

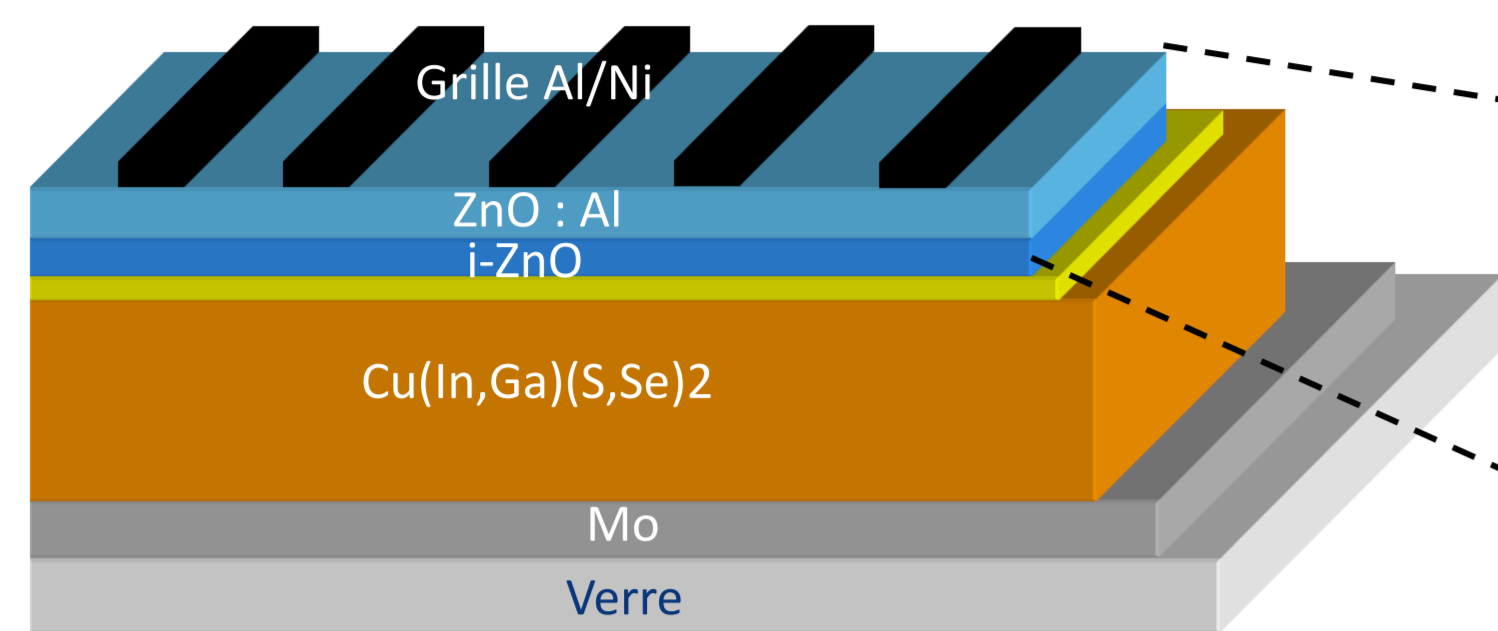
Alexandre Ma<sup>1,2,3</sup>, Frédérique Donsanti<sup>2</sup>, Frédéric Rousseau<sup>1</sup>, Daniel Morvan<sup>1</sup>

Doctorant en 1<sup>ère</sup> année, alexandre-ma@etu.chimie-paristech.fr

<sup>1</sup>Laboratoire de Génie des Procédés Plasmas et Traitements de Surface (EA 3492, Chimie ParisTech), 11 Rue Pierre et Marie Curie, 75005 Paris, France

<sup>2</sup>Institut de Recherche et Développement sur l'Energie Photovoltaïque (UMR 7174, EDF-CNRS-Chimie ParisTech), 6 Quai Watier, 78401 Chatou, France

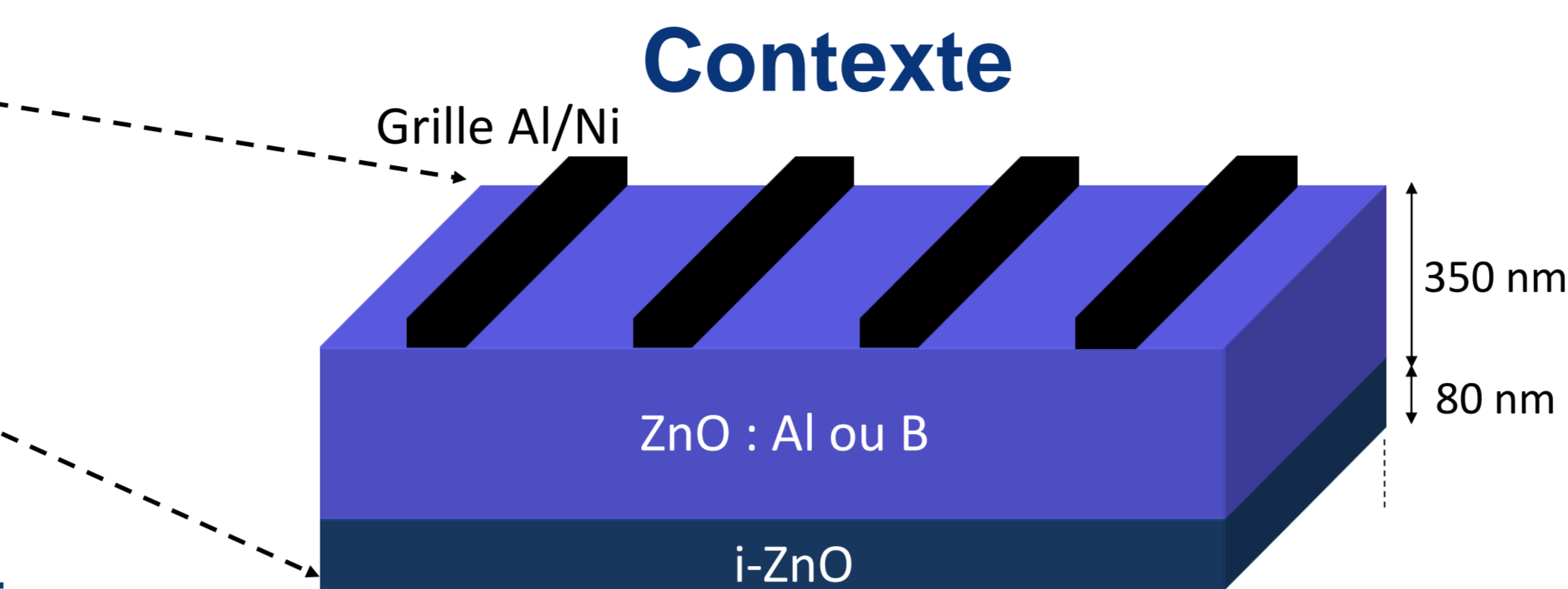
<sup>3</sup>Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie, 20 Avenue du Grésillé, BP 90406, 49004 Angers, France



Les cellules solaires type CIGS commencent à prendre place sur le marché du photovoltaïque :

- Couches minces
- Bon rapport qualité/prix

→ Coût de fabrication faible par rapport aux cellules à base de silicium polycristallin



La couche fenêtre en ZnO :

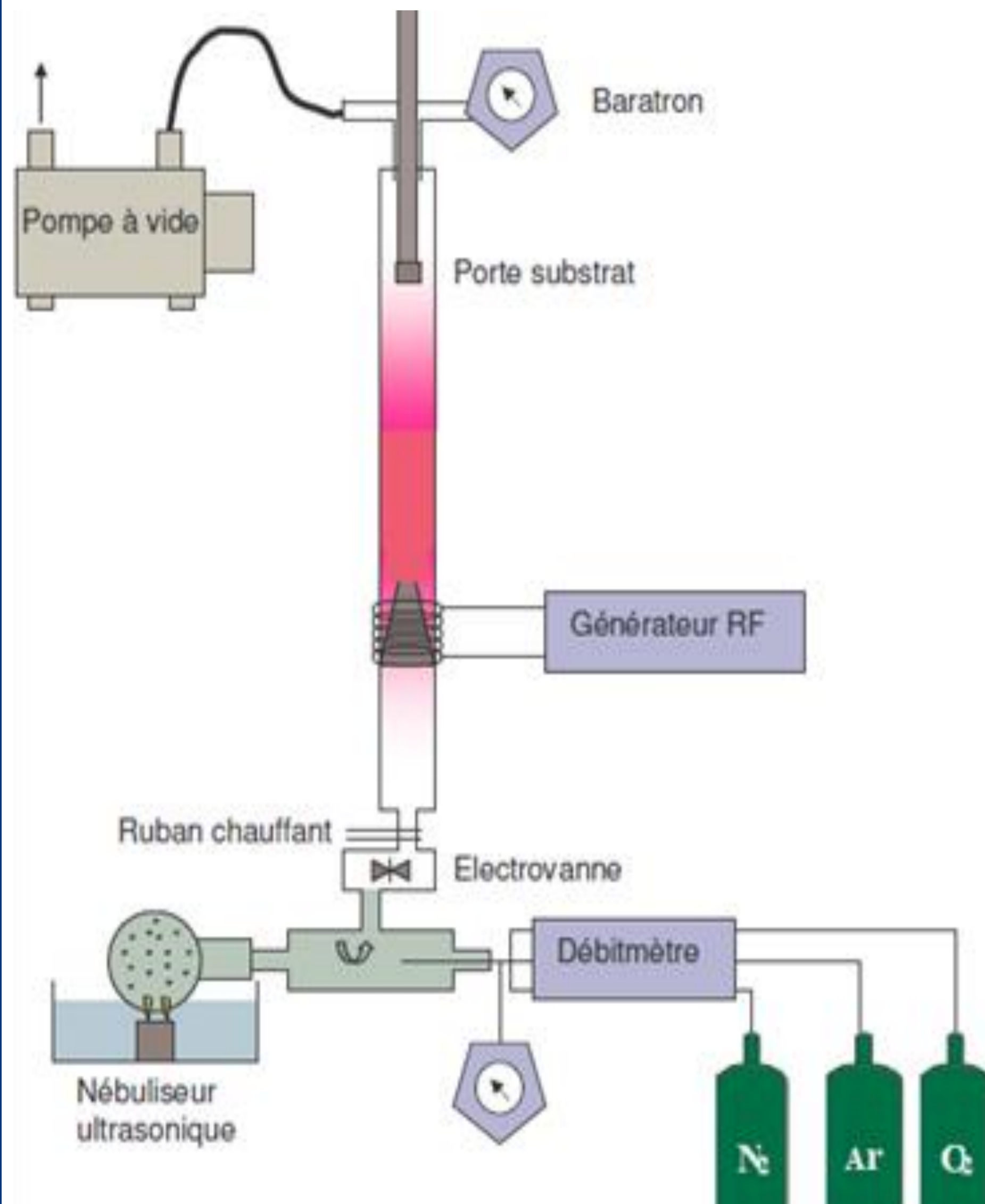
i-ZnO transparente, peu conductrice

ZnO dopé (Al, B, Mg) transparente, conductivité type N

Objectifs:

- Étudier le fonctionnement du procédé plasma basse puissance
- Réaliser des couches de ZnO pour l'application en couche fenêtre
- Optimiser ce procédé plasma et le comparer avec les autres procédés plus utilisés en laboratoire et dans l'industrie

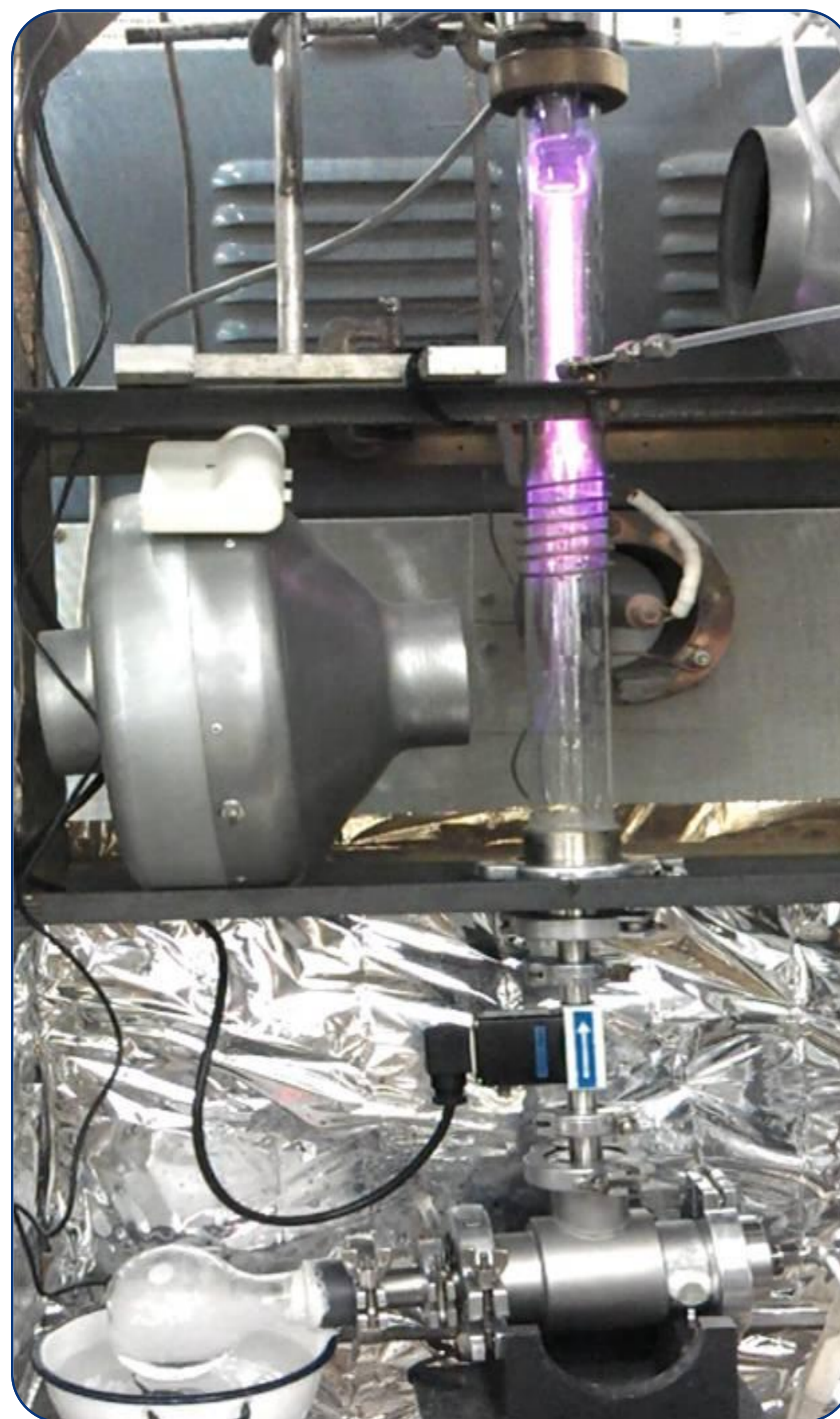
## Procédé plasma basse puissance



- Précurseurs liquides (nitrates)
- Gouttelettes Ø ~ 5 µm
- Gaz: Ar, O2, N2
- Fréquence: 40 MHz
- Puissance: 270 W
- ΔP: ~ 400-10000 Pa

Réacteur plasma vertical:

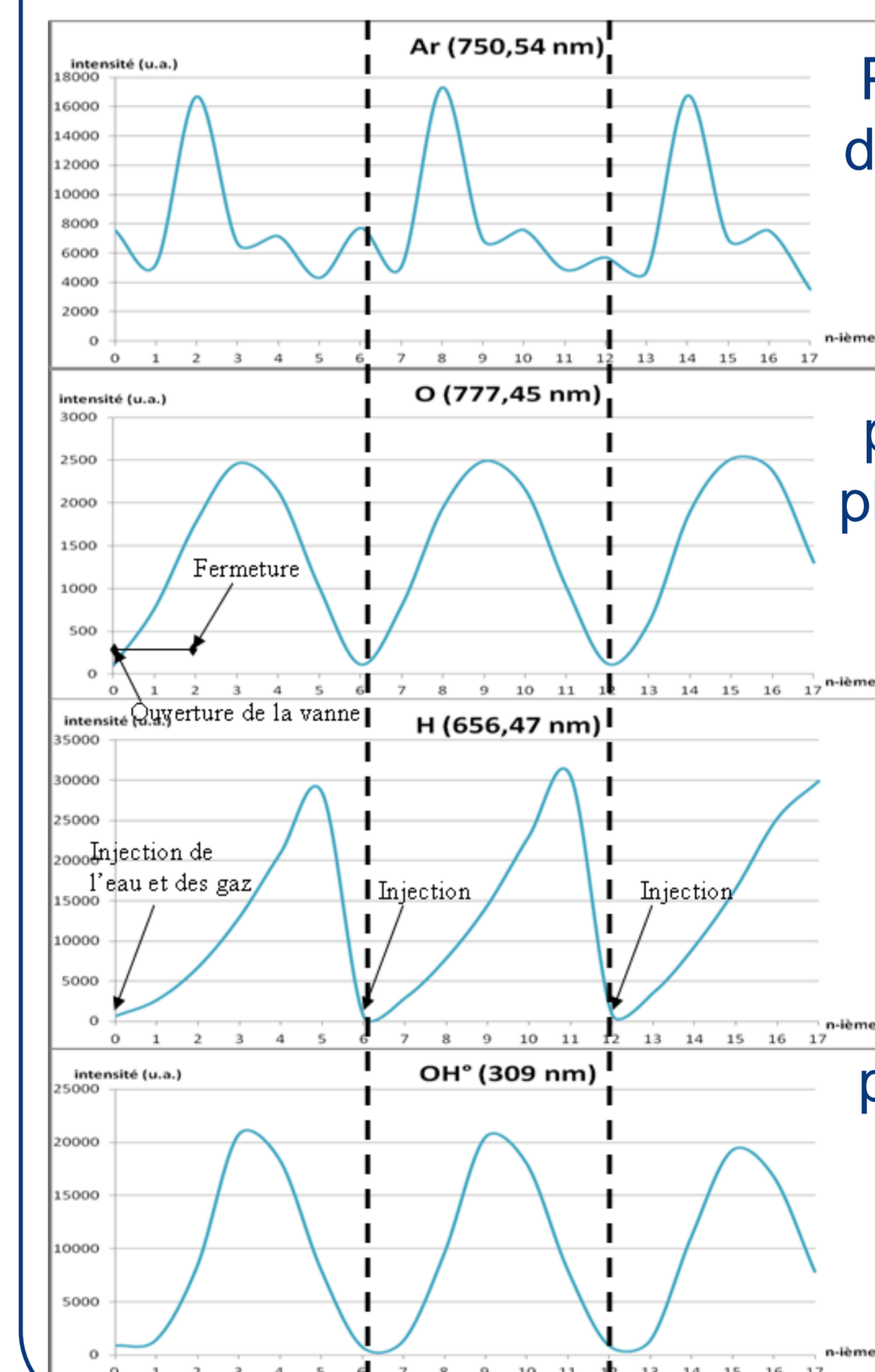
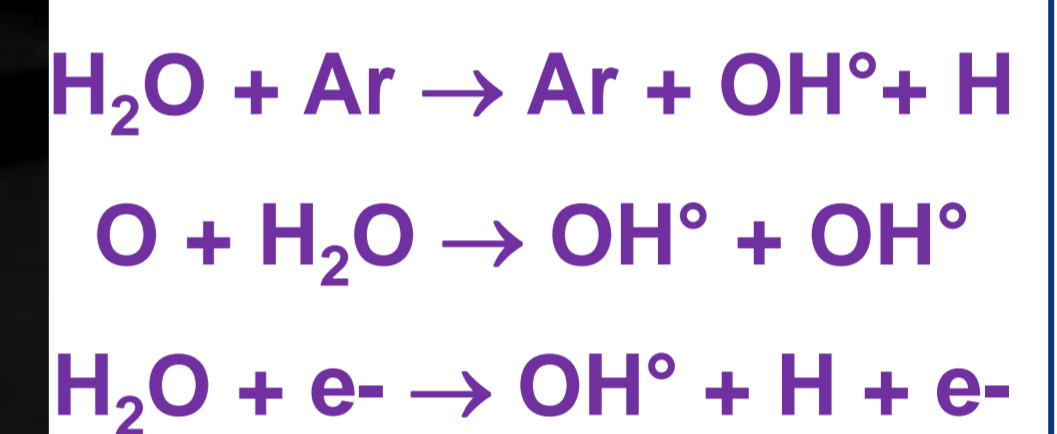
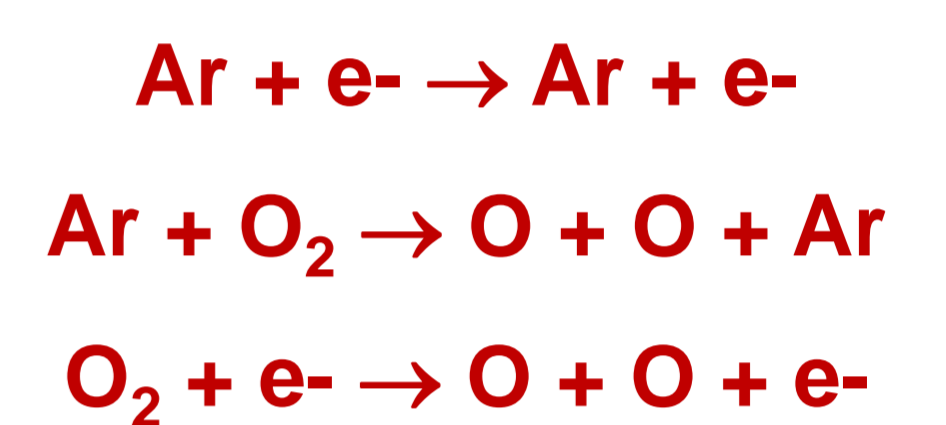
- Tri gravitationnel des gouttes
- Couches uniformes



## Remerciements

Ce travail de thèse est financé par l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie et l'Institut de Recherche et Développement sur l'Energie Photovoltaïque.

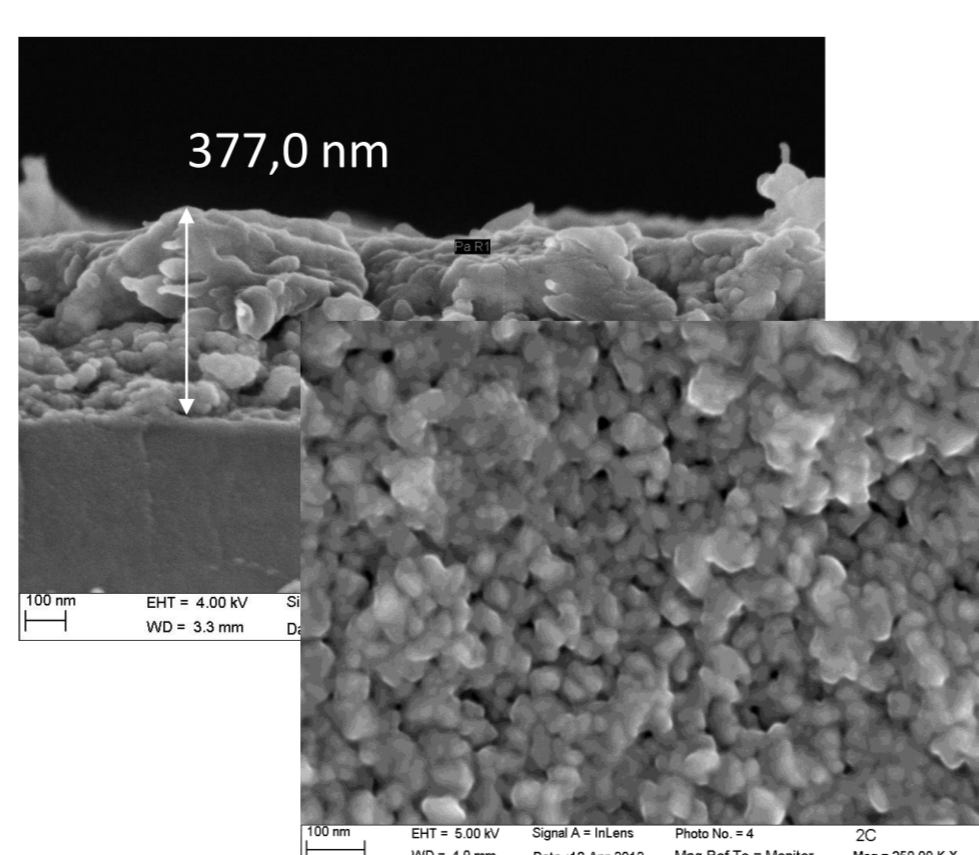
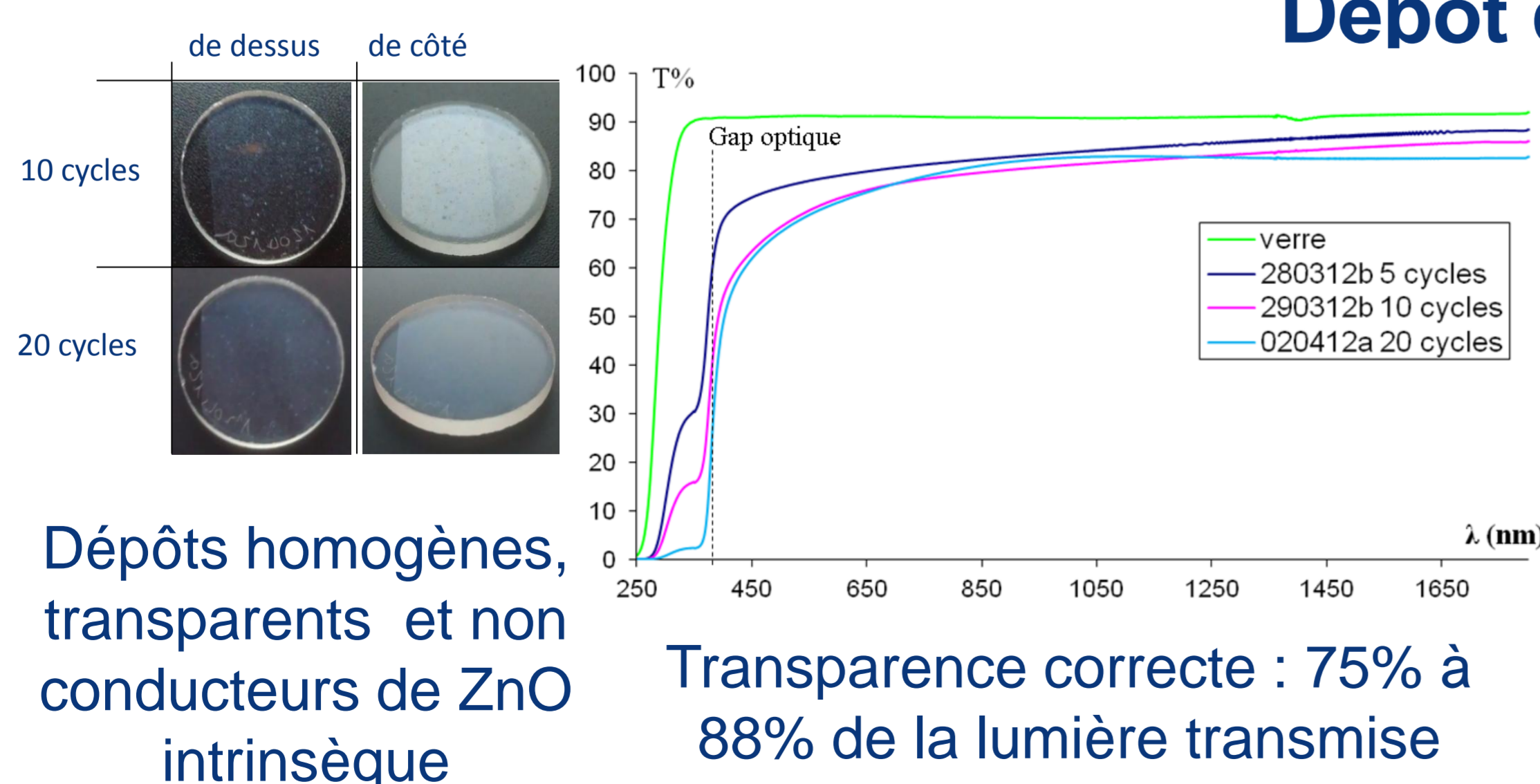
## Etude de la chimie oxydante



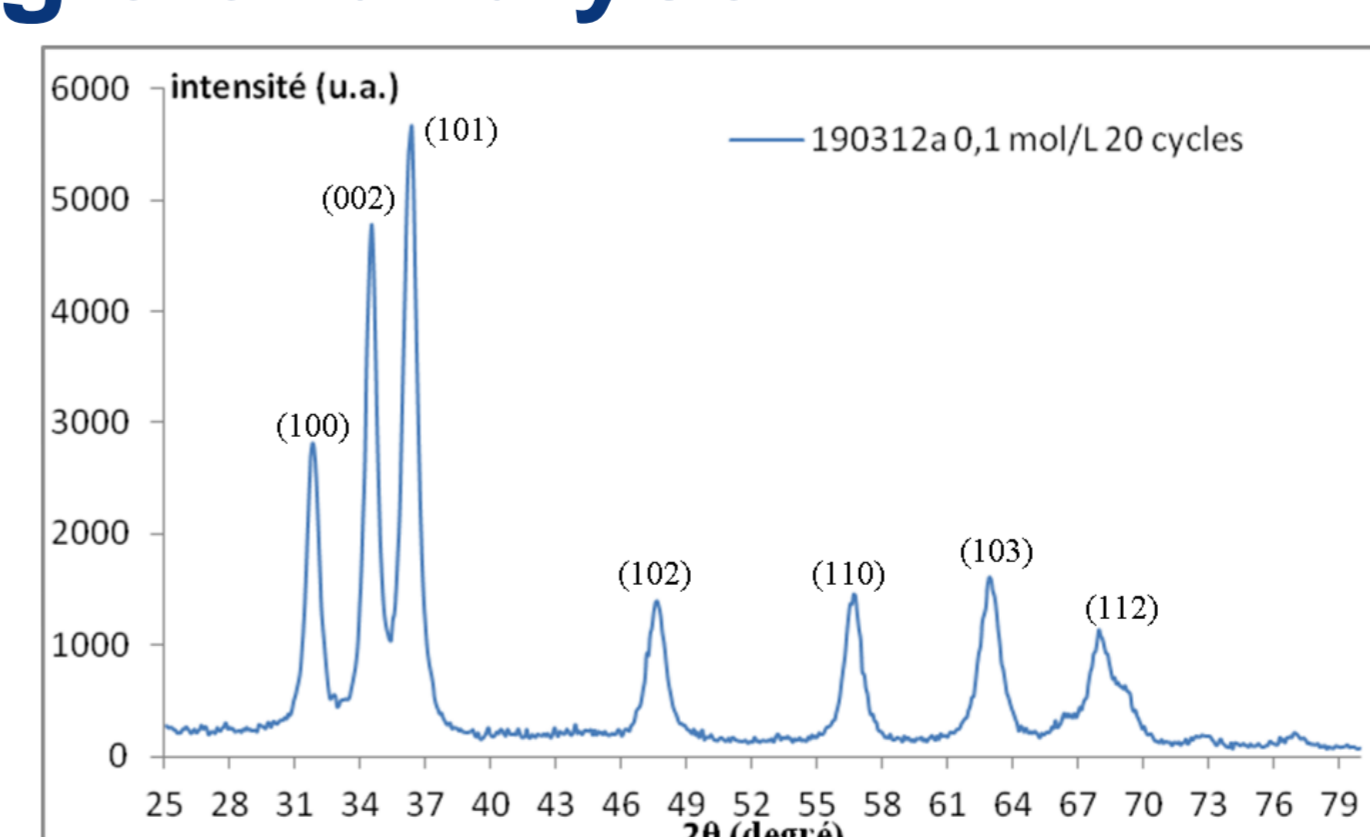
Par spectroscopie d'émission optique, on peut identifier quelles espèces réactives sont présentes dans le plasma au cours du dépôt

Les espèces réactives responsables de l'oxydation des précurseurs nitrés: O et OH<sup>•</sup>

## Dépôt de ZnO : morphologie et analyse



Couche mince poreuse



Diffractogramme des rayons X : structure cristalline Wurtzite

## conclusion

- Etude de la transparence
- Etude de la résistivité / conductivité
- Etude du dopage du matériau (Al, B, Mg)