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 FED

BTS Fluides Énergies Domotique - U.41 Analyse et définition d'un système

Session 2019 • Code sujet : **19FE41ADS1** • Durée : **4 heures** • Coefficient : **4**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Analyse du système de production d'énergie (7 questions) **Page 3**

2. Analyse du système de production d'ECS (6 questions) **Page 8**

3. Étude de la CTA de la salle du conseil (10 questions) **Page 10**

4. Étude du réseau batterie chaude de la salle du conseil (9 questions) **Page 15**

5. Gestion des ventilo-convecteurs (3 questions) **Page 20**

6. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 23**

Sujet officiel (PDF) : https://bts-fed.fr/assets/annales/bts-fed/E4.1 - Étude des systèmes - Analyse et définition d'un système/2019/BTS FED - E4.1 - Étude des systèmes - Analyse et définition d'un système - Session 2019 - 1-Sujet.pdf

1. Analyse du système de production d’énergie

L’étude porte sur la production calorifique et frigorifique d’un hôtel de ville équipé d’une PAC réversible air-eau et de plusieurs types d’émetteurs. Les questions s’appuient sur les besoins thermiques et les schémas pour examiner les réseaux, les composants, la modulation de puissance et les sécurités de la PAC.

Question 1.1. Expliciter les sigles et donner une définition des termes « CCTP » et « ERP ».

CCTP signifie « cahier des clauses techniques particulières ». Il définit les exigences techniques et les conditions d’exécution propres au marché de travaux. **ERP** signifie « établissement recevant du public » : bâtiment ou local dans lequel des personnes sont admises, librement ou sous certaines conditions. Les ERP sont soumis à des règles spécifiques de sécurité et d’accessibilité.

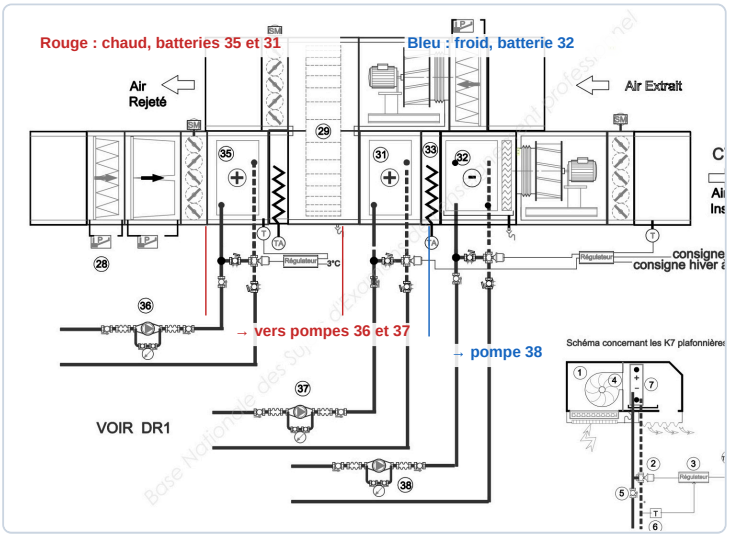
> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> CCTP : cahier des clauses techniques particulières. ERP : établissement recevant du public.

Question 1.2. Sur les documents réponses DR 1-1 et DR 1-2, identifier les réseaux d’eau alimentant la CTA. Surligner en rouge les réseaux utilisés en chauffage, en bleu ceux utilisés en rafraîchissement, puis indiquer le sens de circulation par des flèches.

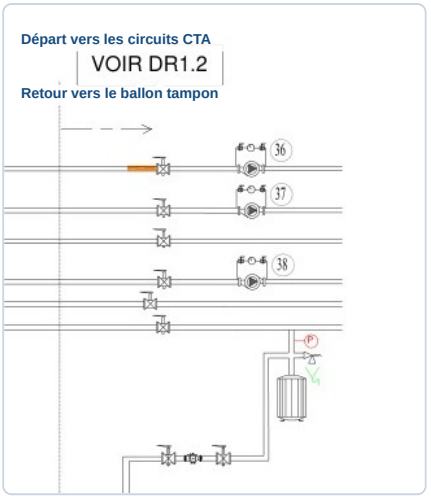
Réseau	Mode	Batterie alimentée	Sens de circulation
Eau chaude, rouge	Chauffage	Préchauffage 35 et batterie chaude 31	Pompes 36 et 37 vers les batteries, puis retour
Eau froide, bleu	Rafraîchissement	Batterie froide 32	Pompe 38 vers la batterie, puis retour

Sur les DR 1-1 et DR 1-2, repérer les conduites des trois circuits, les colorer selon le mode et placer les flèches dans le sens indiqué.

Réseaux d’eau de la CTA



Départs et retours des circuits CTA



✓ RÉPONSE À RETENIR

Rouge : circuits des batteries 35 et 31. Bleu : circuit de la batterie 32. Flèches : des pompes vers les batteries, puis retour.

Question 1.3. Donner la désignation et la fonction des éléments numérotés 23, 24, 25 et 27 sur le schéma de principe DR 1-1. Compléter le document réponse DR 1-3.

Repère	Désignation	Fonction
23	Vase d'expansion	Absorber la dilatation du fluide glycolé et limiter les variations de pression.
24	Échangeur à plaques	Transférer la chaleur du circuit glycolé à l'eau du ballon ECS sans mélanger les fluides.
25	Mitigeur thermostatique	Mélanger l'eau chaude et l'eau froide pour limiter la température de distribution.
27	Ballon tampon	Stocker l'énergie et assurer le découplage hydraulique des circuits.

Le DR 1-3 comporte les repères 23 à 25. Le ballon tampon 27 est identifié sur le schéma DR 1-1.

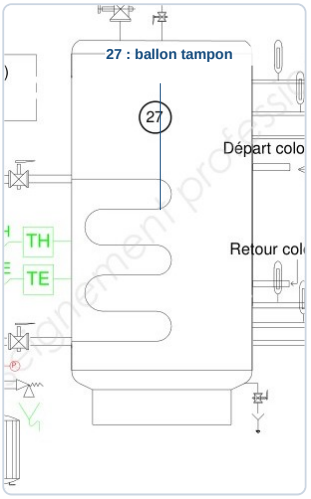
Nomenclature PAC complétée

Repères	Noms	Fonctions
23		
24	Vase d'expansion	Absorbe la dilatation du fluide et limite les variations de pression
25		
	Échangeur à plaques	Transfère la chaleur sans mélanger les fluides
	Mitigeur thermostatiq	Limite la température de l'eau distribuée

DR 3-1 Nomenclature CTA (A rendre avec la copie)

Repères	Noms	Fonctions
28		
35		

Repère 27 : ballon tampon



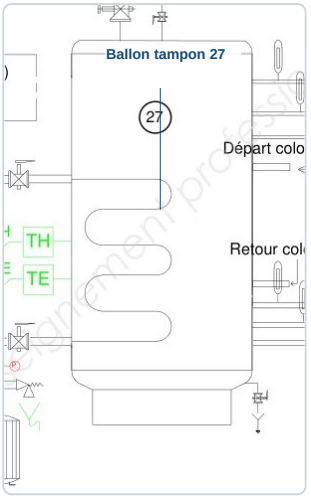
✓ RÉPONSE À RETENIR

23 : vase d'expansion. 24 : échangeur à plaques. 25 : mitigeur thermostatique. 27 : ballon tampon.

Question 1.4. Identifier l'élément 27 du schéma DR 1-1, préciser son rôle et expliquer quelle conséquence son absence aurait sur la PAC.

L'élément **27** est le ballon tampon. Il stocke temporairement l'énergie et découple hydrauliquement le circuit de la PAC des circuits secondaires, tout en garantissant un volume d'eau suffisant. Sans lui, le volume disponible pourrait être trop faible lorsque la demande diminue. La PAC risquerait alors d'effectuer des démarrages et arrêts trop fréquents, ce qui réduit son rendement et accélère l'usure des compresseurs.

Repérage du ballon tampon 27



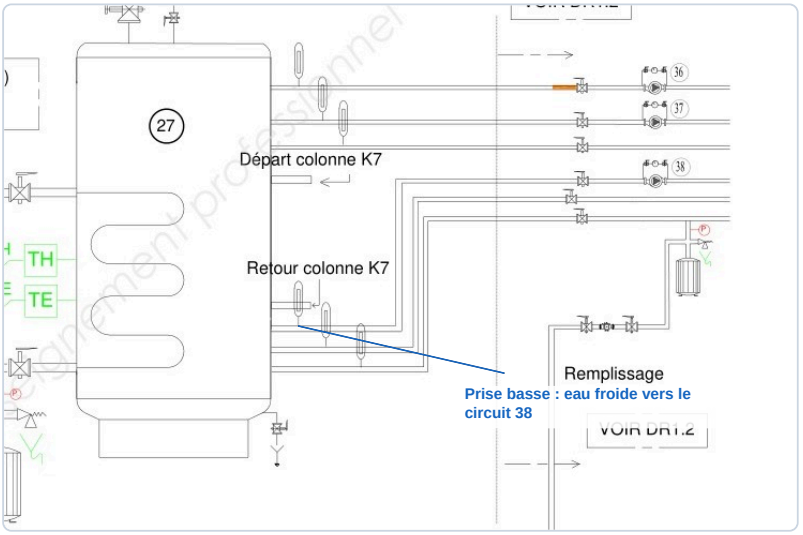
✓ RÉPONSE À RETENIR

Le ballon tampon 27 stocke l'énergie, découple les circuits et limite les démarrages-arrêts fréquents de la PAC.

Question 1.5. Justifier le raccordement de la pompe 38 en partie basse de l'élément 27 sur le schéma DR 1-1.

Le circuit de rafraîchissement est associé à la pompe 38 et à la batterie froide 32. Le raccordement bas au ballon tampon permet de prélever l'eau froide accumulée dans sa partie basse, où elle se stratifie. La pompe alimente ainsi la batterie froide avec l'eau adaptée au régime de rafraîchissement, sans prélever l'eau plus chaude présente au-dessus.

Prise basse du circuit de rafraîchissement



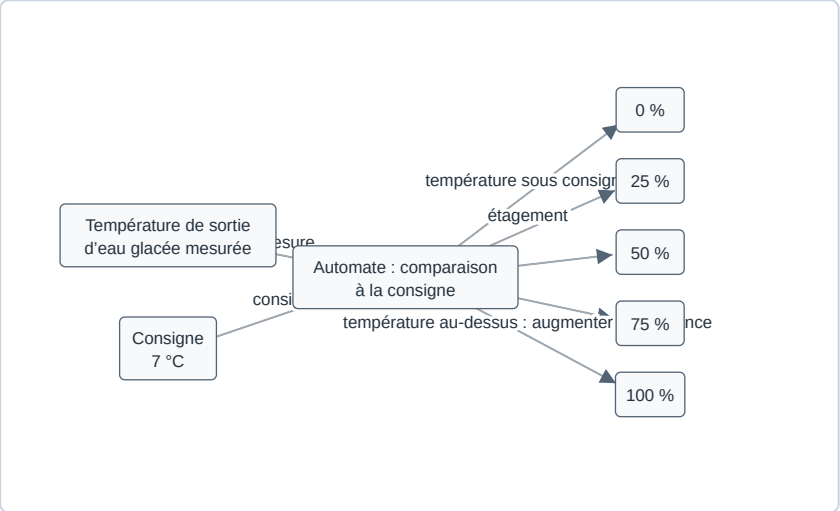
✓ RÉPONSE À RETENIR

Le raccordement bas permet à la pompe 38 de prélever l'eau froide stratifiée au fond du ballon pour alimenter la batterie froide.

Question 1.6. **À partir de la documentation technique DT 1-1, expliquer comment la puissance frigorifique est modulée et identifier la grandeur réglée. Proposer un graphe d'action pour piloter cette puissance en fonction de la grandeur réglée.**

Pour le modèle 600V, les quatre compresseurs scroll démarrent directement en cascade. La puissance frigorifique est donc modulée par étagement : 0, 25, 50, 75 ou 100 %. La grandeur réglée est la température de sortie de l'eau glacée, dont la consigne est de 7 °C sur le DR 1-1. Quand cette température dépasse la consigne, l'automate augmente progressivement le nombre de compresseurs en marche ; si elle redescend, il réduit l'étagement. Les seuils exacts ne sont pas fournis.

Action de la régulation frigorifique



Les quatre compresseurs sont commandés en cascade. Les niveaux de puissance sont ceux du tableau technique ; les seuils d'enclenchement ne sont pas précisés.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Modulation par étagement des quatre compresseurs : 0, 25, 50, 75 ou 100 %. Grandeur réglée : température de sortie d'eau glacée, consigne 7 °C.

Question 1.7. **Donner la fonction du contrôleur de débit de la PAC et préciser les dysfonctionnements qu'il détecte. Lister les actions générées par l'automate de la PAC lorsqu'une situation à risque est constatée grâce à cet élément.**

Le contrôleur de débit vérifie que la circulation d'eau dans l'échangeur de la PAC est suffisante. Il détecte un débit nul ou insuffisant, notamment en cas d'arrêt de pompe, de vanne fermée ou d'obstruction du circuit. Si une situation à risque est détectée, l'automate signale le défaut et interdit ou arrête les compresseurs afin de protéger l'échangeur. Le fonctionnement frigorifique ne peut reprendre qu'après rétablissement d'un débit conforme.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Il détecte un débit nul ou insuffisant et déclenche une alarme ainsi que l'arrêt ou l'inhibition des compresseurs.

2. Analyse du système de production d'ECS

La production d'eau chaude sanitaire étudiée associe un ballon solaire de 300 litres, trois capteurs solaires et un appoint électrique. Les simulations, les coûts et les données tarifaires permettent d'évaluer la rentabilité de la solution et de proposer la logique de commande de la pompe solaire.

Question 2.1

Question 2.1.1. Calculer l'investissement TTC de la solution solaire sans subvention.

Les 4 900 € HT de matériel sont soumis à une TVA de 20 %. Le reste du coût annoncé reste inchangé dans ce calcul : 6 120 + 4 900 × 0,20 = 7 100 € TTC.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Investissement solaire sans subvention : **7 100 € TTC**.

Question 2.1.2. Calculer le montant de la subvention européenne accordée sur le coût HT du matériel solaire.

La subvention couvre 30 % du coût HT du matériel solaire, soit 4 900 €. Elle vaut donc 4 900 × 0,30 = 1 470 €.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Subvention européenne : **1 470 €**.

Question 2.1.3. Déduire des calculs précédents le surinvestissement dû à la solution solaire.

Après déduction de la subvention, le coût solaire est de 7 100 − 1 470 = 5 630 € TTC. Le surinvestissement par rapport à la solution sans solaire est donc 5 630 − 3 200 = 2 430 €.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Surinvestissement net : **2 430 €**.

Question 2.2. Déterminer le montant de l'économie annuelle d'électricité liée à la mise en œuvre de la solution solaire.

La simulation indique 3 931 kWh d'apports solaires utiles annuels au stockage. Au tarif de 0,14 €/kWh, l'économie d'électricité est de 3 931 × 0,14 = 550,34 € par an. L'abonnement fixe de 150 € par an n'est pas une économie liée à la production solaire.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Économie annuelle d'électricité : **550,34 €**.

Question 2.3. Le client est prêt à investir dans la solution solaire si le temps de retour sur investissement est inférieur à cinq ans. Vérifier, en justifiant la démarche, si la solution proposée par le bureau d'études peut atteindre cet objectif.

Le temps de retour simple est le surinvestissement divisé par l'économie annuelle : 2 430 ÷ 550,34 ≈ 4,42 ans. Ce délai est inférieur à la limite de cinq ans. La solution atteint donc l'objectif selon les hypothèses de simulation et le tarif électrique indiqués.

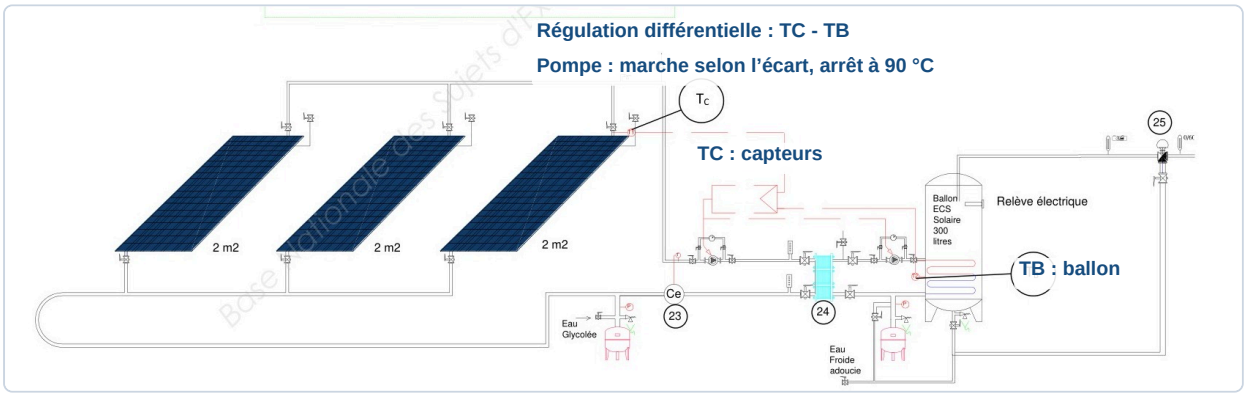
✓ RÉPONSE À RETENIR

Temps de retour : **environ 4,42 ans**. L'objectif de moins de 5 ans est atteint.

Question 2.4. À partir du schéma DR 1-1, proposer une logique de fonctionnement décrivant le pilotage de la pompe solaire en fonction des températures mesurées par les sondes TC du capteur et TB du ballon.

La pompe est pilotée par une régulation différentielle. Elle démarre lorsque la température du capteur TC dépasse celle du ballon TB d'un écart de démarrage réglé, tant que TB reste sous la limite de stockage de 90 °C. Elle s'arrête lorsque l'écart devient inférieur à un seuil d'arrêt plus bas, ou lorsque TB atteint 90 °C. Cet écart entre seuils crée l'hystérésis. Le ballon est prévu pour fonctionner dans la plage de 60 à 90 °C.

Commande de la pompe solaire sur le schéma DR 1-1



✓ RÉPONSE À RETENIR

Démarrer si **TC − TB ≥ ΔT démarrage** et **TB < 90 °C**. Arrêter si l'écart atteint le seuil d'arrêt réglé ou si **TB ≥ 90 °C**.

3. Étude de la CTA de la salle du conseil

La salle du conseil est desservie par une CTA tout air neuf avec filtres, batteries, récupérateur rotatif et ventilateurs. L'étude porte sur le débit réglementaire, les sécurités et la régulation, le risque de givre sur l'échangeur, ainsi que le bilan des entrées et sorties de la GTC.

Question 3.1. À l'aide de l'extrait réglementaire DT 3-1 et des données du DCE sur la salle du conseil, justifier le débit de ventilation préconisé par le maître d'œuvre.

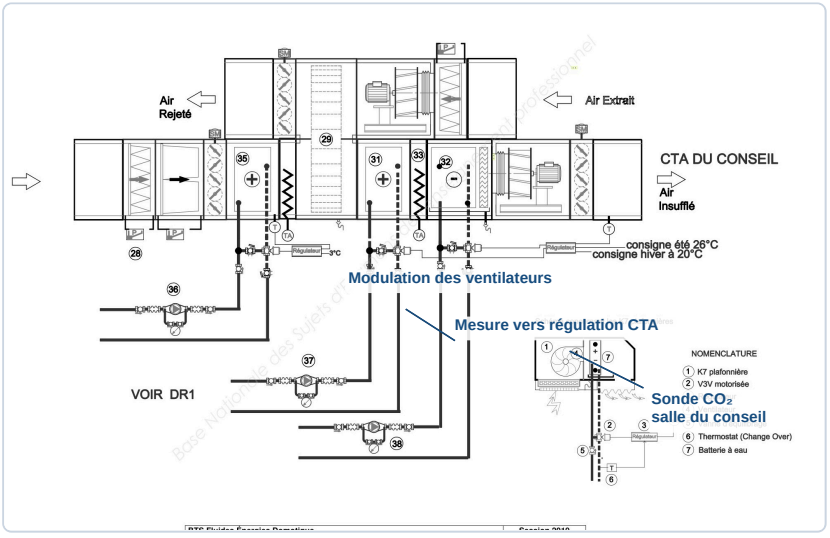
Le tableau réglementaire DT 3-1 fixe à **18 m³/h par occupant** le débit minimal pour un local de réunion. La salle accueille au maximum 60 personnes. Le débit d'air neuf à prévoir est donc : 60 × 18 = 1 080 m³/h. Le débit nominal de soufflage indiqué dans le DCE est de 1 080 m³/h. Il correspond exactement au minimum réglementaire calculé pour l'occupation maximale.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Débit minimal : 1 080 m³/h. Le débit nominal prévu est conforme.

Question 3.2. Compléter le schéma de principe DR 1-2 en faisant apparaître les éléments nécessaires à l'asservissement des débits de ventilation de la CTA à l'occupation, mesurée par le taux de CO2.

Ajouter une sonde de CO_2 dans la salle du conseil et relier sa mesure à la régulation de la CTA. Le régulateur module les débits des ventilateurs de soufflage et de reprise selon le taux mesuré : une hausse du CO_2 entraîne une augmentation du renouvellement d'air, tandis qu'une baisse permet de réduire les débits. La modulation reste limitée par le débit minimal hygiénique applicable.

Asservissement de la CTA au CO_2



> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Sonde CO_2 en salle, reliée au régulateur qui module les ventilateurs de soufflage et de reprise.

Question 3.3. Donner la désignation et la fonction des éléments numérotés 28 et 35 sur le schéma de principe DR 1-2, puis compléter le document réponse DR 3-1.

Les repères 28 et 35 sont situés sur le circuit d'air neuf. Le premier assure la filtration de l'air extérieur ; le second le préchauffe en hiver avant son passage dans le récupérateur rotatif.

Repère	Désignation	Fonction
28	Filtre à air neuf	Retient les poussières et particules.
35	Batterie de préchauffage à eau chaude	Porte l'air neuf à 3 °C en hiver lorsque la température extérieure est négative.

Nomenclature CTA complétée

DR 3-1 Nomenclature CTA

(A rendre avec la copie)

Repères	Noms	Fonctions
28	Filtre à air neuf	Retient les poussières
35	Batterie de préchauffage à eau c	Porte l'air neuf à 3 °C en hiver

✓ RÉPONSE À RETENIR

28 : filtre à air neuf. 35 : batterie de préchauffage à eau chaude.

Question 3.4. Décrire la fonction de l'élément 33 représenté sur le document DR 1-2. Lister les actions générées par l'automate de la CTA lorsqu'une situation à risque est constatée grâce à cet élément.

L'élément 33 est le thermostat antigel de la batterie de préchauffage. Il détecte une température trop basse pouvant geler la batterie. Au déclenchement, l'automate met la CTA en sécurité : il arrête les ventilateurs, ferme le registre d'air neuf et commande l'ouverture complète de la vanne d'eau chaude de la batterie. Il transmet également une alarme technique à la supervision.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Thermostat antigel : arrêt des ventilateurs, fermeture du registre d'air neuf, ouverture de la vanne chaude et alarme à la supervision.

Question 3.5. Identifier et justifier le composant de sécurité, non représenté sur le schéma de principe de la CTA, qui doit être prévu pour conditionner l'alimentation en eau des batteries chaudes et froides.

Prévoir un **contrôleur de débit d'air**, par exemple un pressostat différentiel, interverrouillé avec l'alimentation en eau des batteries. Il autorise leur fonctionnement seulement lorsque la circulation d'air est établie. Cette sécurité évite d'alimenter les batteries en l'absence de débit d'air, situation susceptible de provoquer une surchauffe ou un risque de gel selon le mode de fonctionnement.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Un contrôleur de débit d'air interverrouille l'alimentation en eau des batteries avec la ventilation.

Question 3.6. Citer deux documents techniques concernant la CTA qui devront obligatoirement figurer dans le DOE, le dossier des ouvrages exécutés.

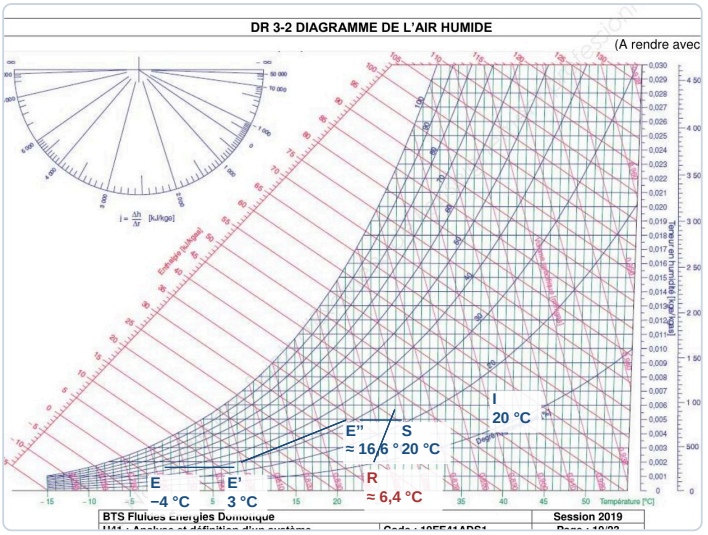
Le DOE de la CTA doit fournir les documents nécessaires à son exploitation et à sa maintenance. On peut notamment y joindre la notice technique et d'exploitation du constructeur, ainsi que les plans et schémas électriques mis à jour conformément à l'installation réellement exécutée.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Notice technique et d'exploitation de la CTA ; plans et schémas électriques conformes à l'exécution.

Question 3.7. Sur le diagramme de l'air humide DR 3-2, tracer en justifiant les évolutions de l'air dans la CTA en situation hivernale de base, puis conclure sur le risque de création de givre sur l'échangeur rotatif.

En hiver, l'air extérieur E à −4 °C est préchauffé à 3 °C en conservant son humidité absolue. Avec une efficacité de 80 %, le rotor porte l'air neuf à environ 16,6 °C ; la batterie chaude l'amène ensuite à 20 °C. L'air repris I à 20 °C ressort du rotor à environ 6,4 °C. Il reste au-dessus de 0 °C : dans ces conditions, le risque de givre sur le rotor est écarté.

Évolutions de l'air en hiver



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

E −4 °C → E' 3 °C → E'' ≈ 16,6 °C → S 20 °C. R ≈ 6,4 °C : pas de givre attendu.

Question 3.8. En l'absence de l'élément 35, déterminer si le risque d'apparition de givre sur l'échangeur rotatif est possible dans les conditions étudiées et justifier la réponse.

Oui, un risque local d'apparition de givre est possible. Le tableau donne pour l'air rejeté R une température de 0,83 °C, proche de 0 °C. Même si l'air en sortie reste légèrement positif, certaines surfaces du rotor peuvent être plus froides. L'humidité de l'air repris peut alors se condenser puis geler localement sur ces surfaces.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Oui, un givrage local du rotor est possible : l'air rejeté est à 0,83 °C, proche de 0 °C.

Question 3.9. Le bureau d'études ayant supprimé l'élément 35 dans le projet définitif, justifier pourquoi l'obstruction de l'échangeur rotatif par le givre n'est malgré tout pas possible dans les conditions considérées.

Un éventuel dépôt local ne peut pas s'accumuler jusqu'à obstruer durablement le rotor. La rotation entraîne périodiquement les zones refroidies dans le flux d'air repris, plus chaud, qui les réchauffe et les dégivre. Le givrage éventuel reste ainsi limité par le fonctionnement rotatif de l'échangeur dans les conditions étudiées.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

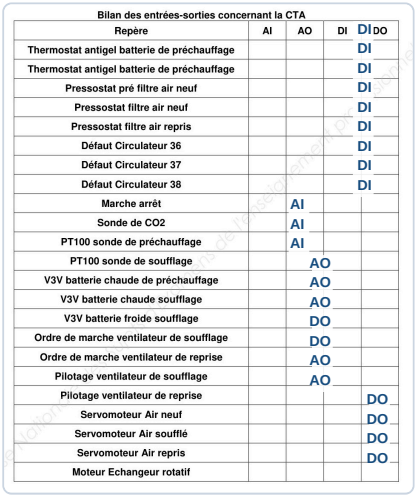
La rotation expose périodiquement les zones givrées à l'air repris plus chaud, ce qui évite l'obstruction durable du rotor.

Question 3.10. À partir des documents DR 1-2, DT 4-1 et DR 3-3, établir le bilan des entrées et sorties de la GTC gérant la CTA, puis compléter le tableau réponse. Les alarmes techniques sont reportées uniquement sur la supervision, et non sur l'armoire électrique.

Les capteurs tout-ou-rien et états de défaut sont des DI ; les sondes sont des AI. Les vannes modulantes et les consignes de vitesse sont des AO. Les ordres marche-arrêt, les servomoteurs commandés en tout-ou-rien et le moteur du rotor sont des DO. Les alarmes sont transmises à la supervision, sans report sur l'armoire électrique.

Repère	Type
Deux thermostats antigel	DI
Pressostats préfiltre air neuf, filtre air neuf et filtre air repris	DI
Défauts circulateurs 36, 37 et 38	DI
Marche-arrêt	DI
Sonde CO_2 ; PT100 préchauffage et soufflage	AI
V3V préchauffage, batterie chaude et batterie froide	AO
Ordres de marche des ventilateurs de soufflage et de reprise	DO
Pilotage des ventilateurs de soufflage et de reprise	AO
Servomoteurs air neuf, air soufflé et air repris	DO
Moteur de l'échangeur rotatif	DO

Bilan des entrées-sorties GTC complété



Bilan des entrées-sorties concernant la CTA

Repère	AI	AO	DI	DO
Thermostat antigel batterie de préchauffage			DI	
Thermostat antigel batterie de préchauffage			DI	
Pressostat pré filtre air neuf			DI	
Pressostat filtre air neuf			DI	
Pressostat filtre air repris			DI	
Défaut Circulateur 36			DI	
Défaut Circulateur 37			DI	
Défaut Circulateur 38			DI	
Marche arrêt		AI		
Sonde de CO2		AI		
PT100 sonde de préchauffage		AI		
PT100 sonde de soufflage		AO		
V3V batterie chaude de préchauffage		AO		
V3V batterie chaude soufflage		AO		
V3V batterie froide soufflage		DO		
Ordre de marche ventilateur de soufflage		DO		
Ordre de marche ventilateur de reprise		AO		
Pilotage ventilateur de soufflage		AO		
Pilotage ventilateur de reprise				DO
Servomoteur Air neuf				DO
Servomoteur Air soufflé				DO
Servomoteur Air repris				DO
Moteur Echangeur rotatif				

✓ RÉPONSE À RETENIR

AI : CO_2 et PT100. AO : V3V et pilotage des ventilateurs. DI : thermostats, pressostats, défauts circulateurs et marche-arrêt. DO : ordres ventilateurs, servomoteurs et moteur du rotor.

4. Étude du réseau batterie chaude de la salle du conseil

Le circuit étudié alimente uniquement la batterie chaude de la CTA de la salle du conseil et fonctionne en hiver avec un débit massique d'eau de 0,4 kg/s et des pertes de charge de 35 kPa. Les questions examinent la régulation par vanne trois voies et une variante avec circulateur à vitesse variable, ainsi que son intégration à la GTC.

Question 4.1. Identifier la grandeur physique régulée par la vanne trois voies qui module la puissance de la batterie chaude.

La vanne trois voies module le débit d'eau chaude dans la batterie et, par conséquent, la puissance échangée. La régulation de la batterie agit sur la température de l'air soufflé, mesurée en aval de celle-ci et comparée à la consigne. Le schéma de la CTA indique une consigne de soufflage de 20 °C en hiver.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La température régulée est celle de l'air soufflé, avec une consigne hivernale de 20 °C.

Question 4.2. Identifier au moins deux avantages de la variante consistant à supprimer la vanne trois voies et à utiliser uniquement un circulateur à vitesse variable.

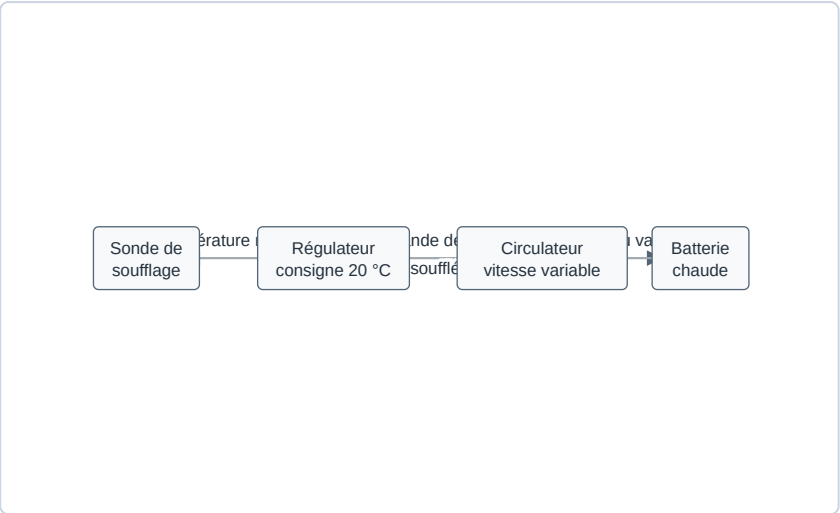
Le circulateur à vitesse variable adapte le débit d'eau au besoin thermique : lorsque la demande baisse, sa vitesse et sa consommation électrique peuvent diminuer. La suppression de la vanne trois voies motorisée simplifie aussi le circuit et réduit le nombre d'organes, de raccordements électriques et de points de maintenance. Le débit variable permet toujours de moduler la puissance de la batterie chaude.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La variante réduit la consommation du circulateur et simplifie l'installation en supprimant la vanne trois voies motorisée.

Question 4.3. Proposer sur la copie un schéma de principe de la régulation de la puissance de la batterie chaude avec la variante utilisant un circulateur à vitesse variable.

La sonde placée après la batterie mesure la température de soufflage. Le régulateur la compare à la consigne hivernale de 20 °C, puis ajuste la vitesse du circulateur : il augmente le débit d'eau si la température est trop basse et le réduit si elle est trop élevée. La variation de débit module ainsi la puissance thermique transmise par la batterie.

Régulation de la puissance de la batterie chaude



Boucle de régulation de la température de soufflage.

✓ RÉPONSE À RETENIR

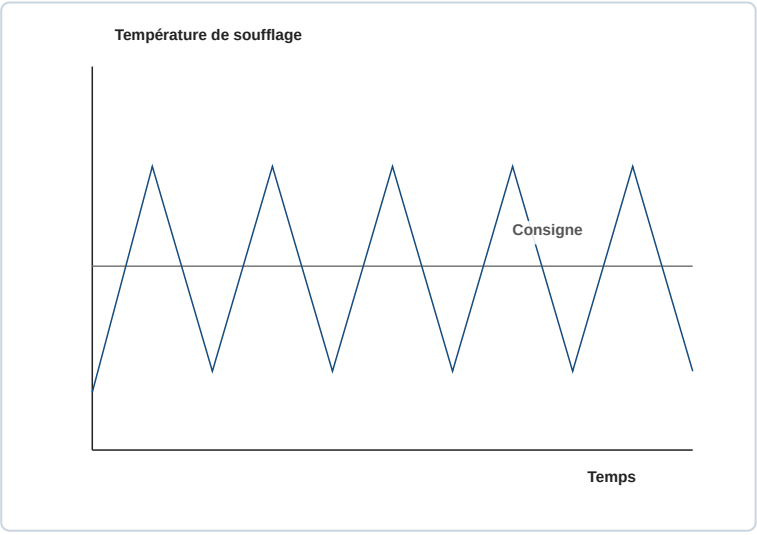
Sonde de soufflage → régulateur → circulateur à vitesse variable → batterie chaude, avec retour de mesure de température au régulateur.

Question 4.4. En supposant que le débit de la pompe soit régulé en tout ou rien, expliquer par un graphique le comportement de type « pompage » de la température de soufflage au cours du temps et ses conséquences sur le confort des occupants.

En tout ou rien, le débit d'eau passe alternativement de zéro au débit maximal. La puissance de la batterie varie alors par à-coups. En raison de l'inertie thermique, la température de soufflage continue de monter ou de descendre après chaque commutation : elle oscille autour de la consigne, au lieu de s'y maintenir.

Les occupants ressentent ainsi des alternances d'air trop chaud et trop froid, qui dégradent le confort thermique.

Pompage de la température de soufflage en régulation tout ou rien



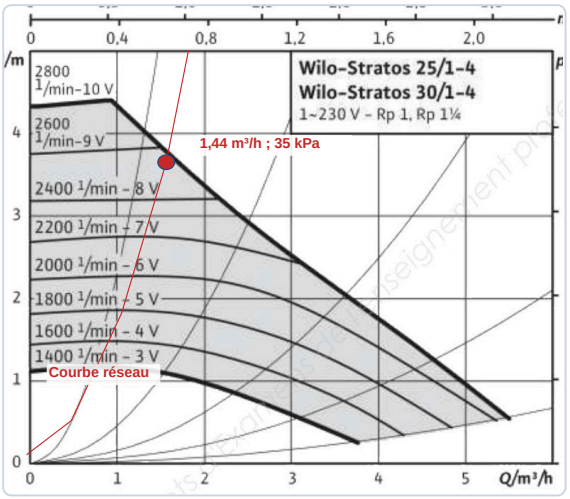
✓ RÉPONSE À RETENIR

Le pompage fait osciller la température de soufflage autour de la consigne et dégrade le confort thermique.

Question 4.5. En supposant une perte de charge totale du réseau de 35 kPa, positionner le point de fonctionnement nominal et tracer la courbe caractéristique du réseau sur le graphe du circulateur sélectionné dans le document DR 4-1.

En prenant la masse volumique de l'eau égale à 1 000 kg/m³, le débit volumique nominal est $Q = 0{,}4 \times 3600/1000 = 1{,}44$ m³/h. Le point nominal à placer est donc $(1{,}44\ ;\ 35)$, avec le débit en m³/h et la perte de charge en kPa. La courbe du réseau est parabolique et passe par l'origine et ce point : $\Delta p = 35(Q/1{,}44)^2$.

Point nominal et courbe caractéristique du réseau



✓ RÉPONSE À RETENIR

Point nominal : 1,44 m³/h à 35 kPa. Courbe réseau : $\Delta p = 35(Q/1{,}44)^2$.

Question 4.6. À partir du tracé précédent et de la condition d'arrêt et de redémarrage du moteur à 3 V, déterminer la plage de variation du débit et compléter le tableau DR 4-2. Conclure sur la pertinence de ce mode de pilotage et sur le risque de « pompage » par rapport à un pilotage tout ou rien.

À la tension minimale de 3 V, le point de fonctionnement se lit à environ 0,8 m³/h sur le graphe. À 8,6 V, la lecture du tracé précédent donne environ 1,44 m³/h. En rapportant ces valeurs au débit maximal de 1,44 m³/h, on obtient environ 56 % et 100 %. Le débit varie donc progressivement au-dessus du seuil de démarrage, ce qui limite les oscillations par rapport à un fonctionnement tout ou rien.

Valeurs à reporter dans le tableau DR 4-2

DR 4-2 RÉGULATION DE DEBIT

(A rendre avec la copie)

Tension de pilotage en V	≈ 0,8 Débit en $m^3 \cdot h^{-1}$	≈ 56 % Débit / Débit max en %
3		
8,6	≈ 1,44	100 %

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

À 3 V : environ 0,8 m³/h (56 %). À 8,6 V : environ 1,44 m³/h (100 %). Le risque de pompage est réduit par rapport au tout ou rien.

Question 4.7

Question 4.7.1. Dans le cadre de la variante proposée, donner la nature des entrées et des sorties nécessaires au pilotage d'un circulateur à vitesse variable.

Pour chacun des trois circulateurs 36, 37 et 38, la GTC doit fournir un ordre de marche tout ou rien et une consigne de vitesse analogique. Elle doit aussi recevoir le contact de défaut du circulateur en entrée tout ou rien. Pour les trois pompes, cela représente trois sorties tout ou rien, trois sorties analogiques et trois entrées tout ou rien. Le PLUG 502 peut commuter directement les circulateurs, leur courant restant inférieur à 1 A.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Pour les trois circulateurs : 3 sorties tout ou rien de marche, 3 sorties analogiques de vitesse et 3 entrées tout ou rien de défaut.

Question 4.7.2. Identifier les entrées et sorties économisées par la variante, en précisant leur nombre et leur nature.

La variante supprime les trois vannes trois voies motorisées. D'après le schéma électrique, chacune nécessite deux sorties tout ou rien pour commander son moteur flottant. Leur suppression libère donc six sorties tout ou rien. Les ordres de marche et les retours de défaut des circulateurs restent nécessaires ; les sorties analogiques de vitesse sont, elles, à ajouter pour piloter les nouveaux circulateurs à vitesse variable.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Six sorties tout ou rien sont économisées : deux commandes par vanne trois voies motorisée supprimée.

Question 4.7.3. À partir du schéma électrique DT 4-1 et du tableau des caractéristiques des modules, déduire le nombre et le type de modules « PLUG » à ajouter ou à retirer.

Le remplacement des trois vannes libère six sorties tout ou rien, soit les commandes réparties sur deux modules PLUG 502 à quatre sorties. Ces deux modules peuvent être retirés si ces sorties ne servent qu'aux vannes. Il faut trois sorties analogiques pour les consignes de vitesse des pompes ; un PLUG 511 fournit deux sorties analogiques isolées. Il en faut donc deux, donnant quatre sorties analogiques disponibles.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Retirer 2 modules PLUG 502 et ajouter 2 modules PLUG 511.

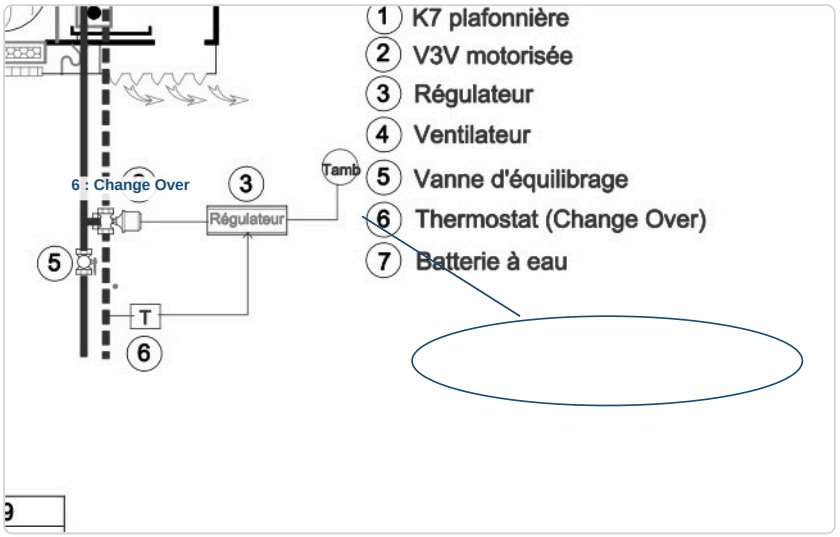
5. Gestion des ventilo-convecteurs

Cette partie prépare la mise en service des ventilo-convecteurs plafonniers installés dans plusieurs locaux de l'hôtel de ville, en chauffage et en rafraîchissement. Les documents portent sur le rôle du thermostat, le graphe d'action du régulateur Honeywell et le raccordement de l'alimentation, de la sonde et du servomoteur.

Question 5.1. À partir du schéma DR 1-2, expliquer le rôle du thermostat numéro 6.

Le thermostat n° 6 est un thermostat de changeover placé sur le circuit d'eau de la cassette. Il détecte si l'eau distribuée est en régime chaud ou froid, puis transmet cette information au régulateur n° 3. Celui-ci adapte alors le sens de son action sur la vanne 3 voies. Le thermostat permet donc de sélectionner la régulation chauffage ou rafraîchissement selon le régime d'eau disponible.

Repère 6 : thermostat de changeover



✓ RÉPONSE À RETENIR

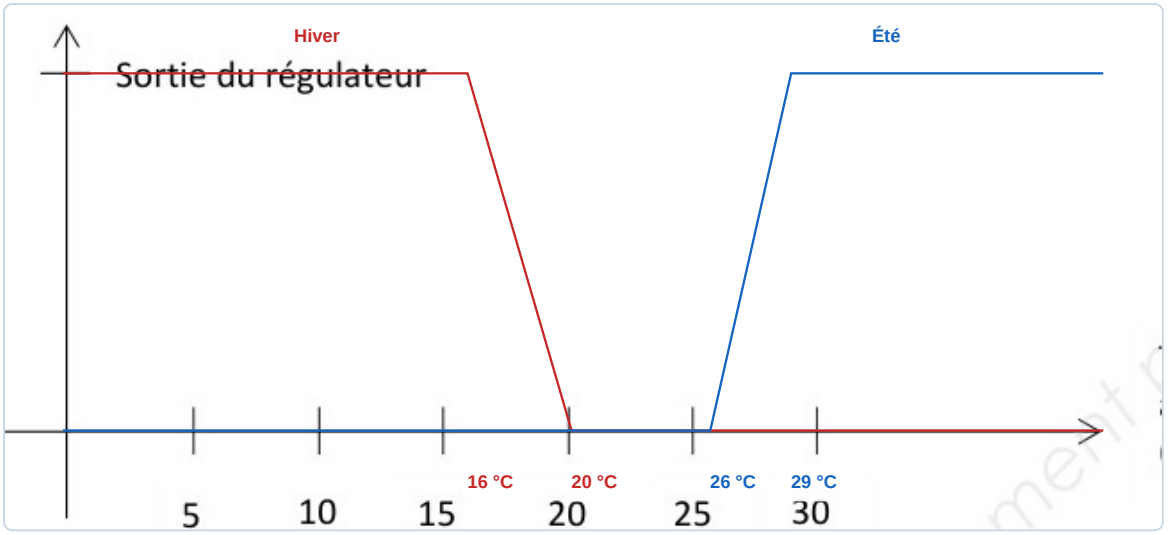
Le thermostat 6 détecte le régime d'eau chaud ou froid et transmet l'information de changeover au régulateur 3.

Question 5.2. La bande proportionnelle XP du régulateur numéro 3 est de 4 °C en hiver et de 3 °C en été. Tracer sur le document DR 5-1 le graphe d'action du régulateur pour les modes été et hiver.

Mode	Bande proportionnelle	Action
Hiver	16 à 20 °C	100 % à 16 °C, puis décroissance jusqu'à 0 % à 20 °C
Été	26 à 29 °C	0 % à 26 °C, puis croissance jusqu'à 100 % à 29 °C

Reporter les segments sur le graphe DR 5-1. En hiver, l'ouverture de la vanne diminue quand la température ambiante approche la consigne de 20 °C. En été, la demande de froid augmente au-dessus de 26 °C. Hors de chaque bande proportionnelle, prolonger l'action par un plateau à 0 % ou à 100 %, selon le mode et le côté de la consigne.

Graphes d’action hiver et été



✓ RÉPONSE À RETENIR

Hiver : 100 % à 16 °C et 0 % à 20 °C. Été : 0 % à 26 °C et 100 % à 29 °C.

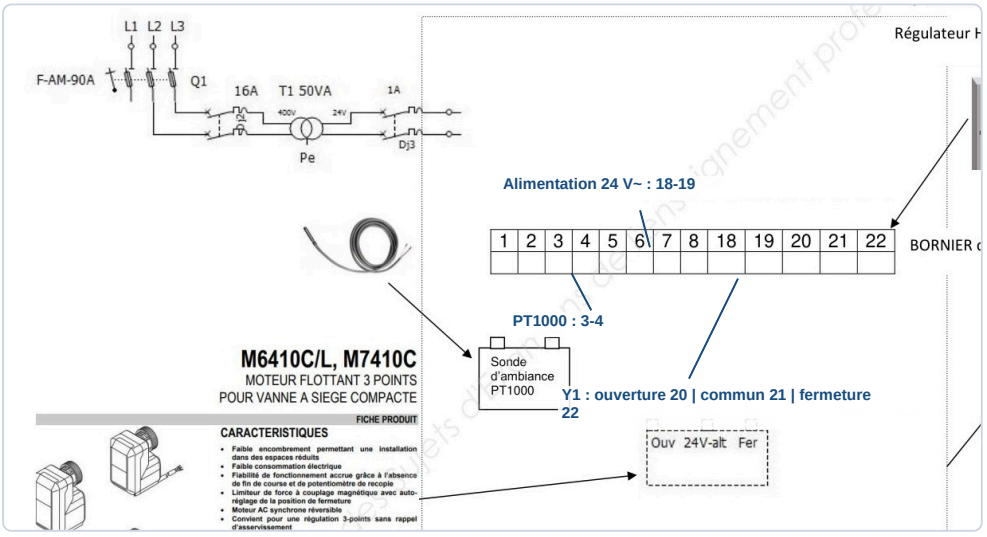
Question 5.3. À partir de la documentation technique DT 5-1, compléter le schéma électrique DR 5-2 afin d’alimenter le régulateur et de raccorder le servomoteur ainsi que la sonde de température ambiante.

Raccorder l’alimentation 24 V~ aux bornes 18 et 19. La sonde d’ambiance PT1000, sonde principale T1, se raccorde aux bornes 3 et 4. Pour la sortie Y1 du moteur flottant 3 points, connecter les conducteurs selon les repères de la documentation :

1. Borne 20 : commande d’ouverture.
2. Borne 21 : commun 24 V~.
3. Borne 22 : commande de fermeture.

Respecter ces bornes pour obtenir le sens d’action attendu.

Raccordements à reporter sur le schéma DR 5-2



✓ RÉPONSE À RETENIR

Alimentation 24 V~ : 18-19. Sonde PT1000 : 3-4. Servomoteur : ouverture 20, commun 21, fermeture 22.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2019)

Bilan de l'épreuve : Épreuve de BTS Fluides Énergies Domotique, U.41 Analyse et définition d'un système, session 2019, code 19FE41ADS1, d'une durée de quatre heures et de coefficient 4. À partir de l'étude d'un hôtel de ville, elle évalue l'analyse de systèmes de chauffage, refroidissement, ECS et ventilation, les calculs technico-économiques, le traitement d'air, la régulation, la GTC et le câblage.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Pour une salle de réunion, le débit minimal d'air neuf se calcule à partir du débit réglementaire par occupant et de l'effectif maximal.
- Le temps de retour simple se calcule en divisant le surinvestissement par l'économie annuelle correspondante.
- La puissance thermique échangée par un fluide dépend du débit massique, de sa capacité thermique massique et de l'écart de température.
- Une entrée analogique mesure une grandeur variable, tandis qu'une entrée tout ou rien détecte un état parmi deux possibilités.

Points de vigilance & attentes du jury

- Distinguer le coût TTC, la subvention calculée sur le matériel HT et le surinvestissement par rapport à la solution sans solaire.
- Repérer et nommer clairement les états de l'air avant de tracer chaque évolution sur le diagramme psychrométrique.
- Classer chaque signal de GTC selon qu'il s'agit d'une entrée ou d'une sortie, analogique ou tout ou rien.
- Lire les unités et les axes des courbes du circulateur avant de déterminer le point de fonctionnement et les débits.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment vérifier si la solution solaire respecte le temps de retour demandé ?

Calculez le surinvestissement après subvention, puis l'économie annuelle d'électricité à partir des apports solaires et du prix du kWh. Divisez le surinvestissement par l'économie annuelle et comparez le résultat au seuil de cinq ans.

Q : Comment évaluer le risque de givre sur l'échangeur rotatif ?

Placez les états de l'air sur le diagramme psychrométrique et suivez leur évolution dans la CTA. Analysez ensuite les températures et l'humidité aux points concernés pour déterminer si les conditions peuvent produire du givre.

Q : Comment organiser les quatre heures de l'épreuve ?

Le sujet prévoit 20 minutes de lecture, puis des temps conseillés de 45, 30, 60, 45 et 40 minutes pour les cinq parties. Chaque partie doit être rendue sur une copie séparée. Le barème indicatif total est de 80 points.

Q : Quels éléments soigner sur les documents réponses pour répondre aux attentes ?

Respectez la consigne propre à chaque document: repères, sens des circulations, tracés lisibles, unités et raccordements cohérents. Pour le bilan GTC, distinguez rigoureusement les entrées et sorties ainsi que les signaux analogiques et tout ou rien.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bts-fed.fr/assets/annales/bts-fed/E4.1 - Étude des systèmes - Analyse et définition d'un système/2019/BTS FED - E4.1 - Étude des systèmes - Analyse et définition d'un système - Session 2019 - 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.