

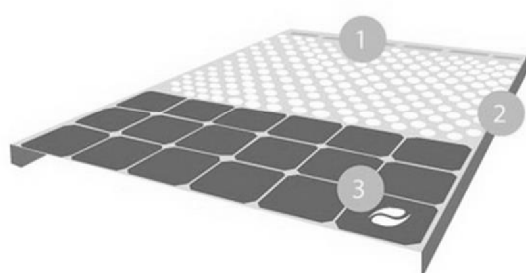
Les panneaux solaires hybrides

Nous allons nous intéresser à un équipement, le panneau hybride DUALSUN (voir document ci-après), utilisé afin de répondre aux objectifs de cette réglementation thermique.

DUALSUN, LE PANNEAU SOLAIRE HYBRIDE 2 EN 1 : PHOTOVOLTAÏQUE ET THERMIQUE

UN PRODUIT INNOVANT CONÇU POUR LE MARCHÉ

Grâce à un design verticalement intégré des composantes photovoltaïques et thermiques en un seul et unique panneau (protégé par 2 brevets), DualSun est spécifiquement conçu pour une fabrication industrielle optimisée, le rendant **plus efficace, plus esthétique et moins cher que ses concurrents.**



1. **Échangeur thermique** : complètement intégré dans le panneau, l'échangeur thermique permet un excellent transfert de chaleur entre la face avant photovoltaïque et la circulation d'eau.
2. **Faible épaisseur** : le panneau DualSun possède les dimensions standards d'un panneau photovoltaïque classique (60 cellules de 6 pouces).
3. **Cellules solaires photovoltaïques** : monocristallines, haut rendement, les cellules solaires photovoltaïques sont refroidies par la circulation d'eau.

I. Panneaux solaires photovoltaïques

Les caractéristiques du panneau hybride DUALSUN sont présentées dans l'annexe 1.

1. On estime qu'une maison a besoin d'une installation pouvant fournir 3 kWc (kilowatt crête).
En s'appuyant sur les annexes 1 et 2, déterminer le nombre de panneaux solaires à installer et leur surface totale.
2. Par ciel bleu et clair, le rayonnement solaire peut atteindre $1000 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. En s'appuyant sur l'annexe 14, déterminer la puissance reçue par un panneau photovoltaïque, puis par l'ensemble des panneaux photovoltaïques.
3. À l'aide de la question précédente et de l'annexe 14, définir et déterminer le rendement du panneau solaire.
4. Comparer la valeur trouvée à la question 3 avec la valeur du rendement du module photovoltaïque (module PV) donnée dans l'annexe 1. Ce résultat est-il en accord avec la valeur et la tolérance en % données par le constructeur ?

II. Étude d'une cellule photovoltaïque au laboratoire

On réalise au laboratoire l'étude d'une cellule photovoltaïque. On dispose d'une résistance variable, d'un ampèremètre, d'un voltmètre et d'une lampe à incandescence de puissance nominale 40 W.

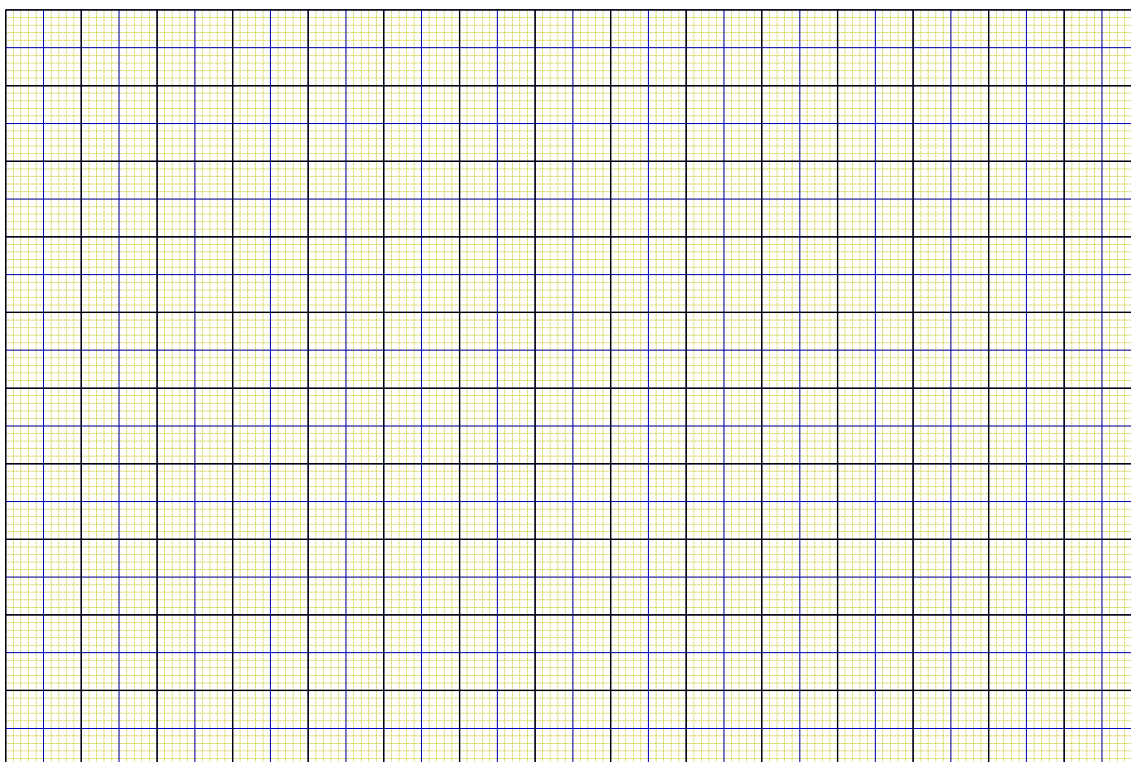
La cellule photovoltaïque est placée en série avec la résistance variable. Pour différentes valeurs de R, on relève ensuite la tension aux bornes de la cellule et l'intensité du courant dans le circuit.

1. Faire le schéma électrique associé à ce montage.
2. On relève expérimentalement les grandeurs suivantes pour une cellule de surface 26,1 cm² et une puissance reçue de 0,75 W émise par une lampe à incandescence placée à 10 cm de la cellule.

R(Ω)	260	170	110	80	60	50	30	20	0
U(V)	1,97	1,93	1,87	1,78	1,56	1,33	0,82	0,57	0,00
I(mA)	7,58	11,4	17,0	22,3	26,0	26,6	27,3	27,5	28,0
P(W)	0,15	0,22	0,32	0,34	0,41	0,35	0,22	0,16	0,01

En circuit ouvert la tension est de 2,06 V.

Tracer la courbe représentant l'intensité I du courant en fonction de la tension U : $I = f(U)$:



3. Déterminer et justifier à partir du graphique et de l'annexe 3 la tension à vide et l'intensité de court-circuit.
4. Déterminer la puissance maximale en utilisant l'annexe 4. En déduire le rendement de la cellule photovoltaïque du laboratoire.
5. Sachant que le rendement théorique de cette cellule est égal à 15%, proposer des hypothèses permettant d'expliquer l'écart avec la valeur déterminée à la question 4.

DOCUMENTS ANNEXES

Annexe 1 – Caractéristiques du panneau solaire DUALSUN

Caractéristiques physiques		Caractéristiques photovoltaïques	
Longueur	1677 mm	Nombre de cellules	60
Largeur	990 mm	Type de cellules	Monocristallin
Épaisseur	40 mm	Puissance nominale	250 Wc
Poids à vide / rempli	30 kg / 31,7 kg	Rendement du module PV	15,40 %
Couleur cadre	Noir	Tolérance	-1 % / +3%
Caractéristiques thermiques		Tension à puissance maximale	30,7 V
Surface du capteur	1,66 m ²	Intensité à puissance maximale	8,15 A
Volume liquide	1,70 L	Tension en circuit ouvert	38,5 V
Fluide caloporteur	Eau glycolée	Intensité de court-circuit	8,55 A
Température de stagnation	74,7 °C	Tension maximum système	1000 V DC
Pression de service maximum	1,2 bar	Courant maximal inverse	15 A
Pertes de charge par panneau	6000 Pa à 200 L/h	NOCT	49 °C
Entrée / Sortie hydraulique	Filtée ½ pouce	Classe d'application	Classe A

Annexe 2 – Que signifie le terme « kilowatt crête » (kWc) ?

Le kilowatt crête correspond à la puissance de pointe (terme anglais « kilowatt peak » formé à partir du mot « peak » signifiant point culminant/pic). Cette valeur indique la puissance atteinte par un panneau solaire exposé à un rayonnement solaire maximal (dans des conditions de test standard prédéfinies). Une de ces conditions standard est un rayonnement solaire optimal de 1 000 watts par mètre carré, ce qui, en France, correspond aux heures autour de midi d'une belle journée d'été.

La « puissance crête » est désignée par la plupart des fabricants par le terme de « valeur nominale » ou « puissance nominale ». Puisqu'elle est basée sur des mesures effectuées dans des conditions optimales, la puissance crête ne correspond pas à la puissance enregistrée dans des conditions réelles de rayonnement. Cette dernière est inférieure d'environ 15 à 20 % en raison du fort échauffement des cellules solaires enregistré dans la pratique.

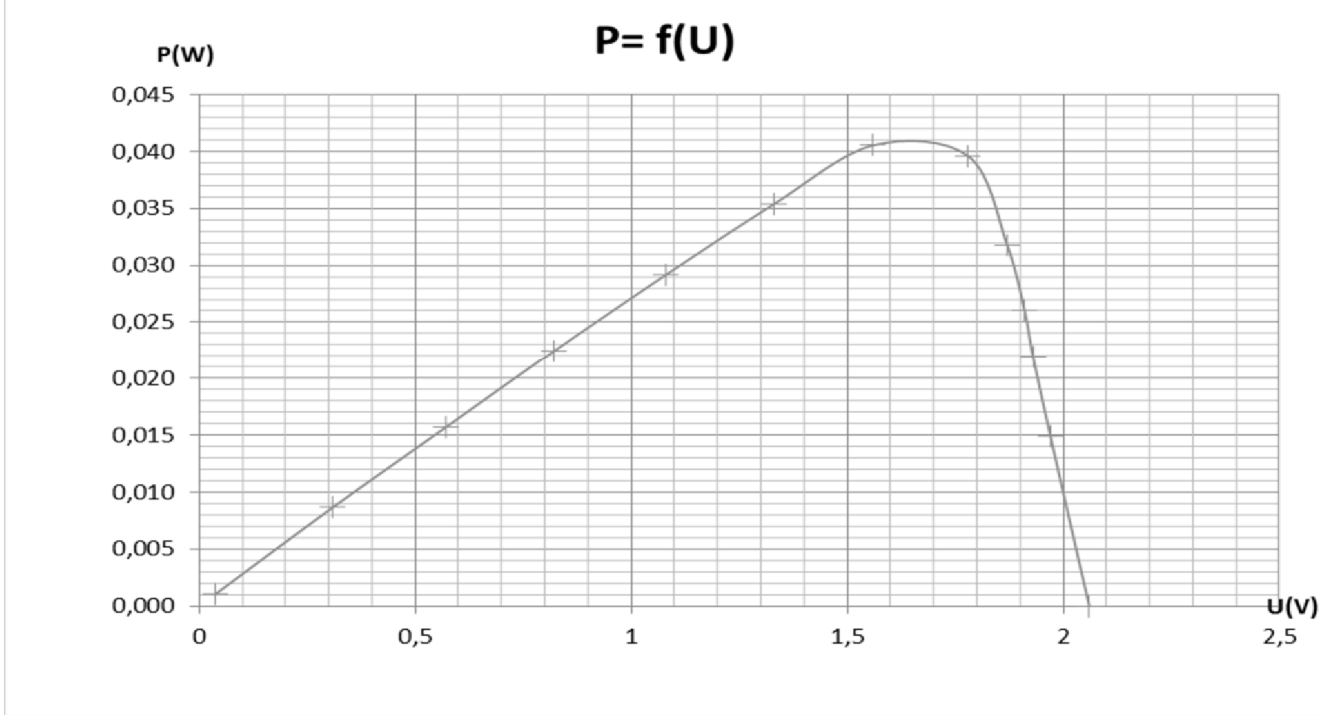
Annexe 3 – Tension en circuit ouvert et intensité de court-circuit

Définitions :

I_{cc} est l'intensité du courant produite par la cellule quand la tension à ses bornes est nulle.

La tension en circuit ouvert également appelée tension à vide, est noté U_0 .

Annexe 4 – Caractéristique puissance-tension de la cellule photovoltaïque utilisée au laboratoire



I. Panneaux solaires photovoltaïques

1. On a besoin d'une puissance de 3 kWc, soit 3×10^3 Wc.

D'après l'annexe 1, la dimension d'un panneau est de 1677 mm par 990 mm (1,677 m par 0,990 m) et sa puissance est de 250 Wc.

Il faut donc : $\frac{3 \times 10^3}{250} = 12$ panneaux.

La surface totale sera donc $S = 1,677 \times 0,990 \times 12 \approx 20 \text{ m}^2$.

2. D'après l'annexe 1, la dimension d'un panneau est de 1,677 m par 0,990 m.

Un panneau reçoit donc $1,677 \times 0,990 \times 1000 = 1,66 \cdot 10^3 \text{ W} = 1,66 \text{ kW}$

Donc les 12 panneaux vont recevoir une puissance $1,66 \times 12 \approx 20 \text{ kW}$

3. Le panneau solaire délivre une puissance de 250 Wc quand il reçoit une puissance de 1,66 kW.

Son rendement est donc : $\eta = \frac{\text{Puissance délivrée}}{\text{Puissance reçue}} = \frac{0,250}{1,66} = 0,15 = 15\%$

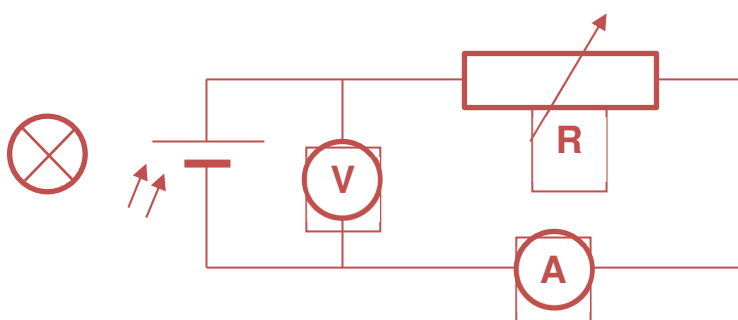
4. L'annexe 1 annonce un rendement de 15,4 % avec une tolérance de -1% et +3%.

C'est-à-dire un rendement compris entre 14,4 % et 18,4%

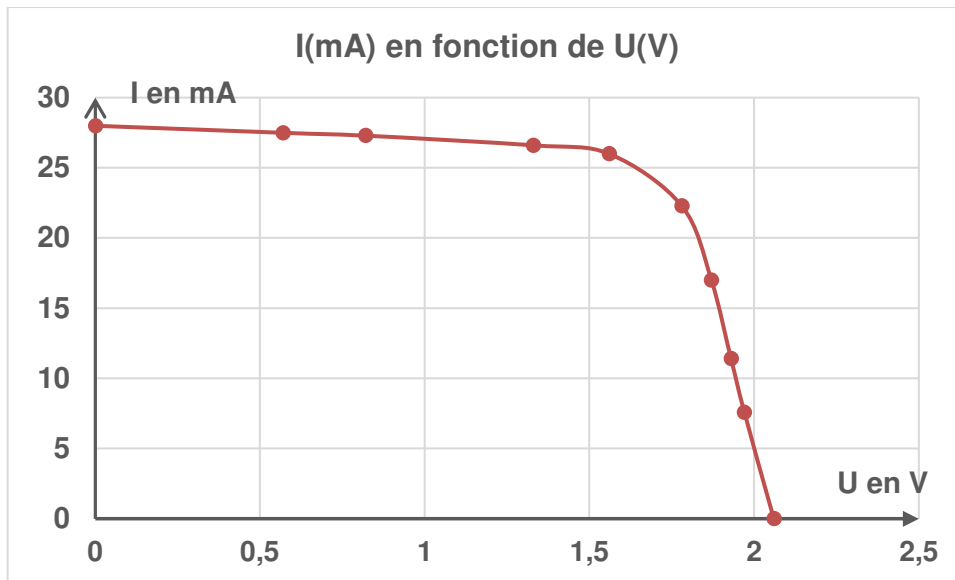
La valeur de 15% trouvée dans la question précédente est incluse dans cet intervalle, elle est donc en accord avec les données du constructeur.

II. Étude d'une cellule photovoltaïque au laboratoire

- 1.



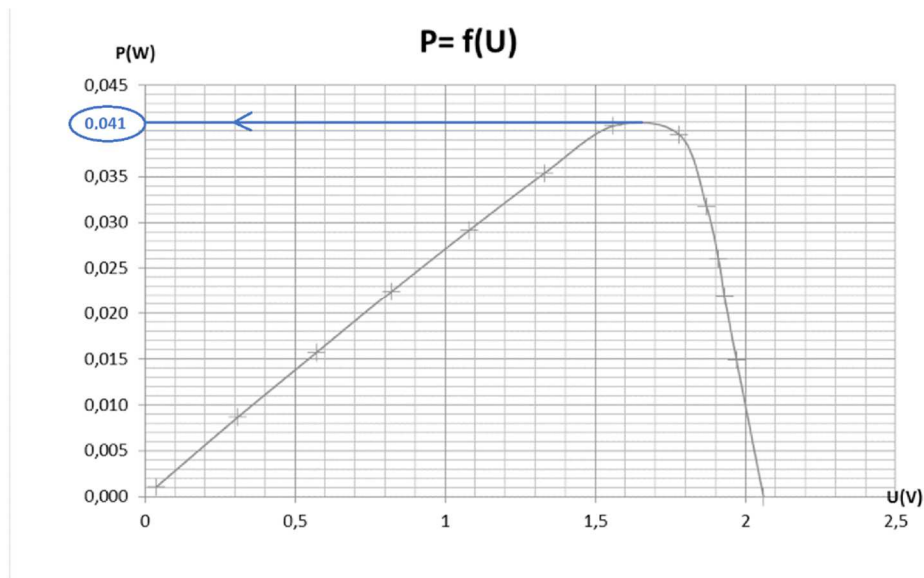
2.



3. La tension à vide est donnée dans l'énoncé de la question 2 : en circuit ouvert la tension est de 2,06 V.

D'après l'annexe 3, l'intensité de court-circuit correspond à l'intensité du courant produite par la cellule quand la tension à ses bornes est nulle : $I_{cc} = 28,0 \text{ mA}$

4.



D'après le document, $P_{\max} = 0,041 \text{ W}$.

D'après la description de l'expérience, la cellule reçoit une puissance de 0,75 W. Le rendement est donc :

$$\eta = \frac{\text{Puissance délivrée}}{\text{Puissance reçue}} = \frac{0,041}{0,75} = 0,055 = 5,5\%$$

5. Le rendement théorique de 15 % est obtenu dans des conditions normalisées qui ne sont pas réunies ici :

- Éclairement de $1000 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$.
- Lampe avec un spectre différent...