



*Laboratoire CNRS-PROMES  
PERPIGNAN*



*Cellules solaires en couches minces  
à base de composés  $\text{Cu(In,Ga)(S,Se)}_2$   
Étude et Développement*

*K. Djessas<sup>1</sup>, L. El Mir<sup>2</sup>, Z. Ben Ayadi<sup>2</sup>, S. Alaya<sup>2</sup>,*

*F. Ghribi<sup>2</sup> and I. Bouchama<sup>1</sup>*

*1-Université de Perpignan*

*2- Université de Gabès*

*Email: [djessas@univ-perp.fr](mailto:djessas@univ-perp.fr)*

# Domaines de recherche développés

## Matériaux semiconducteurs destinés à la conversion photovoltaïque

### Élaboration

#### Composés chalcopyrites

- ☞ Massifs polycristallins  $\text{Cu}(\text{In},\text{Ga})\text{Se}_2$  (bain fondu)
- ☞ Poudres nanométriques  $\text{CuInS}_2$  (solvothermal)

#### Massifs polycristallins et Nanoparticules de Composés $\text{III}_2\text{VI}_3$

- ☞  $\text{In}_2\text{Se}_3$ ,  $\text{In}_2\text{S}_3$  (Solvothermal)

#### Nanoparticules d'oxydes métalliques

- ☞ ITO, ZnO: Al, In, Ca... (Sol-gel)

### Application

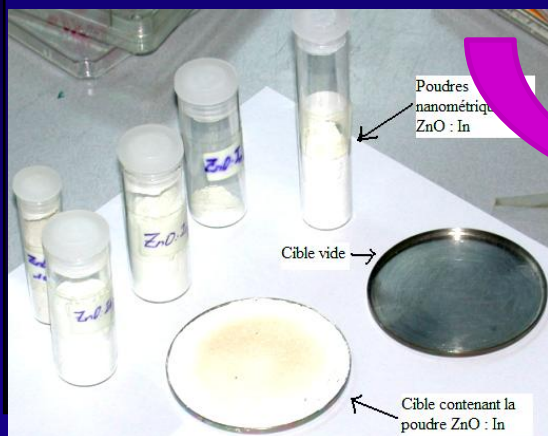
- ☞ Couches minces pour Cellules solaires à faible coût (filiale CIS et CIGS)

☞ **Absorbeurs en couches minces**  
**Cu(In,Ga)Se<sub>2</sub> et CuInS<sub>2</sub>**  
(CSVT , rf-magnetron sputtering)

☞ **Buffers photovoltaïques en couches minces**  
**In<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>, In<sub>2</sub>S<sub>3</sub> (CdS)**  
(CSS, rf-magnetron sputtering)

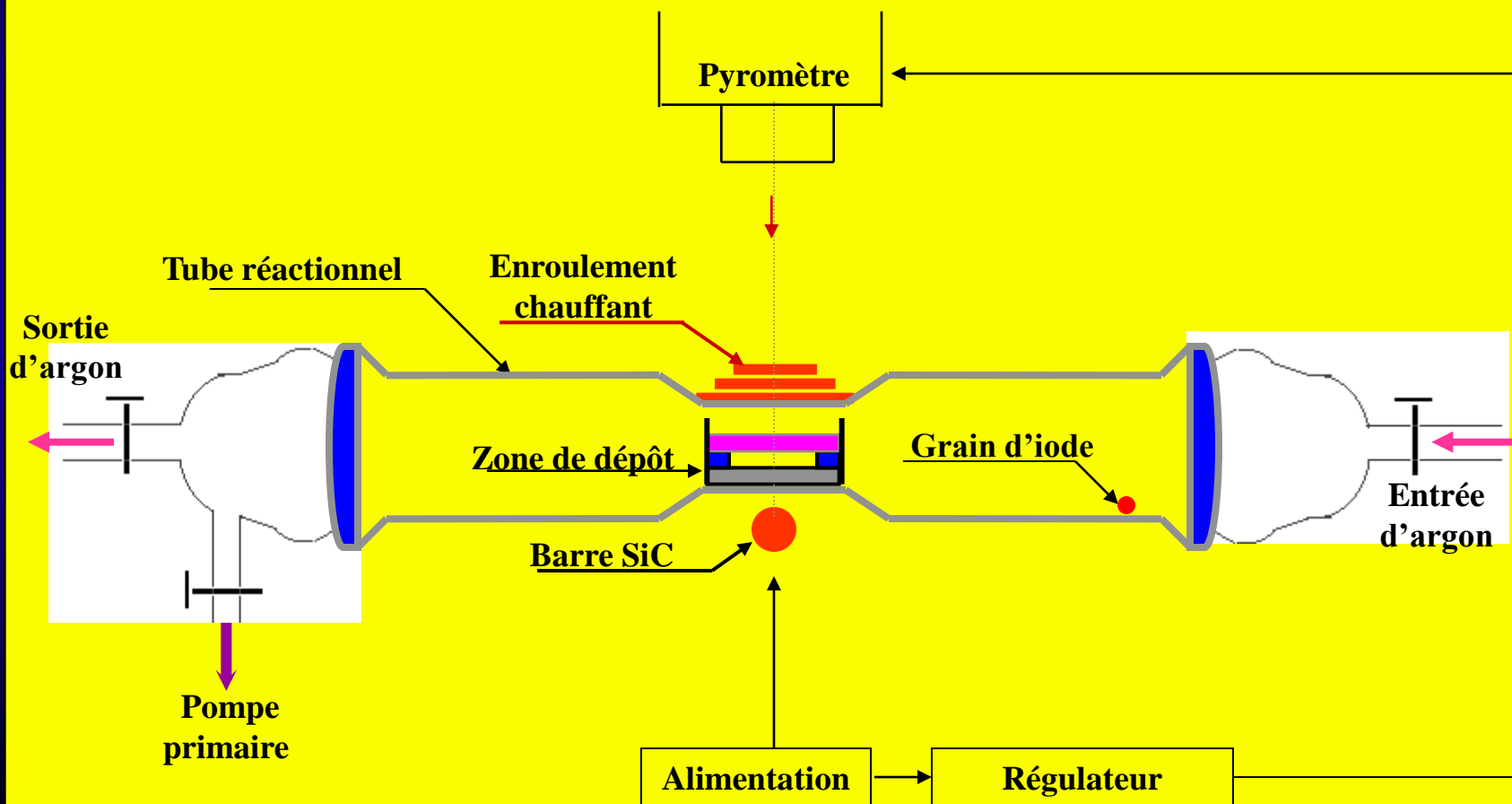
☞ **TCO en Couches fenêtres**  
**ITO, ZnO: Al, In, Ca...**  
(rf-magnetron sputtering)

● *Dispositifs expérimentaux pour l'élaboration des nanoparticules (sol-gel ou solvothérmal) et des couches minces nanostructurées (pulvérisation)*



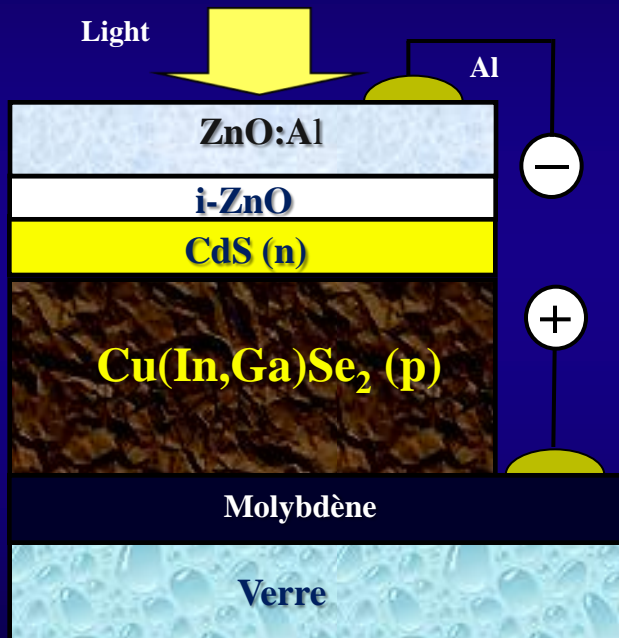
**Nanopoudres synthétisées à la faculté des sciences (Gabès, TUNISIE).**

# Dispositif expérimental CSVT pour l'élaboration de couches minces CIGS polycristallines



# Structures à base de CIGS

## 1 – Structure classique substrate



Structure superstrate originale : PROMES

Équipements

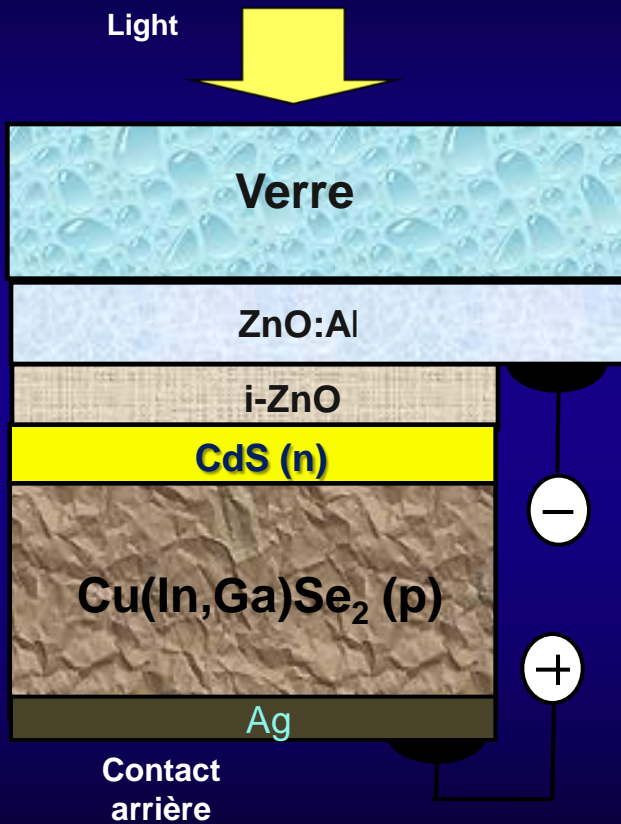
CdS météorologique

(In,Se)/Cu(In,Ga)Se<sub>2</sub>/SnO<sub>2</sub>/Verre  
 $\eta \sim 9\%$  (en petite surface < 1cm<sup>2</sup>)

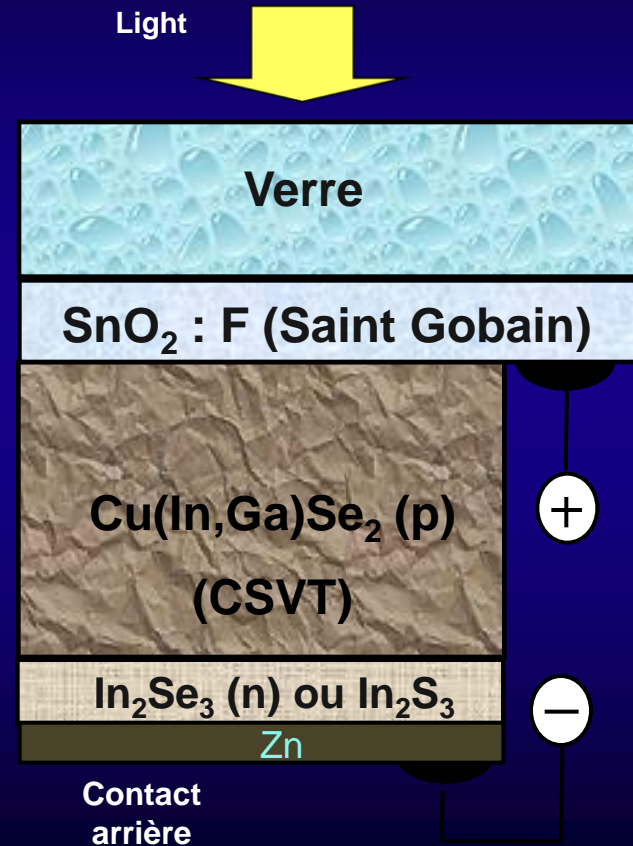
Méthode de dépôt faible coût

Le rendement de conversion en laboratoire est de **20 %**  
(laboratoire) et **11 %** (module);

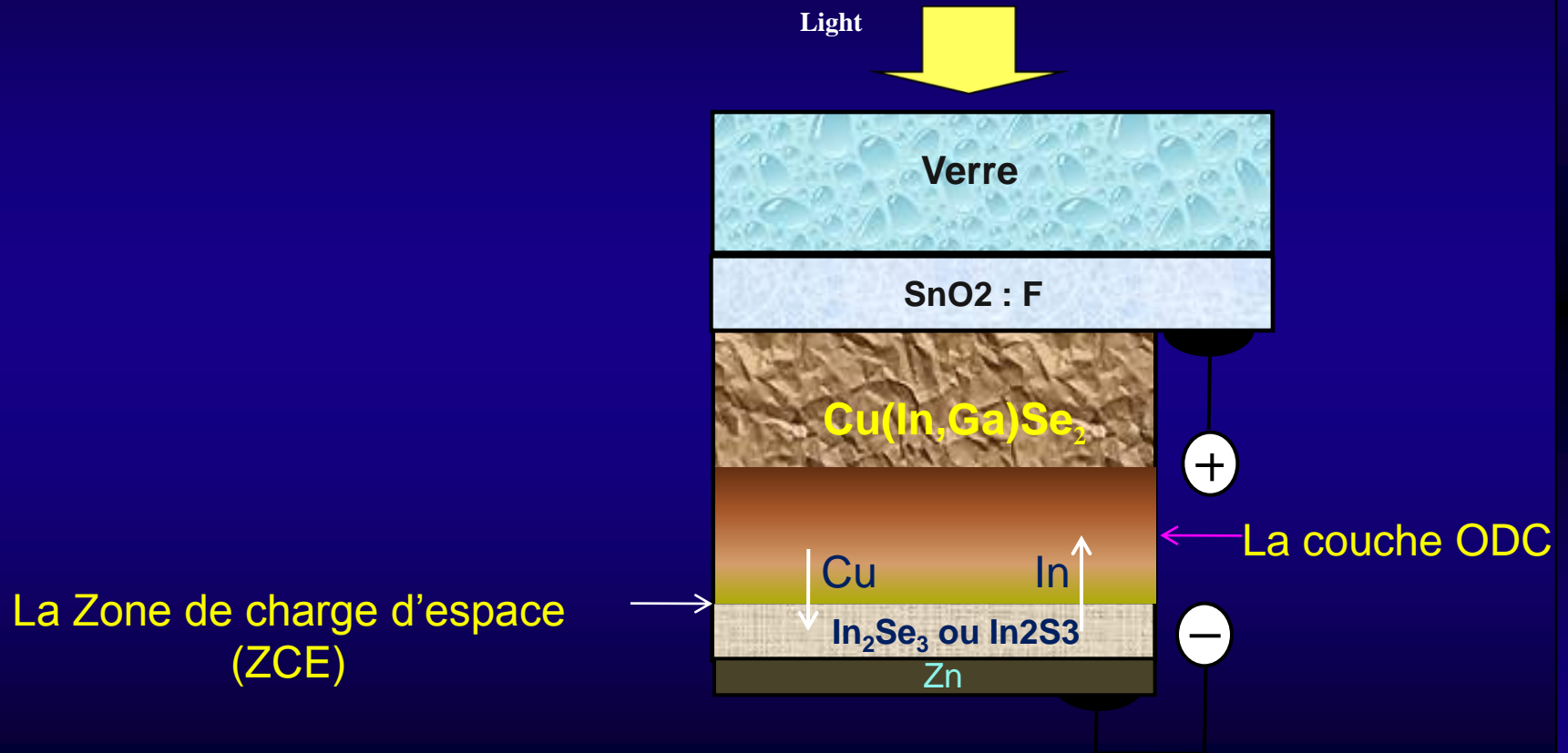
## 1- Structure Superstrate classique



## 2 - Structure Superstrate PROMES



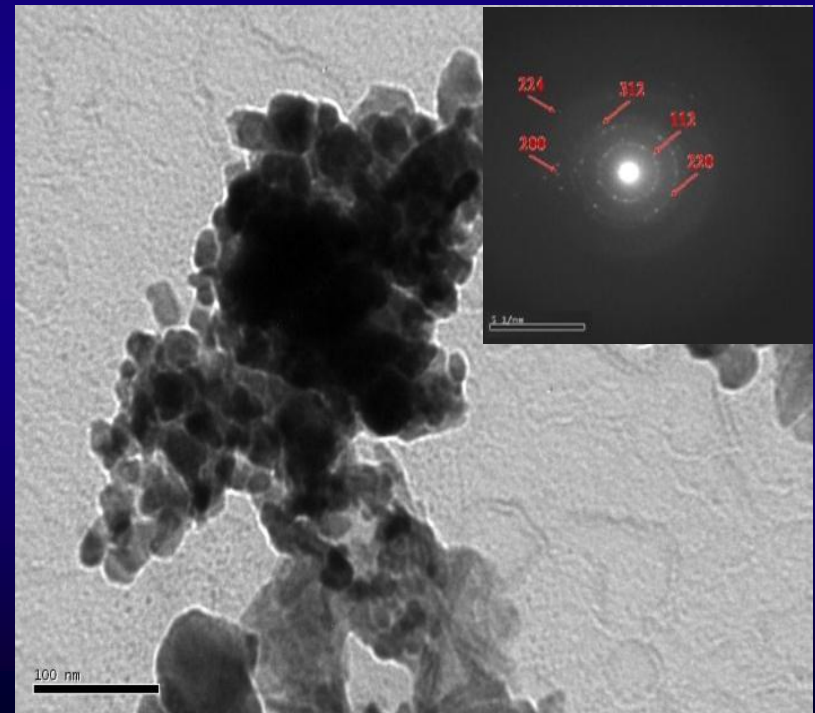
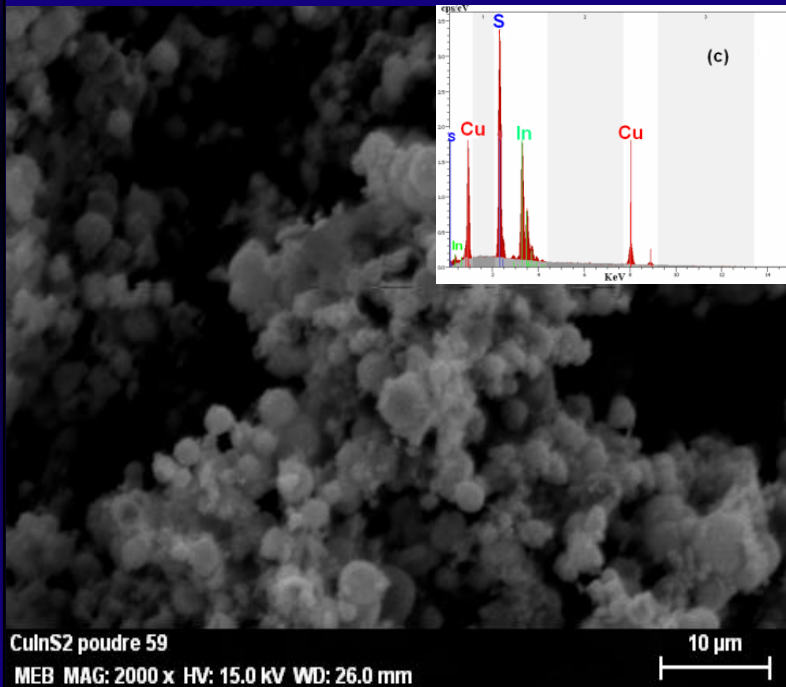
## 2 - Structure Superstrate réalisée au CNRS-PROMES





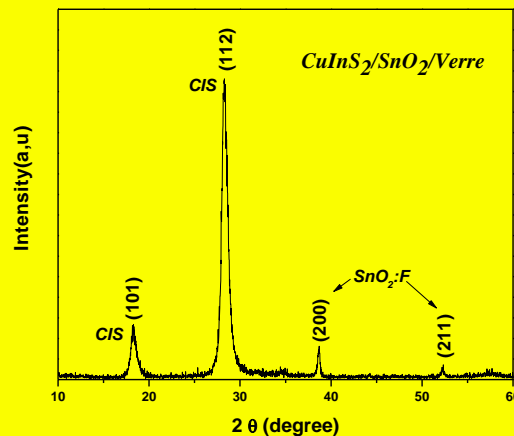
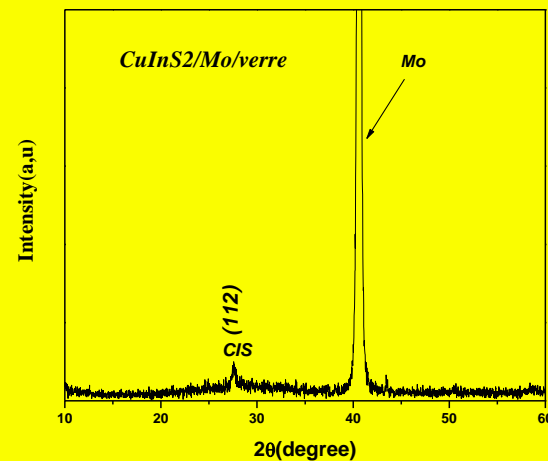
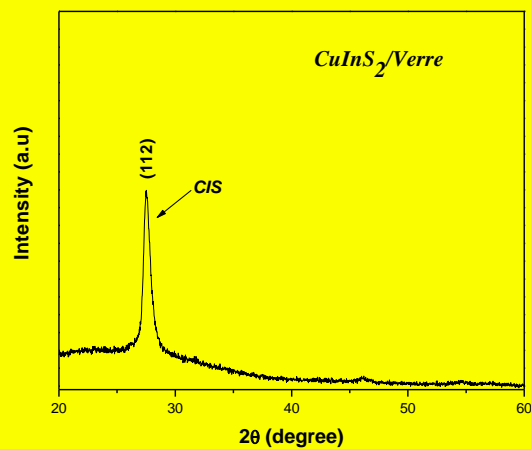
# Caractérisations

Caractérisations structurales de nanoparticules  $\text{CuInS}_2$  obtenues par solvothérmal à la faculté des sciences de l'université de Gabès,



# Caractérisations

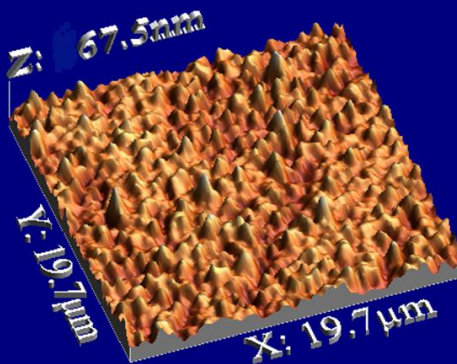
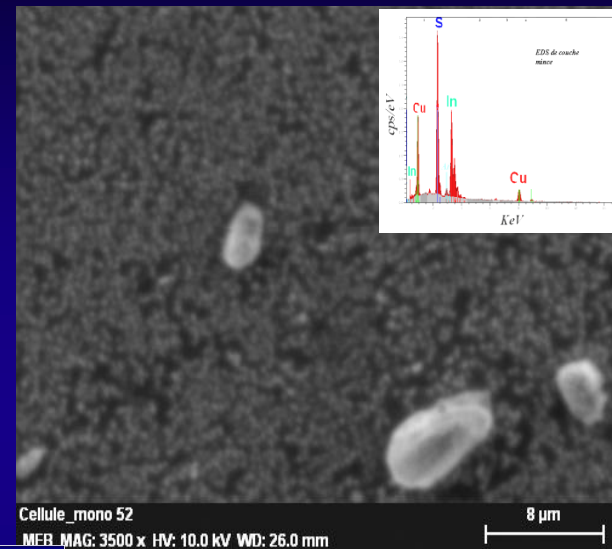
Caractérisation structurale de couches mince de  $\text{CuInS}_2$  déposées par rf-magnétron sputtering sur différents substrats



# Caractérisations



## Caractérisation morphologique



## PROBLEMES A RESOUDRE

↪ Amélioration des résistivités des couches diffusantes  $\text{In}_2\text{Se}_3$  et  $\text{In}_2\text{S}_3$

↪ Optimisation des processus de diffusion atomique à travers la structure à base de CIGS

↪ Augmentation des vitesses de dépôts des couches absorbantes  $\text{CuInS}_2$  obtenues par rf-magnétron sputtering

## PROJETS

↪ **Réalisation d'heterostructure photovoltaïque en couches minces nanostructurées à base de  $\text{CuInS}_2$  ou CIGS sans matériaux polluants et complètement élaborées par pulvérisation cathodique multi-sources**