**Fiche Professeur : Les panneaux photovoltaïques**

**Niveau :** Terminale générale et terminale STI2D (adaptable 1ère générale SPE et STI2D)

**Type d’activité :** Activité d’exploration post-EDS pour les SPÉ et pré-EDS pour les STI2D

Évaluation formative incluant une différenciation par utilisation de l’outil numérique.

**Objectifs :**

* Déterminer le rendement d’un panneau photovoltaïque (et l’utiliser dans un contexte familier)

(La différenciation apportée à l’activité permettra aux élèves en difficulté de travailler la démarche scientifique via une évaluation formative et de se placer en situation de réussite)

* S’exercer pour le Grand Oral

**Mots-clés :** panneau photovoltaïque, intensité, tension, puissance, loi des nœuds

**Outils utilisés :** digiscreen, digipad, logiquiz H5P, adobe spark page, genially, lockee, apps.education (nuage)

**Durée :** 2 séances de 2h

**Compétences ciblées de la démarche scientifique (et du Grand Oral)**

|  |  |
| --- | --- |
| **S’app** | Énoncer une problématique  Rechercher et organiser l’information en lien avec la problématique étudiée |
| **Ana/rais** | Proposer une stratégie de résolution  Choisir un modèle ou des lois pertinentes |
| **Réa :** | Mettre en œuvre les étapes d’une démarche  Effectuer des procédures courantes (calculs, représentations, collectes de données, etc.) |
| **Val** | Identifier des sources d’erreur, estimer une incertitude, comparer à une valeur de référence |
| **Com** | Présenter une démarche de manière argumentée, synthétique et cohérente  Échanger entre pairs |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Thème** | **Notions** | **Capacités exigibles** | **Série** |
| ONDES ET SIGNAUX | Enjeux énergétiques : rendement d’une cellule photovoltaïque | Déterminer le rendement d’une cellule photovoltaïque | Terminale générale  Spécialité Physique-Chimie  (post-EDS  Préparation Grand Oral) |
| *ÉNERGIE :*  *Conversions et transferts* | *Rendement d’un convertisseur* | *Évaluer le rendement d’un dispositif* | *1ère générale*  *Spécialité Physique-Chimie* |
| ÉNERGIE  Énergie transportée par la lumière | Conversion photovoltaïque | * Identifier les formes d’énergie mises en jeu dans une conversion photovoltaïque * Exploiter les caractéristiques tension-courant d’un panneau photovoltaïque pour identifier son point de fonctionnement * Réaliser le bilan de puissance pour déterminer le rendement d’une conversion photovoltaïque | Terminale STI2D  Spécialité  Physique-Chimie/maths  (avant EDS ) |
| *ÉNERGIE* | *Conversion photovoltaïque* | *Effectuer expérimentalement le bilan énergétique et déterminer le rendement d’un panneau photovoltaïque* | *1ère STI2D*  *Spécialité*  *Physique-Chimie/maths* |

**Prérequis :** formule de la puissance, appliquer la loi des nœuds, utiliser un tableur-grapheur, (pour aller plus loin : notion de capacité d’un accumulateur en Ah)

**Résumé de l’activité élève : Les panneaux photovoltaïques (sur digipad)**

**Contexte :**

Mana et Herehia vont aux Tuamotu pour les vacances, ils souhaitent faire une escapade de 3 jours sur le motu d’en face. Ils souhaitent pouvoir recharger leur téléphone à l’aide d’une batterie externe.

Ayant retrouvé dans le garage des petits panneaux photovoltaïques, ils souhaiteraient recharger leur batterie externe de 5000 mAh pendant la journée avec le(s) panneau(x) photovoltaïque(s) mais ne savent pas comment s’y prendre !

Pouvez-vous les aider ?

**À la façon de 3 reporters scientifiques,**

**vous élaborerez une réponse argumentée de la solution que vous proposerez à Mana et Herehia**

**puis**

**l’enregistrerez dans la capsule « remise de la réponse à l’oral » sur une durée maximale de 180s**

**Qr-code du Digipad** où se trouve l’activité élève  : 

ou <https://digipad.app/p/367202/94bf9ba40086e>

***Votre démarche doit comporter les étapes suivantes :***

* *l’énoncé de la problématique*
* *l’élaboration d’une stratégie de résolution et la mettre en oeuvre*
* *la réponse à la problématique en détaillant vos résultats*

*(poser à l’écrit dans un 1er temps puis restituer à l’oral)*

---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Digipad à destination des professeurs pour utilisation des outils numériques**

 ou <https://digipad.app/p/396312/92fe58d795cd3>

**Les Documents**

**Document 1 : Matériel de Mana et Herehia**

* 10 panneaux photovoltaïques de type n°1
* 10 panneaux photovoltaïques de type n°2
* Câbles électriques et Câble USB- 5V DC
* Batterie externe deux port USB et USBC, 5000mAh, 5V-2A



**Panneau n°1 Panneau n°2**

134 x 92 (mm) 126 x 92 (mm)

**Document 2  : Les différents types de panneaux photovoltaïques**

|  |  |
| --- | --- |
| **Cellules MONOCRISTALLINES**  On les reconnaît grâce à leur **couleur très foncée**, il s’agit **d’un seul cristal de silicium**. Au sein d’un même module solaire, tous les cristaux de silicium sont orientés dans le même sens. Le rendement est situé entre 13 % et 18% mais il est également vendu plus cher, car sa fabrication est plus délicate. |  |
| **Cellules POLYCRISTALLINES**  On reconnaît ces cellules à leur **couleur bleutée**. Elles sont composées de cristaux orientés dans **différentes directions, l**eur couleur n’est pas homogène.  À l’échelle mondiale, c’est le matériau photovoltaïque le plus utilisé, car il offre à ce jour le meilleur rapport qualité/prix. Les coûts de fabrication sont en effet inférieurs au silicium monocristallin. Leur rendement est en général inférieur à celui des cellules monocristallines. |  |
| **Cellules SILICIUM AMORPHE**  Généralement de couleur marron ou gris foncé. Elles sont bien plus fines que les cellules en silicium cristallin. C’est une technologie utilisée depuis longtemps dans les petites calculatrices, mais leur rendement reste très faible (entre 6% et 9%) et ont aussi une durée de vie plus faible . |  |

**Document 3  : Formule du rendement et notation**

Le rendement η d’une cellule photovoltaïque est :

Pélec,max : puissance électrique maximale générée par la cellule

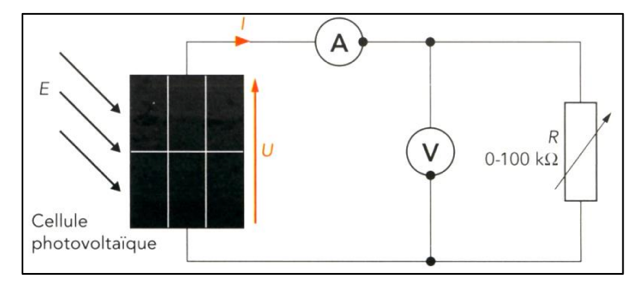
Plum : puissance lumineuse que la cellule photovoltaïque reçoit

Plum = E × S où E est l’éclairement(\*) de la cellule, exprimée en W.m-2 et S la surface de la cellule, exprimée en m².

(\*) en réalité E est appelé flux

**Document 4  : ( sur fichier excel )**

Avec le montage ci-dessous , on a réalisé les mesures suivantes :

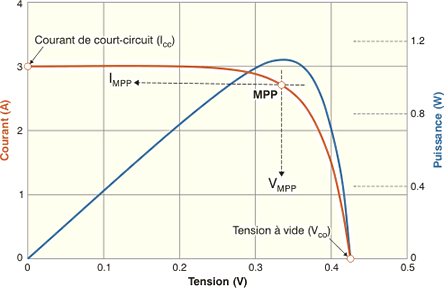
****

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 5,5 V ; 0,3 A | | 800 W/m^2 | |  | |  |  |  | 5,5 V; 0,3 A | 800 W/m^2 |  |  |  |
| **panneau 1** | |  | |  | |  |  |  | **panneau 2** | |  |  | | --- | --- | | **U ( V)** | **I(A)** | | 0,73 | 0,35 | | 0,97 | 0,35 | | 1,55 | 0,35 | | 1,73 | 0,35 | | 2,32 | 0,35 | | 2,76 | 0,34 | | 3,21 | 0,34 | | 3,7 | 0,34 | | 4,11 | 0,34 | | 4,6 | 0,335 | | **5,1** | **0,31** | | 5,3 | 0,22 | | 5,4 | 0,17 | | 5,45 | 0,14 | | 5,47 | 0,12 | | 5,5 | 0,1 | | 5,6 | 0,03 | | 5,6 | 0,03 | |  |  |  |
| **U ( V)** | | **I(A)** | |
| 0,74 | | 0,35 | |
| 0,98 | | 0,35 | |
| 1,57 | | 0,35 | |
| 1,73 | | 0,35 | |
| 2,32 | | 0,35 | |
| 2,76 | | 0,345 | |
| 3,21 | | 0,345 | |
| 3,7 | | 0,34 | |
| 4,11 | | 0,34 | |
| **4,6** | | **0,33** | |
| 5,1 | | 0,29 | |
| 5,3 | | 0,22 | |
| 5,4 | | 0,17 | |
| 5,42 | | 0,14 | |
| 5,46 | | 0,12 | |
| 5,5 | | 0,1 | |
| 5,6 | | 0,03 | |
| 5,62 | | 0,02 | |

**Document 5  : Ensoleillement en Polynésie**

<https://fr.tutiempo.net/radiation-solaire/tahiti-faaa.html>

**Document 6 : Caractéristique courant-tension**

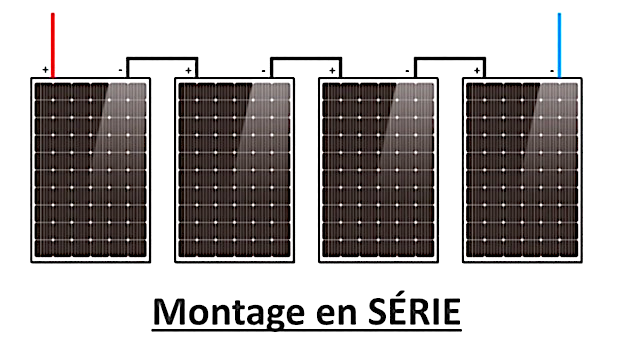
Sous un éclairement donné, toute cellule photovoltaïque est caractérisée par une courbe Courant-Tension (U ; I) ainsi qu’une courbe Puissance-Tension (U ; P).

Exemple ci-contre : pour une cellule au silicium de 100 cm².

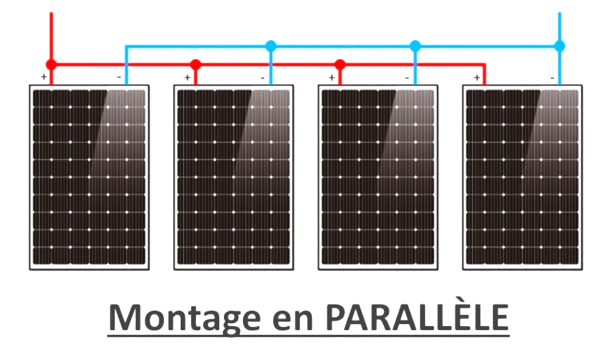
Trois grandeurs physiques importantes :

* La tension à vide : **Vco**. Il s’agit de la tension aux bornes d’une cellule éclairée mais non raccordée.
* Le courant de court-circuit: **Icc**. Il s’agit du courant débité par une cellule éclairée et raccordée à elle-même par un simple fil.
* Le point de puissance maximal: **MPP** (en anglais : *maximal power point*) est obtenu pour une tension et un courant optimaux.

**Document 7 : Branchement des panneaux en série et en dérivation**



Lorsque tous les modules photovoltaïques sont branchés en série, la tension résultante de cet ensemble de panneau est égal à la somme des tensions des panneaux. Par contre, le courant est quant à lui égal à celui d’un seul panneau.



Lorsque tous les modules photovoltaïques sont branchés en parallèle, la tension résultante de cet ensemble de panneau est égal à la tension d’un seul panneau. Par contre, le courant total est quant à lui égal à la somme des courants fournis par chacun des panneaux.

**La différenciation**

**Coup de pouce n°1**

* Quelles grandeurs physiques as-tu repéré dans les documents ? Les grandeurs physiques repérées sont l'intensité, la tension, la puissance, le rendement
* Quelle grandeur physique permet de savoir quel est le meilleur panneau photovoltaïque? Le rendement permet de savoir quel sera le meilleur panneau phototovoltaïque

**Coup de pouce n°2**

Quelle est la formule de la puissance P ? La formule de la puissance est P= U x I

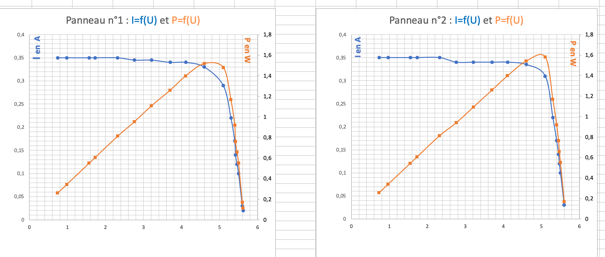
**Coup de pouce n°3**

Pourquoi doit-on accorder de l'importance aux valeurs de la tension et de l'intensité de la batterie externe ? Ces valeurs permettront de savoir si le panneau photovoltaïque choisi pourra l'alimenter

**Coup de pouce n°4 ( code 7777)**

Tracer les graphiques I=f(U) et P= f(U)

**Coup de pouce n°5 ( code prof 2024)**



**Coup de pouce n°6**

Sur les graphiques quelles sont les valeurs de la Puissance électrique maximale?

**Pour aller plus loin 1 :**

Teva souhaiterait savoir combien de temps mettrait la batterie à se charger.

**Pour aller plus loin 2 :**

Teva s’interroge sur la conversion « lumière-électricité ».

**Pouvez-vous aider Teva à expliquer en quelques phrases ce qu’il se produit au niveau microscopique dans une cellule photovoltaïque ?**

[**https://www.cea.fr/comprendre/Pages/energies/renouvelables/essentiel-sur-cellules-photovoltaiques.aspx**](https://www.cea.fr/comprendre/Pages/energies/renouvelables/essentiel-sur-cellules-photovoltaiques.aspx)

**La démarche scientifique évaluée par les compétences du LSL et du Grand Oral**

|  |  |
| --- | --- |
| **S’APP** | **S'approprier une problématique, identifier les connaissances associées et rechercher l'information utile**   * Formulation de la problématique * Identification des grandeurs physiques : rendement, Pél, Plum, S * Identification des informations sur le rayonnement solaire * Identification des informations sur la puissance de la batterie * Identification des informations des branchements série ou parallèle |
| **ANA**  **/RAIS** | **Analyser des données, raisonner et proposer des stratégies de résolution**   * Tracé de I =f(U) et P=f(U) * Détermination graphiquement Pél max * Détermination de la surface du panneau * Détermination de Plum * Détermination du rendement * Choix du branchement des panneaux en dérivation |
| **RÉA** | **Conduire une démarche, exploiter des données, calculer, représenter**   * Utilisation d’un tableur (entrée des valeurs, tracé de I=f(U) , lecture de Pélmax, tracé de P=f(U) * Mesure des dimensions du panneau * Calculs de S, Plum, r * Relève des valeurs de Umax et Imax * Utilisation de la loi des nœuds pour obtenir une intensité égale à 2 A ( 2/0,31 = 7 panneaux ) |
| **VAL** | **Valider des résultats obtenus et faire preuve d'esprit critique**   * Utilisation du panneau avec le meilleur rendement * Comparaison des valeurs de (U,I et P) de la batterie externe et du montage des panneaux * Regard critique sur la puissance obtenue par temps couvert |
| **COM** | **Communiquer à l'ORAL de manière structurée, raisonnée et argumentée en utilisant un langage rigoureux et des modes de représentations appropriés**  **( annexe 1 du Grand Oral)**   * Qualité orale de la prestation * Qualité de la prise de parole en continu * Qualité des connaissances * Qualité et construction de l'argumentation |

**Autoévaluation des compétences (parcours H5P ou version papier… )**

Schématisation schéma + correction + feedback

bilan énergétique

**Éléments de correction :**

1. **La problématique**

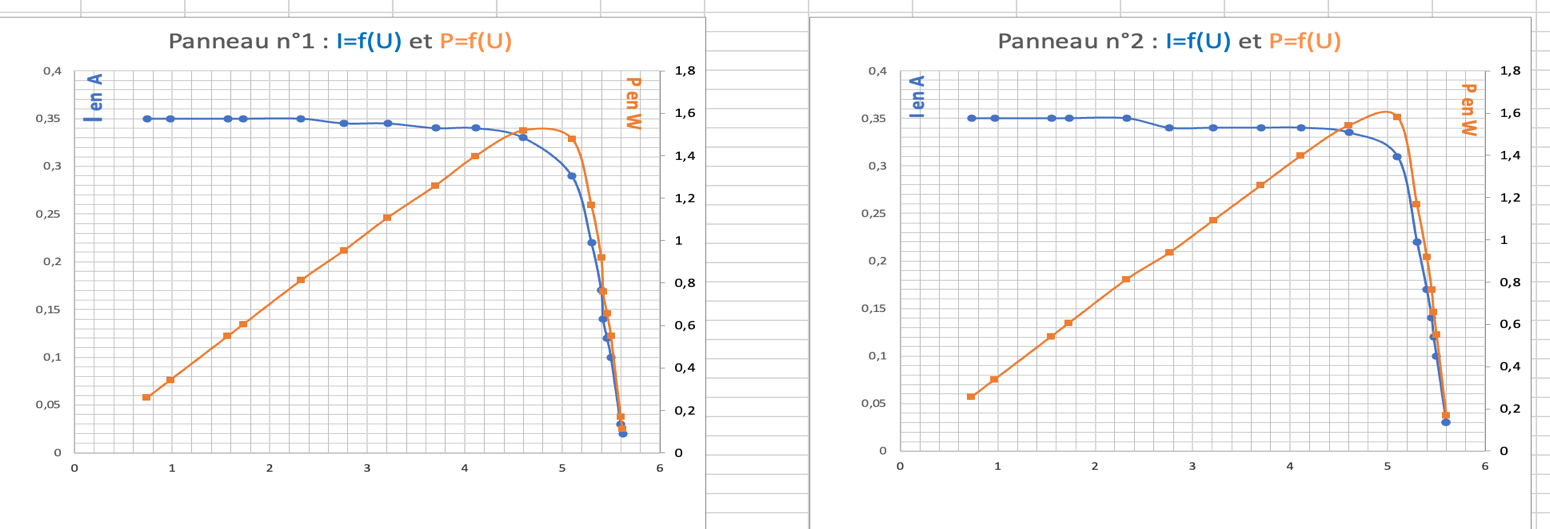
Problématique partielle : **Quel panneau photovoltaïque Mana et Herehia doivent-ils choisir pour recharger leur batterie externe ?**

Problématique complète : **Quels panneaux photovoltaïques Mana et Herehia doivent-ils choisir pour recharger leur batterie externe et comment les brancher entre eux ?**

1. **La démarche**

**Détermination du rendement**

* Le Doc2 nous informe qu’il peut y avoir deux types de panneaux et que le panneau de meilleur rendement serait à choisir
* Le Doc 3 donne la formule du rendement qui nécessite de déterminer Pmax et Plum
* Le Doc 6 nous indique comment obtenir Pmax
* Le Doc 4 nous permet de tracer les courbes de I=f(U) et P=f(U)



* Sur le Doc 4 sont indiqués E= 800 W.m-2  et la surface pour chaque panneau Plum = E x S

Panneau n°1 :

Panneau n°2  :

Le panneau choisi est donc le panneau n°2

**Détermination des branchements à effectuer :**

* La batterie externe a les caractéristiques suivantes U = 5 V et I = 2 A, pour la charger il faut que le panneau délivre une puissance dont les caractéristiques seraient U = 5 V et I = 2 A.
* D’après le Doc 6 on peut déterminer le point de puissance maximal avec la courbe I=f(U) tracée :

MPP( 5,1 V ; 0,31 A)

* Nous remarquons que la tension serait suffisante mais que l’intensité est inférieure aux 2 A requis.
* En montant 7 panneaux photovoltaïques en parallèle ( Doc 7) les intensités s’additionnent donc IMP=2,2 A

***Remarque****:*

*pour ceux qui utilisent le Doc 5 , on remarque que l’ensoleillement est assez rarement égal à 800 W.m-2  sur plusieurs heures d’affilées, on peut donc proposer de brancher plus de panneau en parallèle afin d’augmenter I donc P*

***Pour aller plus loin :  Teva souhaiterait savoir combien de temps mettrait la batterie à se charger ... avez-vous la réponse?***

*5000 mAh signifie que la batterie serait chargée en 1h avec 5 A*

*Or nous avons 2 A il faudra donc si l’ensoleillement est au moins à* 800 W.m-2  plus de 2heures et demi pour charger la batterie externe. ( On peut aussi raisonner en puissance)

**Évaluation de l’enregistrement AUDIO**

|  |
| --- |
| Points à valoriser/ de fragilité au regard des 5 axes d’observation  « Très satisfaisant » = TS « Fragile » = F « Satisfaisant » = S « Insuffisant » = I |
| Qualités orales de l’épreuve |
|  |
| Qualités des connaissances |
|  |
| Qualités de la prise de parole en continu |
|  |
| Qualités et construction de l’argumentation |
|  |
| ~~Qualités de l’interaction~~ |
|  |

Commentaire global de la prestation :