

JOURNÉES NATIONALES DU PHOTOVOLTAÏQUE 2025

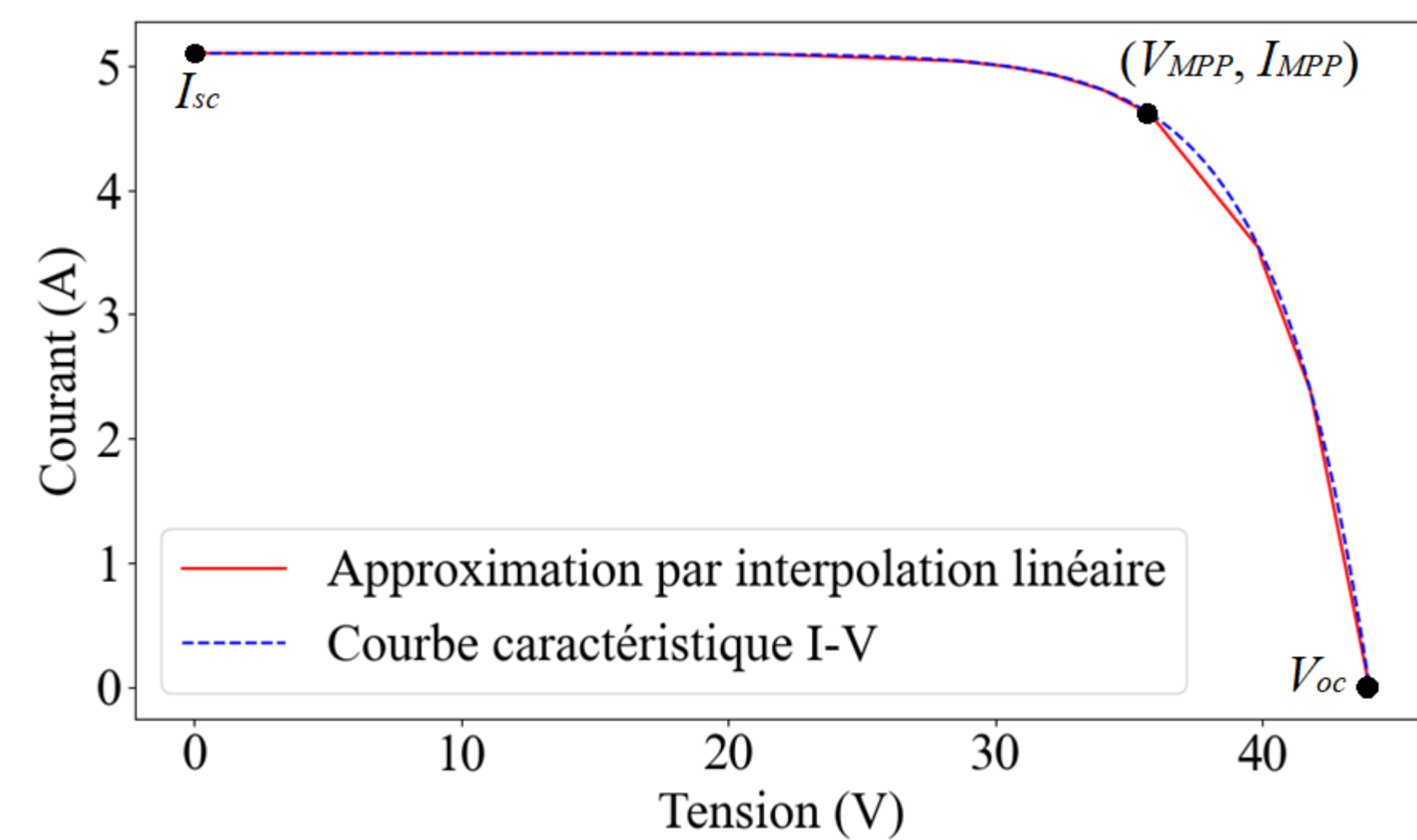
Amélioration d'un émulateur photovoltaïque *open-source* basé sur la suite technologique OwnTech

Gabriel Ceolin de Brito, Noemi Lanciotti, Giacomo Galli, Loïc Queval
gabriel.ceolindebrito@student-cs.fr

INTRODUCTION

Selon l'IEA (*International Energy Agency*), la production photovoltaïque mondiale a atteint un niveau record en 2022, augmentant de 270 TWh (+26 %) pour atteindre près de 1 300 TWh. Pour soutenir cette croissance, des innovations en R&D sont nécessaires afin d'améliorer l'efficacité et la fiabilité des systèmes énergétiques. Cet article présente un **émulateur photovoltaïque *open-source*** basé sur une carte **OwnTech**, conçu pour reproduire fidèlement le comportement électrique d'un module photovoltaïque réel. Contrairement à la plupart des solutions existantes, il utilise exclusivement du matériel ***open-hardware***, des logiciels ***open-software*** et des données ouvertes (***open-data***), simplifiant sa mise en œuvre et réduisant significativement les coûts.

MODÈLE DE PANNEAU PHOTOVOLTAÏQUE

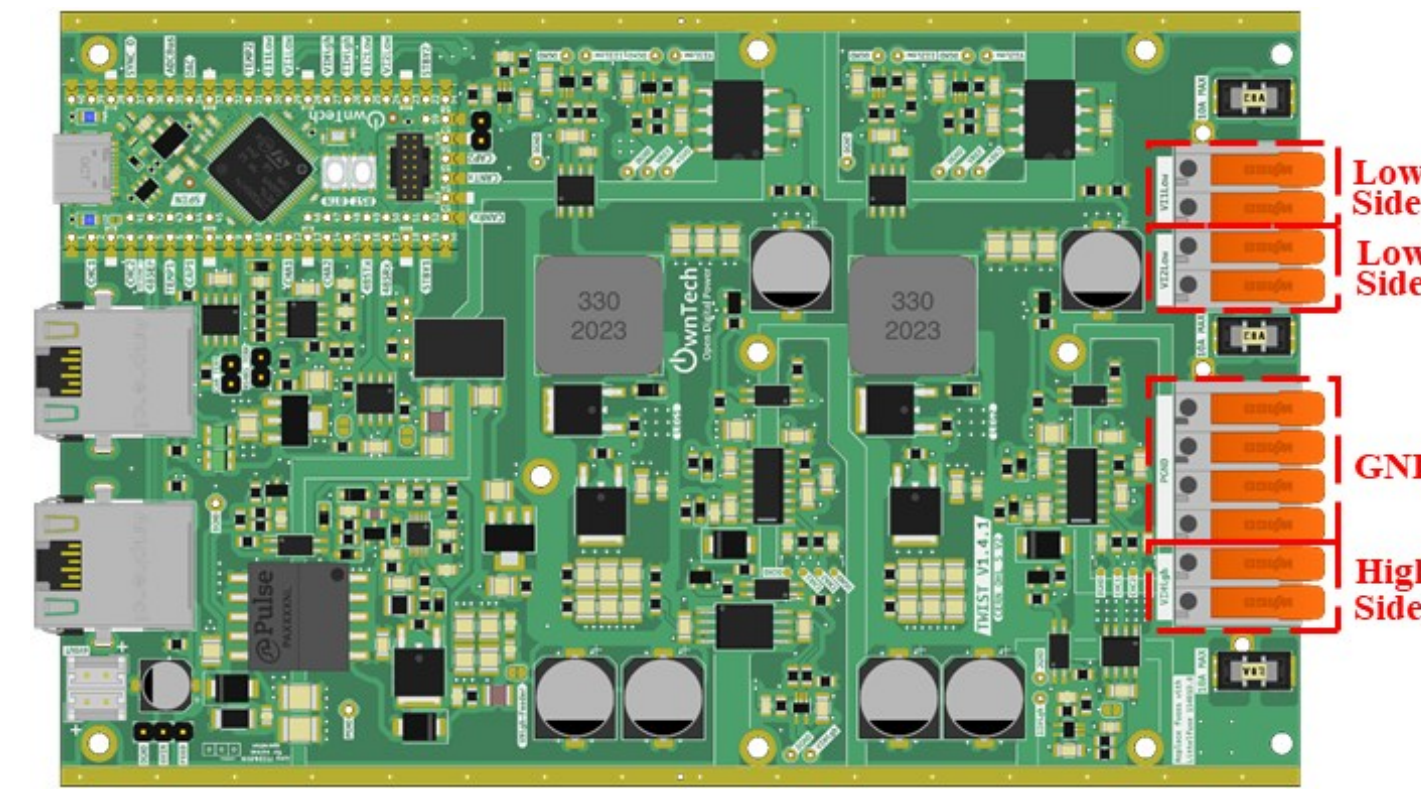
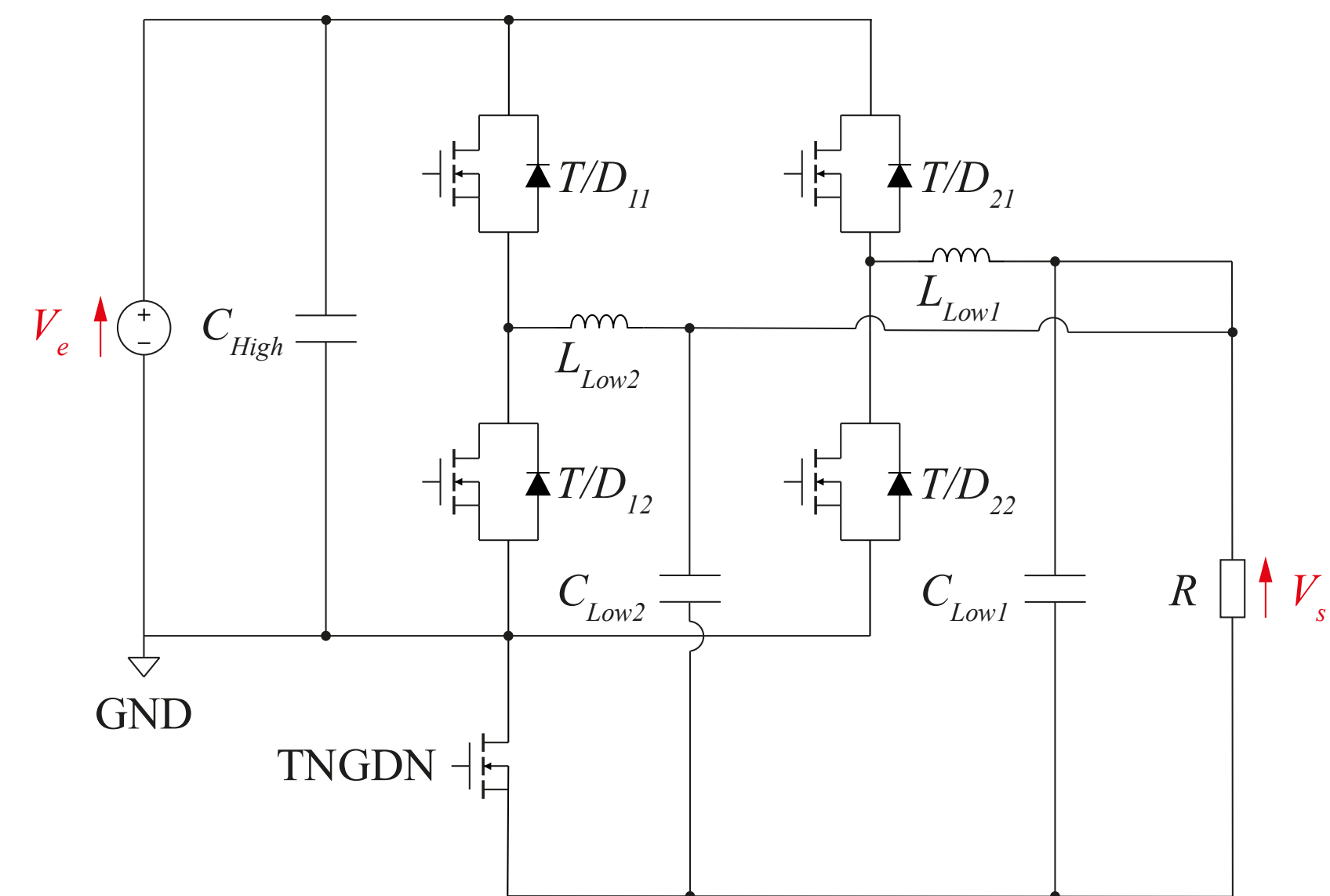


- V_{oc} : Tension de circuit ouvert
- I_{sc} : Courant de court-circuit
- V_{MPP} : Tension au point de puissance maximale
- I_{MPP} : Courant au point de puissance maximale

$$I(V) = I_{sc} \cdot \left(1 - e^{-\frac{V-V_{oc}}{c}}\right)$$

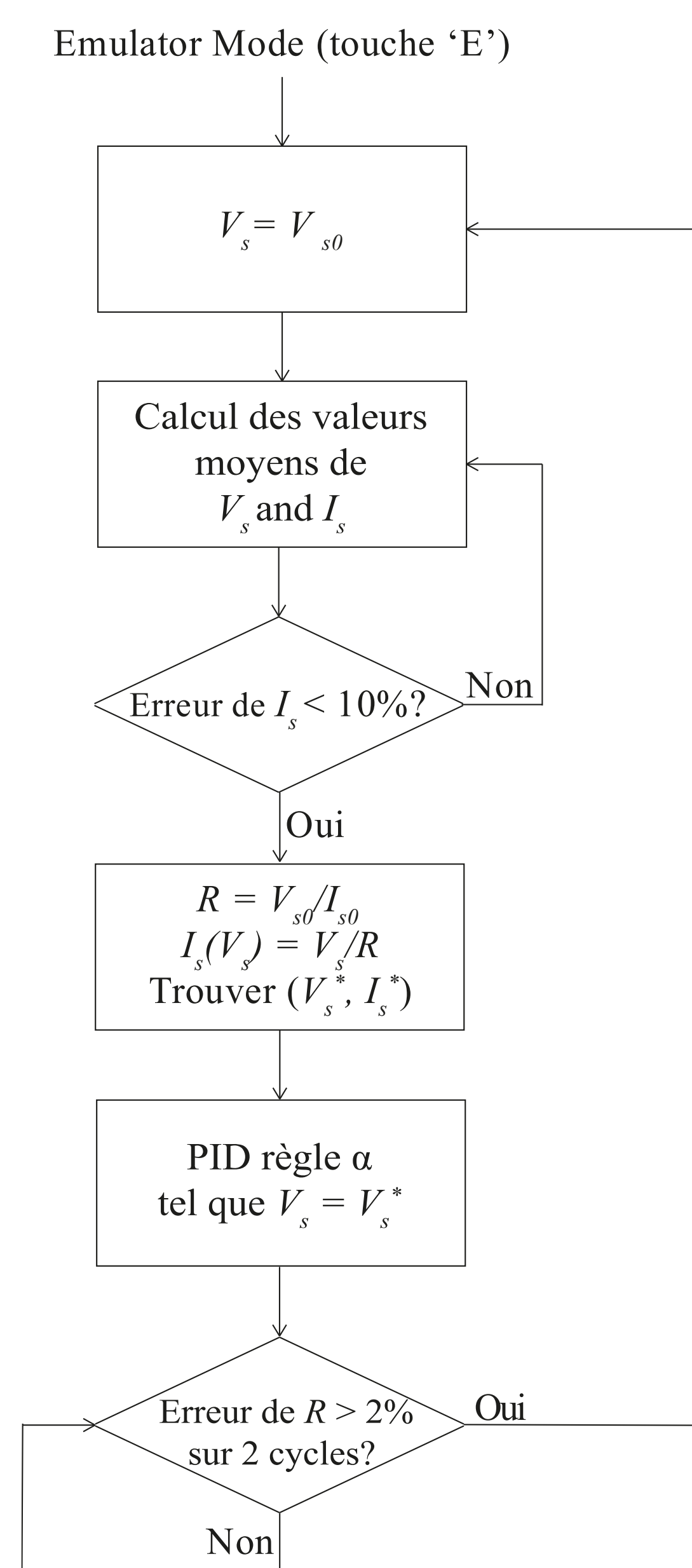
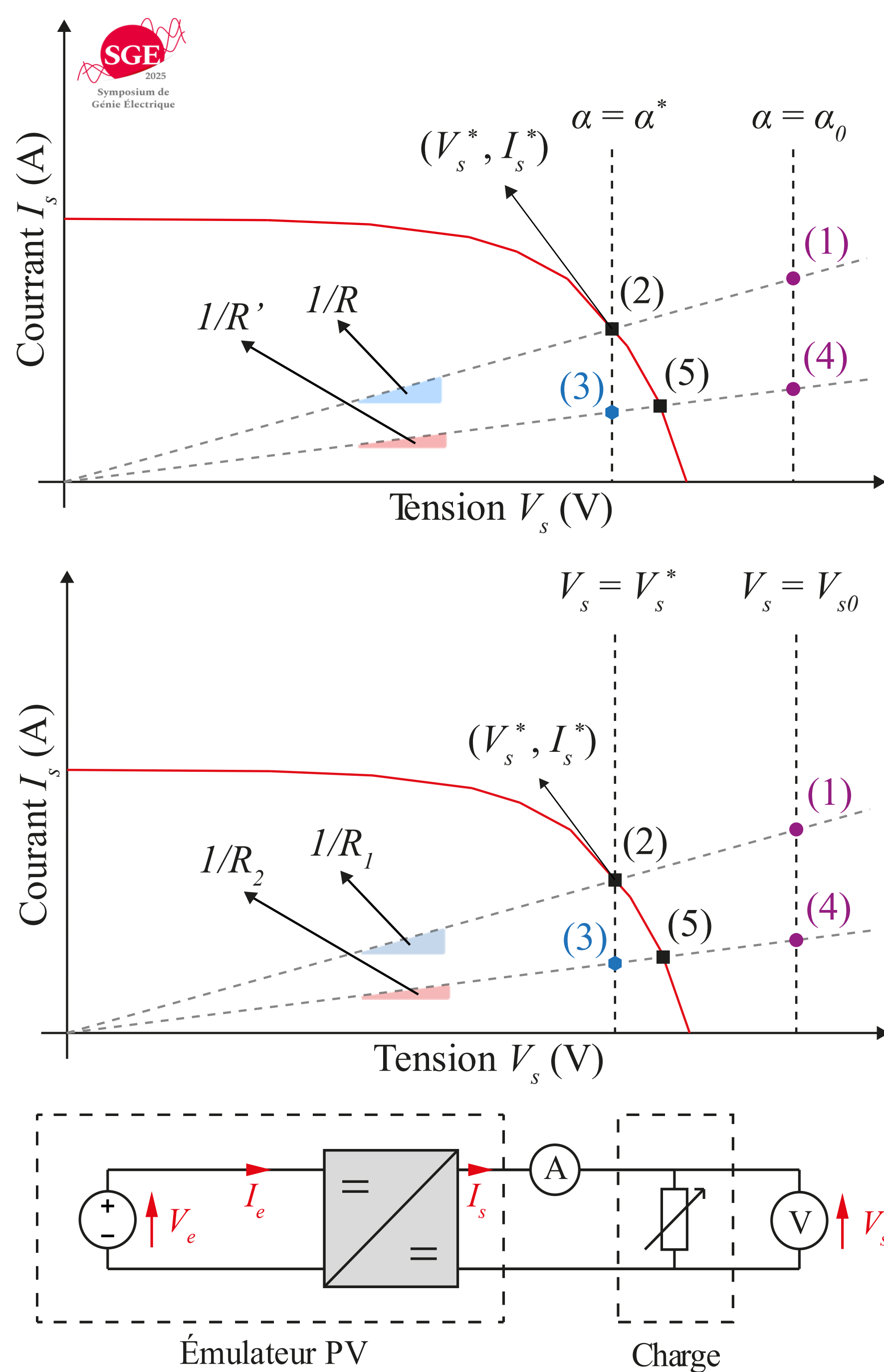
$$c = -\frac{V_{oc}-V_{MPP}}{\ln\left(1-\frac{I_{MPP}}{I_{sc}}\right)}$$

CARTE OWNTech

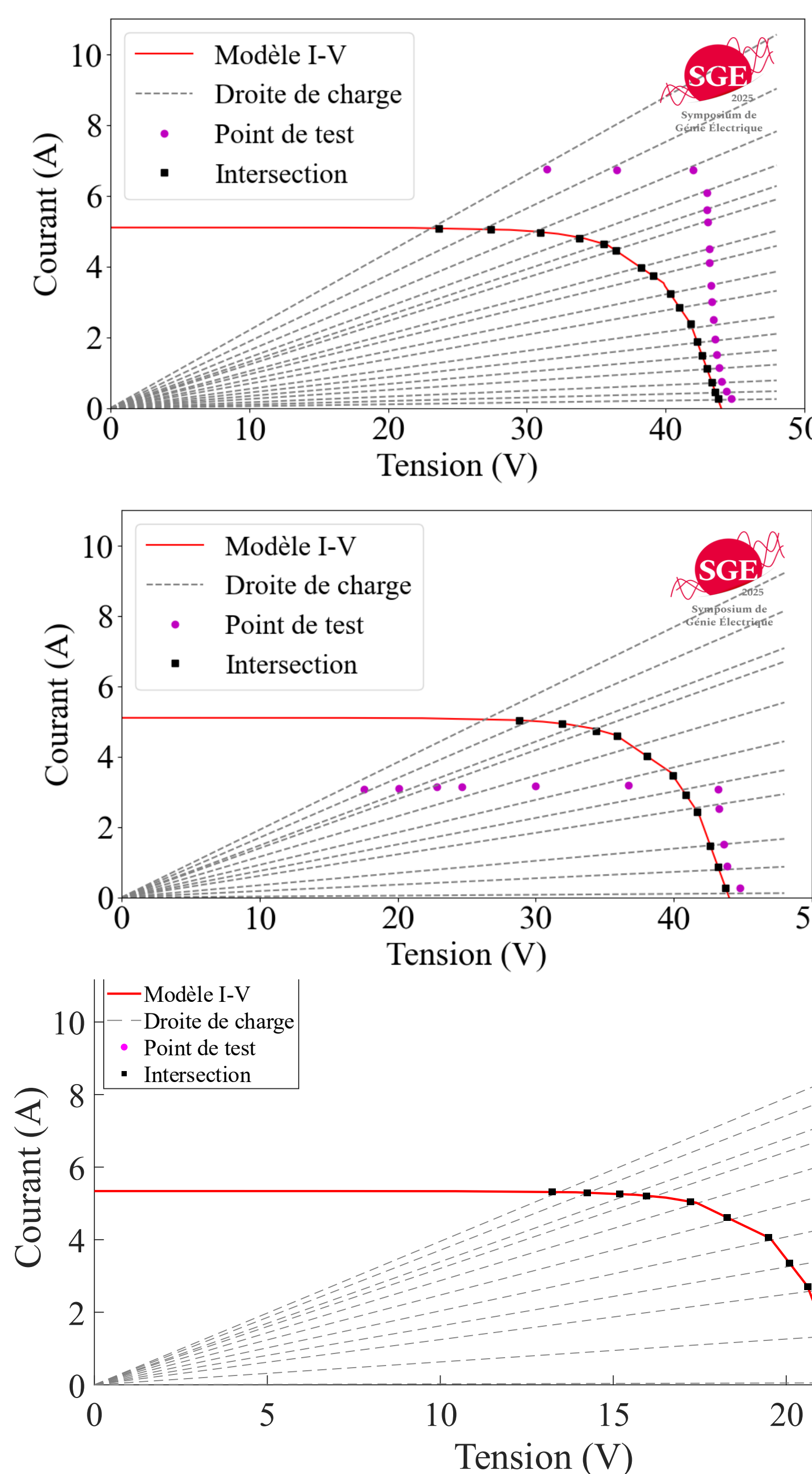


- V_{high} : de 12 à 100 V
- V_{low} : de 12 à 72 V
- $I_{high,low}$: Courant maximal à 8 A par side

ÉMULATEUR PHOTOVOLTAÏQUE



RÉSULTATS



- La condition de régime permanent est définie en fonction de l'**erreur relative du courant I_s** , plutôt que de la différence en valeur absolue
- De la commande en boucle ouverte à la commande en **boucle fermée**

P_e (W)	P_s (W)	η (%)
72,50	65,00	89,65
79,00	71,19	90,11
82,00	74,30	90,60
86,50	77,90	90,06
89,50	81,55	91,12
86,50	79,65	92,09
81,00	74,99	92,58
69,50	63,85	91,87
57,00	51,77	90,82
31,50	27,63	87,71
6,00	1,14	18,99

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Ce projet a permis d'approfondir la compréhension et d'améliorer les performances d'un émulateur photovoltaïque open-source basé sur la technologie OwnTech. Les travaux réalisés ont mis en évidence plusieurs phénomènes **jusqu'alors non expliqués**, notamment l'influence du **rapport cyclique initial** sur la fidélité de l'émulation et le comportement de **saturation du courant** observé dans certaines conditions de test. Grâce à l'analyse et à la reconstruction de la courbe caractéristique I-V pour différentes valeurs de paramètres, une version améliorée de l'émulateur a été développée et validée expérimentalement sur plusieurs modèles de panneaux PV, démontrant la correction des phénomènes indésirables présents dans la version précédente de l'émulateur. De plus, une étude du rendement du système a permis de mieux comprendre la structure interne de la carte OwnTech ainsi que le fonctionnement des cartes d'électronique de puissance.