

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

**MENTION COMPLÉMENTAIRE
TECHNICIEN EN ENERGIES RENOUVELABLES**

EPREUVE E1 : PREPARATION D'UNE INTERVENTION

SESSION 2019

CONSTRUCTION D'UNE SALLE DE SPORTS



« L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé »

AUCUN DOCUMENT AUTORISÉ

	DUREE CONSEILLEE
PARTIE 1 : « ANALYSE DU BATI »	1 h 15
PARTIE 2 : « ETUDE DE SOLUTIONS TECHNIQUES »	2 h00
PARTIE 3 : « PREPARATION DE LA MISE EN ŒUVRE »	0 h 45
TOTAL :	4 HEURES

MENTION COMPLÉMENTAIRE TECHNICIEN EN ENERGIES RENOUVELABLES

Code : C1906-MC4 TER E1

Session : 2019

CORRIGE

EPREUVE E1

Durée : 4 H

Coefficient : 4

Page 1 / 1

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

PRESENTATION DU PROJET

Le projet porte sur la construction d'une salle de sports et de vestiaires au CFA BTP situé sur la commune de Perpignan (latitude 42.69°) dans les Pyrénées-Orientales (66).

Le futur bâtiment vient compléter l'ensemble que constituent le CFA, le centre de convivialité et le terrain de sports.

Il est destiné aux jeunes qui font leur apprentissage au CFA BTP de Perpignan.

L'étude portera sur la partie du bâtiment qui abrite les vestiaires, les sanitaires, le dépôt de matériel, la salle d'ergo-motricité et le local technique.

Le maître d'œuvre souhaite favoriser l'utilisation des énergies renouvelables pour avoir une démarche éco-responsable.

L'étude portera donc sur 3 points :

- Réglementation et étude de faisabilité
- Installation de 3 systèmes d'EnR (Photovoltaïque en autoconsommation, Pompe à chaleur et Chauffe-eau solaire collectif)
- Planification et réalisation du chantier

PARTIE 1 : « ANALYSE DU BATI »

VERIFICATION DE LA CONFORMITE A LA RT 2012

Vous devez vous assurer que le bâtiment sera conforme aux exigences de la réglementation thermique 2012.

Question 1.A.1 :

Les caractéristiques du bâtiment sont-elles conformes aux exigences minimales de la RT 2012 concernant le Bbio ?

Justifiez votre réponse.

Bbio max théorique du bâtiment : **168**

Bbio du bâtiment : **83.94**

Justification : **Le bâtiment est conforme à la RT 2012 car le Bbio du bâtiment est inférieur au Bbio max théorique.**

DTR page 8

Question 1.A.2 :

Donnez les différents secteurs de consommation permettant de déterminer le Cep.

- **Chauffage**
- **Climatisation**
- **Eau chaude sanitaire**
- **Eclairage**
- **Auxiliaires**

Question 1.A.3 :

Relever le CEP max de la salle de sports. Est-il conforme aux exigences de la RT 2012 ?

CEP max salle de sports : 120.38 kWhep / m² . an

Le CEP de la salle de sports n'est pas conforme à la RT 2012 car la valeur maximum autorisée est de 88 kWhep / m² .an.

DTR page 8

Question 1.A.4 :

Quelles solutions apporteriez-vous pour satisfaire aux exigences de la RT 2012 ?

Il est nécessaire d'installer des systèmes d'EnR de type P.V.

Question 1.A.5 :

Relevez la valeur exigée de la perméabilité à l'air pour un local de type «gymnase».

1m³/h.m²

DTR page 6

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Question 1.A.6 :

Le test intermédiaire en cours de construction donne une valeur de $0.7 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$.
Cette valeur respecte-t-elle la réglementation ?
Que pouvez-vous en déduire pour le bâtiment ?

Cette valeur est inférieure à la valeur préconisée donc elle respecte la réglementation et le bâtiment sera plus performant.

VERIFICATION DE LA MISE EN ŒUVRE DU SYSTEME P.V. SUR LE BATI.

Il est nécessaire de diminuer le CEP du bâtiment. Le maître d'œuvre a fait le choix d'une installation photovoltaïque en autoconsommation d'une puissance de 3 kWc sur le toit terrasse des vestiaires.
Vous devez dans un premier temps vérifier que la surface du toit terrasse permet de recevoir l'installation P.V. qui sera installé sur des bacs lestés.

Question 1.B.1 :

Relevez les dimensions d'un panneau photovoltaïque et déterminez la référence d'un bac lesté (console) à installer.

Largeur du module : 992 mm

Longueur du module : 1652 mm

Il faudra donc choisir le conSole 6.2

DTR pages 10 et 12

Question 1.B.2 :

Relevez la hauteur « C » du bac lesté choisi.

Pour le bac lesté conSole 6.2, la hauteur « C » est égale à 55 cm.

DTR page 12

Question 1.B.3 :

A l'aide du dossier ressources, déterminez la hauteur angulaire solaire α_{min} dans le cas le plus défavorable.

$$\alpha_{\text{min}} = 90 - (23 + 42.69) = 24.31^\circ$$

DTR page 12

Question 1.B.4 :

Calculez l'écartement (distance EF) entre les rangées de modules photovoltaïques pour éviter une éventuelle ombre portée.

$$\tan(\alpha_{\text{min}}) = C / EF$$

$$EF = C / \tan(\alpha_{\text{min}})$$

$$EF = 55 / \tan(24.31)$$

$$EF = 121.8 \text{ cm soit } 1.2\text{m}$$

DTR page 12

Question 1.B.5 :

Relevez l'écartement minimum entre les rangées préconisé par le fabricant.
Comparez avec votre résultat précédent.
Comment pouvez-vous expliquer cet écart ?

Le fabricant préconise un écartement minimum de 1.5 m pour le conSole 6.2.

L'écart avec la valeur trouvée précédemment peut s'expliquer par la différence de latitude entre Perpignan et le pays constructeur des conSole (Allemagne).

DTR page 11

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Question 1.B.6 :

Déterminez le nombre de modules photovoltaïques à installer.

Puissance du kit : 3kWc
Puissance d'un module : 250 Wc
Nombre de modules : $3000 / 250 = 12$ modules

DTR page 10

Question 1.B.7 :

On répartit les modules sur 2 rangées. Le fabricant des bacs lestés préconise 1m d'écartement entre le bord du toit terrasse et la première rangée de modules. L'écartement entre chaque module est de 0.5m.

Calculez la surface totale nécessaire à l'implantation du champ P.V. en tenant compte des préconisations du fabricant sur l'écartement (voir question 1B5).

▣ **Largeur de la ConSole 6.2 : 0.94 m**
Ecartement entre les panneaux : 1.5 m entre deux rangées
Largeur du champ PV : $(2 \times 1) + (2 \times 0,94) + 1,50 \text{ m} = 5.38 \text{ m}$

▣ **Longueur de la ConSole 6.2 : 1.68 m**
Ecartement entre modules : 0.5 m
Longueur du champ PV : $(2 \times 1) + (5 \times 0,5) + (6 \times 1,68) = 14.58 \text{ m}$

▣ **Surface totale du champ PV : $5.38 \times 14.58 = 78.44 \text{ m}^2$**

DTR page 12

Question 1.B.8 :

Calculez la surface du toit terrasse des vestiaires (sans tenir compte du décrochement) et vérifiez que ce toit terrasse peut recevoir le champ P.V.

$18.35 \text{ m} > 14,58 \text{ m}$
 $8,27 \text{ m} > 5,38 \text{ m}$
Soit une surface de $18,35 \times 8,27 = 151,75 \text{ m}^2 > 78,44 \text{ m}^2$
donc l'implantation est possible

DTR page 3

Vous devez dans un deuxième temps vérifier que l'isolation peut supporter le poids total du champ P.V.

Question 1.B.9 :

A l'aide du dossier ressources, relevez la vitesse de référence du vent à Perpignan.

Perpignan se situe en zone 3, la vitesse de référence est de 26 m/s.

DTR page 9

Question 1.B.10 :

A l'aide du dossier ressources, calculez la quantité de lests nécessaire pour 1 bac situé au centre et pour 1 bac situé au bord.

La hauteur du toit terrasse est inférieure à 8 m.
Il faudra prévoir 50 % de lest supplémentaire car le vent dépasse les 22.5 m/s.
Bac au centre : $83 + 50 \% = 83 + 41.5 = 124.5 \text{ kg}$.
Bac au bord : $134 + 50 \% = 134 + 67 = 201 \text{ kg}$.

DTR pages 4 et 12

Question 1.B.11 :

Calculez le poids total du lest en considérant que 6 bacs sont au bord de la toiture.

6 bacs au bord : $201 \times 6 = 1206 \text{ kg}$.
6 bacs au centre : $124.5 \times 6 = 747 \text{ kg}$.
Poids total du lest : $1206 + 747 = 1953 \text{ kg}$ soit 2 tonnes.

Question 1.B.12 :

Relevez le poids maximum supporté par l'isolation du toit terrasse et concluez sur la faisabilité de l'installation des modules P.V.

L'isolation du toit terrasse supporte 2 tonnes au m^2 , le champ PV pèse 2 tonnes pour 114 m^2 , donc l'isolation ne sera pas détériorée.

DTR page 7

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

PARTIE 2 : « ETUDE DE SOLUTIONS TECHNIQUES »

PARTIE PHOTOVOLTAIQUE

Dans une démarche éco-responsable, le maître d'œuvre a retenu d'installer une centrale composée du champ photovoltaïque étudié précédemment en autoconsommation directe équipée d'un onduleur centralisé pour permettre de diminuer la facture électrique du bâtiment.

L'installation qui aura une puissance de 3 kWc, sera mise en place sur le toit terrasse des vestiaires et orientée plein sud.

Vous devez calculer la production annuelle et vérifier que la durée d'amortissement du système est inférieure à 10 ans.

Question 2.A.1 :

A l'aide du dossier ressources, relevez la production annuelle maximale d'énergie solaire en Kwh/Kwc reçue à Perpignan.

Production annuelle maximale solaire reçue par les panneaux : **1240 kWh / kWc**

DTR page 13

Question 2.A.2 :

A l'aide du dossier ressources, relevez le facteur de correction de l'installation pour une inclinaison de 30°.

Le facteur de correction est égal à 1.

DTR page 12

Question 2.A.3 :

Les bacs lestés ayant une inclinaison de 25°, quelle sera l'incidence sur la production ? Justifiez votre réponse.

Le facteur de correction sera inférieur à 1 et engendrera une perte maximum de 7 % sur la production puisque le facteur de correction à 0° est égal à 0.93.

Question 2.A.4 :

Calculez la production annuelle envisageable en prenant un facteur de correction égal à 1.

1240 x 3 x 1 = 3720 kWh. Maxi

ou dans le cas le plus défavorable : 1143 x 3 x 0,93 = 3189 kWh.

Question 2.A.5 :

A l'aide du dossier ressources, relevez les puissances des systèmes suivants et calculez la puissance totale consommée par la salle de sports.

- CTA: **2 x 500 w = 1000 W**

- Alarme intrusion: **200 W**

- Alarme technique: **200 W**

- BAES: **25 x 1 W = 25 W**

- Eclairage: **2460 W**

- Alarme incendie: **60 W**

- **Puissance totale: 3945 W**

DTR page 6

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Question 2.A.6 :

Calculez l'énergie consommée par la salle de sports pour 8 heures d'utilisation par jour.

$$3945 \times 8 = 31560 \text{ Wh soit } 31.56 \text{ kWh.}$$

Question 2.A.7 :

Calculez l'énergie consommée par la salle de sports pour 39 semaines d'utilisation par an en sachant qu'elle fonctionne 5 jours par semaine.

$$31.56 \times 5 \times 39 = 6154.2 \text{ kWh.}$$

Question 2.A.8 :

Calculez le coût énergétique de la salle de sports sachant qu'EDF facture 1 kWh à 0.1372 €.

$$6154.2 \times 0.1372 = 844.35 \text{ €.}$$

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Question 2.A.9 :

Calculez l'économie par an réalisée grâce au système photovoltaïque ainsi que le solde à régler par le client.

$$3720 \times 0.1372 = 510.38 \text{ €.}$$

$$844.35 - 510.38 = 333.97 \text{ soit } 334 \text{ €.}$$

Il reste donc 334 € que le client devra payer.

Question 2.A.10 :

A l'aide du devis, dans le dossier ressources, calculez le coût de revient du système photovoltaïque.

Prix d'achat du kit autoconsommation : **2731.5 €**

Eco participation : **10.26 €**

Prix d'achat des 12 bacs lestés : **642 €**

Fournitures diverses (lest, câbles, etc...) : 376 € HT

Total HT: **3759.76 €**

TVA: 20%

Total TTC: **4511.71 €**

DTR page 13

Question 2.A.11 :

Calculez la durée d'amortissement du système photovoltaïque.

$$4511.71 / 510.38 = 8.83 \text{ soit environ } 9 \text{ ans.}$$

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

PARTIE POMPE A CHALEUR

Le bureau d'études chargé du projet propose de mettre en place une PAC de type « mini VRF DC Inverter » de la marque ATLANTIC unité extérieure modèle AJYA 45 LALH.
Le groupe extérieur sera situé sur le toit terrasse du bâtiment comprenant ces différentes salles.
Vous devez choisir la technologie la mieux adaptée à la salle de sports.

Question 2.B.1 :

Expliquez ce qu'est le COP.

Le COP est le COéfficient de Performance de la machine. Il caractérise la performance énergétique de la machine. Plus il est élevé, plus la machine est performante.

DTR pages 14

Le COP chaud à +7°C de cette machine est de 4,2. Justifiez en calculant cette valeur à l'aide des données constructeurs.

**Puissance calorifique nominale : 16000 W
Puissance absorbée nominale en chaud : 3810 W
COP = Pcn / Pabs = 16000 / 3810 = 4.19 soit 4.2.**

DTR pages 14

Question 2.B.2 :

Le modèle AJYA 45 LALH est un modèle de machine réversible. Dans le cadre de la RT 2012, pensez-vous que ce choix de modèle de PAC soit judicieux ?
Justifiez votre réponse et proposez une solution alternative si besoin.

**Dans le cadre de la RT 2012, la salle de sports ne doit pas consommer plus de 88 kWh/an.m².
Les machines réversibles présentent une consommation en « mode froid » qui engendrera certainement le dépassement de cette valeur.
C'est pourquoi les fabricants de PAC ont conçu des modèles « chaud seul ».
Dans ce cas, nous pourrions installer le modèle AJYA 45 LALH. CS qui présente exactement les mêmes caractéristiques que le modèle AJYA LALH mais qui ne fonctionne qu'en chauffage.**

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

PARTIE CHAUFFE-EAU SOLAIRE COLLECTIF

Vous devez, vérifier le dimensionnement d'une partie de l'installation, expliquer au client les noms et fonctions des différents éléments de l'installation, analyser un graphique de régulation et indiquer l'utilité du purgeur.

Question 2.C.1 :

Vérifiez le dimensionnement du ballon solaire d'eau chaude sanitaire.
Comparez le volume par rapport au volume indiqué dans le CCTP et justifiez votre réponse.

Nombre de litres pour 1 séance de rugby (ou football) par utilisateur : **27 + 50% = 40.5 l / utilisateur**

Nombre de litres pour 1 séance normale par utilisateur : **27 l / utilisateur**

Nombre de cours de rugby (ou football) par jour : **1**

Nombre de cours normaux par jour : **3**

Nombre d'utilisateurs par cours : **8**

Volume d'eau total utilisé par jour : **(8 x 40.5) + (3 x 8 x 27) = 324 + 648 = 972 litres.**

Justification : **Le CCTP préconise un volume de stockage de 1000 litres.**

Le besoin identifié de 972 litres est inférieur au volume préconisé, donc le choix du ballon est bon.

DTR pages 6 et 16

Question 2.C.2 :

Vérifiez la vitesse de l'eau circulant dans les tubes.

Débit par capteur : **entre 50 et 250 l/h**

Calcul du débit moyen : **(50 + 250) / 2 = 150 l/h par capteur**

Calcul du débit total : **150 x 6 = 900 l/h**

Calcul de la vitesse de circulation de l'eau : **$D = \sqrt{(4 \times qv) / (3,14 \times v)}$ donc $V = \frac{4 Qv}{\pi D^2} = 0.796 \text{ m/s}$**

DTR page 16

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Question 2.C.3 :

Pensez-vous que la vitesse de circulation soit satisfaisante ?
Justifiez votre réponse.

La vitesse est correcte car :
- 0.8 < 1 m/s donc peu de bruit
- 0.8 > 0.3 m/s ce qui permet une bonne purge permanente dans le dégazeur.

DTR page 16

Question 2.C.4 :

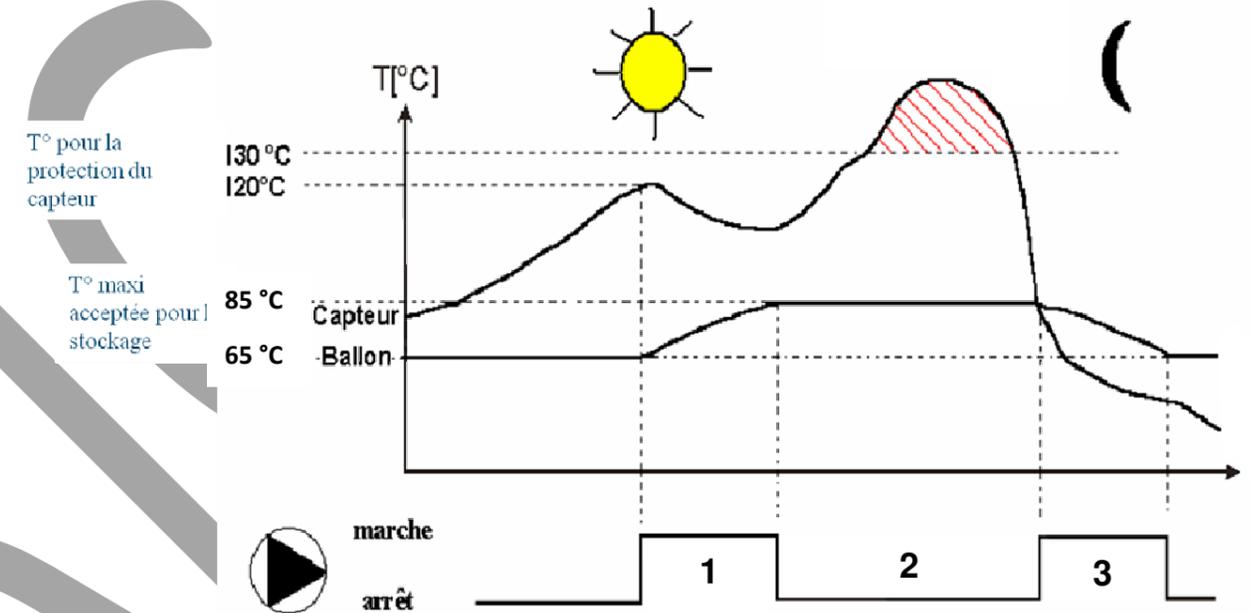
Indiquez les noms et fonctions des différents éléments de l'installation du CESC.

Numéros	Noms	Fonctions
4	Soupape de sécurité	Evite que la pression de l'installation dépasse 6 bars
27	Clapet anti retour	Evite le retour de l'eau chaude vers l'eau froide du réseau à cause de la différence de pression entre celle du ballon et celle de l'arrivée d'eau.
30	Groupe de sécurité	4 fonctions : clapet anti retour, soupape de sécurité, vanne d'arrêt, vanne de vidange.
84	Clapet anti retour et vanne	Evite la circulation de l'eau en contre sens, afin de bloquer la circulation en thermosiphon qui refroidirait le ballon ECS. Il permet aussi la fermeture du circuit et de bloquer le clapet anti retour en position ouverte ce qui est utile lors du remplissage.
88	Vase d'expansion	Absorbe la dilatation et le retrait de l'eau de l'installation afin de garder la pression de l'eau sensiblement constante.
89	Récipient de récupération	Permet de vérifier si la soupape a déclenché, donc de s'apercevoir d'un problème de surpression et de récupération de glycol.

DTR page 16

Question 2.C.5 :

A partir du document ci-après, indiquez à quoi correspond la zone hachurée et les 3 étapes du chronogramme de sécurité.



Zone hachurée : **Protection de l'installation contre les surchauffes (vapeurs), fonctionnement de la pompe interdit.**

Etape 1 du chronogramme : **Protection capteur, refroidissement des capteurs en transférant la chaleur du capteur dans le ballon.**

Etape 2 du chronogramme : **Protection du ballon en arrêtant le fonctionnement du circulateur quand la température du ballon est maximale, ici 85° C.**

Etape 3 du chronogramme : **Refroidissement du ballon, jusqu'à la température de consigne.**

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Question 2.C.6 :

Calculez la pression de service (effective) en prenant une hauteur d'installation de 5.43 m.
Relevez la pression indiquée par le constructeur.
Comparez les données.

Relevé de la pression de vaporisation à 120 °C : **1.7 bars**

Calcul de la pression de service :

Pression de service = Hauteur de l'installation + pression de vaporisation à 120°C

Pression de service = 0,543 + 1,7 = 2,25 bars

Relevé de la pression de service donnée par le constructeur : **2.5 bars**

Comparaison : **2,25 bars proche de 2,5 bars donc OK**

DTR page 16

Question 2.C.7 :

Un purgeur est-il installé en haut du capteur?

Non

DTR page 16

Question 2.C.8 :

Pensez-vous que ce purgeur soit nécessaire au bon fonctionnement de l'installation ?
Justifiez votre réponse.

Non car la purge peut se faire au remplissage par une pompe et le dégazeur permettra une purge permanente.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

PARTIE 3 : « PREPARATION DE LA MISE EN ŒUVRE »

Vous devez établir la chronologie du chantier, réaliser une analyse des risques et prévoir les habilitations nécessaires.

Question 3.1 :

Citez les principales normes ou guides que vous devez respecter pour installer le système photovoltaïque.

- **NF C 15-100**

- **UTE C15-712-1**

- **NF C 18-510**

Question 3.2 :

Citez la ou les habilitations nécessaires pour installer un système photovoltaïque.

- **BR**

- **BP**

Question 3.3 :

Citez les différentes étapes de la consignation de l'installation électrique de la salle de sports pour permettre le raccordement du champ Photovoltaïque au TGBT.

- **Pré-identification**

- **Séparation**

- **Condamnation**

- **Identification**

- **VAT**

Question 3.4 :

Listez l'outillage nécessaire au montage du champ Photovoltaïque.

- **Un tournevis électrique avec embout hexagonal pour boulons de 10 mm.**

- **Un foret de 7 mm + perceuse.**

- **Une clé à fourche ou une clé à œil de 10 mm.**

DTR page 11

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Question 3.5 :

Listez les risques potentiels liés à la mise en œuvre des modules PV.

- **Chute de plain-pied pendant le travail sur le toit terrasse**
- **Chute de hauteur**
- **Chute de matériels**
- **Risque électrique**
- **TMS liés à la manipulation des modules PV et du lest**
- **Risque de brûlures**

Question 3.6 :

Listez les EPI nécessaires pour ce chantier sachant qu'un échafaudage est en place.

- **Chaussures de sécurité (chutes d'objets et perforations)**
- **Casque (chutes d'objets et chocs)**
- **Tenue de travail (coupures et travail à genoux)**
- **Gants (coupures et chaleur)**

DTR page 18

Question 3.7 :

La situation géographique induit la prise en compte de conditions climatiques particulières (vent fréquent).

Recherchez les conditions de manutention et de pose des modules PV à retenir ?

Il faut proscrire la pose des modules par vent fort, à partir de 30 km/h les risques de chutes et les difficultés de tenue du panneau augmentent.

DTR page 19

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Question 3.8 :

A l'aide du planning du chantier et du planning de l'entreprise, déterminez les dates d'intervention possibles pour le montage du système photovoltaïque (2 techniciens pendant 3 jours et 1 technicien pendant 4 jours).

Mr Salveta du 05/01/2015 au 07/01/2015

Mr Rait du 05/01/2015 au 09/01/2015 et du 12/01/2015 au 13/01/2015

DTR page 17

Question 3.9 :

Recherchez les informations ci-dessous nécessaires pour préparer l'intervention de pose de la PAC.

Diamètres des raccordements frigorifiques de l'unité extérieure :

Diamètre gaz : 5/8" et diamètre liquide : 3/8".

Calibre du disjoncteur qui protégera l'installation :

Le calibre doit être de 32 Ampères.

DTR page 14

Question 3.10 :

Citez le nom de l'attestation personnelle permettant de manipuler les fluides frigorigènes.

Attestation d'aptitude

Question 3.11 :

Comment se nomme l'autorisation permettant à une entreprise d'acheter des fluides frigorigènes ?

Attestation de capacité