

---

## SPIC 2017 : Deuxième Congrès National Science et Technologie des Systèmes pi-Conjugués

16-20 Octobre 2017 Limoges (France)



GoToS3  
LUMINOPTEX

Avec le soutien du Fonds européen de développement régional  
Met steun van het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling

**Réalisation et caractérisation de diodes organiques avec faible tension seuil pour des applications de récupération d'énergie RF.**

**K. Ferchichi, D. Guerin , R. Bourguiga, K. Lmimouni**

1- Introduction et Objectifs

2- Protocole expérimental

3- Résultats & discussions

4- Conclusion & perspectives

# Introduction et Objectifs

Source: Télécom Bretagne

- Augmentation du nombre d'objets communicants .

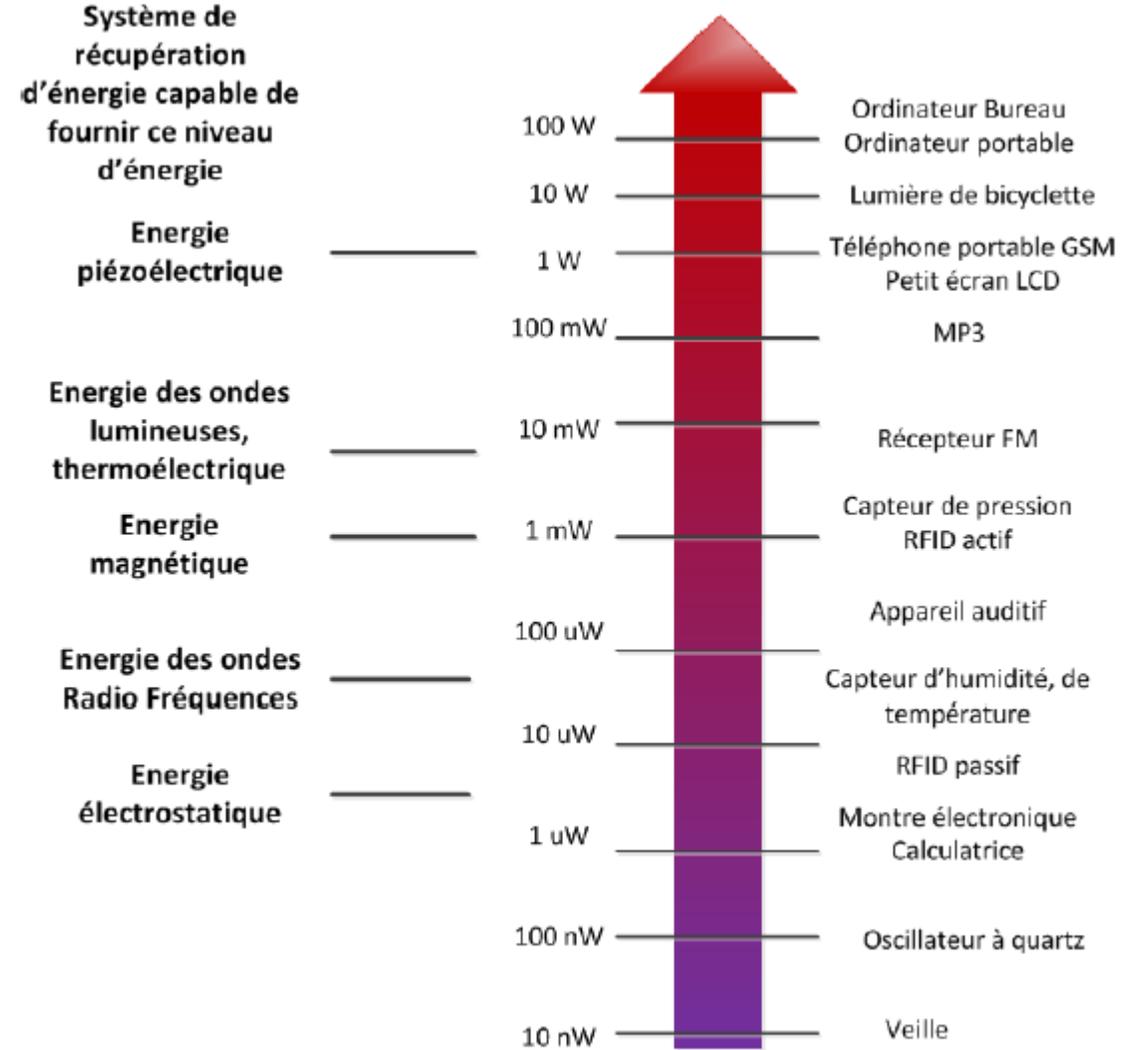


- Problème de l'autonomie énergétique.

Inconvénients des piles et des batteries.



Rechargement et durée de vie limitée.



Echelle besoins en puissance pour des appareils électroniques et récupération d'énergie associée aux niveaux de puissance

# Introduction et Objectifs

**Tableau récapitulatif des avantages et inconvénients pour plusieurs sources d'énergie**

Source d'énergie	Densité de puissance	Avantage-Inconvénients-Verrous ++/--/ —→
Thermoélectrique	20μW/cm <sup>2</sup> (corps humain) 1-10mW/cm <sup>2</sup> (machine)	++ système fixe ++ Durable -- Peu de rendements -- Tension de sortie faible —→ Energie avec faible gradient de température
Vibrations: piézoélectrique	100μW/cm <sup>2</sup>	++ Pas se source de tension nécessaire ++ Puissance et tension de sortie élevée (2-10V) -- Partie mobile -- Matériaux fragiles -- Problèmes de vieillissement —→ Solidité des fils fins
Photovoltaïque	10mW/cm <sup>2</sup> (à l'extérieur) 100μW/cm <sup>2</sup> (à l'intérieur)	++ Système fixe ++ Facilité d'intégration/Faible cout -- Puissance dépend des conditions d'ensoleillement -- Fragilité de cellules
Ondes radio fréquences	GSM :0.1μW/cm <sup>2</sup> Wi-Fi : 0.01 μW/cm <sup>2</sup>	++ Omniprésentes dans la vie quotidienne (TV/Radio, Wi-Fi, téléphone portable...) -- Difficulté pour évaluer l'énergie récupérée dans un environnement réel. -- Dépend de la distance entre l'émetteur et le point de mesure , et la fréquence du signal. —→ Amélioration des systèmes de conversion RF/DC.

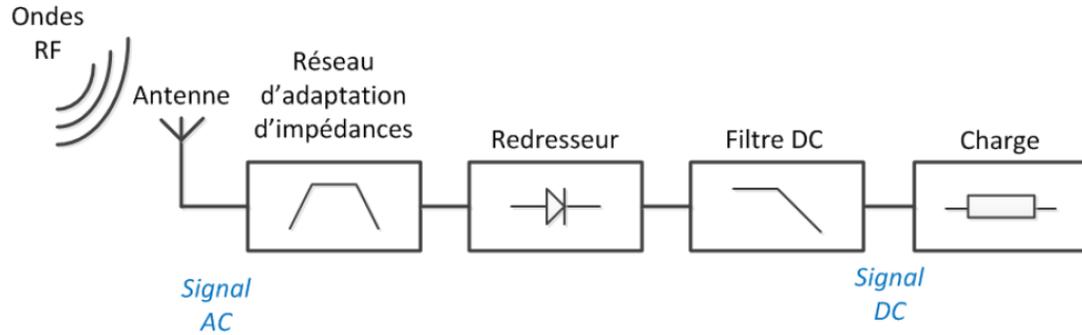
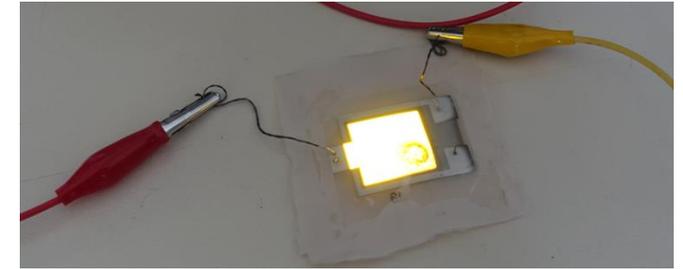


Schéma d'un récupérateur d'énergie RF (rectenna)

## OBJECTIFS

Source: *Materia Nova*



Eclairage ambiant autonome dans du textile.

- Réalisation des diodes organiques de rectification pour des rectennas dans les gammes de fréquences:  
900 MHz-1800 MHz (GSM)  
2.4-5 GHz (ISM et Wi-Fi)

Textile

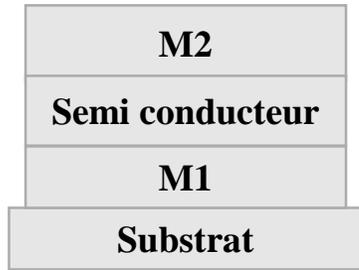
- Légèreté
- Flexibilité
- Bas cout
- Confort

Matériaux organiques

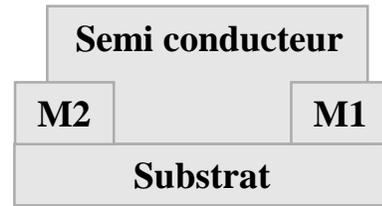
- Légèreté
- Flexibilité
- Basse consommation

# Protocole expérimental

- Choix de la structure utilisée .



Structure verticale



Structure coplanaire

## Les architectures de diodes

Fréquence de fonctionnement d'une diode Schottky

$$f_c = \frac{1}{2\pi R_s C_j}$$

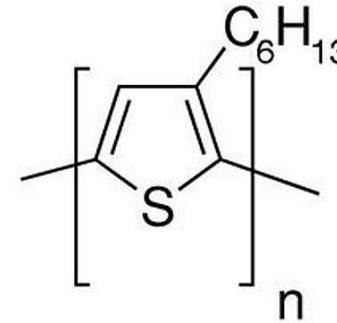
Fréquence élevée.

Faible résistance.

Mobilité élevée.

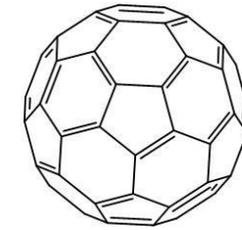
Meilleure injection des charges.

- Choix du matériau utilisé .



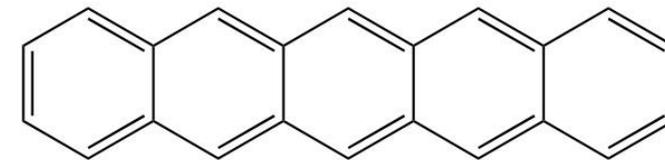
P3HT

0.01-0.1cm<sup>2</sup>/Vs



fullerène

0.42cm<sup>2</sup>/Vs



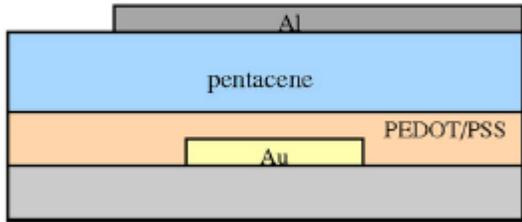
Pentacène

0.4 - 3 cm<sup>2</sup>/Vs

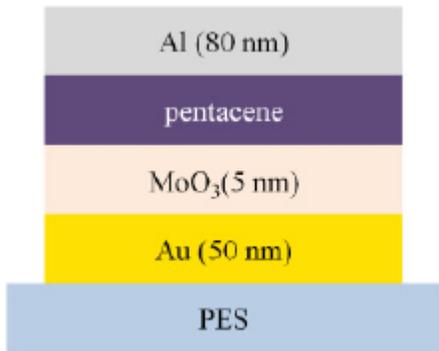
**Matériaux à mobilité élevée.**

# Protocol expérimental

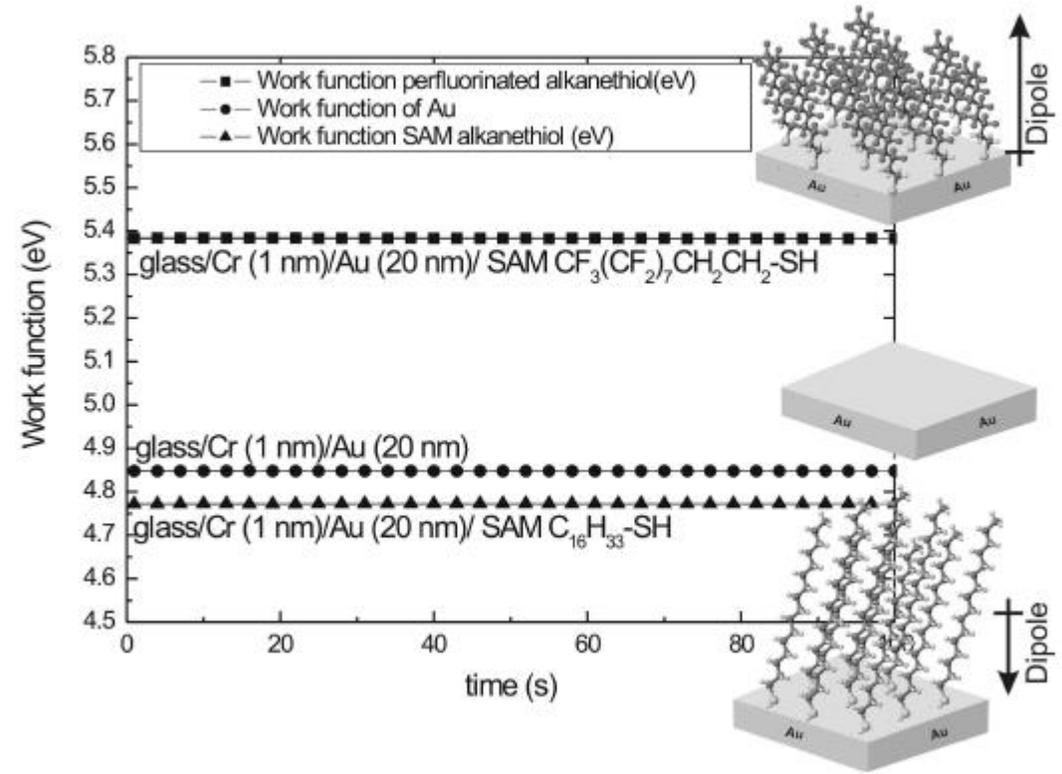
- Assurer une bonne injection de charges .



## Utilisation des polymères conducteurs [1]



## Utilisation des oxydes de métaux [2]



## Utilisation des monocouches auto-assemblées[3]

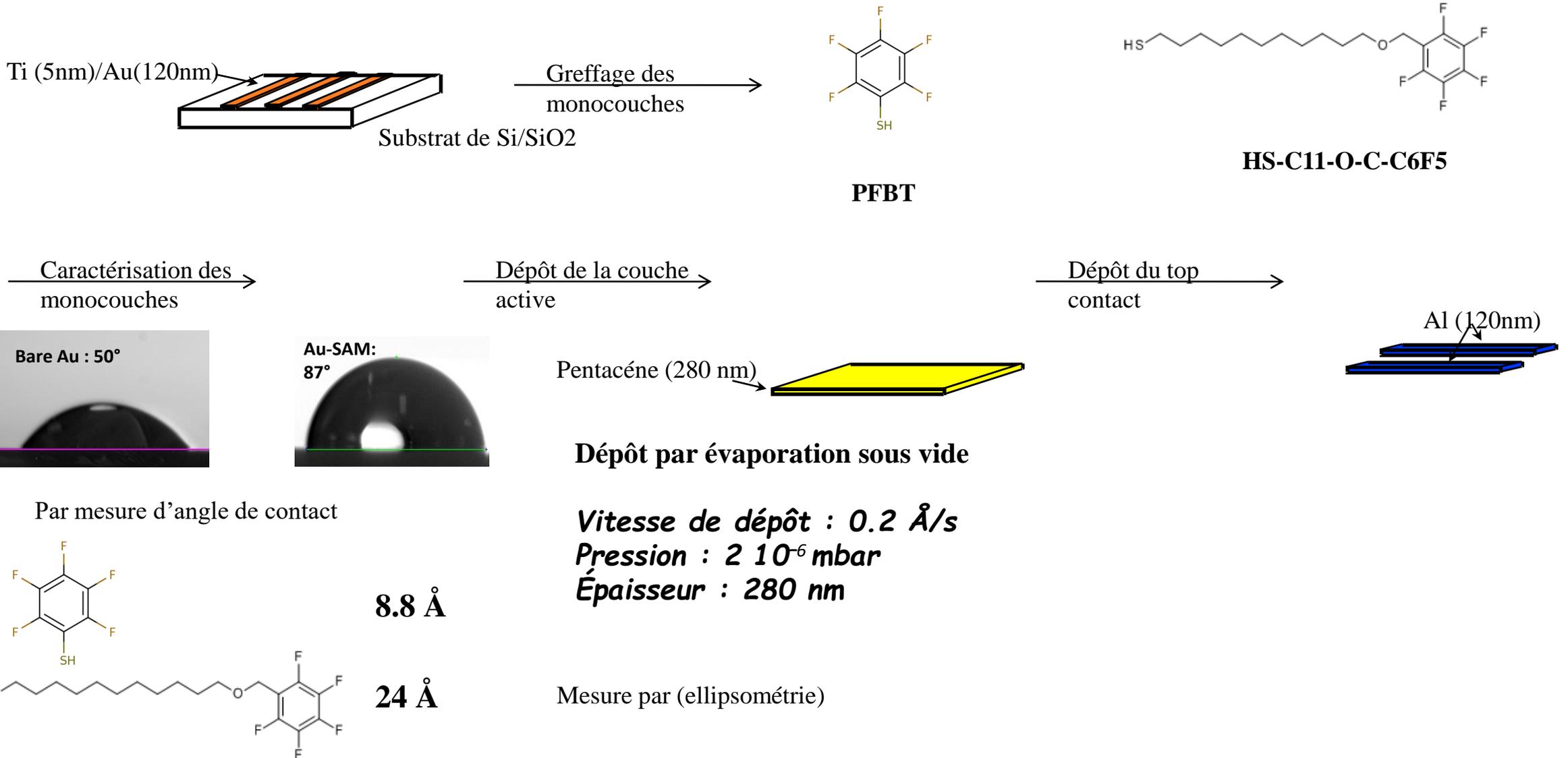
[1] Steudel et al, Journal of Applied Physics 99, 114519 (2006).

[2] Chan-mo Kang et al, Japanese Journal of Applied Physics 49 , 05EB07 , (2010).

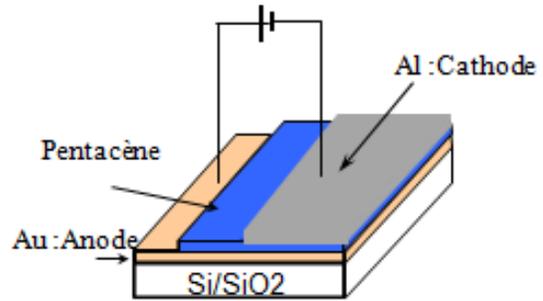
[3] Bert de Boer et al, Proc. of SPIE Vol. 5464 , 18-25.

# Protocole expérimental

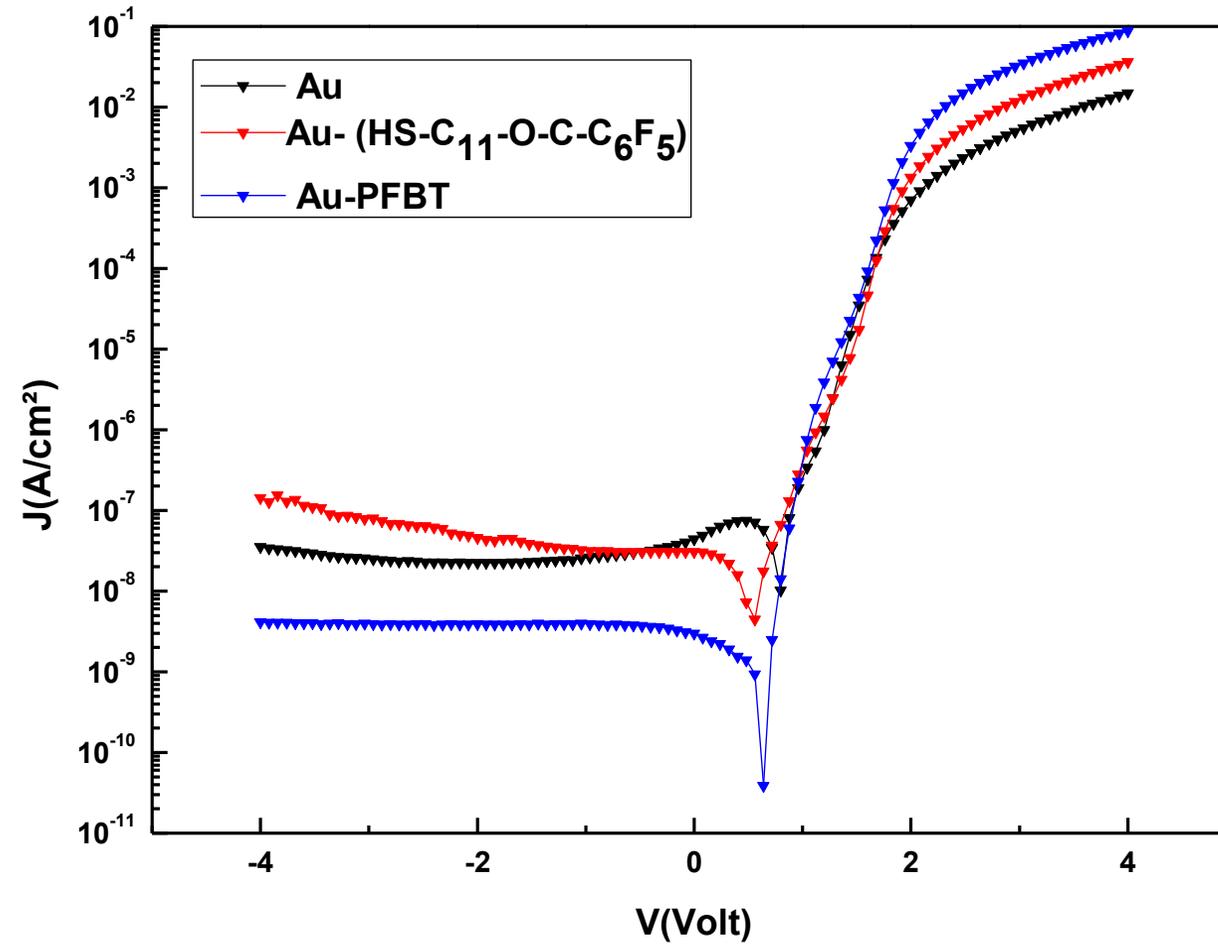
- Les étapes de réalisation technologique.



## Résultats & discussions



Sens de polarisation



Caractéristique électrique densité de courant-tension pour la surface 0.1 mm\*1mm

# Résultats & discussions

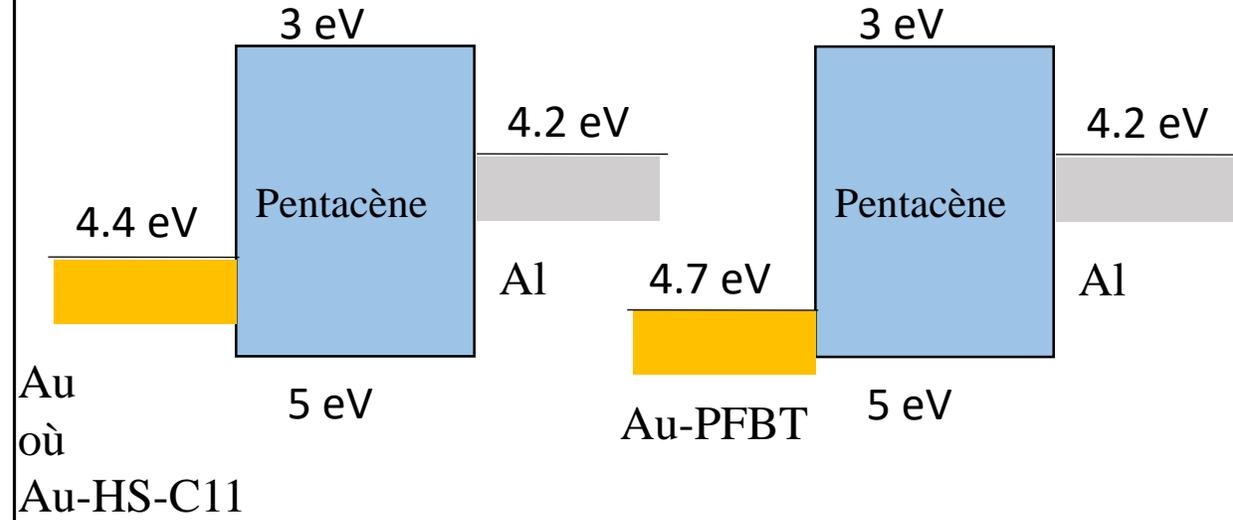
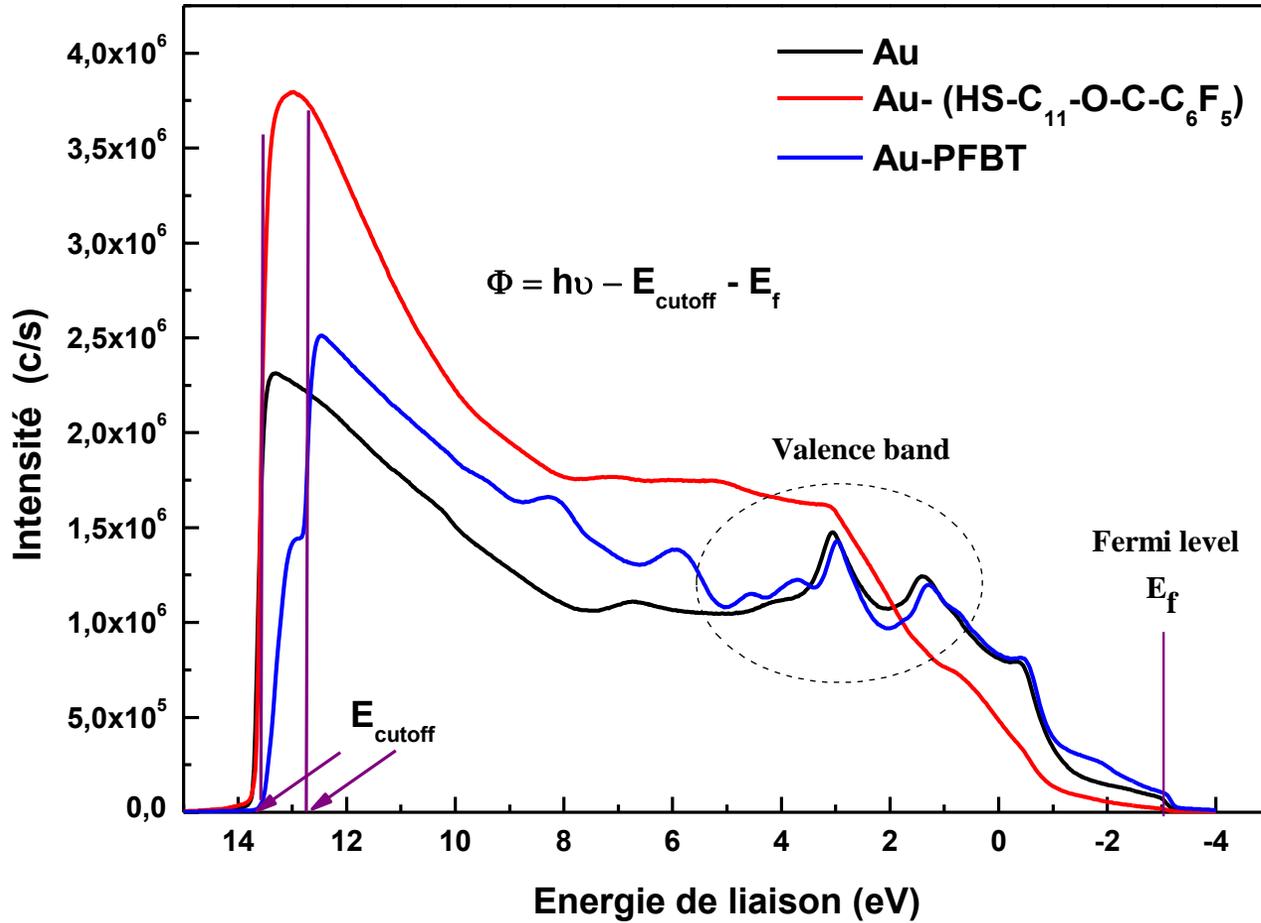
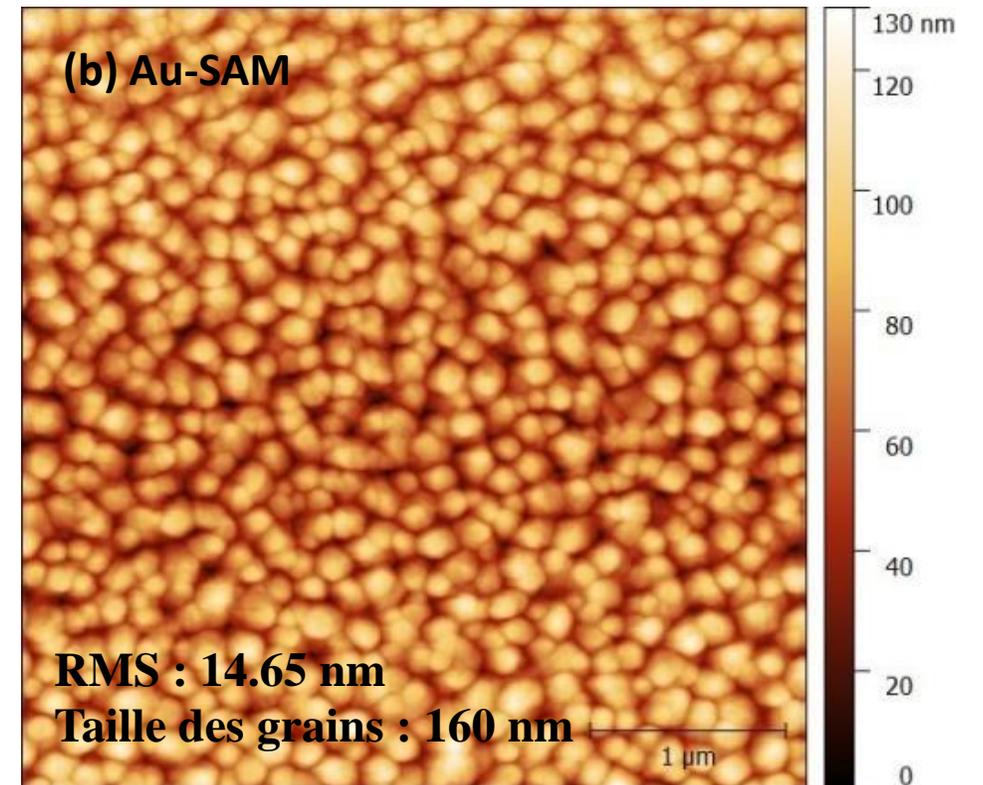
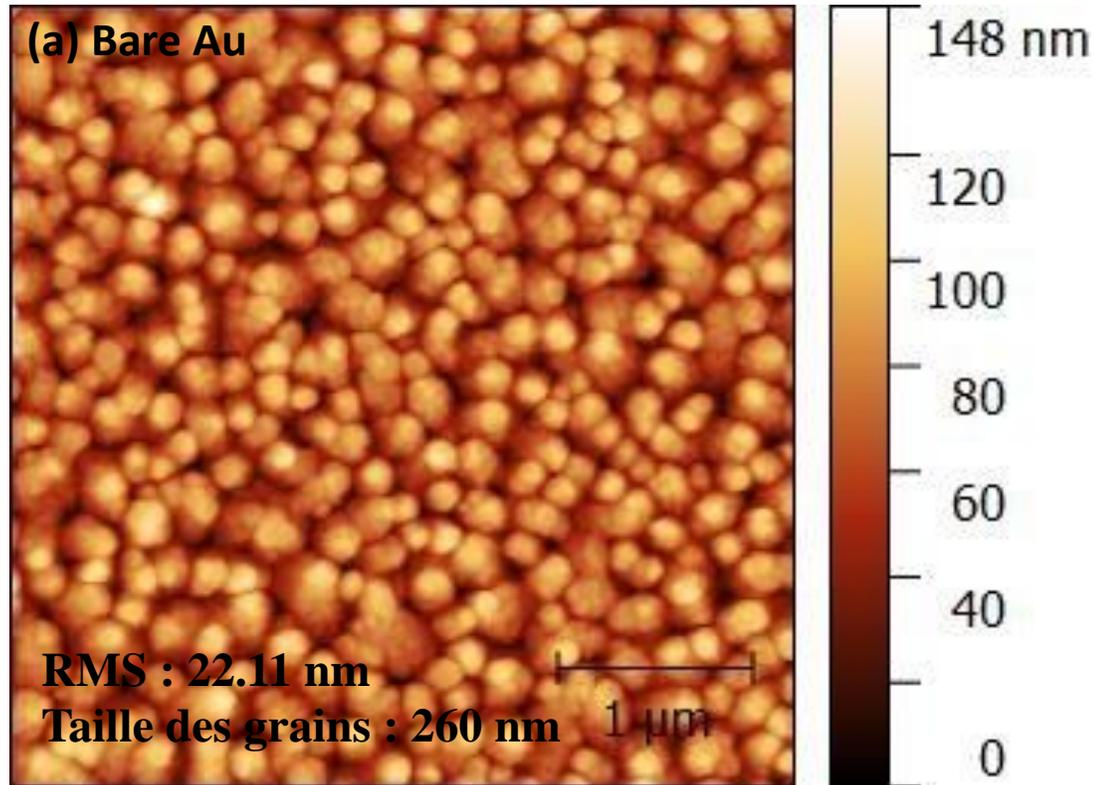


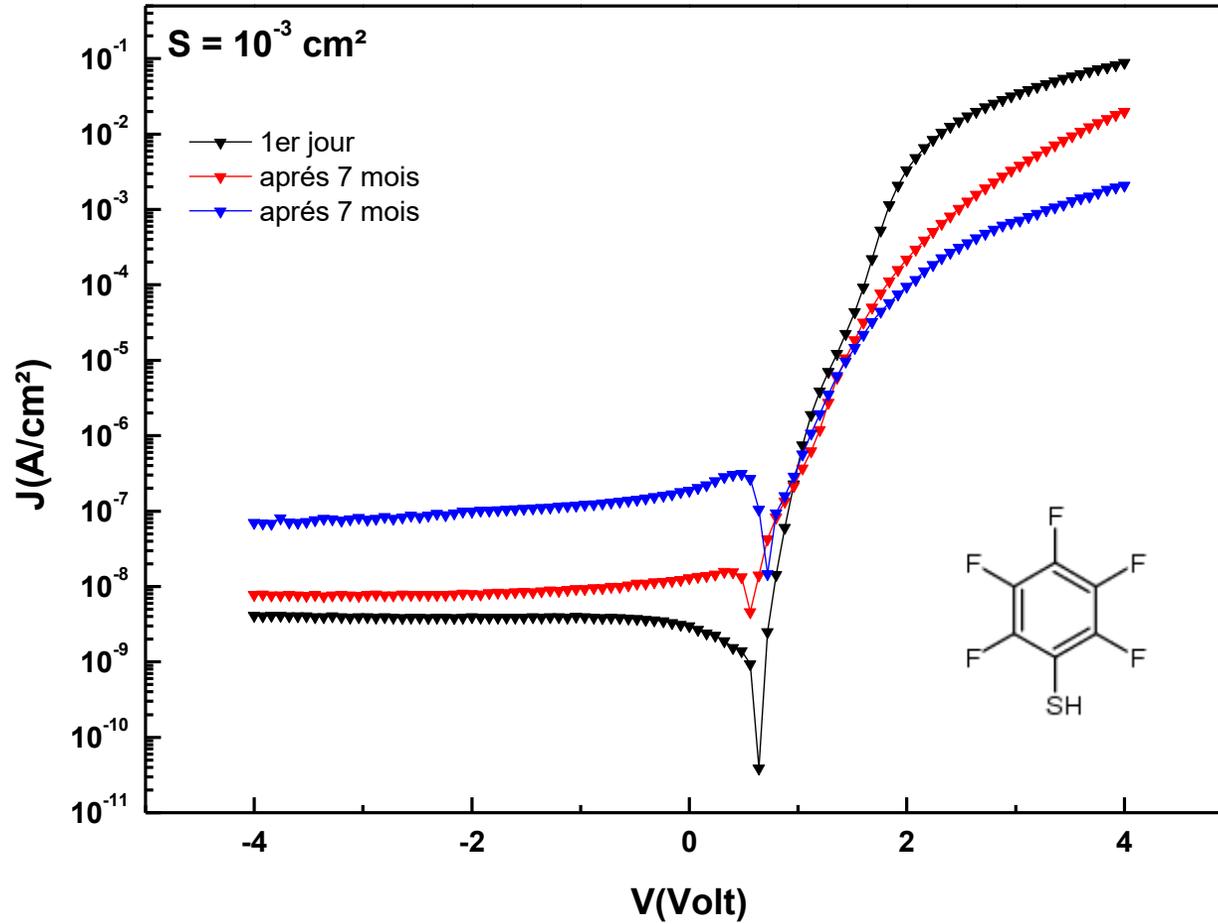
Diagramme énergétique correspondant

Caractérisation par spectroscopie de photoélectrons UV (UPS)



Caractérisation par AFM pour la diode à faible épaisseur

# Résultats & discussions



Nécessité d'une couche d'encapsulation.

Etude de stabilité.

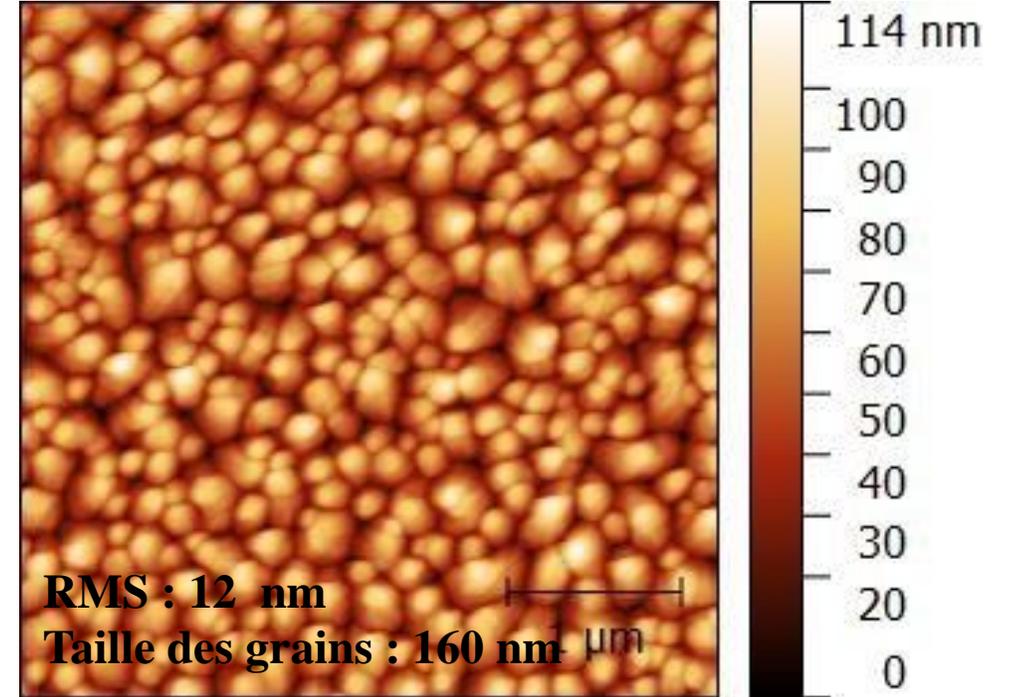
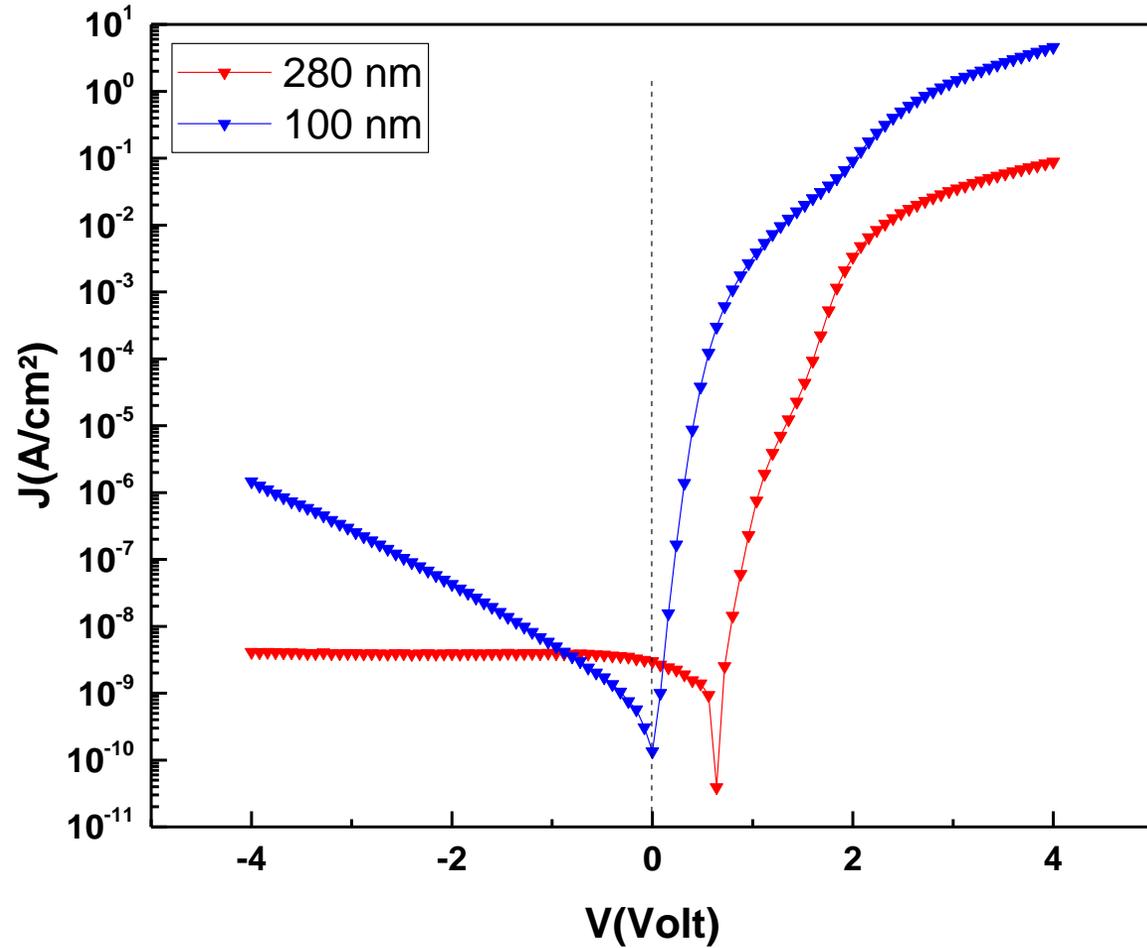
## Résultats & discussions

Structure	J max (A/cm <sup>2</sup> )	Rapport de rectification	Vf (Volt)
Au-pentacène-Al	0.01	4.2 10 <sup>5</sup>	0.88
Au-PFBT-pentacène-Al	0.09	2 10 <sup>7</sup>	0.6
Au-HS-c11-O-C-C6F5-pentacène-Al	0.03	3 10 <sup>5</sup>	0.6



Faible niveaux de puissance RF récupérés.

- Etude en fonction de la variation de la couche active.



Caractérisation par AFM pour la diode à faible épaisseur

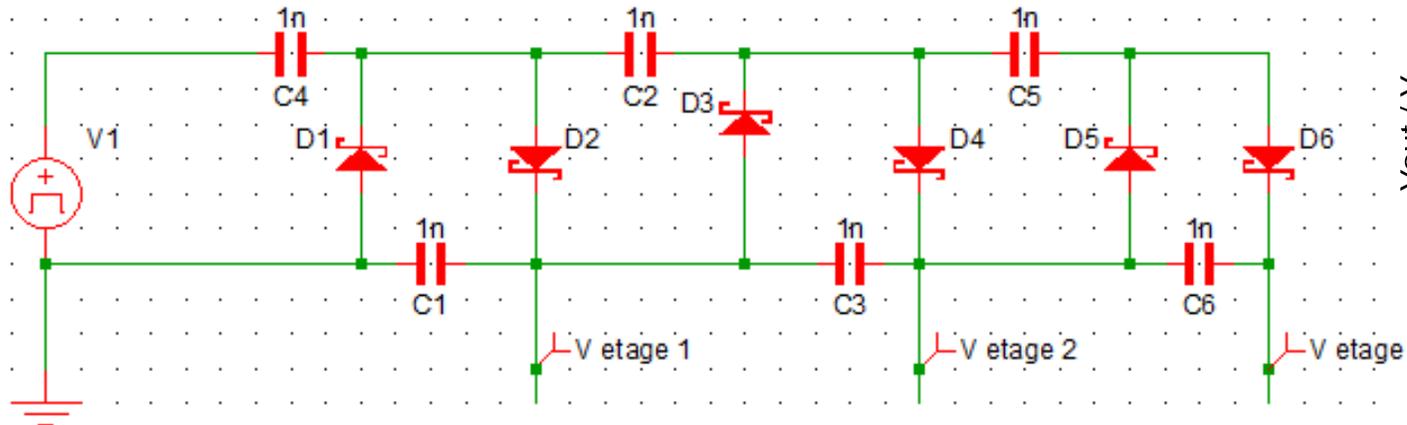
Caractéristique électrique densité de courant-tension par variation d'épaisseur de la couche active pour Au-PFBT-pentacène-Al

## Conclusion & perspectives

- Réalisation des diodes de rapport de rectification élevée, en traitant l'or par une monocouche auto-assemblée.
- Réalisation des diodes de tension seuil faible, en contrôlant l'épaisseur de la couche active.

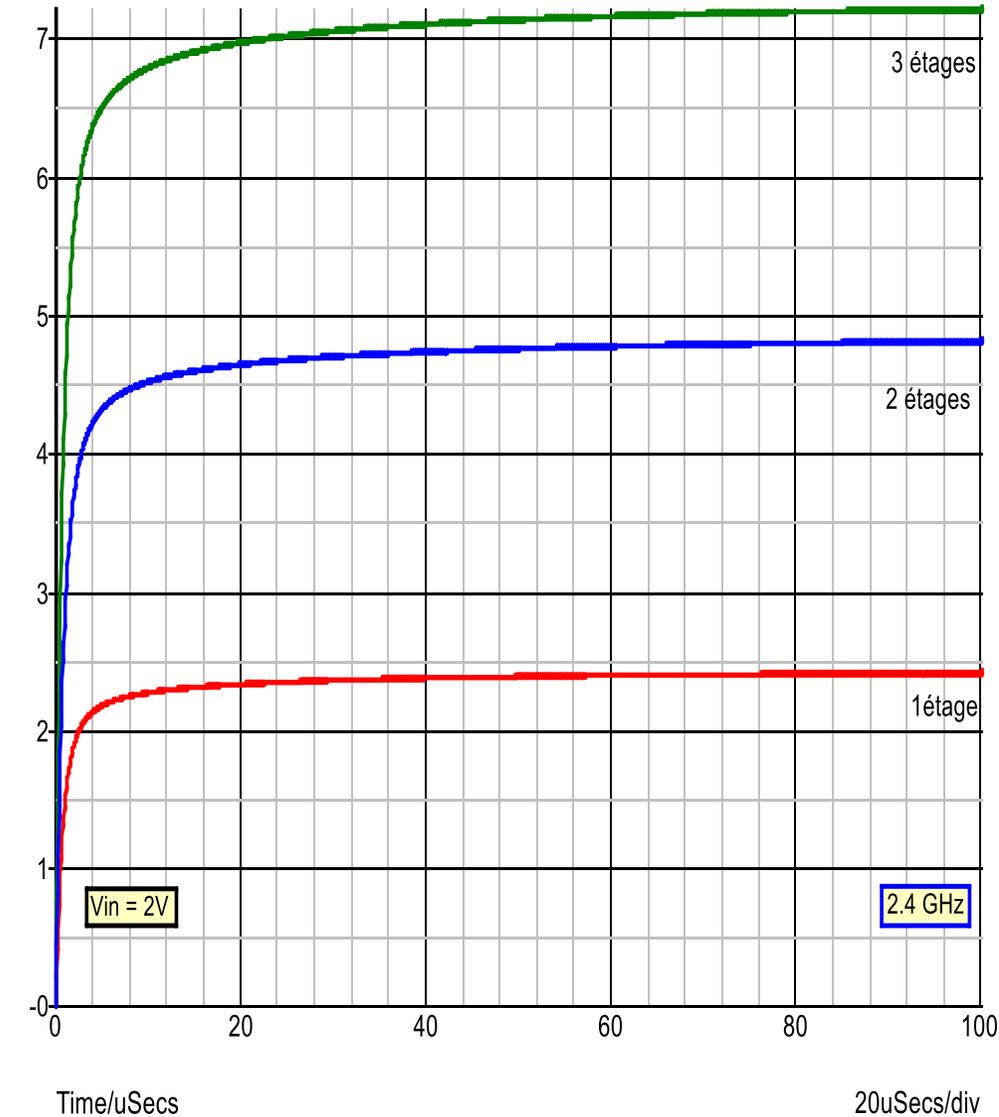
### Perspective

- Augmenter la tension à la sortie du rectenna.



### Topologie Multiplicateur Cockroft

- Mesure dynamique en fréquence



**MERCI DE VOTRE ATTENTION**



Questions