

# ILAND *TREK*

## GENERATEUR SOLAIRE PORTABLE



Dossier Pédagogique **STI2D**

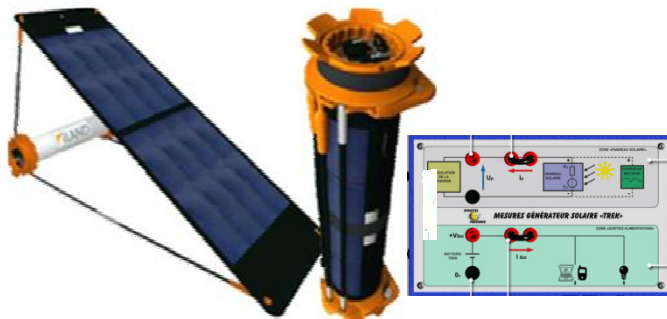
Première - Terminale



## Etude de cas :

## Le générateur solaire TREK

Activité:	Découverte du support
Niveau	Première
Durée:	2 heures
Nb élèves:	2 à 4
Supports:	Générateur TREK, Logiciel TREK



## Activité TP : Découverte du Générateur TREK

Centre(s) d'intérêt	CI 01 - Développement durable et compétitivité des produits
	CI 02 - Design, architecture et innovations technologiques
Objectifs de Formation/ Compétences visées	1. Découvrir le support "Générateur TREK et ses principales fonctions
	CO31-Décoder le cahier des charges fonctionnel d'un système
	CO62 -Décrire le fonctionnement et/ou l'exploitation d'un système en utilisant l'outil de description le plus pertinent
	Communiquer une idée, un principe ou une solution technique

### Conditions de réalisation de l'activité:

Pré-requis	1. Lire un dossier technique
	2. Connaître les outils de description d'un système : FAST, SADT, diagramme SysML
	3. Communiquer une idée, un principe ou une solution technique
Bases théoriques apportées	1. Connaissance fonctionnelle du générateur TREK
Modalités	Questionnaire
Synthèse et validation	Présentation informatique du générateur TREK
Ressources existantes	Générateur TREK
	Dossier technique + Fichier PowerPoint
Logiciels nécessaires	Microsoft Office
Matériels nécessaires	Balance (de cuisine)
	Mètre ruban



## Fiche de séquence

### Stratégie pédagogique

*Données pour l'enseignant dans le but de s'intégrer dans un plan de formation*

<b>Compétence(s) du programme visée(s) :</b>	CO4.1 Identifier et caractériser les fonctions et les constituants d'un système ainsi que ses entrées/sorties
<b>Centre d'intérêt :</b>	CI BASE :
<b>Connaissances associées :</b>	1.1.1 Paramètres de la compétitivité Importance du service rendu (besoin réel et besoin induit) Innovation (de produit, de procédé, de marketing) 1.2.1 Etape de la démarche de conception Expression du besoin, spécifications fonctionnelles d'un système (cahier des charges fonctionnel)
<b>Pré-requis :</b>	Lire un dossier technique. Recherche internet.
<b>Démarche pédagogique utilisée :</b>	Démarche d'investigation.

### Contextualisation

*Données pour l'élève dans le but de donner du sens à la séquence proposée*

<b>Scénario</b>	En étudiant la notice du "générateur TREK" et en le manipulant (montage, utilisation et remontage), l'élève découvre les innovations et les caractéristiques du support.
-----------------	--

Contexte de la séquence, inspiré d'un cas réel, dans lequel celle-ci se déroule

<b>Objectif de la séquence</b>	Découvrir le support "générateur TREK" et ses principales fonctions
--------------------------------	---

But recherché vers lequel les activités proposées à l'élève doivent le conduire

<b>Support utilisé</b>	Générateur TREK et fichiers techniques (PDF)
------------------------	--

Support utilisé (éventuellement inclure une image dans l'onglet prévu à cet effet)

<b>Typologie du support</b>	Support réel
-----------------------------	--------------

Préciser s'il s'agit d'un support réel, à distance, virtuel, didactisé ou non, etc..



**Description du produit:**

**Décrire le produit TREK de manière détaillée en utilisant le logiciel ressources EMP et en naviguant de manière intuitive dans les différents menus consacrés à la description du produit et à sa contextualisation:**

**Aide:**



## CD-Rom EMP TREK

Vous pouvez utiliser les informations contenues dans le menu "Contexte" à partir du logiciel ressources EMP.



## CD-Rom EMP TREK

Rechercher dans l'arborescence du Cédérom le  
répertoire  
contenant le document  
"Trek\_Caracteristiques\_Generateur.pdf" et en  
faire une synthèse.

[illegible]



**Positionnement commercial du TREK :**

**Étape 1 : Prise de connaissance de l'entreprise ILAND green technologies SA ([iland-solar.com](http://iland-solar.com)):**

**Préciser de manière concise :**

- Son principal domaine d'activité
- Ses domaines de compétences (concepteur, fabricant, distributeur, vendeur...?)
- Ses types de produits
- Ses principaux clients

**Aide:**



**CD-Rom EMP TREK**

Utilisez le document de présentation de la société **ILAND green technologies SA** à partir du menu contexte du logiciel ressources EMP



**Étape 2 : Positionnement du TREK sur le marché :**

- La concurrence est-elle, à priori, importante (citer quelques sociétés concurrentes ayant les mêmes compétences) ?
- En quoi le TREK se démarque-t-il des autres produits ?
- D'autres sociétés proposent-elles un produit qui remplit les mêmes fonctions ?
- Comment justifie-t-on la mise sur le marché d'un produit de ce type ?
- Qu'est ce qui le rend compétitif ?

**Aide:**



**CD-Rom EMP TREK**

Rechercher les documents comparatifs à partir du logiciel ressources EMP

**TREK - Générateur solaire portable et autonome**

EN SAVOIR PLUS : Comparatif entre différentes technologies d'accumulateurs

TYPES D'ACCUMULATEURS	PLOMB	NI-Cd	NI-MH	Li-ion	Li-poly	LiFePO4
Capacité (en cycles)	800	2000	1000	1000	300	8000
Capacité (en Wh)	120	150	300	400	270	220
Capacité (en mAh)	50	80	110	180	150	110
Autodécharge (par mois (%))	5	20	30	10	10	3
Avantages	- Prix - Capacité élevée - Pas de maintenance - Longue durée de vie	- Capacité élevée - Capacité élevée - Capacité élevée - Capacité élevée	- Capacité élevée - Capacité élevée - Capacité élevée - Capacité élevée	- Capacité élevée - Capacité élevée - Capacité élevée - Capacité élevée	- Capacité élevée - Capacité élevée - Capacité élevée - Capacité élevée	- Capacité élevée - Capacité élevée - Capacité élevée - Capacité élevée
Inconvénients	- Poids - Capacité élevée - Capacité élevée - Capacité élevée	- Capacité élevée - Capacité élevée - Capacité élevée - Capacité élevée	- Capacité élevée - Capacité élevée - Capacité élevée - Capacité élevée	- Capacité élevée - Capacité élevée - Capacité élevée - Capacité élevée	- Capacité élevée - Capacité élevée - Capacité élevée - Capacité élevée	- Capacité élevée - Capacité élevée - Capacité élevée - Capacité élevée

**TREK - Générateur solaire portable et autonome**

EN SAVOIR PLUS : Comparatif entre différentes technologies de panneaux photovoltaïques

TYPES DE PANNEAUX	MONOCRYSTALLINS	POLYCRYSTALLINS	AMORPHES	HYBRIDES
Capacité (en Wh)	120	150	300	400
Capacité (en mAh)	50	80	110	180
Autodécharge (par mois (%))	5	20	30	10
Avantages	- Rendement élevé - Capacité élevée - Capacité élevée - Capacité élevée	- Rendement élevé - Capacité élevée - Capacité élevée - Capacité élevée	- Rendement élevé - Capacité élevée - Capacité élevée - Capacité élevée	- Rendement élevé - Capacité élevée - Capacité élevée - Capacité élevée
Inconvénients	- Capacité élevée - Capacité élevée - Capacité élevée - Capacité élevée	- Capacité élevée - Capacité élevée - Capacité élevée - Capacité élevée	- Capacité élevée - Capacité élevée - Capacité élevée - Capacité élevée	- Capacité élevée - Capacité élevée - Capacité élevée - Capacité élevée



Avoir opté pour ces technologies suffit-il pour en conclure que le TREK s'inscrit dans une démarche globale de développement durable ?

Sur quels paramètres peut-on encore agir pour diminuer les impacts sur l'environnement ?

Maintenant que nous cernons mieux le produit ...

- Réaliser une synthèse des réponses apportés par les différents groupes sur les paramètres de la compétitivité du TREK
- Identifier les acteurs qui ont eu une incidence sur la conception du TREK (personnes morales, physiques, milieu ambiant etc...)

*La formalisation peut être réalisée à l'aide d'un diagramme de définition de bloc*

- Définir la finalité du TREK (Ensemble des raisons d'être du TREK pour le client)
- Définir la mission du TREK (Définition du besoin attendu par l'utilisateur)

*La formalisation peut être réalisée à l'aide d'un diagramme d'exigence*

## Impact environnemental du TREK

### Étape 1 : Cycle de vie du TREK :

- Sur quelle(s) phase(s) du cycle de vie du TREK communique essentiellement la société ILAND pour démontrer que son produit est respectueux de l'environnement ?
- Quels arguments apporte-t-elle ?
- Pensez-vous que cette communication est restrictive ?



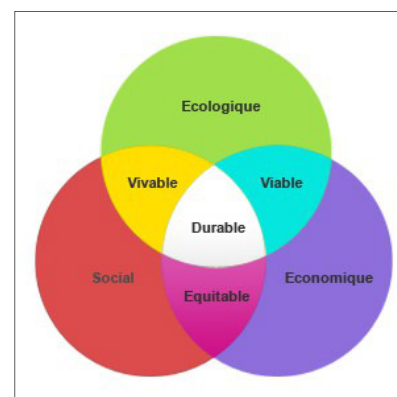
### Étape 2 : TREK et développement durable :

Donner des aspects du TREK montrant qu'il s'inscrit dans une démarche de développement durable :

- aspect environnemental
- aspect social
- aspect économique

Qu'est-ce qui le rend :

- viable ?
- vivable ?
- équitable







**Commenter:**

- Un produit, quel qu'il soit, va avoir des impacts négatifs sur l'environnement. Dans le TREK, qu'est ce qui est consommateur de ressources et qui va générer des nuisances ? Pourquoi ?
- Pour ce type de produit, sur quels points doit-on être particulièrement vigilant lors de sa conception ?

**Aide:**



**CD-Rom EMP TREK**

Utilisez les informations contenues dans le menu "eco-conception" à partir du logiciel ressources EMP



**Stratégies à mettre en oeuvre pour limiter les impacts :**

**Étape 1 : Analyse de la constitution du TREK :**

Prendre connaissance de la constitution, du fonctionnement et des documents techniques du TREK :

- Rechercher les différents matériaux utilisés et trouver leurs caractéristiques (dont les propriétés environnementales, vous pourrez vous aider du logiciel CES Edupack)
- Analyser:
  - la complexité des formes des pièces, leur dimension, masse etc...
  - La fabrication, le montage de l'ensemble...
  - Les composants utilisés, leur robustesse, leur durée de vie...
  - Les modes de fonctionnement
  - L'emballage à la livraison etc...



**CD-Rom EMP TREK**

Utilisez les informations de description contenues dans le menu "Le produit" à partir du logiciel ressources EMP





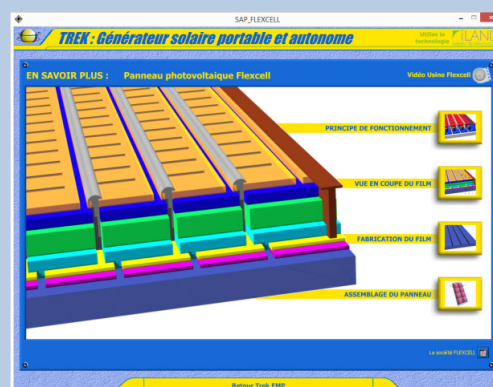
### CD-Rom EMP TREK

Utilisez les informations de description contenues dans le menu "Constituants" à partir du logiciel ressources EMP



### CD-Rom EMP TREK

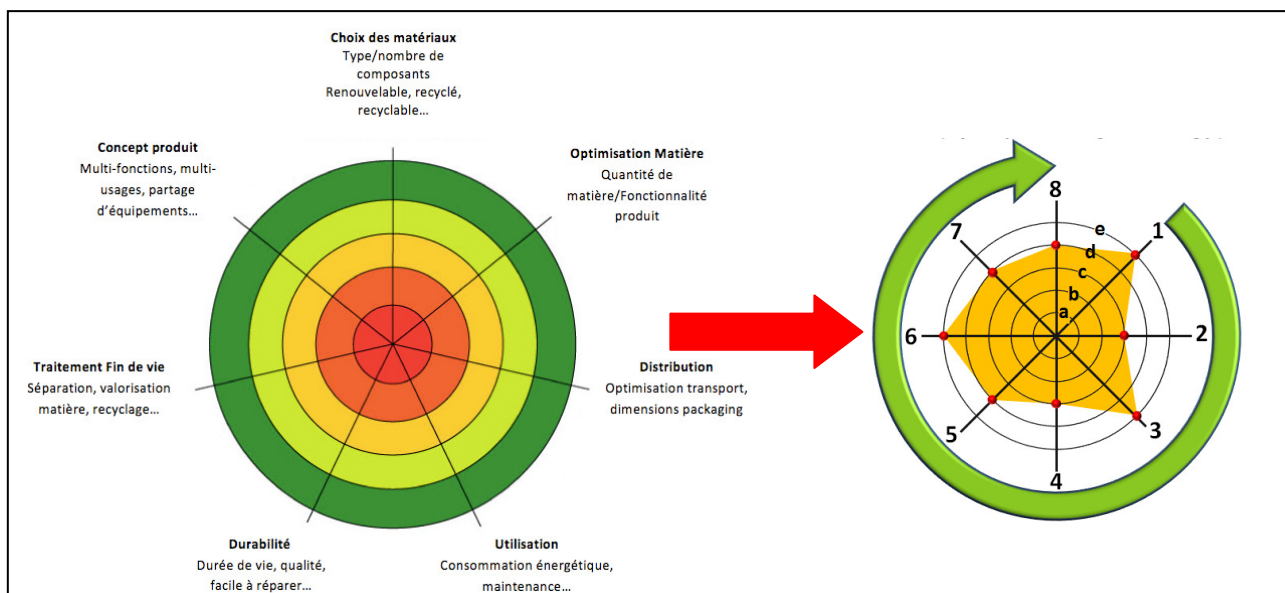
Utilisez les informations des étapes de fabrication du panneau (Procédé - Processus) contenues dans le menu "En savoir plus" à partir du logiciel ressources EMP



## Étape 2 : Roue de LiDS (Lifecycle Design Strategies) ou encore... roue des stratégies d'éco-conception.

Sept stratégies ont été définies pour obtenir des produits qui limitent les impacts sur l'environnement et la consommation de ressources. Elles sont répertoriées dans le diagramme d'exigences intitulé "éco-conception".

L'objectif, lors de l'étude d'un produit, est de satisfaire au mieux chacune d'entre elles en prenant le part pris d'un choix technologique, sans créer de contradiction.







L'utilité de cet outil est double puisqu'il peut permettre à la fois un diagnostic produit simplifié et l'établissement de stratégies d'éco-conception. Les 7 axes de l'outil permettent de définir les orientations à prendre pour réduire les impacts environnementaux d'un produit :

1. Développer des nouveaux concepts : proposer un service plutôt qu'un produit (exemple : Xerox), proposer un produit multi-fonctions, multi-usages...
2. Choisir des matériaux à faible impact : éliminer les matières dangereuses, choisir des matériaux bénéficiant d'une bonne évaluation environnementale, renouvelables, introduire des matériaux recyclés...
3. Optimiser les flux de matières : adapter les quantités de matières utilisés aux fonctions du produit, réduire le poids du produit, réduire les déchets...
4. Optimiser la distribution : réduire les distances de transport, minimiser les transports à vide, réduire les dimensions du packaging...
5. Réduire les impacts liés à l'utilisation : diminuer la consommation énergétique du produit, réduire les consommables, diminuer le nombre d'opérations de maintenance nécessaires...
6. Améliorer la durée de vie du produit : proposer un produit de bonne qualité, facile à réparer et entretenir, non-salissant...
7. Favoriser son traitement en fin de vie : optimiser le taux de démontabilité, de recyclage, informer le consommateur sur les filières...

**Même si votre jugement sera assez subjectif pour certains critères, sur chacune des sept branches de la roue de LiDS, positionner les points bleus en fonction du niveau de satisfaction qui vous semble avoir été atteint par la conception du TREK:**

### **Etape 3 : Pistes d'évolution pour limiter les impacts**

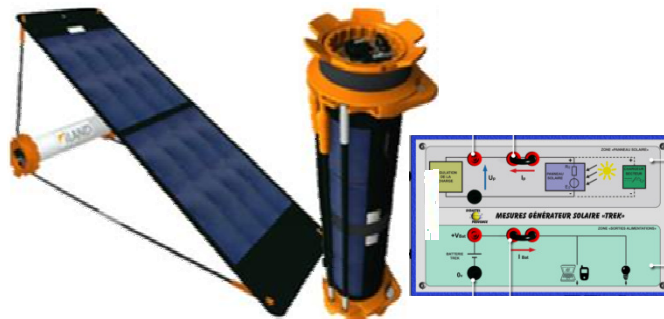
- **Commenter l'ensemble des résultats obtenus par stratégie en précisant les pistes d'amélioration possibles afin d'avoir un produit encore moins impactant sur l'environnement tout au long de son cycle de vie.**
- **Qu'est-ce qui fait que ce jugement reste subjectif ?**
- **Quelles pièces vont être, à priori, les plus impactantes ?**



## Etude de cas :

## Le générateur solaire TREK

Activité:	Découverte du support
Niveau	Première
Durée:	2 heures
Nb élèves:	2 à 4
Supports:	Générateur TREK, Logiciel TREK



## Activité TP : Analyse structurelle du TREK

Centre(s) d'intérêt			
Objectifs de Formation/ Compétences visées	<p>O4 - Décoder l'organisation fonctionnelle, structurelle et logicielle d'un système.</p> <p>CO4.1 - Identifier et caractériser les fonctions et les constituants d'un système ainsi que ses entrées/sorties.</p> <p>CO4.2 - Identifier et caractériser l'agencement matériel d'un système.</p> <p>CO4.4 - Identifier et caractériser des solutions techniques relatives aux matériaux, à la structure, à l'énergie d'un système.</p>		

### Conditions de réalisation de l'activité:

Pré-requis	<p>1. Lire un dossier technique</p> <p>2. Connaître les outils de description d'un système : FAST, SADT, diagramme SysML</p> <p>3. Communiquer une idée, un principe ou une solution technique</p>
Bases théoriques apportées	<p>1. Connaissance structurelle du générateur TREK</p>
Modalités	Questionnaire
Synthèse et validation	Présentation informatique du générateur TREK
Ressources existantes	<p>Générateur TREK</p> <p>Dossier technique + Logiciel EMP</p>
Logiciels nécessaires	Microsoft Office
Matériels nécessaires	



## Fiche de séquence

### Stratégie pédagogique

*Données pour l'enseignant dans le but de s'intégrer dans un plan de formation*

<b>Compétence(s) du programme visée(s) :</b>	CO4.1 Identifier et caractériser les fonctions et les constituants d'un système ainsi que ses entrées/sorties
<b>Centre d'intérêt :</b>	CI BASE :
<b>Connaissances associées :</b>	1.1.1 Paramètres de la compétitivité Importance du service rendu (besoin réel et besoin induit) Innovation (de produit, de procédé, de marketing) 1.2.1 Etape de la démarche de conception Expression du besoin, spécifications fonctionnelles d'un système (cahier des charges fonctionnel)
<b>Pré-requis :</b>	Lire un dossier technique. Recherche internet.
<b>Démarche pédagogique utilisée :</b>	Démarche d'investigation.

### Contextualisation

*Données pour l'élève dans le but de donner du sens à la séquence proposée*

<b>Scénario</b>	En étudiant la notice du "générateur TREK" et en le manipulant (montage, utilisation et remontage), l'élève découvre les innovations et les caractéristiques du support.
-----------------	--

Contexte de la séquence, inspiré d'un cas réel, dans lequel celle-ci se déroule

<b>Objectif de la séquence</b>	Découvrir le support "générateur TREK" et ses principales fonctions
--------------------------------	---

But recherché vers lequel les activités proposées à l'élève doivent le conduire

<b>Support utilisé</b>	Générateur TREK et fichiers techniques (PDF)
------------------------	--

Support utilisé (éventuellement inclure une image dans l'onglet prévu à cet effet)

<b>Typologie du support</b>	Support réel
-----------------------------	--------------

Préciser s'il s'agit d'un support réel, à distance, virtuel, didactisé ou non, etc..



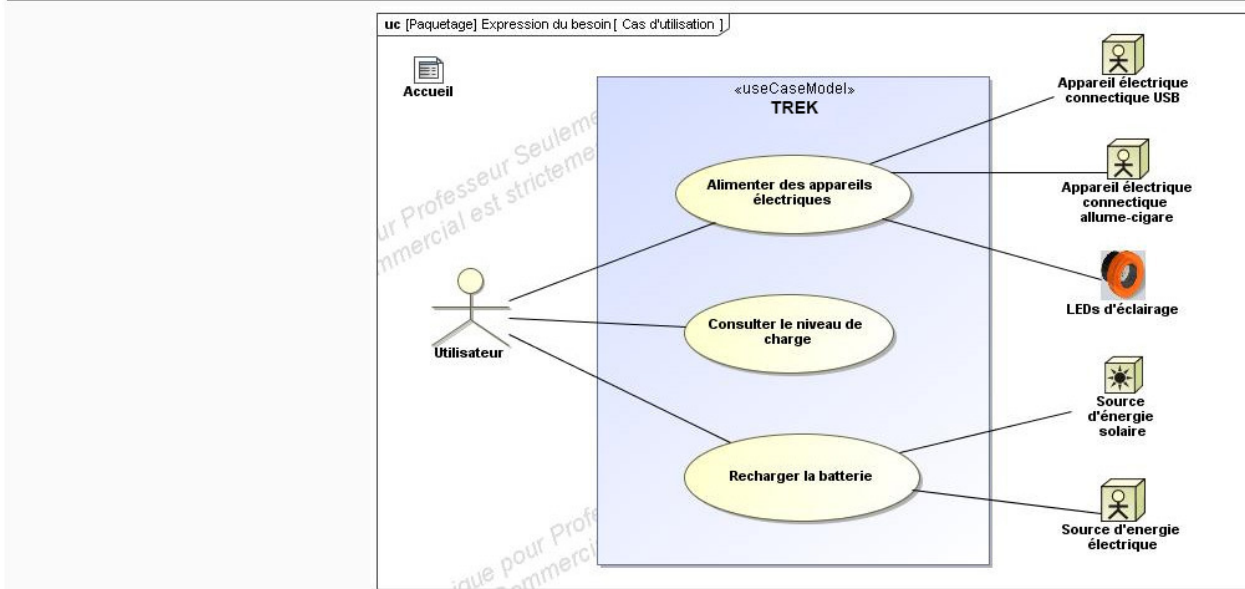
### Mise en situation :

Le générateur TREK est prévu pour créer une source d'énergie électrique à partir de l'énergie solaire. On propose ici d'étudier la composition de ce système dans sa version grand public (et non la version didactisée) afin d'identifier sa structure, ainsi que ses principales caractéristiques.

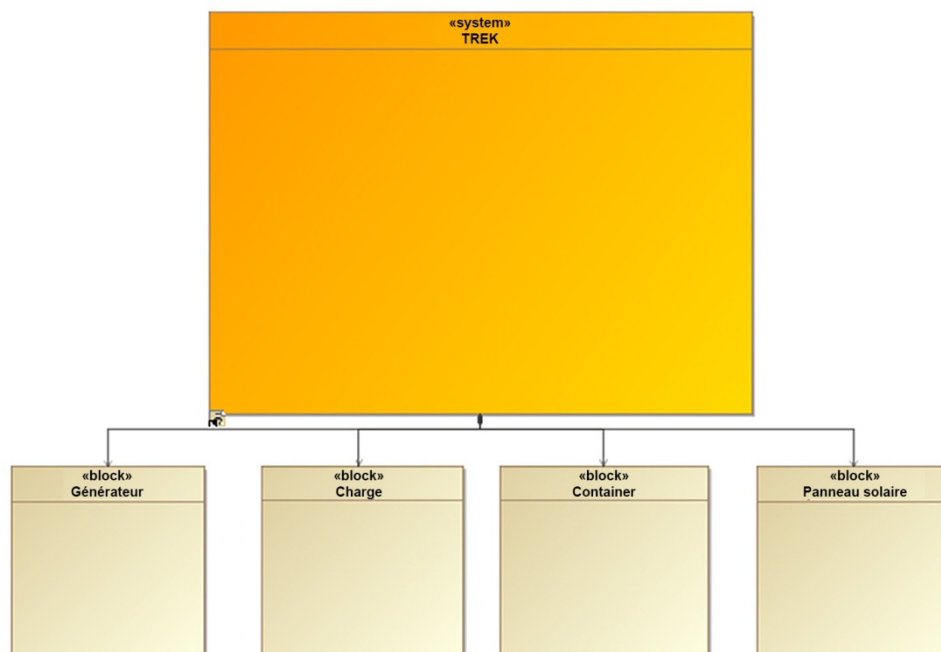
### Etude 1 : Analyse structurelle globale

L'expression des besoins d'un tel système a permis d'aboutir aux différents cas d'utilisation ci-dessous :

#### SysML Use Case Diagram Cas d'utilisation



Une première analyse structurelle d'un tel système a permis d'aboutir au diagramme des blocs ci-dessous :

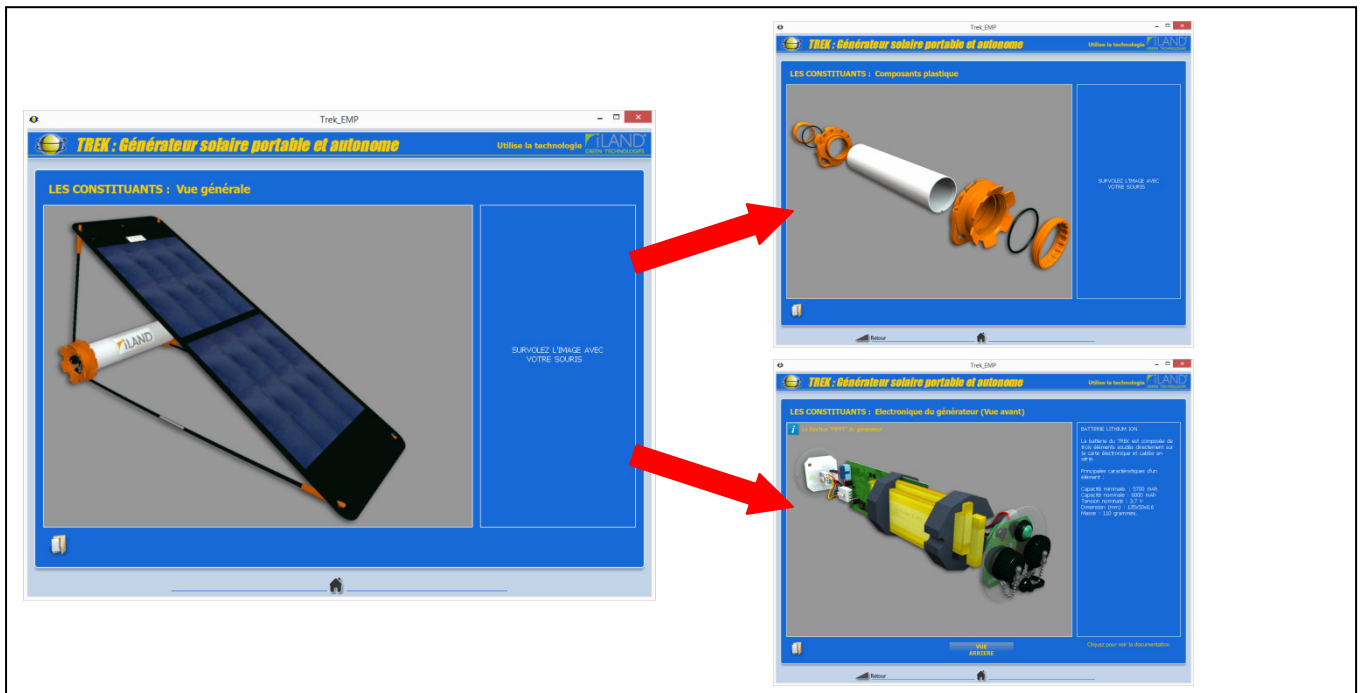




**Question:**

A partir de ce schéma bloc, on vous demande d'associer à chaque bloc, la photo du matériel correspondant. Pour cela ouvrir le document réponse « ddb global » Celui reprend le diagramme des blocs ci-dessus accompagné de photos représentatives de chaque bloc. Relier alors chaque photo au bloc correspondant, à l'aide des flèches.

Aide: Utilisez les informations contenues dans le menu "constituants" et ses sous-menus à partir du logiciel ressources EMP.



**Etude 2 : Analyse structurelle du panneau solaire**

On se propose de compléter l'analyse structurelle du système Iland (Etude 1), par l'approfondissement de l'analyse structurelle du panneau solaire.  
L'étude se fera à partir du dossier technique (page 31 et 32), ainsi que du matériel présent dans le laboratoire.

**Question:**

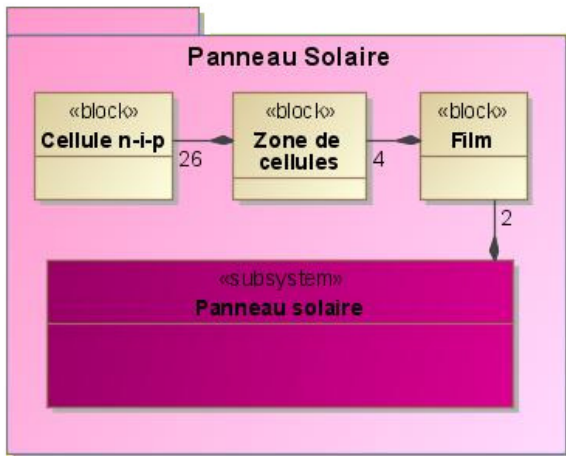
Identifier la technologie du panneau solaire (Monocristallin, Poly cristallin, Amorphe...)

Identifier les caractéristiques du panneau solaire, en particulier :

- La référence
- La puissance
- La tension nominale
- Le courant nominal
- Les dimensions actives (longueur, largeur, épaisseur)
- Le poids



L'analyse structurale du panneau solaire aboutit au diagramme des blocs ci-dessous :



**Question :**

A partir des dessins du panneau solaire et du dossier technique, identifier

- Un film du panneau solaire
- Une zone du panneau solaire
- Une cellule du panneau solaire

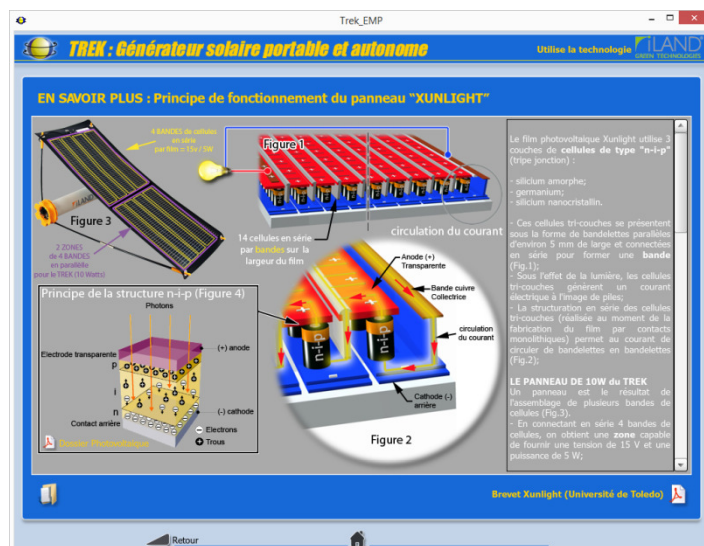
Pour cela ouvrir le document réponse « ddb du panneau solaire » Celui reprend le diagramme des blocs ci-dessus accompagné de photos représentatives de chaque bloc. Relier alors chaque photo au bloc correspondant, à l'aide des flèches.

**Question :**

- Calculer le nombre de cellules composant ce panneau solaire
- Comment est maintenu tendu le panneau solaire ?
- Comment est prévue sa fixation au sol ?

Aide:

Utilisez les informations contenues dans le menu "En savoir plus", sous-menus "Panneau Xunlight" à partir du logiciel ressources EMP.







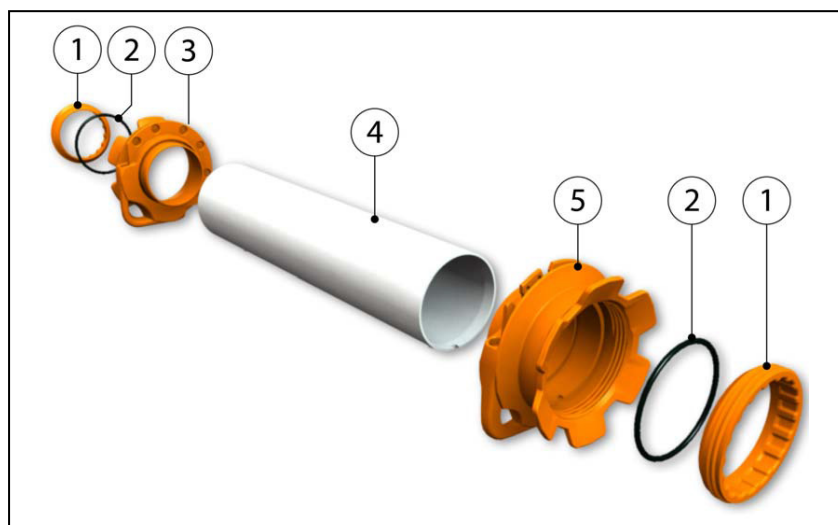
### Etude 3 : Analyse structurelle du container

On se propose de compléter l'analyse structurelle du système Iland (Etude 1), par l'approfondissement de l'analyse structurelle du container.

L'étude se fera à parti du dossier technique (page 24), ainsi que du matériel présent dans le laboratoire

#### Question :

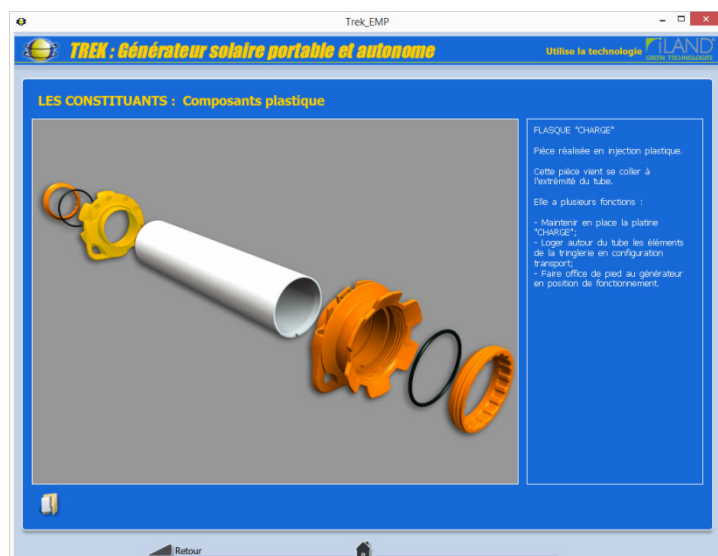
A partir de la photo du container, on demande d'identifier les différents constituants de celui-ci.



Pour cela ouvrir le document réponse « Container » Celui reprend la photo précédente avec des repères. Compléter alors le tableau joint.

Aide:

Vous pouvez également utiliser les informations contenues dans le menu "Les constituants" à partir du logiciel ressources EMP.

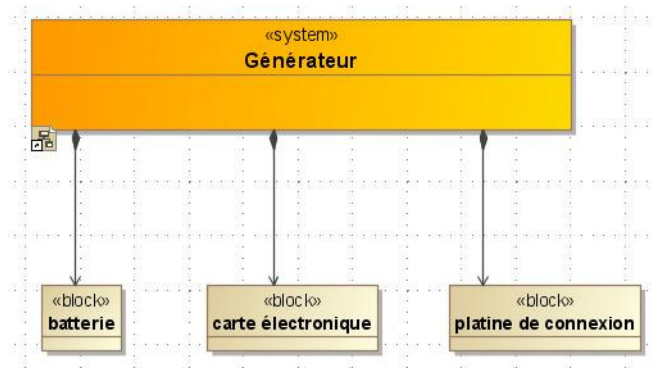




#### Etude 4 : Analyse structurelle du générateur

On se propose de compléter l'analyse structurelle du système TREK (Etude 1), par l'approfondissement de l'analyse structurelle du générateur.

L'étude se fera à parti du dossier technique, (p21 à 25) ainsi que du matériel présent dans le laboratoire  
L'analyse structurelle du générateur aboutit au diagramme des blocs ci-dessous :



#### Question:

A partir de ce schéma bloc, on vous demande d'associer à chaque bloc, la photo du matériel correspondant. Pour cela ouvrir le document réponse « ddb générateur » Celui reprend le diagramme des blocs ci-dessus accompagné de photos représentatives de chaque bloc. Relier alors chaque photo au bloc correspondant, à l'aide des flèches.

#### Question :

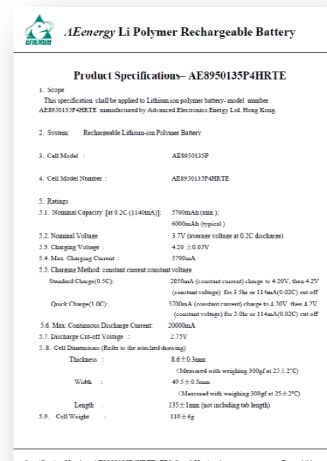
De combien d'éléments est composée la batterie ?

Donner les caractéristiques de la batterie, en particulier :

- Sa technologie
- Sa capacité nominale
- Sa tension nominale
- Son courant maximal

Aide:

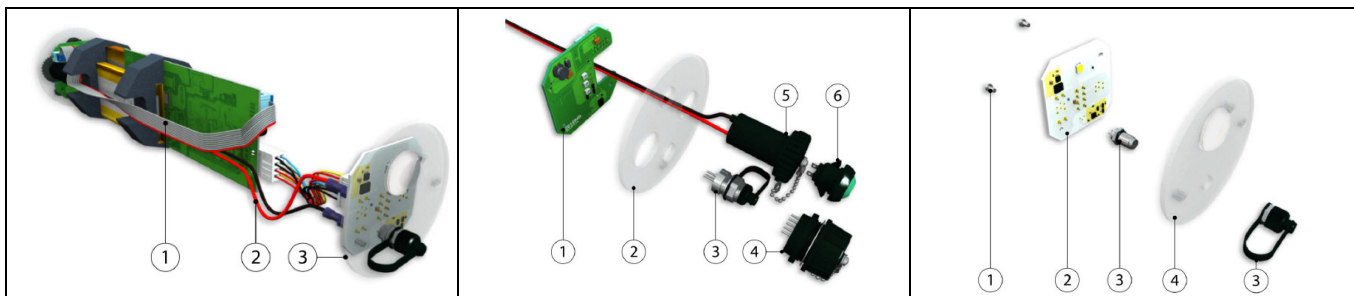
Vous pouvez utiliser les informations contenues dans le menu "Les constituants" à partir du logiciel ressources EMP et de la doc technique de l'accumulateur ressource.





**Question :**

A partir des vues des platines de connexion Avant et Arrière, on demande d'identifier les différents constituants de celui-ci.

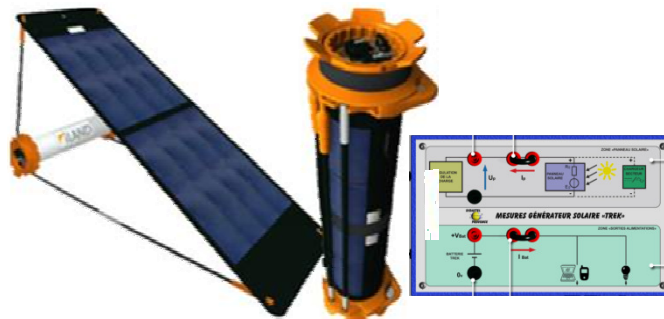




## Etude de cas :

## Le générateur solaire TREK

Activité:	Découverte du support
Niveau	Première
Durée:	2 heures
Nb élèves:	2 à 4
Supports:	Générateur TREK, Logiciel TREK



## Activité TP : Caractéristiques du Générateur TREK

Centre(s) d'intérêt	CI 01 - Développement durable et compétitivité des produits
	CI 02 - Design, architecture et innovations technologiques
Objectifs de Formation/ Compétences visées	1. Découvrir le support "Générateur TREK et ses principales fonctions
	CO31-Décoder le cahier des charges fonctionnel d'un système
	CO62 -Décrire le fonctionnement et/ou l'exploitation d'un système en utilisant l'outil de description le plus pertinent
	Communiquer une idée, un principe ou une solution technique

### Conditions de réalisation de l'activité:

Pré-requis	1. Lire un dossier technique
	2. Connaître les outils de description d'un système : FAST, SADT, diagramme SysML
	3. Communiquer une idée, un principe ou une solution technique
Bases théoriques apportées	1. Connaissance fonctionnelle du générateur TREK
Modalités	Questionnaire
Synthèse et validation	Présentation informatique du générateur TREK
Ressources existantes	Générateur TREK
	Dossier technique + Fichier PowerPoint
Logiciels nécessaires	Microsoft Office
Matériels nécessaires	Balance (de cuisine)
	Mètre ruban



## Fiche de séquence

### Stratégie pédagogique

*Données pour l'enseignant dans le but de s'intégrer dans un plan de formation*

<b>Compétence(s) du programme visée(s) :</b>	CO4.1 Identifier et caractériser les fonctions et les constituants d'un système ainsi que ses entrées/sorties
<b>Centre d'intérêt :</b>	CI BASE :
<b>Connaissances associées :</b>	1.1.1 Paramètres de la compétitivité Importance du service rendu (besoin réel et besoin induit) Innovation (de produit, de procédé, de marketing) 1.2.1 Etape de la démarche de conception Expression du besoin, spécifications fonctionnelles d'un système (cahier des charges fonctionnel)
<b>Pré-requis :</b>	Lire un dossier technique. Recherche internet.
<b>Démarche pédagogique utilisée :</b>	Démarche d'investigation.

### Contextualisation

*Données pour l'élève dans le but de donner du sens à la séquence proposée*

<b>Scénario</b>	En étudiant la notice du "générateur TREK" et en le manipulant (montage, utilisation et remontage), l'élève découvre les innovations et les caractéristiques du support.
-----------------	--

Contexte de la séquence, inspiré d'un cas réel, dans lequel celle-ci se déroule

<b>Objectif de la séquence</b>	Découvrir le support "générateur TREK" et ses principales fonctions
--------------------------------	---

But recherché vers lequel les activités proposées à l'élève doivent le conduire

<b>Support utilisé</b>	Générateur TREK et fichiers techniques (PDF)
------------------------	--

Support utilisé (éventuellement inclure une image dans l'onglet prévu à cet effet)

<b>Typologie du support</b>	Support réel
-----------------------------	--------------

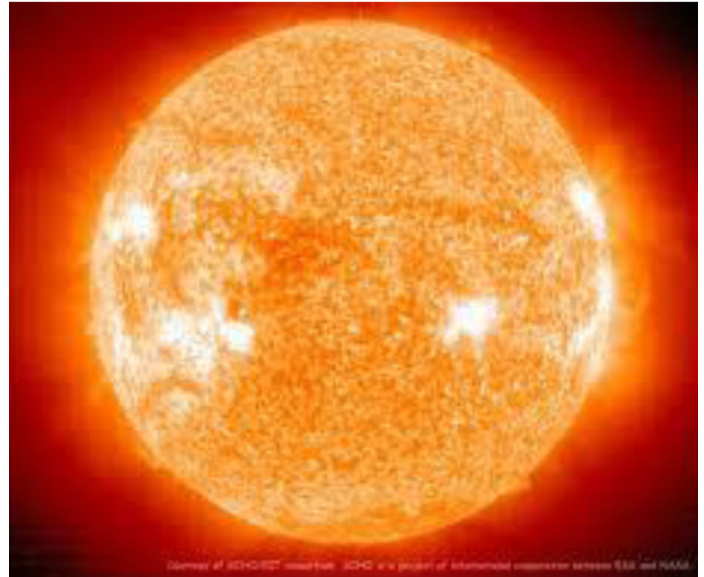
Préciser s'il s'agit d'un support réel, à distance, virtuel, didactisé ou non, etc..

**Mise en situation :**

Le soleil, bien que distant de plus de 150 millions de kilomètres, demeure notre plus grande source d'énergie même si elle est intermittente avec l'alternance jour / nuit.

L'énergie fournie par le soleil est très nettement supérieure à la demande énergétique de toute la population mondiale : ce qui, théoriquement, en fait une énergie largement suffisante pour couvrir tous nos besoins.

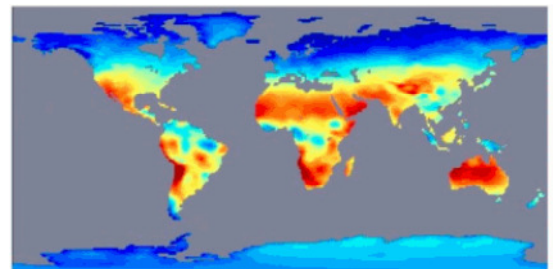
L'énergie solaire, peut être convertie en luminosité dans l'habitat mais aussi en chaleur ou en électricité. A ce titre, l'énergie solaire permet de s'orienter vers l'autonomie énergétique à l'échelle de l'habitat voire du quartier.

**Etude 1 : Présentation de l'énergie solaire**

Se connecter à l'adresse suivante :

<http://ines.solaire.free.fr/solpv/page1.html>

Puis répondre au questionnaire ci-dessous :



- **Rappeler l'énergie journalière émise par le soleil (en KWh)**
- **Rappeler l'énergie journalière consommée par la population mondiale.**
- **Effectuer le rapport entre l'énergie émise et l'énergie consommée et conclure.**
- **Sous quelles formes peut-on utiliser l'énergie solaire ?**

En vous aidant de diverses sources d'informations (livres, internet, etc....),

- **Rechercher l'irradiance solaire moyenne au sol. Préciser l'unité de cette grandeur.**
- **Rechercher la superficie de notre pays à (Hors DOM-TOM), et évaluer l'énergie ainsi reçue par la France métropolitaine**
- **Rechercher le nombre d'habitants résidant en France**
- **En déduire l'énergie directement disponible avec le soleil par habitant**
- **En supposant l'énergie produite par le panneau solaire égale à 10% de l'énergie émise par le soleil, estimer l'énergie électrique disponible par habitant.**
- **Conclure**



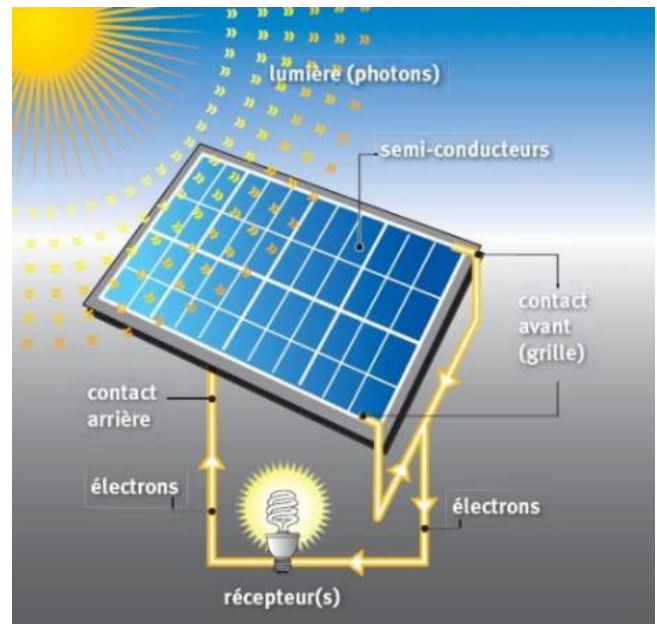


## Etude 2 : Caractéristique électrique du panneau solaire

Les panneaux solaires photovoltaïques appelés modules photovoltaïques, convertissent la lumière en électricité, par le biais de petites cellules qui transforment la lumière du soleil en courant continu.

Les panneaux solaires ont l'avantage de n'émettre aucun polluant lors de leur utilisation (ce qui n'est pas le cas lors de leur fabrication), de n'engendrer aucun bruit puisqu'aucune pièce mécanique n'est en mouvement.

Un panneau solaire est donc considéré comme un générateur produisant une énergie électrique (grandeurs électriques continues) que des batteries peuvent ensuite stocker.



L'énergie réellement captée par un panneau solaire dépend essentiellement

- de la surface de ce panneau (surface en m<sup>2</sup>)
- de la puissance nominale du panneau (puissance en W)
- de l'ensoleillement, variable selon la latitude, la saison, l'heure de la journée, la météo, le masquage subi, etc. (irradiance en W/m<sup>2</sup>)
- etc...

Outre sa puissance et sa surface, un panneau a trois caractéristiques importantes :

- l'écart à la puissance nominale, de l'ordre de +/- 5%
- la variation de puissance avec la température
- la stabilité dans le temps des performances (les fabricants garantissent généralement au moins 80% de la puissance de départ au bout de 20 à 25 ans)

Le but de cette étude est de déterminer le comportement des grandeurs électriques intervenant dans le panneau solaire.

L'activité sera effectuée sur le panneau solaire du système ILAND. Il est évident que les résultats obtenus dépendront de la lumière ambiante. (irradiance)

### Caractéristique électrique d'un générateur parfait :

Un générateur parfait est un générateur présentant toujours la même tension quelque soit l'intensité délivrée. On notera :

**U** : la tension aux bornes du générateur en Volt (V)  
**I** : l'intensité débitée par ce générateur en Ampère (A)

Dans l'hypothèse d'un générateur parfait, tracer alors l'allure de la caractéristique électrique  $U=f(I)$



**Caractéristique électrique réelle du panneau solaire :**

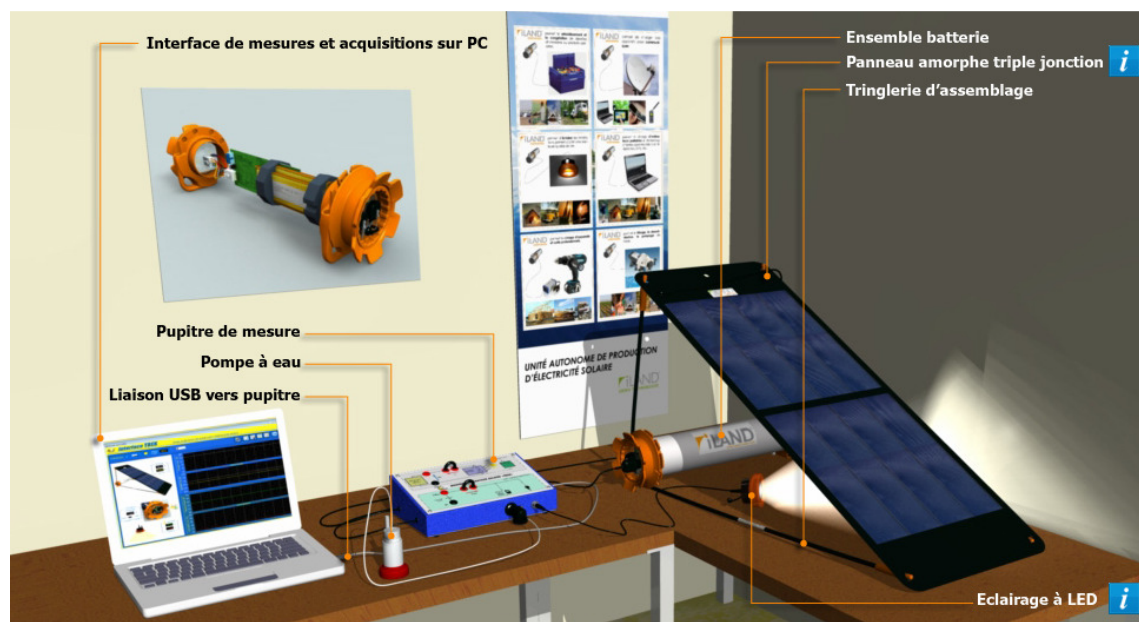
Elle est également définie par la représentation de  $U=f(I)$  avec :

$U$  : tension aux bornes du panneau solaire (en V)

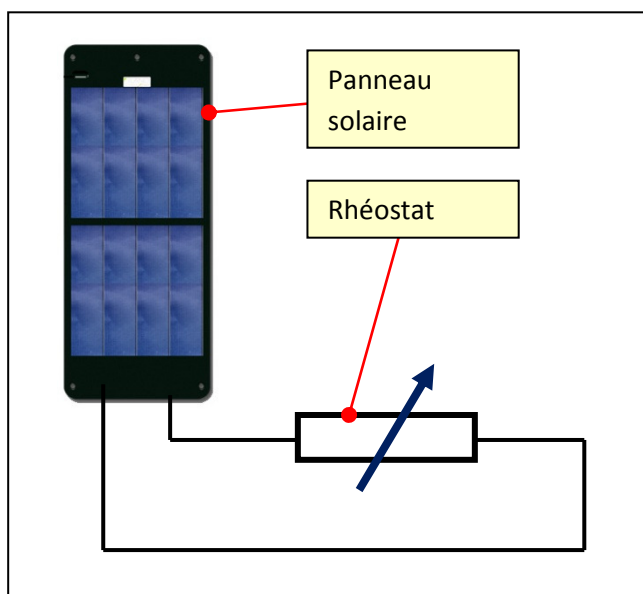
$I$  : Intensité du courant délivrée par le panneau solaire (en A)

La méthode pour effectuer les mesures consiste à appliquer à la sortie du panneau solaire, une charge variable (résistance variable encore appelée rhéostat). En faisant varier cette résistance, l'intensité délivrée par le panneau solaire changera donc (on rappelle que  $I=U/R$ ).

**Poste de travail :**

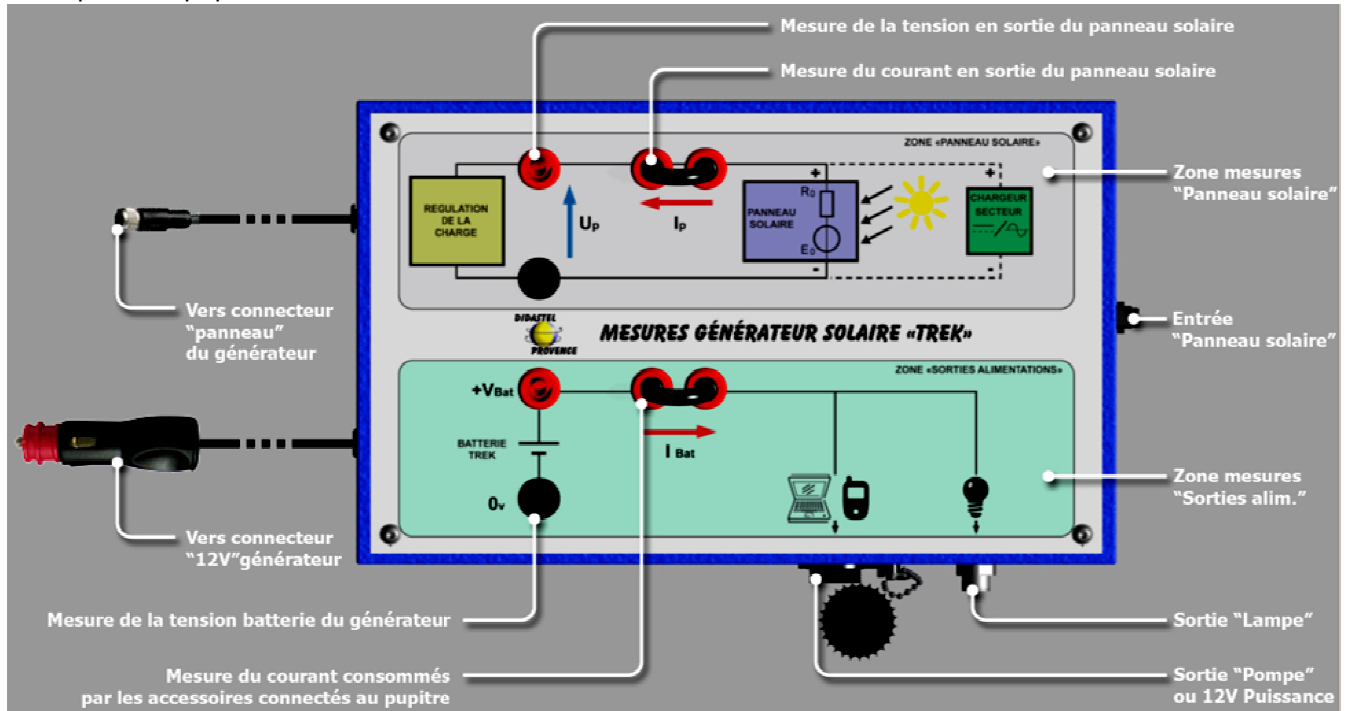


Le principe du montage est donné ci-contre:





Description du pupitre:



Aide:



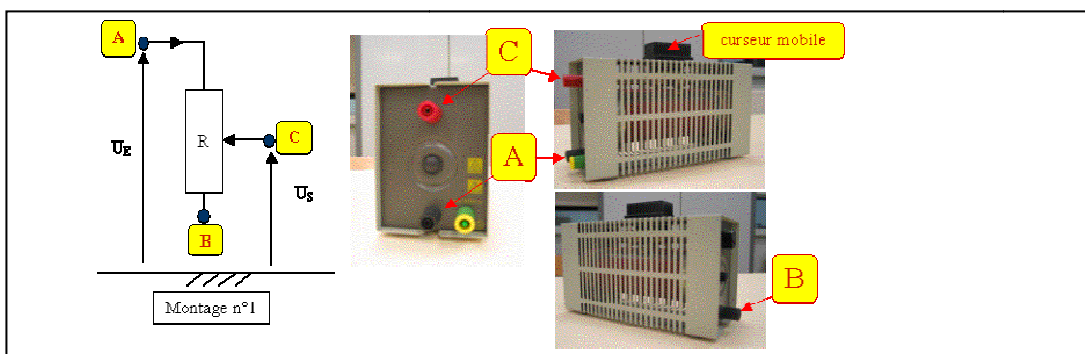
**CD-Rom EMP TREK**

Vous pouvez utiliser les informations contenues dans le menu "Mise en oeuvre en labo" à partir du logiciel ressources EMP.



### Fiche technique: LE RHEOSTAT

Le rhéostat est un conducteur ohmique dont on peut faire varier la résistance manuellement. Il est généralement utilisé pour obtenir une tension variable. Son symbole est le suivant :

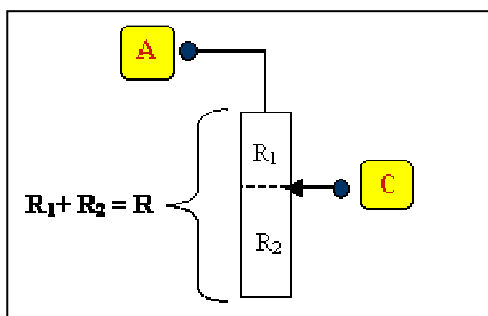




Les points A, B et C sont les bornes du rhéostat. Sur le schéma de principe :

- La flèche au milieu du conducteur ohmique représente le curseur (mobile) du rhéostat, et sa sortie électrique est la borne C.
- La borne B n'est pas reliée au reste du circuit.

Le constructeur indique, sur le rhéostat, la valeur de la résistance totale : R. Suivant la position du curseur, la valeur de la résistance varie entre 0 et R, et peut être modélisé par deux conducteurs ohmiques de résistances  $R_1$  et  $R_2$  dont la relation  $R_1 + R_2 = R$  est vérifiée (à tout moment).



Généralement, on utilise le rapport  $\alpha = \frac{R_1}{R}$  avec  $0 \leq \alpha \leq 1$ .

Dans le montage n°1,  $U_s = \alpha \cdot U_E$ .

Nous obtenons ainsi une tension variable ( $U_s$ ) à partir d'une source de tension fixe ( $U_E$ ) variant de 0 (pour  $\alpha = 0$ ) à  $U_E$  ( $\alpha = 1$ ).

**Question:**

A partir de la présentation du pupitre, du rhéostat, des rappels, compléter le schéma du montage à réaliser afin de pouvoir mesurer U et I délivrés par le panneau solaire.

Faire valider le schéma par l'enseignant, puis le câbler . Faire valider le câblage.

**Question:**

- Ouvrir le fichier Excel « Tracé de  $U=f(I)$  » et l'enregistrer sous votre nom
- Pour R variant de  $R_{\text{maxi}}$  à 0 Ohm, compléter alors le tableau de mesure.
- Relever et contrôler à l'aide du solarimètre, la régularité de la valeur de l'irradiance.
- Imprimer le tableau de mesures ainsi que la caractéristique  $U=f(I)$  du panneau solaire.
- Comparer cette caractéristique avec celle d'un générateur parfait et conclure.

**Etude 3 : Puissance du panneau solaire.**

Le but de cette étude est d'étudier le comportement électrique d'un panneau solaire, et en particulier, de mettre en évidence l'existence d'un point de fonctionnement créant un maximum de puissance, et donc délivrant un maximum d'énergie.

Rappel : La puissance électrique délivrée par le panneau solaire est définie par le produit  $P = U \cdot I$  avec :

- U tension aux bornes du panneau solaire (en Volt)
- I intensité débité par le panneau solaire (en Ampère)
- P puissance électrique produite par le panneau solaire (en Watt)

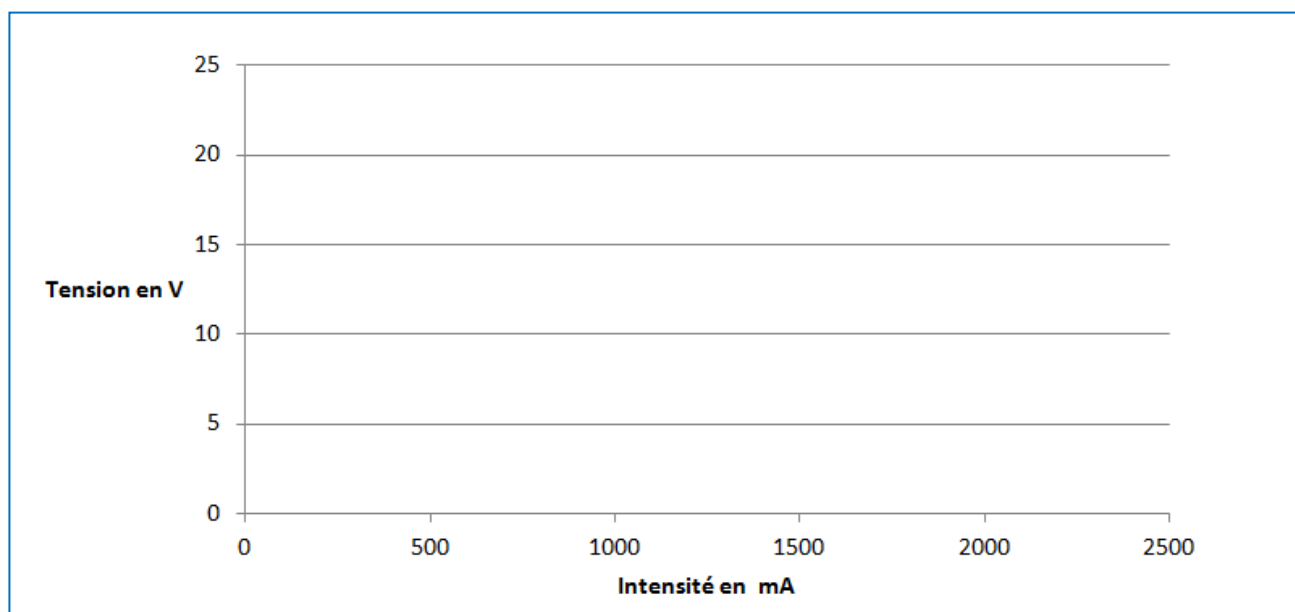
**Question:**

Ouvrir le fichier Excel « Tracé de  $P = f(U)$  »

- Recopier les valeurs de U et I mesurée précédemment.
- Imprimer alors la caractéristique  $P=f(U)$  du panneau solaire
- Déterminer alors la puissance maximale délivrée par le panneau solaire
- Rechercher dans le dossier technique, la puissance maximale annoncée par le constructeur.
- Comparer ces 2 puissances : selon vous, d'où vient alors la différence.





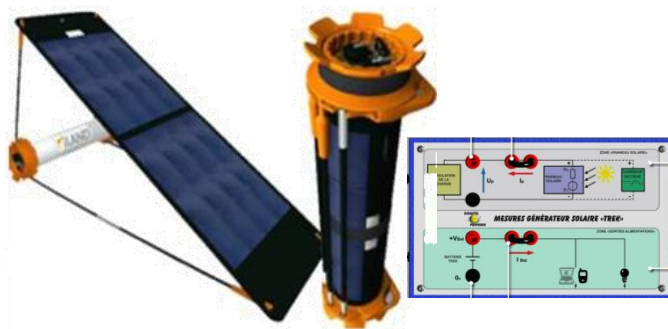




## Etude de cas :

## Le générateur solaire TREK

Activité:	Algorithme MPPT
Niveau	Première
Durée:	2 heures
Nb élèves:	2 à 4
Supports:	Générateur TREK, Logiciel TREK



### Activité TP : Modéliser, simuler et valider le MPPT

Centre(s) d'intérêt	CI 07 - Formes et caractéristiques de l'énergie
	CI 10 - Efficacité énergétique liée à la gestion de l'information
Objectifs de Formation/ Compétences visées	1. Simuler et valider le fonctionnement de l'algorithme MPPT
	O4 - Décoder l'organisation fonctionnelle, structurelle et logicielle d'un système
	CO4.1. Identifier et caractériser les fonctions et les constituants d'un système ainsi que ses entrées/sorties

### Conditions de réalisation de l'activité:

Pré-requis	1. Structure algorithmique élémentaire
	2. Activité convertisseur d'énergie
Bases théoriques apportées	1. Principe de l'algorithme MPPT
	2. Principe de l'optimisation de la chaîne d'énergie dans une installation photovoltaïque
Modalités	Questionnaire + Modélisation informatique
Synthèse et validation	Réponse au questionnaire + validité des modélisations
Ressources existantes	Générateur TREK
	Modèle MatLab
Logiciels nécessaires	Microsoft Office
	MatLab
Matériels nécessaires	



## Fiche de séquence

### Stratégie pédagogique

*Données pour l'enseignant dans le but de s'intégrer dans un plan de formation*

<b>Compétence(s) du programme visée(s) :</b>	CO5.2 Identifier des variables internes et externes utiles à une modélisation, simuler et valider le comportement du modèle
<b>Centre d'intérêt :</b>	CI BASE :
<b>Connaissances associées :</b>	2.1.2 Organisation fonctionnelle d'une chaîne d'information 2.3.6 Comportements informationnels des systèmes Modèles algorithmiques : structures algorithmiques élémentaires (boucles, conditions, transition conditionnelles) variables.
<b>Pré-requis :</b>	Numération binaire Structures algorithmiques élémentaires Activité convertisseur d'énergie
<b>Démarche pédagogique utilisée :</b>	Démarche d'investigation.

### Contextualisation

*Données pour l'élève dans le but de donner du sens à la séquence proposée*

<b>Scénario</b>	Dans le cadre de la recharge électrique du générateur TREK, on recherche par algorithme le point maximum de puissance que peut délivrer le panneau solaire. Cette recherche permet la recharge la plus rapide possible de la batterie en fonction des conditions d'utilisation.
-----------------	---

Contexte de la séquence, inspiré d'un cas réel, dans lequel celle-ci se déroule

<b>Objectif de la séquence</b>	Vérifier par modélisation l'efficacité de l'utilisation d'un algorithme MPPT dans la recharge de batterie avec panneau solaire.
--------------------------------	---

But recherché vers lequel les activités proposées à l'élève doivent le conduire

<b>Support utilisé</b>	Fichiers de modélisation MATLAB.
------------------------	----------------------------------

Support utilisé (éventuellement inclure une image dans l'onglet prévu à cet effet)

<b>Typologie du support</b>	Support réel et modèle numérique
-----------------------------	----------------------------------

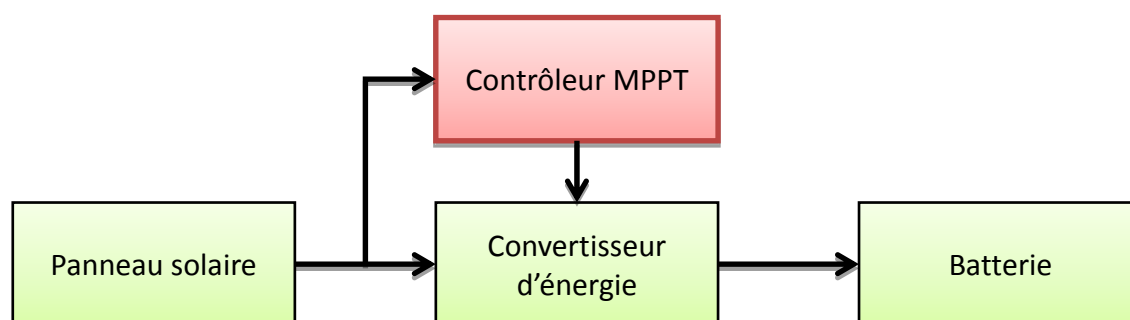
Préciser s'il s'agit d'un support réel, à distance, virtuel, didactisé ou non, etc..



## Présentation:

### Contrôleur MPPT:

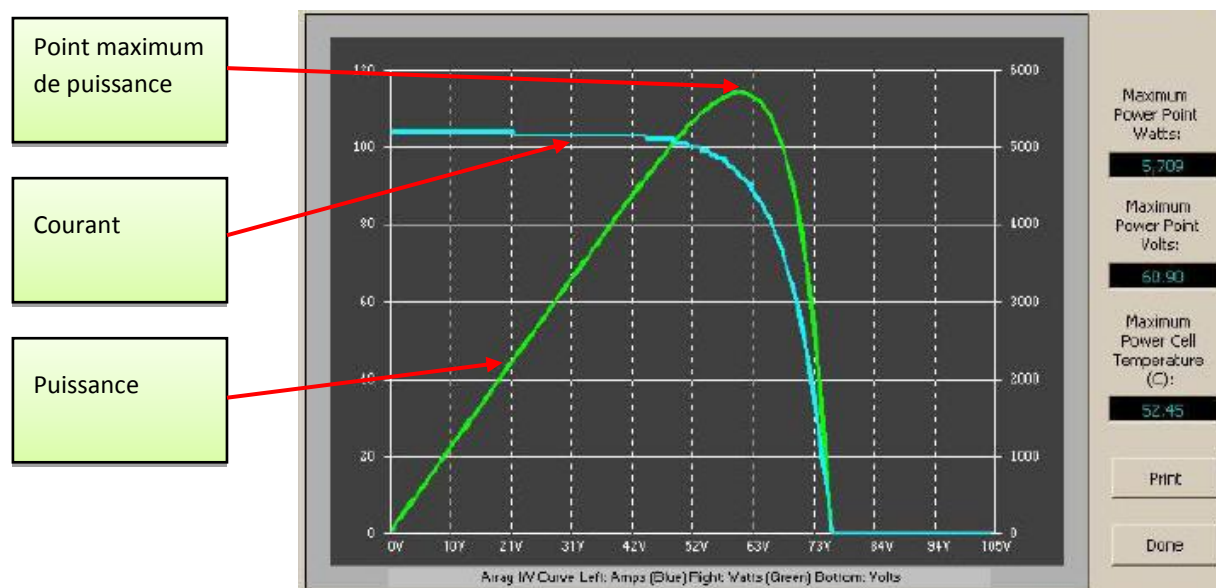
Le contrôleur MPPT est un bloc électronique qui réalise la commande du convertisseur d'énergie (régulateur à découpage) transmettant l'énergie du panneau solaire à la batterie. Il suit un algorithme particulier, appelé algorithme MPPT, afin d'optimiser la recharge de la batterie



L'objectif du contrôleur MPPT est de charger la batterie le plus rapidement possible en fonction des conditions d'utilisation (charge initiale, ensoleillement, température etc...)

Il est basé sur le principe de la recherche permanente du point maximum en puissance que peut fournir le panneau solaire.

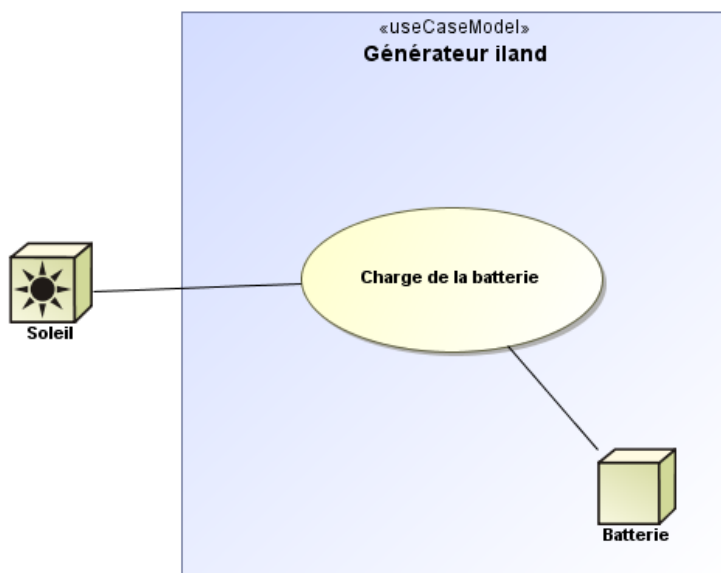
Ci-dessous la représentation du courant et de la puissance fournis par un panneau solaire en fonction de la tension. On distingue clairement que la puissance présente un maximum pour une tension précise. En utilisant ce point maximum, on fournit à la batterie le maximum d'énergie pour la recharger.





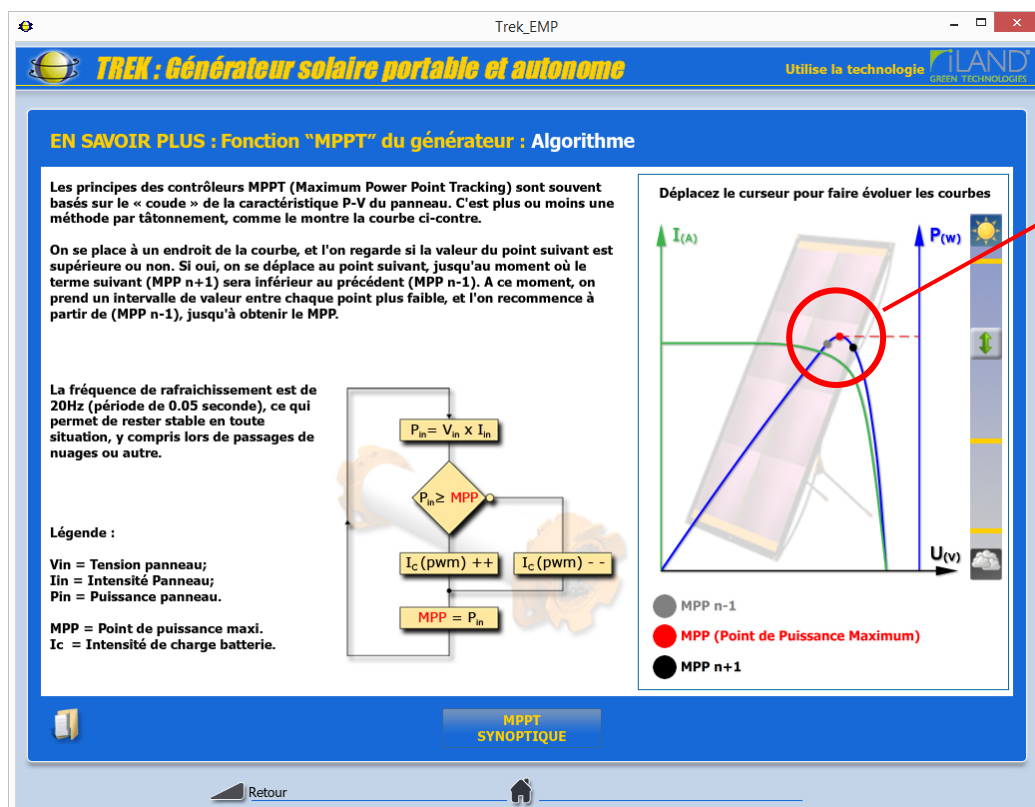
## Application dans le générateur TREK

Le contrôleur MPPT intervient pendant la charge batterie avec le panneau solaire.



L'algorithme MPPT est implanté dans un microcontrôleur et peut être représenté de manière simplifiée :

Aide: Logiciel EMP : Menu "En savoir plus", Algorithme MPPT



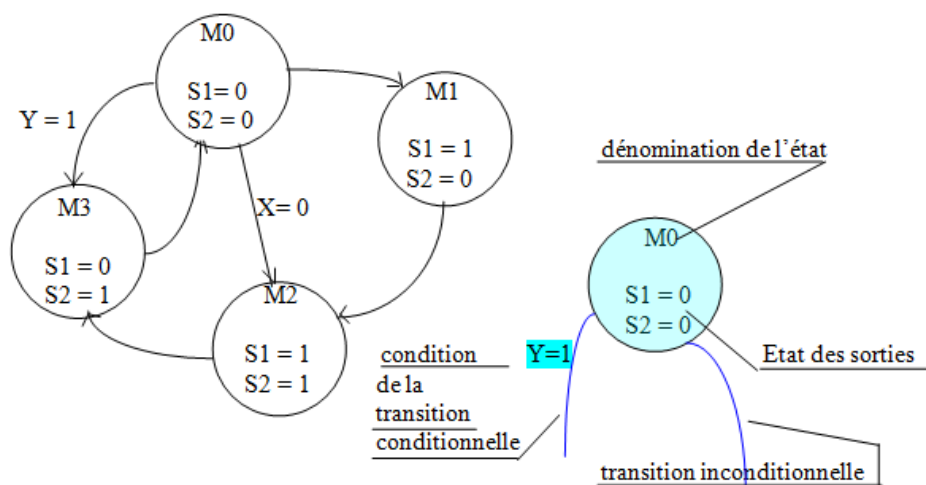


## Modélisation d'organigramme dans MatLab

### Machine d'état :

Le logiciel MatLab permet la modélisation d'algorithmes (organigrammes) à l'aide d'une machine d'état.

La description du système se fait par un nombre fini d'états. Ci-dessous la représentation schématique d'un système à 4 états (M0 à M3), 2 sorties (S1 et S2), 2 entrées X et Y, sans oublier l'entrée d'horloge qui fait avancer le processus, et celle de remise à zéro qui permet de l'initialiser :



L'état initial est M0. Les 2 sorties sont à 0. Au coup d'horloge on passe inconditionnellement à l'état M1 sauf si la condition Y=1 a été vérifiée, ce qui mène à l'état M3 ou si X=0 a été validé ce qui mène à M2.

De M3 on revient au coup d'horloge à M0. De M1 on passe à M2, et de M2 on passe à M3...

Dans chaque état on définit les niveaux des sorties.

### Correspondance algorithme / machine d'état

Structure de programmation	Structure organigramme	Machine d'état
Séquence linéaire		



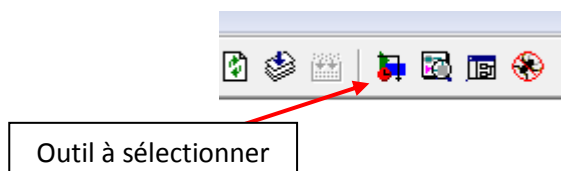


<p>Séquence alternative</p>	<pre> graph TD     Start(( )) --&gt; Cond{Condition ?}     Cond -- Vrai --&gt; T1[Traitement 1]     Cond -- Faux --&gt; T2[Traitement 2]     T1 --&gt; Join(( ))     T2 --&gt; Join     Join --&gt; End(( ))         </pre>	<pre> graph TD     M0((M0)) -- "Condition = faux" --&gt; M2((M2 Tr.2))     M0 -- "Condition = vrai" --&gt; M1((M1 Tr.1))     M2 --&gt; M3((M3))     M1 --&gt; M3         </pre>
<p>Séquence répétitive</p>	<pre> graph TD     Start(( )) --&gt; Cond{Condition ?}     Cond -- Vrai --&gt; T[Traitement]     T --&gt; Cond     Cond -- Faux --&gt; End(( ))         </pre>	<pre> graph TD     M0((M0)) -- "Condition = vrai" --&gt; M1((M1 Tr.))     M1 --&gt; M0     M0 -- "Condition = faux" --&gt; M3((M3))         </pre>
<p>Séquence répétitive</p>	<pre> graph TD     Start(( )) --&gt; T[ ]     T --&gt; Cond{ }     Cond -- Faux --&gt; T     Cond -- Vrai --&gt; End(( ))         </pre>	<pre> graph TD     M0((M0 Tr.)) -- "Condition = faux" --&gt; M0     M0 -- "Condition = vrai" --&gt; M1((M1))         </pre>
<p>Séquence répétitive</p>	<pre> graph TD     Start(( )) --&gt; T[Traitement]     T --&gt; Join(( ))     Start --&gt; Join     Join --&gt; End(( ))         </pre>	<pre> graph TD     M0((M0 Tr.)) --&gt; M1((M1 Tr.))     M1 --&gt; M0         </pre>

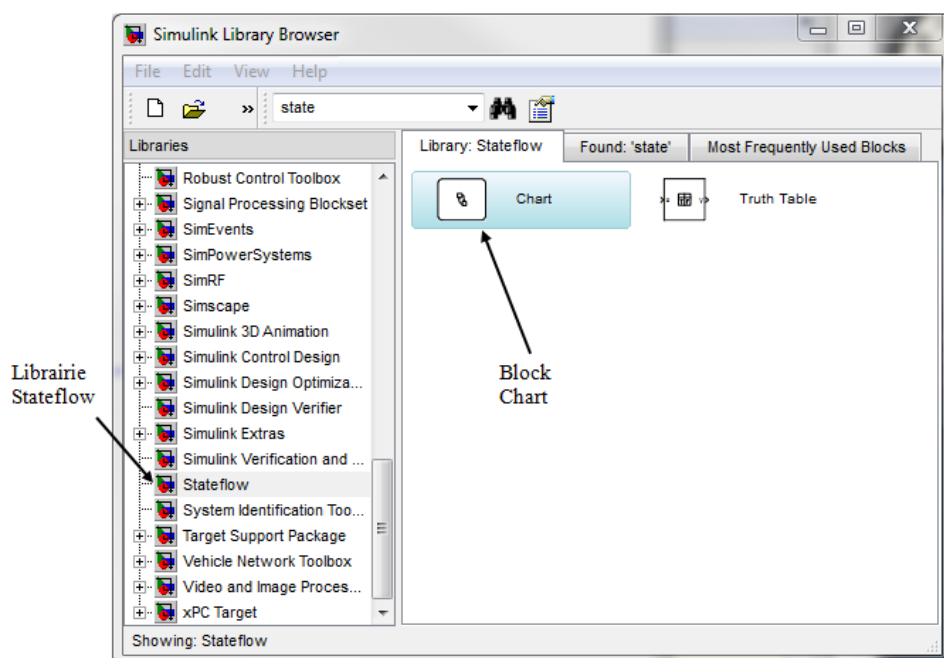


## Application à MatLab

Dans MatLab on utilise le block « CHART » de la librairie « STATEFLOW » pour réaliser une machine d'état.  
On sélectionne l'outil « Simulink Library Browser » dans la fenêtre de conception de modèle :



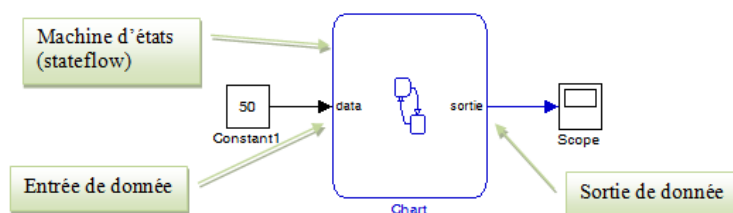
La fenêtre suivante s'ouvre :



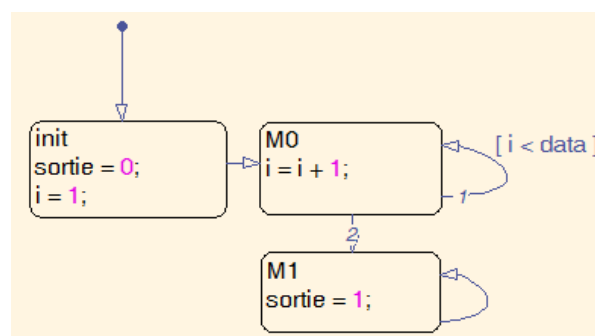
Exemple : temporisateur.

Ouvrir le fichier modèle stateflow\_01.

Le schéma suivant apparaît :



On trouve à l'intérieur du « block CHART » le schéma :





Eléments	Explications
	Transition par défaut : permet de définir l'état initial
	Etat : possède un nom et des actions (traitement)
	Nom de l'état : doit être unique dans la machine et peut expliciter le rôle de l'état (init = initialisation)
	Actions : réalisent des opérations (traitement) sur les variables. La variable « sortie » est initialisée à 0 et la variable « i » est initialisée à 1.
	Transition inconditionnelle : fait passer de l'état précédent à l'état suivant directement sans condition.
	Transition conditionnelle : la condition est notée entre crochets au niveau du label. Ici la transition se fait si la variable « i » est inférieure (numérique) à la variable « data ».
	Ordre d'analyse des transitions : chaque transition, pour un état donné, est analysée dans un ordre précis donné par des numéros. Cet ordre est très important pour définir le fonctionnement de la machine. Dans notre exemple si l'ordre était inversé, le fonctionnement serait complètement différent (faux).



**Travail :**

- En vous aidant des explications précédentes, dessinez l'organigramme correspondant à la machine d'état du modèle stateflow\_01 (temporisateur).
- En déduire le code (codage) de l'organigramme.
- Expliquez le fonctionnement du modèle à l'aide des réponses précédentes.
- Lancez la simulation du modèle dans MatLab et vérifiez le fonctionnement. Faites plusieurs simulations avec des valeurs différentes pour la constante d'entrée « data ».
- Conclure.

**Modélisation du MPPT :**

**Présentation :**

Le contrôleur MPPT étant en fait à la base un algorithme, on le décrit sous forme d'organigramme pour ensuite l'implanter dans un circuit programmable type microcontrôleur.

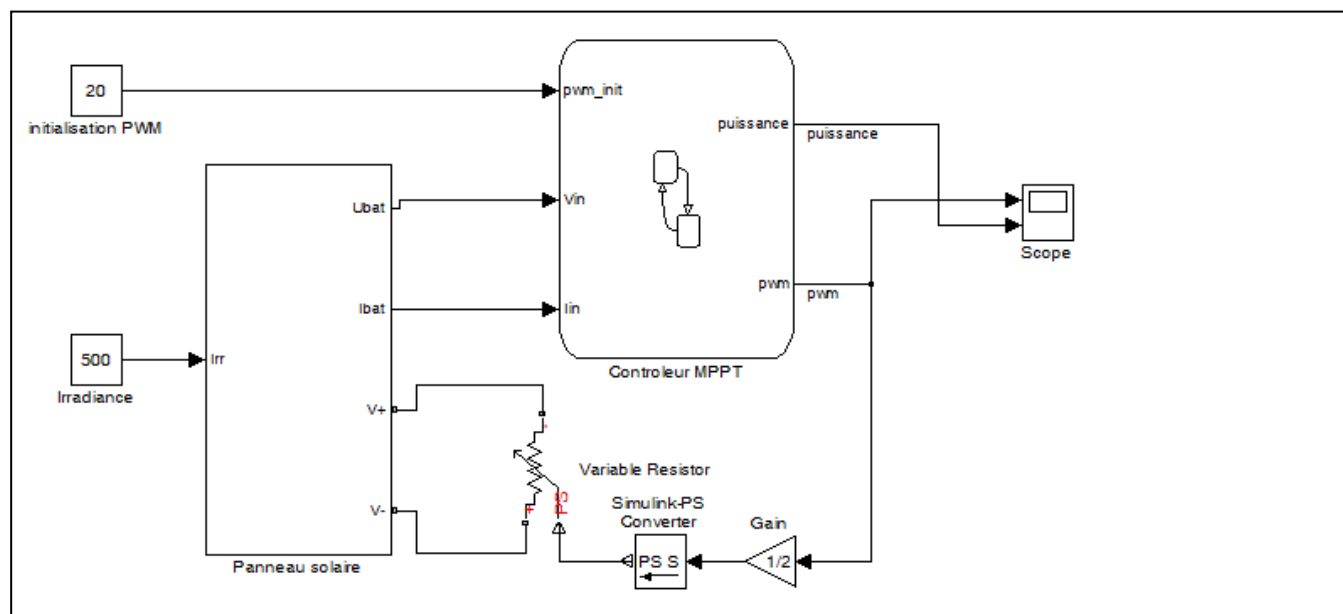
Le constructeur nous donne une version simplifiée de l'organigramme utilisé dans le « Générateur TREK » :

Organigramme	Explications
<pre> graph TD     Start(( )) --&gt; Pin[P_in = V_in x I_in]     Pin --&gt; Decision{P_in &gt;= MPP}     Decision -- Oui --&gt; MPPUpdate[MPP = P_in]     MPPUpdate --&gt; Start     Decision -- Non --&gt; Inc[I_c(pwm) ++]     Decision -- Non --&gt; Dec[I_c(pwm) - -]     Inc --&gt; Merge(( ))     Dec --&gt; Merge     Merge --&gt; Start         </pre>	<p><math>P_{in}</math> : puissance fournie par le panneau solaire = Tension (<math>V_{in}</math>) * Courant (<math>I_{in}</math>)</p> <p>MPP : variable mémorisant la puissance fournie par le panneau pour le réglage précédent du convertisseur</p> <p><math>I_c(pwm)</math> : réglage du convertisseur d'énergie</p> <p><math>I_c(pwm)++ \Rightarrow pwm = pwm + 1</math> (incrémentement de pwm)</p> <p><math>I_c(pwm)-- \Rightarrow pwm = pwm - 1</math> (décrémentement de pwm)</p>



**Travail :**

- Ecrivez le code (codage) correspondant à l'organigramme ci-dessus.
- Dessinez la machine d'état correspondante.
- Ouvrez le fichier modèle MatLab « mppt\_01 » :



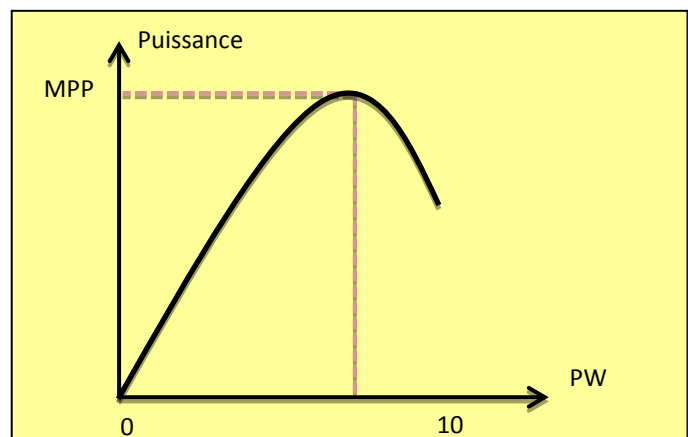
- Quelles sont les différences entre la machine d'état que vous avez dessiné à la question précédente et la machine présente dans le modèle (vous pouvez ouvrir le contrôleur MPPT en double cliquant dessus) ?
- Donnez la fonction de ces modifications.
- Complétez le tableau ci-dessous en relevant les valeurs stables « pwm » et « puissance » et en simulant le modèle pour chaque « initialisation PWM ».

Initialisation PWM	Pwm (%)	Puissance (W)
10		
20		
30		
40		
50		
60		



- Quelle est la puissance maximale que peut fournir le panneau solaire et pour quel réglage de « pwm » ?
- Cette puissance est-elle toujours atteinte ? Est-ce un problème ?
- Comment expliquez-vous ce problème.

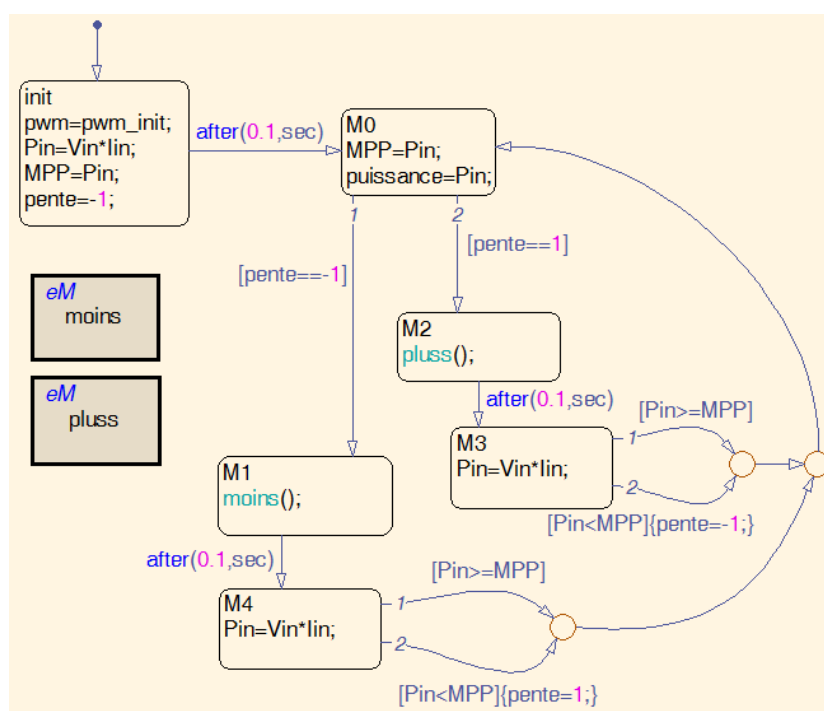
Rappel de la courbe de la puissance en fonction de « pwm » :



En considérant que l'irradiance peut évoluer à tout moment (augmentation/diminution), quel défaut de fonctionnement du générateur TREK peut apparaître dû au problème découvert précédemment ?

#### Algorithme MPPT modifié :

Afin d'éviter le problème mis en évidence ci-dessus, on a modifié l'algorithme du contrôleur MPPT. La machine d'état correspondante à ce nouvel algorithme est la suivante :







Les fonctions « moins » et « plus » diminue ou augmente le réglage « pwm ».

Les transitions de la forme **[condition]{action}** permettent d'effectuer la transition suivie d'une action si la condition est validée. Exemple : [Pin < MPP]{pente = -1 ;} réalise la transition si la valeur de la variable « Pin » est inférieure à celle de la variable « MPP » puis met la valeur -1 dans la variable « pente ».

**Travail :**

- Dessinez l'organigramme de la machine d'état modifiée.
- En déduire le code (codage).
- Comment a-t-on résolu le problème évoqué avant ?

Ouvrez le fichier modèle MatLab « mppt\_02 » :

Complétez le tableau ci-dessous en relevant les valeurs stables « pwm » et « puissance » et en simulant le modèle pour chaque « initialisation PWM ».

Initialisation PWM	Pwm (%)	Puissance (W)
10		
20		
30		
40		
50		
60		

Quelle est la différence avec le fonctionnement du contrôleur MPPT non modifié ?



## Charge de la batterie du générateur TREK

### Convertisseur d'énergie

Pour réaliser la charge de la batterie en recherchant le point maximal de transfert d'énergie entre le panneau solaire et la batterie, on utilise un convertisseur d'énergie (alimentation à découpage).  
Ce convertisseur permet de moduler dans un rapport 0-100% le courant de charge.

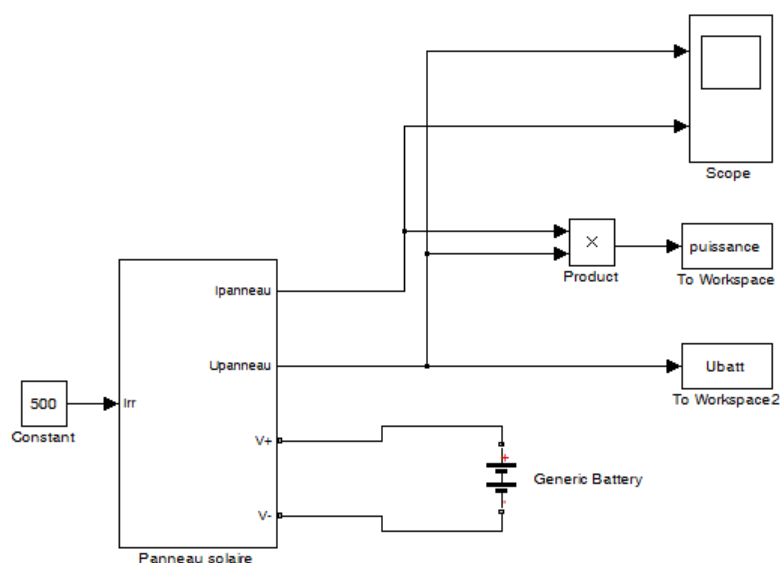
Convertisseur dans MatLab	Explications
	<p>Entrée Reg_PWM : réglage du convertisseur (0-100)</p> <p>Entrées E+ E- : branchement du panneau solaire</p> <p>Sorties S+ S- : Branchement de la batterie</p> <p>Sorties Is Us : informations courant et tension batterie</p>

### Charge sans MPPT :

La solution la plus simple pour recharger une batterie grâce à un panneau solaire est de la brancher directement aux bornes du panneau.  
Cette technique présente l'avantage de la simplicité mais n'optimise pas le processus.

## Travail

Ouvrez le fichier modèle MatLab « mppt\_03 » :





Lancez la simulation du modèle.

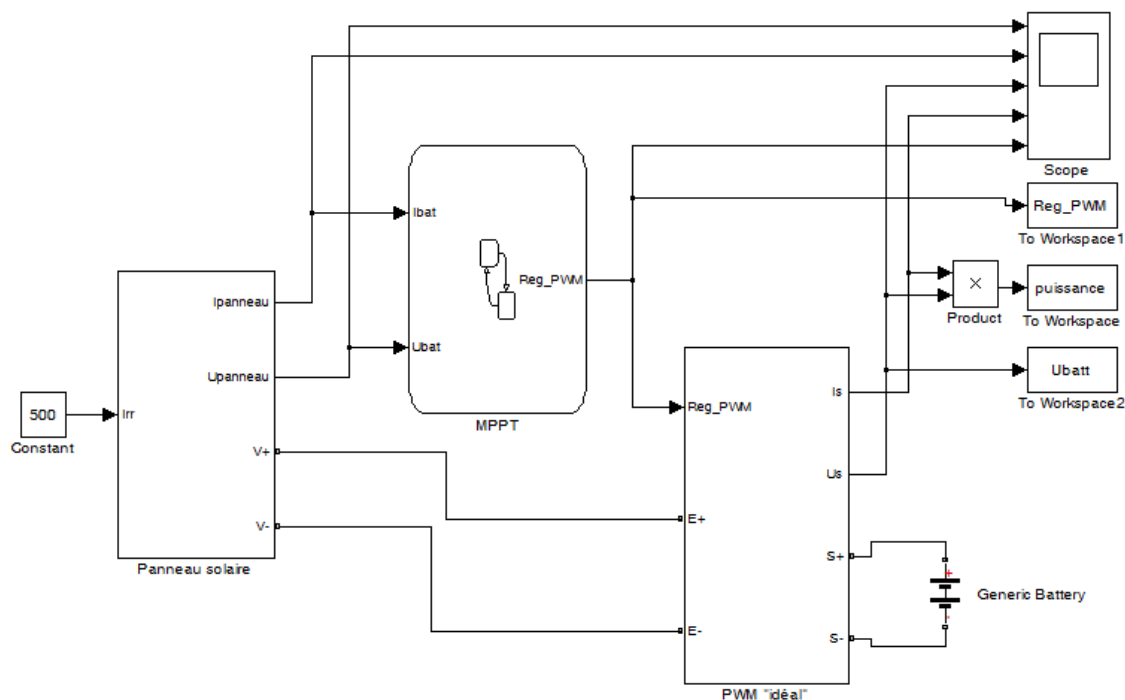
Relevez la tension batterie atteinte pour l'abscisse 1200 sur la figure « Tension batterie » qui apparaît. (Ne fermez pas cette fenêtre)

### Charge avec MPPT :

Le générateur TREK utilise un contrôleur MPPT pour la phase de recharge de la batterie. Cette solution est plus complexe à mettre en œuvre mais permet une recharge plus rapide en particulier dans les conditions les plus défavorables comme par exemple en randonnée (problèmes d'orientation et d'ensoleillement ...).

### Travail

Ouvrez le fichier modèle MatLab « mppt\_04 » :



Lancez la simulation du modèle.

- Relevez le temps sur l'axe des abscisses pour que la tension batterie atteigne la valeur maximale de la charge sans MPPT.
- Calculez en pourcentage le gain de temps de charge que permet d'obtenir le contrôleur MPPT dans ce cas.
- Justifiez l'utilisation du contrôleur MPPT.



**Mise en évidence de l'action du MPPT :**

Ouvrez le fichier modèle MatLab « mppt\_05 » :

Fermez la fenêtre « Tension batterie » puis lancez la simulation du modèle.

- Relevez la tension batterie.
- Indiquez et expliquez sur votre relevé ce qui met en évidence l'action du contrôleur MPPT.