



**HAL**  
open science

# Influence de la topographie sur les performances optiques de concentrateurs linéaires de Fresnel : le cas de la centrale solaire eLLO

Edouard Montanet, Sylvain Rodat, Quentin Falcoz, Fabien Roget

## ► To cite this version:

Edouard Montanet, Sylvain Rodat, Quentin Falcoz, Fabien Roget. Influence de la topographie sur les performances optiques de concentrateurs linéaires de Fresnel : le cas de la centrale solaire eLLO. 8èmes Journées Nationales de l'Energie Solaire (JNES), Jun 2022, Albi, France. . hal-03844869

**HAL Id: hal-03844869**

**<https://hal.science/hal-03844869>**

Submitted on 9 Nov 2022

**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.

# Influence de la topographie sur les performances optiques de concentrateurs linéaires de Fresnel : le cas de la centrale solaire eLLO

MONTANET Édouard<sup>a</sup>, RODAT Sylvain<sup>a</sup>, FALCOZ Quentin<sup>a</sup>, ROGET Fabien<sup>b</sup>,  
<sup>a</sup> Laboratoire PROMES-CNRS, Odeillo, France  
<sup>b</sup> Centrale solaire eLLO, Llo, France  
 Contact e-mail : edouard.montanet@promes.cnrs.fr

## Contexte du projet de recherche

**Centrale solaire eLLO à génération directe de vapeur avec stockage de vapeur (9 MW<sub>élec</sub>)**  
 Exploitée par SUNCNIM ; Inaugurée et mise en service en 2019 ; Située sur le plateau cerdan, Pyrénées Orientales (66), France

## Présentation de la centrale solaire eLLO

### Champ solaire :

- 27 lignes solaires en parallèle composées de 4 à 8 modules linéaires Fresnel (LFC) assemblés en série,
- Surface de collecte totale d'environ 153 000 m<sup>2</sup>,
- Distribution asymétrique des rayons de cintrages des réflecteurs primaires incurvés (Figure 1),
- Pression et température de fonctionnement : 70 bars ; 286°C,
- Champ solaire à **génération directe de vapeur** ; Régulation des débits pour assurer un **titre de vapeur théorique de 80%** en sortie des lignes,

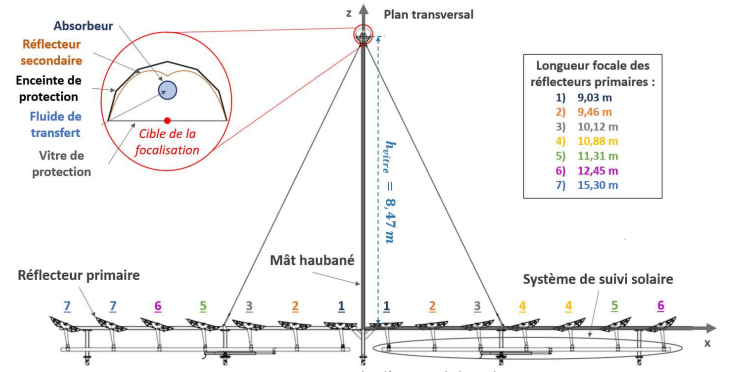


Figure 1 : Coupe transversale d'un module solaire eLLO



Figure 2 : Photos des sous-ensembles de la centrale solaire eLLO

### Système de stockage de vapeur :

- 9 réservoirs en parallèle de 120 m<sup>3</sup> chacun,
- Stockage d'**énergie sensible** sous forme d'eau pressurisée,
- Charge maximale équivalent à **4h de production** à pleine puissance  
 → **Première mondiale.**

### Bloc de puissance :

- Cycle thermodynamique de **Hirn**,
- Turbine de **9 MW<sub>élec</sub>** à vapeur surchauffée,
- Aérocondenseur sec,
- Surchauffeur thermodynamique.

## Indicateur de performance optique

- Évaluation des **performances optiques** d'un module solaire pour chaque position solaire ( $A_0$  et  $h_0$ ) à l'aide du **logiciel de lancer de rayons Tonatiuh**,
- Définition des **coefficients d'atténuations** ou **Incidence Angle Modifier – IAM** :

$$IAM(\theta_{\parallel}, \theta_{\perp}) = \frac{\eta_{opt}(\theta_{\parallel}, \theta_{\perp})}{\eta_{opt,max}} \quad (1)$$

Avec,  $\eta_{opt,max}$  le rendement optique maximal pour une position solaire au zénith du module

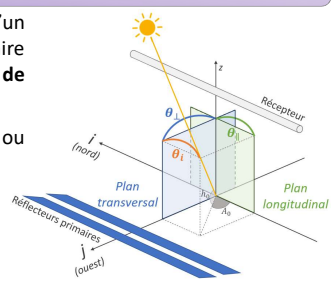


Figure 3 : Position du soleil dans le plan transversal et longitudinal

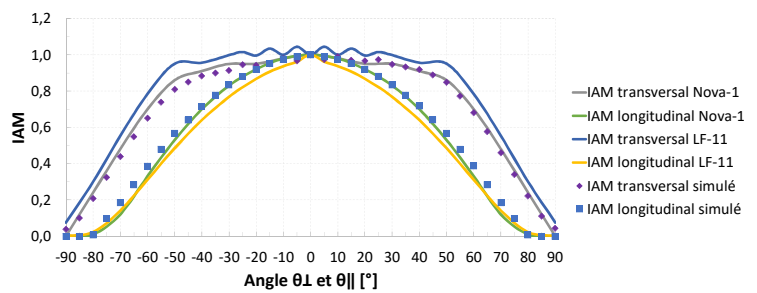


Figure 4 : IAM simulés et IAM des industriels Frenell (Nova-1) et Industrial Solar (LF-11)

## Influence de la topographie sur les performances optiques



Figure 5 : Photo d'une ligne solaire eLLO

La **topographie du site d'implémentation** impose la configuration des modules :

- Orientation décalée de **50,9°** par rapport à l'**axe nord-sud**
- Module **individuellement incliné** pour suivre la pente du terrain dans le plan transversal et longitudinal

$$E_{abs} = \sum_{i=1}^n (\alpha_{abs} \cdot (\eta_{opt,max} \cdot IAM_{\parallel}(\theta_i) \cdot IAM_{\perp}(\theta_{\perp})) \cdot DNI_{CS_i} \cdot A_{col}) \quad (2)$$

$$E_{sol} = \sum_{i=1}^n (DNI_{CS_i} \cdot A_{col}) \quad (3)$$

$$\eta_{opt,annuel} = \frac{E_{abs}}{E_{sol}} \quad (4)$$

Avec,  $A_{col}$  la surface de collecte,  $DNI_{CS_i}$  la puissance solaire incidente par temps clair,  $\alpha_{abs}$  l'absorptivité de l'absorbeur,  $\eta_{opt,annuel}$  le rendement optique annuel

Tableau 1 : Performance optique annuelle pour les configurations nord-sud et eLLO

$E_{sol}$ par temps clair [GWh]	$E_{abs}$ par une configuration à plat nord-sud (NS) [GWh]	$\eta_{opt,annuel}$ NS	$E_{abs}$ par une ligne solaire eLLO [GWh]	$\eta_{opt,annuel}$ eLLO	Écart relatif des $E_{abs}$ eLLO-NS
19,8	8,11	41,0 %	8,24	41,6 %	1,6 %

## Conclusion et remerciements

SUNCNIM a adapté la **configuration** et la **conception** des modules en fonction des **contraintes topographiques**. Ceux-ci permettent d'atteindre un **rendement optique annuel de 41,6%** légèrement supérieur au **rendement optique annuel d'un système de concentration à plat orienté nord-sud (41,0%)**, soit un écart relatif entre l'énergie absorbée par ces deux configurations de 1,6%.

Ce travail est soutenu par le programme « Investissements d'Avenir » **Labex Solstice** géré par l'Agence Nationale de la Recherche sous le code ANR-10-LABX-22-01 et par l'**Agence Nationale de la Recherche Technologique** (Contrat Cifre n° 2020/0451).