

Synthèses de nouveaux complexes de cobalt pour la photoconversion

Guillaume BERTRAND

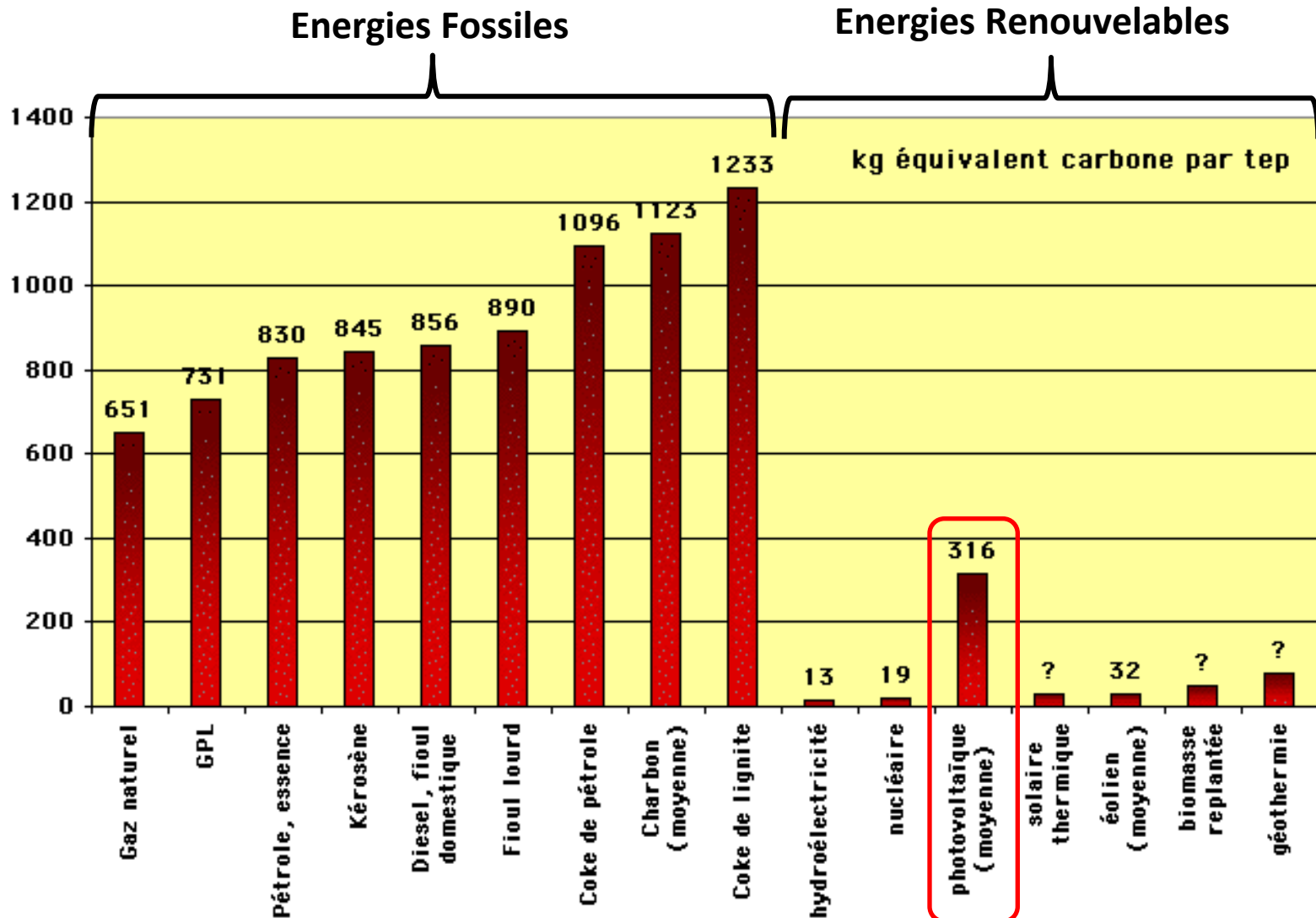
Laboratoire Nanostructures et Semi-Conducteurs Organiques, Ludovic TORTECH, Denis FICHOU

Laboratoire de Synthèse Organique: Corinne AUBERT, Vincent GANDON

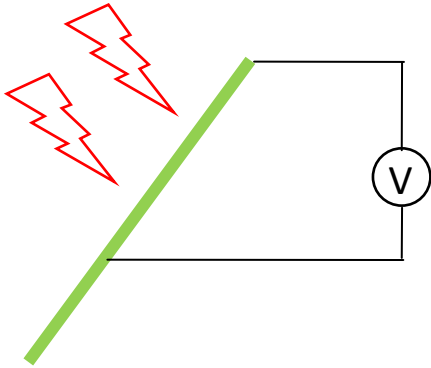
EER 2010
Session : Sources

Mardi
30
mars
2010

Introduction

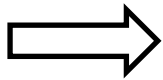


Introduction



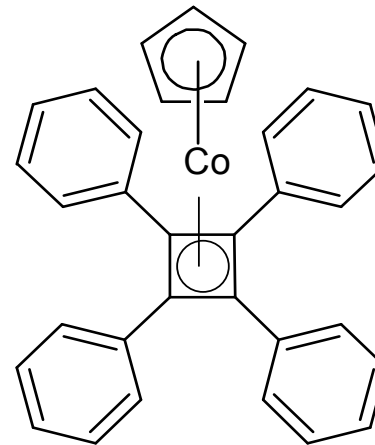
Installation solaire classique : semi-conducteurs = silicium

- Silicium doit être très pur
- Purification coûteuse en énergie
- Purification polluante
- Très efficace



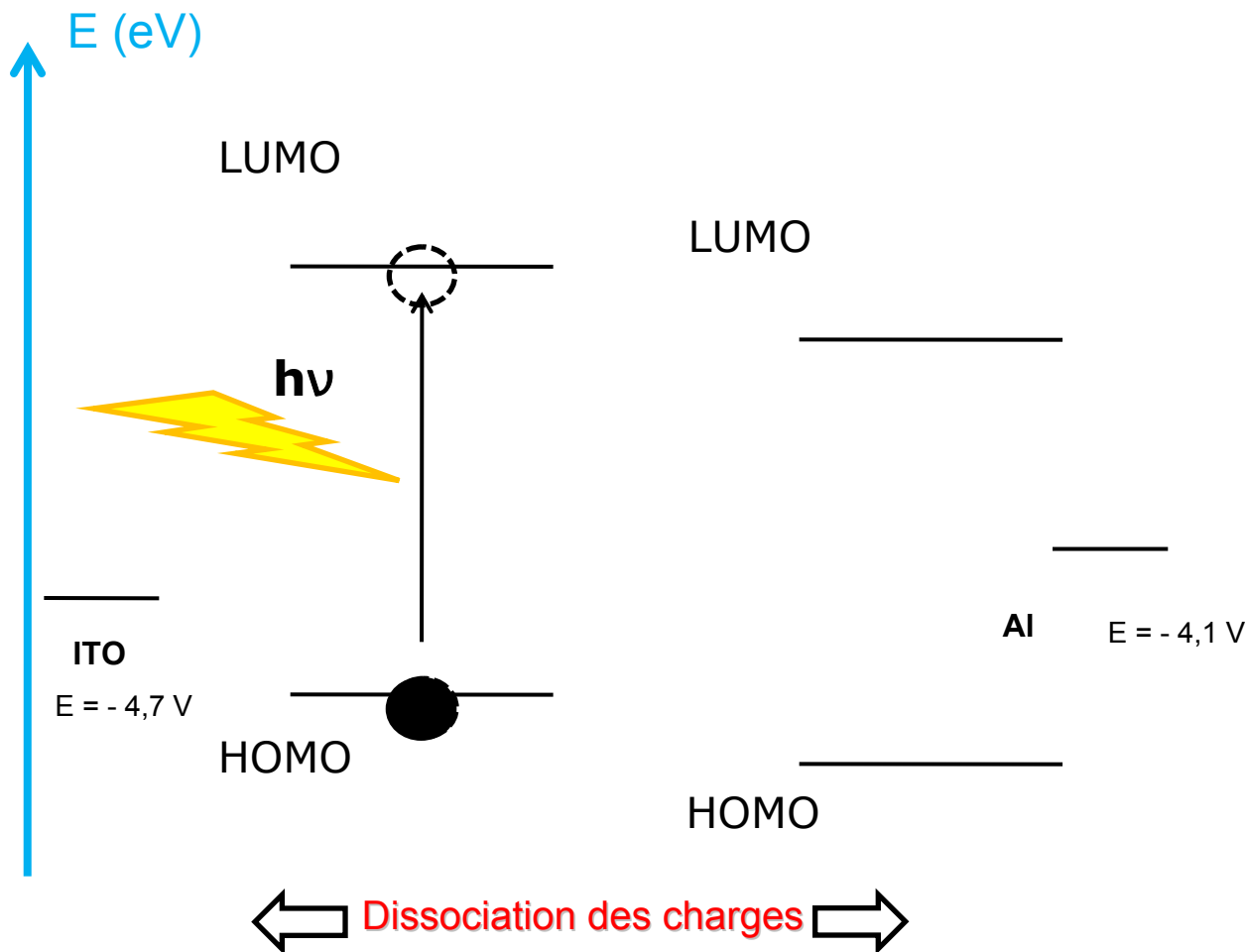
Synthèse de semi-conducteurs organo-métalliques

- Molécules cibles :
 - Complexes de cobalt
 - Robuste
 - Savoir faire du laboratoire
- Avantages :
 - Facilité synthèse
 - Faible coût
 - Mode de dépôt



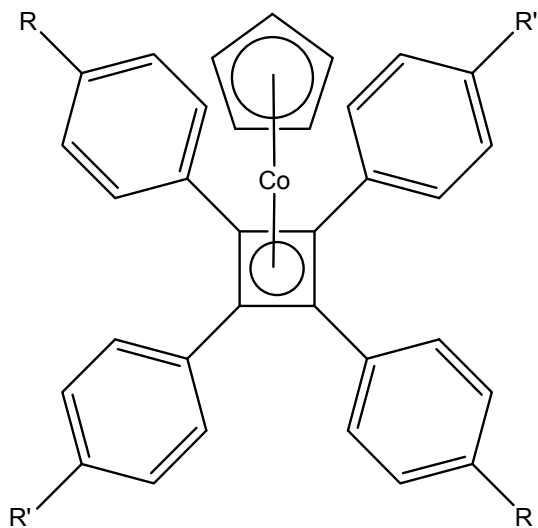
Effet photovoltaïque

Principe de fonctionnement



Difficultés: synthèse, niveaux électroniques adaptés, forte absorption optique, bonne conduction des charges

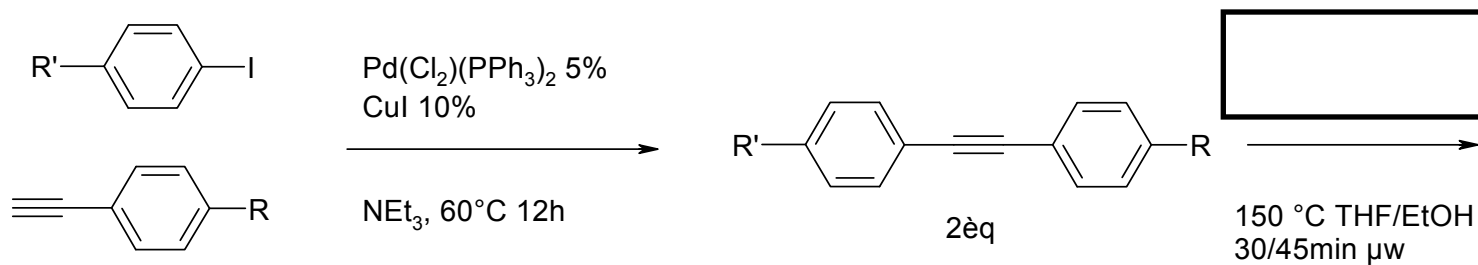
Premières molécules testées



- Complexe sandwich
- « Bras » aromatiques
- Stable: irradiation, température, chimie

R:	H	H	OMe	Br	OMe	H	OMe
R':	H	OMe	OMe	Br	Br	NO ₂	NO ₂

Synthèse

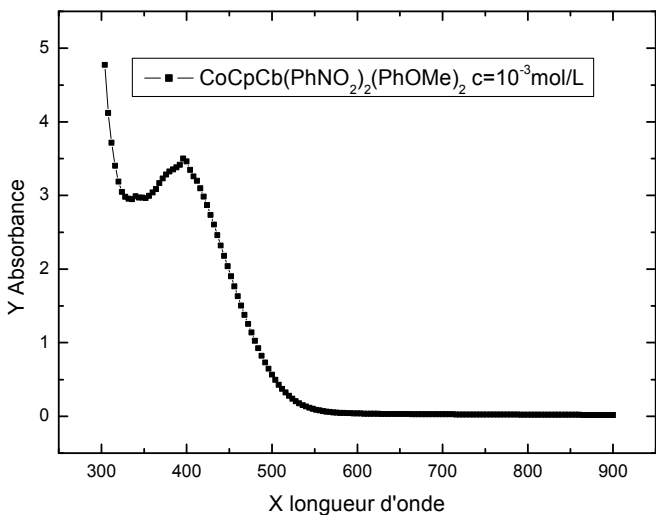


Rendement > 84%

Rendement > 90%

Caractérisation

Absorption UV/Visible



Détermination des caractéristiques optiques

- $c = 1 \text{ mmol/L}$
- $\lambda_{\text{max}} = 396 \text{ nm}$
- $E_{\text{gap}} = 2.1 \text{ eV}$
- $\epsilon_0 = 3,4 \cdot 10^4 \text{ cm}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$

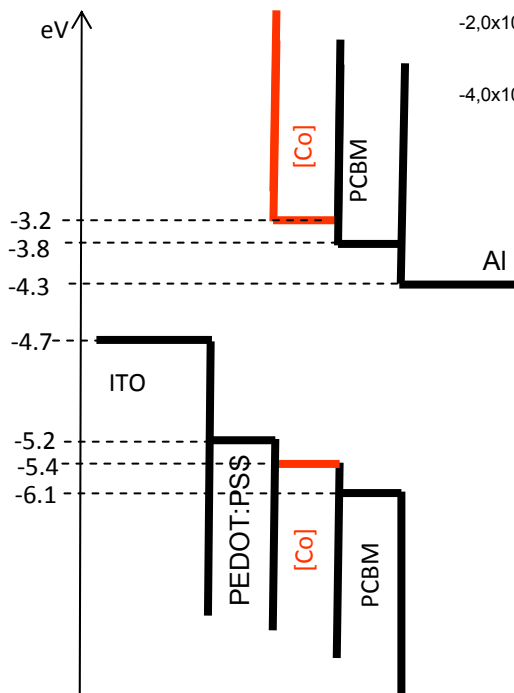
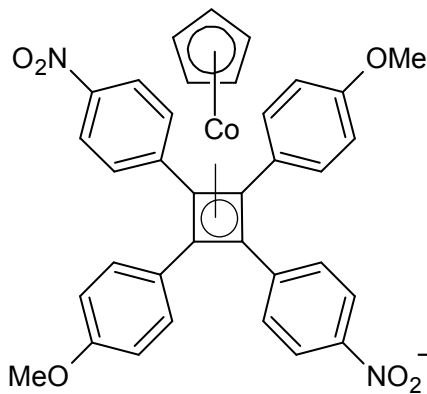
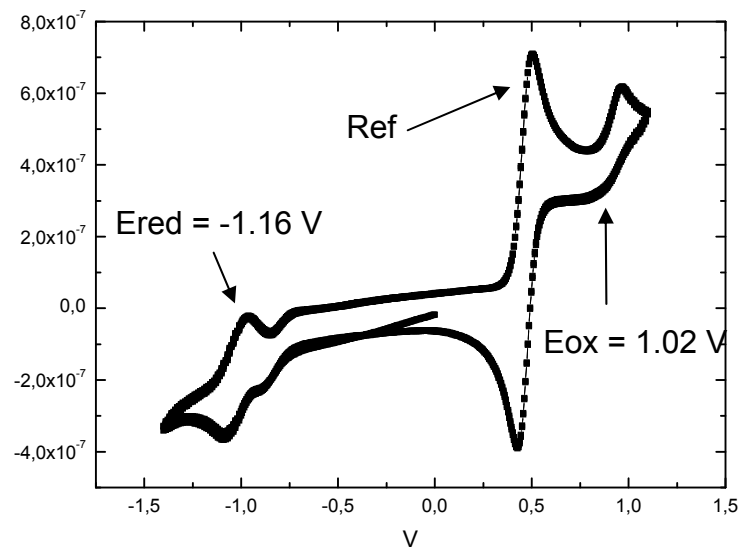


Diagramme d'ajustement des niveaux énergétiques

Voltamétrie cyclique



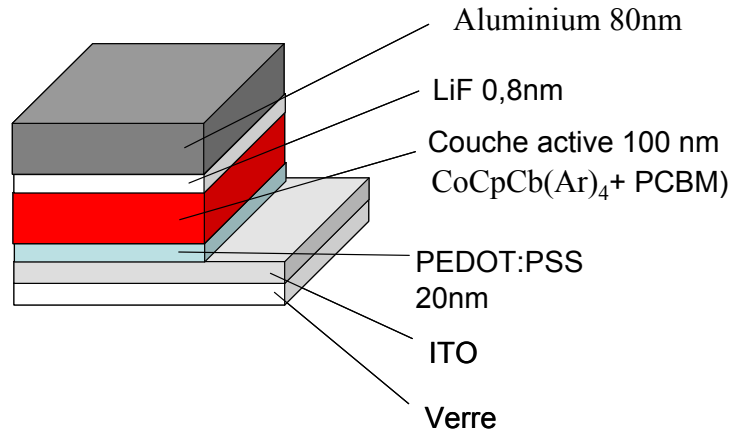
Détermination des niveaux électroniques

- $E_{\text{gap}} = 2.2 \text{ eV}$
- $E_{\text{HOMO}} = -5.4 \text{ eV}$

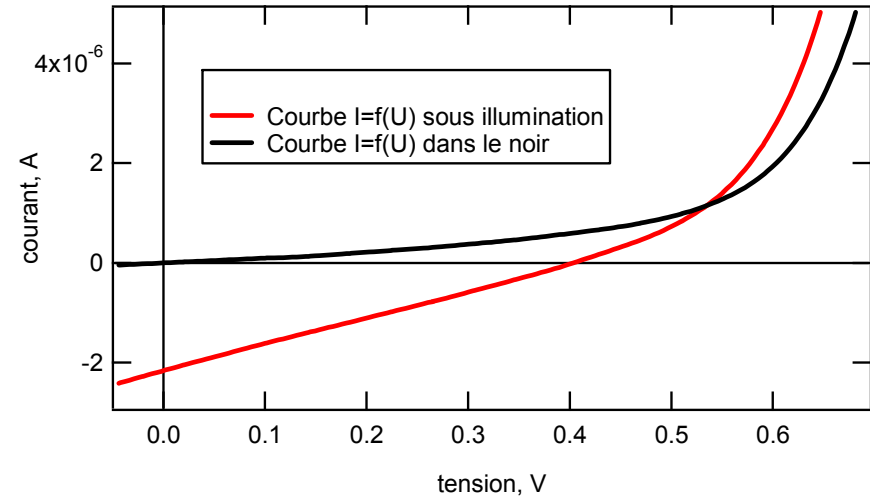
⇒ $E_{\text{LUMO}} = -3.2 \text{ eV}$

Caractérisation optoélectrique des composants

Structure du composant



Courbe I vs V



résultats

- $J_{sc} = 9.6 \mu\text{A}/\text{cm}^2$
- $V_{oc} = 403\text{m V}$
- Rendement = $5.10^{-3} \%$

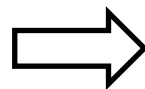
Ça marche ! ...

Bien mais pas top...

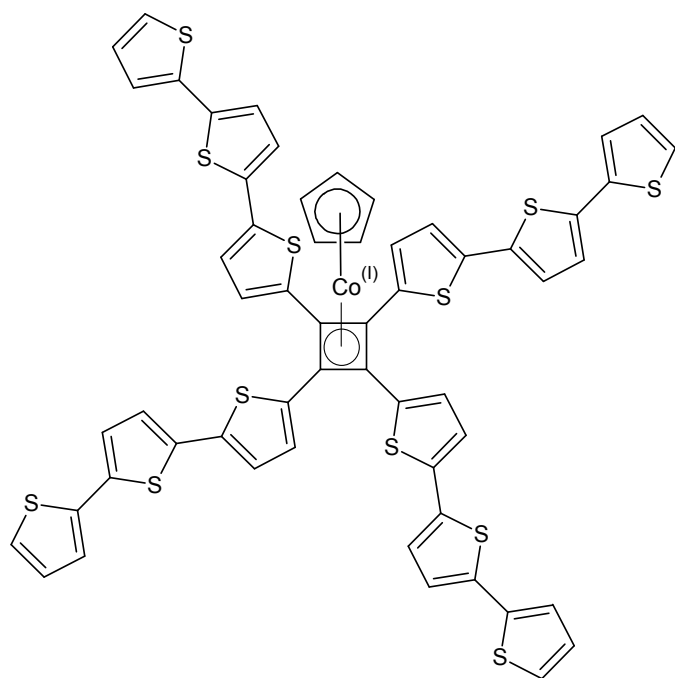
Retour vers le
design moléculaire

Optimisation de l'architecture moléculaire

Critère:
Augmentation de l'absorption

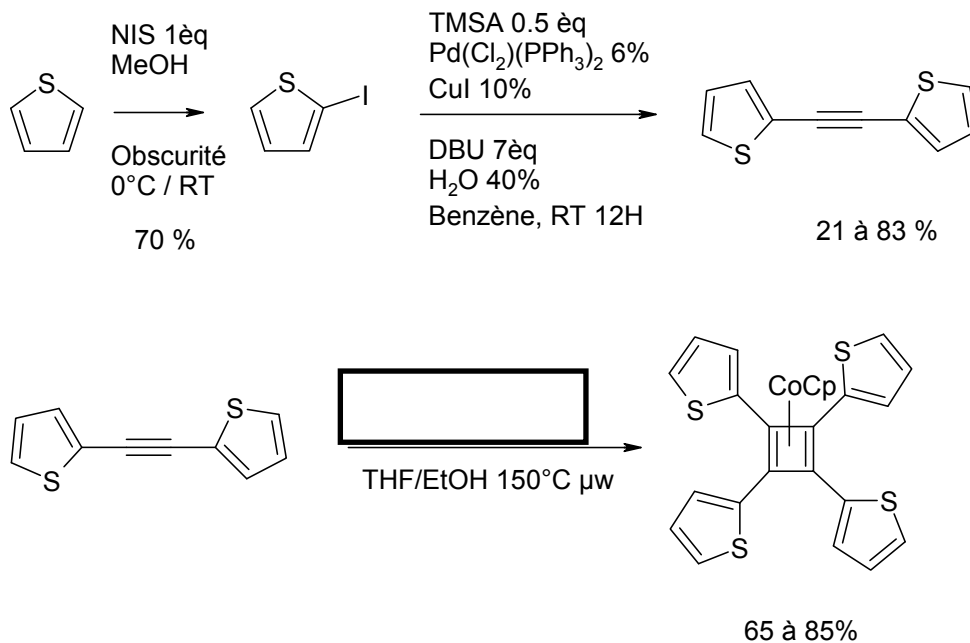


Nouveaux « bras » aromatiques :
Thiophène (cf P3HT)



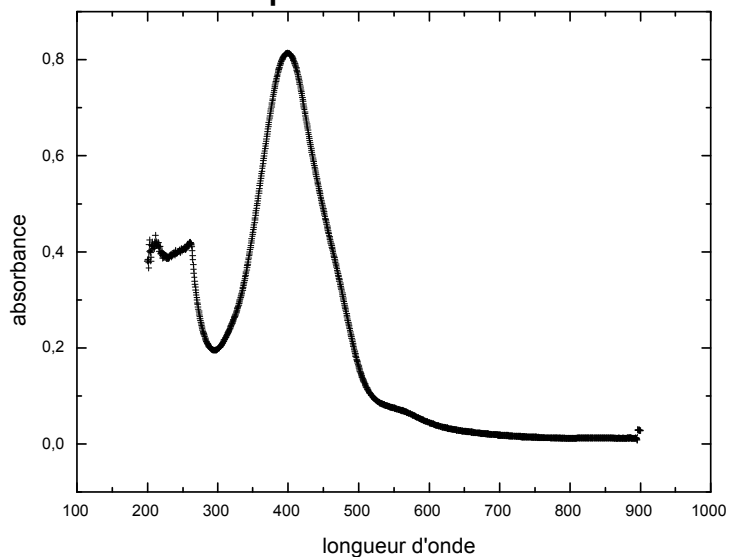
CpCoCb(³T)₄

Synthèse



Caractérisation

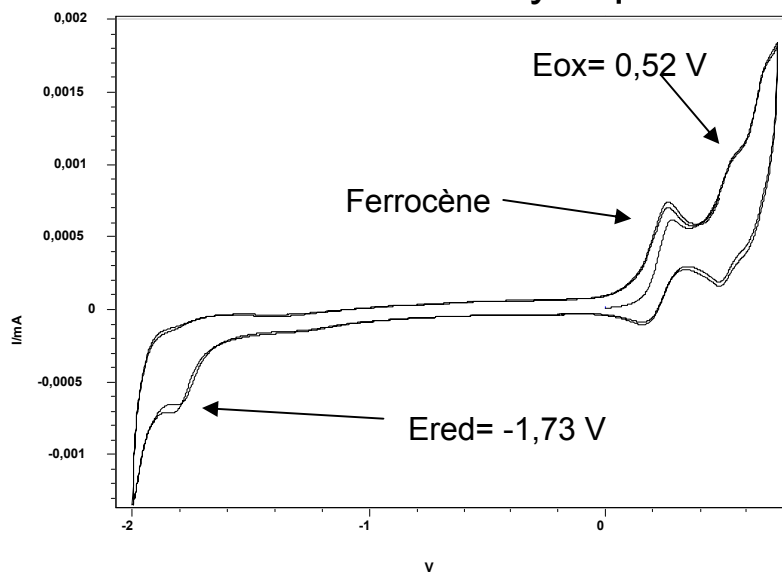
Absorption UV/Visible



- $c = 85 \mu\text{mol/L}$
- $\lambda_{\text{max}} = 399\text{nm}$
- $\epsilon_0 = 9,3 \cdot 10^4 \text{ cm}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$
- $E_{\text{gap}} = 1.9\text{eV}$

Meilleure absorption

Voltamétrie cyclique



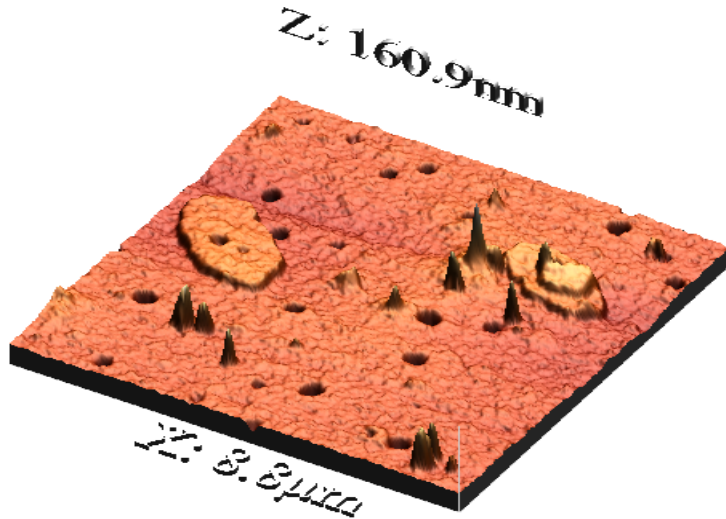
- $E_{\text{gap}} = 2,2 \text{ eV}$
- $E_{\text{HOMO}} = -5,2 \text{ eV}$

Valeurs de niveaux électroniques
dans la bonne gamme

Design moléculaires OK → photovoltaïque ?

Caractérisation optoélectrique des composants

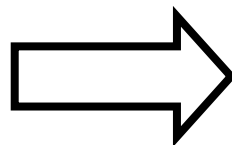
Imagerie de nos couches par AFM.



Surface:

- Plane
- Continue
- Peu rugueuse

Améliorations :

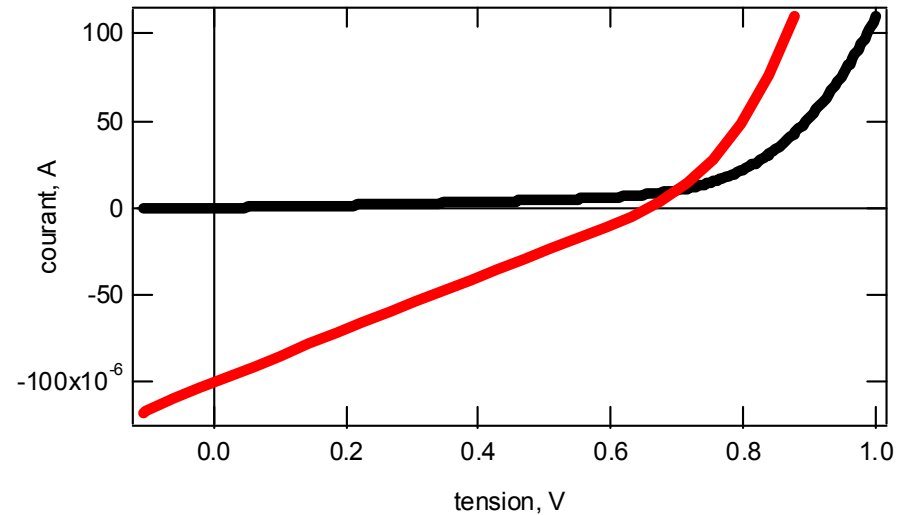


V_{oc} : + 50%

J_{sc} : 2 ordres de grandeurs

Rendement : 2 ordres de grandeurs

Courbe I vs V



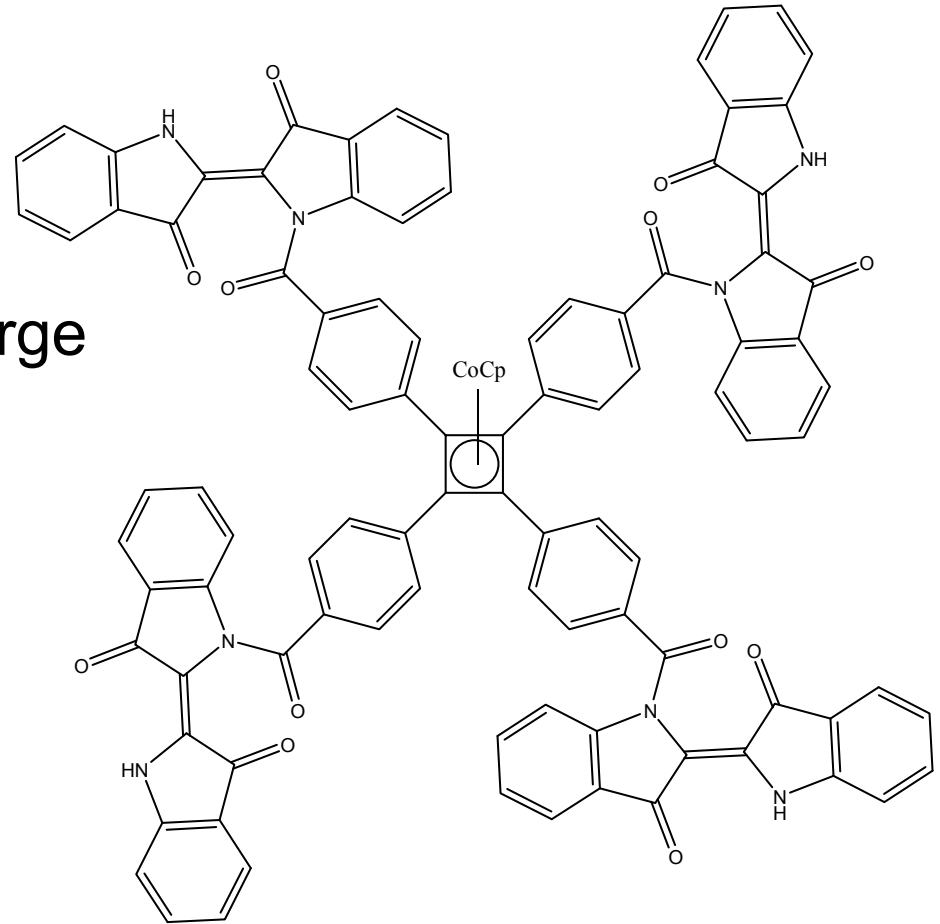
- $J_{sc} = 1,23 \text{ mA.cm}^{-1}$
- $V_{oc} = -608 \text{ mV}$
- Rendement = 0.35 %

Conclusions

- **Complexes CoCpCb adaptés** à la conversion PV
- **Synthèse** optimisée, simplifiée et flexible
- Augmentation de ~2 ordres de grandeur du rendement de conversion photovoltaïque (de 0.005 % à 0.35 %)
- Approche «**design moléculaire** » validée
- Système prometteur : optimisation nécessaire

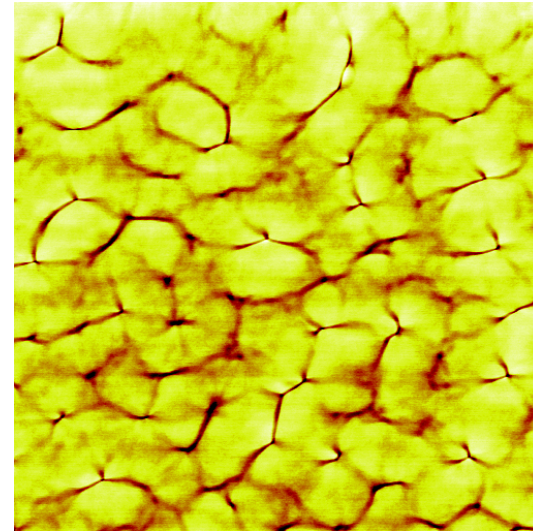
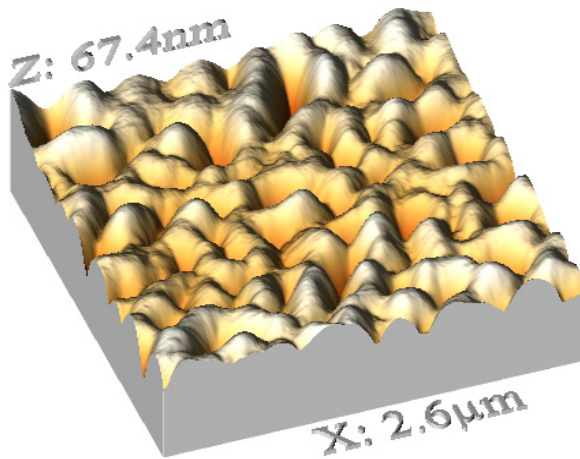
Perspective : synthèse

- 3^{ème} génération : indigoïde
- Spectre d'absorption plus large
- Encore plus absorbant
- Très peu cher



Merci de votre attention

Etude en surface:



- La taille moyenne des grains :
hauteur : 4,25 nm
diamètre : 385 nm.
- La densité de grains : 9,5 grain/ μm^2
- La taille moyenne des joints de grains : 0.4 nm

