



**SOLUTIONS  
COMMUNICANTES  
SECURISEES**  
PÔLE DE COMPETITIVITE MONDIAL

# SAGeIII-V

## AUTO-ASSEMBLAGE DE NANO-DIÉLECTRIQUES SUR DU GERMANIUM OU DES MATÉRIAUX III-V

### > LES OBJECTIFS

Le silicium ne permet pas le développement de transistors à très haute mobilité et à haute fréquence. L'utilisation du germanium ou de semiconducteurs III-V comme canal de conduction est l'alternative la plus étudiée actuellement en raison de leurs excellentes propriétés électriques. Le principal obstacle au développement de transistors MOS III-V dont les propriétés rivalisent ou dépassent celles des CMOS en Si est que la couche d'isolation de l'AsGa et des matériaux III-V n'est ni de bonne qualité ni thermodynamiquement stable contrairement aux propriétés exceptionnelles d'isolation et de passivation de  $\text{SiO}_2$  sur Si. Ainsi, le projet SAGe III-V, propose de concevoir, fabriquer et évaluer de nouveaux films minces ultra-isolants (high K), fabriqués à partir de monocouches auto-assemblées issues de composés organiques sur Ge et matériaux III-V afin de leur conférer ces propriétés viables permettant leur utilisation dans les prochaines générations de dispositifs. A cette fin les nanodiélectriques moléculaires devront posséder des caractéristiques électriques supérieures à celles des high K inorganiques ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{HfO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ , ...) déposés par MBE ou ALD et actuellement étudiés sur germanium et III-V, avec des densités de courant de fuite de l'ordre de  $10^{-9}$  A/cm<sup>2</sup>, des densités d'état d'interface d'environ  $10^{10}$  cm<sup>-2</sup>eV<sup>-1</sup> et des constantes diélectriques entre 20 et 50.

### > LES APPLICATIONS

MOSFETs à haute fréquence à base de germanium et matériaux III-V permettant de dépasser le noeud technologique 11-15 nm de la roadmap de la micro-nanoélectronique (ITRS).

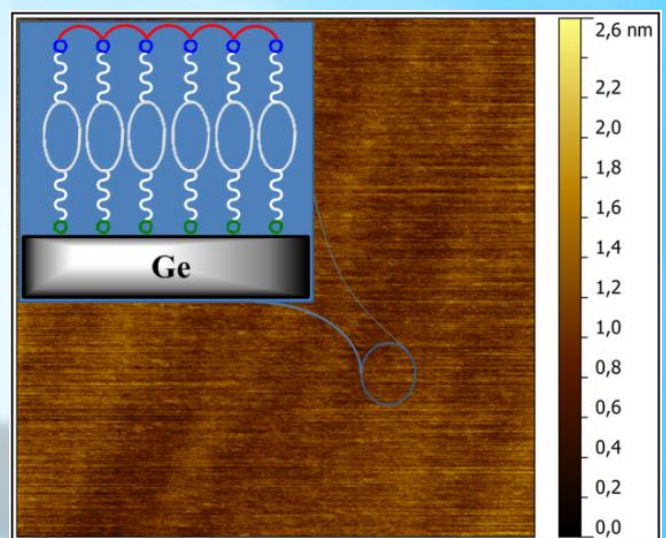
### > LES LIVRABLES

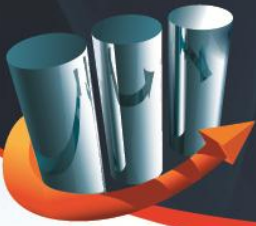
- Synthèse de chromophores « push-pull » high-K optimisés
- Monocouches auto-assemblées denses et stables de chromophores push-pull high K réticulés, sur Ge et AsGa.

### > LES AVANTAGES

Les nano-diélectriques moléculaires (SANDs) « high K » visés par ce projet possèdent des avantages majeurs. En effet, les SANDs sont :

- Flexibles, avec des propriétés diélectriques modulables par leur design chimique
- Bien définis nanostructuralement
- Beaucoup moins chers que les diélectriques inorganiques actuellement développés
- Stables sur Ge et III-V
- Faciles à réaliser par auto-assemblage moléculaire à température ambiante en solution
- Fortement adhérents et pratiquement sans défauts.
- Uniformes sur une large surface
- Insolubles dans les solvants communs
- Compatibles avec les méthodes standards de la micro-électronique,





## SOLUTIONS COMMUNICANTES SECURISEES

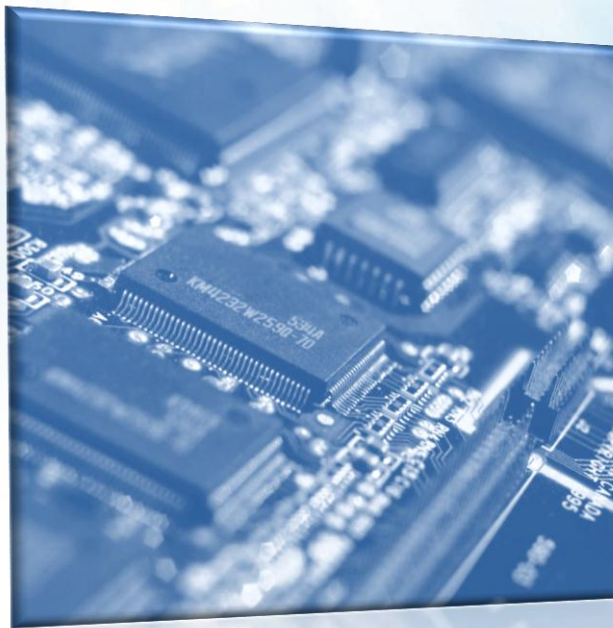
PÔLE DE COMPETITIVITE MONDIAL

### > LES BRIQUES TECHNOLOGIQUES

- Synthèse de chromophores « push-pull » bi-fonctionnels (à l'échelle de quelques centaines de milligrammes),
- Obtention de surfaces propres et sans défaut de germanium et cristaux III-V après décapage de leur oxyde natif afin de pouvoir contrôler la chimie de surface,
- Fonctionnalisation du Ge et des matériaux III-V sous atmosphère contrôlée par les « push-pull » pour former un nanodiélectrique sous forme de monocouche moléculaire auto-assemblée (SAND),
- Caractérisation des SANDs (compacité, passivation, évaluation des propriétés électriques).

### > LES MARCHÉS VISÉS

Le principal marché visé est celui de la micro-nanoélectronique, et en particulier pour les composants à haute fréquence. En effet, le développement de nouveaux diélectriques moléculaires greffés chimiquement sur le canal du transistor pourrait ouvrir de nouveaux MOSFETS à base de germanium et de semiconducteurs III-V à très haute mobilité et à haute fréquence, qui devraient remplacer le silicium contraint à partir du nœud technologique 11-15 nm (ITRS).



### > LE CONSORTIUM

- Porteur du projet : Chimie des Surfaces et Interfaces - CEA Saclay
- Recherche / Académiques : Institut Matériaux Microélectronique Nanosciences de Provence (IM2NP), Centre Interdisciplinaire de Nanosciences de Marseille (CINaM), Institut d'Electronique Microélectronique et Nanotechnologies (IEMN).

### > PROJET FINANCÉ PAR