Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
formav.co/explorer

BTS Fluides Énergies Domotique - U.41

Session 2016 • Code sujet : **16-FE41ADS1** • Durée : **4 heures** • Coefficient : **4**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Analyse de l’installation de chauffage et de rafraîchissement (18 questions) **Page 3**

2. Analyse des installations de ventilation (7 questions) **Page 7**

3. Analyse de l’installation photovoltaïque (12 questions) **Page 10**

4. Ce qu’il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 13**

Sujet officiel (PDF) : https://bts-fed.fr/assets/annales/bts-fed/E4.1 - Étude des systèmes - Analyse et définition d’un système/2016/BTS FED - E4.1 - Étude des systèmes - Analyse et définition d’un système - Session 2016 - 1-Sujet.pdf

1. Analyse de l’installation de chauffage et de rafraîchissement

L’étude porte sur les installations thermiques d’un complexe cinématographique du Tarn, équipé de deux pompes à chaleur réversibles, de ballons tampons et de réseaux de chauffage et de rafraîchissement. Les questions portent sur la réglementation, le fonctionnement hydraulique, le dimensionnement des équipements et la sécurité de leur régulation.

1.1 Analyse réglementaire

Question 1.1.1. Donner la désignation intégrale du sigle CCTP et expliquer son rôle.

CCTP signifie « Cahier des clauses techniques particulières ». Il précise les exigences techniques propres au marché : équipements, performances attendues, mise en œuvre et contrôles. Il sert de référence aux entreprises pour exécuter les travaux conformément au marché.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> CCTP : Cahier des clauses techniques particulières. Il définit les exigences techniques des travaux.

Question 1.1.2. Indiquer la réglementation thermique ou le label que le maître d’œuvre a voulu atteindre pour le complexe cinématographique, et expliquer pourquoi.

Le maître d’œuvre vise le label **THPE** selon la RT 2005. Le permis ayant été déposé avant le 28 octobre 2011, les labels de l’arrêté du 3 mai 2007 s’appliquent. Le THPE exige une consommation conventionnelle au moins 20 % inférieure à la consommation de référence RT 2005.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Label visé : THPE, soit au moins 20 % de gain par rapport à la RT 2005.

Question 1.1.3. À partir des résultats du calcul numérique du DT1, montrer que le label THPE est respecté.

Le Cep du projet est de 112,34 kWhep/m².an, contre 214,12 kWhep/m².an pour la référence RT 2005. Le gain atteint 47,53 %, supérieur aux 20 % requis pour le THPE. Le projet respecte donc ce label.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Gain de Cep : 47,53 %. Le label THPE est respecté.

1.2 Fonctionnement hiver, été et mi-saison

Question 1.2.1. À l’aide du schéma de principe DR1, expliquer le fonctionnement de la production en mode hiver, en mode intersaison et en mode été.

Hiver : les PAC produisent l’eau chaude et alimentent le ballon chaud. **Été :** elles produisent l’eau glacée et alimentent le ballon froid. **Mi-saison :** si les besoins de chaud et de froid sont simultanés, une PAC fonctionne en chauffage et l’autre en refroidissement. Les vannes dirigent chaque production vers le ballon correspondant.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Hiver : production chaude. Été : production froide. Mi-saison : une PAC en chaud et l’autre en froid si nécessaire.

Question 1.2.2. Justifier l’intérêt de séparer les ballons tampons chaud et froid alors que les pompes à chaleur sont réversibles.

Les deux ballons maintiennent séparément les réserves d’eau chaude et d’eau glacée à leurs températures utiles. Cette séparation évite de mélanger les régimes, permet de répondre simultanément aux demandes de chaud et de froid et découple hydrauliquement la production des circuits de distribution.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Les ballons séparent les températures et permettent des demandes simultanées de chaud et de froid.

Question 1.2.3. Donner le rôle des vannes trois voies entourées en pointillés sur le document DR1.

Les vannes trois voies de production aiguillent l’eau de chaque PAC vers le ballon chaud ou le ballon froid, selon le mode de fonctionnement. Elles permettent d’affecter chaque production au ballon correspondant sans envoyer d’eau chaude dans le circuit froid, ni d’eau glacée dans le circuit chaud.

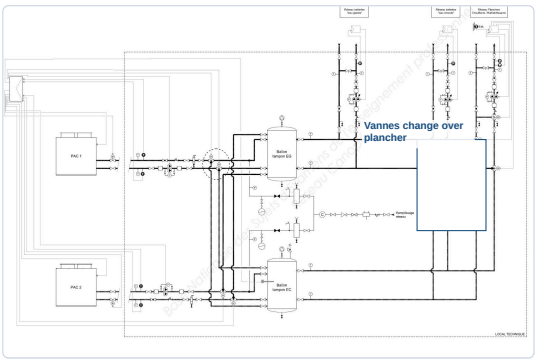
> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Elles dirigent chaque production vers le ballon chaud ou froid correspondant.

1.3 Distribution d’eau chaude et d’eau glacée

Question 1.3.1. Sur le document DR1, encadrer les jeux de vannes qui permettent l’inversion du mode chaud ou froid du réseau de planchers, appelée change over.

Encadrer les vannes motorisées de sélection chaud/froid du réseau planchers, au droit de ses raccordements aux collecteurs d’eau chaude et d’eau glacée. Elles permettent de basculer les mêmes conduites du mode chauffage au mode rafraîchissement.

Repérage des vannes de change over

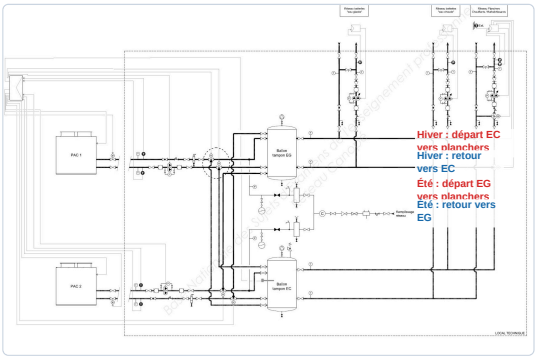


> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Encadrer les vannes motorisées de change over raccordant le réseau planchers aux collecteurs chaud et froid.

Question 1.3.2. Sur le document DR1, colorier avec deux couleurs différentes les passages aller et retour de l’eau en hiver et en été, en aval des ballons tampons, et indiquer le sens du fluide.

Repérer les conduites en aval des ballons et suivre les flèches de circulation : en hiver, le départ chaud va du ballon EC vers le réseau planchers et le retour revient au ballon EC. En été, le départ froid va du ballon EG vers ce réseau et son retour revient au ballon EG. Le circulateur fixe le sens de circulation.

Départs et retours du réseau planchers



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Hiver : départ du ballon EC vers les planchers, retour vers EC. Été : départ du ballon EG vers les planchers, retour vers EG.

Question 1.3.3. Expliquer pourquoi le raccordement du ballon d’eau glacée est différent de celui du ballon d’eau chaude.

Le raccordement tient compte de la stratification de l’eau : l’eau chaude, moins dense, se place en partie haute du ballon chaud ; l’eau glacée, plus dense, se place en partie basse du ballon froid. Cette disposition limite le brassage entre départ et retour et préserve la température utile dans chaque ballon.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le raccordement préserve la stratification : eau chaude en haut, eau glacée en bas.

Question 1.3.4. Expliquer pourquoi les jeux de vannes sont nécessaires sur le réseau de planchers chauffants, contrairement au circuit de ventilo-convecteurs quatre tubes, puis préciser les précautions à prendre pour la gestion automatique du change over.

Le réseau planchers est à deux tubes : les mêmes conduites servent au chauffage ou au rafraîchissement, d’où les vannes d’inversion. Les ventilo-convecteurs à quatre tubes ont des circuits chaud et froid distincts. Pour le change over automatique, interdire les deux modes simultanés et commander le basculement des vannes avant la remise en circulation. En rafraîchissement, prévenir aussi tout risque de condensation.

✓ RÉPONSE À RETENIR

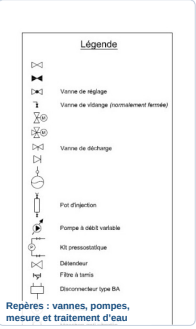
Les planchers à deux tubes exigent une inversion saisonnière ; les ventilo-convecteurs quatre tubes ont des réseaux chaud et froid séparés.

1.4 Analyse du schéma de principe hydraulique

Question 1.4.1. Compléter la légende du schéma de principe hydraulique sur le document DR1.

Reporter les désignations de la légende du DR1 : vannes de réglage, vannes de vidange normalement fermées, vannes de décharge, pot d'injection, pompe à débit variable, kit pressostatique, détendeur, filtre à tamis, disconnecteur type BA, compteur, manchon antivibratile et séparateur à boue et microbulles.

Légende hydraulique



Repères : vannes, pompes, mesure et traitement d'eau

✓ RÉPONSE À RETENIR

Compléter la légende avec les désignations des organes hydrauliques indiquées ci-dessus.

Question 1.4.2. Expliquer l'intérêt de la vanne trois voies montée en mélange sur le réseau de planchers chauffants et rafraîchissants.

La vanne trois voies mélange une part d'eau chaude ou glacée issue de la production avec l'eau de retour du plancher. Elle régule ainsi la température de départ du circuit secondaire, indépendamment de celle du ballon, pour alimenter le plancher au régime adapté.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Elle mélange départ et retour afin de réguler la température envoyée au plancher.

Question 1.4.3. Expliquer pourquoi la vanne trois voies du réseau de planchers chauffants et rafraîchissants est associée à une pompe à vitesse variable, en tenant compte de la régulation de la température du plancher selon la température extérieure et de la régulation de la température intérieure par des vannes thermostatiques commandées par thermostat.

La vanne module la température de départ selon la loi d'eau liée à la température extérieure. En parallèle, les vannes thermostatiques ferment lorsque les locaux atteignent leur consigne et réduisent le débit demandé. Le circulateur à vitesse variable adapte alors débit et pression, limite la consommation électrique et évite une pression excessive lorsque des boucles se ferment.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La pompe adapte débit et pression à l'ouverture des boucles thermostatiques.

Question 1.4.4. Indiquer à quoi servent les vannes de réglage et les vannes de décharge.

Les vannes de réglage équilibrent les débits entre les branches et les terminaux pour obtenir les débits prévus. Les vannes de décharge s'ouvrent lorsque des robinets se ferment : elles maintiennent un débit minimal et limitent la pression différentielle, protégeant le circulateur et les équipements.

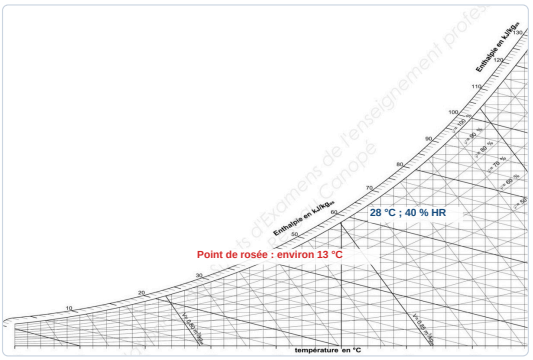
✓ RÉPONSE À RETENIR

Réglage : équilibrage des débits. Décharge : maintien du débit minimal et limitation de la pression différentielle.

Question 1.4.5. Pour une ambiance du hall et des bureaux à 28 °C et 40 % d'humidité relative, expliquer la précaution à prendre pour réguler les planchers rafraîchissants fonctionnant au régime 16/21 °C et étayer le raisonnement à l'aide du diagramme de l'air humide DR2.

À 28 °C et 40 % d'humidité relative, le diagramme donne un point de rosée proche de 13 °C. Le régime d'eau du plancher, 16/21 °C, reste au-dessus de ce seuil. Il faut néanmoins surveiller l'humidité ou le point de rosée et empêcher que la température de surface du plancher ne descende sous ce seuil, afin d'éviter la condensation.

Ambiance et point de rosée



✓ RÉPONSE À RETENIR

Point de rosée : environ 13 °C. Maintenir la surface du plancher au-dessus de ce seuil.

1.5 Choix des pompes à chaleur

Question 1.5.1. Donner les raisons du surdimensionnement des puissances minimales en chaud et en froid préconisées par le CCTP par rapport aux besoins, puis préciser pourquoi il faut limiter ce surdimensionnement.

Les marges entre besoins et préconisations couvrent les pointes de charge et les pertes de puissance liées aux conditions de fonctionnement, notamment au glycol. Les deux PAC totalisent 190,8 kW en chaud et 184,82 kW en froid, au-delà des puissances minimales préconisées. Il faut limiter le surdimensionnement pour éviter cycles courts, baisse de rendement, usure accrue et surcoût ; la mise en parallèle permet d'adapter la puissance appelée.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Les marges couvrent les pointes et pertes de puissance. Un excès de puissance entraîne cycles courts, baisse de rendement, usure et surcoût.

Question 1.5.2. Expliquer les différences hydrauliques entre un ballon tampon à deux piquages et un ballon tampon à quatre piquages.

Un ballon à deux piquages est monté en série : le même couple de raccordements dessert la production et la distribution. Un ballon à quatre piquages sépare les raccordements primaire et secondaire. Il réalise un découplage hydraulique et permet des débits différents côté production et côté distribution.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Deux piquages : montage en série. Quatre piquages : découplage hydraulique entre production et distribution.

1.6 Régulation du circuit plancher chauffant

Question 1.6.1. À partir des schémas électriques DT3.1, DT3.2 et DT3.3, lister les conditions de sécurité nécessaires pour autoriser le fonctionnement du circulateur du réseau de planchers chauffants et rafraîchissants.

Les schémas de régulation montrent les sécurités du réseau planchers : manque d'eau, surchauffe et condensation, ainsi que les retours de défaut des deux pompes. Le démarrage du circulateur doit être interdit si l'une de ces sécurités est en défaut. Le mode été/hiver doit également être cohérent avec la position des vannes de change over.

- Pressostat de manque d'eau : pression suffisante.
- Thermostat de surchauffe et détecteur de condensation : aucun défaut.
- Aucun défaut signalé par les pompes ; mode été/hiver sélectionné correctement.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Autoriser le circulateur seulement si pression correcte, absence de surchauffe et de condensation, pompes sans défaut et change over cohérent.

2. Analyse des installations de ventilation

Cette partie étudie les cinq centrales de traitement d'air du complexe, dont quatre CTA en mélange avec récupération d'énergie et une CTA en tout air neuf à débit variable. Les questions évaluent la compréhension des choix de ventilation, des évolutions de l'air, des économies liées à l'échangeur et du repérage des points physiques de régulation.

2.1 CTA 2, 3, 4 et 5

Question 2.1.1. Expliquer l'intérêt d'avoir choisi un récupérateur de chaleur et un caisson de mélange pour chacune des CTA 2, 3, 4 et 5.

Le récupérateur transfère une partie de la chaleur de l'air extrait à l'air neuf : il le préchauffe en hiver et peut le prérefroidir en été. Les batteries fournissent alors moins d'énergie. Le caisson de mélange ajuste la part d'air neuf et d'air repris pour assurer le renouvellement nécessaire sans traiter inutilement un débit élevé d'air extérieur. Le bypass permet de neutraliser la récupération lorsqu'elle n'est pas avantageuse.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Récupérer l'énergie de l'air extrait et mélanger air neuf et air repris pour réduire les besoins des batteries.

Question 2.1.2. Le récupérateur est by-passable, le taux de brassage des salles de projection est de 5 volumes par heure et le besoin maximal d'air neuf pour l'hygiène est de 1 volume par heure. Expliquer pourquoi le bureau d'études a pu retenir ces choix.

Le débit de 5 vol/h assure le brassage et l'homogénéité de l'ambiance dans les salles. Le besoin hygiénique maximal ne demande que 1 vol/h d'air neuf : le débit complémentaire peut donc être constitué d'air repris, ce qui limite l'énergie nécessaire pour traiter l'air extérieur. Le récupérateur diminue encore les besoins de chauffage. Son bypass permet de l'éviter lorsque la récupération serait inutile ou défavorable, notamment en freecooling.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> 5 vol/h pour le brassage, dont au plus 1 vol/h d'air neuf pour l'hygiène ; le bypass évite une récupération défavorable.

2.2 CTA 1

Question 2.2.1. Expliquer ce que signifie le coefficient de foisonnement indiqué dans le tableau des caractéristiques des CTA.

Le coefficient de foisonnement tient compte de la non-simultanéité des besoins maximaux des locaux. Il permet de dimensionner le débit sur une demande simultanée vraisemblable, plutôt que sur la somme des maxima individuels. Pour le hall et la salle de convivialité, le coefficient indiqué est 0,53 : le débit retenu représente donc 53 % de cette somme théorique.

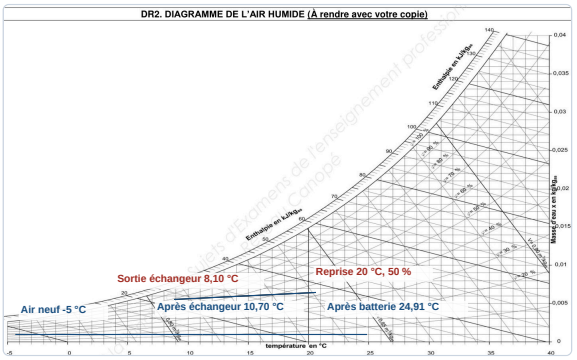
> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> 0,53 signifie que le débit de dimensionnement représente 53 % de la somme des débits maximaux individuels.

Question 2.2.2. À l'aide des informations du DT4, tracer les évolutions de l'air en hiver sur le diagramme de l'air humide DR2.

Le DT4 donne les états de l'air avant et après l'échangeur, puis après la batterie. Sur le diagramme, reporter les températures en abscisse et l'humidité absolue correspondante, puis relier les états de chaque parcours. L'air neuf est réchauffé dans l'échangeur puis dans la batterie ; l'air repris cède une partie de sa chaleur dans l'échangeur.

1. Air neuf : (-5 °C, 90 %) vers (10,70 °C, 29 %), puis (24,91 °C, 11,8 %).
2. Air repris : (20 °C, 50 %) vers (8,10 °C, 94 %).

Évolutions hivernales de l'air sur le diagramme



> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Air neuf : -5 °C, 90 % → 10,70 °C, 29 % → 24,91 °C, 11,8 %. Air repris : 20 °C, 50 % → 8,10 °C, 94 %.

2.3 Gain réalisé par le récupérateur

Question 2.3.1. Compléter le tableau DR3 pour évaluer les consommations et les économies réalisées grâce à l'échangeur à plaque.

Compléter la ligne 5 °C par lecture du graphique. Pour chaque période, la consommation de référence est la puissance de batterie multipliée par le nombre de jours et la durée quotidienne. L'économie est calculée à partir de l'écart entre la puissance de batterie et la puissance récupérée. Les sommes incluent la ligne 5 °C complétée.

Text (°C)	Pc 20 °C (kW)	Peco 20 °C (kW)	Pc 15 °C (kW)	Peco 15 °C (kW)	Conso. 0-10 h (kWh)	Conso. 10-24 h (kWh)	Économie 0-10 h (kWh)	Économie 10-24 h
5	17,1	15,4	11	10	1 100	2 394	100	238
Somme					16 907	44 139,2	14 470	37 779

Valeurs à inscrire dans les zones grisées du DR3

DR3. TABLEAU RECAPITULATIF DES CONSOMMATIONS ET DES ECONOMIES (À rendre avec votre copie)

Text	Fréquences Nb de jours De 10h à 24h	Fréquences Nb de jours De 0h à 10h	Pc en kW pour Tint=20°C	Peco en kW Tint=20°C	Pc pour Tint=15°C	Peco pour Tint=15°C	Consommation en kWh de 0h à 10h	Consommation en kWh de 10h à 24h	Economie en en kWh de 0 à 10h	Economie en en kWh de 10h à 24h
-5	0	0	28.5	25.7	22	20	0	0	0	0
-4	1	0	27.4	24.6	20.9	19	0	383.6	0	344.4
-3	2	2	26.2	23.6	19.8	18	396	733.6	360	660.8
-2	0	1	25.1	22.6	18.7	17	187	0	170	0
-1	1	3	2[illegible]	21.6	17.6	16	528	336	480	[illegible]
0	2	7	22.[illegible]	20.5	16.6	15	1155	638.4	1050	[illegible]
1	1	11	21.7	19.5	15.4	14	1694	303.8	1540	273
2	8	14	20.5	18.5	14.3	13	2002	2296	1820	2072
3	6	13	19.4	17.4	13.2	12	1716	1629.6	1560	1461.6
4	7	16	18.3	16.4	12.1	11	1936	1793.4	1760	1607.2
5	10	10								
6	17	14	15	14.4	9.9	9	1386	3808	1260	3427.2
7	23	19	14.8	13.3	8.8	8	1672	4765.6	1520	4282.6
8	18	12	13.7	12.3	7.7	7	924	3452.4	840	3099.6
9	18	14	12.6	11.3	6.6	6	924	3175.2	840	2847.6
10	30	15	11.4	10.3	5.5	5	825	1788	[illegible]	[illegible]
11	29	6	10.3	9.2	4.4	4	264	4181.8	240	3735.2
12	27	4	9.1	8.2	3.3	3	132	3439.8	120	3099.6

16 907 44 139,2 14 4[illegible] 37 779

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Ligne 5 °C : 17,1 ; 15,4 ; 11 ; 10 kW. Sommes : consommations 16 907 et 44 139,2 kWh ; économies 14 470 et 37 779 kWh.

Question 2.3.2. Estimer l'économie d'énergie sur une saison de chauffe et la consommation en kWh, puis conclure.

La consommation de référence des batteries est la somme des deux périodes du DR3 : 16 907 + 44 139,2 = 61 046,2 kWh. L'économie saisonnière est 14 470 + 37 779 = 52 249 kWh. La consommation après récupération vaut donc 61 046,2 - 52 249 = 8 797,2 kWh. L'échangeur réduit fortement la consommation de chauffage des batteries.

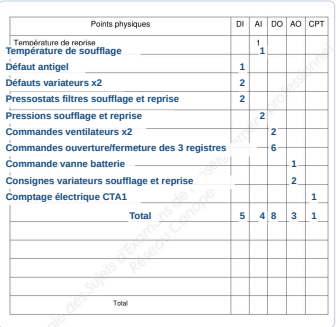
> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Économie saisonnière : 52 249 kWh. Consommation après récupération : 8 797,2 kWh, contre 61 046,2 kWh sans récupération.

Question 2.3.3. À partir du schéma de câblage du RMU730 B, compléter le document DR4 en listant les points physiques raccordés à l'automate pour assurer la fonction de la CTA1 et en les classant par type : entrée numérique, entrée analogique, sortie numérique ou sortie analogique.

Les températures et les pressions sont des entrées analogiques. L'antigel, les défauts des deux variateurs et les pressostats de filtres sont des entrées numériques. Les commandes des deux ventilateurs et les commandes d'ouverture/fermeture des trois registres sont des sorties numériques. La vanne de batterie et les consignes des variateurs sont des sorties analogiques ; le compteur relève du comptage.

Point physique	DI	AI	DO	AO	CPT
Température de reprise		1			
Température de soufflage		1			
Défaut antigel	1				
Défauts variateurs soufflage et reprise	2				
Pressostats filtres soufflage et reprise	2				
Pressions soufflage et reprise		2			
Commandes ventilateurs soufflage et reprise			2		
Commandes ouverture/fermeture des trois registres			6		
Commande vanne batterie				1	
Consignes variateurs soufflage et reprise				2	
Comptage électrique CTA1					1
Total	5	4	8	3	1

Points physiques à inscrire dans le DR4



Points physiques	DI	AI	DO	AO	CPT
Température de reprise		1			
Température de soufflage		1			
Défaut antigel	1				
Défauts variateurs x2	2				
Pressostats filtres soufflage et reprise	2				
Pressions soufflage et reprise		2			
Commandes ventilateurs x2			2		
Commandes ouverture/fermeture des 3 registres			6		
Commande vanne batterie				1	
Consignes variateurs soufflage et reprise				2	
Comptage électrique CTA1					1
Total	5	4	8	3	1
Total					

✓ RÉPONSE À RETENIR

Total CTA1 : 5 DI, 4 AI, 8 DO, 3 AO et 1 point de comptage.

3. Analyse de l’installation photovoltaïque

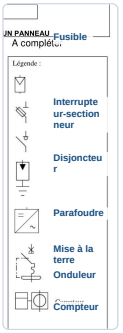
Cette partie porte sur une installation photovoltaïque prévue en toiture, avec des panneaux monocristallins et deux onduleurs, dont toute l’énergie produite sera revendue. Les tâches concernent le schéma électrique, les caractéristiques des modules, le productible, la rentabilité et l’effet de la production photovoltaïque sur le Cep et le label énergétique du bâtiment.

3.1 Analyse de l’installation photovoltaïque

Question 3.1.1. Compléter la légende du schéma unifilaire général de l’installation photovoltaïque sur le document DR5.

La légende du DR5 identifie les organes de protection et de conversion du schéma : fusible, interrupteur-sectionneur, disjoncteur, parafoudre avec mise à la terre, onduleur et compteur. Les panneaux et chaînes sont représentés dans les champs photovoltaïques. L’électricité produite en courant continu est protégée et sectionnée avant l’onduleur ; en sortie, le courant alternatif rejoint le réseau et sa production est mesurée par le compteur.

Légende du schéma photovoltaïque complétée



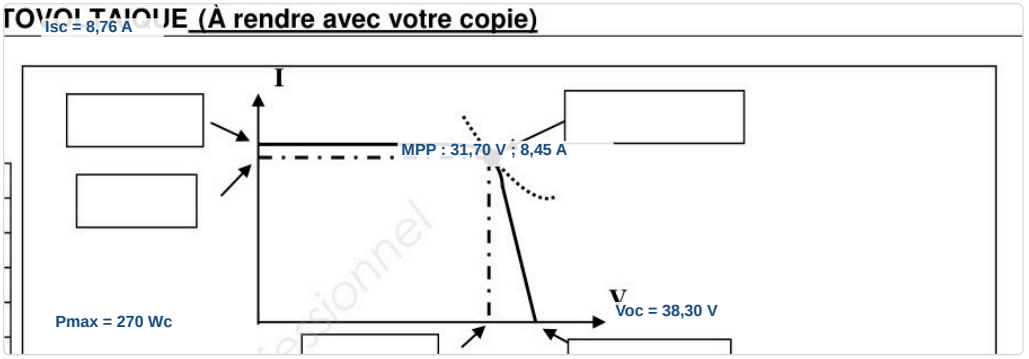
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Légende : fusible, interrupteur-sectionneur, disjoncteur, parafoudre, terre, onduleur, compteur.

Question 3.1.2. À partir de la documentation technique DT5, identifier les grandeurs électriques d’un panneau photovoltaïque et les reporter sur la caractéristique I = f(V) du document DR5.

Pour le module monocristallin PS02270NM, on lit dans le DT5 le courant de court-circuit à l’intersection avec l’axe des courants, puis la tension à circuit ouvert à l’intersection avec l’axe des tensions. Le coude de la caractéristique indique le point de puissance maximale. Reporter ses coordonnées sur la courbe du DR5, avec la puissance maximale nominale du module.

Grandeurs du panneau reportées sur la caractéristique I = f(V)



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

I_{sc} = 8,76 A ; V_{oc} = 38,30 V ; point de puissance maximale : 31,70 V et 8,45 A ; P_{max} = 270 Wc.

Question 3.1.3. Préciser dans quelles conditions sont données les caractéristiques électriques d’un panneau photovoltaïque.

Les valeurs nominales d’un panneau sont mesurées dans les conditions d’essai standard, ou STC. Pour le module du DT5, elles correspondent à un éclairement de 1 000 W/m², une température de cellule de 25 °C et un spectre solaire AM 1,5. Ces conditions normalisées permettent de comparer les performances des modules ; elles ne représentent pas nécessairement les conditions réelles de fonctionnement sur le site.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Conditions STC : 1 000 W/m², cellule à 25 °C et spectre AM 1,5.

Question 3.1.4. **Expliquer l'influence d'une variation de l'éclairement, puis d'une variation de la température, sur un panneau photovoltaïque.**

Une hausse de l'éclairement augmente principalement le courant fourni par le panneau, donc sa puissance maximale ; une baisse d'éclairement réduit ces valeurs. Une hausse de la température de cellule diminue surtout la tension à circuit ouvert et la puissance maximale. À l'inverse, le refroidissement augmente principalement la tension et la puissance. L'effet de la température sur le courant est nettement plus faible.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Éclairement en hausse : courant et puissance en hausse. Température en hausse : tension et puissance en baisse.

Question 3.1.5. **Préciser le rôle d'un onduleur dans une installation photovoltaïque raccordée au réseau.**

L'onduleur convertit le courant continu produit par les panneaux en courant alternatif compatible avec le réseau. Il adapte et synchronise la tension et la fréquence de sa sortie avec celles du réseau afin d'y injecter l'énergie produite. Dans cette installation, où toute l'électricité est revendue, il assure donc l'interface entre les champs photovoltaïques et le réseau électrique.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Convertir le courant continu en courant alternatif synchronisé au réseau et y injecter l'énergie produite.

Question 3.1.6. **À l'aide du document DR5, donner la définition d'une chaîne photovoltaïque et d'un champ photovoltaïque.**

Une chaîne photovoltaïque est un ensemble de panneaux raccordés en série. Les tensions des panneaux s'additionnent et le courant de la chaîne reste identique. Un champ photovoltaïque regroupe une ou plusieurs chaînes raccordées en parallèle. Le DR5 distingue les champs alimentant les entrées des deux onduleurs et indique, pour chacun, le nombre de chaînes et le nombre de panneaux par chaîne.

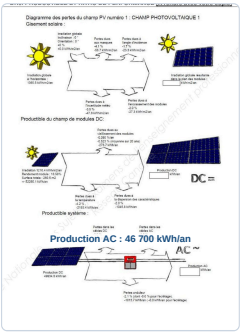
> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Chaîne : panneaux en série. Champ photovoltaïque : ensemble de chaînes raccordées en parallèle.

3.2 Étude financière de l'installation photovoltaïque

Question 3.2.1. **Estimer l'énergie électrique produite annuellement, en kWh, en complétant le document réponse DR6.**

Le DR6 présente le calcul du productible annuel : irradiation reçue, pertes du champ, rendement et surface des modules, puis pertes du système jusqu'à la sortie en courant alternatif. La valeur à reporter pour l'énergie annuelle produite par l'installation est celle retenue dans la suite du sujet pour le calcul réglementaire. Elle correspond à l'énergie électrique annuelle, et non à l'énergie primaire après application du coefficient de conversion.

Productible annuel à reporter sur le DR6



> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Énergie électrique produite : 46 700 kWh/an.

Question 3.2.2. **À l'aide du document DR5, calculer la puissance installée. Sachant que la demande de raccordement au réseau a été envoyée en mars 2013 et que les charges annuelles de location du compteur et de raccordement s'élèvent à 168 €, calculer le revenu net annuel.**

Le DR5 donne trois puissances de champ : 22 × 4 × 270 W, 19 × 3 × 270 W et 15 × 270 W. Leur somme donne 43 200 Wc, soit 43,2 kWc. Pour une demande déposée en mars 2013 et une installation intégrée simplifiée de 36 à 100 kW, le tarif applicable est 15,97 c€/kWh. Le revenu net annuel est la recette de vente diminuée des 168 € de charges.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Puissance installée : 43,2 kWc. Revenu net annuel : 7 289,99 €.

Question 3.2.3. Après une remise commerciale de 5 %, calculer le nouveau prix TTC, puis le temps de retour sur investissement en considérant que le client récupère la TVA au taux de 19,6 %. Conclure.

Le nouveau prix TTC est le prix initial diminué de 5 %. Le client récupérant la TVA, le coût à retenir pour le retour sur investissement est le prix remisé divisé par 1,196. Le temps de retour simple se calcule ensuite en divisant cet investissement hors TVA par le revenu net annuel de 7 289,99 €. Le calcul ne prend pas en compte la maintenance ni l'actualisation financière.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Prix remisé : 112 100 € TTC. Investissement hors TVA : 93 729,10 €. Retour simple : 12,86 ans.

3.3 Impact sur le Cep

Question 3.3.1. Pour une production photovoltaïque estimée à 46 700 kWh par an, calculer la valeur de la déduction sur le Cep.

La production annuelle est convertie en énergie primaire avec le coefficient 2,58 fourni dans le sujet. On divise ensuite cette énergie primaire par la SHON RT de 1 871 m². Comme il s'agit d'une déduction du Cep, le résultat est inscrit avec un signe négatif.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Déduction sur le Cep : −64,40 kWhEP/m².an.

Question 3.3.2. Déduire la valeur du Cep du projet.

Le calcul réglementaire du DT1 indique un Cep de 112,34 kWhEP/m².an avant la prise en compte de la production photovoltaïque. On lui applique la déduction annuelle calculée à la question précédente : le Cep du projet est donc d'environ 47,94 kWhEP/m².an.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Cep du projet après déduction photovoltaïque : 47,94 kWhEP/m².an.

Question 3.3.3. Indiquer le nouveau label auquel le projet peut prétendre et justifier la réponse.

Le label THPE EnR 2005 exige un gain d'au moins 30 % par rapport au Cep de référence RT 2005 et l'utilisation d'une énergie renouvelable. Le seuil correspondant est 70 % de 214,12, soit 149,88 kWhEP/m².an. Le Cep calculé du projet, 47,94 kWhEP/m².an, est inférieur à ce seuil, et l'installation utilise le solaire photovoltaïque.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le projet peut prétendre au label THPE EnR 2005 : Cep de 47,94, inférieur au seuil de 149,88 kWhEP/m².an, avec production solaire photovoltaïque.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2016)

Bilan de l'épreuve : Épreuve BTS Fluides Énergies Domotique, U.41 Analyse et définition d'un système, session 2016, code 16-FE41ADS1. D'une durée de 4 heures et de coefficient 4, elle porte sur un complexe cinématographique du Tarn. Les compétences évaluées concernent le chauffage, le rafraîchissement, la ventilation, la régulation, ainsi que le dimensionnement, la rentabilité et l'impact énergétique d'une installation photovoltaïque.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Le label THPE 2005 correspond à une consommation conventionnelle au moins 20 % inférieure à la référence RT 2005.
- Un récupérateur d'énergie préchauffe ou prérefroidit l'air neuf grâce à l'air extrait ; le bypass évite une récupération indésirable.
- Un plancher rafraîchissant doit rester au-dessus du point de rosée pour prévenir toute condensation sur sa surface.
- La puissance crête d'un champ photovoltaïque se calcule en additionnant les puissances crête des modules qui le composent.

Points de vigilance & attentes du jury

- Distinguer les besoins réels des puissances préconisées et justifier l'intérêt comme les limites du surdimensionnement.
- Sur les schémas hydrauliques, repérer les sens aller-retour et les organes de changement de mode avant de compléter ou colorier.
- Pour le rafraîchissement, comparer la température d'eau au point de rosée déterminé à partir de la température et de l'humidité relative.
- Pour les calculs photovoltaïques, vérifier les unités, le tarif applicable à la date de raccordement et la distinction entre prix HT et TTC.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment vérifier le risque de condensation d'un plancher rafraîchissant ?

Déterminer le point de rosée de l'air intérieur à partir de sa température et de son humidité relative, avec le diagramme psychrométrique. La température de surface du plancher doit rester supérieure à ce point pour éviter la condensation.

Q : Comment calculer l'effet de la production photovoltaïque sur le Cep ?

Convertir la production électrique annuelle en énergie primaire avec le coefficient 2,58, puis diviser cette énergie par la surface de référence en mètres carrés. La déduction obtenue en kWhEP/m².an s'applique au Cep calculé avant la production photovoltaïque.

Q : Comment gérer le temps et le barème de cette épreuve ?

L'épreuve dure 4 heures et comporte trois parties à rendre sur des copies séparées. Les temps conseillés sont de 2 heures, 50 minutes et 55 minutes, après 15 minutes de lecture ; les barèmes indicatifs sont respectivement 55/100, 22/100 et 24/100.

Q : Que faut-il soigner pour répondre aux demandes de schéma et de tableau ?

Compléter les documents réponse demandés et rendre lisibles les légendes, les sens de circulation, les classifications et les unités. Présenter les étapes utiles des calculs et s'appuyer sur les données des documents techniques fournis.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bts-fed.fr/assets/annales/bts-fed/E4.1 - Étude des systèmes - Analyse et définition d'un système/2016/BTS FED - E4.1 - Étude des systèmes - Analyse et définition d'un système - Session 2016 - 1-Sujet.pdf
Ressources BTS Fluides Énergies Domotique : Toutes les annales & corrigés • Fiches de révision complètes • Simulateur de notes d'examen

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.