

Brevet de technicien supérieur

Fluides Énergies Domotique

Option : Froid et Conditionnement de l'Air

Épreuve E32

Physique et Chimie

Session 2019

Durée : 2 heures

Coefficient : 1

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

Important

Ce sujet comporte, en plus de cette page de garde, 12 pages.
Les documents réponses pages 1 et 2 sont àagrafer avec la copie.

Compresseur CO₂



Le technicien de l'entreprise FREEZ réalise la maintenance des compresseurs de l'installation cascade CO₂/NH₃. Il effectue certaines mesures sur le site et fait réaliser des analyses par un laboratoire extérieur : l'entreprise COLD.

Ces mesures concernent le contrôle de l'état d'usure du compresseur.

Le technicien va d'abord prélever un échantillon d'huile puis l'envoyer au laboratoire d'analyses afin de déterminer le niveau d'usure du compresseur en contrôlant la présence de particules de fer et l'acidité de l'eau.

Il va ensuite vérifier la dérive du glissement qui permet d'identifier une usure des pièces mécaniques puis il contrôlera les organes de sécurité du moteur.

Et enfin il déterminera le volume massique à l'aspiration du compresseur permettant de vérifier l'usure des pistons.

Le sujet comporte quatre parties indépendantes qui peuvent être traitées séparément.

BTS Fluide Énergies Domotique option FCA	sujet	session 2019
épreuve E32 : physique et chimie	durée : 2 heures	coefficient : 1
Code : 19FEPHCA1		Page 1/12

A. Analyse de l'huile pour contrôler l'usure du compresseur

I. Titrage du fer

Le niveau d'usure du compresseur peut être déterminé en contrôlant la quantité d'ions fer II que contient l'huile.

La valeur limite de la concentration en ions fer II est de $0,30 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Le technicien réalise donc un titrage colorimétrique direct des ions fer II dans l'huile par réaction avec du permanganate de potassium KMnO_4 .

Les ions fer II réagissent avec les ions permanganate selon la réaction chimique d'équation :



1. Sur le document réponse 1, légènder le schéma du dispositif expérimental permettant de réaliser le titrage des ions fer II.
2. Proposer la démarche permettant de réaliser ce titrage.
3. En utilisant les résultats du rapport d'analyses de l'annexe 1, calculer la concentration molaire des ions fer II, $[\text{Fe}^{2+}]$ dans le prélèvement.

II. Mesure du pH de l'eau présente dans l'huile

Des traces d'eau sont relevées dans l'huile.
Cette eau est séparée de l'huile puis analysée.

La mesure du *pH* de cette eau permet de déterminer l'acidité.

Le dioxyde de carbone CO_2 se dissout dans l'eau H_2O pour former de l'acide carbonique suivant la réaction d'équation :



1. Donner l'espèce chimique généralement responsable de l'acidité d'une solution aqueuse.
2. Une eau dont le *pH* est inférieur à 7,2 peut engendrer des risques pour le compresseur.
Citer un des risques encourus.
3. Le laboratoire n'indique pas la valeur du *pH* dans son rapport d'analyses.
Déterminer si l'eau analysée peut engendrer un risque dans le compresseur.

BTS Fluide Énergies Domotique option FCA	sujet	session 2019
épreuve E32 : physique et chimie	durée : 2 heures	coefficient : 1
Code : 19FEPHFCA1		Page 2/12

B. Contrôles effectués sur le moteur électrique

Afin de vérifier le bon fonctionnement du moteur, le technicien contrôle le glissement pour vérifier l'usure du moteur. La valeur du glissement doit être inférieure à 3 %.

Le technicien contrôle également les protections du moteur électrique.

L'installation est alimentée par un réseau 400 V 3P+N AC.

Le moteur utilisé comporte 2 pôles, soit 1 paire de pôles.

I. Vérification du glissement

Le technicien a relevé la vitesse de rotation du moteur à l'aide du tachymètre ci-contre.

À partir de l'annexe 2, vérifier que le glissement est conforme à la limite indiquée.



II. Contrôle des sécurités de démarrage

Le système de contrôle des sécurités doit être remplacé par un automate pour assurer une maintenance de premier niveau à distance.

Pour réaliser les réglages nécessaires, le technicien relève les caractéristiques de l'installation.

1. Le technicien doit vérifier le temps de contrôle du démarrage du moteur pour programmer l'automate avant l'indication d'un défaut.

À partir de la documentation du moteur électrique de l'annexe 3, donner les temps de rotor bloqué sous pleine tension pour les deux fonctionnements à froid puis à chaud.

2. Afin de valider la conformité de la protection électrique du moteur, vérifier que le rapport I_0/I_N est inférieur à 7 lorsque le moteur est froid.

BTS Fluide Énergies Domotique option FCA	sujet	session 2019
épreuve E32 : physique et chimie	durée : 2 heures	coefficient : 1
Code : 19FEPHFCA1		Page 3/12

III. Vérification du capteur de position

Pour un bon fonctionnement du compresseur, il faut vérifier le bon alignement de celui-ci avec le moteur électrique.

Cette opération est réalisée par un capteur de position L.P.I. type 2 dont les caractéristiques sont données en annexe 4.

1. Déterminer les grandeurs d'entrée et de sortie du capteur et préciser les plages de mesures des grandeurs d'entrée et de sortie.

2. Protocole de contrôle du capteur L.P.I.

Le technicien installe et raccorde le capteur L.P.I. sur un banc de contrôle étalon équipé d'un système de mesure du déplacement.

Le capteur L.P.I. est raccordé à un ampèremètre étalon.

Le technicien choisit le calibre 0 - 100 mA sur l'ampèremètre.

Il effectue deux mesures :

	Position en mm	Mesure en mA
Mesure 1 : tige rentrée	0	4
Mesure 2 : tige sortie	800	20

Le technicien réinstalle le capteur L.P.I. sur l'installation.

Proposer une analyse critique de ce protocole de contrôle.

BTS Fluide Énergies Domotique option FCA	sujet	session 2019
épreuve E32 : physique et chimie	durée : 2 heures	coefficient : 1
Code : 19FEPHFCA1		Page 4/12

C. Étanchéité des pistons du compresseur

Le technicien analyse le volume massique du fluide à l'aspiration du compresseur et le cycle de fonctionnement pour vérifier la bonne étanchéité des pistons.

On tolère un écart maximum de 8 % entre le volume massique théorique et le volume massique lu sur le diagramme enthalpique.

1. En analysant le document « état CV2 » de l'annexe 5, tracer le cycle frigorifique sur le diagramme enthalpique du document réponse 2.

À l'entrée du détendeur, le fluide est à l'état de liquide saturé.
La détente est considérée isenthalpique.

2. On donne une expression de la loi des gaz parfaits : $P.V. = m.r.T$,

- P est la pression en Pa,
- V est le volume en m^3 ,
- T est la température en K,
- m est la masse en kg,
- r est une constante thermodynamique spécifique : $r = 189 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

2.1. Calculer le volume massique théorique V_m du fluide à l'aspiration du compresseur.

2.2. Comparer ce résultat avec la valeur lue sur les isochores du diagramme enthalpique en déterminant l'écart en pourcentage par rapport au volume théorique.

D. Bilan de conformité

À partir des analyses des trois parties précédentes, rédiger un rapport de conformité de l'installation.

Le rapport portera principalement sur les points suivants :

- concentration en fer ;
- acidité de l'eau ;
- glissement du moteur ;
- capteur ;
- étanchéité des pistons.

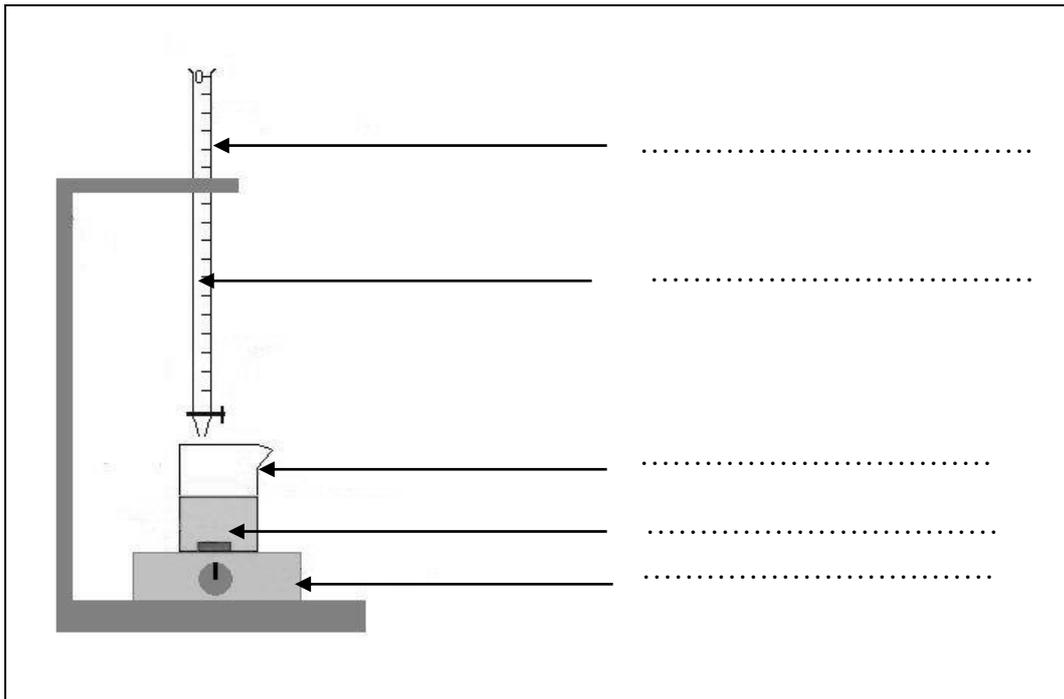
BTS Fluide Énergies Domotique option FCA	sujet	session 2019
épreuve E32 : physique et chimie	durée : 2 heures	coefficient : 1
Code : 19FEPHFCA1		Page 5/12

Document réponse 1
à rendre avec la copie

Dispositif expérimental utilisé pour le titrage des ions fer II

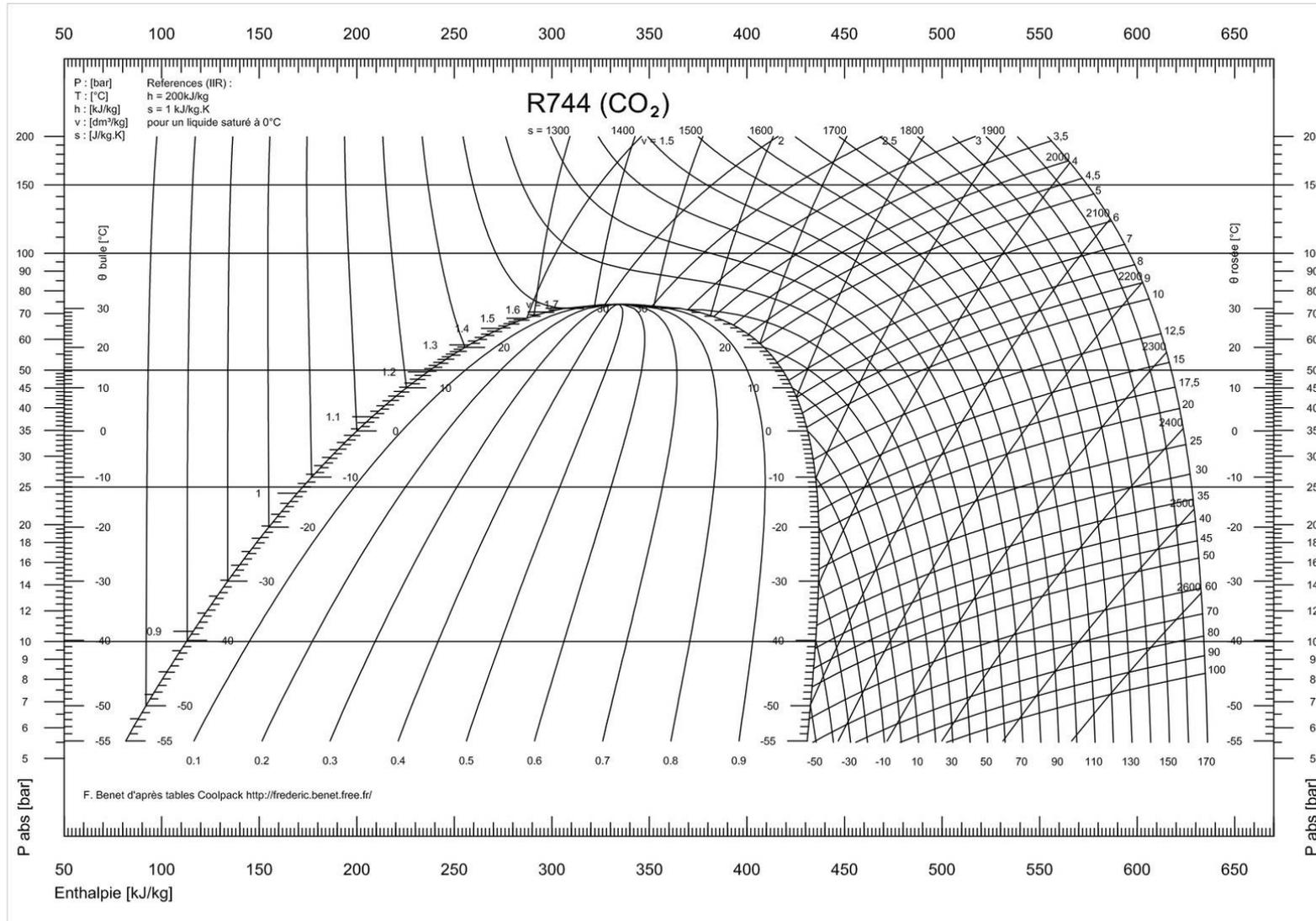
Le matériel à disposition comprend les éléments suivants :

- plaque agitatrice ;
- bécher ;
- burette ;
- solution de permanganate de potassium ;
- huile du compresseur.



BTS Fluide Énergies Domotique option FCA	sujet	session 2019
épreuve E32 : physique et chimie	durée : 2 heures	coefficient : 1
Code : 19FEPHFCA1		Page 6/12

Document réponse 2
à rendre avec la copie



BTS Fluide Énergies Domotique option FCA	sujet	session 2019
épreuve E32 : physique et chimie	durée : 2 heures	coefficient : 1
Code : 19FEPHFCA1	Page 7/12	

ANNEXE 1



25 rue Einstein 98240
 PLANSSAC
 Laboratoire : 09 09 09 09 09
 Commerciale 06 06 06 06 06

Rapport d'analyses

INFORMATION SOCIETE :				
Nom de la société :	FREEZ		adresse :	33 rue salsa
Mail	freez@hmail.com			99144 St LOIX
Tél	05 05 05 05 05			
Nom du chantier :	Installation CO2/NH3		commande n° 12900995	

INFORMATION MATERIEL :				
nom du matériel :	Compresseur à piston		Lubrifiant :	TOTAL lunaria NH46
Référence :	MK4C		réfrigérant :	CO ₂

DIAGNOSTIC GLOBAL :



Information échantillon :			
Identification			120455
date de réception			20/08/2018
date de prélèvement			13/08/2018
nombre d'heure du lubrifiant			5255
vidange (V)/prélèvement (P)			P

Mesures physico-chimiques :		norme	unités	limites	résultat
viscosité à 40 °C		NF-T 60 100	mm ² /s	< 40 / 52 <	47,64
concentration en H ₃ O ⁺		ISO 6618	mol/L	6,31·10 ⁻⁸	1,58·10 ⁻⁸
Valeur limite du pH		ISO 6618		pH = 7,2	
conductivité		NF C 27-221	μS/cm	300 μS/cm	143 μS/cm
Titrage du fer :			unités	valeur	résultat
concentration du permanganate utilisé			mol/L	0,1	
volume échantillon			ml	50	
volume réactif à l'équivalence			ml		15

BTS Fluide Énergies Domotique option FCA	sujet	session 2019
épreuve E32 : physique et chimie	durée : 2 heures	coefficient : 1
Code : 19FEPHFCA1		Page 8/12

ANNEXE 2

Plaque signalétique du moteur

		Mot 3~PLS250MP-T			
		N° 146829MJ001		kg 150	
IP 23 K09 I c l F		40 °C		S 1	
V	Hz	min⁻¹	kW	Cos φ	A
Δ380	50	2950	110	0,88	201
Δ400	50	2955	110	0,86	196
Y690					113
Δ415	50	2970	110	0,82	198
Δ440	50	3560	126	0,88	199
Δ450	50	3595	126	0,86	195
BE	6317C3	040	g	ESSO UNIREX N3	
NDE	6314C3	950	h		
MOTEURS LEROY SOMER					

Glissement : $g = (n_s - n) / n_s$

où n_s est la vitesse de synchronisme en $\text{tr}\cdot\text{min}^{-1}$ et n la vitesse de rotation du moteur en $\text{tr}\cdot\text{min}^{-1}$.

Vitesse de synchronisme du moteur asynchrone à la fréquence constante du réseau électrique français de 50 Hz					
Nombre de paires de pôles	1	2	3	4	5
Vitesse de synchronisme en $\text{tr}\cdot\text{min}^{-1}$	3000	1500	1000	750	500

BTS Fluide Énergies Domotique option FCA	sujet	session 2019
épreuve E32 : physique et chimie	durée : 2 heures	coefficient : 1
Code : 19FEPHFCA1	Page 9/12	

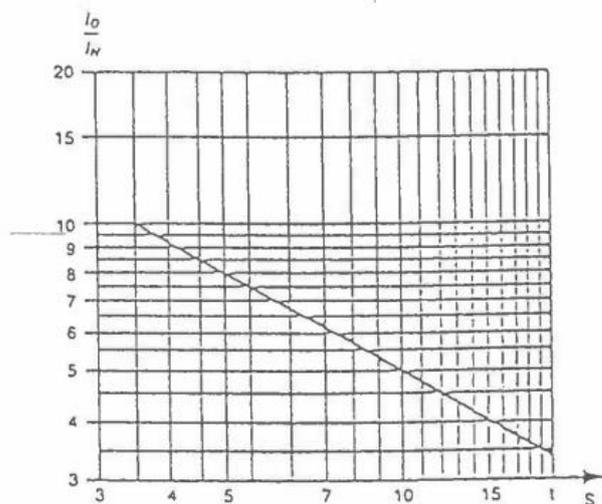
ANNEXE 3

Temps de démarrage et temps rotor bloqué

Les temps de démarrage doivent rester dans les limites ci-dessous à condition que le nombre de démarrages répartis dans l'heure reste inférieur ou égal à 6.

On réalise 3 démarrages successifs à partir de l'état froid de la machine et 2 démarrages consécutifs à partir de l'état chaud.

Temps de démarrage accessible des moteurs en fonction du rapport I_0/I_N pour démarrer en partant de l'état froid.

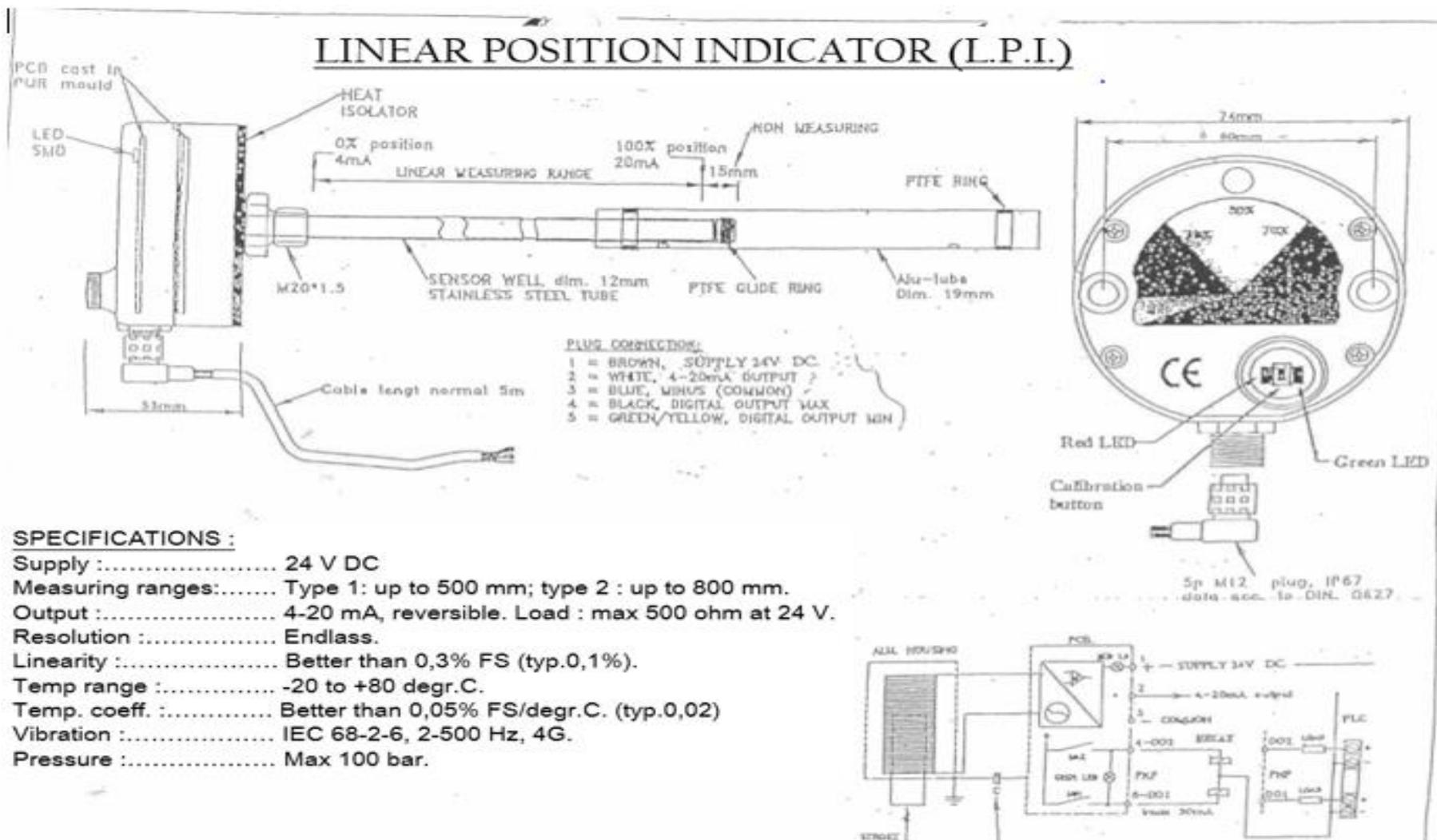


Les temps de rotor bloqué sous pleine tension (en cas par exemple d'incident intervenant sur la ligne de l'arbre) sont donnés à chaud et à froid dans le tableau ci-dessous :

Type	2 pôles		4 pôles		6 pôles		8 pôles	
	1 froid	1 chaud						
	secondes							
PLS 160	6	2	11	3.5	14	6	-	-
PLS 180	8	3	11	3.5	14	6	-	-
PLS 200	8	3	11	3.5	14	6	-	-
PLS 225	8	3	11	3.5	14	6	-	-
PLS 250	9	3	12	4	14	6	-	-
PLS 280	10	3.5	13	4	14	6	-	-
PLS 315	10	3.5	13	4	14	6	14	6
PLS 355	10	3.5	13	4	14	6	15	7
PLS 400	10	3.5	13	4	14	6	15	7

BTS Fluide Énergies Domotique option FCA	sujet	session 2019
épreuve E32 : physique et chimie	durée : 2 heures	coefficient : 1
Code : 19FEPHFCA1	Page 10/12	

ANNEXE 4



BTS Fluide Énergies Domotique option FCA	sujet	session 2019
épreuve E32 : physique et chimie	durée : 2 heures	coefficient : 1
Code : 19FEPHFCA1		Page 11/12

ANNEXE 5

Etat CV2

Pression BP PT1B	10,25 bar
Pression HP PT 30	19,72 bar
T° Aspiration BP TT10A	-26,77 °C
T° Refoulement TT33	59,56 °C



BTS Fluide Énergies Domotique option FCA	sujet	session 2019
épreuve E32 : physique et chimie	durée : 2 heures	coefficient : 1
Code : 19FEPHFCA1		Page 12/12