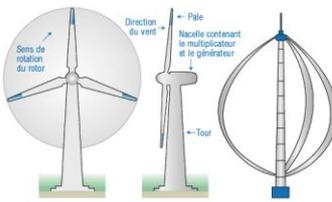


Exercices installation solaire photovoltaïque

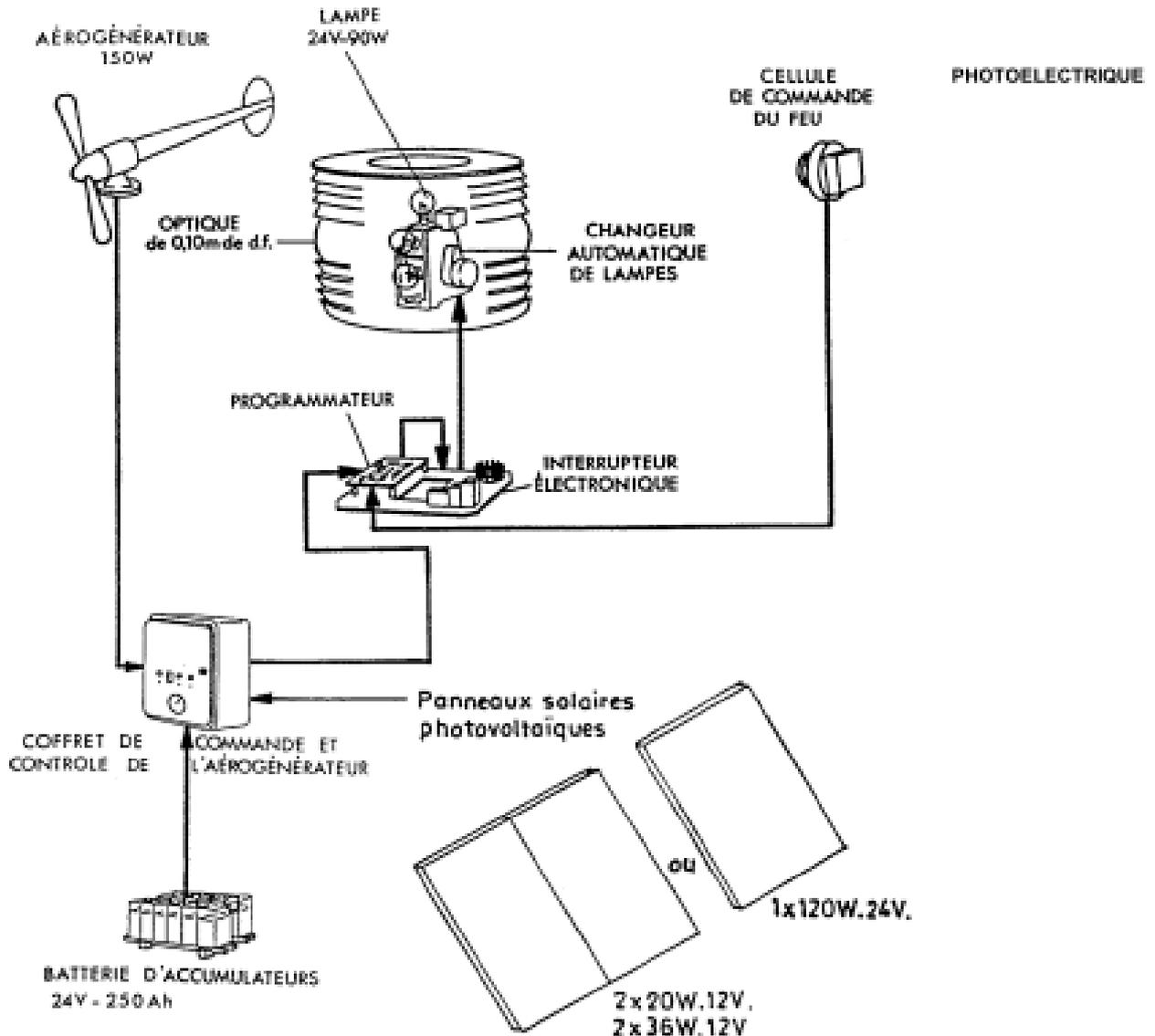


1	Etude de l'autonomie d'un site isolé (D'après le sujet de BAC SSI Polynésie 2005)	2
2	Etude d'un site Grenoblois.	5
3	Analyse d'une consommation EDF domestique.	5
4	Bilan de consommation électrique.	5
5	Puissance délivrée par un module solaire.....	7
6	Installation solaire photovoltaïque reliée au réseau.....	8
7	Inclinaison optimale des panneaux solaires.....	10
8	Recherche du point de fonctionnement maximum	11



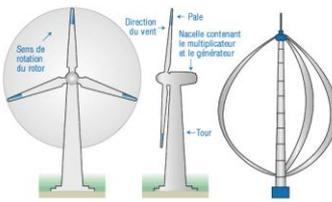
1 Etude de l'autonomie d'un site isolé (D'après le sujet de BAC SSI Polynésie 2005)

Le phare de l'île noire assure la sécurité de la navigation en mer dans la baie de Morlaix, Finistère. Le schéma de l'installation est le suivant :



La source lumineuse est une lampe halogène d'une puissance de 90 W. Elle est alimentée sous une tension continue de 24 V. Un système optique est mis en place, ce qui permet d'augmenter l'intensité lumineuse de la lampe et la visibilité du phare. Ce système optique s'appelle « lentilles de Fresnel » du nom de son inventeur. Il est réalisé en polycarbonate.

La commande du phare est électronique, le coffret et la carte de commande assurent plusieurs fonctions:



Détection de la luminosité minimale : grâce à une détection par cellule photoélectrique de la lumière ambiante, le phare va s'allumer automatiquement, dès que la luminosité ne permet plus une visibilité suffisante (nuit, brouillard).

Définition du rythme du signal lumineux : une mémoire programmée contient tous les rythmes normalisés. Le choix du rythme du signal lumineux se fait grâce à une roue codeuse.

Contrôle de l'état de la batterie : le phare s'éteint en cas de décharge excessive de la batterie pour éviter de la détériorer. Elle interrompt également la charge de la batterie lorsque celle-ci est complètement chargée.

Contrôle de l'état de la lampe : la détection de fonctionnement de la lampe permet de mettre en route le changeur de lampe si le filament est rompu.

Télesurveillance du fonctionnement général : les informations de sécurité relatives à l'état du phare sont transmises vers un poste de surveillance à terre.

La batterie d'accumulateur au plomb étanche réalise l'alimentation électrique autonome de la lampe. Les caractéristiques sont : Caractéristiques :

Tension nominale : 24 V continu

Capacité nominale : 250 Ah

Le panneau solaire est constitué de cellules photovoltaïques qui convertissent l'éclairement énergétique du soleil en courant continu. L'assemblage des cellules en série permet d'obtenir une tension compatible avec la charge de la batterie. Le courant produit par le panneau est directement proportionnel à l'ensoleillement reçu : le panneau solaire fonctionne comme un générateur de courant. Les conditions d'installation du panneau solaire permettent la meilleure exposition au soleil tout au long de l'année : orientation sud, inclinaison égale à la latitude.



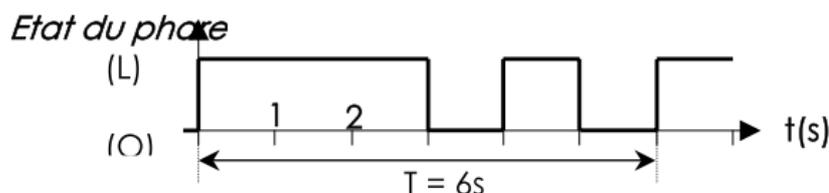
L'éclairement énergétique définit la puissance du rayonnement solaire reçue par unité de surface. Il s'exprime en W/m^2 .

1.1 Etude de l'autonomie du phare

Calculer l'intensité du courant qui traverse la lampe IMAX.

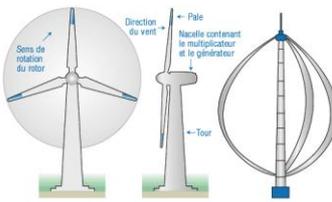
Quelles sont les situations météorologiques qui conditionnent la prise en compte d'un fonctionnement autonome uniquement sur l'énergie stockée dans les accumulateurs ?

On considère une réserve d'autonomie de 10 jours comme suffisante. Le graphe ci-dessous donne le cycle de fonctionnement de la lampe du phare L=Lumière O=Obscurité :



Calculer l'intensité moyenne consommée pour un cycle.

En hiver la durée de la nuit est de 15 heures. Calculer la quantité d'électricité Q_d consommée par le phare en une nuit. ($Q = I \cdot t$)



Sur période de 24 heures (un jour et une nuit), la batterie fournit au phare un courant moyen égal à 1,56 A.

A l'aide du document technique N°1, déterminer la capacité réelle de la batterie C correspondant à ce courant de décharge.

Calculer T_a , le nombre de jours consécutifs de fonctionnement qu'autorise la batterie chargée ?

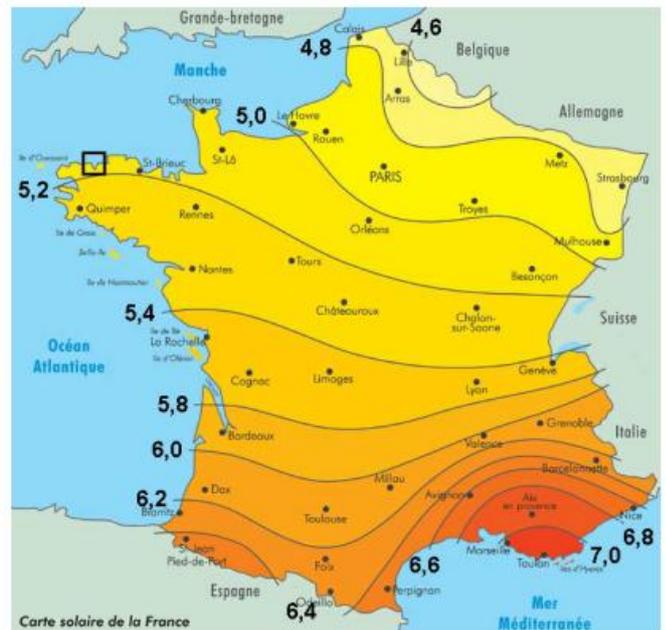
La batterie est-elle correctement dimensionnée (justifier la réponse) ?

1.2 Dimensionnement du panneau solaire.

La carte ci-contre donne la mesure de **l'irradiation*** solaire reçue au niveau du sol en **kWh/m² par jour** (moyenne au mois de juillet). La localisation du phare est matérialisée par le carré noir.

***L'irradiation** définit la quantité d'éclairement énergétique cumulé dans le temps : c'est l'énergie du rayonnement solaire reçue par unité de surface. Elle s'exprime en Wh/m².

Exemple : pour une irradiation de 1 kWh/m² par jour le panneau solaire reçoit un éclairement énergétique équivalent à 1 kW/m² pendant une heure.



A l'aide de la carte donnée ci-dessus, déterminer approximativement R_a l'irradiation moyenne reçue quotidiennement par le panneau solaire au mois de juillet.

En déduire le nombre d'heures T_e d'exposition quotidienne du panneau à éclairement énergétique équivalent à 1 kW/m².

A l'aide du document technique N°1, déterminer la valeur du courant I_p fourni par le panneau exposé à un éclairement énergétique de 1 kW/m² pour une tension de 24 V.

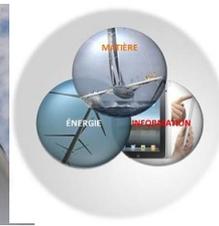
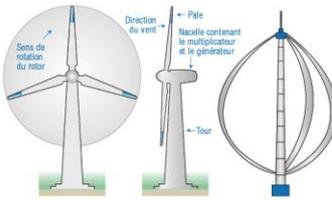
En utilisant les résultats précédents, calculer la quantité d'électricité Q_p produite par le panneau solaire en un jour.

Au mois de juillet, la quantité d'électricité Q_d consommée quotidiennement par le phare s'établit à 23 Ah en moyenne.

En tenant compte du rendement de la batterie η_b défini ci-dessous, calculer la quantité d'électricité Q_c à fournir à la batterie pour assurer sa recharge complète.

Le rendement en quantité d'électricité η_b définit le rapport entre le nombre d'Ampère-heures Q_d restitués par la batterie lors de la décharge et la quantité d'électricité Q_c reçue lors de la charge : $\eta_b = Q_d / Q_c$. Ce rendement est estimé à 85 % dans les conditions de fonctionnement de l'application.

Conclure quant à la capacité du panneau solaire à recharger seul la batterie pendant le mois de juillet (le mois le plus ensoleillé de l'année).



2 Etude d'un site Grenoblois.

Le lycée du Grésivaudan propose sur un site internet spécifique l'accès aux données de production de sa centrale solaire. Cette centrale est directement reliée au réseau EDF.

Le site est visible ici : <http://solaire.lgm.ac-grenoble.fr/>

Après visite du site :

Résumer ses principales caractéristiques. Surface de panneaux, technologie ...

Comparer la production moyenne de deux mois en été et en hiver.

En déduire la production moyenne d'un m² de panneau solaire pendant une année sur ce site.



3 Analyse d'une consommation EDF domestique.

Procurer vous la facture EDF de votre domicile et trouvez le nombre de KWh consommé sur un mois. Déduire la surface de panneaux solaires nécessaire pour assurer seule cette consommation. On ne tient pas compte des problèmes de stockage de l'électricité ni des cycles jours / nuits.

4 Bilan de consommation électrique.

Voilà quelques données concernant la consommation de quelques appareils électriques courants :

Et pour finir, quelques petits rappels :

une TV : entre 60 et 150W

un ordinateur portable de bureau : entre 40 et 100W

un ordinateur de gamer : environ 500W

un vieux frigo : environ 1500 à 2000Wh/j

un frigo A++ : entre 400 et 700Wh/j

un frigo solaire A++ : entre 70 et 200Wh/j

une lampe à incandescence : c'est marqué dessus 40, 60, 75, 100W

un halogène: 300 à 500W

une lampe à économie d'énergie : entre 9 et 20W

une lampe LED : entre 1 et 4W

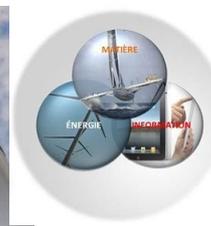
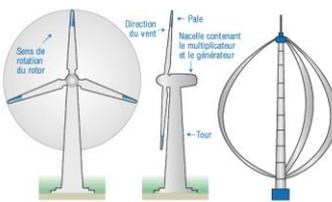
une machine à laver: entre 2000 et 3000Wh par cycle

une cafetière : 2000W environ

un micro ondes : 900W



Vous souhaitez vivre en autonomie complète dans votre chalet en montagne, dimensionner vos besoins en électricité en fonction de vos choix de matériels. Pour chaque équipement donner : son nom / sa consommation instantanée ou journalière / le nombre d'heures d'utilisation par jour / la consommation totale par jour en Kwh. Puis faire le bilan ...



DT N°1 sur la batterie d'accumulateurs et le panneau solaire

BATTERIE D'ACCUMULATEURS

La batterie est constituée de 12 accumulateurs montés en série. La tension à ses bornes est de 24V. Elle varie entre 21 V et 29 V selon l'état de charge.

Capacité

La capacité C de la batterie s'exprime en ampères-heures (Ah). C'est la quantité d'électricité que la batterie chargée peut restituer au cours d'une décharge complète. La capacité nominale C_{10} est définie pour une décharge complète à courant constant pendant 10 heures. Le courant constant débité est noté I_{10} .

Si $C_{10} = 250 \text{ Ah}$: la décharge durera 10 heures pour un courant de décharge I_{10} constant et égal à 25 A.

La capacité réelle de la batterie dépend du courant de décharge :

- Si le courant moyen de décharge est inférieur à I_{10} , la capacité de la batterie est supérieure à C_{10} .
- Si le courant moyen de décharge est supérieur à I_{10} , la capacité de la batterie est inférieure à C_{10} .

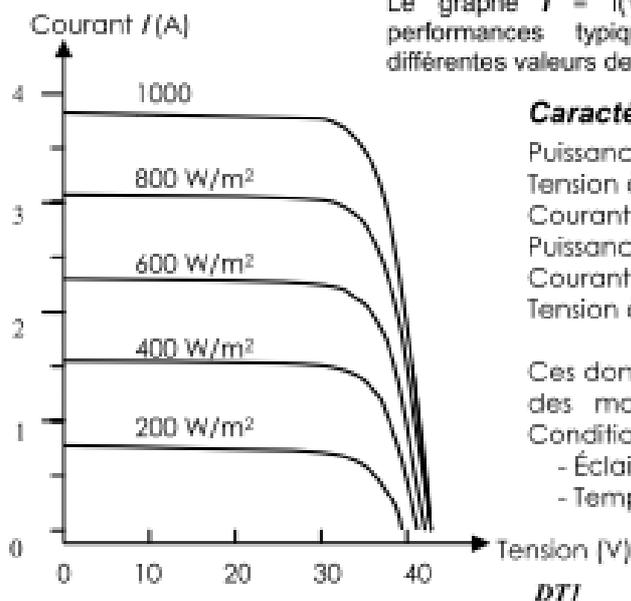
Le tableau suivant indique la capacité de la batterie en fonction du courant de décharge :

Courant de décharge (A)	25	12,5	7	5	3,9	3,1	1,6
Capacité (Ah)	250	300	335	360	370	375	390

PANNEAU SOLAIRE

Le panneau solaire est constitué de 72 cellules photovoltaïques montées en série qui lui permettent de charger des batteries de 24 V. Il produit un courant continu I proportionnel à l'éclairement énergétique reçu.

Caractéristique Courant (I) en fonction de la tension (V)



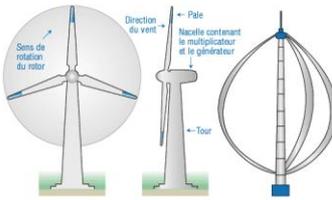
Le graphe $I = f(V)$ donné ci-dessous indique les performances typiques du panneau solaire pour différentes valeurs de l'éclairement énergétique :

Caractéristiques électriques

Puissance typique P_{typ} : 120 W
 Tension à la puissance typique V_{typ} : 33,7 V
 Courant à la puissance typique I_{typ} : 3,56 A
 Puissance minimale garantie P_{min} : 110 W
 Courant de court-circuit I_{sc} : 3,8 A
 Tension à circuit ouvert V_{oc} : 42,1 V

Ces données caractérisent la performance des modules types mesurées dans les Conditions d'Essai Standard (STC) :

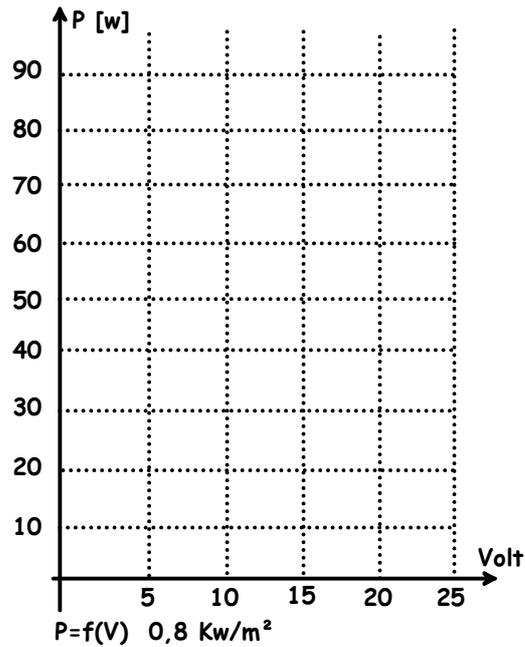
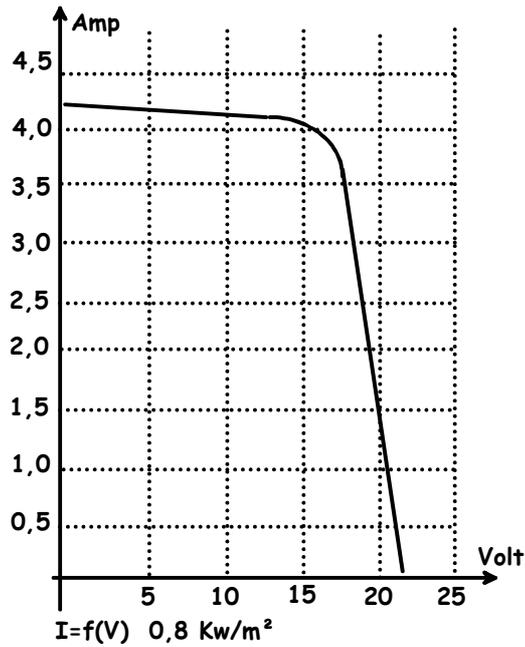
- Éclairement énergétique de 1 kW/m²;
- Température de la cellule : 25 °C

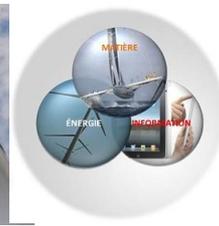
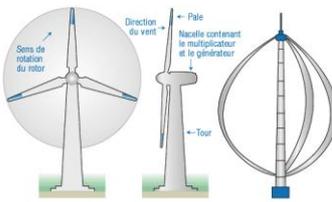


5 Puissance délivrée par un module solaire.

Pour étudier la puissance disponible en sortie du module solaire il faut tracer la courbe de puissance. Pour cela on détermine $P=f(V)$ en fonction de l'irradiance :

Caractéristique du Module PWX850





6 Installation solaire photovoltaïque reliée au réseau

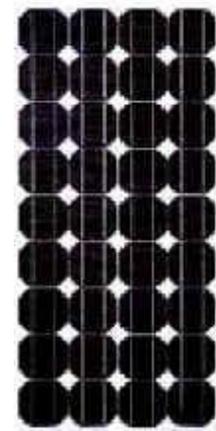
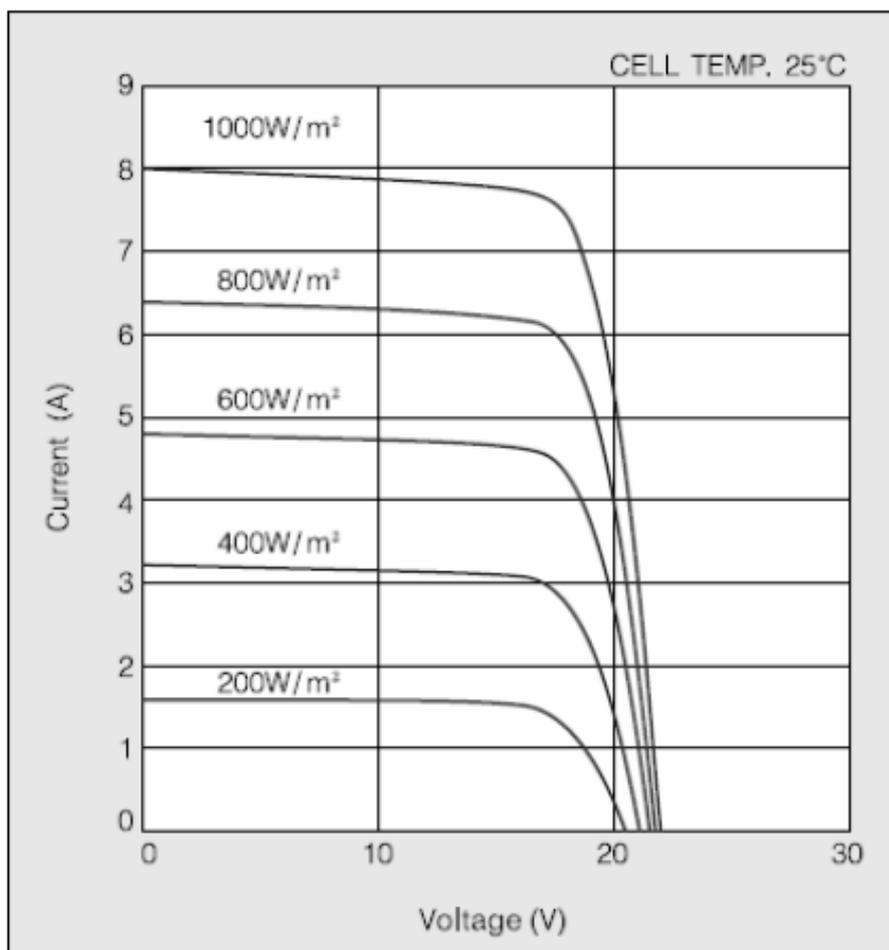
6.1 Une installation solaire reliée au réseau est réalisée avec des modules solaires dont les caractéristiques sont données ci-après :

Puissance maximale : 130 Watts
Tension maximale : 17,6 Volts
Courant maximal : 7,39 Ampères
Tension circuit ouvert : 21,9 Volts
Courant de court circuit : 8,02 Ampères

Ces caractéristiques sont données pour les conditions normalisées de rayonnement de 1000W/m² AM 1.5 et 25°C

Donner la tension à vide d'une cellule constituant le module solaire.

Représenter sur le graphe ci-dessous le point correspondant au courant de court circuit et le point correspondant au circuit ouvert.

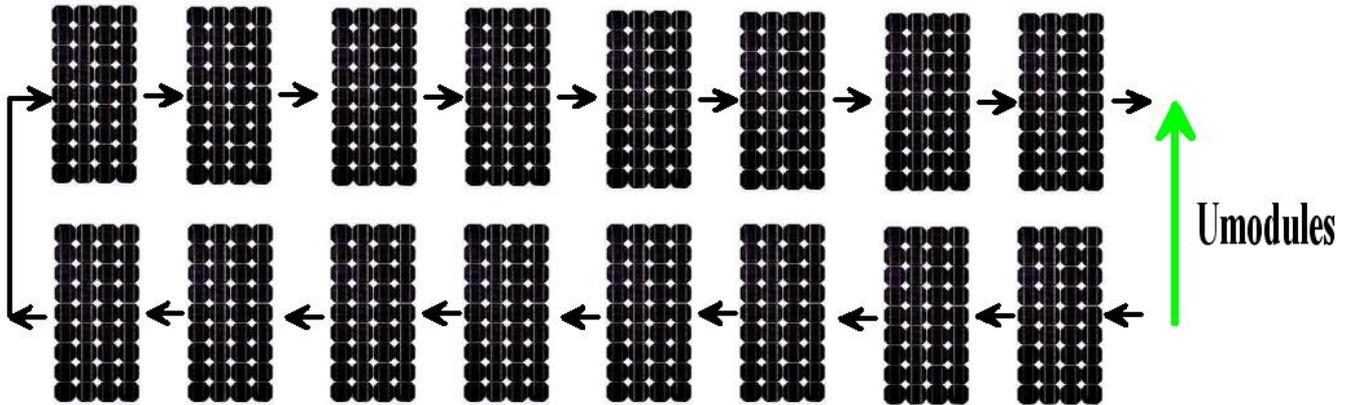
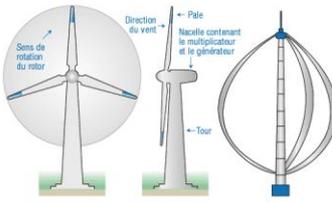


Un module

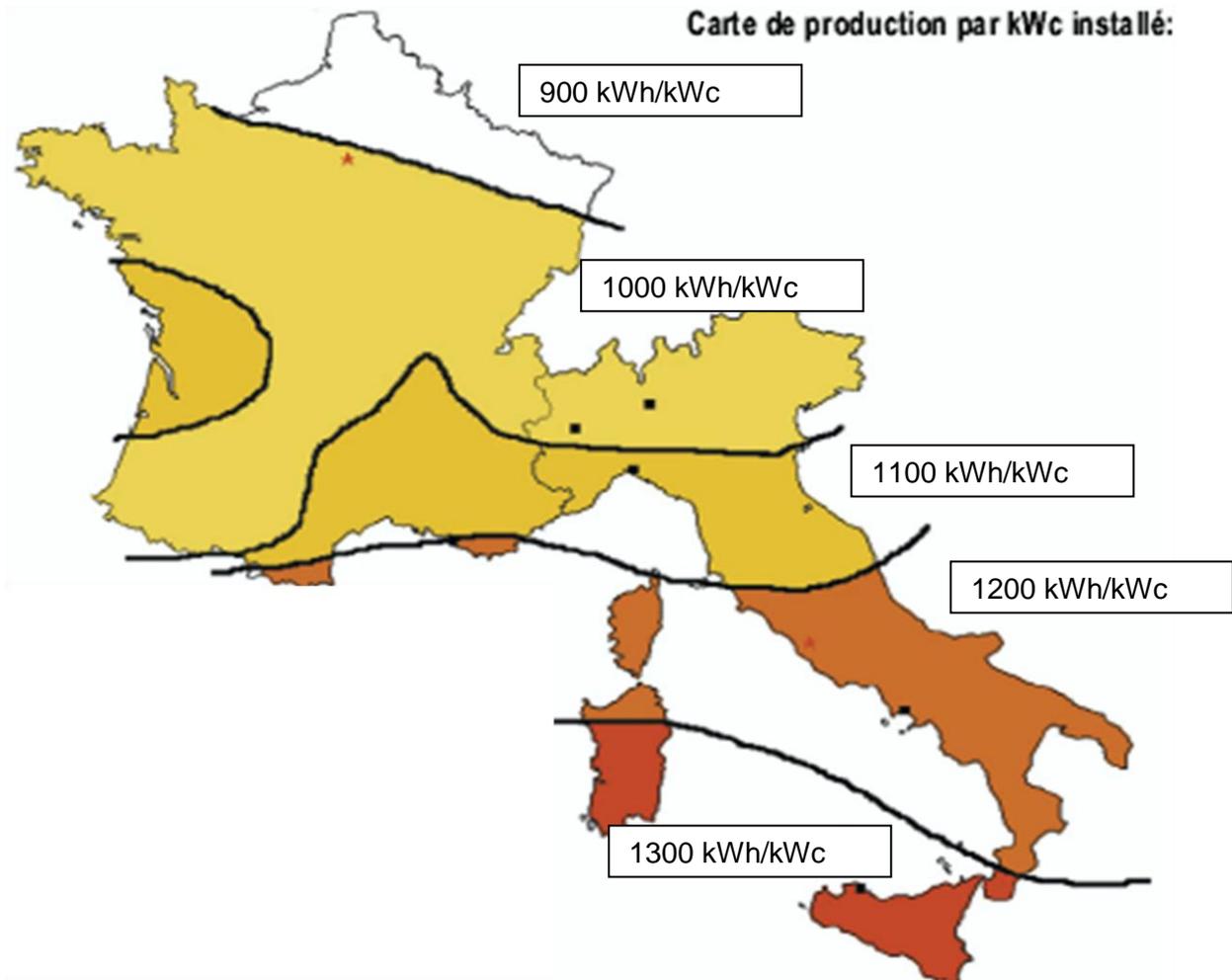
L'installation est composée de 16 modules en série, donner la tension de circuit ouvert obtenue.

La puissance maximale du panneau vaut 130 Watts, aussi appelée puissance crête d'où la valeur de 130 Wc (Watts crête).

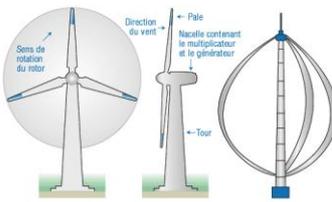
Donner la puissance crête totale disponible.



La carte ci-dessous donne la quantité d'énergie moyenne produite sur une année par kWc de panneaux installés.



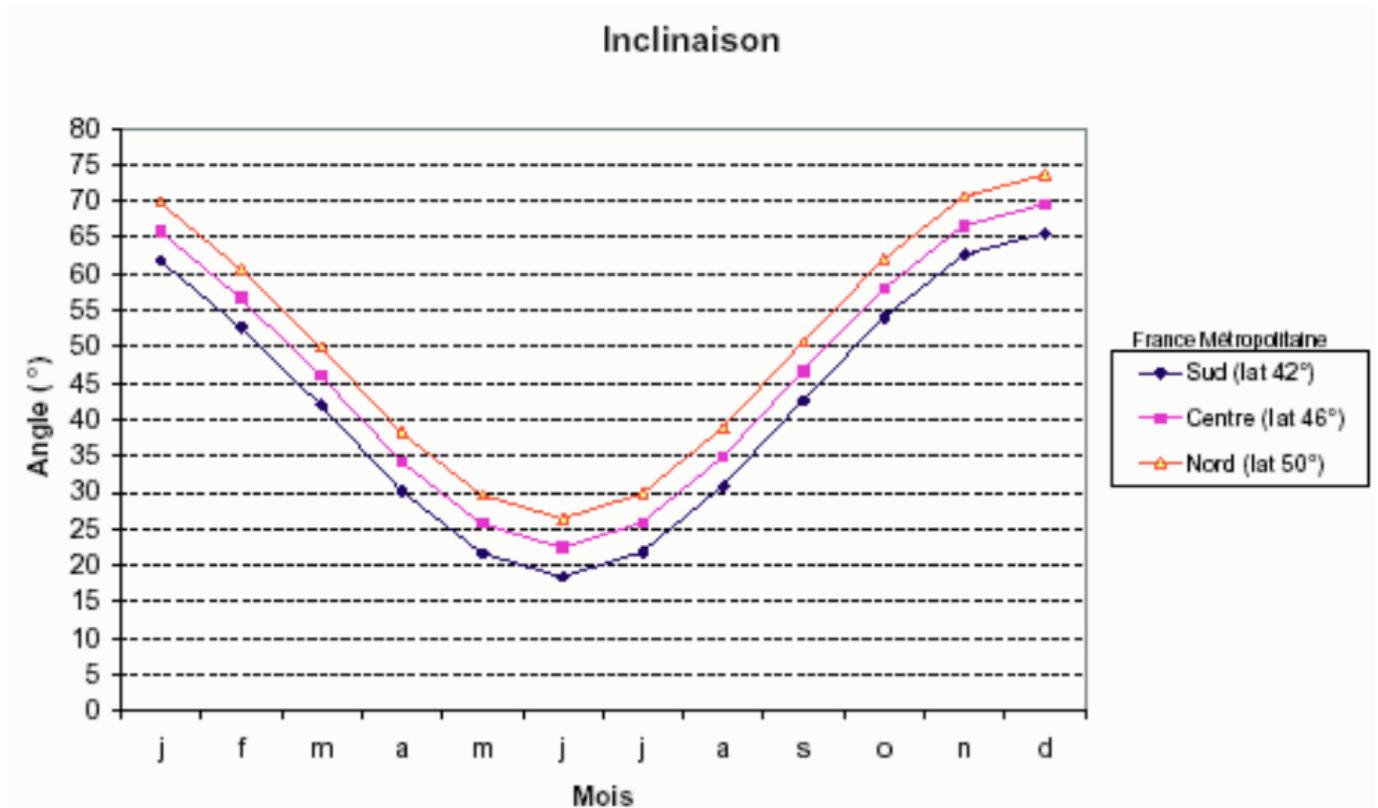
Quelle est la production moyenne prévisible du groupe de panneaux solaires installés à Grenoble, (correctement orienté vers le Sud avec une inclinaison de 45°).



7 Inclinaison optimale des panneaux solaires.

Qu'ils soient photovoltaïques ou bien thermiques les panneaux solaires doivent être orientés vers le soleil pour avoir le meilleur rendement possible. Comme la hauteur du soleil sur l'horizon varie en fonction de l'heure du jour et de la saison, l'inclinaison et l'orientation optimale est affaire de compromis, à moins de monter les panneaux sur un système de poursuite (tracker) automatique.

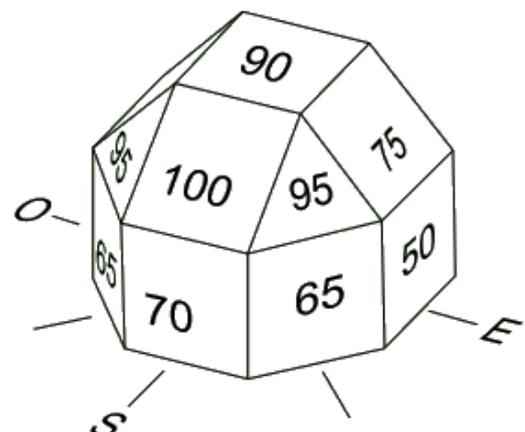
L'inclinaison des panneaux par rapport à l'horizontale est donnée sur le graphe ci-dessous, on observe une légère différence selon la latitude du lieu où est implanté l'installation :



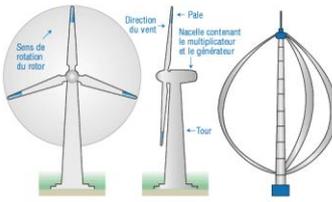
En France Métropolitaine on conseil d'incliner les modules solaires d'un angle de 45° correspondant à la latitude moyenne. Justifier cette valeur avec le graphique ci-dessus. Donner l'inclinaison la plus favorable en Hiver, et en été.

Des considérations architecturales peuvent intervenir. Il y a lieu alors de tenir compte d'un coefficient intégrant cette donnée. Le croquis ci-dessous¹ donne un aperçu simplifié de ces valeurs :

Donner l'inclinaison et l'orientation optimale. Combien perd t'on en pourcentage si on pose les modules vers le Sud-Ouest verticalement.

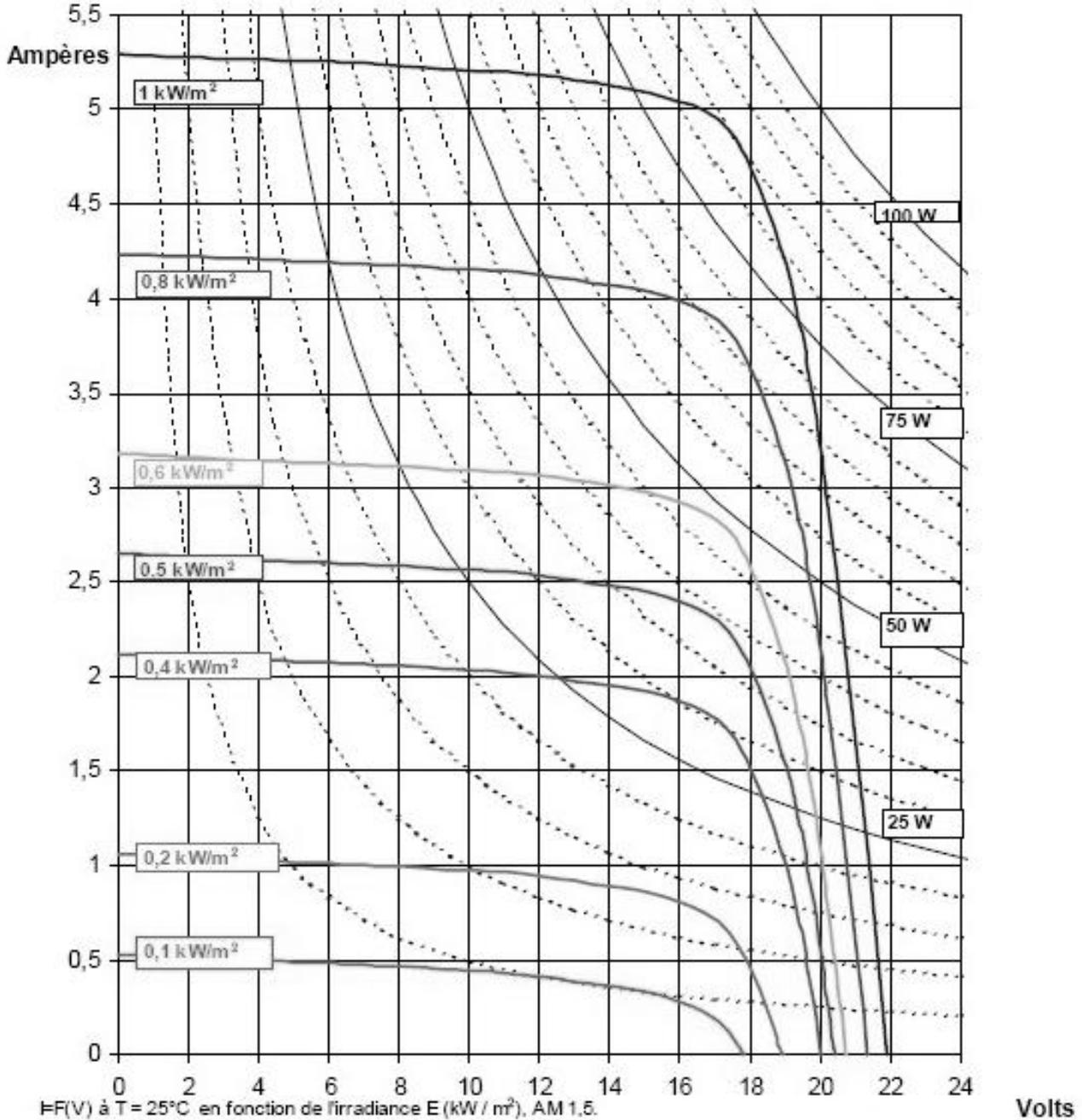


¹ Source Schneider Electric



8 Recherche du point de fonctionnement maximum

Nous avons ci-dessous la caractéristique d'un module solaire photovoltaïque de 85 W.



Sur la page suivante tracer toutes les caractéristiques $P=f(U)$ pour les différentes valeurs de l'irradiance.

Donner ensuite dans un tableau les valeurs $P_{\text{max}}=f(\text{Irradiance})$

