

Dépôt d'atomes sous ultravide

- Films minces et Nanostructures

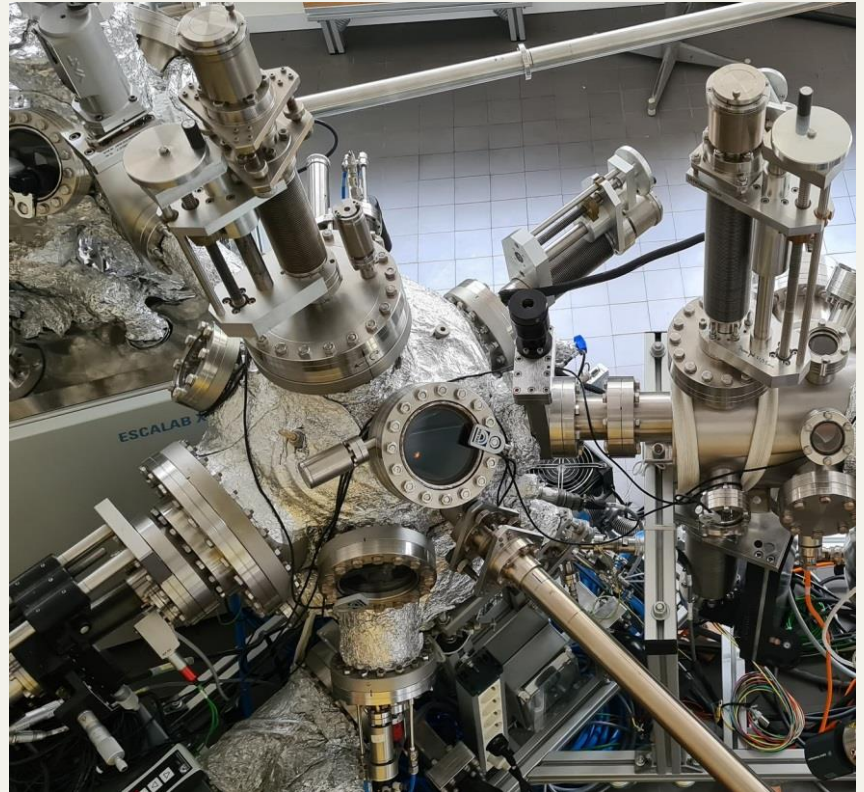
La technique de **dépôt par jets moléculaires** (type MBE : Molecular Beam Epitaxy) est une technique qui à partir d'une vapeur (mono ou multiéléments) obtenue par évaporation-sublimation de métaux-métalloïdes ou autres, conduit à leur condensation sur un substrat cristallin ou amorphe. Elle permet la **croissance, sous ultravide (UHV)**, de films minces et de nanostructures (îlots ou nanoparticules) supportées de différents matériaux, essentiellement des métaux dans le cas de ce dispositif.

Différents types de métaux peuvent être déposés par un principe d'évaporation thermique sous ultravide. Les métaux chauffés par effet joule ou par bombardement électronique (BE), atteignent leur température de fusion puis de vaporisation ou directement de sublimation. La matière évaporée se condense à l'état solide sur un substrat.

Le système comporte une source d'ions pour assister le dépôt ou préparer les supports, des portes échantillons chauffants, un pyromètre pour la mesure de la température et une balance à quartz pour la mesure de la quantité déposée.

Les épaisseurs déposées vont d'une fraction de monocouche atomique à plusieurs dizaines de nm. Un capping d'alumine, de carbone ou d'un autre métal peut être réalisé in situ en fin de croissance.

Cette enceinte est couplée sous UHV à un spectromètre de photoélectrons et à une chambre de préparation (recuit haute température et dépôts par pulvérisation cathodique).



Chambre de dépôt sous ultra vide conçue par l'ICMN

Spécifications

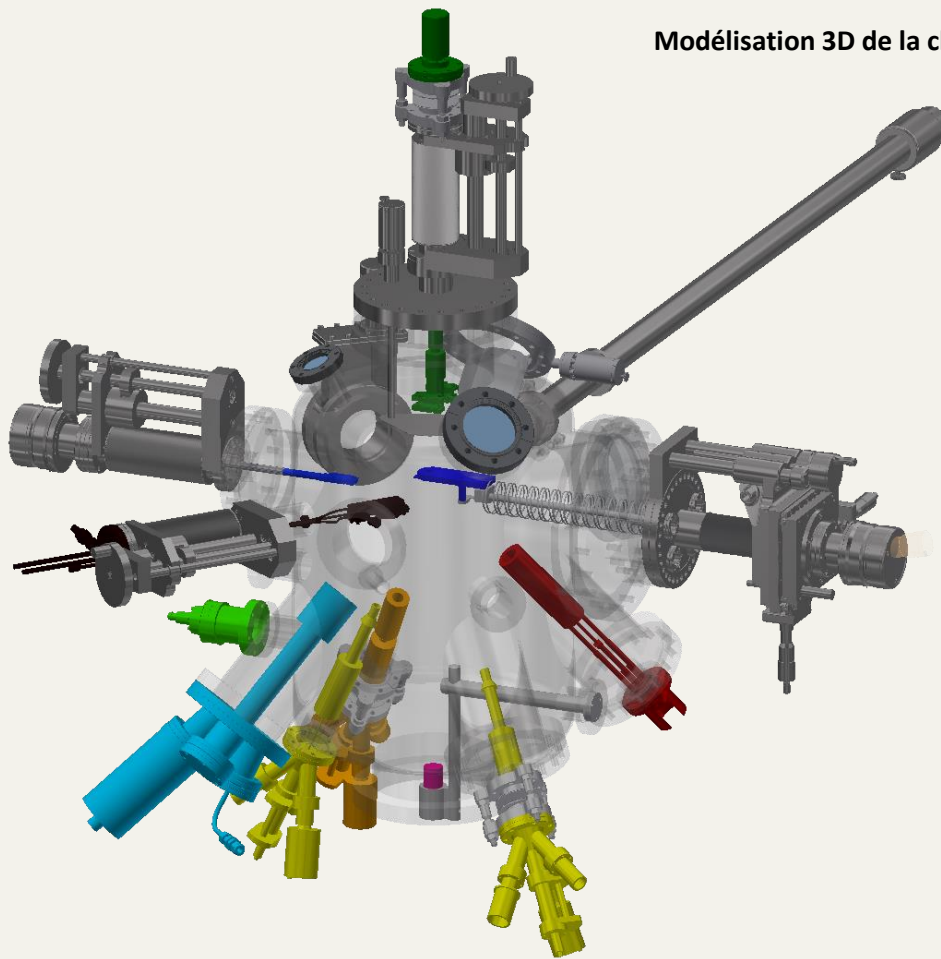
1 cellule d'évaporation par effet joule	T < 1400°C
3 cellules d'évaporation BE	160 < T < 3000°C, moniteur de flux
2 portes substrats, résistif ou BE	Respectivement T < 900°C et T < 1200°C précision 0.1°C
1 source d'oxygène ou hydrogène atomique	de composition O/O ₂ et de flux ajustable
Epaisseur de la couche déposée	0.1 - 20 nm
Taille du substrat	Inférieur à 2 cm ²
Matériaux	Métaux : Co, Fe, Ag, Pd, Pt, Rh, Au, ...
Niveau de vide	Ultravide : 10 ⁻¹⁰ mbar
1 source d'ions Ar	50 eV - 2 keV, 0 - 200 mA

Contacts : uhv-icmn@cnrs-orleans.fr
 Caroline Andrezza, Pascal Andrezza
 Eric Bourhis, Damien Audoux



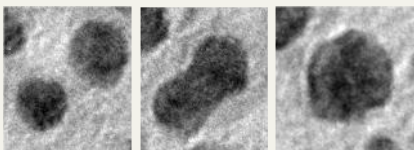
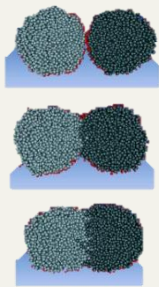
Exemples d'applications

Modélisation 3D de la chambre de dépôt



- Porte-échantillons (T°)
- Source à effet Joule
- Source BE Omicron EFM4
- Sources BE omicron EFM3
- Pyromètre-émissomètre
- Jauge UHV
- Source d'ions
- Balance à quartz
- Ascenseur porte échantillons

• Coalescence/murissement-Recuit



Images TEM NPs de CoPt (1)

• Croissance séquentielle

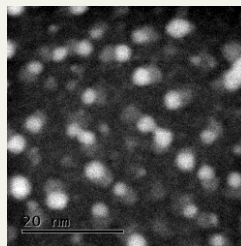
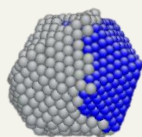
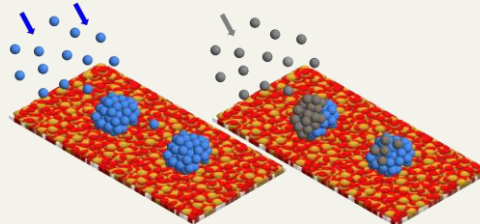


Image STEM-HAADF NPs de CoAg (3)

• Croissance simultanée-codépôt

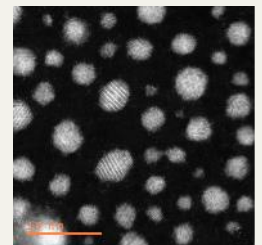
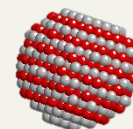
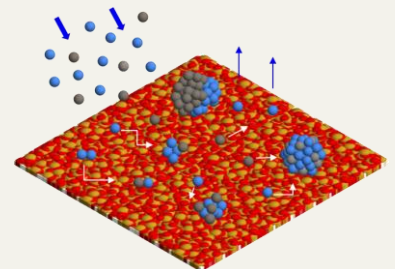


Image STEM-HAADF NPs de PtAg (2)

- 1-P. Andreazza, V. Pierron-Bohnes, F. Tournus, C. Andreazza-Vignolle, V. Dupuis, Structure and order in CoPt-type nanoalloys: from thin films to supported clusters, *Surf. Sci. Rep.*, 70, 188 (2015)
- 2-J. Pirart, A. Front, D. Rapetti, C. Andreazza-Vignolle, P. Andreazza, C. Mottet, R. Ferrando, Reversed size-dependent stabilization of ordered nanophases, *Nature Communications*, (2019) 10:1982
- 3-P. Andreazza, A. Lemoine, A. Coati, D. Nelli, R. Ferrando, Y. Garreau, J. Creuze and C. Andreazza-Vignolle, From metastability to equilibrium during the sequential growth of Co-Ag supported clusters: a real-time investigation, *Nanoscale* (2021) 13, 6096 – 6104