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

Session 2018

U 41 : Analyse fonctionnelle et structurelle

Durée : 2 heures – Coefficient : 2

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

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

Le sujet comporte 16 pages numérotées de la façon suivante :

- Dossier de présentation : DP1 à DP6
- Questionnaire : Q1 à Q5
- Documents réponses : DR1 à DR6
- Documents techniques : DT1 à DT4

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.

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

CODE ÉPREUVE : MY41AFS		EXAMEN BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR	SPÉCIALITÉ : MAINTENANCE DES SYSTÈMES
SESSION : 2018	SUJET	ÉPREUVE : U41 ANALYSE FONCTIONNELLE ET STRUCTURELLE (3 options)	
Durée : 2h	Coefficient : 2	SUJET N°17MS17	Page 1

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

MAINTENANCE DES SYSTÈMES

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

Session 2018

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

PRÉSENTATION DE LA SOCIÉTÉ

L'activité principale de la société LIVBAG est la fabrication de générateurs d'airbags. L'entreprise possède 48 lignes d'assemblage automatisées et robotisées. Elle produit 130 000 générateurs de gaz par jour.

Le principe de fonctionnement d'un airbag repose sur le déclenchement d'un initiateur par un signal électrique. Ce dernier va déclencher la combustion de la charge pyrotechnique du générateur de gaz. Le gaz ainsi libéré va gonfler le sac en quelques dizaines de millisecondes.

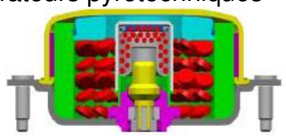
Il existe deux familles de générateurs :

Les générateurs hybrides



Combinaison d'une unité pyrotechnique et d'une chambre contenant des gaz comprimés (400 ou 700 bars).

Les générateurs pyrotechniques



Les gaz libérés sont le produit de la combustion de produits pyrotechniques

Contraintes de fonctionnement

- La ligne de fabrication M5 produit 2300 pièces par équipe, fonctionne 24h sur 24h et 7 jours sur 7.

- Le temps de fabrication d'un générateur est inférieur à 10 secondes.

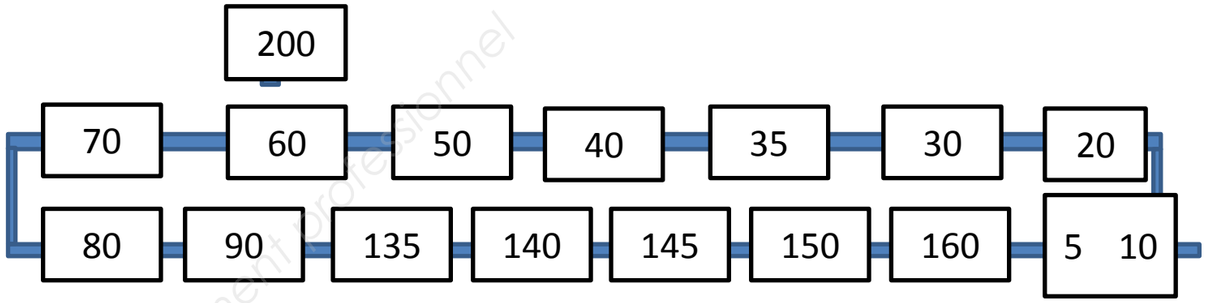
- La température de l'atelier de fabrication est de 19°.

- Les pénalités en cas de retard de livraison sont de 4000 € /heure.

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

STRUCTURE DE LA LIGNE M5

C'est une ligne à convoyeur fermé, les générateurs sont déposés sur des plateaux qui passent de station en station.



STATION 5/10 : Le chargement de la coupelle sur un plateau et le déchargement du générateur assemblé est réalisé par un robot 6 axes

STATION 20 : Dépose de l'allumeur et de la Bague shunt

STATION 30 : Dépose du procédé pyrotechnique et filtre

STATION 35 : Pesée avant remplissage

STATION 40 : Remplissage de la charge pyrotechnique (poudre TGS)

STATION 50 : Dépose mousse et pesée après remplissage

STATION 60 : Dépose du diffuseur sur la coupelle

STATION 70 : Soudure laser, du diffuseur sur la coupelle

STATION 80 : Contrôle de l'étanchéité (détection de fuites importantes)

STATION 90 : Contrôle de vide (contrôle de micro-fuite d'hélium)

STATION 135 : Sertissage des 4 goujons

STATION 140 : Contrôle résistance

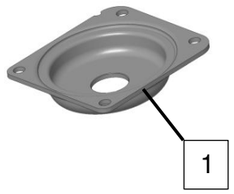
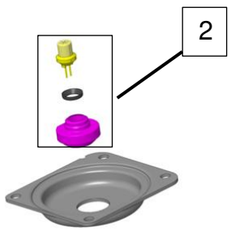
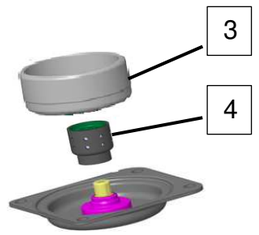
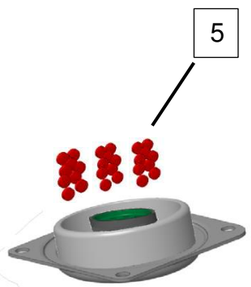
STATION 145 : Contrôle shunt et résistance

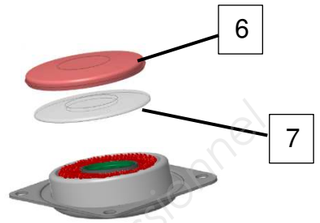
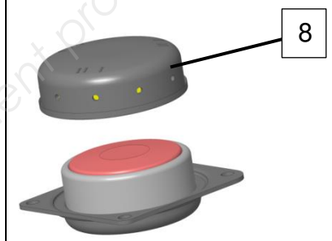
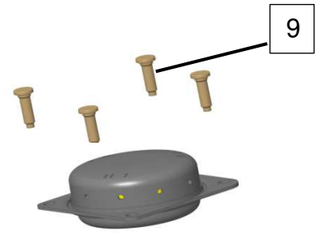
STATION 150 : Contrôle par caméra de la cohérence palette/pièce

STATION 160 : Pose code barre et contrôle

STATION 200 : Collage d'un ruban dans le diffuseur

ETAPES PRINCIPALES DE FABRICATION

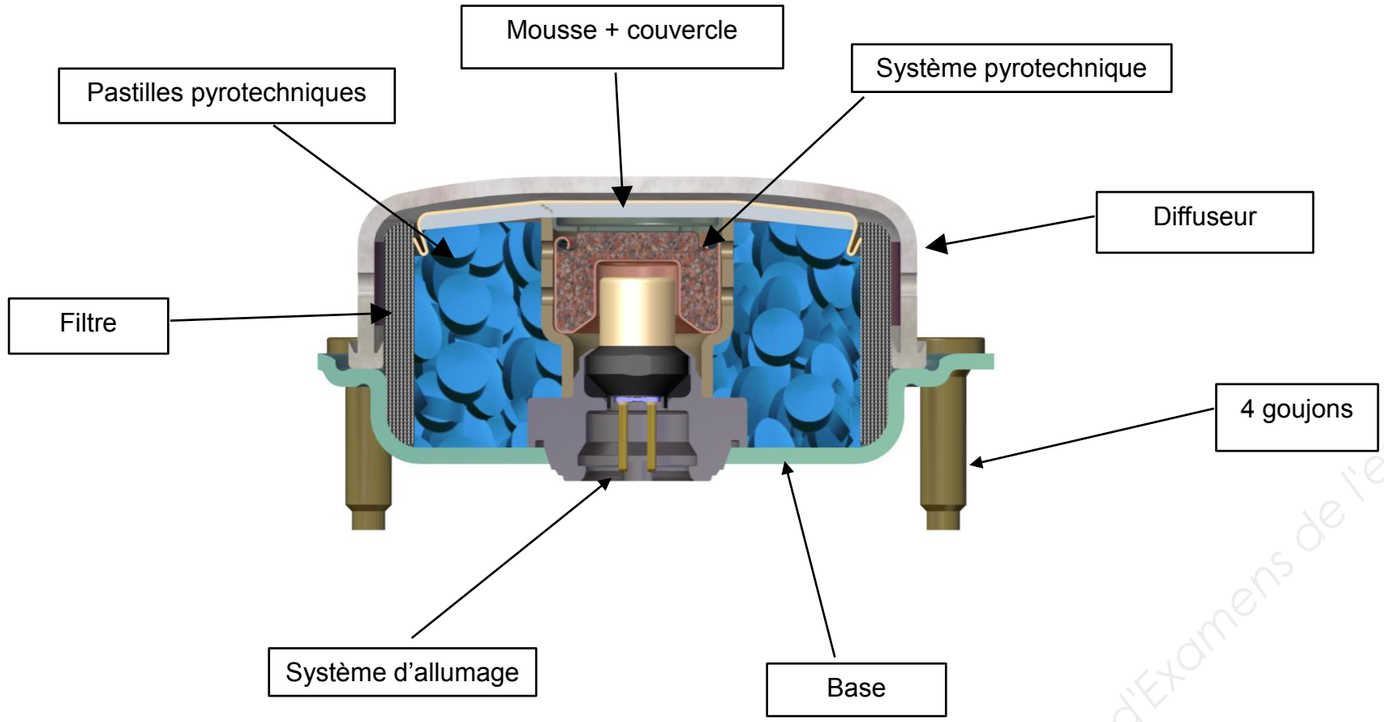
ETAPE 1		Le robot prend la base (1) sur plateau de manutention, contrôle son orientation, colle une étiquette process et dépose celle-ci sur un plateau d'assemblage. Ce plateau se déplace sur un convoyeur de station en station.
ETAPE 2		Insertion du système d'allumage (2) sur la base avec une bague shunt pour ne pas avoir d'allumage du générateur avec de l'électricité statique.
ETAPE 3		Dépose du procédé pyrotechnique (4) et du filtre (3).
ETAPE 4		Pesée du générateur avant le remplissage des pastilles pyrotechniques. Chargement des pastilles pyrotechniques (5). Pesée du générateur après chargement des pastilles.

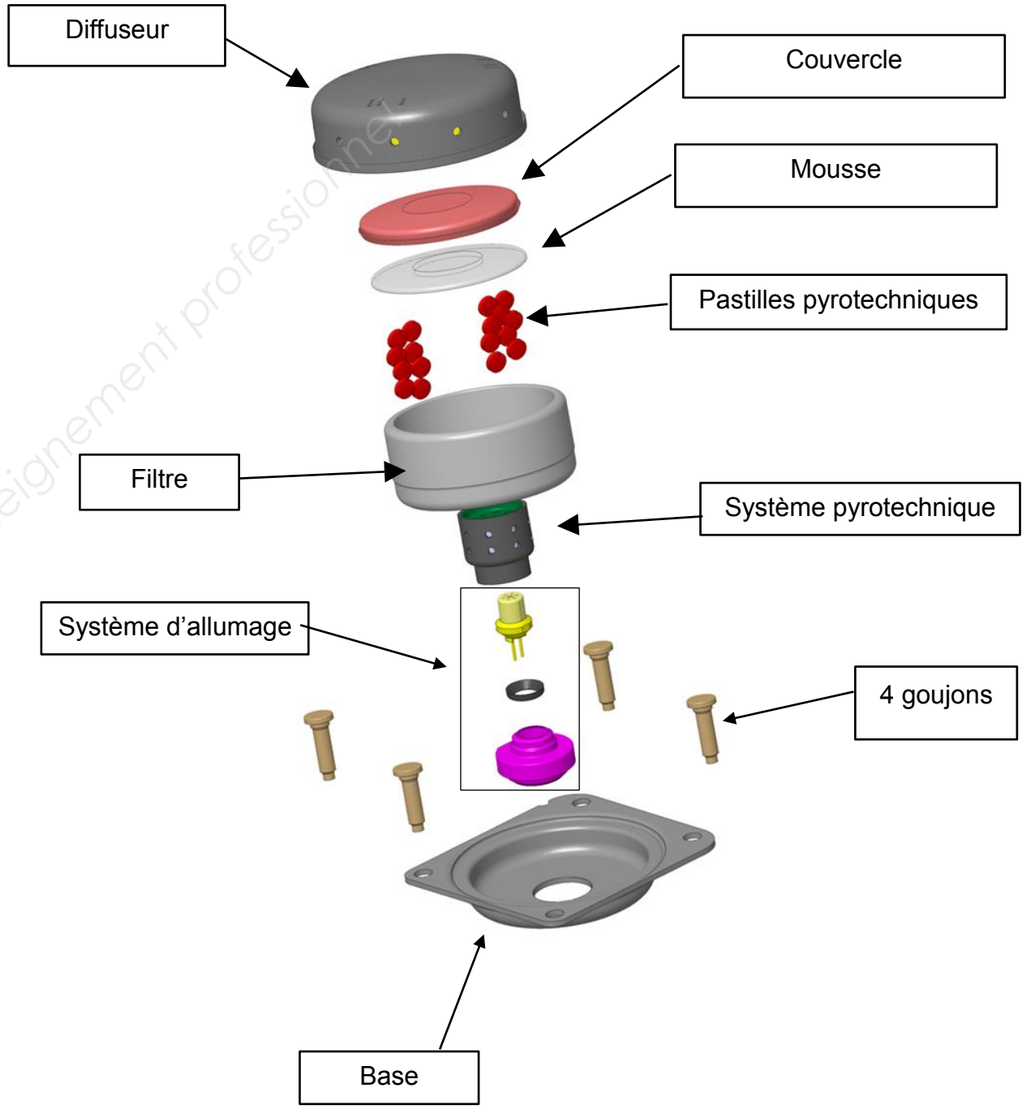
ETAPE 5		Dépose d'une mousse (7) et d'un couvercle (6), pour bloquer les pastilles pyrotechniques dans le générateur.
ETAPE 6		Pose du diffuseur (8) sur la base et injection d'hélium pour contrôler les fuites. Soudure laser du diffuseur sur la base.
ETAPE 7		Insertion des quatre goujons (9), à l'aide d'un multiplicateur de pression.
ETAPE 8		En fin de ligne, collage d'une étiquette code barre pour la traçabilité du générateur et dépôt du générateur dans un plateau appelé layer (couche).

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

Le produit fabriqué est un générateur pyrotechnique pour airbag conducteur.

Vue en coupe





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

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

MAINTENANCE DES SYSTÈMES

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

Session 2018

U 41 : Analyse fonctionnelle et structurelle

Durée : 2 heures – Coefficient : 2

QUESTIONNAIRE

Ce dossier contient les documents Q1 à Q5

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

CODE ÉPREUVE : MY41AFS		**EXAMEN BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**	**SPÉCIALITÉ : MAINTENANCE DES SYSTÈMES**
SESSION : 2018	**SUJET**	**ÉPREUVE : U41 ANALYSE FONCTIONNELLE ET STRUCTURELLE (3 options)**	
Durée : 2h	**Coefficient : 2**	**SUJET N° 17MS17**	**Page 6**

Q1 – Questionnaire

1	**Etude de la disponibilité énergétique**	
		Durée conseillée : 15 min

Problématique de maintenance

Les coûts d'arrêt de production et les pénalités de retard (4000 € par heure), imposent à l'entreprise d'optimiser ses approvisionnements et ses contrôles de flux énergétiques.

On effectue une analyse globale des flux énergétiques et on étudie deux secteurs critiques de manière approfondie :

- Le Roof Top (centrale de traitement d'air située en toiture)
- Tableau général de distribution basse tension (TGBT)

Q.1	Documents à consulter : **DT1**	Répondre sur **DR1**

Analyse globale des flux

En vous aidant du document DT1, compléter le tableau T1 sur le document réponse DR1, en indiquant les énergies entrantes et sortantes, la fonction principale du bloc, sa source et sa destination.

2	**Etude du Roof Top**	
		Durée conseillée : 60 min

La zone de fabrication est chauffée, rafraîchie et ventilée par une centrale de traitement d'air type roof Top. Pour garantir un bon montage des générateurs, la zone doit absolument être maintenue à 19°C. Cet équipement sera positionné sur la toiture de la zone.

2.1	**Etude du Roof Top : Analyse fonctionnelle**	

Q.2.1.1	Documents à consulter : **DT2**	Répondre sur **DR2**

La machine fonctionne en pompe à chaleur air / air réversible associée à un récupérateur rotatif vertical double flux sur la partie air neuf / air extrait :

- Source : air extérieur
- Fluide traité : air intérieur

Différents modes de fonctionnement sont possibles avec cet équipement :

- Pompe à chaleur (chauffage), Climatiseur (rafraîchissement),
- Free Cooling : rafraîchissement gratuit par l'air extérieur, sans échangeur,
- Recyclage.

Déterminer le mode de fonctionnement pour chaque schéma.

Q2 - Questionnaire

2.2	**Etude du Roof Top : Analyse In-situ (pour le site)**	

Le hall traité par le roof top accueille les chaines de production. Pour garantir un produit parfait, il est indispensable que l'air du hall soit maintenu à température constante toute l'année et qu'il n'y ait aucune poussière résiduelle dans l'air.
Contraintes des locaux :

- Maintenir une température de 19 °C toute l'année permettant la mise en œuvre du carbone.
- Lors de la mise en place de l'élément pyrotechnique il y a des risques d'émanation de particule dans l'atmosphère. Il est donc indispensable de limiter cette concentration à des valeurs admissibles.
- Ventiler de façon continue pour homogénéiser l'air du local,
- Apporter de l'air neuf durant les périodes d'occupation par le personnel.
- Occupation des locaux : 24h/24h.

Contraintes du Roof Top modèle EFFI+DX type 333 :

- Eviter le dépôt de carbone sur les moteurs des ventilateurs du caisson de traitement d'air,
- Débit d'air neuf maxi = 50% du débit d'air soufflé.

Q.2.2.1		Répondre sur **DR3**

Justifier la présence de filtres à haute efficacité sur la reprise et l'extraction.

Q.2.2.2		Répondre sur **DR3**

Parmi les modes de fonctionnement possibles du roff top et d'après les contraintes exposées précédemment, quels sont les modes de fonctionnement que l'on peut envisager dans notre cas ?

Q.2.2.3	Documents à consulter : **DT2**	Répondre sur **feuille de copie**

Déterminer le débit maximum de soufflage, le débit maximum d'air neuf.

Q.2.2.4		Répondre sur **DR3**

En considérant que les volets d'air ont une caractéristique linéaire
(% d'ouverture = f(débit)).

Déterminer le pourcentage d'ouverture des volets.

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

2.3	**Etude du Roof Top : performance réseau aéraulique**	

Des mesures ont été faites en sortie de Roof top sur la gaine de soufflage.

Q.2.3.1		Répondre sur **DR4**

Déterminer les caractéristiques moyennes de l'air au soufflage.

Q.2.3.2	Documents à consulter : **DT2**	Répondre sur **DR4**

Déterminer le débit de soufflage total du Roof Top et le comparer avec celui de la documentation constructeur.

2.4	**Etude du Roof Top : Besoins énergétiques**	

Q.2.4.1		Répondre sur **DR4**

Déterminer la puissance moyenne réelle pour chauffer le bâtiment.

Q.2.4.2		Répondre sur **feuille de copie**

Que pensez-vous de la valeur obtenue pour le mois d'octobre ?

2.5	**Etude du Roof Top : Maintenance**	

Durant la période hivernale, il a été constaté une température dans les locaux trop faible pour le confort des utilisateurs.

Le technicien de maintenance a fait des mesures et trouvé les valeurs suivantes :

Température extérieure	0	°C
Température de soufflage (TSr)	23	°C

Q.2.5.1	Documents à consulter : **DT3**	Répondre sur **feuille de copie**

Déterminer la température qu'il aurait dû trouver sachant que le process était à l'arrêt.

Que pensez-vous de cette valeur ?

Q.2.5.2		Répondre sur **feuille de copie**

Définir le processus opératoire et les moyens nécessaires pour vérifier la sonde sachant que c'est une sonde de type QAM 2120.0.40.

Q.2.5.3	Documents à consulter : **DT3 – DT4**	Répondre sur **feuille de copie**

Après quelques investigations sur l'installation, il constate qu'il y a un décalage parallèle de la température de soufflage.

Il en déduit qu'il doit y avoir un problème avec la sonde de température de soufflage.

Il vérifie la résistance de la sonde type (QAM 2120.0.40) et trouve : 1130 Ω.

Déterminer la température correspondante à la résistance mesurée TSth.

Q.2.5.4		Répondre sur **feuille de copie**

Comparer les températures TSr et TSth. Que peut-on en conclure ?

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

3	**Analyse fonctionnelle et structurelle de l'alimentation en énergie électrique**	
		Durée conseillée : 30 min

Etude de l'alimentation électrique HTA / BT

Q.3.1	Document à consulter : **DR5**	Répondre sur **DR5**

Encadrer en rouge les lignes transportant de l'énergie électrique haute tension 20KV et en bleu les lignes transportant de l'énergie électrique Basse tension 400V.

Q.3.2	Document à consulter : **DR5**	Répondre sur **DR6**

Déterminer la fonction et le type des appareils de distribution électrique, en complétant le tableau T2 sur le document DR6.

Q.3.3	Document à consulter : **DR5**	Répondre sur **feuille de copie**

Indiquer le régime du neutre de l'entreprise et sa signification.

Q.3.4	Document à consulter : **DR5**	Répondre sur **feuille de copie**

Indiquer ce qu'il se passe lors d'un premier défaut d'isolement sur la phase 1 de la ligne M5, quels appareils agissent ?

Q.3.5	Document à consulter : **DR5**	Répondre sur **feuille de copie**

Indiquer ce qu'il se passe sur un 2ème défaut d'isolement sur la phase 2 de la ligne M5, quels appareils agissent ?

Q.3.6		Répondre sur **feuille de copie**

Quel est l'intérêt principal du régime IT ?

Q.3.7		Répondre sur **feuille de copie**

Quelle est la contrainte d'un point de vue maintenance ?

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

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

MAINTENANCE DES SYSTÈMES

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

Session 2018

U 41 : Analyse fonctionnelle et structurelle

Durée : 2 heures – Coefficient : 2

DOCUMENTS RÉPONSES

Ce dossier contient les documents DR1 à DR6

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

DR1 – Documents réponses

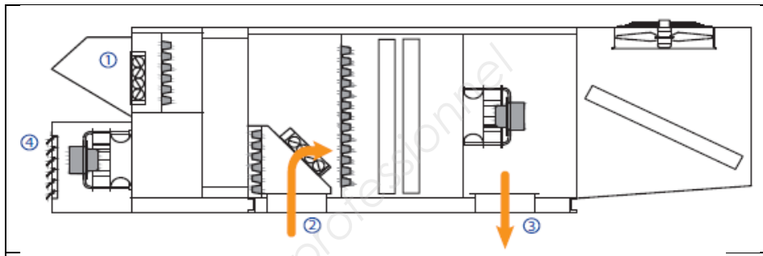
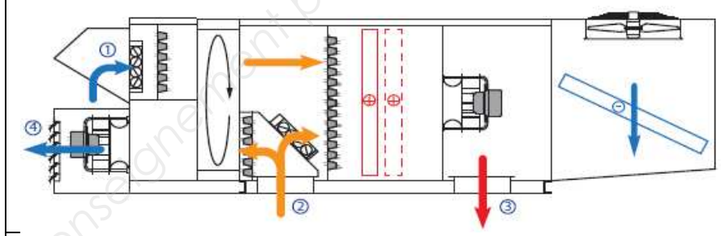
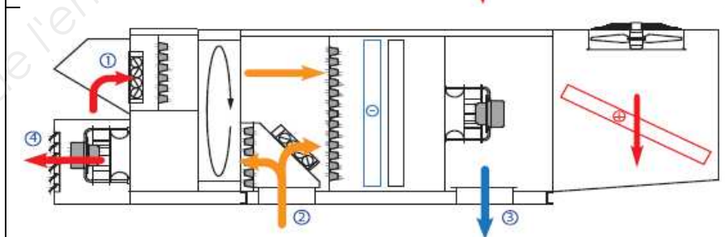
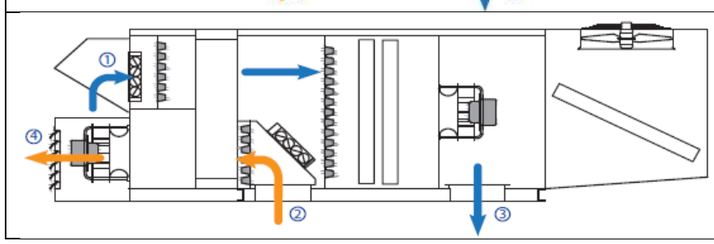
Q1

Tableau T1					
Nom	Energies entrantes (Types, caractéristiques	Energies sortantes	fonction	Source	destination
A1	400V triphasé AC 50HZ	400V triphasé AC 50HZ	TGBT: distribution : commande, protection sectionnement	Transformateur	A2 A3 A4 A6 A7 LIGNES DE FABRICATION
A2					
A3					
A4					
A5					
A6					
A7					

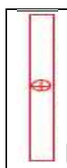
DR2 – Documents réponses

Q2.1.1

Entourer la bonne réponse.

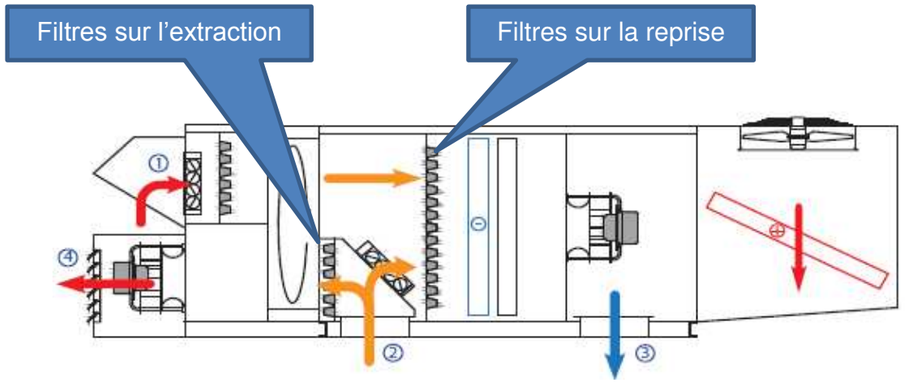
	- chauffage - rafraîchissement - free cooling - recyclage
	- chauffage - rafraîchissement - free cooling - recyclage
	- chauffage - rafraîchissement - free cooling - recyclage
	- chauffage - rafraîchissement - free cooling - recyclage

① Air neuf ② Reprise ③ Soufflage ④ Rejet

 Batterie chaude	 Batterie froide

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

Q2.2.1

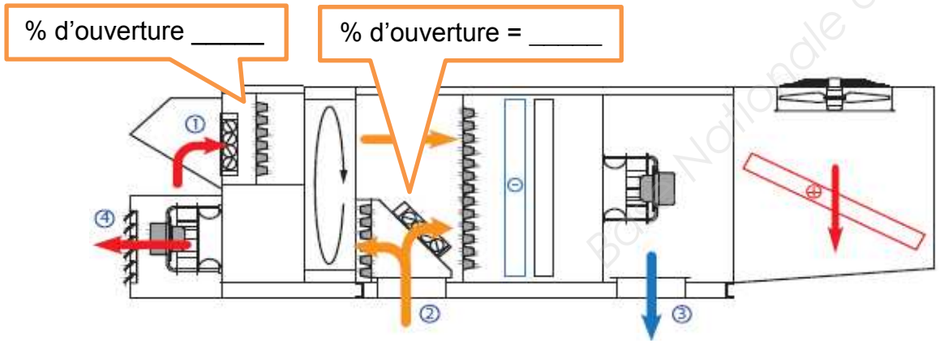


Q2.2.2

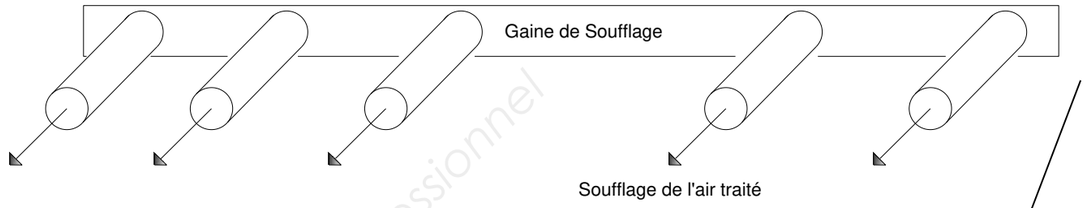
Cocher les cases exactes

Mode	Possible	Impossible
- chauffage		
- rafraichissement		
- free cooling		
- recyclage complet		

Q2.2.4

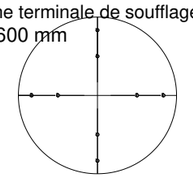


Q2.3.1



Points	Vitesse ($m.s^{-1}$)	Température (°C)	Points	Vitesse ($m.s^{-1}$)	Température (°C)
1	5.4	30	5	5.4	30
2	5.9	31	6	5.9	31
3	6.5	33	7	6.5	33
4	6.2	31	8	6.2	31

8 points de mesures dans une gaine terminale de soufflage Ø=600 mm



Vitesse moyenne=		$m.s^{-1}$
Température moyenne =		°C

Q2.3.2

Débit total mini de soufflage	Débit total de soufflage	Débit total maxi de soufflage
($m^3.h^{-1}$)	($m^3.h^{-1}$)	($m^3.h^{-1}$)

Q2.4.1

Compléter le tableau

Mois	octobre	novembre	décembre	janvier	février	mars	avril
Puissance thermique moyenne apportée par le Process (kW)	50	50	50	50	50	50	50
Déperditions totales de la zone (kW)	19,1	65,8	94,4	98,3	89,7	60,1	36,2
Besoins réels (kW)		15,8	44,4	48,3		10,1	-13,8

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

DR6 – Documents réponses

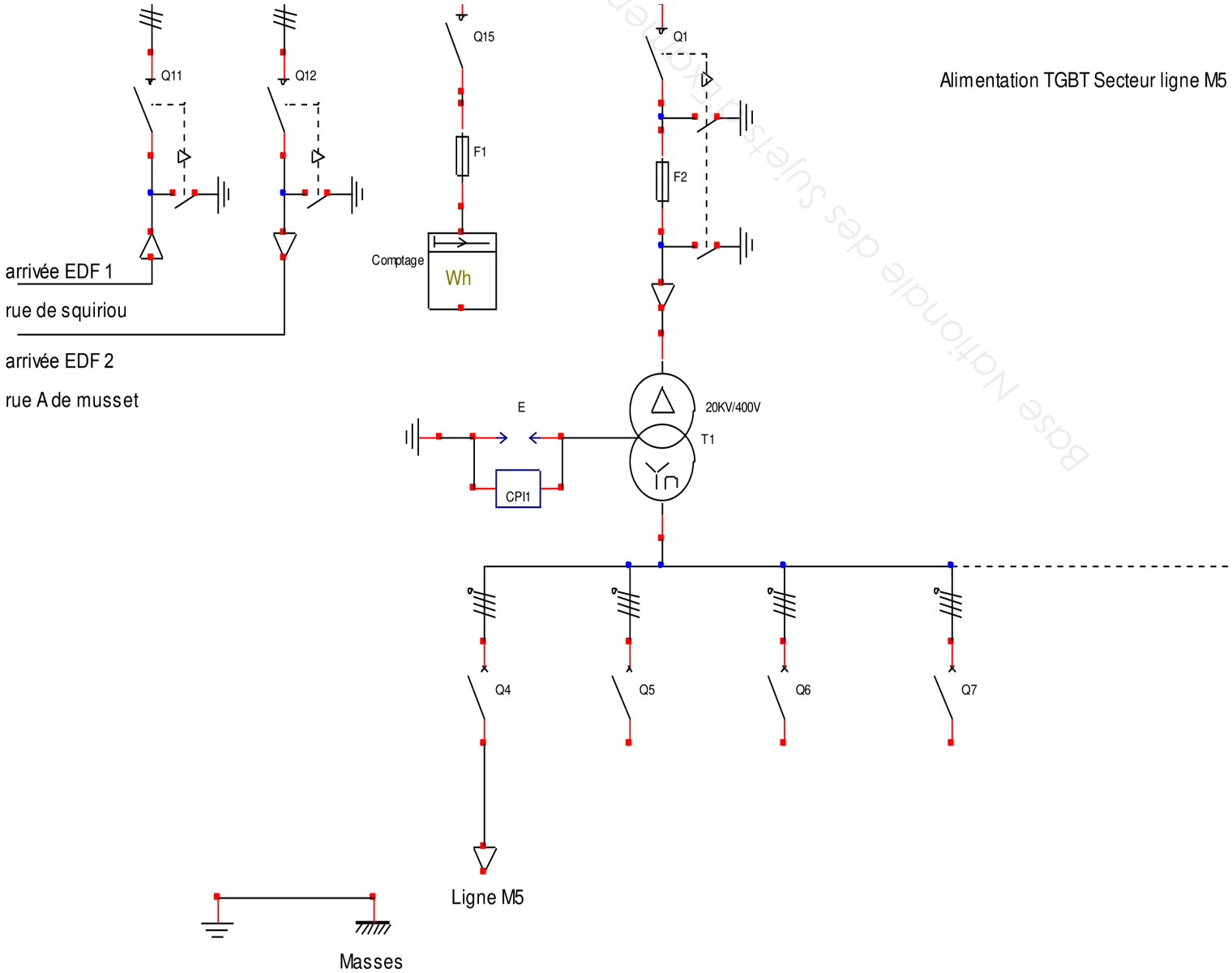
Tableau T2

Nom	Type	Fonction
Q11		
WH		
F2		
T1		
Q4		
CPI1		
E		

Base Nationale des Sujets d'examen professionnel

DR5 – Documents réponses

Alimentation TGBT Secteur ligne M5



BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

MAINTENANCE DES SYSTÈMES

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

Session 2018

U 41 : Analyse fonctionnelle et structurelle

Durée : 2 heures – Coefficient : 2

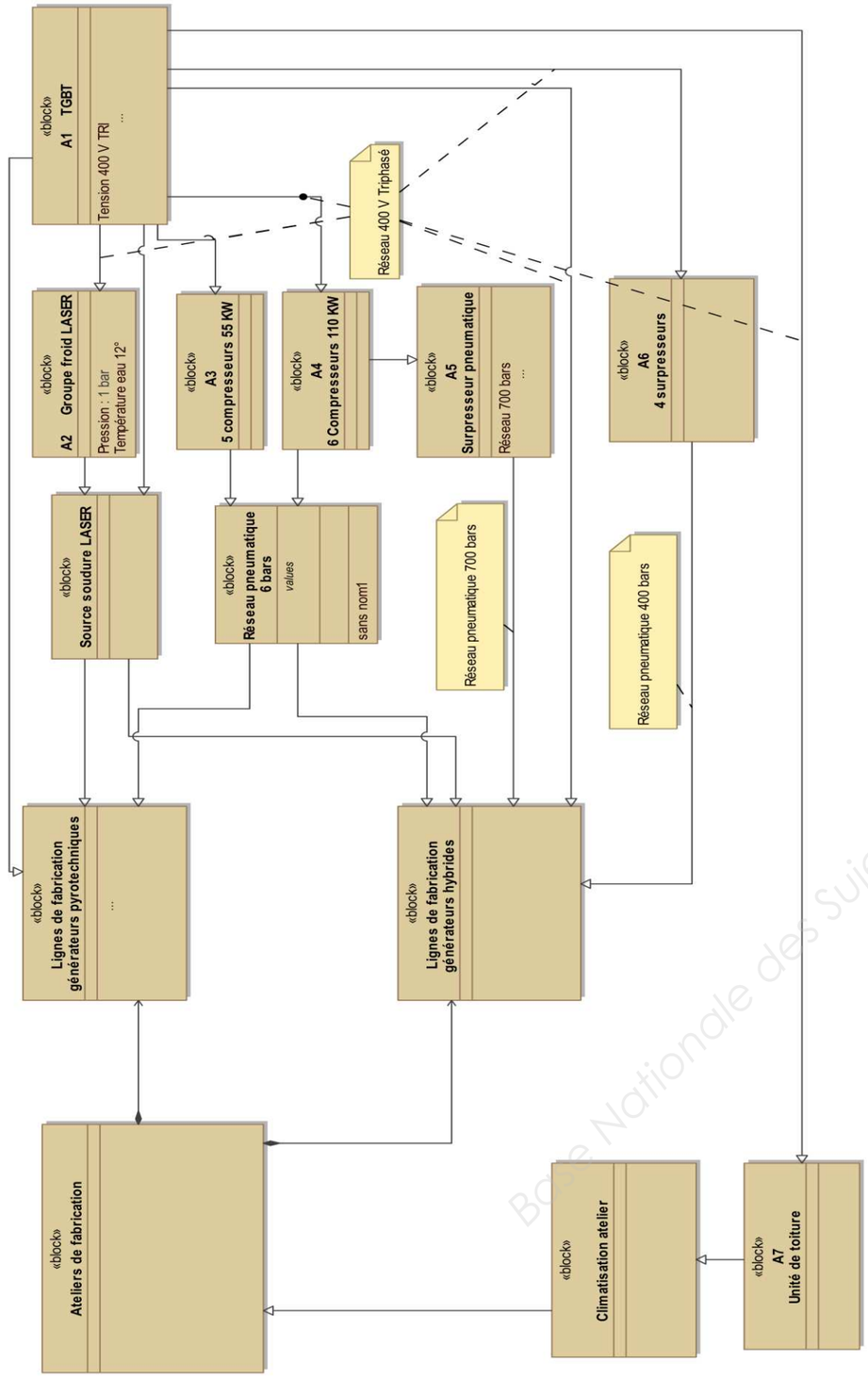
DOCUMENTS TECHNIQUES

Ce dossier contient les documents DT1 à DT4

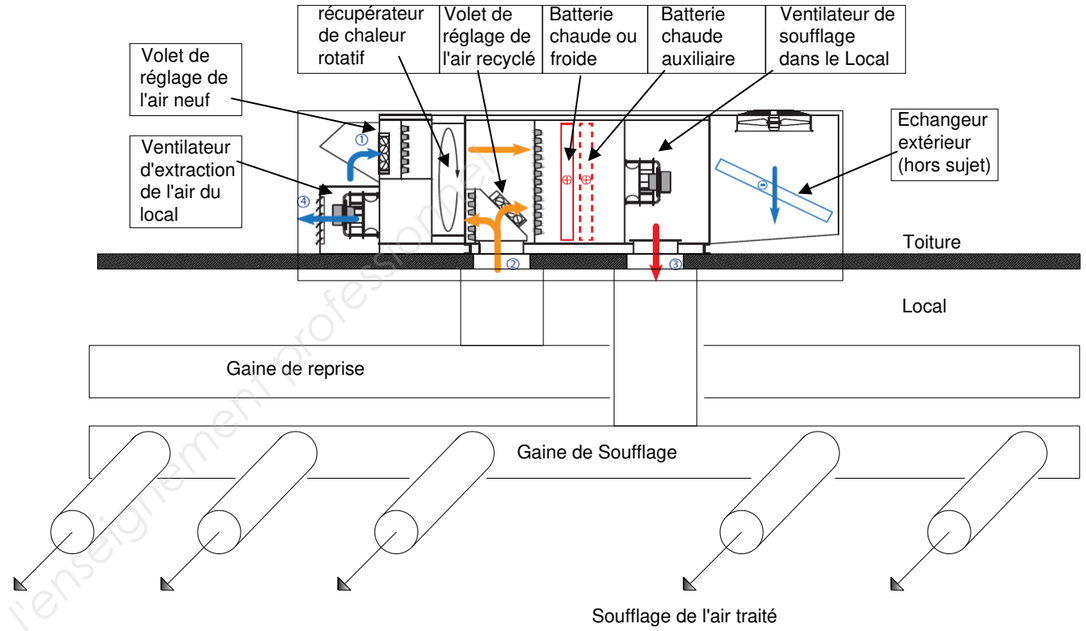
CODE ÉPREUVE : MY41AFS		**EXAMEN BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**	**SPÉCIALITÉ : MAINTENANCE DES SYSTÈMES**
SESSION : 2018	**SUJET**	**ÉPREUVE : U41 ANALYSE FONCTIONNELLE ET STRUCTURELLE (3 options)**	
Durée : 2h	**Coefficient : 2**	**SUJET N° 17MS17**	**Page 14**

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

Vue d'ensemble des systèmes d'apport en énergies des lignes de fabrication LIVBAG



Equipements du Roof Top



Caractéristiques techniques du Roof Top

	DÉSIGNATION	Unité	323	326	330	333
CARACTÉRISTIQUES	Débit d'air nominal	m³/h	23000	26000	30000	33000
	Débit d'air mini	m³/h	18000	22000	27000	27000
	Débit d'air maxi	m³/h	35000	35000	35000	35000
	MODE CLIMATISATION (1)					
	Puissance frigorifique nette	kW	100,2	114,4	131,5	147,3
	Puissance électrique absorbée	kW	33,3	40,7	52,8	63,5
	EER net	kW/ kW	3,01	2,81	2,49	2,32
	Rapport puissance sensible / totale		0,87	0,82	0,80	0,77
	MODE CHAUFFAGE (1)					
	Puissance calorifique nette	kW	104,4	123,6	147,1	167,1
	Puissance électrique absorbée	kW	28,2	34,1	43,1	51,3
	COP net	kW/ kW	3,71	3,63	3,41	3,26
	Étages de puissance		6			

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

Evolution de la température de soufflage en fonction de la température extérieure.

Température extérieure moyenne		-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7
Température de soufflage	Process en fonctionnement	28,0	27,4	26,8	26,2	25,6	25,0	24,4	23,8	23,2	22,6	22,0	21,4
	Process à l'arrêt	32,8	32,2	31,6	31,0	30,4	29,8	29,2	28,6	28,0	27,4	26,8	26,2
Température extérieure moyenne		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Température de soufflage	Process en fonctionnement	20,8	20,2	19,6	19,0	18,4	17,8	17,2	16,6	16,0	15,4	14,8	14,2
	Process à l'arrêt	25,6	25,0	24,4	23,8	23,2	22,6	22,0	21,4	20,8	20,2	19,6	19,0

Caractéristiques de la sonde limite haute de soufflage

Références et désignations

Référence	*Longueur du capillaire*	*Supports de montage joints*	*Elément de mesure*
QAM2110.040	0,4 m	aucun	Pt 100
QAM2112.040	0,4 m	aucun	Pt 1000
QAM2112.200	2,0 m	4 pièces	Pt 1000
QAM2120.040	0,4 m	aucun	LG-Ni 1000
QAM2120.200	2,0 m	4 pièces	LG-Ni 1000
QAM2120.600	6,0 m	6 pièces	LG-Ni 1000
QAM2130.040	0,4 m	aucun	CTN 10k

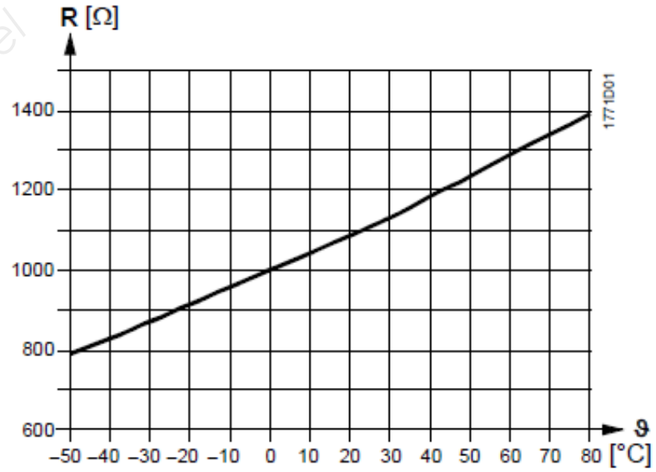
Fonctionnement
La sonde mesure la température de l'air par l'intermédiaire de son élément de mesure.
La valeur ohmique varie en fonction de la température.
Elle peut ensuite être traitée par un régulateur approprié.

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

Eléments de mesure

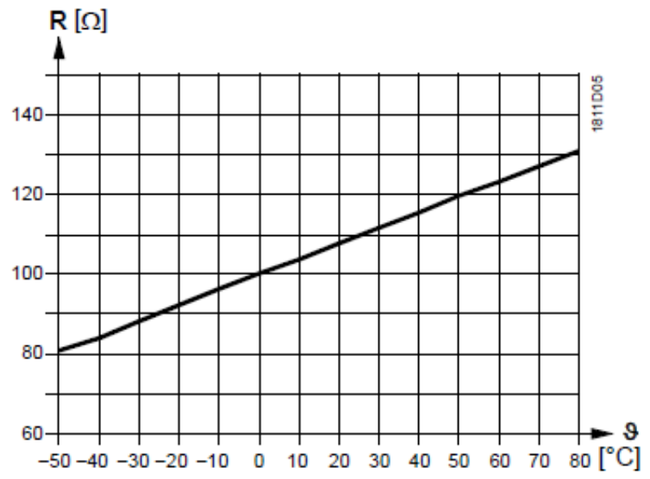
LG-Ni 1000

Caractéristique :



Pt 100 (classe B)

Caractéristique :



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.