

Seconde partie de l'épreuve

Le sujet comprend 3 documents notés de A à C.

L'image ci-dessous présente un capteur d'énergie intégré à la couverture d'un bâtiment industriel :



Question 1 (3 points)

En vous appuyant sur les documents **A** et **B**, expliquez comment, du point de vue électrique, sont reliées les 36 **cellules** qui composent le **module** photovoltaïque dont les caractéristiques techniques sont données. Vous illustrerez votre propos par un schéma électrique.

Question 2 (3 points)

En vous aidant du document **C** :

- 2.a - Précisez les caractéristiques liées à la morphologie et à l'orientation du bâtiment pour obtenir une efficacité énergétique optimale de l'installation.
- 2.b - Sachant que la surface du bâtiment couverte de modules photovoltaïques est un rectangle de 8 m par 24,50 m, déterminez le nombre maximum de modules qui pourront y être installés.
- 2.c – Quelle sera, en Wc (Watt-crête), la puissance maximale qui pourrait être ainsi produite ?

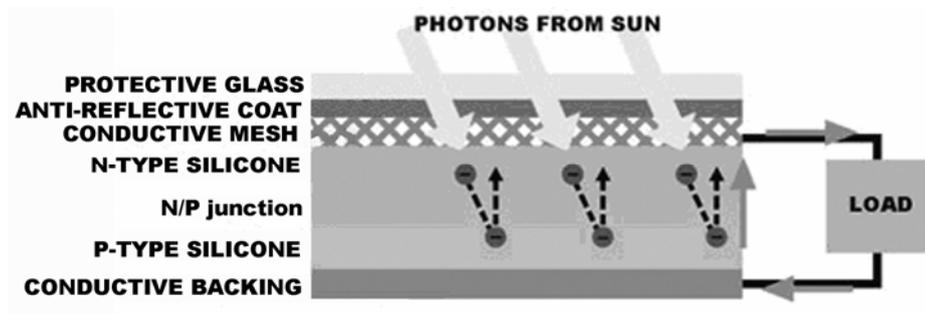
Question 3 (2 points)

Représentez par un schéma le flux d'énergie, de la source à l'utilisation finale.

DOCUMENT A – Principe de fonctionnement et mise en œuvre d’une cellule photovoltaïque

La cellule photovoltaïque

Les cellules PhotoVoltaïques (PV) sont de fines tranches planes fabriquées à partir de matériaux appelés semi-conducteurs qui sont capables de conduire l’électricité ou de la transporter. Plus de 90 % des cellules photovoltaïques fabriquées à l’heure actuelle sont en silicium, un semi-conducteur, ou métalloïde, présentant à la fois les propriétés d’un métal et d’un isolant. Une des faces de la cellule est traitée à l’aide d’une substance chargée négativement (par exemple du phosphore). L’autre est traitée à l’aide d’une substance chargée positivement (par exemple du bore). Une couche non conductrice est placée entre les deux couches chargées. Un fil métallique relie la face de la cellule chargée négativement à sa face chargée positivement.



Coupe d'une cellule photovoltaïque

La lumière solaire, source d'énergie

La lumière du soleil, moteur du processus, fournit l'énergie qui est convertie en courant électrique. Cette lumière est composée de petites particules d'énergie (photons) qui se comportent comme autant de projectiles. Lorsqu'un photon frappe une cellule PV, il peut rebondir dessus, la traverser ou être absorbé par elle. Seuls les photons qui sont absorbés fournissent de l'énergie convertible en électricité. Lorsque le matériau (semi-conducteur) absorbe suffisamment de lumière solaire (énergie), des électrons sont arrachés des atomes du matériau par les photons solaires. Ces électrons sont alors libres de circuler et créent un courant électrique. En plaçant des contacts métalliques sur la face supérieure et la face inférieure de la cellule, ce courant peut être capté et utilisé en dehors de la cellule. Ce courant, ainsi que la tension électrique dans la cellule [...] déterminent la puissance (en watts) que la cellule est en mesure de produire.

$$\text{Puissance (watts-crête)} = \text{intensité (ampères)} \times \text{tension (volts)}$$

Le module

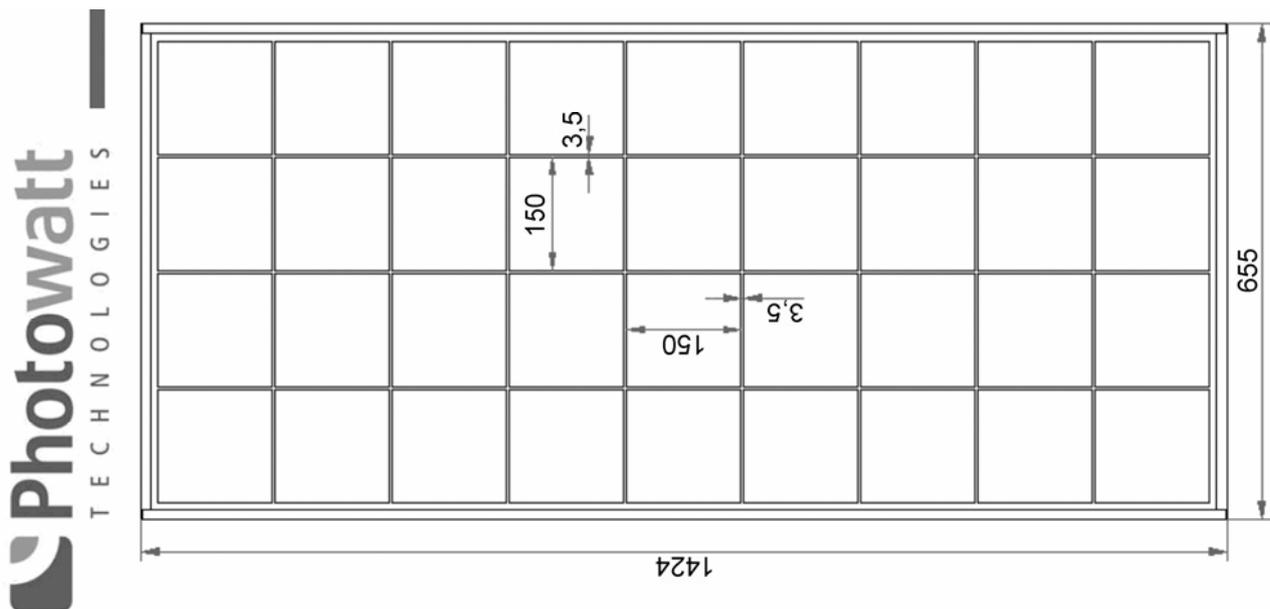
[...] Les caractéristiques électriques d'une seule cellule (tension d'environ 0,9 volt et puissance d'environ 3,35 (watt-crête) sont généralement insuffisantes pour alimenter les équipements électriques de tensions standards (12, 24 ou 48 volts). C'est pourquoi, les cellules solaires sont reliées entre elles pour former un **module** ou panneau capable de délivrer une puissance de sortie spécifique. Un **module** solaire classique comprend un grand nombre de **cellules**, une couverture de protection en verre, une couche anti-reflet pour augmenter la lumière solaire, un contact ou électrode sur ses faces supérieure et inférieure et les couches semi-conductrices dans lesquelles les électrons commencent et achèvent leur voyage. [...] Ensuite, un nombre spécifique de modules sont reliés entre eux pour former un système générateur capable de fournir une puissance de sortie adaptée à une application donnée ou à la demande globale de courant. Lorsque le soleil brille sur le groupe/système PV, du courant continu est produit et peut être utilisé pour alimenter divers circuits consommateurs. Qu'il s'agisse d'alimenter des applications reliées à un réseau ou des installations hors réseau distantes, le PV convient à tous les cas de figure.

Source site Internet PhotoWatt™ extraits, consulté le 17 mai 2010

DOCUMENT B – Module photovoltaïque

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES D'UNE CELLULE	
Taille des cellules	150 mm x 150 mm
Tension (V)	0,9
Puissance (Watt-crête)	3,35

CARACTERISTIQUES INDICATIVES DU MODULE	
Encombrement	1424 mm x 655 mm
Nombre de cellules	36
Puissance typique (W)	120
Tension à la puissance typique (V)	16
Intensité à la puissance typique (A)	7,5



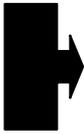
DOCUMENT C – Contraintes d’implantation

La production annuelle d’électricité d’un toit solaire peut être calculée avec une marge d’erreur inférieure à 10%. Elle dépend :

- de l’ensoleillement annuel du site, qui peut être évalué assez précisément pour presque tous les sites d’Europe et même dans le monde entier ;
- d’un facteur de correction calculé à partir de l’écart d’orientation par rapport au Sud, de l’inclinaison des panneaux par rapport à l’horizontale et le cas échéant, des ombrages révélés sur le site ;

- des performances techniques des modules photovoltaïques et de l’onduleur (rendement et disponibilité).

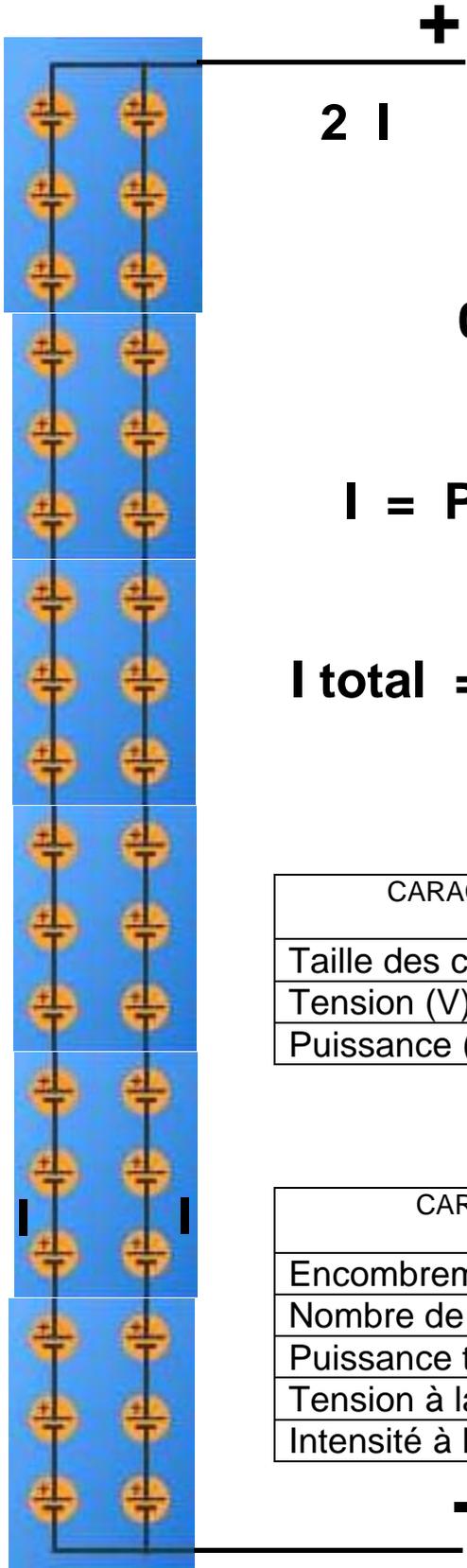
La puissance crête d’un toit solaire, donnée en Wc ou kWc, mesure la puissance théorique maximale que ce toit peut produire dans des conditions standards d’ensoleillement. Le tableau ci-dessous donne la production moyenne attendue dans les conditions optimales d’installation pour un toit solaire d’une puissance de 1 kWc (environ 10 m²).

FACTEURS DE CORRECTION POUR UNE INCLINAISON ET UNE ORIENTATION DONNEES				
INCLINAISON \ ORIENTATION	0°  	30°  	45°  	90°  
Est 	0,93	0,90	0,78	0,55
Sud-Est 	0,93	0,96	0,88	0,66
Sud 	0,93	1,00	0,91	0,68
Sud-Ouest 	0,93	0,96	0,88	0,66
Ouest 	0,93	0,90	0,78	0,55

 Position à éviter si elle n’est pas imposée par une intégration architecturale.

N.B. : ces chiffres n’incluent pas les possibles masques (ombre portée) qui pourraient réduire la production annuelle.

Question 1 (3 points)



$$2 I$$

$$0,9 \times 18 = 16 \text{ V}$$

$$I = P/U = 3,35/0,9 = 3,7 \text{ A}$$

$$I_{\text{total}} = 2 I = 2 \times 3,7 = 7,4 \text{ A}$$

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES D'UNE CELLULE	
Taille des cellules	150 mm x 150 mm
Tension (V)	0,9
Puissance (Watt-crête)	3,35

CARACTERISTIQUES INDICATIVES DU MODULE	
Encombrement	1424 mm x 655 mm
Nombre de cellules	36
Puissance typique (W)	120
Tension à la puissance typique (V)	16
Intensité à la puissance typique (A)	7,5

Question 2 (3 points)

2.a Le bâtiment doit être orienté au Sud et faire un angle de 30° avec l'horizontale. Le facteur de correction est alors maximal et vaut 1 comme indiqué dans le tableau.

2.b

$$\frac{8 \times 24,5}{1,424 \times 0,655} = 210$$

2.c

$$3,35 \times 36 \times 210 = 25326 \text{ w} = 25,326 \text{ kw}$$

Question 3 (2 points)

