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 :
www.formav.co/explorer

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
FLUIDES ÉNERGIES DOMOTIQUE

U.41 ANALYSE ET DÉFINITION D'UN SYSTÈME

SESSION 2018

Durée : 4 heures
Coefficient : 4

Matériel autorisé :

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

Tout autre matériel est interdit.

Documents à rendre avec la copie :

DR 1-1 ..... page 16/21
DR 2-1 ..... page 17/21
DR 2-2 ..... page 18/21
DR 3-1 ..... page 19/21
DR 3-2 ..... page 20/21
DR 3-3 ..... page 21/21

Liste des documents techniques :

DT 1-1 ..... page 9/21
DT 1-2 ..... page 10/21
DT 2-1 ..... page 11/21
DT 2-2 ..... page 12/21
DT 3-1 ..... page 13/21
DT 3-2 ..... page 14/21
DT 3-3 ..... page 15/21

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 21 pages, numérotées de 1/21 à 21/21.

Base nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Chaque partie sera rendue sur une copie séparée

PARTIE	TITRE	Temps conseillé	Barème indicatif
	Lecture du sujet	15 min	
1	Analyse de la sous station chauffage urbain / Piscine	70 min	24
2	Analyse de la déshumidification thermodynamique « halles bassins »	85 min	32
3	Analyse de la CTA « vestiaires »	70 min	24

PISCINE MUNICIPALE

Présentation :
L'étude porte sur l'ensemble des ouvrages CVC et plomberie d'une piscine municipale située à Lille.
Les équipements assurent le chauffage, la ventilation des espaces, ainsi que la maîtrise de l'hygrométrie dans les halles bassins. Les installations thermiques sont dimensionnées pour assurer le chauffage et le maintien en température de l'eau des bassins et la puissance nécessaire à la production d'eau chaude sanitaire.
La production de chaleur est assurée à partir d'un branchement sur le réseau de chauffage urbain.

Les installations intègrent les dispositifs favorisant les énergies renouvelables et la récupération d'énergie et notamment :

- préchauffage de l'air neuf des différentes centrales d'air par transfert d'énergie depuis l'air rejeté ;
- une maîtrise de l'hygrométrie des deux halles bassins par système thermodynamique (PAC) avec récupération de calories et transfert sur les postes les plus demandeurs (air, eaux de bassins) ;
- des systèmes à débits variables, air et eau, permettant une optimisation des consommations électriques et du rendement global des distributions ;
- des moteurs de pompes, centrales d'air, terminaux,… de nouvelle génération à basse consommation (moteurs Electro-Commutés,…)
- des comptages pour les suivis des consommations ;
- une maîtrise et gestion totale des installations par la mise en œuvre d'une G.T.C. .

Conditions climatiques extérieures de base :

- température sèche hiver -9°C ;
- hygrométrie hiver 90% ;
- température sèche été 28°C ;
- température humide été 18,5°C ;
- hygrométrie été 40%.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'Enseignement professionnel

PREMIÈRE PARTIE : Analyse de la sous station chauffage urbain / piscine
Temps conseillé : (70 minutes)

Objectifs : dans cette partie on vous propose d'analyser la pertinence des choix retenus par le bureau d'étude, en ce qui concerne les équipements de la sous station de chauffage urbain.

Extrait du D.C.E. :

Régimes de température des fluides (départ maxi) :

- eau chaude centrales de traitement d'air : 80°C / 60°C ;
- eau chaude radiateurs et panneaux rayonnants: 60°C / 40°C ;
- eau chaude primaire : 80°C / 60°C ;
- eau chaude sanitaire : primaire 80°C / 60°C – production 60°C ;
- eau chaude échangeurs bassins : 80°C / 60°C ;
- eau froide remplissage bassins: 6°C en hiver et 12°C en été.

Les pompes des circuits sont de type double, dont une en secours avec permutation automatique, et équipées de variateur de vitesse. Elles sont équipées de moteur basse consommation électrique.
La production d'E.C.S. est régulée en mode PI avec une bande proportionnelle XP = 3°C.
Le circuit « radiateur » est régulé en fonction des conditions extérieures avec une compensation d'ambiance, par vanne 3 voies modulante motorisée.

APPEL D'OFFRES

Question 1.1. Dans le cadre d'un appel d'offres, quelle est la signification de « D.P.G.F. lot C.V.C. ». Indiquer la fonction de ce document.

ANALYSE DE LA SOLUTION TECHNIQUE RETENUE POUR LA SOUS-STATION

Question 1.2. (DT 1-1 et DT 1-2 page 9 et 10/21).
Donner, sous forme de tableau sur votre copie, la désignation et la fonction des éléments numérotés de 1 à 4 sur les schémas de principe des DT 1-1 et DT 1-2.

Question 1.3. (DT 1-2 page 10/21).
La sous station représentée au DT 1-2, est équipée de deux vases d'expansion. En cas de sous gonflage des vases ou de perforation des membranes, quels dysfonctionnements risquent d'apparaître ?

Question 1.4. (DT 1-1 et DT 1-2 page 9 et 10/21).
La sous station est équipée de deux soupapes de sécurité « repère A ». Les soupapes de sécurité en « repère B » sont-elles nécessaires ? Justifier votre réponse.

ANALYSE DE LA SOLUTION TECHNIQUE RETENUE POUR LA PRODUCTION D'E.C.S.

Question 1.5. (DT 1-2 page 10/21).
Indiquer sur votre copie quels sont:

- le type de production d'E.C.S. représenté sur le schéma ;
- le montage hydraulique de la V3V ;
- les éléments nécessaires à la régulation de puissance de l'échangeur et préciser leur fonction.

Question 1.6.
Tracer sur votre copie le graphe de régulation de la V3V conformément aux préconisations du cahier des charges. (% ouverture V3V en fonction de la grandeur régulée).

Banque nationale de sujets d'examens de l'enseignement professionnel

ANALYSE DE LA SOLUTION TECHNIQUE RETENUE POUR LA DISTRIBUTION « RESEAU RADIATEURS »

Question 1.7.

Le D.C.E. indique pour le réseau « radiateurs » :

- Pompes doubles type Siriux D 32-60 ;
- Qv = 3 $m^3 \cdot h^{-1}$;
- HM = 4 mCE.

Placer ce point de fonctionnement nominal et le nommer « 1 » sur le DR 1-1 page 16/21.
Déterminer, par calcul ou par lecture à l'aide du DR 1-1, pour ce point de fonctionnement, les valeurs de :

- la puissance thermique distribuée ;
- la puissance absorbée au niveau du circulateur ;
- la puissance hydraulique du circulateur.

En déduire la valeur du rendement du circulateur.

On rappelle que :
$P_{thermique} = q_m \cdot C \cdot \Delta T$; $P_{hydraulique} = q_v \cdot g \cdot Hm$; $\eta = P_{utile} / P_{absorbée}$; *Régime nominal radiateurs 60/40°C*

Question 1.8. (DT 1-2 page 10/21).

En mi-saison, des mesures sur site donnent les résultats suivants :

- T°départ = 40°C ;
- T°retour = 30°C ;
- Qv = 2 $m^3 \cdot h^{-1}$;
- HM = 0,4 bars.

Placer le nouveau point de fonctionnement et le nommer « 2 » sur le DR 1-1 page 16/21.
Indiquer le type de réglage adopté pour ce circulateur.

Question 1.9.

En mi-saison, pour obtenir le débit Qv = 2 $m^3 \cdot h^{-1}$, les puissances sont :

Fonctionnement	**à vitesse variable**	**à vitesse constante**
Puissance thermique	23,25 kW	23,25 kW
Puissance absorbée	48 W	100 W

Indiquer en justifiant votre réponse, la meilleure solution de gestion de vitesse en termes de consommation énergétique.

DEUXIÈME PARTIE : Analyse de la déshumidification thermodynamique « halles bassins »

Temps conseillé : (85 minutes)

Objectifs : dans cette partie, on vous demande d'analyser la pertinence de tout ou partie des choix retenus par le bureau d'étude en ce qui concerne la fonction déshumidification par groupe thermodynamique (PAC) des halles bassins.

Extrait du D.C.E. :

L'unité thermodynamique produit en simultané de l'eau glacée non glycolée (régime 5°C/11°C) et de l'eau chaude très basse température (régime 45°C/37°C). La batterie froide alimentée par l'eau glacée assure la fonction déshumidification, alors que l'eau chaude très basse température disponible permet de contribuer au préchauffage de l'air neuf et au maintien en température des bassins.
Le traitement de l'air de chaque halle bassin fonctionnera selon deux modes : occupation et inoccupation, afin d'optimiser les consommations en fonction des besoins réels.

Base nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Le mode inoccupation consiste à maintenir le soufflage comme en mode occupation, mais avec un débit d'air neuf minimum, et un recyclage maximum. Ainsi, on parvient à maintenir en permanence une légère surpression dans les halles, et le fonctionnement devient plus économique.
La PAC couvre tous les besoins en déshumidification de la batterie froide en mode inoccupation.
Pour le mode occupation, l'évolution des besoins en déshumidification est couvert par une augmentation proportionnelle du débit d'air neuf de la CTA, qui vient en complément de la déshumidification de base assurée par la batterie froide alimentée par la PAC.

Caractéristiques principales de la pompe à chaleur LG 300 :

Fluide frigorigène	Puissance frigorifique kW	Puissance calorifique kW	Puissance absorbée kW	COP
R410A	76	100	25	4
Charge : 9,5 kg	Régime 5/11°C	Régime 45/37°C	I nominale : 56 A	

ANALYSE REGLEMENTAIRE

Question 2.1. Pour une installation frigorifique, on définit le T.E.W.I. : Total Equivalent Warming Impact. Quelle est la fonction de cet indice ?

Question 2.2. En vous aidant de la formule du T.E.W.I. , identifier sur votre copie les trois termes de l'addition qui participent au calcul de cet indice. En analysant les résultats du calcul du TEWI, conclure sur l'intérêt de porter une attention particulière à l'étanchéité des installations.

TEWI = (GWP100 x f x m x n) + [GWP100 x m x (1 – α recovery)] + (n x E x A)

f : coefficient de fuite de la charge en R410A par an ; f = 0,03
m : quantité de fluide frigorigène à la mise en service en kg.
n : nombre d'années d'utilisation de la pompe à chaleur ; n = 20 ans.
α recovery : Taux de récupération du fluide au démontage de la PAC ;
α recovery = 0,75.
E : consommation en énergie électrique sur une année ; E = 120 000 kWh_{elec}/an.
A : coefficient d'émission ; A = 0,13 kg CO_2/$kWh_{électrique}$.
GWP_{100} pour le R410A = 1924 kg équivalent CO_2/kg

Le calcul du TEWI donne :TEWI = 10966,8 + 4569,5 + 312 000 = 327 536 kg de CO_2

Question 2.3. Quelle sera la fréquence des contrôles pour vérifier l'étanchéité de cette PAC ?

Contenance de l'équipement	Fréquence du contrôle sans détecteur fixe	Fréquence du contrôle avec détecteur fixe
Entre 5 et 50 tonnes équivalent CO_2	Tous les ans	Tous les 2 ans
Entre 50 et 500 tonnes équivalent CO_2	Tous les 6 mois	Tous les ans
Entre 5 et 50 tonnes équivalent CO_2	Tous les 3 mois	Tous les 6 mois

ANALYSE DES BESOINS

Question 2.4. Expliquer pourquoi maintenir en permanence une légère surpression dans les halles bassins ? Comment réaliser cette surpression ?

Question 2.5. En vous aidant du diagramme de l'air humide (DR 3-1 page 19/21), déterminer la température à laquelle la vapeur d'eau contenue dans l'air de la halle bassin commence à se condenser sachant que les conditions intérieures sont 28°C et 65% d'humidité relative.

Base nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Question 2.6. Justifier de l'intérêt et de l'importance de la fonction déshumidification pour ce type de projet en mode inoccupation et en mode occupation.

Question 2.7. (DR 3-1 page 19/21).
La quantité d'humidité à retirer en mode inoccupation est due au phénomène d'évaporation à la surface des bassins. La masse d'eau évaporée est estimée à 50 $kg \cdot h^{-1}$.
Dans cette situation de fonctionnement :

- les conditions de l'air après la batterie froide sont : température 15 °C, humidité 91 % ;
- les conditions de l'air dans la halle bassin sont : température 28 °C, humidité 65 % ;
- le débit traversant la batterie est de 7500 $m^3 \cdot h^{-1}$.

Déterminer la puissance de la batterie froide et vérifier si la puissance frigorifique de la PAC est suffisante.
On rappelle que : $P_{thermique} = q_m \cdot \Delta h$

ETUDE DU FONCTIONNEMENT DE LA PAC

Question 2.8. (DR 2-1 page 17/21).
Sur le schéma DR 2-1, identifier le réseau d'eau glacée en le surlignant en bleu, le réseau d'eau chaude en le surlignant en rouge et indiquer les sens de circulation.

Question 2.9. (DR 2-1 page 17/21).
En vous appuyant sur le schéma DR 2-1, conclure sur l'intérêt de la solution PAC pour ce type de projet.

Question 2.10. (DR 2-1 page 17/21).
Donner la fonction du ballon tampon implanté sur le circuit d'eau glacée et expliciter la démarche de dimensionnement de celui-ci.

Question 2.11. (DR 2-1 page 17/21).
Justifier la présence d'un vase d'expansion sur le circuit d'eau glacée. Le D.C.E. précise que ce vase d'expansion sera totalement calorifugé. Expliciter l'intérêt de ce calorifugeage.

Question 2.12. A partir du document constructeur (DT 2-1 page 11/21), vérifier si le régime d'eau glacée et le débit d'eau ont été correctement choisis par le bureau d'étude.

Question 2.13. Il est précisé que l'eau glacée ne sera pas glycolée. En vous aidant du document constructeur (DT 2-2 page 12/21), citer les avantages de ce choix.

Question 2.14. Identifier les composants frigorifiques de la pompe à chaleur repérés de 1 à 4 sur le document réponse DR 2-2 page 18/21.

La production frigorifique de la PAC est assurée par deux compresseurs scroll équipés de moteurs asynchrones. La gestion de la cascade de puissance est de 100% - 50% - 0% et se fait en démarrage direct.

Question 2.15. Expliquer le principe de fonctionnement de cette régulation, puis proposer une autre solution de régulation des compresseurs.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

TROISIÈME PARTIE : Analyse de la CTA « vestiaires / douche »
Temps conseillé : (70 minutes)

Objectifs : dans cette partie on vous demande d'analyser le fonctionnement en régime permanent de la CTA « vestiaires / douche », au travers de l'étude :
- de l'évolution de l'air dans la CTA ;
- du fonctionnement de la régulation de la CTA.

Extrait du D.C.E. :

Les espaces vestiaires - douches individuels et collectifs seront traités par une même centrale d'air fonctionnant en tout air neuf et assurant le renouvellement d'air hygiénique. Cette CTA assure la préparation d'un air neutre à une température de soufflage de **24°C.** Ce traitement sera complété pour les douches par des batteries de zones soufflant un air à **27°C**. La variation de vitesse des ventilateurs de la CTA permettra d'adapter automatiquement les débits d'air aux besoins. Les ensembles soufflage / extraction sont dotés d'une récupération de calories. L'efficacité de cette récupération, égale à 70 %, permettra un réchauffage de l'air neuf à une température de **15°C** en situation hivernale de base. Le système de récupération de calories sera bi passable automatiquement, afin de ne pas accroître les surchauffes en été. La centrale d'air des espaces « vestiaires / douches » sera calibrée sur un débit maxi en occupation totale de l'ordre de **5200 $m^3.h^{-1}$.** Elle sera de marque Denco Happel ou équivalent, taille 096.064 .

La centrale d'air est composée principalement de :
- sur le soufflage :
  - Registre motorisé étanche ;
  - Filtres poches type M5 / 50 % opacimétrique, avec pressostat différentiel ;
  - Filtre à poche type F 7 / 85 % opacimétrique, avec pressostat différentiel ;
  - Récupérateur à plaques avec bipasse motorisé ;
  - Batterie chaude Cu/Al, pas d'ailettes de 2,1 mm (régulation avec V2V motorisée) ;
  - Groupe moto-ventilateur à roue libre, procédé à entraînement direct sans volute avec rendement mini de 70%, moteur IE3 (alimentation électrique TRI 400 Volts) ;
  - Variateur de fréquence pour pilotage du ventilateur.
- sur la reprise :
  - Filtres poches type M5 / 50 % opacimétrique, avec pressostat différentiel ;
  - Récupérateur à plaques avec bipasse motorisé ;
  - Groupe moto-ventilateur à roue libre, procédé à entraînement direct sans volute avec rendement mini de 70%, moteur IE3 (alimentation électrique TRI 400 Volts) ;
  - Variateur de fréquence pour pilotage du ventilateur ;
  - Registre motorisé étanche.

Autres éléments : sondes « T° reprise / T° air neuf / T° soufflage », thermostat anti gel.

ETUDE DU FONCTIONNEMENT DE LA CTA

Question 3.1. A partir des indications précédentes, pour les conditions nominales « hiver », tracer l'évolution de l'air neuf dans la CTA et en sortie « batteries de zones », sur le DR 3-1 page 19/21. Repérer sur le tracé les éléments traversés.

Question 3.2. Le D.O.E. indique une puissance batterie chaude CTA de 15 kW. Vérifier la validité de cette valeur.
On rappelle que : $P_{thermique} = q_m \cdot \Delta h$

Question 3.3. Vous souhaitez consulter la notice de mise en service de la CTA, ce document est-il présent dans le D.C.E. ou le D.O.E. ? Justifier votre réponse.

ETUDE DES ELEMENTS DE REGULATION DE LA CTA

Question 3.4. Conformément au descriptif de la CTA fourni par le D.C.E., ajouter sur le DR 3-2 page 20/21, les éléments suivants :

- les sondes et capteurs ;
- les actionneurs ;
- la descente de points.

Question 3.5. Indiquer sur votre copie, sous forme de tableau, le nombre «d'entrées sorties» (AI, DI, AO, DO) à prévoir sur le régulateur.

Question 3.6. La vanne deux voies de la batterie chaude est pilotée à partir d'un signal 0 - 10V, une bande proportionnelle XP de 5°C est préconisée. Tracer sur votre copie le graphe de régulation, permettant d'assurer les conditions de soufflage définies en sortie de batterie chaude, pour le cas hiver.

Question 3.7. Afin d'alimenter la supervision de la G.T.C. l'ensemble des points physiques raccordés au régulateur seront exploités. On peut classer ces points dans 4 catégories :

- TM : télémesure ;
- TA : téléalarme ;
- TC : télécommande ;
- TR : téléréglage.

En vous appuyant sur les entrées/sorties définies à la question 3.5, donner, pour chaque catégorie, un exemple de point physique exploitable par la supervision.

ETUDE DU RACCORDEMENT ELECTRIQUE DE LA CTA

Question 3.8. Dans le cadre de la préparation et du suivi des travaux de raccordement électrique de la CTA, vous devez vérifier la conformité des installations électriques ; citer un des documents réglementaires sur lequel vous pourriez vous appuyer pour valider le choix des protections électriques.

Question 3.9. (DR 3-3 page 21/21).
Indiquer sur votre copie les bornes utilisées sur le régulateur pour :

- piloter la V2V de la batterie chaude ;
- piloter le variateur du ventilateur de soufflage ;
- brancher la sonde de température de reprise.

Question 3.10. A partir du DT 3-1 page 13/21 et du DR 3-3 page 21/21, indiquer les conditions de mise en fonctionnement du moteur du ventilateur de reprise.

Question 3.11. La référence de la sonde de température de reprise est TS-9101-8322. A partir de l'extrait de notice technique issue du DOE (DT 3-3 page 15/21), indiquer les principales caractéristiques de cet élément.

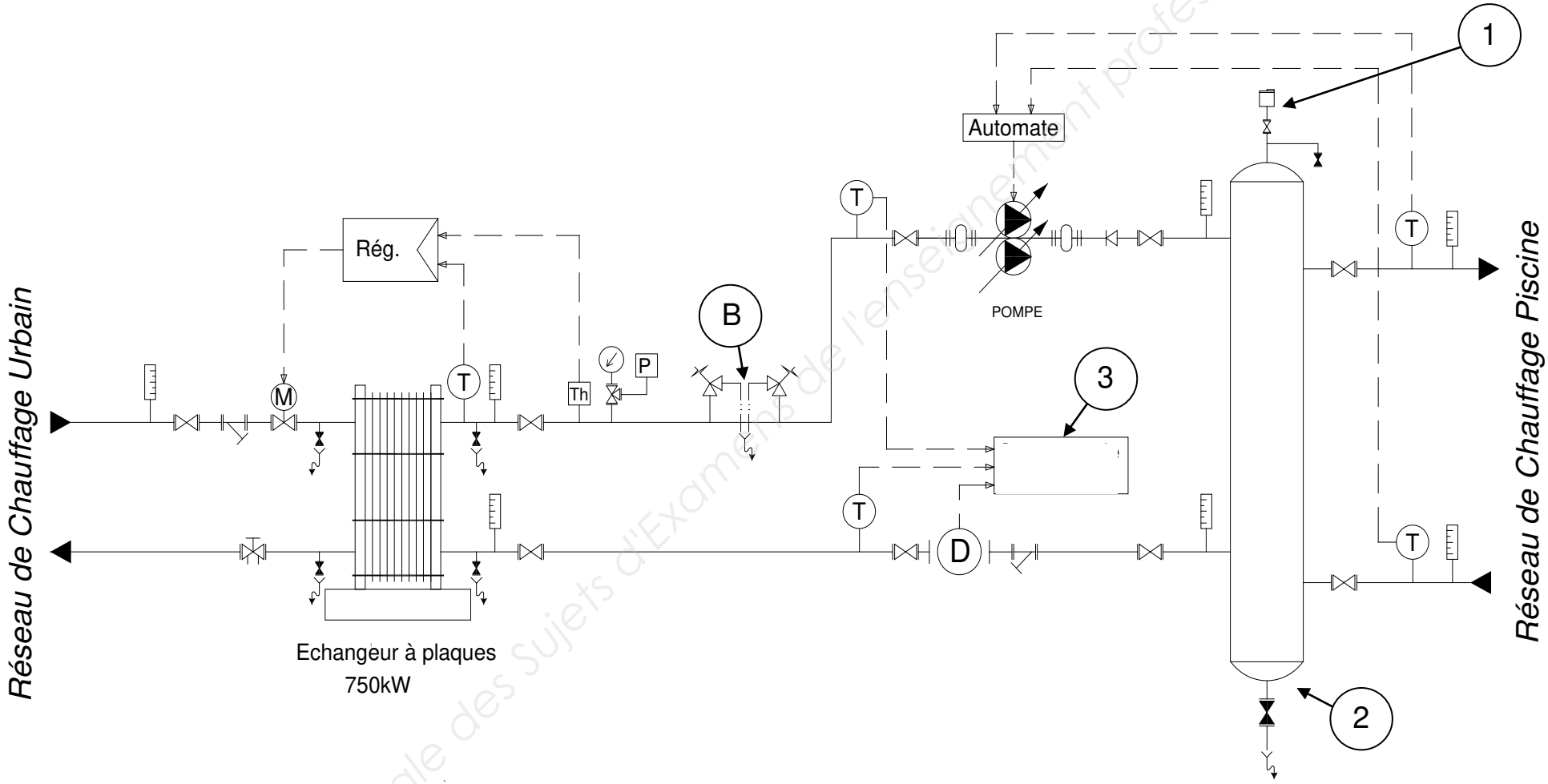
Question 3.12. Ajouter sur le schéma électrique (DR 3-3 page 21/21) la sonde de « température soufflage », la technologie retenue étant identique à la sonde de température de reprise.

Question 3.13. Indiquer la référence du disjoncteur installé sur la ligne d'alimentation du ventilateur de reprise (DT 3-1 page 13/21).

Question 3.14. Justifier que le calibre et la courbe du disjoncteur du ventilateur de reprise sont adaptés. (DT 3-3 page 15/21) (on considère un cos phi = 0,8).

Base nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

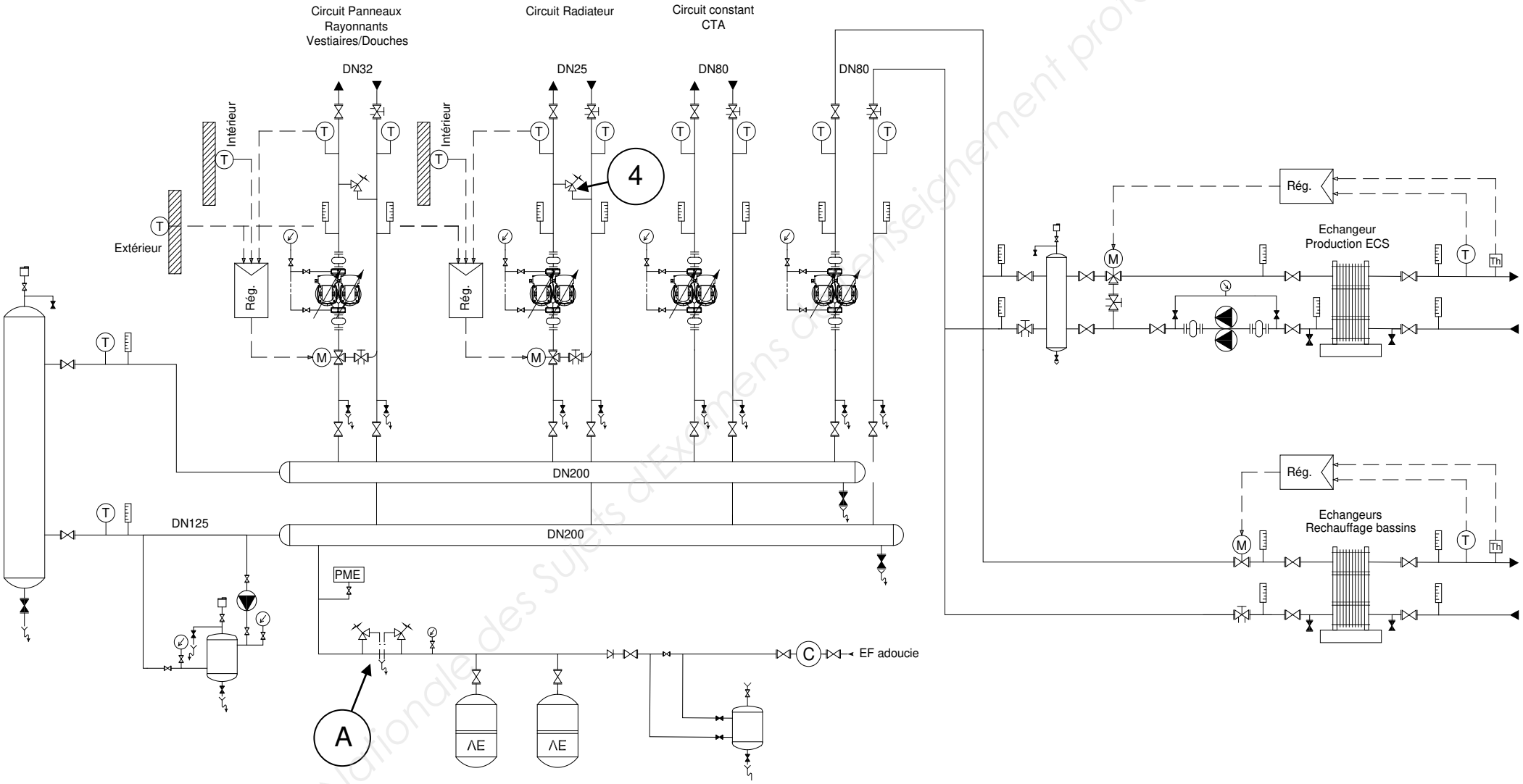
DT 1-1 Sous station première partie



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

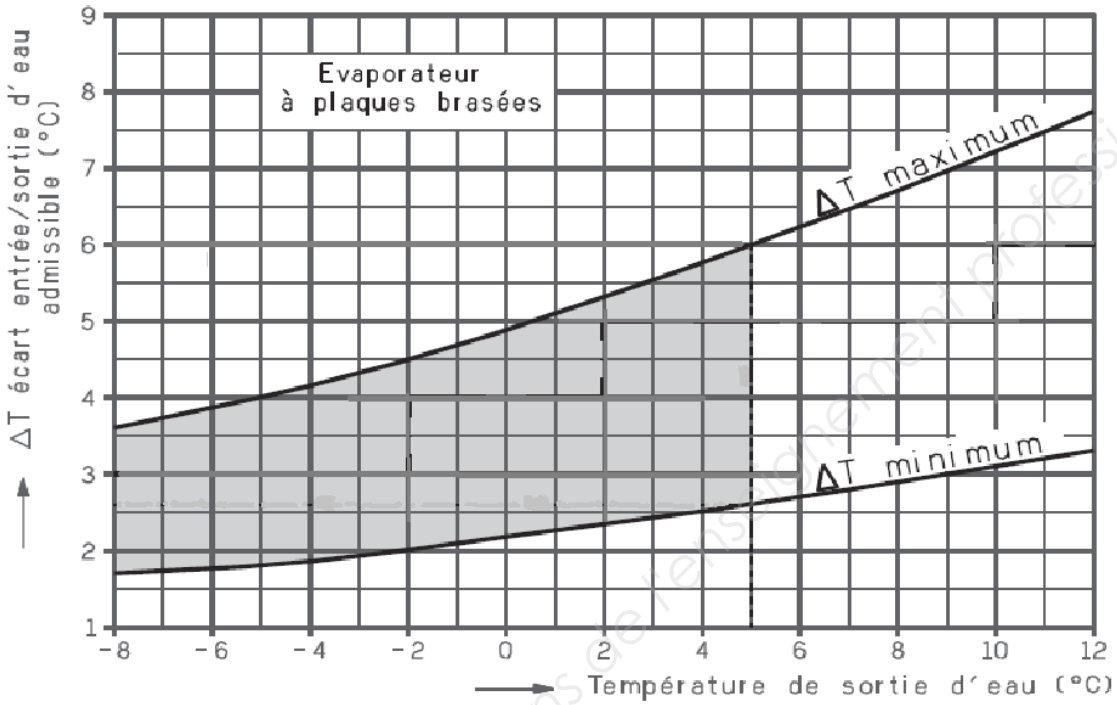
DT 1-2 Sous station deuxième partie



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Conditions limites de fonctionnement de l'évaporateur :
Les courbes ci-dessous représentent les écarts de température minimum et maximum admissibles sur l'eau glacée ou glycolée en fonction de la température de sortie.



Le tableau donne les plages de débit d'eau admissibles sur l'évaporateur et le condenseur.

LG - LGN - LGP		120	150	200	240	300	350	400
Evaporateur	mini m³/h	3.5	4.8	6.2	7	9.5	10.9	12.4
	maxi m³/h	11.2	14.6	19.8	22.2	29.2	34	38.4
Condenseur	mini m³/h	3.1	4.1	5.4	6.1	8.2	9.4	10.7
	maxi m³/h	8.5	11.1	15.1	17	22.3	26	29.4

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

DT 2-2 Caractéristiques glycol

Chaleur massique des solutions d'eau glycolée (en $kJ \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$) :

NEUTRAGEL® (% en volume)	25	30	33	35	40	45	50
Température °C	ZONE DE CONGELATION						
- 30						3,3	3,2
- 20				3,5	3,4	3,3	3,2
- 10	3,8	3,7	3,6	3,6	3,5	3,3	3,2
0	3,8	3,7	3,6	3,6	3,5	3,4	3,3
10	3,8	3,7	3,6	3,6	3,5	3,4	3,3
20	3,8	3,7	3,7	3,6	3,5	3,4	3,3
30	3,9	3,7	3,7	3,7	3,6	3,5	3,4
40	3,9	3,8	3,7	3,7	3,6	3,5	3,4
50	3,9	3,8	3,7	3,7	3,6	3,5	3,4
60	3,9	3,8	3,8	3,7	3,6	3,6	3,5
70	3,9	3,8	3,8	3,7	3,7	3,6	3,5
80	4	3,8	3,8	3,8	3,7	3,6	3,5
90	4	3,9	3,8	3,8	3,7	3,6	3,6
100	4	3,9	3,8	3,8	3,7	3,7	3,6

Viscosité cinématique des solutions d'eau glycolée (en cST) :

NEUTRAGEL® (% en volume)	25	30	33	35	40	45	50
Température °C	ZONE DE CONGELATION						
- 30						46,3	59,3
- 20				15,5	19,2	23,8	29,5
- 10	6,3	7,6	8,5	9,2	11,1	13,4	16,3
0	4,2	4,9	5,5	5,9	7	8,2	9,8
10	2,9	3,4	3,7	4	4,6	5,4	6,3
20	2,1	2,5	2,7	2,8	3,3	3,8	4,3
30	1,6	1,9	2	2,1	2,4	2,7	3,1
40	1,3	1,5	1,6	1,6	1,9	2,1	2,4
50	1	1,2	1,3	1,3	1,5	1,7	1,8
60	0,9	1	1	1,1	1,2	1,3	1,5
70	0,7	0,8	0,9	0,9	1	1,1	1,2
80	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1	1,1
90	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9
100	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8

Recommandations concernant l'utilisation du glycol :

Il est recommandé de préparer le mélange préalablement à son introduction dans l'installation, afin d'obtenir une bonne homogénéité et de réaliser le remplissage à l'aide d'une pompe appropriée, branchée au point de vidange.

Les installations qui comportent de l'antigel à base de Mono Ethylène Glycol doivent répondre aux normes des règlements sanitaires en vigueur et comporter, notamment, un système évitant un refoulement éventuel dans des eaux de consommation (se renseigner sur les décisions préfectorales en vigueur).

Les solutions d'eau glycolée présentant un pouvoir mouillant plus important que l'eau seule, il est conseillé de s'assurer de la compatibilité des joints de l'installation avec ce produit (particulièrement avec les joints poreux du type papier, filasse,...).

Lors du remplissage d'une installation, il peut être nécessaire de serrer les joints et raccords avec un couple plus important afin d'éviter tout suintement.

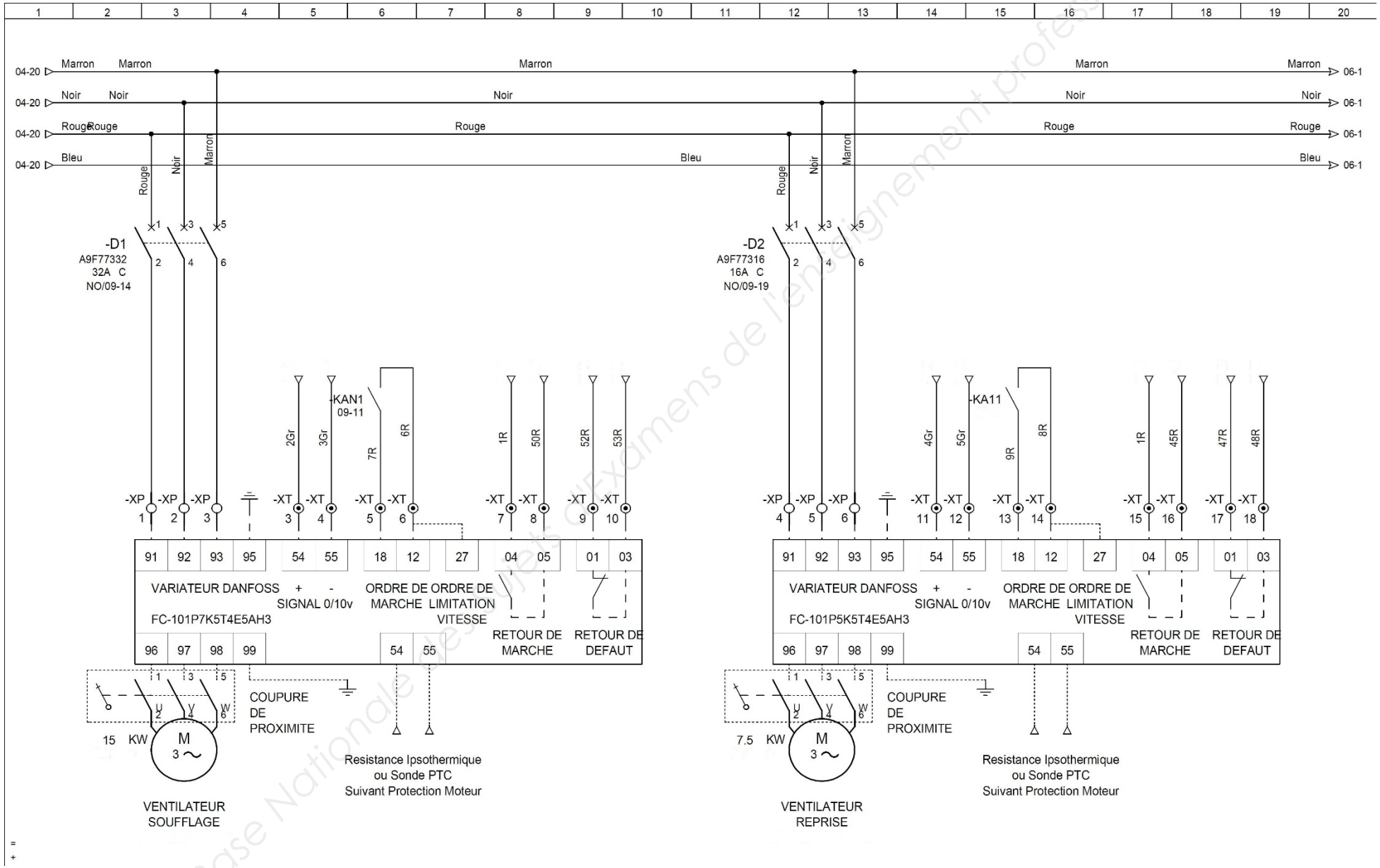
Il ne doit pas être utilisé d'acier galvanisé avec le NEUTRAGEL® .
En pratique, pour obtenir une protection suffisante contre la corrosion, la concentration minimale recommandée est de 33 % en volume.
Toutefois, compte-tenu de la diversité des matériaux rencontrés sur les installations (échangeurs, tubulures, joints ...), il est conseillé de vérifier auprès des fabricants d'appareils que leurs composants sont compatibles avec le monoéthylène glycol.

Les données communiquées (viscosité, chaleur spécifique,...) sont destinées à aider l'utilisateur dans la mise en œuvre du produit. Il relève de sa compétence d'effectuer tout calcul (perte de charge,..) nécessaire au bon fonctionnement de l'installation.

Base nationale des sujets d'épreuves de l'enseignement professionnel

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

DT 3-1 Schéma de puissance ventilateurs CTA « vestiaires / douches »



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

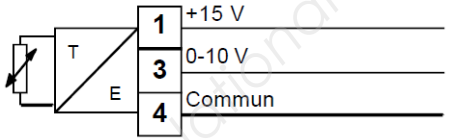
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

DT 3-2 Sonde de température

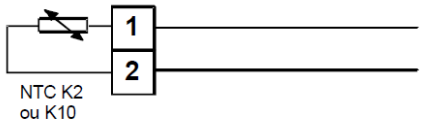
Caractéristiques techniques

Produit	TS-9101	TS-9103	TS-9104	TS-9105	TS-9106
Elément sensible	Transmetteur 0-10 V	Thermistance à coefficient négatif K2	Thermistance à coefficient négatif K10	Thermistance à coefficient positif Pt100	Thermistance à coefficient positif Pt1000
Alimentation	15 Vcc ±10%	---	---	---	---
Consommation	0,1 VA (5 mA)	---	---	---	---
Signal de sortie	0-10 Vcc linéaire	Résistif NTC Référence 2252 Ω à +25°C	Résistif NTC Référence 10000 Ω à +25°C	Résistif Pt Référence 100 Ω à 0°C	Résistif Pt Référence 1000 Ω à 0°C
Charge de sortie	2 mA maximum	---	---	---	---
Plage	voir Tableaux 2 à 6				
Précision	±1% de la plage	±0,2°C	±0,2°C	EN 60751, classe A	EN 60751, classe A
Températures de fonctionnement au niveau du boîtier	-20 à +50°C	-40 à +70°C			
Température maximum de l'élément sensible	+160°C pour les sondes déportées, bâtonnet, à plongeur et à réponse rapide +110°C pour les sondes d'applique +60°C pour les sondes extérieures et plafonnières				
Conditions de stockage	-40 à +70°C, 10 à 90% HR sans condensation				
Raccordement	Bornier à vis pour câbles de 1,5 mm² maximum (sauf TE-9100) voir Figures 3 à 5				
Boîtier	Polycarbonate makrolon, protection IP 54				
Plongeur ou canne	Cuivre				
Dimensions	voir Figures 6 à 13				
Homologation CE	Johnson Controls, Inc. déclare que les sondes TS-9100 sont conformes aux exigences essentielles et autres aspects importants de la Directive CEM 2004/108/EC.				

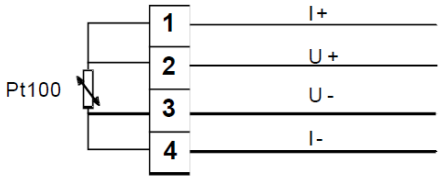
Références	Type de sonde	Longueur de sonde	Longueur de câble	Plage
TS-9101-8101	déportée	60 mm	2 m	-40 à +50°C
TS-9101-8103				0 à +40°C
TS-9101-8104				0 à +100°C
TS-9101-8212	à plongeur	160 mm	---	-20 à +40°C
TS-9101-8213				0 à +40°C
TS-9101-8214				0 à +100°C
TS-9101-8222		200 mm		-20 à +40°C
TS-9101-8223				0 à +40°C
TS-9101-8224				0 à +100°C
TS-9101-8225				0 à +150°C
TS-9101-8226				+20 à +120°C
TS-9101-8227				+50 à +150°C
TS-9101-8232		300 mm		-20 à +40°C
TS-9101-8233				0 à +40°C
TS-9101-8234				0 à +100°C
TS-9101-8235				0 à +150°C
TS-9101-8252		500 mm		-20 à +40°C
TS-9101-8253				0 à +40°C
TS-9101-8254				0 à +100°C
TS-9101-8322	à réponse rapide	200 mm		-20 à +40°C
TS-9101-8323				0 à +40°C
TS-9101-8324				0 à +100°C
TS-9101-8333		300 mm		0 à +40°C
TS-9101-8353		500 mm		0 à +40°C
TS-9101-8401	extérieure	---		-40 à +50°C
TS-9101-8402				-20 à +40°C
TS-9101-8602	d'applique			-20 à +40°C
TS-9101-8604				0 à +100°C
TS-9101-8703	plafonnière	36 mm		0 à +40°C



Câblage des modèles 0-10V



Câblage des modèles NTC K2 et K10



Câblage des modèles Pt100

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Disjoncteurs iC60

CEI/EN 60947-2 et NF EN 60898-1

Les disjoncteurs iC60N sont des disjoncteurs multinormes qui associent les fonctions suivantes :

- protection des circuits contre les courants de court-circuit,
- protection des circuits contre les courants de surcharge,
- aptitude au sectionnement en secteur industriel selon la norme CEI/EN 60947-2,
- signalisation de déclenchement sur défaut par voyant mécanique d'état rouge en face avant du disjoncteur.

Utilisation :

- courbe C :
  - ○ commande et protection contre les surintensités de circuits (applications générales)
  - ○ les déclencheurs magnétiques agissent entre 5 et 10 In
- courbe B :
  - ○ commande et protection contre les surintensités de circuits avec protection des personnes en régimes IT et TN pour des grandes longueurs de câbles
  - ○ les déclencheurs magnétiques agissent entre 3 et 5 In
- courbe D et K :
  - ○ commande et protection de circuits dans toutes les installations présentant de forts courants d'appel
  - ○ les déclencheurs magnétiques agissent entre 10 et 14 In
- courbe Z :
  - ○ commande et protection des circuits électroniques
  - ○ les déclencheurs magnétiques agissent entre 2,4 et 3,6 In

Caractéristiques

selon CEI/EN 60947-2	tension d'isolement (Ui)		500 V CA
	degré de pollution		3
	tension assignée de tenue aux chocs (Uimp)		6 kV
	déclenchement thermique, temp. de référence		50 °C
	déclenchement magnétique	courbe B	4 In ± 20 %
		courbe C	8 In ± 20 %
		courbe D	12 In ± 20 %
		courbe K	12 In ± 20 %
		courbe Z	3 In ± 20 %
	catégorie d'utilisation		A
selon CEI/EN 60898-1	classe de limitation		3
	pouvoir de coupure et de fermeture assigné sur un seul pôle (Icn1)		Icn1 = Icn
selon CEI 60529	degré de protection	appareil seul	IP 20
		en coffret modulaire	IP 40, Classe d'isolement II
endurance (O-F)		électrique	10000 cycles
		mécanique	20000 cycles
catégorie de surtension (CEI 60364)			IV
température de fonctionnement			-35 °C à +70 °C
raccordement	0,5 à 25 A	1 à 25 mm² (rigide) 1 à 16 mm² (souple avec ou sans embout)	
	32 à 63 A	1 à 35 mm² (rigide) 1 à 25 mm² (souple avec ou sans embout)	

Références agréées
▶ index page **12**

Disjoncteurs iC60 ▶ page **F102**

Disjoncteurs 0,5 à 63 A

1. Bloc différentiel Vigi iC60

Auxiliaires électriques ▶ page **F120**

Déclencheurs

2. Déclencheur à minimum de tension iMN ou retardé iMNs ou déclencheur à minimum de tension avec alimentation extérieure iMNx
3. Déclencheur à émission de tension iMX, iMX+OF ou déclencheur à seuil de tension iMSU

Signalisation

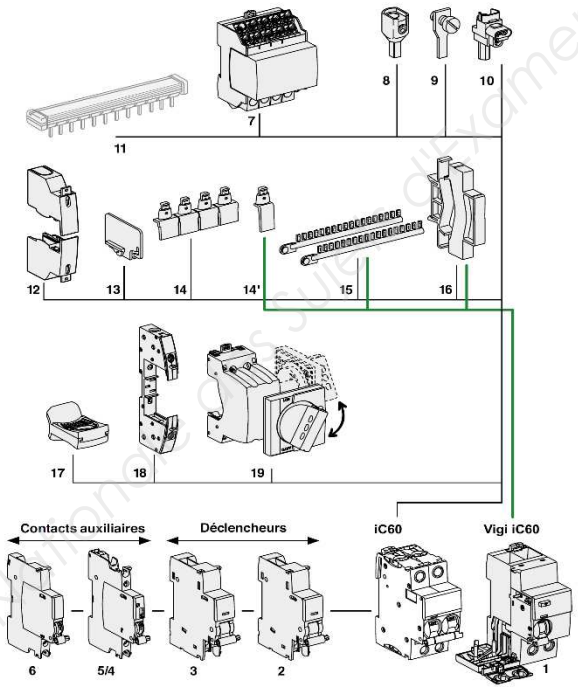
4/5. Contact auxiliaire iOF/SD+OF (combiné OF+SD ou OF+OF)
6. Contact auxiliaire signal-défaut iSD
Contact auxiliaire ouvert / fermé iOF

Accessoires de raccordement ▶ page **F122**

7. Répartiteurs (Multiclip, Distribloc, etc)
8. Borne Aluminium 50 mm²
9. Connexion à vis pour cosse à oeil
10. Borne multicâble
11. Peigne de raccordement

Accessoires de montage ▶ page **F122**

12. Cache-bornes plombable pour raccordement par le haut et par le bas
13. Cloison interpôle
14. Cache-vis pour disjoncteurs
14'. Cache-vis pour blocs différentiels
15. Repères encliquetables
16. Intercalaire 9 mm
17. Dispositif de cadenassage
18. Platine débrochable
19. Commande rotative



Commande et protection des départs

Acti 9
Disjoncteurs iC60
Bi, tri et tétra

Choix des courbes de déclenchement
Courbe C : applications générales.
Courbe B : câbles grande longueur, récepteurs sensibles.
Courbe D : récepteurs à forts courants d'appel.
Courbe Z : protection de circuits électroniques
Courbe K : commande et protection de circuits impédants (moteurs...)

Disjoncteurs

			iC60N (50 kA (0,5 à 4 A) / 10 kA (6 à 63 A) (1)) courbes C	iC60N B	iC60N D	iC60H (70 kA (0,5 à 4 A) / 15 kA (6 à 63 A) (1)) courbe C	iC60L (100 kA (0,5 à 4 A) / 25 kA (6 à 25 A) / 20 kA (32/40 A) / 15 kA (50/63 A) (1)) courbes C	iC60L B	iC60L Z	iC60L K
bi	4	0,5	A9F74270	-	A9F75270	A9F84270	A9F94270	-	-	-
		1	A9F74201	-	A9F75201	A9F84201	A9F94201	-	-	A9F95201
		1,6	-	-	-	-	-	-	A9F92272	A9F95272
		2	A9F74202	-	A9F75202	A9F84202	A9F94202	-	A9F92202	A9F95202
		3	A9F74203	-	A9F75203	A9F84203	A9F94203	-	A9F92203	A9F95203
		4	A9F74204	-	A9F75204	A9F84204	A9F94204	-	A9F92204	A9F95204
		6	A9F77206	A9F76206	A9F75206	A9F87206	A9F94206	A9F93206	A9F92206	A9F95206
		10	A9F77210	A9F76210	A9F75210	A9F87210	A9F94210	A9F93210	A9F92210	A9F95210
		16	A9F77216	A9F76216	A9F75216	A9F87216	A9F94216	A9F93216	A9F92216	A9F95216
		20	A9F77220	A9F76220	A9F75220	A9F87220	A9F94220	A9F93220	A9F92220	A9F95220
		25	A9F77225	A9F76225	A9F75225	A9F87225	A9F94225	A9F93225	A9F92225	A9F95225
		32	A9F77232	A9F76232	A9F75232	A9F87232	A9F94232	A9F93232	A9F92232	A9F95232
		40	A9F77240	A9F76240	A9F75240	A9F87240	A9F94240	A9F93240	A9F92240	A9F95240
		50	A9F77250	A9F76250	A9F75250	A9F87250	A9F94250	A9F93250	-	-
		63	A9F77263	A9F76263	A9F75263	A9F87263	A9F94263	A9F93263	-	-
tri	6	0,5	A9F74370	-	A9F75370	-	A9F94370	-	-	-
		1	A9F74301	-	A9F75301	A9F84301	A9F94301	-	-	A9F95301
		1,6	-	-	-	-	-	-	A9F92372	A9F95372
		2	A9F74302	-	A9F75302	A9F84302	A9F94302	-	A9F92302	A9F95302
		3	A9F74303	-	A9F75303	A9F84303	A9F94303	-	A9F92303	A9F95303
		4	A9F74304	-	A9F75304	A9F84304	A9F94304	-	A9F92304	A9F95304
		6	A9F77306	-	A9F75306	A9F87306	A9F94306	A9F93306	A9F92306	A9F95306
		10	A9F77310	A9F76310	A9F75310	A9F87310	A9F94310	A9F93310	A9F92310	A9F95310
		16	A9F77316	A9F76316	A9F75316	A9F87316	A9F94316	A9F93316	A9F92316	A9F95316
		20	A9F77320	A9F76320	A9F75320	A9F87320	A9F94320	A9F93320	A9F92320	A9F95320
		25	A9F77325	A9F76325	A9F75325	A9F87325	A9F94325	A9F93325	A9F92325	A9F95325
		32	A9F77332	A9F76332	A9F75332	A9F87332	A9F94332	A9F93332	A9F92332	A9F95332
		40	A9F77340	A9F76340	A9F75340	A9F87340	A9F94340	A9F93340	A9F92340	A9F95340
		50	A9F77350	A9F76350	A9F75350	A9F87350	A9F94350	A9F93350	-	A9F95350
		63	A9F77363	A9F76363	A9F75363	A9F87363	A9F94363	A9F93363	-	-
tétra	8	0,5	A9F74470	-	A9F75470	-	A9F94470	-	-	-
		1	A9F74401	-	A9F75401	A9F84401	A9F94401	-	-	A9F95401
		1,6	-	-	-	-	-	-	A9F92472	A9F95472
		2	A9F74402	-	A9F75402	A9F84402	A9F94402	-	A9F92402	A9F95402
		3	A9F74403	-	A9F75403	A9F84403	A9F94403	-	A9F92403	A9F95403
		4	A9F74404	-	A9F75404	A9F84404	A9F94404	-	A9F92404	A9F95404
		6	A9F77406	-	A9F75406	A9F87406	A9F94406	A9F93406	A9F92406	A9F95406
		10	A9F77410	A9F76410	A9F75410	A9F87410	A9F94410	A9F93410	A9F92410	A9F95410
		16	A9F77416	A9F76416	A9F75416	A9F87416	A9F94416	A9F93416	A9F92416	A9F95416
		20	A9F77420	A9F76420	A9F75420	A9F87420	A9F94420	A9F93420	A9F92420	A9F95420
		25	A9F77425	A9F76425	A9F75425	A9F87425	A9F94425	A9F93425	A9F92425	A9F95425
		32	A9F77432	A9F76432	A9F75432	A9F87432	A9F94432	A9F93432	A9F92432	A9F95432
		40	A9F77440	A9F76440	A9F75440	A9F87440	A9F94440	A9F93440	A9F92440	A9F95440
		50	A9F77450	A9F76450	A9F75450	A9F87450	A9F94450	A9F93450	-	-
		63	A9F77463	A9F76463	A9F75463	A9F87463	A9F94463	A9F93463	-	-

C60 2P + Vigi C60

C60 3P + Vigi C60

C60 4P + Vigi C60

(1) Pouvoir de coupure en courant alternatif	iC60N 0,5 à 4 A	iC60N 6 à 63 A	iC60H 0,5 à 4 A	iC60H 6 à 63 A	iC60L 0,5 à 4 A	iC60L 6 à 25 A	iC60L 32/40 A	iC60L 50/63 A
Ph/Ph (2P, 3P, 4P)	Icu selon NF EN 60947-2							
12 à 133 V CA	50 kA	36 kA	70 kA	42 kA	100 kA	70 kA	70 kA	70 kA
220 à 240 V CA	50 kA	20 kA	70 kA	30 kA	100 kA	50 kA	36 kA	30 kA

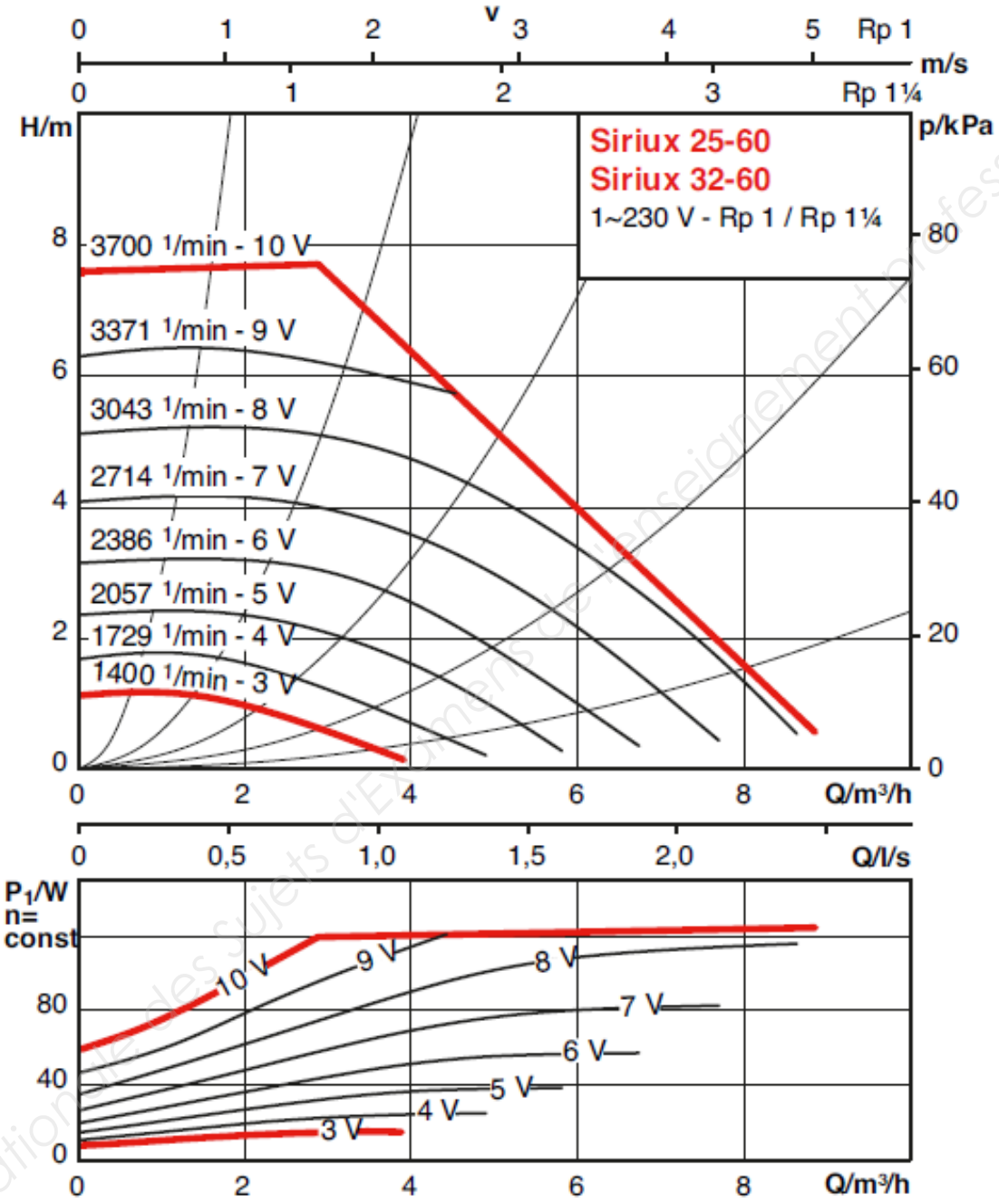
Pouvoir de coupure sous un pôle en Schéma de Liaison à la Terre IT sous 400 V	iC60N	iC60H	iC60L < 25 A	iC60L 32 et 40 A	iC60L 50 et 63 A
	3 kA	4 kA	6 kA	5 kA	4 kA

Base Nationale des sujets d'examens professionnel

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

DR 1-1 Circulateur SIRIUX MASTER

(À rendre avec votre copie)

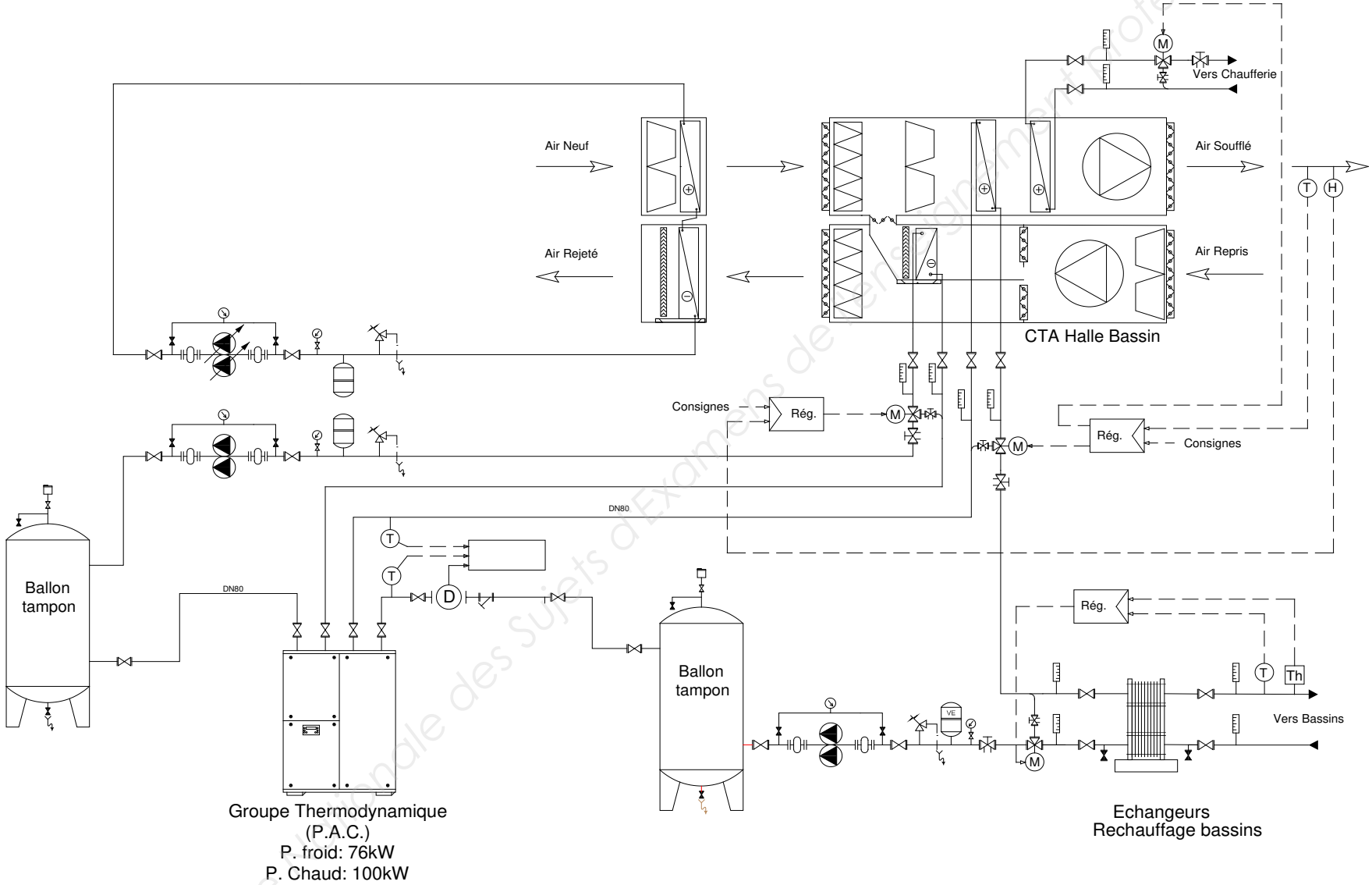


Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

DR 2-1 Schéma de principe traitement d'air des halles bassin

(À rendre avec votre copie)

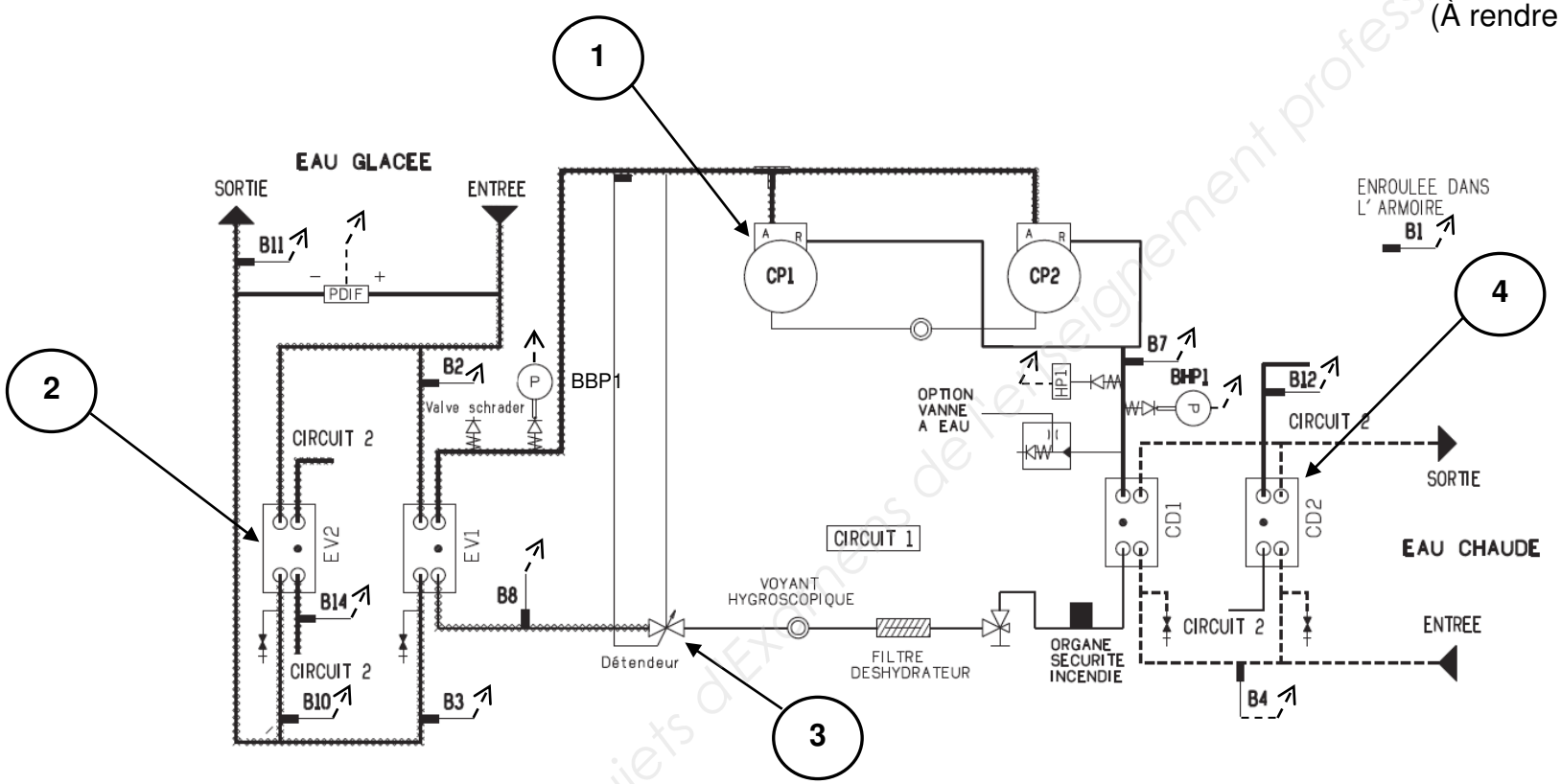


Base nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

DR 2-2 Schéma de principe de la PAC

(À rendre avec votre copie)



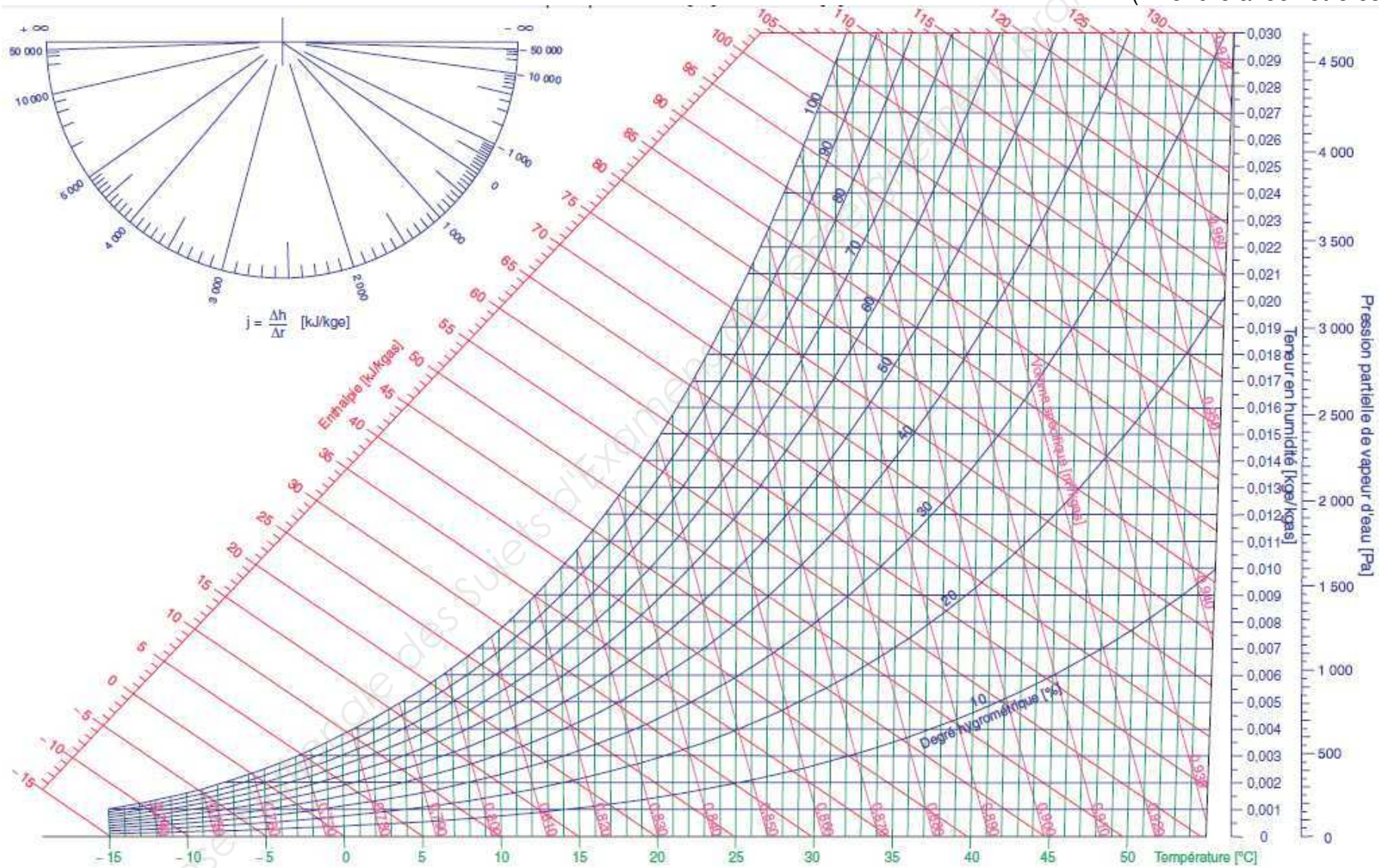
N°	Désignation	Fonction
1		
2		
3		
4		

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

DR 3-1 Diagramme de l'air humide P = 101325 Pa / Altitude = 0 m

(À rendre avec votre copie)

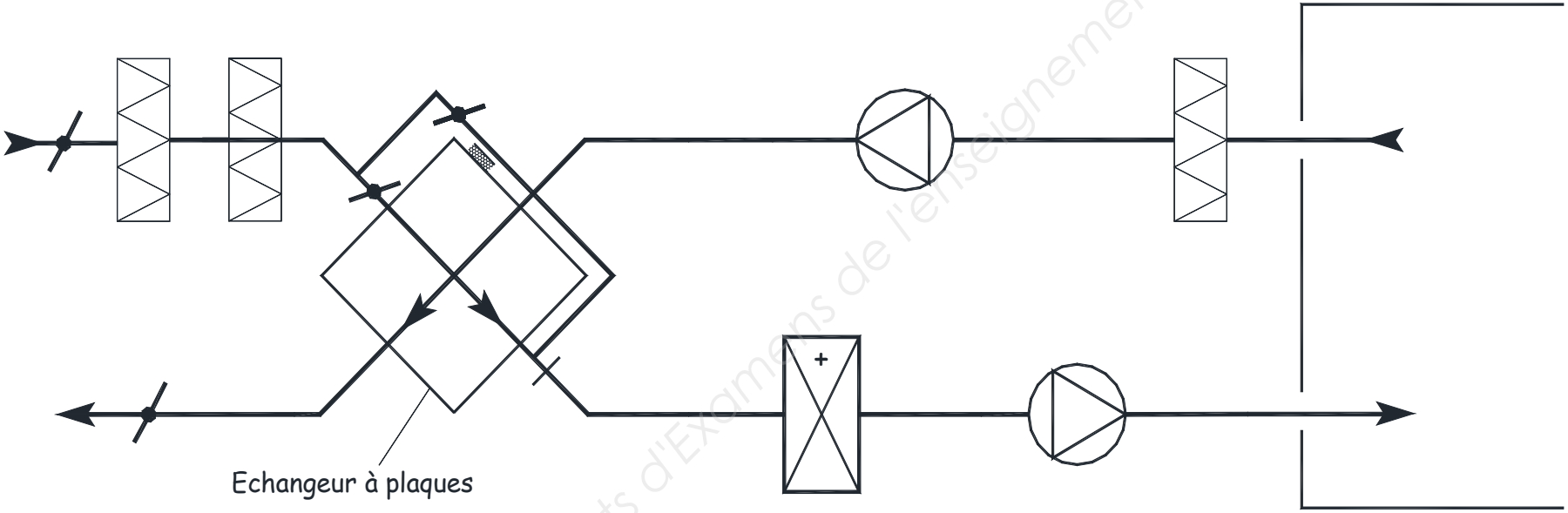


Base nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

DR 3-2 Schéma fluidique CTA « vestiaires / douches »

(À rendre avec votre copie)



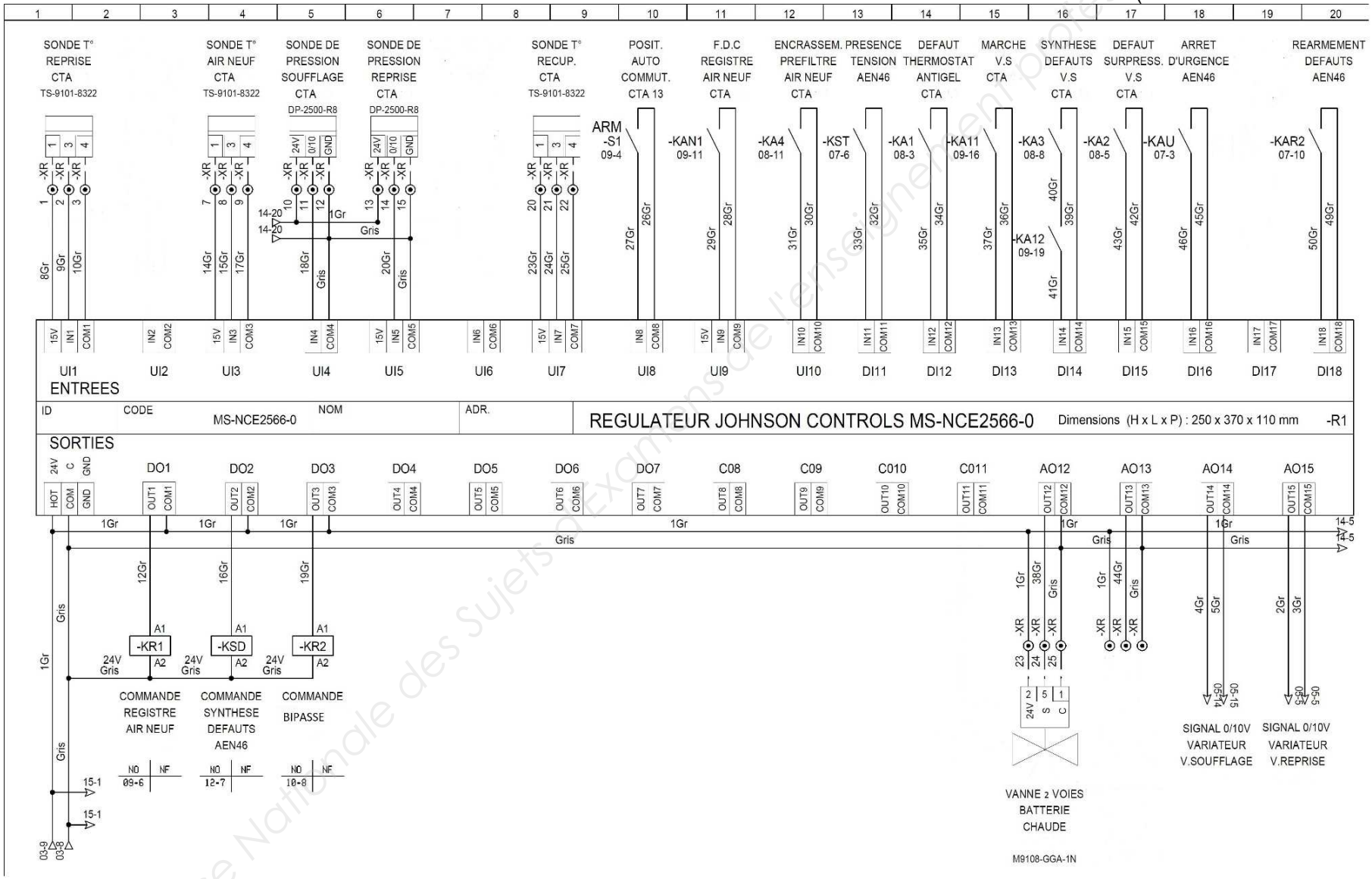
	AI
	DI
	AO
	DO

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

DR 3-3 Schéma de commande CTA « vestiaires / douches »

(À rendre avec votre copie)



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

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.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

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.