



**HAL**  
open science

# Électrodépôt de Cu-In-Se contrôlé par turbulence pour la production de cellules solaires

Sébastien Delbos

► **To cite this version:**

Sébastien Delbos. Électrodépôt de Cu-In-Se contrôlé par turbulence pour la production de cellules solaires. Chemical Sciences. Chimie ParisTech, 2008. English. NNT: . pastel-00005152

**HAL Id: pastel-00005152**

**<https://pastel.hal.science/pastel-00005152>**

Submitted on 25 May 2009

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Thèse de doctorat de l'université Paris 6 – Pierre et Marie Curie

ED 388 – Chimie physique et chimie analytique

présentée par

Sébastien DELBOS

pour l'obtention du grade de docteur de l'université Paris 6

## Électrodépôt de Cu-In-Se contrôlé par turbulence pour la production de cellules solaires

dirigée par Pierre-Philippe GRAND, Elisabeth CHASSAING et Daniel LINCOT, et soutenue le 22 septembre 2008 devant le jury composé de :

Dr. J. Legrand	rapporteur
Pr. J. George	rapporteur
Pr. F. Huet	examineur
Pr. G. H. Jirka	examineur
Dr. V. Weitbrecht	examineur
Dr. J.-N. Chazalviel	examineur
Dr. T. Bleninger	invité
Dr. D. Lincot	directeur de thèse
Dr. E. Chassaing	directrice de thèse
Dr. P.-P Grand	directeur de thèse

## Électrodépôt de Cu-In-Se contrôlé par turbulence pour la production de cellules solaires

Ces travaux contribuent à l'amélioration du procédé de synthèse de dispositifs photovoltaïques en couches minces à base d'alliage  $\text{Cu}(\text{In}, \text{Ga})(\text{S}, \text{Se})_2$ . Dans cette étude, l'étape d'électrodépôt de Cu-In-Se a été étudiée. Le principal enjeu de cette thèse était l'optimisation de la distribution de courant pendant le procédé d'électrodépôt.

La distribution de courant, principalement contrôlée par les conditions hydrodynamiques, est optimisée pour deux types d'électrolyseurs : l'électrolyseur à peigne, qui est le système d'agitation standard à l'IRDEP, et un électrolyseur alternatif à jets. Pour l'optimisation des conditions d'agitations, un système électrochimique (Cu-Ni) a été développé et utilisé pour modéliser les phénomènes de transport de matière pendant le procédé d'électrodépôt de Cu-In-Se.

Pour les deux systèmes, l'effet de la variation des paramètres géométriques des électrolyseurs a été étudié, et un paramètre de contrôle a été développé. Le contrôle des conditions hydrodynamiques par le biais de ce paramètre permet d'augmenter l'homogénéité des électrodépôts.

Mots clefs : génie électrochimique, transport de matière, hydrodynamique, Cu-In-Se, peigne, jets.

## Turbulence controlled Cu-In-Se electrodeposition for solar cell production

This PhD thesis deals with the optimization of the process used for the synthesis of thin film  $\text{Cu}(\text{In}, \text{Ga})(\text{S}, \text{Se})_2$  photovoltaic devices. In this study, the main issue was the current distribution during the Cu-In-Se electrodeposition step.

The hydrodynamic-controlled distribution is optimized for two different electrolyzers: the comb-like system, which is the standard stirring system at IRDEP, and an alternative jet system. In order to optimize the hydrodynamic conditions, an electrochemical system (Cu-Ni) was developed, and is used to model mass-transfer phenomena during Cu-In-Se electrodeposition processes.

For both systems, the influence of the variation of the electrolyser geometrical parameters was studied, and a control parameter was developed. The hydrodynamic conditions could be controlled by this parameter, and the homogeneity of the electrodepositions could be improved.

Keywords: Electrochemical engineering, mass transfer, hydrodynamics, Cu-In-Se, comb, jet arrays.