

AP	AP 10	TSI 1 Semestre 1
	Alimenter : Sources autonomes	1h
	Cycle 4 : Alimenter	2 semaines

Analyser

Modéliser

Résoudre

Expérimenter

Réaliser

Concevoir

Communiquer

ANALYSER

- Identifier la nature des flux échangés, préciser leurs caractéristiques
- Analyser la réversibilité de la chaîne d'énergie

MODELISER

- Décrire les évolutions temporelles ou fréquentielles des grandeurs dans la chaîne d'énergie

RESOUDRE

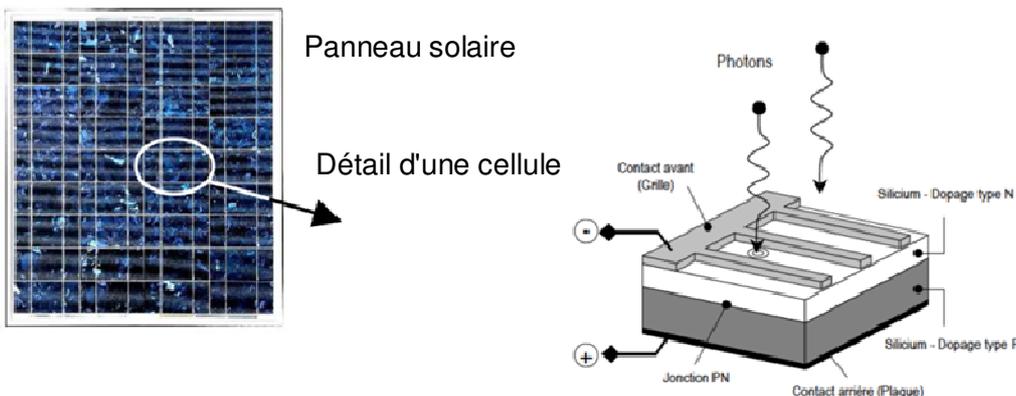
- Proposer une méthode de résolution permettant la détermination des courants, des tensions et des puissances échangées

Charge de batterie par panneau photovoltaïque

1 Technologie photovoltaïque

On souhaite déterminer l'énergie électrique récupérée par un panneau photovoltaïque pour différentes conditions d'ensoleillement lors de la recharge d'une batterie.

Chaque cellule photovoltaïque est constituée de 2 plaques de silicium dopées avec des charges respectivement positives et négatives. Ces plaques sont séparées par une couche de jonction. Au contact de la plaque exposée au rayonnement lumineux, les photons libèrent l'énergie qu'ils transportent ce qui crée **un courant** de la grille positive vers la grille négative.



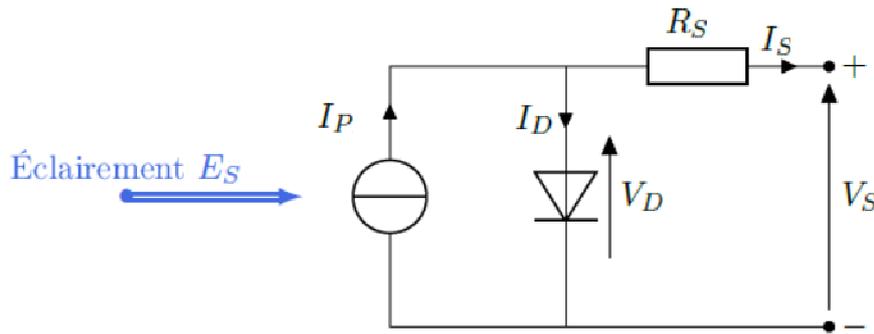
Panneau solaire : modèle équivalent à des cellules en série ou en parallèle

Une solution simple pour déterminer le dipôle équivalent à une association de cellules élémentaires est d'appliquer le **théorème de superposition** (il s'agit de rendre inactif à tour de rôle les sources : source de tension inactive = fil, source courant inactive = circuit ouvert) qui se décline en 2 théorèmes :

- **théorème de Thévenin** : le dipôle équivalent est constitué d'une source de tension (tension à vide aux bornes du dipôle) en série avec la résistance équivalente à ses bornes (lorsque les sources sont rendues inactives).
- **théorème de Norton** : le dipôle équivalent est constitué d'une source de courant (courant de sortie lorsque le dipôle est court-circuité) en parallèle avec la résistance équivalente à ses bornes (lorsque les sources sont rendues inactives).

2 Données et hypothèses

Le modèle équivalent d'une cellule est représenté sur le schéma suivant :



- La diode est supposée quasi parfaite, seule la tension de seuil ($V_F = 0,6V$) sera prise en compte (il s'agit de la tension à ses bornes lorsqu'elle est passante c'est-à-dire lorsque le circuit permet d'avoir $V_D \geq V_F$; la conduction de la diode impose alors que $V_D = V_F$) ;
- $R_S = 0,1 \Omega$ (représente la résistance série de la cellule) ;
- La source, supposée parfaite, délivre un courant constant dont la valeur I_P ne dépend que de l'ensoleillement : $I_P = K_P \cdot E_S$, avec :
 - I_P est le courant photogénéré exprimé en A ;
 - $K_P = 0,58 \cdot 10^{-3} A/(W \cdot m^2)$ une constante liée à la taille de la cellule ;
 - E_S éclairement, exprimé en $W \cdot m^{-2}$.
- Le panneau est constitué de **$N_s = 36$** cellules montées en série.

3 Caractéristique $I_S(V_S)$ de la cellule photovoltaïque

- 1) Exprimer la relation entre V_S et V_D en fonction des éléments du montage. En déduire la condition sur V_S pour rendre la diode passante.

Diode bloquée

Cette configuration correspond à la situation où la cellule photovoltaïque délivre de la puissance à la sortie.

- 2) Tracer le schéma électrique de la cellule (la diode disparaît du circuit puisque le courant qui la traverse est nul). En déduire la valeur du courant I_S en fonction de I_P ?
- 3) Pour des valeurs d'éclairement $E_{s1} = 1000 W/m^2$ et $E_{s2} = 400 W/m^2$, calculer les valeurs respectives de courant I_{s1} et I_{s2} . En déduire les caractéristiques $I_S = f(V_S)$ d'une cellule selon l'éclairement (diode bloquée).
- 4) Appliquer le théorème de Norton pour déterminer la valeur du courant **I_{sp}** généré par le panneau solaire (constitué de N_s cellules en série) lorsque les diodes de toutes les cellules sont bloquées. Placer sur la caractéristique en vert la valeur du courant **I_{sp}** pour chaque éclairement.

Diode passante

Cette configuration correspond à une situation de protection de la source de courant qui est alors court-circuitée par la diode.

- 5) Tracer le schéma de la cellule lorsque la diode est passante (l'association source de courant – diode est équivalente à une source de tension V_F). En déduire I_S en fonction de V_S , V_F et R_S .
- 6) Tracer la caractéristique $I_S = f(V_S)$ de la cellule photovoltaïque dans cette configuration diode passante. Indiquer sur les courbes obtenues les zones respectives où la diode est bloquée ou passante.

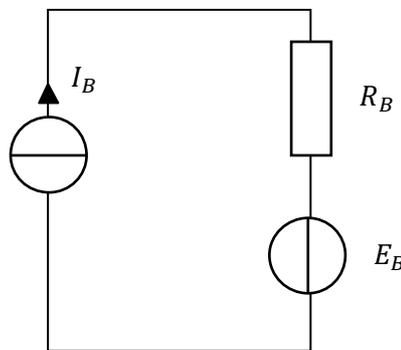
- 7) Par application du théorème de Thévenin, déterminer les caractéristiques du panneau solaire constitué de N_s cellules en série :
- la tension à vide V_{spo} aux bornes du panneau solaire lorsque le courant de sortie est nul.
 - La résistance équivalente à l'ensemble des résistances internes en série est noté R_{sp} .
- 8) En déduire l'expression $I_s(V_{sp})$ du panneau lorsque les diodes sont passantes et montrer que cette caractéristique linéaire à la même pente que pour une seule cellule. Placer en vert sur le graphique précédent la valeur de la tension à vide V_{spo} .

4 Caractéristique $I_B(U_B)$ de la batterie à recharger

Caractéristiques de la batterie (10 blocs en série de 10 accumulateurs en parallèles) :

- tension à vide : $E_B = 15 \text{ V}$;
- capacité de charge : $C_B = 10 \text{ A.h}$;
- $R_B = 1,25 \Omega$ (résistance interne de la batterie).

Lors de la charge, le schéma électrique est le suivant :



- 9) En déduire la caractéristique $I_B(U_B)$ sachant que la batterie est en mode récepteur. Tracer cette caractéristique sur le même graphique que celui du panneau solaire.

5 Association panneau solaire et batterie d'accumulateur

Lors de la charge, la batterie est reliée directement au panneau.

- 10) Indiquer, sur les tracés précédents, le point de fonctionnement possible à ensoleillement maximal $E_{s1}=1000\text{W/m}^2$.
- 11) Donner l'expression de la puissance P_B reçue par la batterie. Le panneau est-il exploité à sa puissance maximale ? Justifier.
- 12) En considérant la tension de charge constante, déterminer la durée totale t pour faire une charge complète de la batterie.