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

MAINTENANCE DES SYSTÈMES

- **systèmes de production**
- **systèmes énergétiques et fluidiques**
- **systèmes éoliens**

Session 2016

U 41 : Analyse fonctionnelle et structurelle

Durée : 2 heures – Coefficient : 2

Matériel autorisé

Une calculatrice de poche à fonctionnement autonome, sans imprimante et sans moyen de transmission, à l'exclusion de tout autre élément matériel ou documentaire (Circulaire n°99-186 du 16 novembre 1999 ; BOEN n°42).

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet.

Le sujet comporte 19 pages numérotées de la façon suivante :

- Dossier de présentation : DP1 à DP6
- Questionnaire : Q1 à Q4
- Documents réponses : DR1 à DR5
- Documents techniques : DT1 à DT9

Les candidats rédigeront les réponses aux questions posées sur les feuilles de copie ou, lorsque cela est indiqué sur le sujet, sur les documents réponses prévus à cet effet.

Tous les documents réponses sont à remettre en un seul exemplaire en fin d'épreuve et à insérer dans une copie Education Nationale.

CODE ÉPREUVE : MY41AFS		EXAMEN BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR	SPÉCIALITÉ : MAINTENANCE DES SYSTÈMES
SESSION : 2016	SUJET	ÉPREUVE : U41 ANALYSE FONCTIONNELLE ET STRUCTURELLE (3 options)	
Durée : 2h	Coefficient : 2	SUJET N° 01MS16	Page 1/19

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

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

MAINTENANCE DES SYSTÈMES

- **systèmes de production**
- **systèmes énergétiques et fluidiques**
- **systèmes éoliens**

Session 2016

U 41 : Analyse fonctionnelle et structurelle

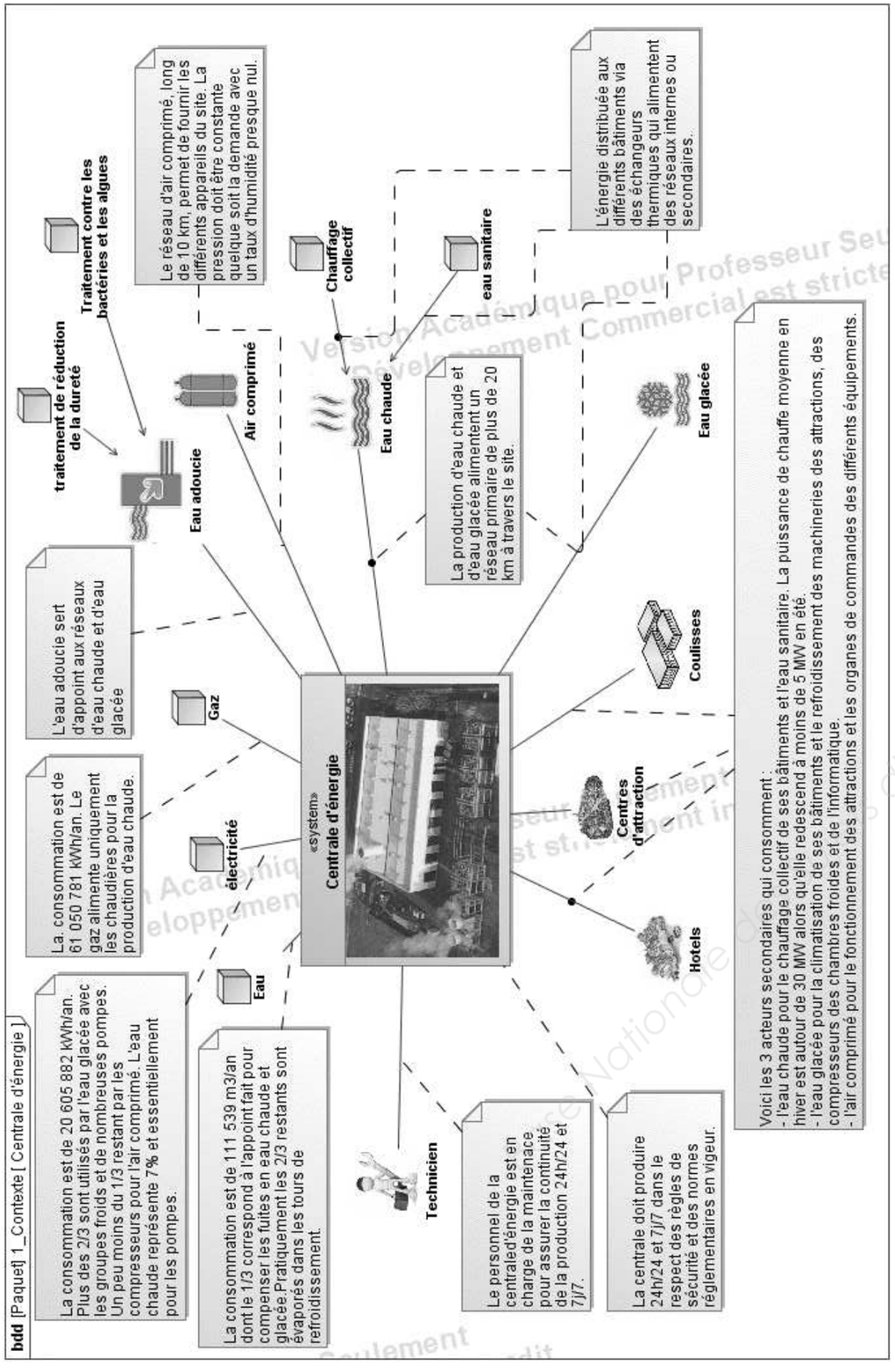
Durée : 2 heures – Coefficient : 2

DOSSIER DE PRÉSENTATION

Ce dossier contient les documents DP1 à DP6

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

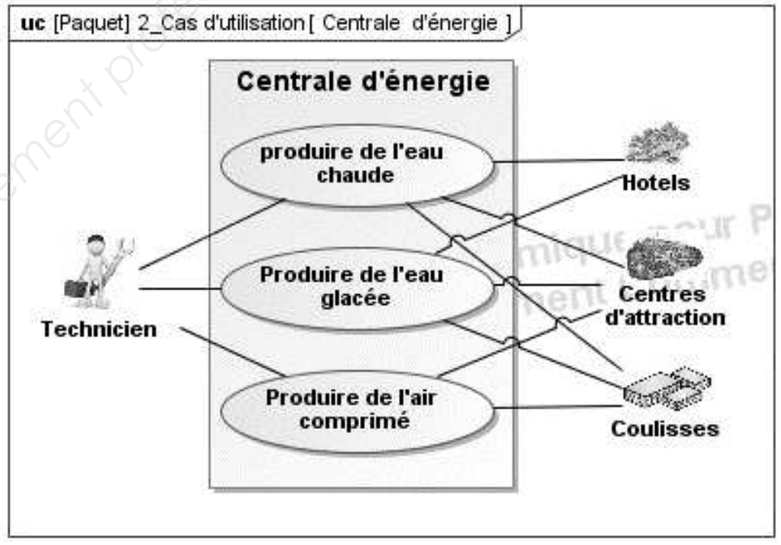
CODE ÉPREUVE : MY41AFS		EXAMEN BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR	SPÉCIALITÉ : MAINTENANCE DES SYSTÈMES
SESSION : 2016	SUJET	ÉPREUVE : U41 ANALYSE FONCTIONNELLE ET STRUCTURELLE (3 options)	
Durée : 2h	Coefficient : 2	SUJET N° 01MS16	Page 2/19



1 - PRÉSENTATION DE LA CENTRALE D'ÉNERGIE

La centrale alimente en énergie parcs d'attraction, hôtels, restaurants et boutiques ainsi que les coulisses qui préparent les attractions , le tout sur une surface de 950 hectares soit 1/5 de Paris.

- **Sur DP1 :** Le ***diagramme de contexte***, ci-contre, définit tous les acteurs de l'environnement de la centrale d'énergie.
- **Sur DP2 :** Le ***diagramme des cas d'utilisation***, ci-dessous, précise les services rendus par la centrale d'énergie.

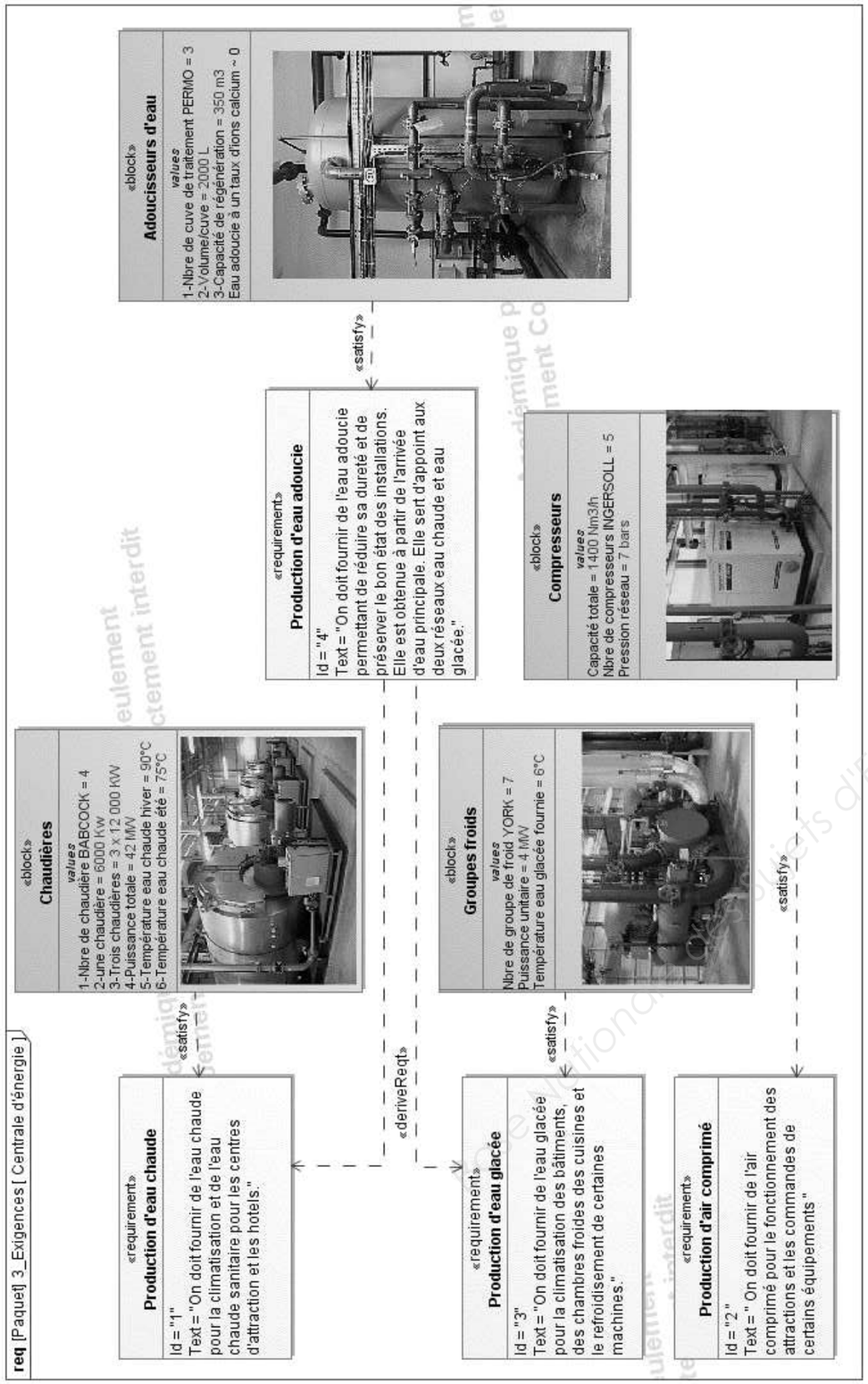


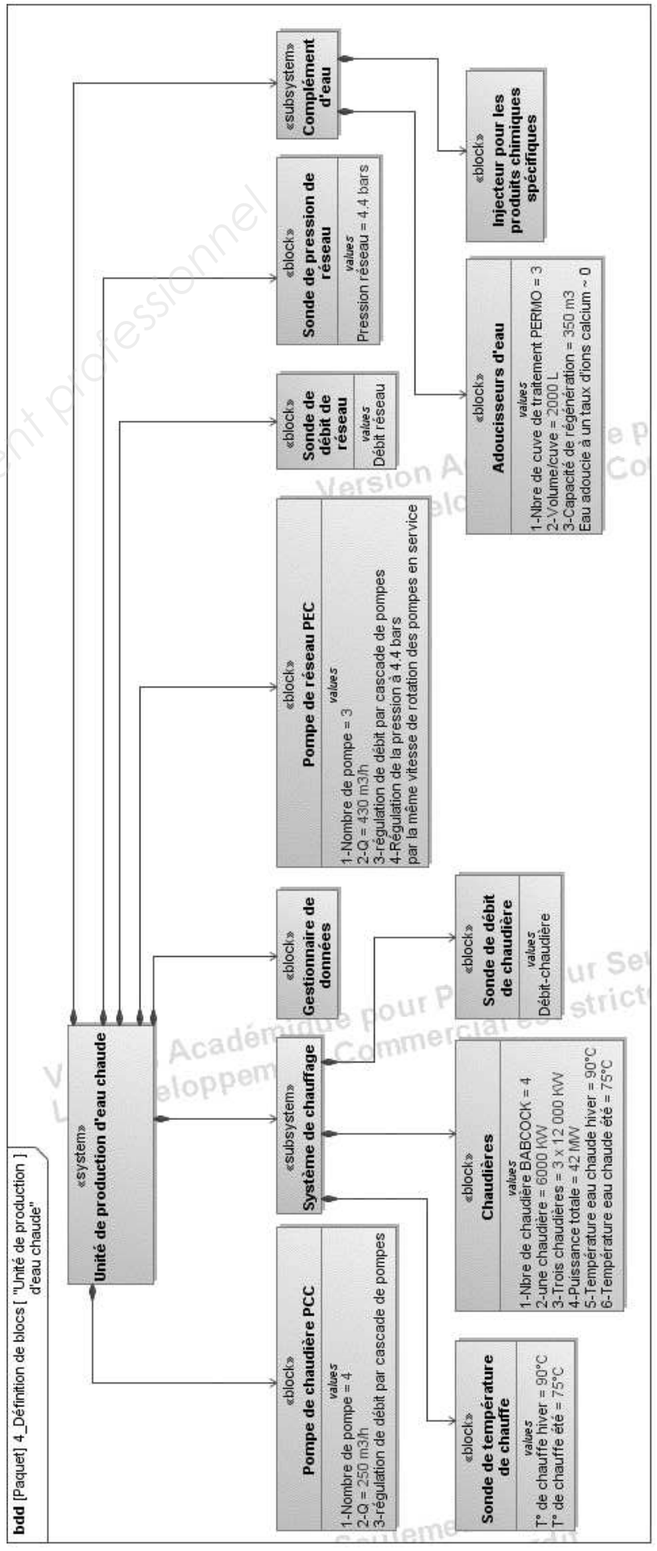
- **Sur DP3 :** Le ***diagramme des exigences de la centrale d'énergie*** détermine, à partir des trois cas d'utilisation définis ci-dessus, les exigences principales. Il permet d'isoler les deux pôles qui seront exploités dans le sujet, à savoir la production d'eau chaude et celle d'eau adoucie.

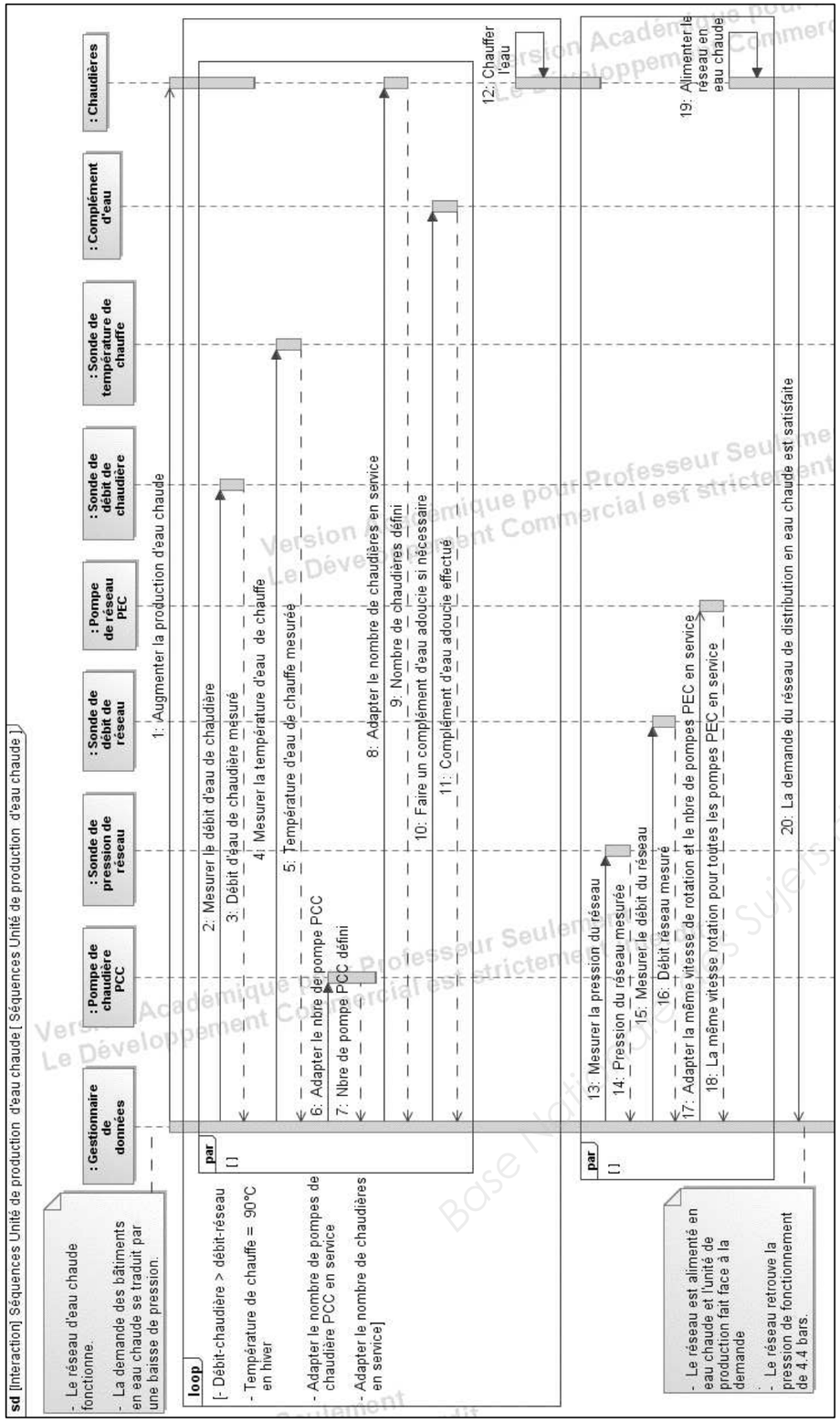
2 - PRÉSENTATION DE L'UNITÉ DE PRODUCTION D'EAU CHAUDE

- **Sur DR1 :** Le ***diagramme des exigences de l'unité de production d'eau chaude*** fait une description fonctionnelle de celle-ci afin de mieux la cerner.
- **Sur DP4 :** Le ***diagramme de définition de blocs de l'unité de production d'eau chaude*** donne une représentation structurelle principale de celle-ci.
- **Sur DP5 :** Ce diagramme permet d'établir le ***diagramme de séquences de l'unité de production d'eau chaude*** dans la phase « demande d'eau chaude » dans le réseau, d'en analyser les différentes séquences, de s'intéresser plus particulièrement au fonctionnement en cascade des pompes de chaudière **PCC** dont les règles sont décrites dans le document **DP6**.
- **Sur DR2 :** C'est une copie d'écran du logiciel **GMAO** qui permet de gérer les données. Elle donne une mise en situation de l'installation de l'unité de production d'eau chaude.

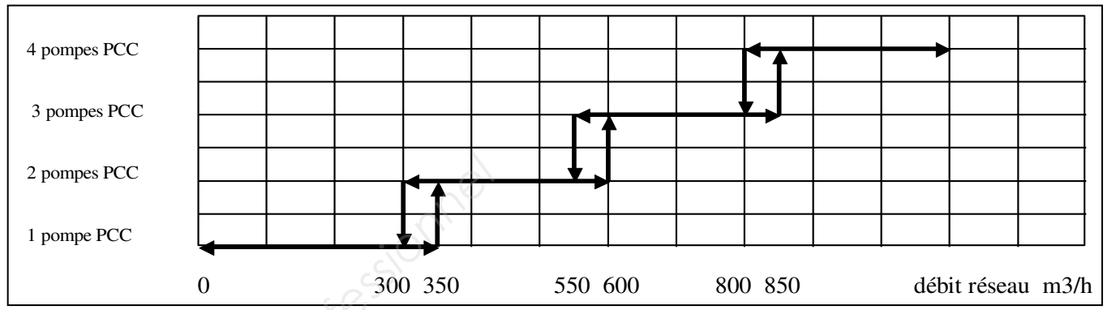
Version Académique pour Professeur Seul
Développement Commercial est stricte
Réseau Canopé


req [Paquet] 3_Exigences [Centrale d'énergie]
«block»
Adoucisseurs d'eau
values
1-Nbre de cuve de traitement PERMO = 3
2-Volume/cuve = 2000 L
3-Capacité de régénération = 350 m3
Eau adoucie à un taux d'ions calcium ~ 0
«satisfy»
«requirement»
Production d'eau adoucie
Id = "4"
Text = "On doit fournir de l'eau adoucie permettant de réduire sa dureté et de préserver le bon état des installations. Elle est obtenue à partir de l'arrivée d'eau principale. Elle sert d'appoint aux deux réseaux eau chaude et eau glacée."
«block»
Compresseurs
values
Capacité totale = 1400 Nm3/h
Nbre de compresseurs INGERSOLL = 5
Pression réseau = 7 bars
«block»
Chaudières
values
1-Nbre de chaudière BABCOCK = 4
2-une chaudière = 6000 KW
3-Trois chaudières = 3 x 12 000 KW
4-Puissance totale = 42 MW
5-Température eau chaude hiver = 90°C
6-Température eau chaude été = 75°C
«deriveReqt»
«satisfy»
«requirement»
Production d'eau chaude
Id = "1"
Text = "On doit fournir de l'eau chaude pour la climatisation et de l'eau chaude sanitaire pour les centres d'attraction et les hotels."
«block»
Groupes froids
values
Nbre de groupe de froid YORK = 7
Puissance unitaire = 4 MW
Température eau glacée fournie = 6°C
«satisfy»
«requirement»
Production d'eau glacée
Id = "3"
Text = "On doit fournir de l'eau glacée pour la climatisation des bâtiments, des chambres froides des cuisines et le refroidissement de certaines machines."
«satisfy»
«requirement»
Production d'air comprimé
Id = "2"
Text = " On doit fournir de l'air comprimé pour le fonctionnement des attractions et les commandes de certains équipements."


bdd [Paquet] 4_Définition de blocs ["Unité de production d'eau chaude"]
«system»
Unité de production d'eau chaude
«subsystem»
Complément d'eau
«block»
Injecteur pour les produits chimiques spécifiques
«block»
Sonde de pression de réseau
values
Pression réseau = 4.4 bars
«block»
Sonde de débit de réseau
values
Débit réseau
«block»
Adoucisseurs d'eau
values
1-Nbre de cuve de traitement PERMO = 3
2-Volume/cuve = 2000 L
3-Capacité de régénération = 350 m3
Eau adoucie à un taux d'ions calcium ~ 0
«block»
Pompe de réseau PEC
values
1-Nombre de pompe = 3
2-Q = 430 m3/h
3-régulation de débit par cascade de pompes
4-Régulation de la pression à 4.4 bars
par la même vitesse de rotation des pompes en service
«subsystem»
Système de chauffage
«block»
Gestionnaire de données
«block»
Pompe de chaudière PCC
values
1-Nombre de pompe = 4
2-Q = 250 m3/h
3-régulation de débit par cascade de pompes
«block»
Chaudières
values
1-Nbre de chaudière BABCOCK = 4
2-une chaudière = 6000 KW
3-Trois chaudières = 3 x 12 000 KW
4-Puissance totale = 42 MW
5-Température eau chaude hiver = 90°C
6-Température eau chaude été = 75°C
«block»
Sonde de débit de chaudière
values
Débit-chaudière
«block»
Sonde de température de chauffe
values
T° de chauffe hiver = 90°C
T° de chauffe été = 75°C



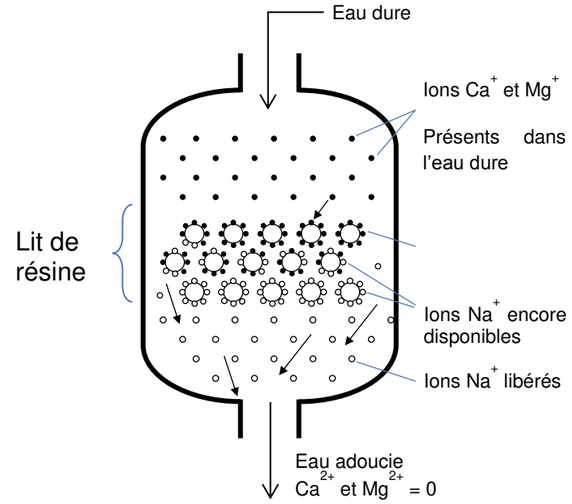
Règle de fonctionnement en cascade des pompes de chaudière.



Le démarrage et l'arrêt des pompes de chaudière sont déterminés par le débit mesuré dans le réseau.
Afin de maintenir une température constante sur le départ du réseau, le débit des chaudières doit toujours être supérieur au débit du réseau. Il y a démarrage d'une pompe supplémentaire quand le débit réseau dépasse la somme des débits maximum des pompes de chaudière. Le processus est le même pour l'arrêt des pompes lorsque le débit diminue.

3 - PRÉSENTATION DE L'UNITÉ DE PRODUCTION D'EAU ADOUCIE

Principe de fonctionnement d'un adoucisseur d'eau



Pour éliminer les sels minéraux calcium et magnésium dans une solution, on fait passer celle-ci dans une cuve contenant des résines cationiques.

Les résines cationiques fixent les cations (Ca^{2+}, Mg^{2+}) en libérant les ions Na^+.

Lorsqu'une résine ne peut plus fixer d'ions, elle est saturée : il faut alors la régénérer. La régénération en ions Na^+ de la résine cationique se fait par injection à contre-courant de saumure.

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

MAINTENANCE DES SYSTÈMES

- **systèmes de production**
- **systèmes énergétiques et fluidiques**
- **systèmes éoliens**

Session 2016

U 41 : Analyse fonctionnelle et structurelle

Durée : 2 heures – Coefficient : 2

QUESTIONNAIRE

Ce dossier contient les documents Q1 à Q4

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

CODE ÉPREUVE : MY41AFS		**EXAMEN** **BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**	**SPÉCIALITÉ :** MAINTENANCE DES SYSTÈMES
SESSION : 2016	**SUJET**	**ÉPREUVE : U41 ANALYSE FONCTIONNELLE ET STRUCTURELLE (3 options)**	
Durée : 2h	**Coefficient : 2**	**SUJET N° 01MS16**	**Page 6/19**

Q1 – Questionnaire

PRODUCTION D'EAU CHAUDE

Problématique

Dans le but de diminuer le coût d'exploitation, la société a choisi d'installer au sein de l'unité de production d'eau chaude quatre pompes de chaudières de faible puissance à régulation de débit par cascade de pompes au lieu d'une pompe unique à régulation de débit par variation de vitesse plus une pompe identique de secours. Sachant que dans la première solution l'une d'entre elles est le secours des trois autres.

Après avoir étudié le fonctionnement de l'unité de production d'eau chaude et la sélection de certains composants vous serez amené à analyser le choix des quatre pompes de chaudière afin de le justifier.

1	**ANALYSE DE L'UNITÉ DE PRODUCTION D'EAU CHAUDE**	
		Durée conseillée : 35 min

Q.1-1	Documents à consulter : **DP1, DP3, DP4, DR2** (en lecture)	Répondre sur feuille de copie

L'installation de l'unité de production d'eau chaude, représentée sur le document **DR2**, fait apparaitre quatre chaudières qui sont utilisées selon le besoin.

✍ *Pourquoi le besoin, en eau chaude, est-il variable ?*

Q.1-2	Documents à consulter : **DP1, DP3, DP4, DR2** (en lecture)	Répondre sur feuille de copie

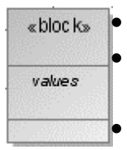
Le diagramme **req** des exigences de la centrale d'énergie du DP3 montre que le bloc chaudières est composé de 3 chaudières de puissance de chauffe de 12 MW et une de 6 MW.

✍ *Justifier ce choix.*

Q.1-3	Documents à consulter : **DP4, DP5, DP6, DR2** (en lecture)	Répondre sur DR1

✍ *Sur le document réponse DR1 compléter :*

- *Pour « Requirement » <u>" Augmentation de la température de l'eau " " Id=1.2 "</u> le "Text=" " définissant celle-ci.*



- *Pour le « block » <u>" Pompe de chaudière PCC "</u>les trois " values "*
- *Pour le « block » qui permet la « satisfy » des « Requirement » " Id=1.5 et 1.7 "le nom et les quatre values.*
- *Pour le « block » qui permet la « satisfy » de la « Requirement » " Id=1.9.1 "le nom.*

Q.1-4	Documents à consulter : **DP5, DP6, DR1**(en lecture)	Répondre sur DR2

L'image de l'écran du gestionnaire de données sur le DR2 décrit la phase suivante :

KVAEC : fermée PCC2 : en marche CH2 : en marche
EVCH2 : ouverte PEC3 : en marche.

Q2 - Questionnaire

✍ *Sur le document réponse DR2 :*

- *Colorier en rouge le trajet parcouru par l'eau chaude dans cette phase.*
- *Indiquer le sens de déplacement par des flèches tout le long de la canalisation.*
- *Justifier le parcours dans le cadre réponse prévu sur DR2.*

Q.1-5	Documents à consulter : **DP4, DP5, DR1**(en lecture)	Répondre sur feuille de copie

Les pompes de réseau PEC sont à vitesse variable.

✍ *Quel est l'intérêt supplémentaire de cette caractéristique par rapport aux pompes de chaudière PCC à vitesse fixe en dehors du fait d'avoir la puissance minimale d'utilisation ?*

2	**JUSTIFICATIONS DU CHOIX DES QUATRE POMPES DE CHAUDIÈRES PCC**	
		Durée conseillée : 25 min

Q.2-1	Documents à consulter : **DT1 à DT5**	Répondre sur **DR3**

Le comparatif des deux solutions des pompes de chaudière PCC est fait sous forme de tableau DR3.

✍ *Compléter, pour la solution des pompes OMEGA 300-300, les cases, des différents critères, dans la colonne :*

- *(+ ou -) Si c'est un avantage par le signe (+) ou un inconvénient par un signe (-).*
- *Justifications*

<u>NOTA</u> : Les questions, ci-dessous, vont vous aider à compléter les différentes cases pour chacun des critères.

Q.2-1-1	Documents à consulter : **Q1** (problématique)	Répondre sur **DR3**

<u>Critère bilan financier</u>

Le montant de l'investissement de chaque solution est donné dans la partie supérieure du tableau. La solution pompe OMEGA 300-300 devait permettre un meilleur investissement

✍ *Pourquoi ce n'est pas le cas ?*

Q.2-1-2	Documents à consulter : **DT3, DT4**	Répondre sur **DR3**

<u>Critère installation</u>

✍ *Calculer la surface au sol et donner le poids de la pompe OMEGA 300-300.*

Le bilan encombrement qui devait être plus favorable, ne l'est pas.

✍ *Quelle en est la cause ?*

En consultant les caractéristiques des moteurs et des raccordements sur les DT3 et DT4, on constate que l'installation de 2 pompes au lieu de 4 n'est pas plus économique.

Réseau Canopé Banque Nationale des Sujets d'Examens professionnels

Q3 – Questionnaire

✍ *Pourquoi les pompes OMEGA 300-300 à convertisseur de fréquence ont des contraintes supplémentaires pour les tuyauteries et câblages ?*

Q.2-1-3	Documents à consulter : **DT1, DT2, DT5**	Répondre sur **DR3**

Critère bilan technique

Sachant que l'unité de production d'eau chaude doit fonctionner 24 h/ 24 et 7jours/7.

✍ *À partir des DT1, DT2 qui montrent un exemple de lecture des courbes et DT5, donner les justifications de la puissance.*

✍ *À partir des DT1, DT2 qui montrent un exemple de lecture des courbes, donner les justifications pour le rendement dans la plage d'utilisation.*

✍ *Donner les justifications pour le démarrage grâce au variateur de fréquence, la régulation et la sécurité de fonctionnement.*

Q.2-1-4	Documents à consulter : **DT1 à DT5**	Répondre sur **DR3**

Critère conclusions

✍ *Donner vos conclusions en faisant le bilan des avantages et inconvénients et argumenter sur les raisons qui ont poussé la société à adopter la solution des quatre pompes oméga 125-290.*

PRODUCTION D'EAU ADOUCIE

3	**IDENTIFICATION DE LA PROCÉDURE DE MARCHE**	
		Durée conseillée : 30 min

Problématique

L'extension du parc impose un accroissement du volume d'eau à traiter. Le service technique profite de cette occasion pour remplacer le matériel existant qui est vétuste par une nouvelle installation de plus grosse contenance.

Il vous est demandé, afin de pouvoir conduire et intervenir efficacement sur le système de production d'appréhender le fonctionnement pour faire une régénération d'eau en manuel, lors de possibles dysfonctionnements futurs.

Pour la suite des questions on considèrera la vanne 1 fermée et la vanne 2 ouverte.

Q.3-1	Documents à consulter : **DT6, DT7**	Répondre sur **DR4** et feuille de copie

✍ *Sur le document réponse DR4 repasser en couleur le passage de l'eau concernant la cuve n°1 pour :*

- *La phase de production,*
- *La phase de détassage,*
- *La phase de saumurage,*

Q4 - Questionnaire

- *La phase de rinçage lent,*
- *La phase de rinçage rapide,*

✍ *Recopier et compléter le tableau ci-dessous qui recense l'état des vannes (ouvert ou fermé) pour chaque phase de fonctionnement.*

	EV 11	EV 12	EV 13	EV 14	EV 15
Production					
Détassage					
Saumurage					
Rinçage lent					
Rinçage rapide					

Q.3-2	Documents à consulter : **DT8 et DT9**	Répondre sur feuille de copie

Le diagramme d'état et le chronogramme présentent le fonctionnement lors de la régénération du remplissage du doseur et de la bâche de saumure.

✍ *À partir du chronogramme fourni ainsi que du diagramme d'état gérant le remplissage du doseur et de la bâche, commenter l'intérêt des actions repérées A et B.*

✍ *Que faudrait-il rajouter comme instruction au programme pour l'agent de maintenance ?*

4	**MODIFICATION DE L'INSTALLATION**	
		Durée conseillée : 20 min

Problématique

Une entreprise doit effectuer l'installation des nouvelles cuves et vannes. Le service de maintenance est contacté afin de superviser l'installation.

Il vous est demandé :

- *De fournir un plan de la nouvelle installation qui sera transmis aux installateurs.*

Q.4-1	Documents à consulter : DT6, DT7	Répondre sur DR5

✍ *Compléter le plan d'installation de la cuve n°1 en perspective isométrique en reliant les vannes EV11, EV12, EV13 , EV14 à l'équipement déjà implanté ainsi qu'à la cuve. Attention à respecter les notions de profondeur.*

Important : le but est de montrer la forme de l'installation. Les tuyaux seront dessinés sur les traits de la perspective isométrique. L'installation sera réalisée avec des angles droits pour plus de simplicité.

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

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

MAINTENANCE DES SYSTÈMES

- **systèmes de production**
- **systèmes énergétiques et fluidiques**
- **systèmes éoliens**

Session 2016

U 41 : Analyse fonctionnelle et structurelle

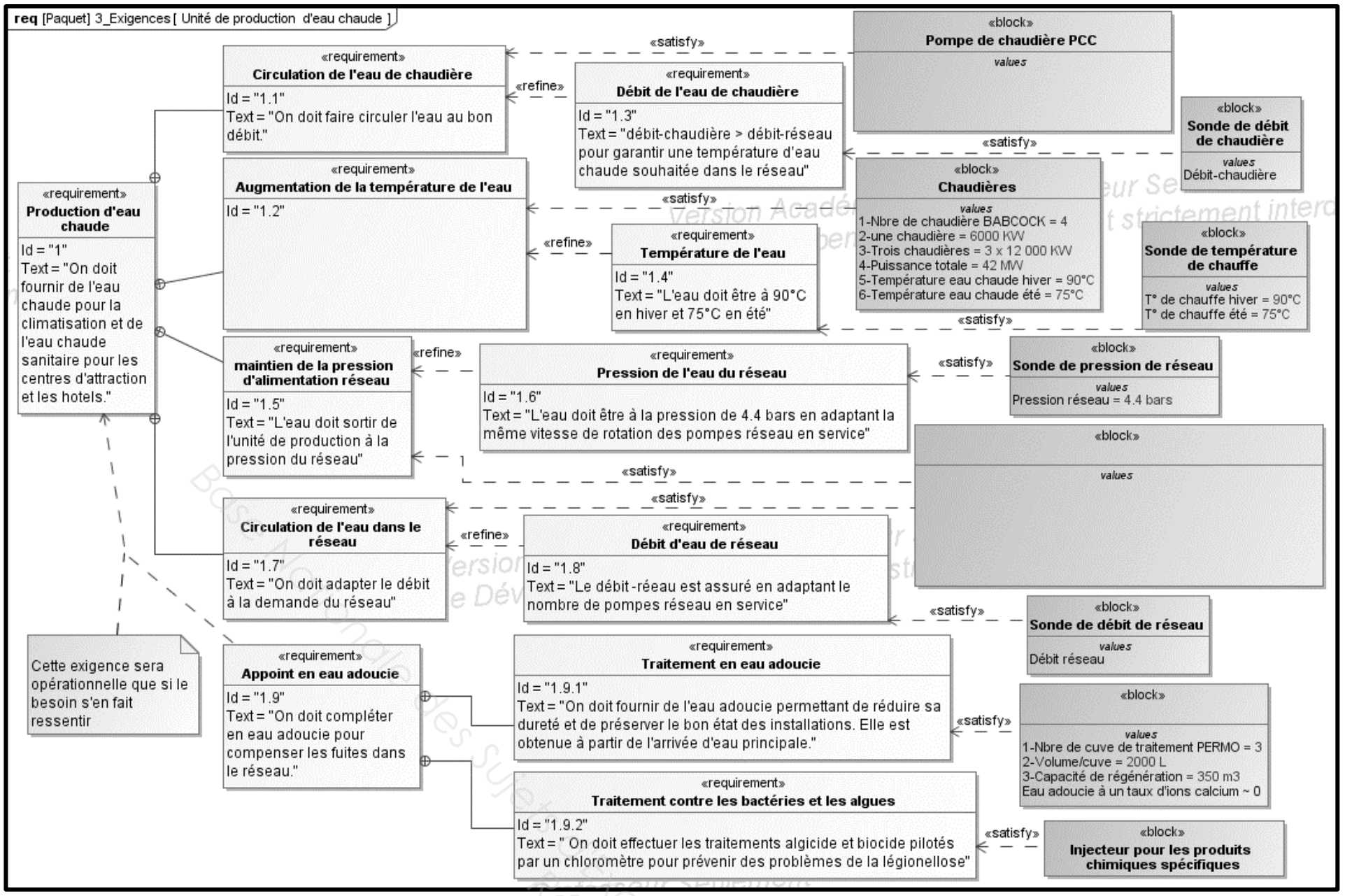
Durée : 2 heures – Coefficient : 2

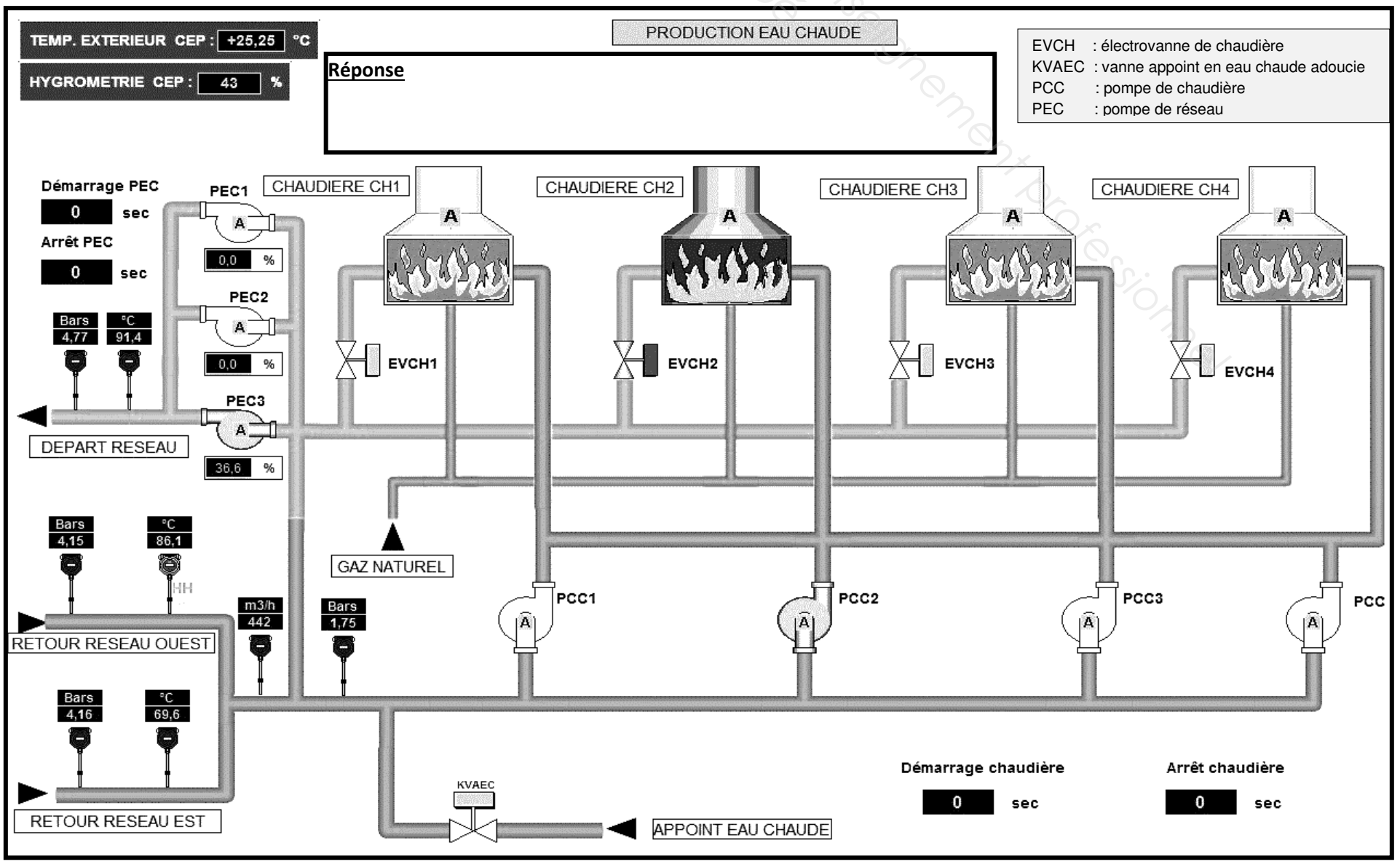
DOCUMENTS RÉPONSES

Ce dossier contient les documents DR1 à DR5

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

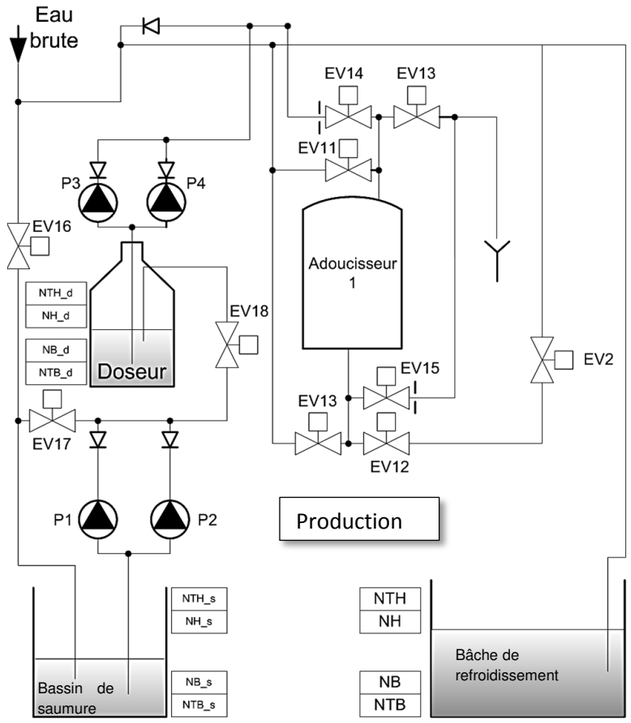
CODE ÉPREUVE : MY41AFS		EXAMEN BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR	SPÉCIALITÉ : MAINTENANCE DES SYSTÈMES
SESSION : 2016	SUJET	ÉPREUVE : U41 ANALYSE FONCTIONNELLE ET STRUCTURELLE (3 options)	
Durée : 2h	Coefficient : 2	SUJET N° 01MS16	Page 9/19

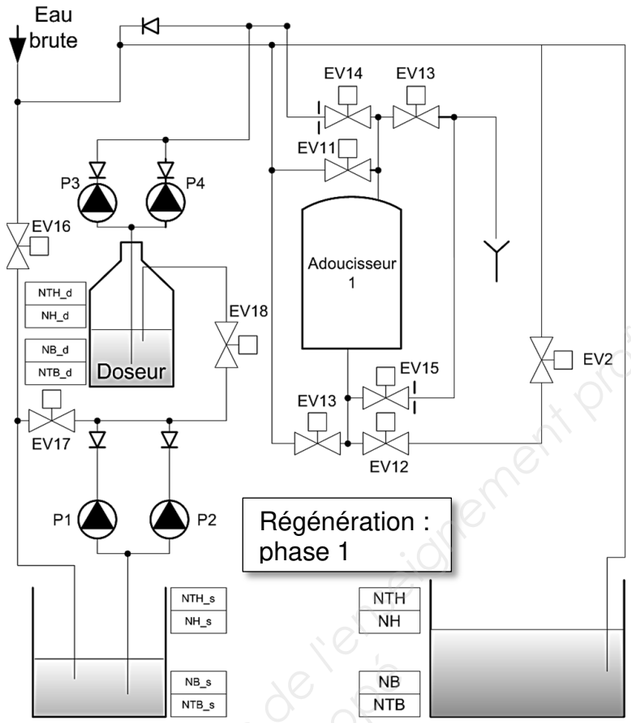

req [Paquet] 3_Exigences [Unité de production d'eau chaude]
«requirement» Production d'eau chaude
Id = "1"
Text = "On doit fournir de l'eau chaude pour la climatisation et de l'eau chaude sanitaire pour les centres d'attraction et les hotels."
«requirement» Circulation de l'eau de chaudière
Id = "1.1"
Text = "On doit faire circuler l'eau au bon débit."
«requirement» Augmentation de la température de l'eau
Id = "1.2"
«requirement» maintien de la pression d'alimentation réseau
Id = "1.5"
Text = "L'eau doit sortir de l'unité de production à la pression du réseau"
«requirement» Circulation de l'eau dans le réseau
Id = "1.7"
Text = "On doit adapter le débit à la demande du réseau"
«requirement» Appoint en eau adoucie
Id = "1.9"
Text = "On doit compléter en eau adoucie pour compenser les fuites dans le réseau."
Cette exigence sera opérationnelle que si le besoin s'en fait ressentir
«requirement» Débit de l'eau de chaudière
Id = "1.3"
Text = "débit-chaudière > débit-réseau pour garantir une température d'eau chaude souhaitée dans le réseau"
«requirement» Température de l'eau
Id = "1.4"
Text = "L'eau doit être à 90°C en hiver et 75°C en été"
«requirement» Pression de l'eau du réseau
Id = "1.6"
Text = "L'eau doit être à la pression de 4.4 bars en adaptant la même vitesse de rotation des pompes réseau en service"
«requirement» Débit d'eau de réseau
Id = "1.8"
Text = "Le débit -réeau est assuré en adaptant le nombre de pompes réseau en service"
«requirement» Traitement en eau adoucie
Id = "1.9.1"
Text = "On doit fournir de l'eau adoucie permettant de réduire sa dureté et de préserver le bon état des installations. Elle est obtenue à partir de l'arrivée d'eau principale."
«requirement» Traitement contre les bactéries et les algues
Id = "1.9.2"
Text = " On doit effectuer les traitements algicide et biocide pilotés par un chloromètre pour prévenir des problèmes de la légionellose"
«block» Pompe de chaudière PCC
values
«block» Sonde de débit de chaudière
values
Débit-chaudière
«block» Chaudières
values
1-Nbre de chaudière BABCOCK = 4
2-une chaudière = 6000 KW
3-Trois chaudières = 3 x 12 000 KW
4-Puissance totale = 42 MW
5-Température eau chaude hiver = 90°C
6-Température eau chaude été = 75°C
«block» Sonde de température de chauffe
values
T° de chauffe hiver = 90°C
T° de chauffe été = 75°C
«block» Sonde de pression de réseau
values
Pression réseau = 4.4 bars
«block»
values
«block» Sonde de débit de réseau
values
Débit réseau
«block»
values
1-Nbre de cuve de traitement PERMO = 3
2-Volume/cuve = 2000 L
3-Capacité de régénération = 350 m3
Eau adoucie à un taux d'ions calcium ~ 0
«block» Injecteur pour les produits chimiques spécifiques
«satisfy»
«refine»

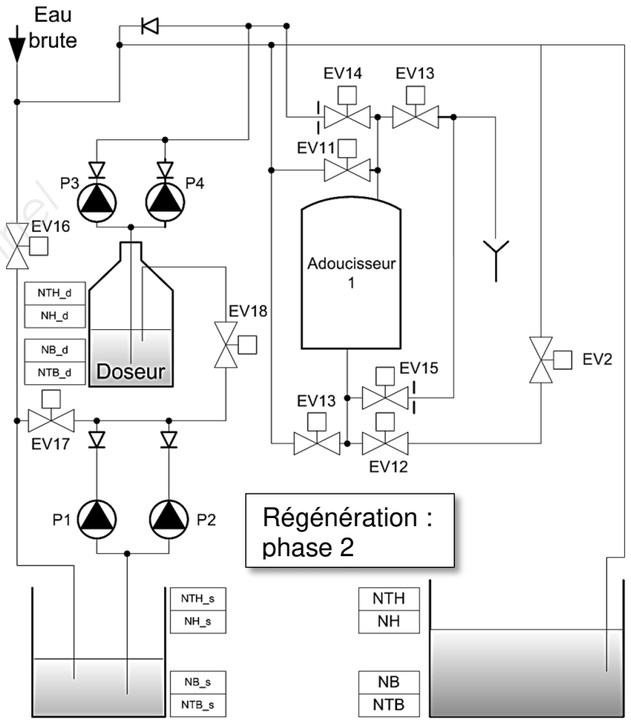

TEMP. EXTERIEUR CEP : +25,25 °C
HYGROMETRIE CEP : 43 %
PRODUCTION EAU CHAUDE
Réponse
EVCH : électrovanne de chaudière
KVAEC : vanne appoint en eau chaude adoucie
PCC : pompe de chaudière
PEC : pompe de réseau
Démarrage PEC 0 sec
Arrêt PEC 0 sec
PEC1
PEC2
PEC3
0,0 %
0,0 %
36,6 %
CHAUDIERE CH1
CHAUDIERE CH2
CHAUDIERE CH3
CHAUDIERE CH4
EVCH1
EVCH2
EVCH3
EVCH4
Bars 4,77
°C 91,4
DEPART RESEAU
GAZ NATUREL
Bars 4,15
°C 86,1
RETOUR RESEAU OUEST
m3/h 442
Bars 1,75
PCC1
PCC2
PCC3
PCC
Bars 4,16
°C 69,6
RETOUR RESEAU EST
KVAEC
APPOINT EAU CHAUDE
Démarrage chaudière 0 sec
Arrêt chaudière 0 sec

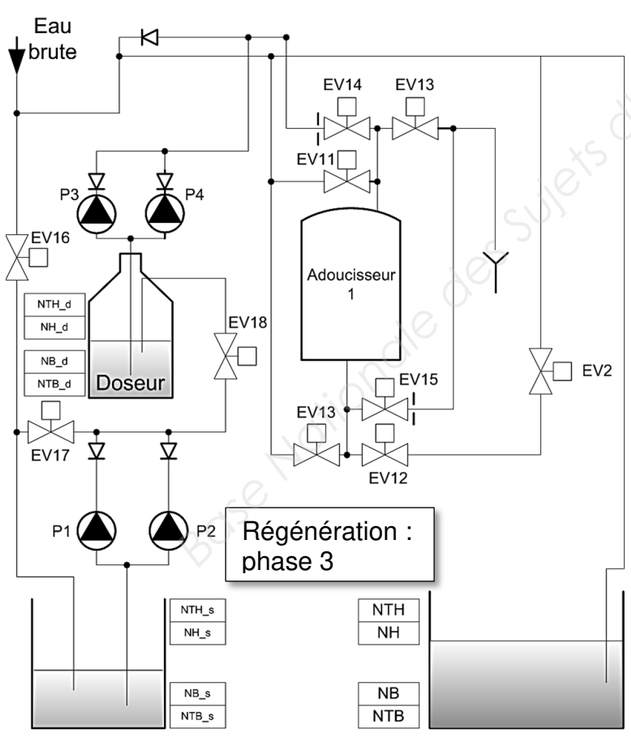
Critères	**+ ou -**	**4 pompes oméga 125-290 fonctionnent en cascade. Prix total HT : 83 305 €**	**+ ou -**	**2 pompes oméga 300-300 fonctionnent avec un variateur de fréquence. Prix total HT : 112 783 €**
Bilan financier		**justifications**		**justifications**
Investissement	**+**	Coût plus faible		
Installation		**justifications**		**justifications**
Encombrement	**-/+**	Surface au sol 4,6 m2. Il faut lui ajouter les espaces entre les pompes. Le poids de la pompe est de 494 kg.		
Tuyauterie, robinetterie, câblage	**-/+**	Quatre pompes à alimenter. L'Installation de tuyauterie, robinetterie et câblage sera plus conséquente.		
Bilan technique		**justifications**		**justifications**
Puissance	**-**	La puissance est toujours nominale et fixe , de l'ordre de 12,39 KW à 250 m^3/H		
Rendement	**+**	Le rendement est très bon car la pompe travaille dans la plage des débits où le rendement est maximum.		
Démarrage	**-**	Les démarrages sont brusques mais peu fréquents. Les variations de débit ne sont pas brutales et les pompes fonctionnent en continu le plus souvent.		
Régulation	**+**	Faible niveau d'automatisation d'où une utilisation plus simple.		
Sécurité de fonctionnement	**+**	Sécurité de fonctionnement avec quatre pompes.		
Conclusions				

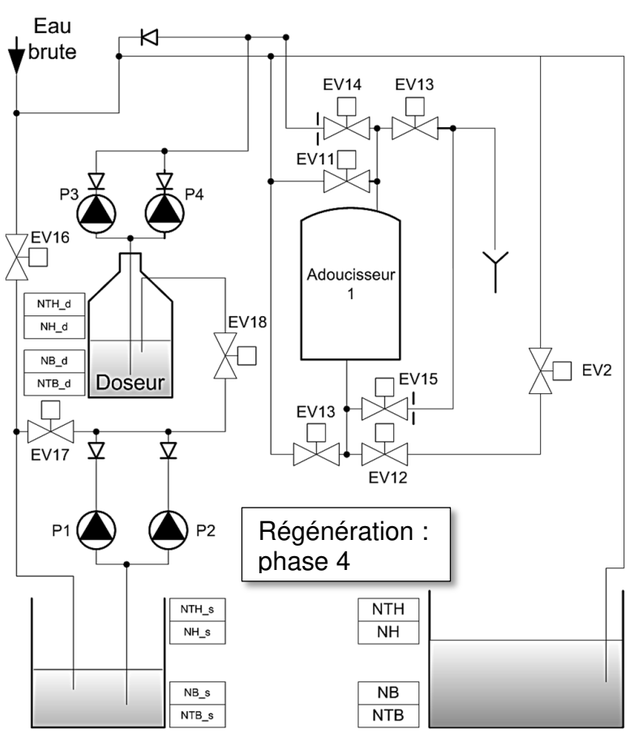
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé



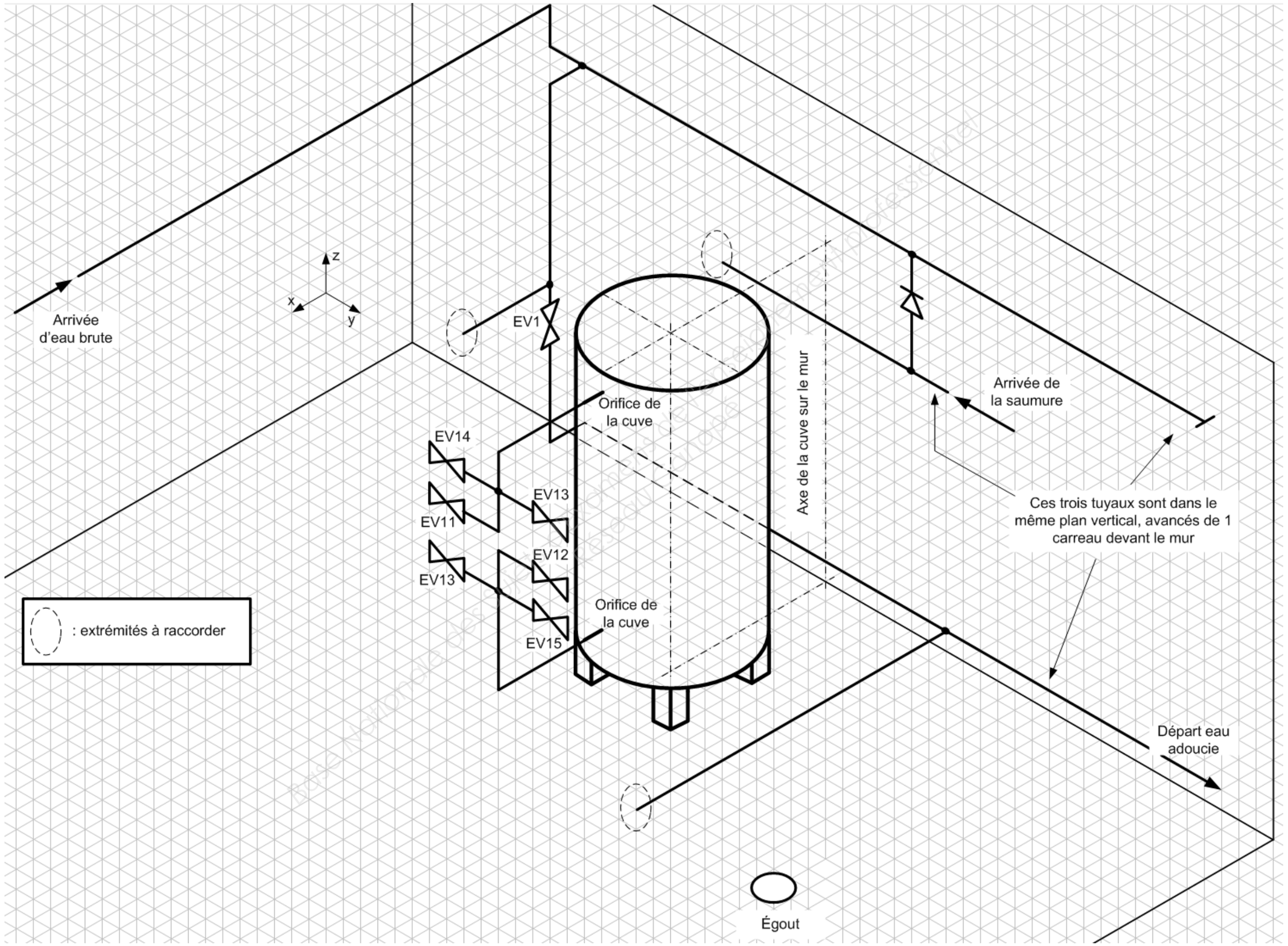








Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé


z
x
y
Arrivée
d'eau brute
EV1
Orifice de
la cuve
EV14
EV13
EV11
EV12
EV13
Orifice de
la cuve
EV15
Axe de la cuve sur le mur
Arrivée de
la saumure
Ces trois tuyaux sont dans le
même plan vertical, avancés de 1
carreau devant le mur
Départ eau
adoucie
: extrémités à raccorder
Égout

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

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

MAINTENANCE DES SYSTÈMES

- **systèmes de production**
- **systèmes énergétiques et fluidiques**
- **systèmes éoliens**

Session 2016

U 41 : Analyse fonctionnelle et structurelle

Durée : 2 heures – Coefficient : 2

DOCUMENTS TECHNIQUES

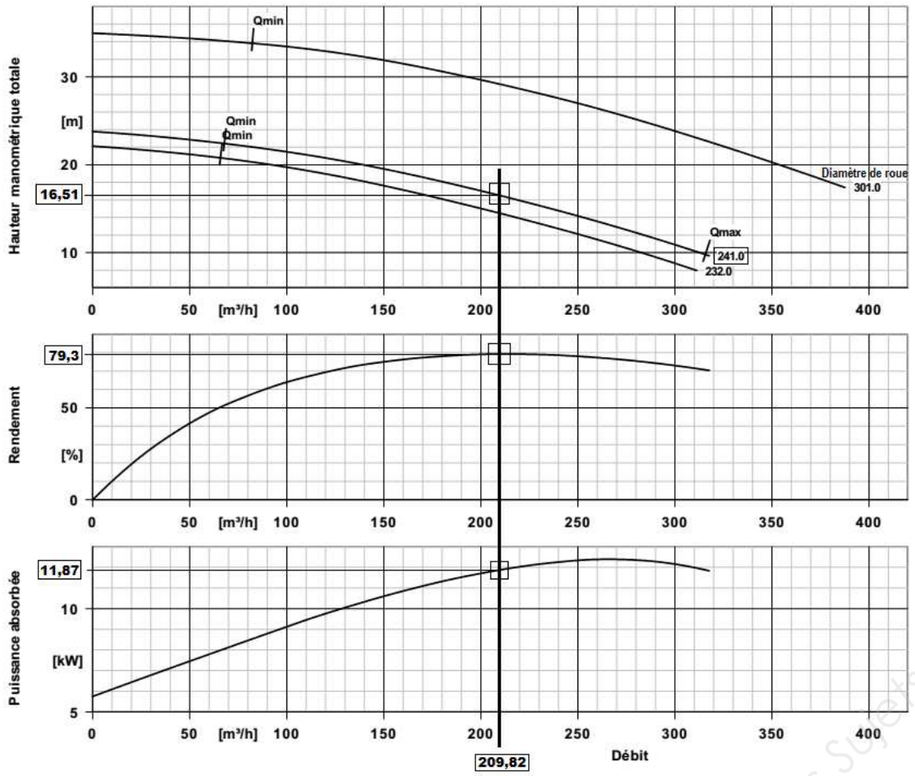
Ce dossier contient les documents DT1 à DT9

CODE ÉPREUVE : MY41AFS		**EXAMEN** **BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**	**SPÉCIALITÉ :** MAINTENANCE DES SYSTÈMES
SESSION : 2016	**SUJET**	**ÉPREUVE : U41 ANALYSE FONCTIONNELLE ET STRUCTURELLE (3 options)**	
Durée : 2h	**Coefficient : 2**	**SUJET N° 01MS16**	**Page 14/19**

Courbe caractéristique hydraulique

KSB

Pompe
Omega 125-290 A GB G F



Caractéristiques de courbe

Vitesse de rotation	1473 rpm
Densité liquide pompé	998 kg/m³
Viscosité	1,00 mm²/s
Débit	209,82 m³/h
Hauteur manométrique totale	16,51 m
Rendement	79,3 %
Puissance max. courbe	12,39 kW
Débit mini pour marche continue stable	67,82 m³/h
Hauteur à débit nul	23,78 m

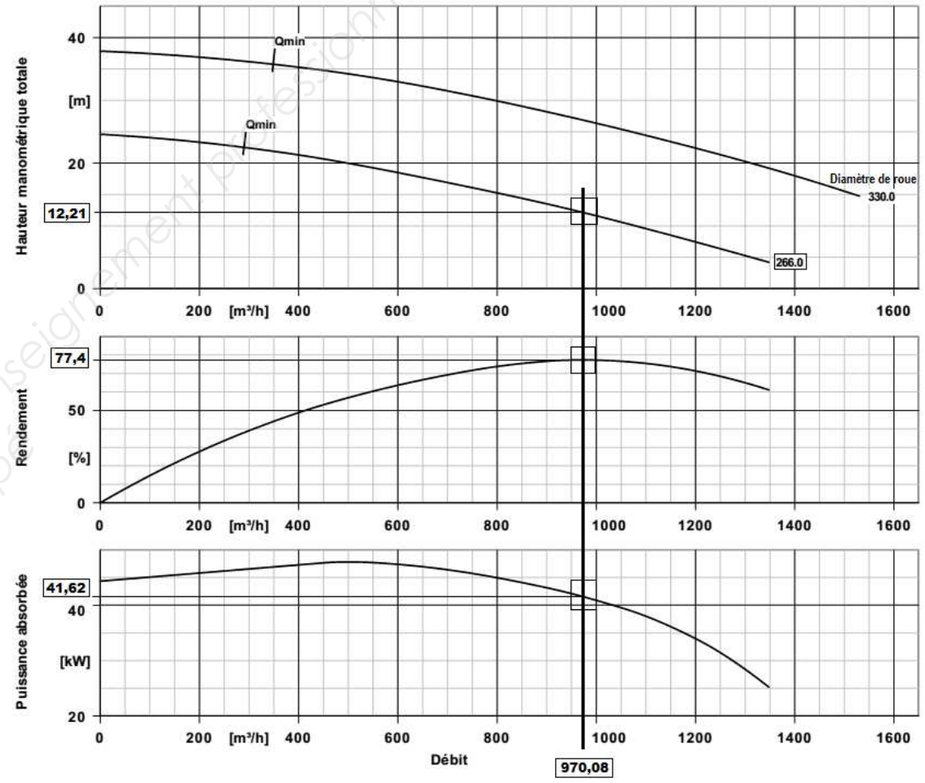
Puissance absorbée	11,87 kW
NPSH requis	2,30 m
NPSH 3%	1,80 m
Numéro de courbe	K42783
Diamètre de roue effectif	241,0 mm
Diamètre de roue minimum	232,0 mm
Diamètre de roue non réduit	301,0 mm
Section de passage	19,0 mm
Norme de réception	tolérances selon ISO 9906 classe 2B

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

Courbe caractéristique hydraulique

KSB

Pompe
Omega 300-300 A GB G F



Caractéristiques de courbe

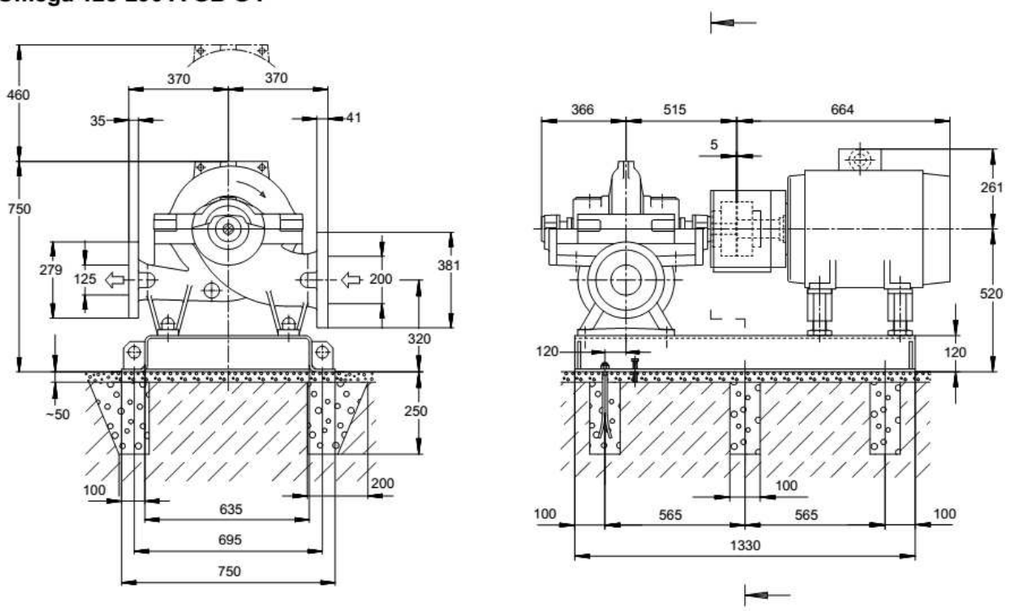
Vitesse de rotation	1485 rpm
Densité liquide pompé	998 kg/m³
Viscosité	1,00 mm²/s
Débit	970,08 m³/h
Hauteur manométrique totale	12,21 m
Rendement	77,4 %
Puissance max. courbe	47,82 kW
Débit mini pour marche continue stable	289,66 m³/h
Hauteur à débit nul	24,61 m

Puissance absorbée	41,62 kW
NPSH requis	6,39 m
NPSH 3%	5,47 m
Numéro de courbe	K42797
Diamètre de roue effectif	266,0 mm
Diamètre de roue minimum	266,0 mm
Diamètre de roue non réduit	330,0 mm
Section de passage	39,0 mm
Norme de réception	tolérances selon ISO 9906 classe 2B

PLAN D'INSTALLATION

KSB

Pompe
Omega 125-290 A GB G F



Le dessin n'est pas à l'échelle *Côtes en mm*

Moteur

Constructeur moteur	KSB-Moteur
Taille moteur	160L
Puissance moteur	15,00 kW
Nombre de pôles	4
Vitesse de rotation	1473 rpm
Fréquence	50 Hz
Tension nominale	400 V
Puissance nominale P2	15,00 kW
Réserve disponible	26,35 %
Courant nominal	30,1 A
Rapport d'intensité de	8,9
Rendement du moteur à 4/4 de charge	92,1 %

Socle

Exécution	Pompe et moteur sur châssis commun (3E) - exécution légère
Taille	OM3E04
Matériau	S235JR
Evacuation des fuites socle (8B)	Rp1, Sans
Boulons d'ancrage	M16x250

Raccordements

Bride d'aspiration (AS) perçage et plan de joint suivant	EN 1092-2 / DN 200 / PN 10 21A / FF
Bride de refoulement (AD) perçage et plan de joint suivant	EN 1092-2 / DN 125 / PN 10 21A / FF

Accouplement

Fabricant d'accouplement	Flender
Type d'accouplement	Eupex N
Taille d'accouplement	125
Douille intermédiaire	0,0 mm

Poids net

Pompe	275 kg
Socle	92 kg
Accouplement	6 kg
Protège-accouplement	3 kg
Moteur	118 kg
Total	494 kg

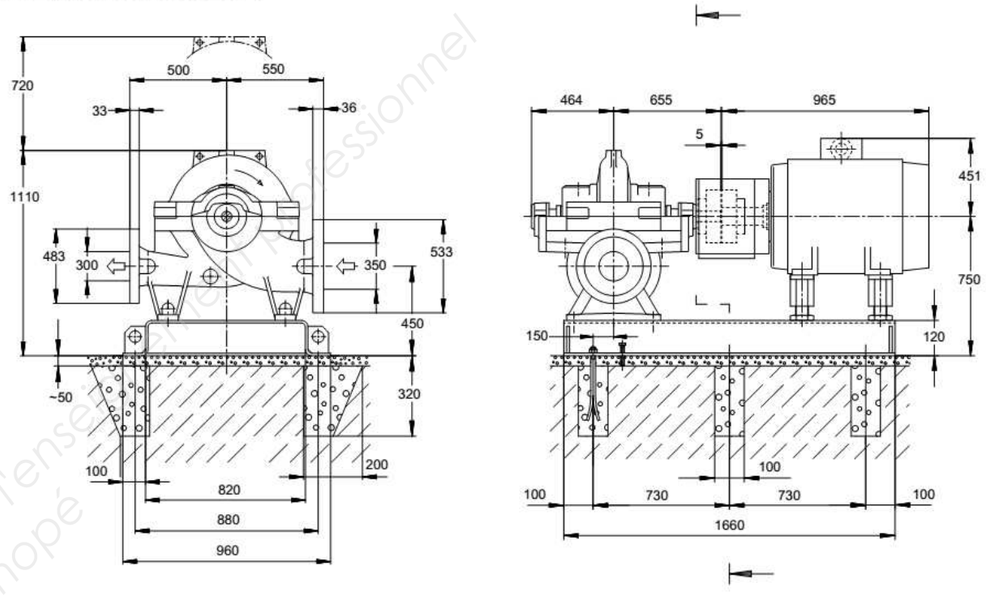
Raccorder les tuyauteries sans contrainte !

Remarques concernant les dimensions : Le plan n'est pas à l'échelle.

PLAN D'INSTALLATION

KSB

Pompe
Omega 300-300 A GB G F



Le dessin n'est pas à l'échelle *Côtes en mm*

Moteur

Constructeur moteur	KSB-Moteur
Taille moteur	250M
Puissance moteur	55,00 kW
Nombre de pôles	4
Vitesse de rotation	1485 rpm
Fréquence	50 Hz
Tension nominale	400 V
Puissance nominale P2	55,00 kW
Réserve disponible	32,14 %
Courant nominal	103,6 A
Rapport d'intensité de	7,9
Rendement du moteur à 4/4 de charge	94,6 %

Socle

Exécution	Pompe et moteur sur châssis commun (3E) - exécution légère
Taille	OM3E07
Matériau	S235JR
Evacuation des fuites socle (8B)	Rp1, Sans
Boulons d'ancrage	M20x320

Raccorder les tuyauteries sans contrainte !

Raccordements

Bride d'aspiration (AS) perçage et plan de joint suivant	EN 1092-2 / DN 350 / PN 10 21A / FF
Bride de refoulement (AD) perçage et plan de joint suivant	EN 1092-2 / DN 300 / PN 10 21A / FF

Accouplement

Fabricant d'accouplement	Flender
Type d'accouplement	Eupex N
Taille d'accouplement	180
Douille intermédiaire	0,0 mm

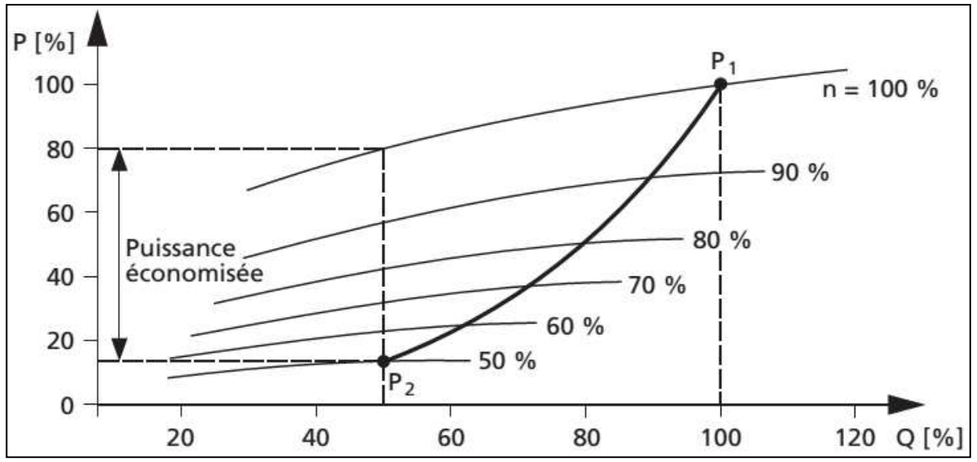
Poids net

Pompe	630 kg
Socle	164 kg
Accouplement	14 kg
Protège-accouplement	7 kg
Moteur	507 kg
Total	1322 kg

Remarques concernant les dimensions :
Le plan n'est pas à l'échelle.

Reproduction interdite des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Pompe centrifuge à régulation de débit par variation de vitesse



Dans l'exemple, ci-dessus, la courbe initiale est celle où n = 100% de la vitesse de la pompe. C'est la courbe de puissance absorbée, représentée sur DT1 pour la pompe oméga 125-290 et DT2 pour la pompe oméga 300-300.

Lorsque l'on modifie la vitesse par un variateur de fréquence, on obtient les courbes de puissance similaires à n = 90% de la vitesse nominale, n = 80% etc.

Le graphique montre qu'il est possible de réduire le débit de 50% du débit nominal, de deux façons différentes :

- *En fermant partiellement les vannes du réseau, le point de fonctionnement glisse sur la courbe n = 100%. La puissance absorbée vaut 80% de la puissance initiale P1.*
- *En réduisant la vitesse proportionnellement au débit, soit à 50%. La puissance absorbée P2, vaut seulement 13% de la puissance initiale P1.*

D'où la puissance économisée cotée sur la figure : 80 – 13 = 67

Phases de fonctionnement de l'eau adoucie

Fonctionnement en production

Le but de la production est de remplir la bâche de refroidissement lorsque le niveau est devenu trop bas suite à l'évaporation. L'eau brute passe dans l'adoucisseur de ***haut en bas***. L'eau adoucie arrive ensuite dans la bâche ou vers les autres circuits nécessitant de l'eau douce. Durant cette phase, la vanne EV16 est fermée.

Fonctionnement en régénération

- **1ère phase : détassage**

Cette opération a pour but premier de détasser la résine et éviter un accroissement régulier de la perte de charge. Elle a comme effet secondaire de débarrasser les couches supérieures du lit de résine des impuretés solides apportées par l'eau dure et qui auraient été retenues par la résine. ***Cela s'effectue avec l'eau brute de bas en haut. L'eau est envoyée ensuite à l'égout.***

- **2ème phase : saumurage**

C'est la phase de régénération proprement dite, puisque c'est au cours de celle-ci que l'on fait passer la saumure sur la résine de ***haut en bas puis est envoyée à l'égout***

Le volume de saumure situé dans le doseur est acheminé vers le lit de résine par la pompe P3 (P4 est ici en secours). Pour obtenir une bonne régénération, le saumurage doit se faire à faible débit (de 8 à 12 l/h par litre de résine en général). On vide le doseur du niveau NH à NB.

- **3ème phase : rinçage lent à l'eau brute**

Opérée également à faible débit, cette phase a pour but de déplacer la saumure sur la totalité du lit de résine et d'éliminer la quasi-totalité de l'excès de sel. L'eau circule de ***haut en bas puis est envoyée à l'égout***. Le débit du rinçage lent est limité par la présence d'un diaphragme.

- **4ème phase : rinçage rapide à l'eau brute**

Cette opération a pour but de chasser les dernières traces de saumure qui persistent dans l'appareil en fin de rinçage lent. Cela s'effectue de ***bas en haut puis l'eau est envoyée à l'égout.***

- **5ème phase : remise en service**

Le système est remis en état de production et le remplissage du doseur s'effectue jusqu'à son NH. Si le niveau bas du bassin de saumure est atteint, la vanne EV16 est activée pour remplir la bâche afin de préparer un nouveau volume de saumure.

Base Nationale des Sujets d'examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Schéma d'installation détaillé de l'adoucissement d'eau

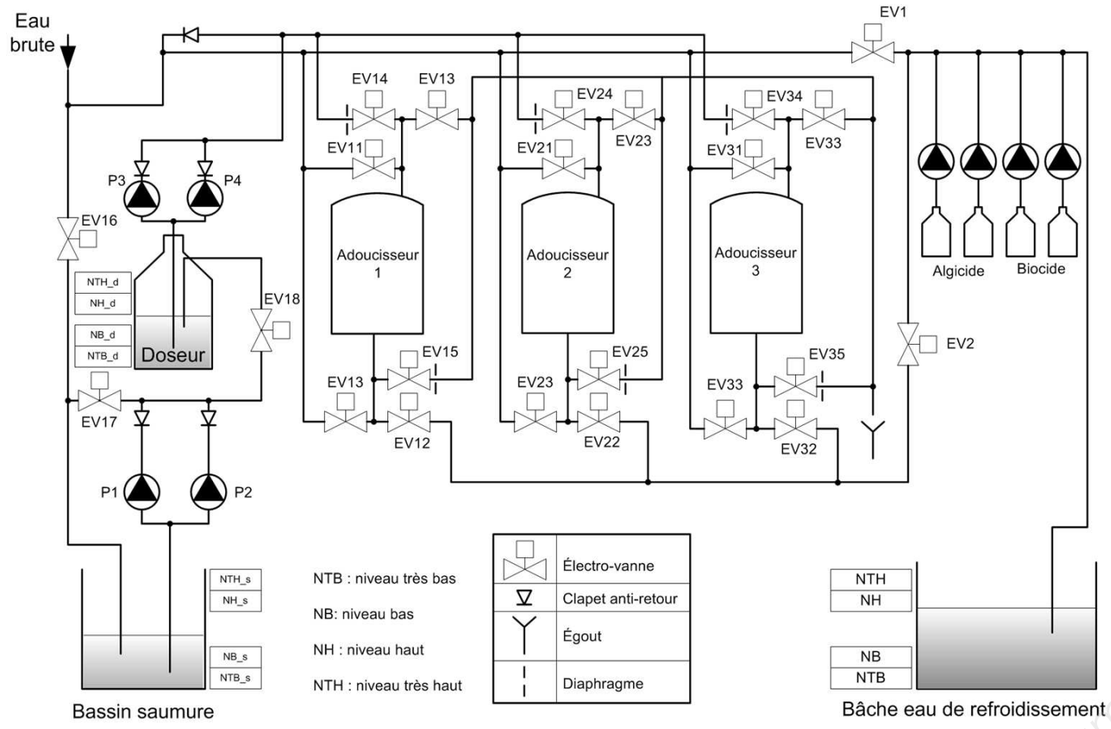
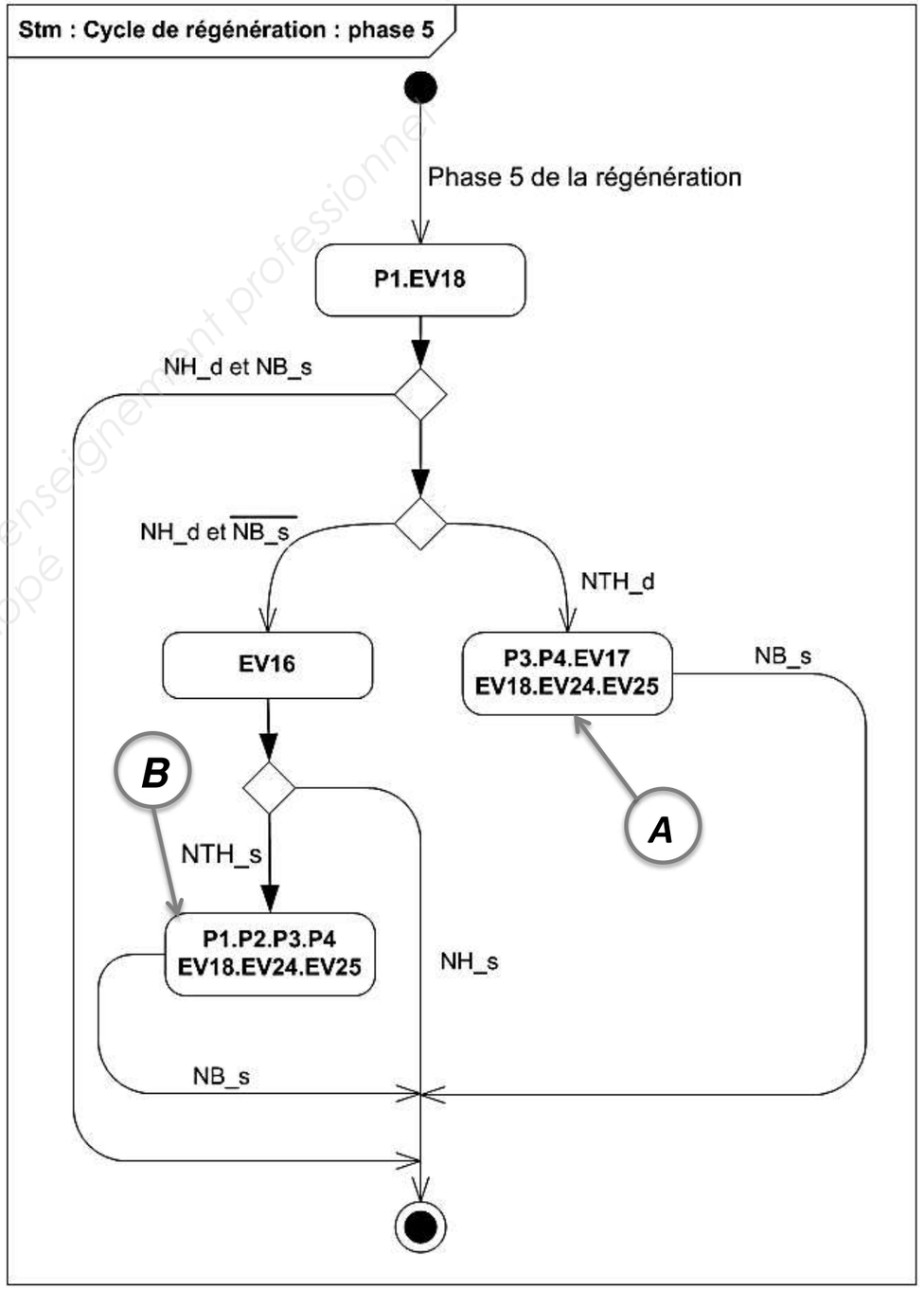
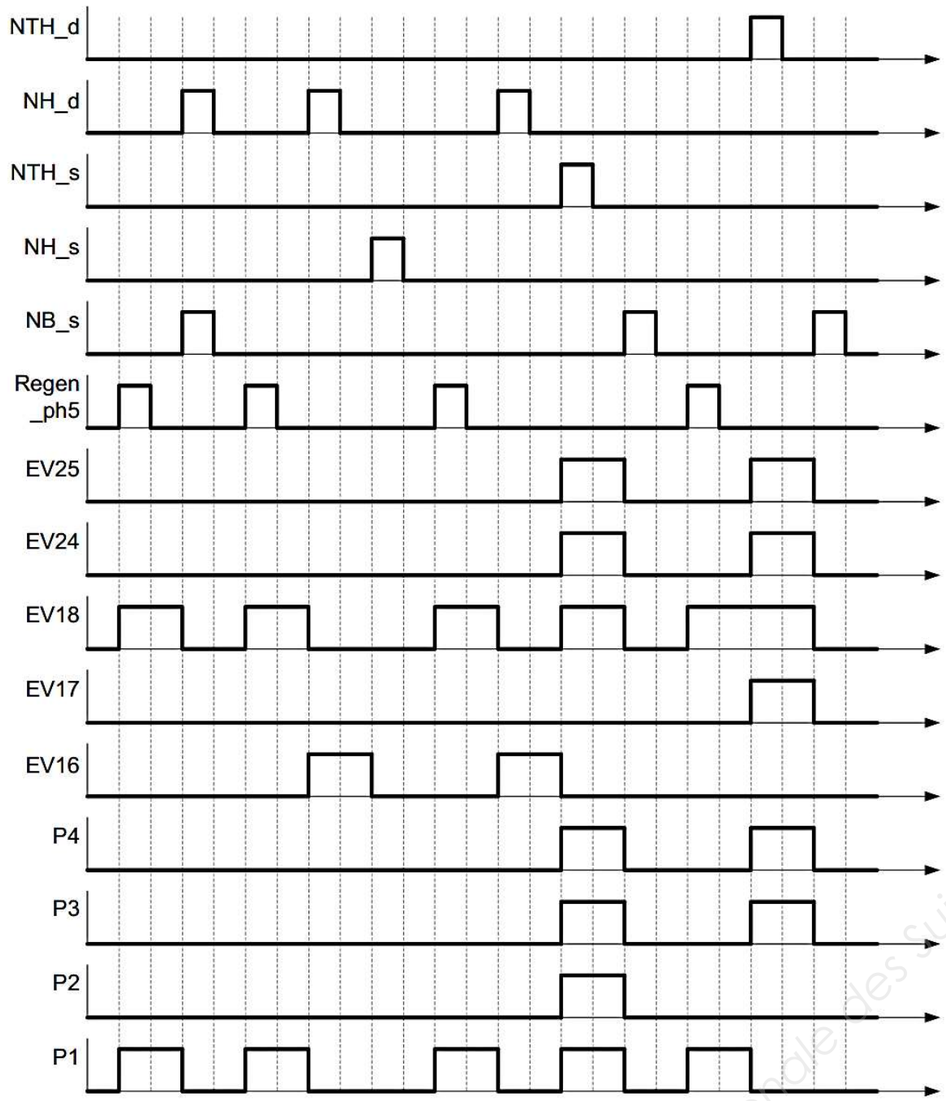


Diagramme d'état du remplissage du doseur et du bassin de saumure



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

Chronogramme du fonctionnement de la phase 5 en régénération



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

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.