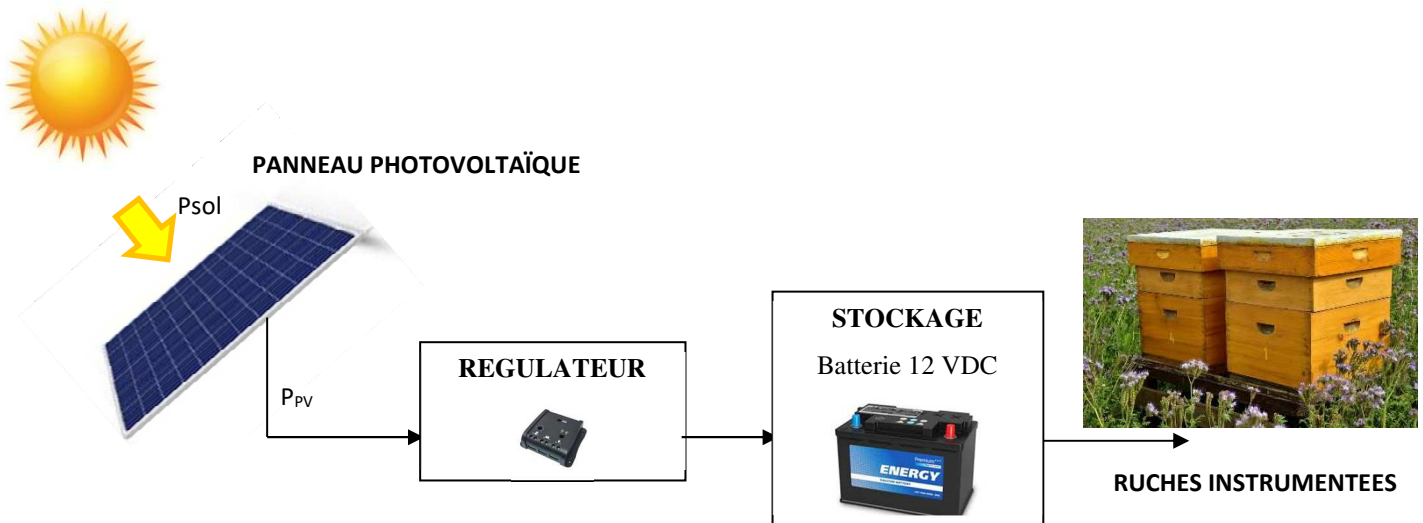


PRODUCTION D'ÉNERGIE : LES PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES

Beaucoup de systèmes de production d'énergie électrique renouvelable utilisent le panneau photovoltaïque. Souvent, l'application consiste à produire de l'énergie la journée, qui sera stockée dans une batterie pour être utilisée par la suite, selon la demande. Nous allons étudier l'installation des ruches instrumentées de notre Lycée, à Versailles :



1. Etude générale



1.1. Etude technologique

Vous disposez d'un panneau photovoltaïque 12V, dont les caractéristiques sont données sur l'emballage ou sur une étiquette à l'arrière du panneau...On fera la différence entre un panneau photovoltaïque PV et les cellules photovoltaïques qui le constituent.



- Q1.** Donner le type d'énergie reçue par un panneau photovoltaïque.
Donner aussi le type d'énergie disponible en sortie d'un panneau photovoltaïque.
Vous pouvez dessiner un bloc système.

1.2. Exploitation des données constructeur

- Q2.** Relever les principales indications du constructeur :
- V_{oc} : Voltage Open Circuit (tension à vide)
 - I_{sc} : Short Circuit Courant (courant de court-circuit)
 - V_{mpp} , I_{mpp} : Tension optimale (nominale) et courant optimal (nominal)
 - Puissance crête : Puissance nominale ou puissance en Watt $Crête$ Wc

Les valeurs données par le fabricant correspondent à des valeurs de test mesurées dans des conditions standard d'éclairement et de température précises. C'est ce qu'on appelle les conditions STC (Standard Test Conditions) :

- TEMPERATURE DU MODULE : $\theta = 25 \text{ }^\circ\text{C}$
- COEFFICIENT AIR-MASSE : $AM = 1,5$
- ECLAIREMENT ou Irradiance $H = 1000 \text{ W/m}^2$

- Q3.** Quelle que soit sa taille, une cellule photovoltaïque élémentaire délivre une tension continue à vide de l'ordre de $V_{cell} = 0,583 \text{ V}$. Déterminer le nombre de cellules montées en série sur le panneau étudié. Vous pouvez les compter pour vérifier !
- Q4.** Mesurer la longueur et la largeur utiles du panneau.
- Q5.** Calculer alors la surface active S_u en m^2 du panneau.
- Q6.** En déduire la puissance solaire P_{sol} que reçoit le panneau pour un éclairement de 1000 W/m^2 .
- Q7.** Vérifier que la puissance électrique du panneau $P_{PV} = V_{mpp} \times I_{mpp}$
- Q8.** En déduire le rendement du panneau η_{PV} .



2. Caractérisation par les mesures

2.1. Eclairement

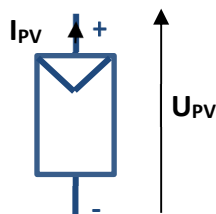
Afin de simuler le soleil, on utilisera une lampe halogène, d'intensité lumineuse réglable ou au bord d'une fenêtre.

- Q9.** Placer le panneau sous l'éclairage maximal et choisir une inclinaison qui vous paraît optimale pour recevoir la plus grande énergie possible.
- Q10.** Mesurer à l'aide d'un pyranomètre l'irradiance I ou H reçue en W/m^2 sur la surface du panneau.
- Q11.** Comparer avec la valeur pour les conditions STC.



2.2. Caractéristiques $I_{PV}=f(U_{PV})$

On donne le symbole du panneau photovoltaïque :



- Q12.** Proposer un schéma permettant de mesurer la tension à vide V_{oc} en volt, c'est-à-dire sans aucune charge branchée au panneau. La puissance est donc nulle, puisque $I = 0$.
- Q13.** Après accord du professeur effectuer la mesure de la tension en circuit ouvert V_{oc}

Contrairement à de nombreux générateurs électriques, un panneau photovoltaïque peut fonctionner en court-circuit sans risque particulier. Le courant délivré correspond alors au maximum que peut fournir le panneau. La puissance quant à elle est nulle, puisque $U = 0$.

Q14. Proposer un schéma permettant de mesurer le courant de court-circuit I_{sc} en ampère ou en mA selon votre panneau.

Q15. Après accord du professeur effectuer la mesure du courant de court-circuit I_{sc} .

On note V_{pv} la tension de sortie et I_{pv} le courant de sortie du panneau solaire. Pour obtenir différents points de fonctionnement, une résistance variable RCH (Réhostat ou boîte à décade) est placée comme charge du panneau.

Q16. Représenter le schéma du montage en précisant l'emplacement des appareils permettant de mesurer V_{pv} et I_{pv} .



APPELER LE PROFESSEUR POUR VERIFICATION

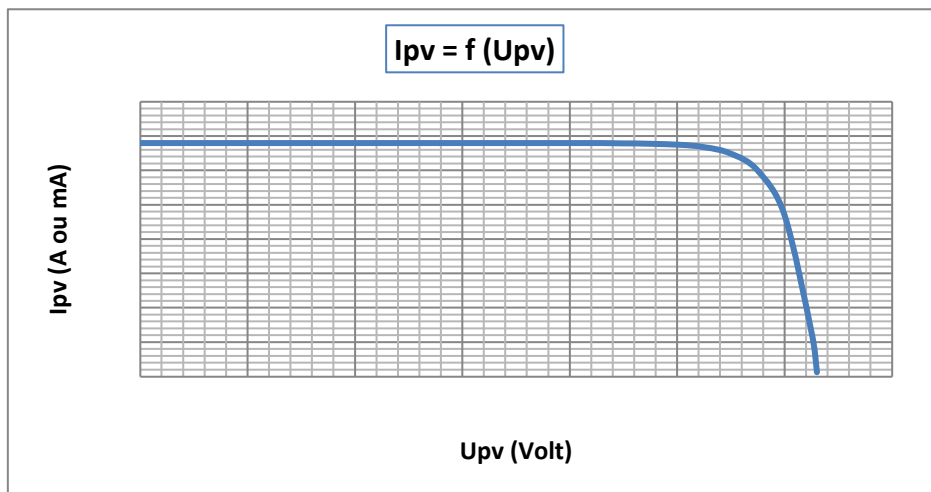
Q17. Réaliser le montage.

Q18. Faire varier Rch et sur un tableur type EXCEL, relever U_{pv} et I_{pv} , de préférence en colonne

RCH	Court-circuit	De 0 à xxx Ω								Circuit ouvert
U_{pv} (V)	0									
I_{pv} (A)										0

2.3. Exploitation :

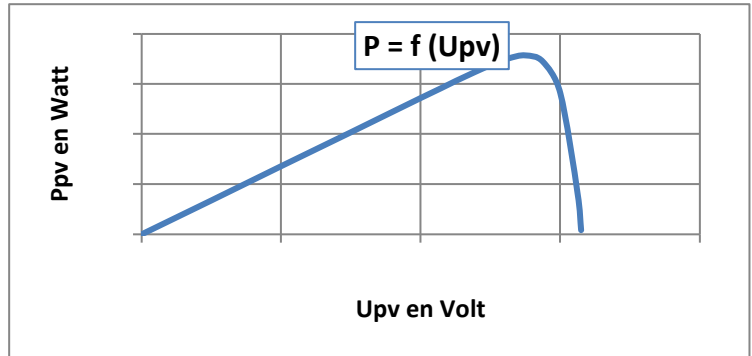
Q19. A l'aide d'un tableur sous EXCEL, en nuage de point, tracer et imprimer la caractéristique $I_{pv}=f(V_{pv})$, afin d'obtenir au plus près de ce graphique et de cette présentation, avec les échelles :



Q20. Toujours sous EXCEL, pour chaque point des mesures effectuées, rajouter un calcul automatique afin de déterminer la puissance Ppv.

Q21. Tracer et imprimer alors la courbe montrant l'évolution de P en fonction de Upv.

Q22. En déduire la valeur de la puissance maximum Ppvmax que peut délivrer le panneau pour cet éclaircement.



3. PVGIS : Simulation en ligne

Les Ruches du Lycée Jules Ferry sont installées sur le parking rue Maréchal Joffre à Versailles :

- ✓ Latitude 48.795
- ✓ Longitude 2.1198

Le panneau photovoltaïque utilisé délivre 30 Wc sous 12V.

Une batterie de 12V – 10 Ah assure l'alimentation des différents capteurs, jusqu'à 20% de sa capacité.

La consommation quotidienne des capteurs est de 120 mA sous 12V.

Q23. Déterminer l'énergie de la batterie Ebatt en Wh disponible.

Q24. Calculer l'énergie consommée quotidiennement Ec en Wh.

Q25. Sous le simulateur en ligne : https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/fr/tools.html, saisir les données nécessaires à une simulation HORS RESEAU :

Le screenshot montre l'interface web de PVGIS. À gauche, une carte satellite avec un point de sélection. À droite, un panneau de configuration pour une simulation 'HORS RESEAU'. Les paramètres sont :

- Cursor:** Sélectionné: 48.795, 2.120; Élévation (m): 139; PVGIS ver.: 5.3
- Utiliser les ombres du terrain:** Horizon calculé; Télécharger fichier horizon
- PERFORMANCE DU SYSTÈME PV HORS RESEAU:**
 - Base de données de rayonnement solaire: PVGIS-SARAH3
 - Puissance PV crête installée [Wp]: 30
 - Capacité des batteries [Wh]: 120
 - Limite de décharge [%]: 20
 - Consommation par jour [Wh]: 34
 - Télécharger données de consommation
 - Inclinaison [°]: 35
 - Azimut [°]:

En bas, une barre d'adresse indique 'Eg Ispra, Italy' et 'Lat/Lon: 48.795, 2.1198'. Des boutons 'Visualiser résultats', 'csv' et 'json' sont également visibles.

Dans l'onglet DONNEES MENSUELLES D'IRRADIATION, mettre l'année finale 2023, afin de prendre plus de données de simulation

Q26. Cliquer sur « Visualiser résultats » et sur l'onglet « Performances ». Vous devez obtenir l'écran suivant :

Entrées fournies:	
Emplacement [Lat/Lon]:	48.795,2.120
Horizon:	Calculé
Base de données:	PVGIS-SARAH3
PV installée [Wp]:	30
Capacité des batteries [Wh]:	120
Limite de décharge [%]:	20
Consommation par jour [Wh]:	34.6
Angle d'inclinaison [°]:	35
Angle d'azimut [°]:	0

Metric	Value
Pourcentage des jours batterie pleine [%]	68.19
Pourcentage des jours batterie vide [%]	8.92
Énergie moyenne non capturée [Wh]:	68.63
Énergie moyenne manquante [Wh]:	13.31

Q27. Commenter les pourcentages de jours avec batterie vide, et les mois correspondants. Vous pouvez imprimer une synthèse en cliquant sur l'onglet « PDF »

Q28. Etudier une solution, en augmentant la puissance crête du panneau à 45 Wc, l'énergie de la batterie à 260 Wh et le pourcentage de décharge autorisée à 15%. Commenter



APPELER LE PROFESSEUR POUR VERIFICATION