



# STACELORGA

## Amélioration de la stabilité des cellules solaires organiques par l'utilisation de matériaux photoactifs réticulables

Christine Dagron-Lartigau<sup>a</sup>, Sokha Khiev<sup>a</sup>, Olivier Dautel<sup>b</sup>, Guillaume Wantz<sup>c</sup>

<sup>a</sup> IPREM/EPCP Université de Pau

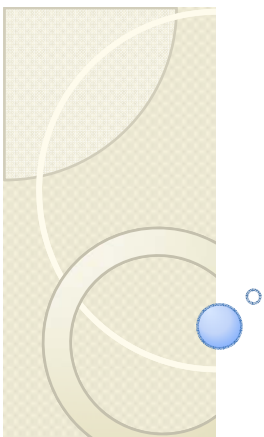
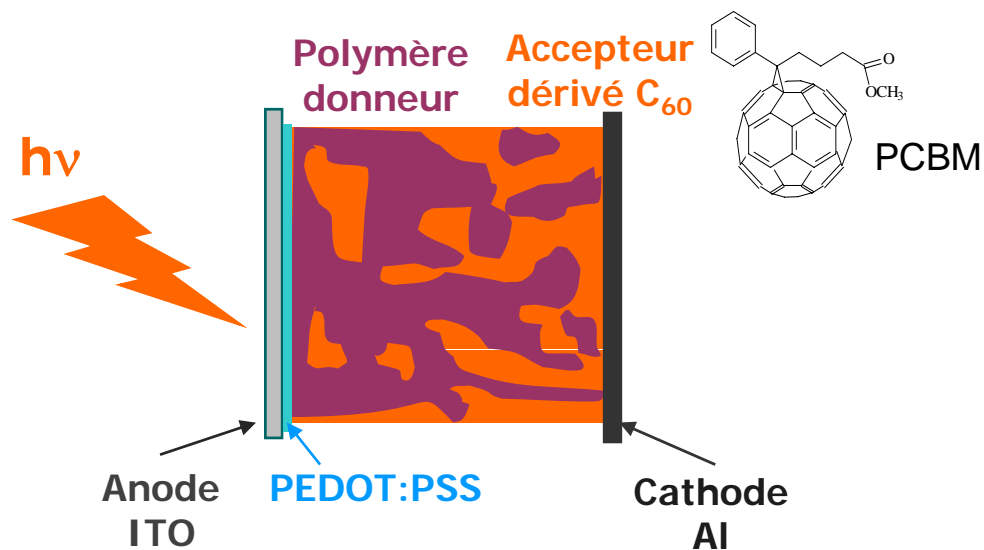
<sup>b</sup> AM2N, ENSCM Montpellier

<sup>c</sup> IMS, ENSCPB Bordeaux



# OBJECTIFS

- Améliorer la stabilité de la couche active en limitant la ségrégation de phases entre le donneur et l'accepteur intervenant lors du fonctionnement,
- Augmenter la durée de vie des cellules solaires organiques.





ADVANCED  
FUNCTIONAL  
MATERIALS



# OBJECTIFS

DOI: 10.1002/adfm.200601038

*Adv. Funct. Mater.* 2007, 17, 1071-1078

## **Effects of Annealing on the Nanomorphology and Performance of Poly(alkylthiophene):Fullerene Bulk-Heterojunction Solar Cells\*\***

*By Le Huong Nguyen,\* Harald Hoppe,\* Tobias Erb, Serap Günes, Gerhard Gobsch, N. Serdar Sariciftci*

The evolution of nanomorphology within thin solid-state films of poly(3-alkylthiophene):[6,6]-phenyl-C<sub>61</sub> butyric acid methyl ester (P3AT:PCBM) blends during the film formation and subsequent thermal annealing is reported. In detail, the influence of the P3AT's alkyl side chain length on the polymer/fullerene phase separation is discussed. Butyl, hexyl, octyl, decyl, and dodecyl side groups are investigated. All of the P3ATs used were regioregular. To elucidate the nanomorphology, atomic force microscopy (AFM), X-ray diffraction, and optical spectroscopy are applied. Furthermore, photovoltaic devices of each of the different P3ATs have been constructed, characterized, and correlated with the nanostructure of the blends. It is proposed that the thermal-annealing step, commonly applied to these P3AT:PCBM blend films, controls two main issues at the same time: a) the crystallization of P3AT and b) the phase separation and diffusion of PCBM. The results show that PCBM diffusion is the main limiting process for reaching high device performances.

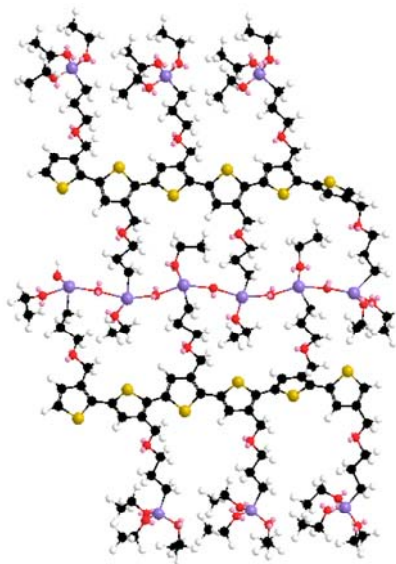
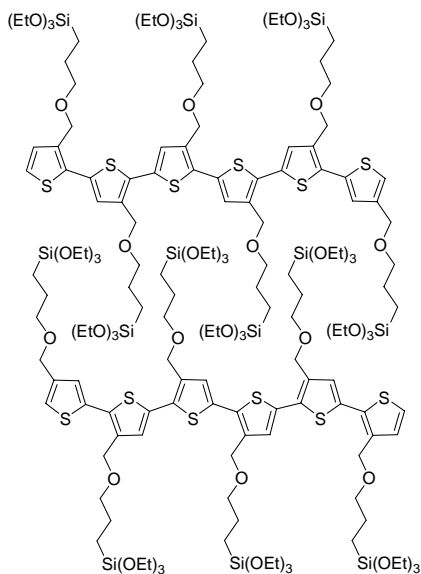


# STRATEGIES STACELORGA

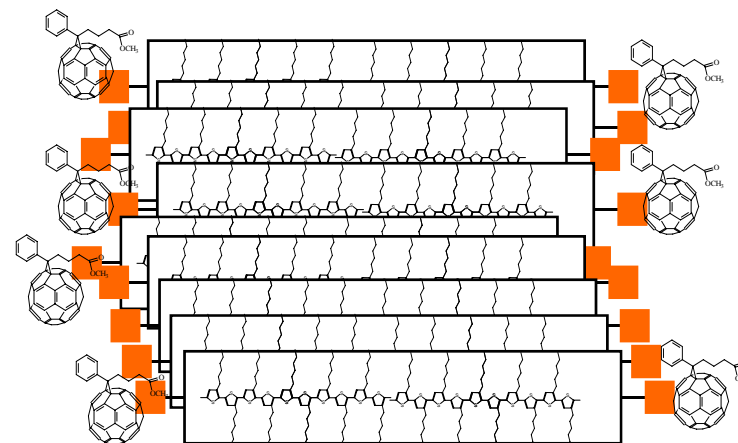
Deux voies sont explorées pour créer des nœuds de réticulation dans la couche active :



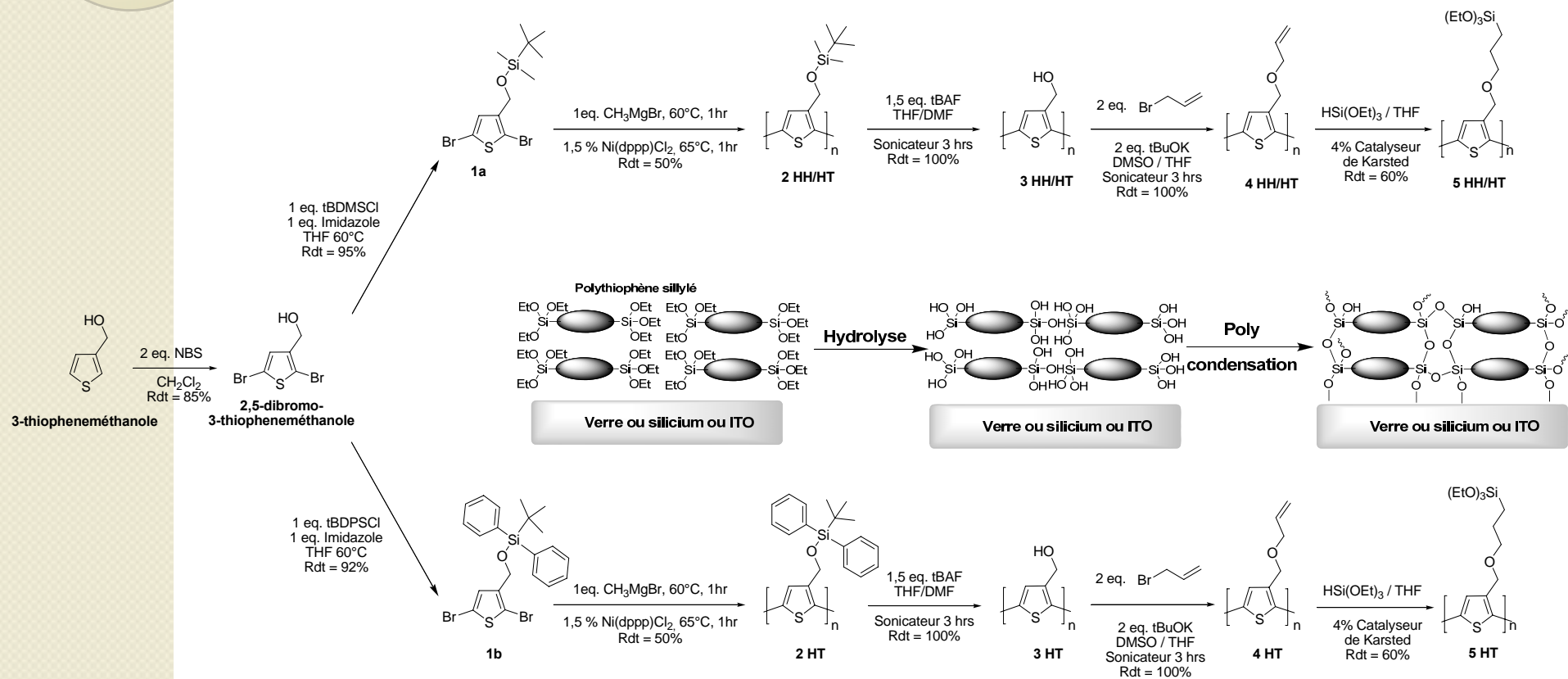
**Réticulation entre chaînes de polymère donneur (par l'intermédiaire des chaînes latérales)**



**Réticulation entre le polymère donneur et l'accepteur fullerène.**



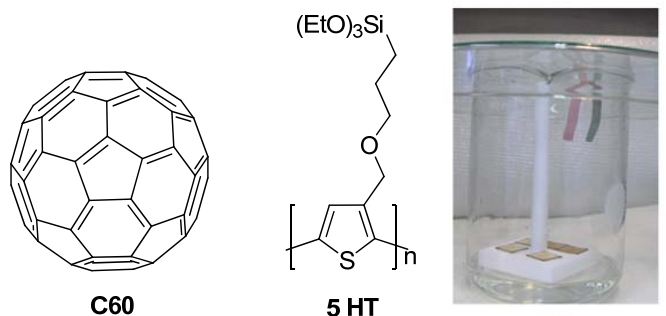
# Réticulation entre chaînes de polymère donneur



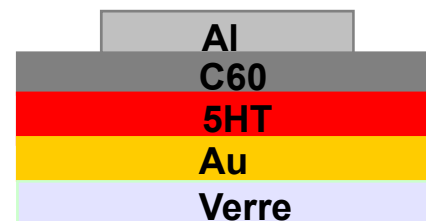
# Réticulation entre chaînes de polymère donneur



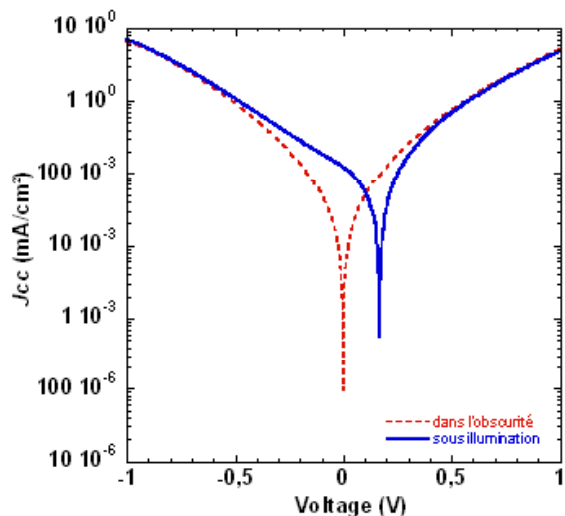
ICG  
Institut Charles Gerhardt  
Montpellier AM<sub>2</sub>N



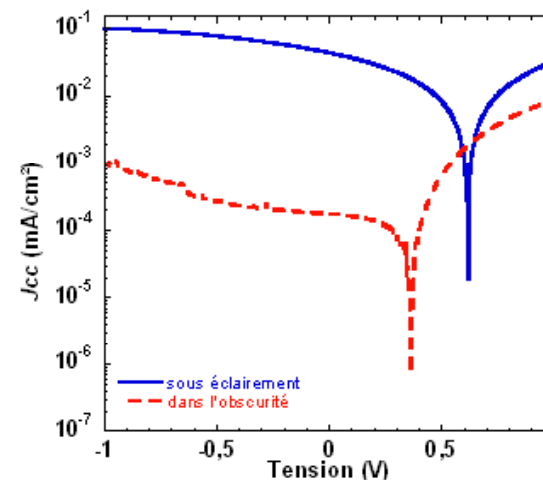
(b)



Donneur réticulé sur anode Au



non réticulé sur ITO

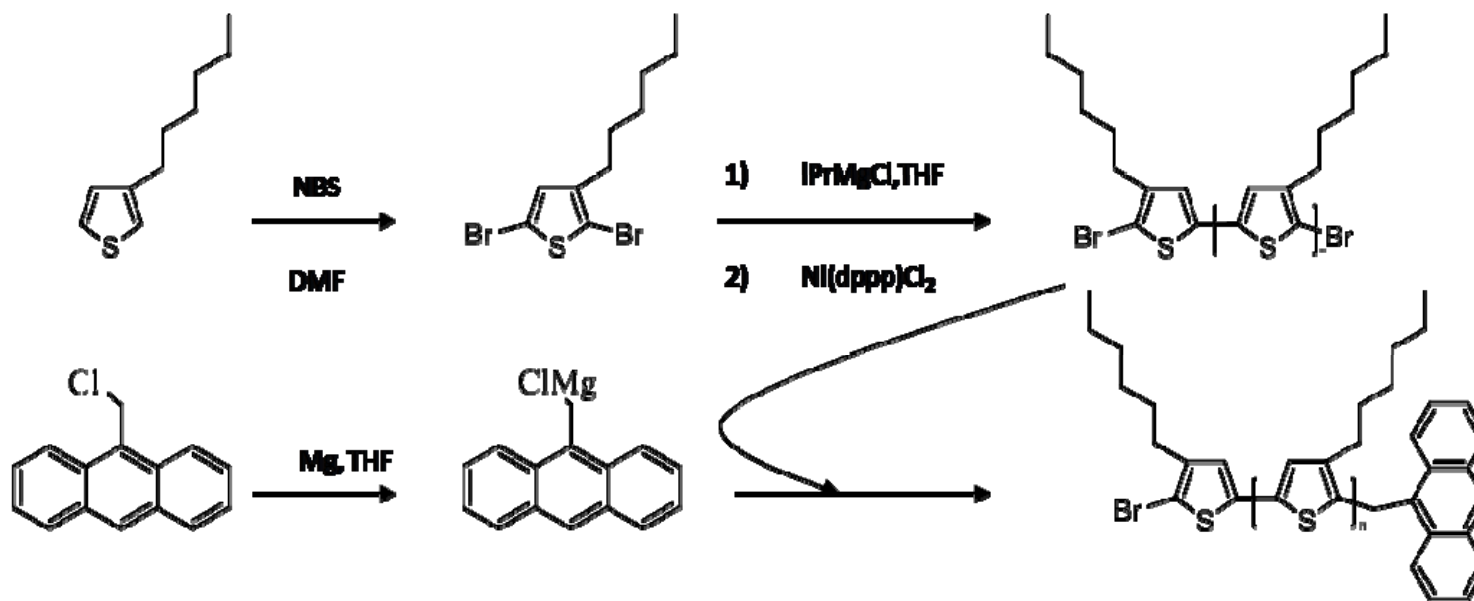


$V_{oc}$ (mV)	$J_{sc}$ (mA/cm <sup>2</sup> )	FF	$\eta$ (%)
620	0,043	0,247	0,007



# Réticulation entre donneur et accepteur fullerène

Voie de synthèse du P3HT fonctionnalisé anthracène P3HT-A



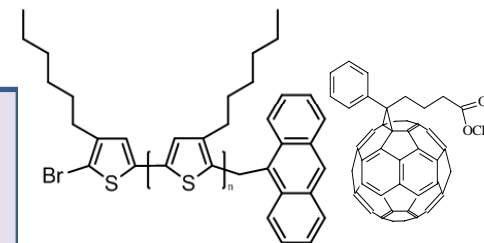
**P3HT-A**

Mw = 9 300 g.mol<sup>-1</sup> ; Ip = 1,1  
Régiorégularité : 92 % (RMN <sup>1</sup>H)

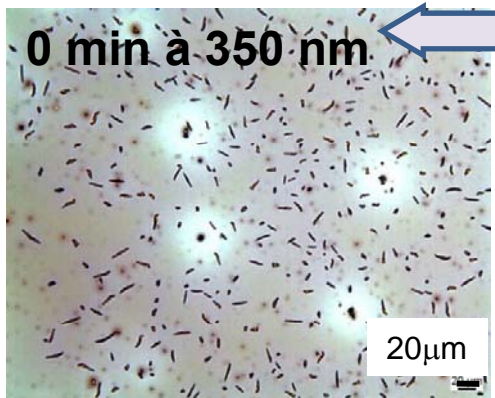
# Réticulation entre donneur et accepteur fullerène



Microscopie optique de films minces P3HT-A/PCBM (1/1 en masse) après irradiation et traitement thermique 60 min à 120 °C

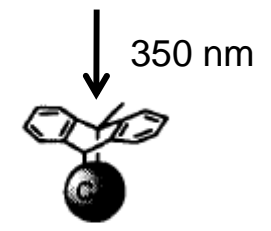


**Film non irradié** : séparation de phases caractérisée par l'apparition de cristaux de PCBM.

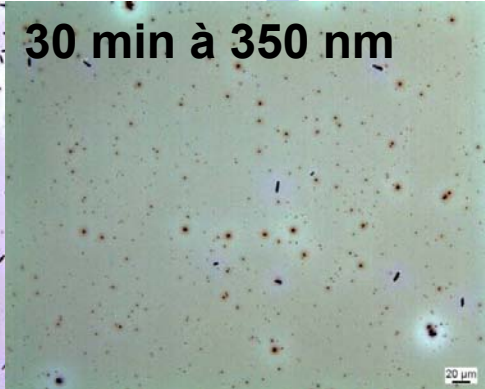


0 min à 350 nm

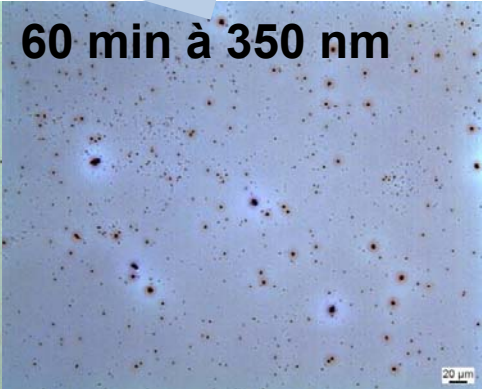
**Films irradiés** : ralentissement de la ségrégation de phases intervenant lors du traitement thermique.



15 min à 350 nm



30 min à 350 nm

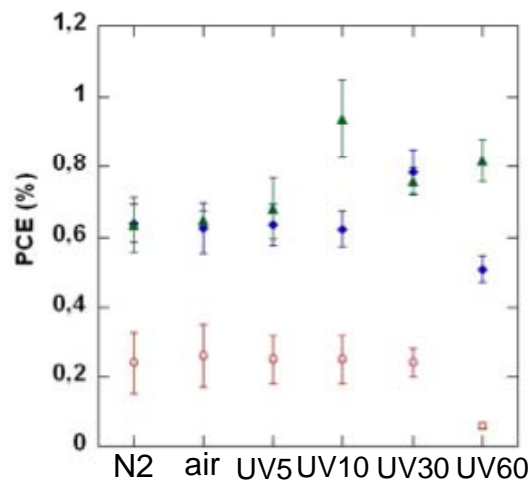
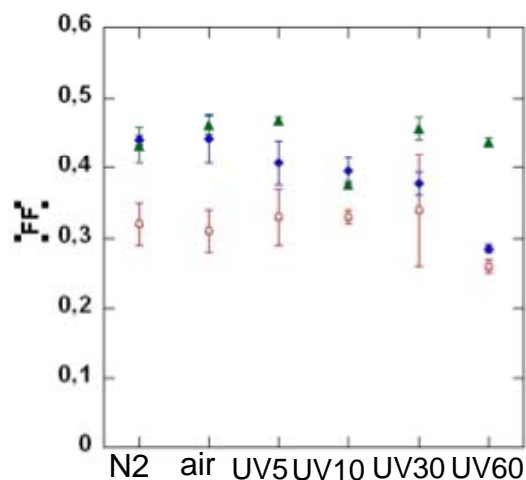
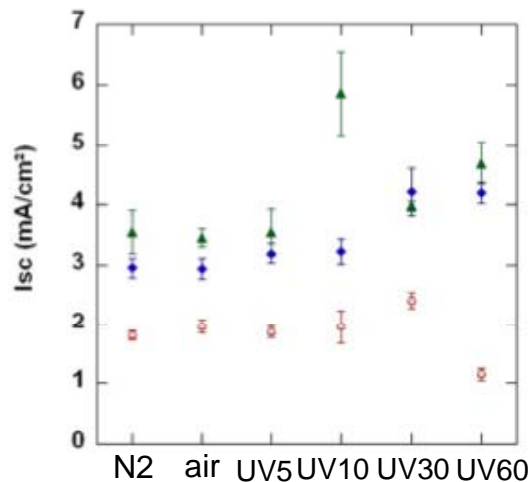
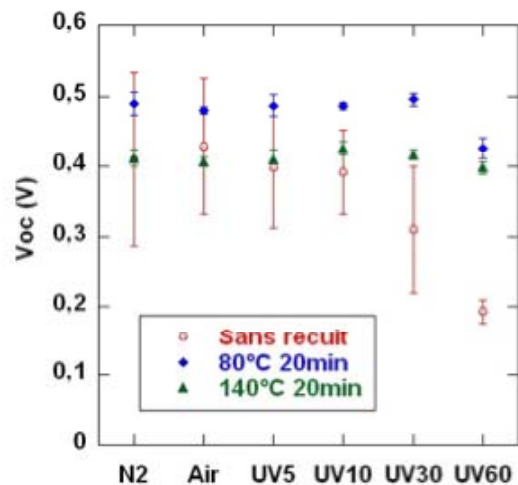
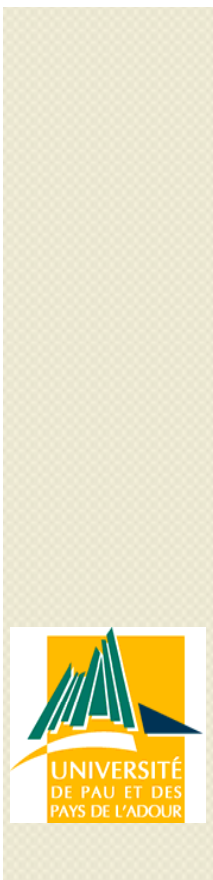
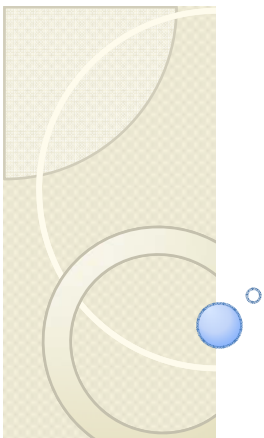


60 min à 350 nm





# Réticulation entre donneur et accepteur fullerène



Exposition de la couche active à une lampe UV (5, 10, 30 ou 60 min) avant dépôt de l'électrode supérieure.

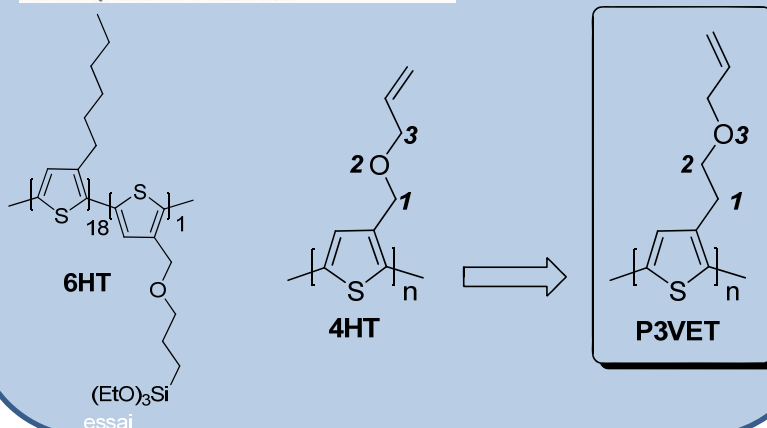
Recuit thermique des cellules après dépôt de l'électrode à 80°C ou 140°C.

**Les cellules ayant subi une irradiation préalable sont opérationnelles avec des performances améliorées (en particulier Jsc et FF).**

# PERSPECTIVES

## Réticulation entre chaînes de polymère donneur

ICG Montpellier Institut Charles Gerhardt AM<sub>2</sub>N



## Réticulation entre le polymère donneur et l'accepteur fullerène.

- synthèse de P3HT-A de masse molaire plus élevée → améliorer les performances



- étudier le « faible » masse en tant qu'additif
- caractériser la morphologie

ims UMR 5218 CNRS

- étudier les matériaux réticulables par sol-gel et trouver un protocole expérimental compatible avec les cellules PV organiques.
- étudier des polymères avec des C=C sur les chaînes latérales pour réticuler par UV.
- étude de la stabilité dans le temps du mélange P3HT-A et PCBM.