

2421 m<sup>2</sup> de panneaux photovoltaïques sont intégrés à la toiture du palais des sports de Rouen.

Les panneaux solaires sont des modules en silicium amorphe du type Uni-Solar PVL 144Wc.

Ils sont répartis en 20 circuits identiques. Chaque circuit est composé de 4 chaînes de 14 panneaux en série. Un onduleur permet la conversion de l'énergie (rendement de 95,5%).



L'objectif de l'étude est de vérifier la rentabilité de l'installation, conformément au cahier des charges qui précise que l'amortissement doit se faire sur 10 ans maximum.

## Facteur de correction pour une inclinaison et une orientation données

Le tableau ci-dessous donne le facteur de correction à appliquer à la production attendue du système en fonction de son orientation et de son inclinaison.

FACTEURS DE CORRECTION POUR UNE INCLINAISON ET UNE ORIENTATION DONNEES					
INCLINAISON \ ORIENTATION		0°	30°	60°	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

Les positions grisées sont à éviter si elles ne sont pas imposées par une intégration architecturale

**Q1** : Déterminer l'inclinaison et l'orientation idéales des panneaux photovoltaïques.

## Caractéristiques du panneau photovoltaïque PVL-144

<b>Caractéristiques de puissance</b>	
Puissance nominale (P <sub>nom</sub> ) :	144 Wc
Tolérance de fabrication :	± 5 %

<b>Caractéristiques techniques</b>	
Dimensions :	longueur : 5486 mm, largeur : 394 mm, épaisseur : 4 mm
Masse :	7,7 kg
Type de cellule :	22 cellules solaires en silicium amorphe

<b>Critères d'application</b>	
Température d'installation :	entre 10 °C – 40 °C
Température maximale de la toiture :	85 °C
Inclinaison minimale :	3°
Inclinaison maximale :	60°

<b>Spécifications électriques STC (Conditions de test standard)</b>	
	(1000 W·m <sup>-2</sup> , AM 1.5, température de cellule 25 °C)
Puissance nominale maximale (P <sub>max</sub> ) :	144 Wc
Tension pour P <sub>max</sub> (V <sub>mp</sub> ) :	33 V
Courant P <sub>max</sub> (I <sub>mp</sub> ) :	4,36 A
Courant de court-circuit (I <sub>sc</sub> ) :	5,3 A
Tension à vide (V <sub>oc</sub> ) :	46,2 V

**Q2** : Calculer la puissance globale restituée par l'ensemble des panneaux photovoltaïques.

**Q3** : A partir de l'extrait du diagramme d'exigence, du tableau des critères et du tableau comparatif des différentes technologies pour le photovoltaïque, **indiquer** pour quelle raison l'architecte a choisi d'installer des panneaux photovoltaïques amorphes.

### Tableau comparatif des différentes technologies pour les photovoltaïques

<b>Technologie</b>	Silicium amorphe	Polycristallin	Monocristallin	Hybride*
Rendement dans les conditions standard**	Bon 7 - 8%	Très bon 11 - 13%	Très bon 14 - 16%	Excellent 17 - 19%
Surface de panneau pour 1 kWc***	16m <sup>2</sup>	8 m <sup>2</sup>	7 m <sup>2</sup>	6,5 - 7 m <sup>2</sup>
Electricité générée en un an (modules orientés sud, inclinés à 30°)	900 kWh/kWc	750 kWh/kWc	750 kWh/kWc	900 kWh/kWc
Electricité générée en un an (modules orientés sud, très faible inclinaison)	600 kWh/kWc	100 kWh/kWc	120 kWh/kWc	130 kWh/kWc
Emission de CO2 économisée par m <sup>2</sup> et par an	25 kg·m <sup>-2</sup>	40 kg·m <sup>-2</sup>	45 kg·m <sup>-2</sup>	55 - 60 kg·m <sup>-2</sup>

\* Les PV hybride combinent les avantages des deux technologies : silicium monocristallin et film de silicium amorphe.

\*\* Conditions standard de test : 25 °C, intensité lumineuse de 1000W·m<sup>-2</sup>.

\*\*\* kWc = kilowatt 'côte'. Puissance caractéristique des panneaux solaires photovoltaïques.

### Tableau des critères

Exigences		Critères	Niveaux	Flexibilité
Id = « 1.4 »	« Avoir une toiture le plus plat possible »	Orientation :	5° maximum	F1
Id = « 1.5.1 »	« Répondre aux exigences THPE »	THPE (Très Haute Performance Energétique)	Cep ≤ Cep,réf x 0,8 (réduction de 20%)	F0
		THPE ENR (Très Haute Performance Energétique, Energie renouvelable)	Cep ≤ Cep,réf x 0,7 (réduction de 30%)  Et au moins une énergie renouvelable	F1
Id = « 1.5.1.2.1 »	« Produire une partie de l'eau chaude sanitaire »	Production :	50% minimum de l'eau chaude sanitaire utilisée	F0
Id = « 1.5.1.2.2 »	« Produire de l'électricité et la revendre à EDF »	Amortissement :	10 ans maximum	F0
		Tarif de rachat EDF :	0,58 € le kWh	F0
		Inclinaison de la toiture :	5° maximum	F0
		Coût de l'installation :	500000€	F0

Une étude de l'ensoleillement sur le site amène à la conclusion que l'installation devrait injecter 110kW d'électricité sur le réseau EDF pendant, en moyenne, 2,56 heures par jour.

**Q4 : Calculer** l'énergie annuelle  $E_{\text{année}}$  (Wh/an) que l'installation pourra revendre à EDF

La recette annuelle, liée à la revente de l'énergie, est estimée à 59614€ par an.

**Q5 : Déterminer** au bout de combien de temps l'installation est rentable ? (on négligera le coût lié au fonctionnement). Le résultat est-il conforme au cahier des charges ? Justifier.

### Extrait du diagramme des exigences

