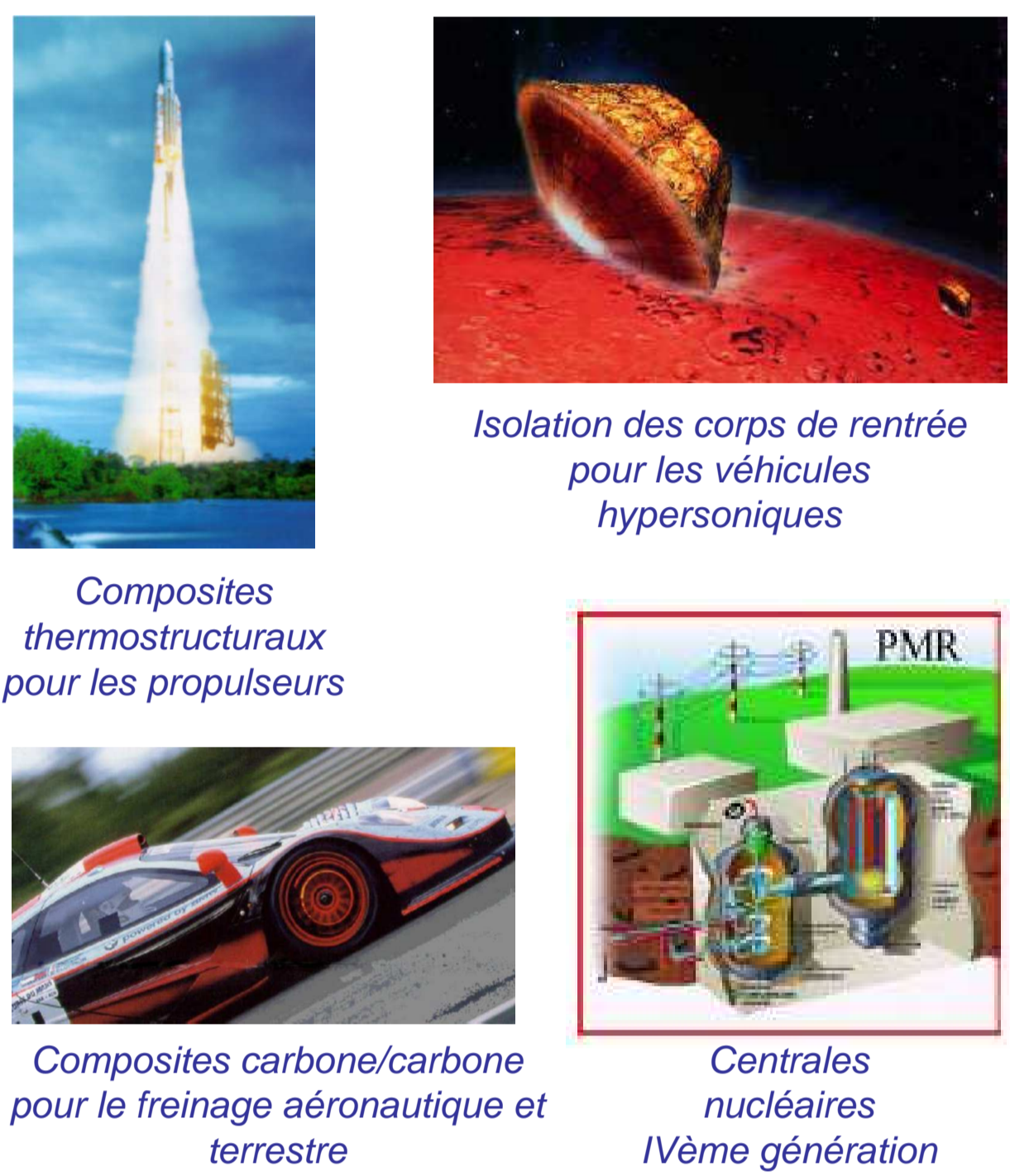


Contexte et problématique de l'étude

Dimensionnement des composites thermostructuraux :



Domaines d'applications visés :

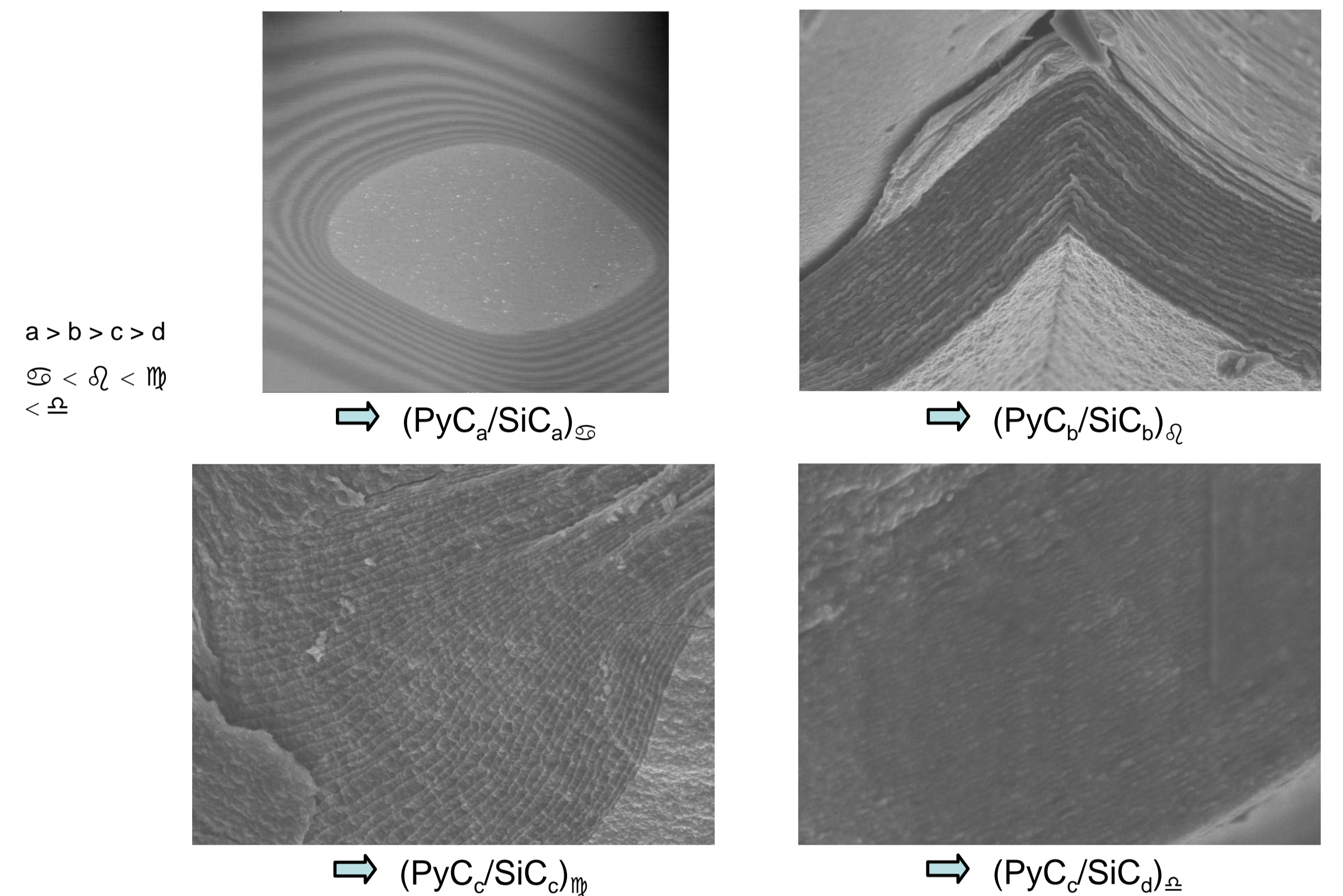


Optimisation du séquençage, de l'épaisseur et de la composition des couches au sein des interphases nanoséquencées :

- ↳ Obtenir la **conductivité thermique équivalente** à l'empilement des couches des différentes interphases.
- ⇒ **Variation notable de la conductivité thermique du composite ?**
- ↳ **Comprendre et modéliser les transferts thermiques** à l'échelle nanométrique de l'interphase nanoséquencée.

Dépôts par CVD/CVI pulsée

- Optimisation et automatisation du procédé d'élaboration
- Mise en oeuvre d'interphases (PyC_x/SiC_y)_n sur monofilaments, fils et substrats plans SiC :
 - x et y : épaisseurs (nm) respectives des couches PyC et SiC
 - n : nombre de bicouches PyC-SiC
- Caractérisation microstructurale et microtexturale des matériaux :
 - contrôle des épaisseurs et compositions
 - SiC nanocristallisé, PyC fortement anisotrope



Analyse par Microscopie Thermique à Sonde Locale (SThM)

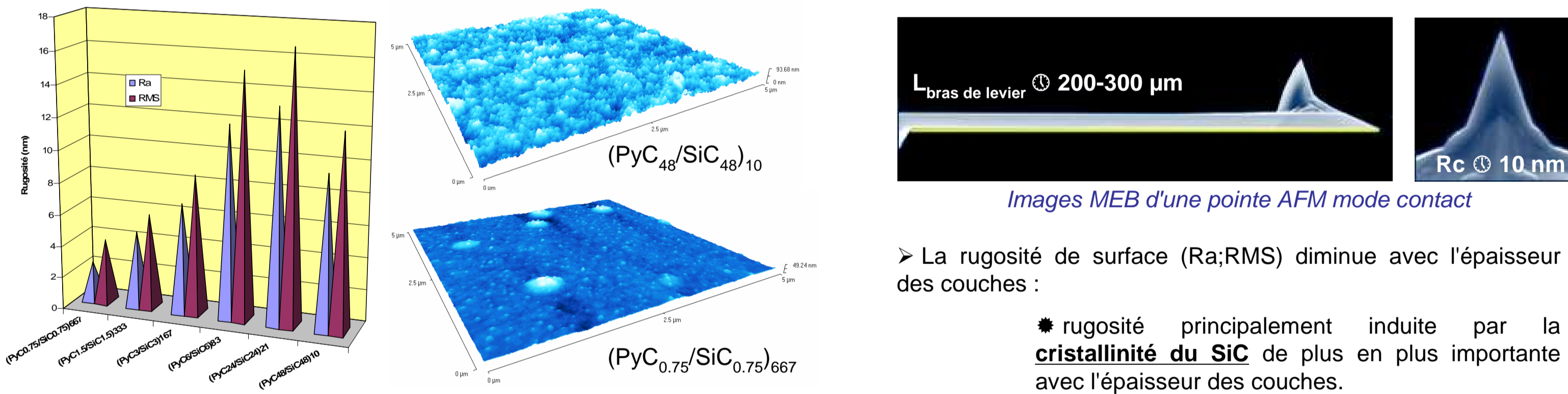
L'échelle nanométrique de ces matériaux impose l'utilisation de techniques de caractérisation de haute résolution spatiale telles que le SThM.

Analyse AFM de la rugosité de surface des interphases nanoséquencées :

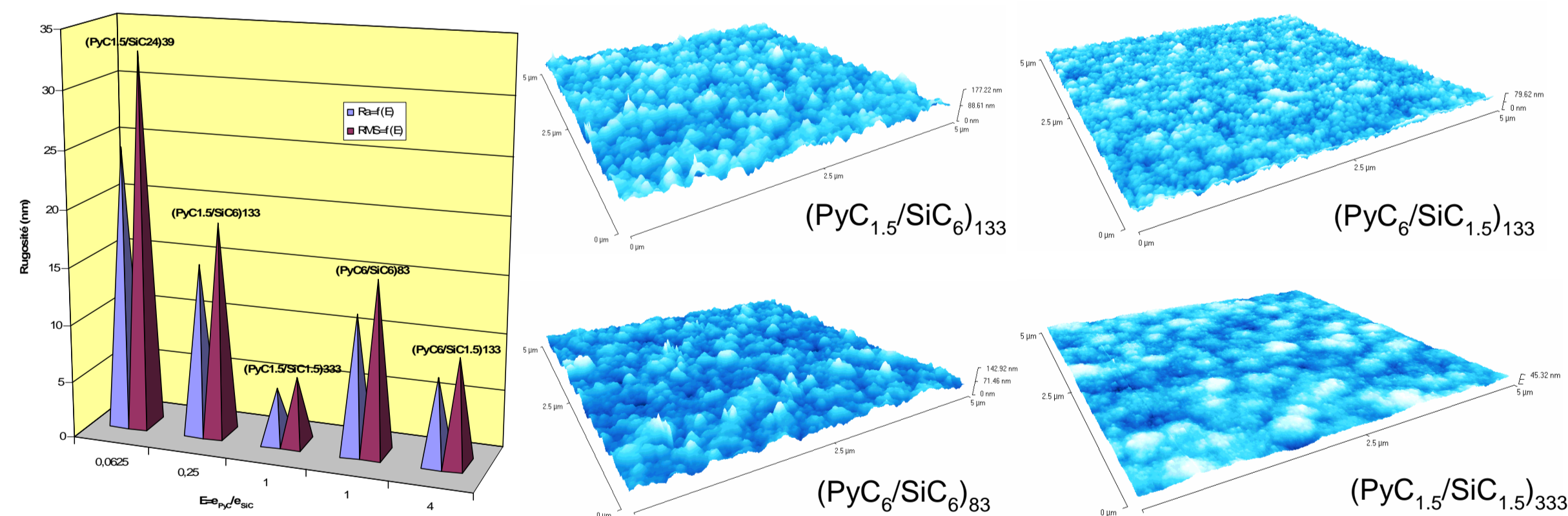
La rugosité d'une surface conditionne la conductance thermique de l'interaction en champ proche, entre la pointe-sonde thermique et l'échantillon, qui régie la mesure en microscopie thermique à sonde locale. La connaissance de ce paramètre est donc indispensable dans l'analyse de mesures avec le SThM.

Résultats :

Evolution de la rugosité en fonction de l'épaisseur des couches pour ePyC=eSiC :



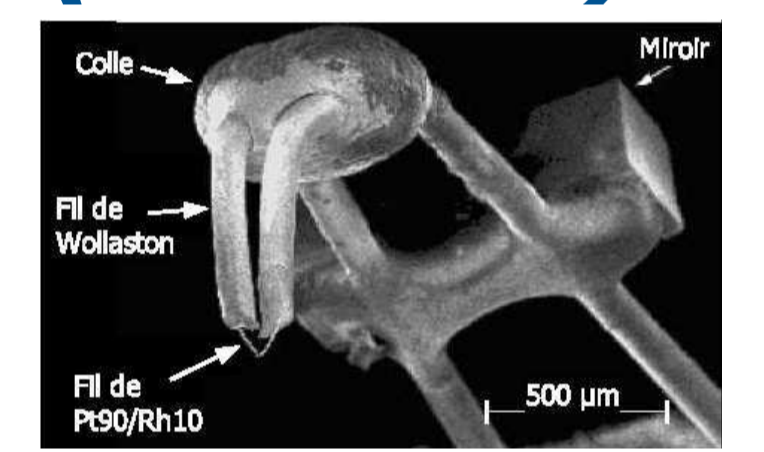
Evolution de la rugosité en fonction du rapport d'épaisseur ePyC/eSiC :



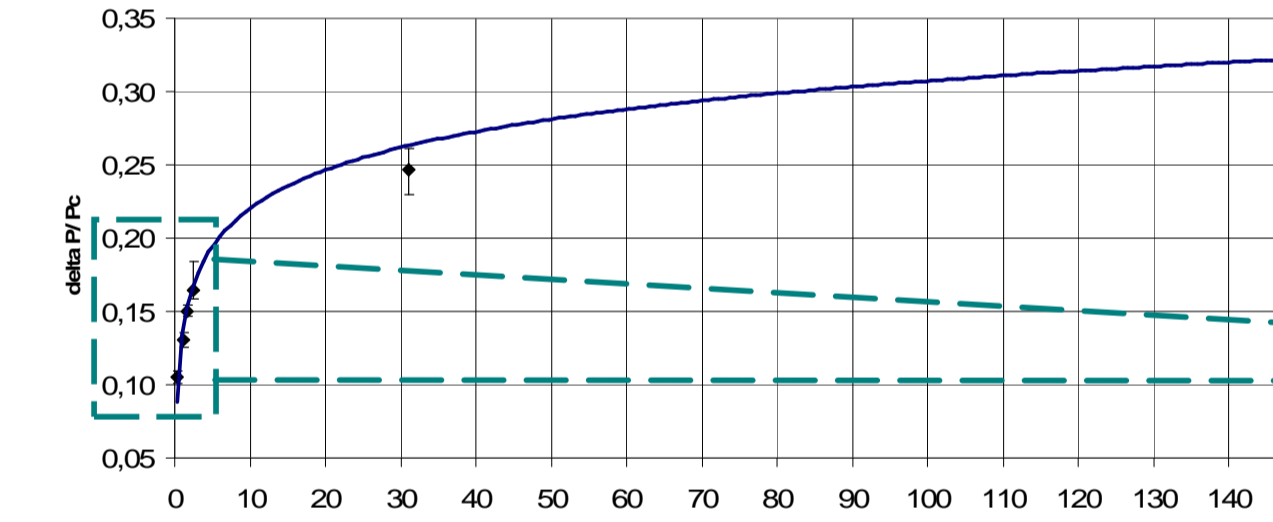
Mesures thermiques :

Premiers résultats :

- Courbe d'étalonnage propre à la sonde utilisée et à son caractère unique, ainsi qu'aux conditions environnementales



- Courbe de tendance de l'influence de l'épaisseur et du séquençage des couches sur la conductivité thermique



➢ La conductivité thermique augmente (sauf pour (PyC_{0.75}/SiC_{0.75})₆₆₇) lorsque :

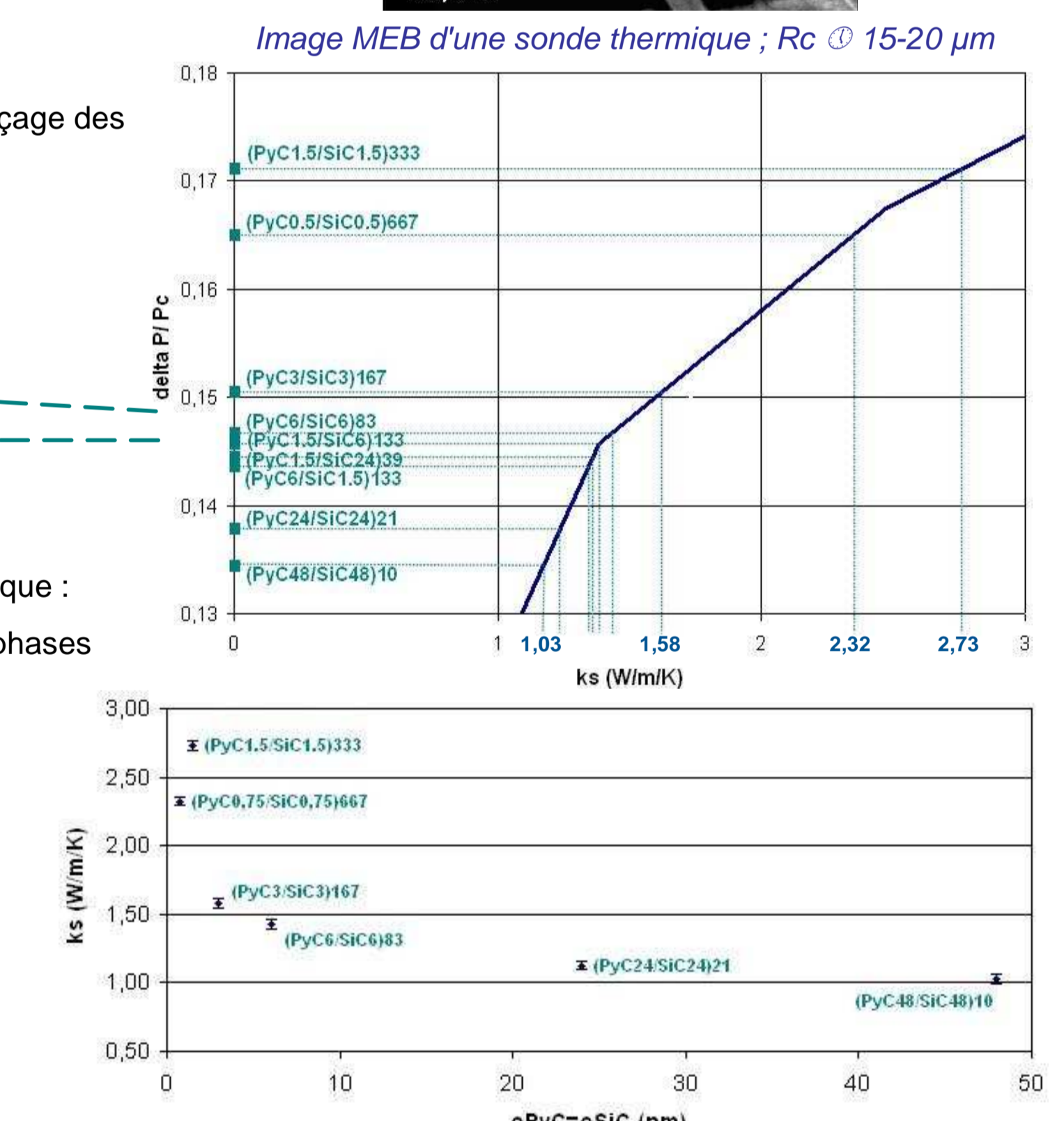
- l'épaisseur des couches de PyC et de SiC au sein des interphases diminue.
- le nombre de séquences donc d'interfaces augmente.

Interprétation de ce résultat inattendu :

• les interfaces jouent normalement le rôle de résistance thermique et la conductivité thermique augmente habituellement avec la rugosité interfaciale.

➢ **Suggestion** : l'anisotropie du Pyrocarbone apporterait une résistance interfaciale supplémentaire.

- l'aspect feuilleté et résistif du PyC diminue avec l'épaisseur et la conductivité augmente.
- ce phénomène serait prioritaire à celui induit par la rugosité interfaciale.



Perspectives :

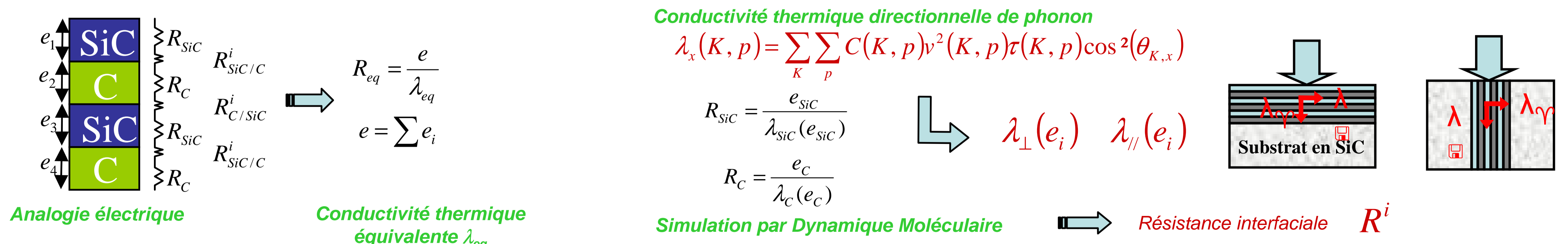
- Davantage de mesures • répétitivité
- Étude d'interphases où ePyC ≠ eSiC
- Comparaison avec microscopie par photoréflectance
- Contribution des phonons à l'échelle nanométrique

Modélisation des transferts thermiques au sein des interphases

L'objectif est de prédire les propriétés de transport par conduction thermique dans l'interphase nanoséquencée

Perspectives :

Estimation de la résistance thermique équivalente de l'interphase à partir d'une approche macroscopique intégrant les effets de taille liés aux épaisseurs des couches et les résistances interfaciales :



Contact : Florian LAGRANGE (LCTS)

Contact CETHIL : Patrice CHANTRENNE (Professeur)

Marie-Paule KOVACS (CEA Le Ripault), René PAILLER (CNRS)

Séverine GOMÈS (Chargée de Recherche)

3, allée de La Boétie 33600 Pessac

INSA Bât. Sadi Carnot, 20, AV. A. Einstein 69621 Villeurbanne Cedex

tél.: +33 (0) 556-844-700 ; email: lagrange@lcts.u-bordeaux1.fr

tél.: +33 (0) 472-438-815 ; email: patrice.chantrenne@insa-lyon.fr