



**LE RÉSEAU DE CRÉATION  
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES**

**Ce document a été numérisé par le Canopé de l'académie de Bordeaux  
pour la Base nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR  
CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS  
SESSION 2014**

---

**ÉPREUVE E4  
MOTORISATION DES SYSTÈMES**

Durée : 3 heures

---

Aucun document n'est autorisé

Calculatrice autorisée (conformément à la circulaire n°99-186 du 16 novembre 1999)

Le sujet comporte trois dossiers :

- un dossier technique
- un dossier travail
- un dossier réponse

Le dossier réponse est à joindre aux feuilles de copie.

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR  
CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS  
SESSION 2014

---

**ÉPREUVE E4**  
**MOTORISATION DES SYSTÈMES**

DOSSIER TECHNIQUE

---

THÈME :

**Télescope T1M – Pic du Midi**

Ce dossier comporte 15 pages.

CPE4MS

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

## SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>Présentation</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Objectifs de la rénovation</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Documents techniques</b>	
Document - 1	Schéma cinématique du télescope rénové .....	5
Document - 2	Chaîne cinématique pointage .....	6
Document - 3	Catalogue Moteur asynchrone Leroy Somer type LS .....	7
Document - 4	Catalogue Moteur asynchrone Leroy Somer type LSMV.....	7
Document - 5	Présentation des différents modes de fonctionnement.....	8
Document - 6	Choix du mode de commande pour fonctionnement à vitesse variable.....	8
Document - 7	Essais variateur+moteur – caractéristique mécanique .....	9
Document - 8	Choix du moteur asynchrone et des options pour fonctionnement à vitesse variable ..	10
Document - 9	Choix du variateur unidrive pour un réseau triphasé 400V-50Hz .....	11
Document - 10	Réglages de base du variateur unidrive .....	11
Document - 11	Codeurs rotatifs Osidence XCC.....	12
Document - 12	Codeurs rotatifs Baumer .....	13
Document - 13	Sonde de température et d'hygrométrie Prosensor .....	15

## 1 PRÉSENTATION

Le télescope T1M est installé sur l'observatoire du Pic du Midi de Bigorre dans le département des Hautes-Pyrénées. L'observatoire est situé à 2877 mètres au dessus du niveau de la mer, au centre de la chaîne pyrénéenne, largement au dessus des sommets proches (le sommet à proximité le plus haut est à 2400 m), à 0,09° de longitude Est et à 34,04° de latitude Nord.

Cette situation exceptionnelle a permis depuis plus d'un siècle aux astronomes d'y étudier la Lune (l'observatoire a participé à la préparation des missions Apollo pour la NASA), le Soleil, les planètes, les étoiles et les galaxies, les physiciens y analysent l'atmosphère (gaz à effet de serre et ozone) et une antenne de Télédiffusion de France (TDF) permet d'émettre les signaux TV et radio pour une large région Sud Ouest.

Le télescope T1M est actuellement destiné à l'étude des planètes du système solaire. Des chercheurs se relaient tout au long de l'année pour observer, de nuit exclusivement, les étoiles, les comètes et les constellations.

Le télescope d'observation est supporté par une table équatoriale, voir figure 1 page 2/15. Le plan de la table est parallèle au plan de l'équateur afin que son axe de rotation appelé « ascension » soit parallèle à l'axe de rotation terrestre (axe Nord Sud).

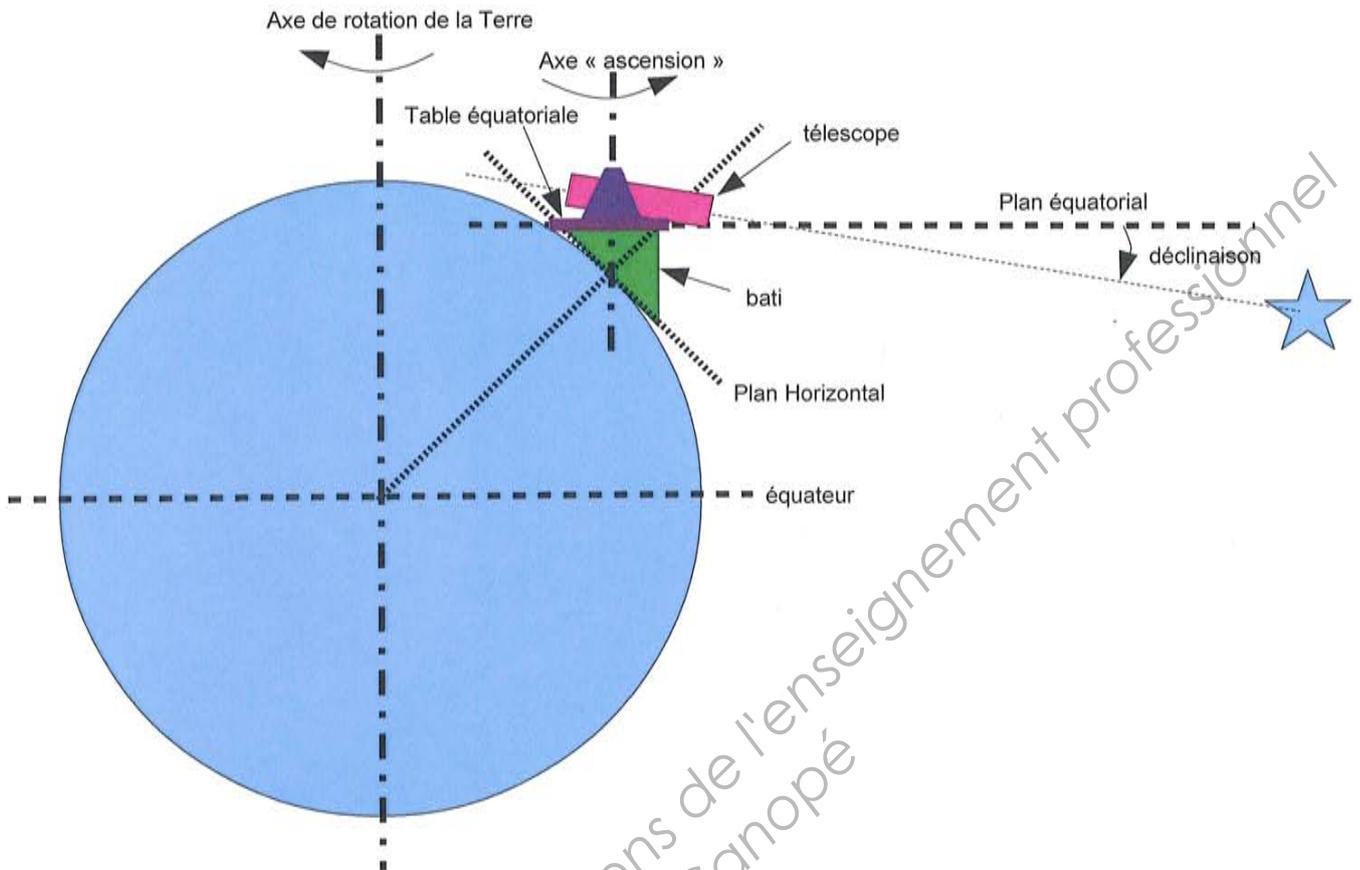


Figure 1 : principe d'une table équatoriale

Le télescope a deux axes de rotation :

- L'axe « ascension » permet :
  - en début d'observation, d'amener le télescope à la position voulue (pointage à grande vitesse) ;
  - au cours de l'observation, de compenser la rotation de la Terre et donc d'observer en permanence l'étoile (suivi à petite vitesse).
- Le second axe « déclinaison » permet de régler l'altitude de l'étoile. Cette altitude évolue dans l'année à cause des mouvements des planètes (y compris la Terre) mais ne change pas lors d'une observation nocturne.

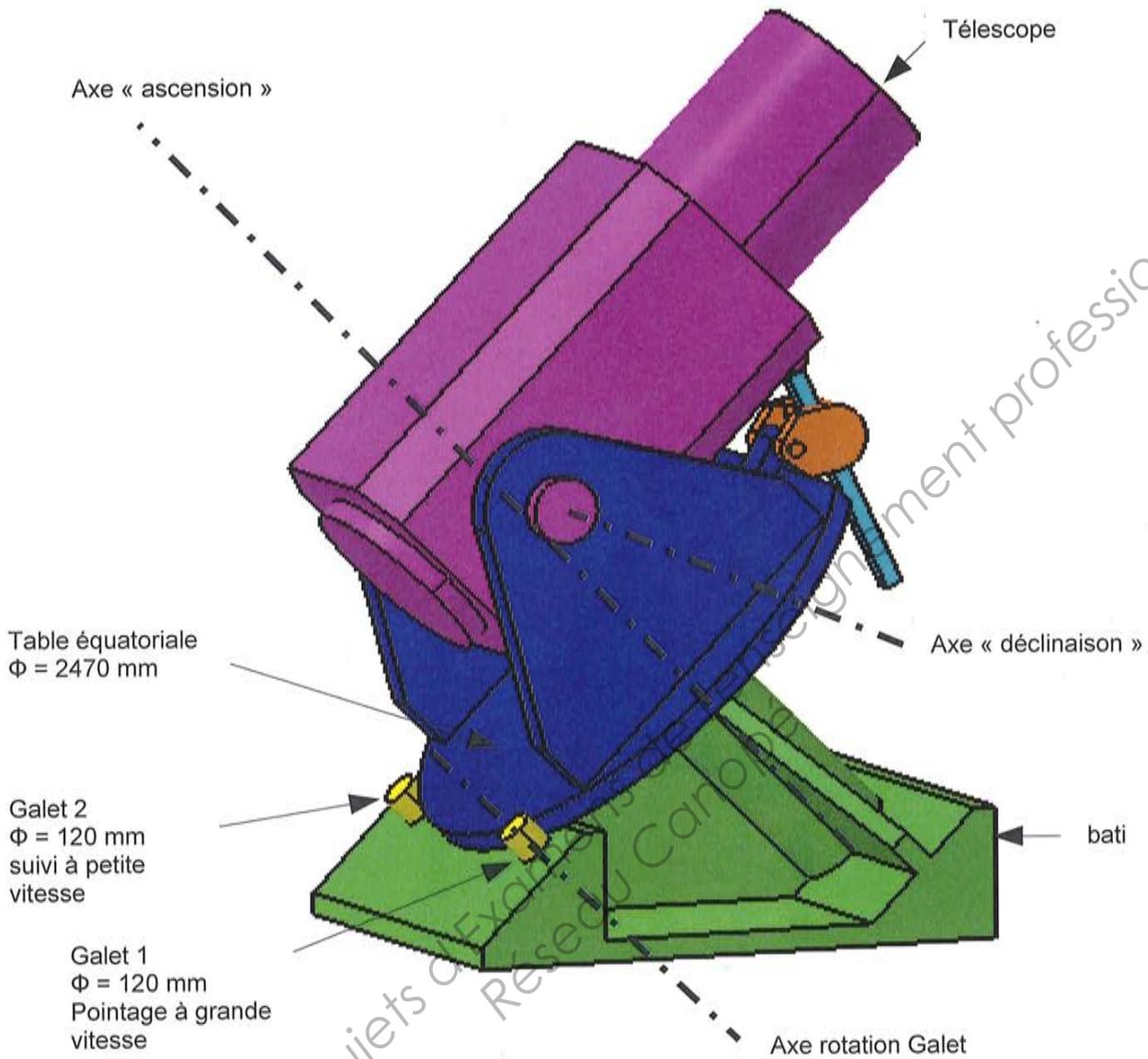


Figure 2 : schéma du télescope sur sa table équatoriale

La motorisation de l'axe « ascension » est actuellement réalisée par :

- un moteur asynchrone en alimentation directe pour le pointage à grande vitesse en début d'observation ;
- un moteur pas à pas pour le suivi à petite vitesse au cours de l'observation (compensation de la rotation de la Terre).

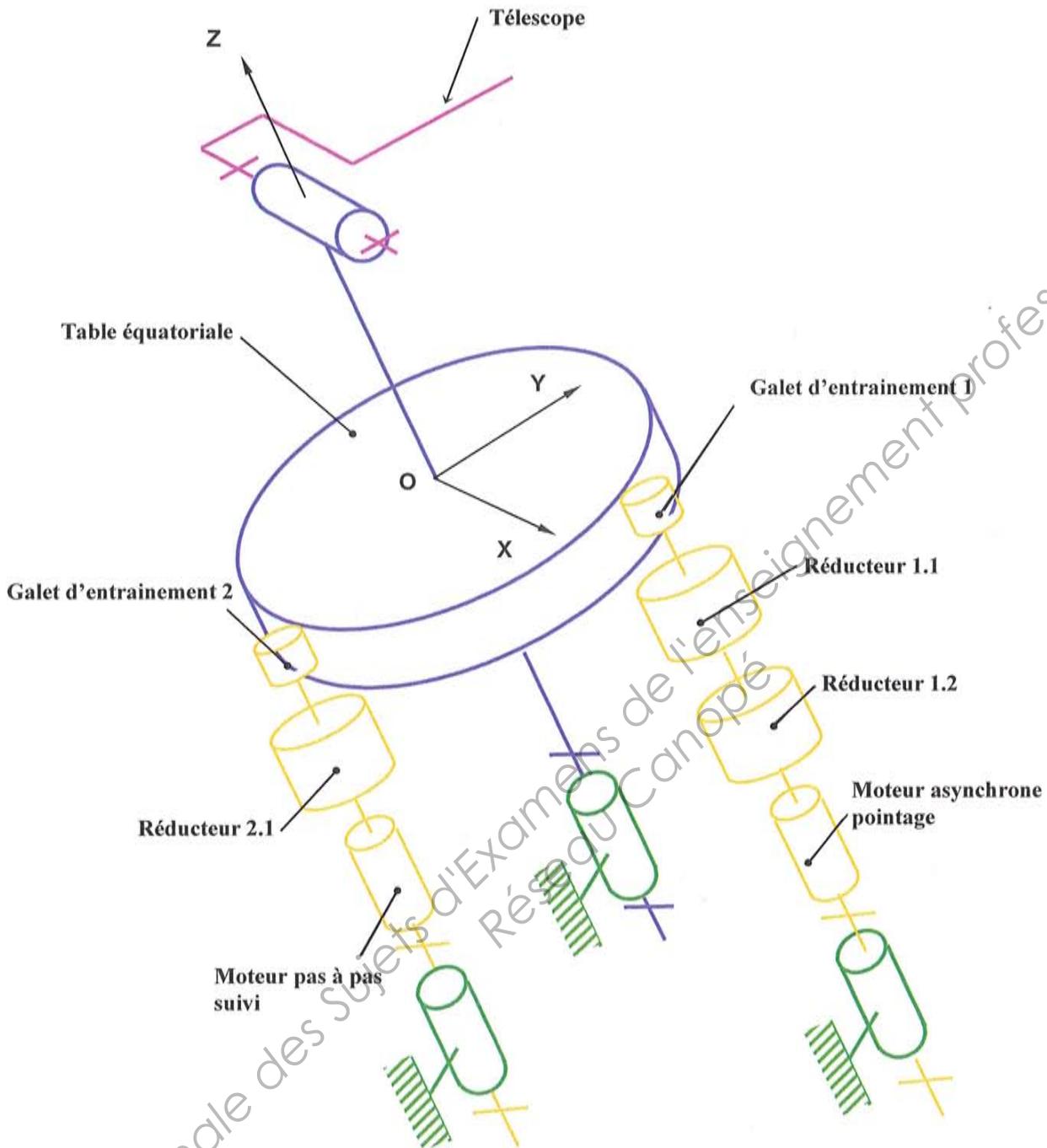
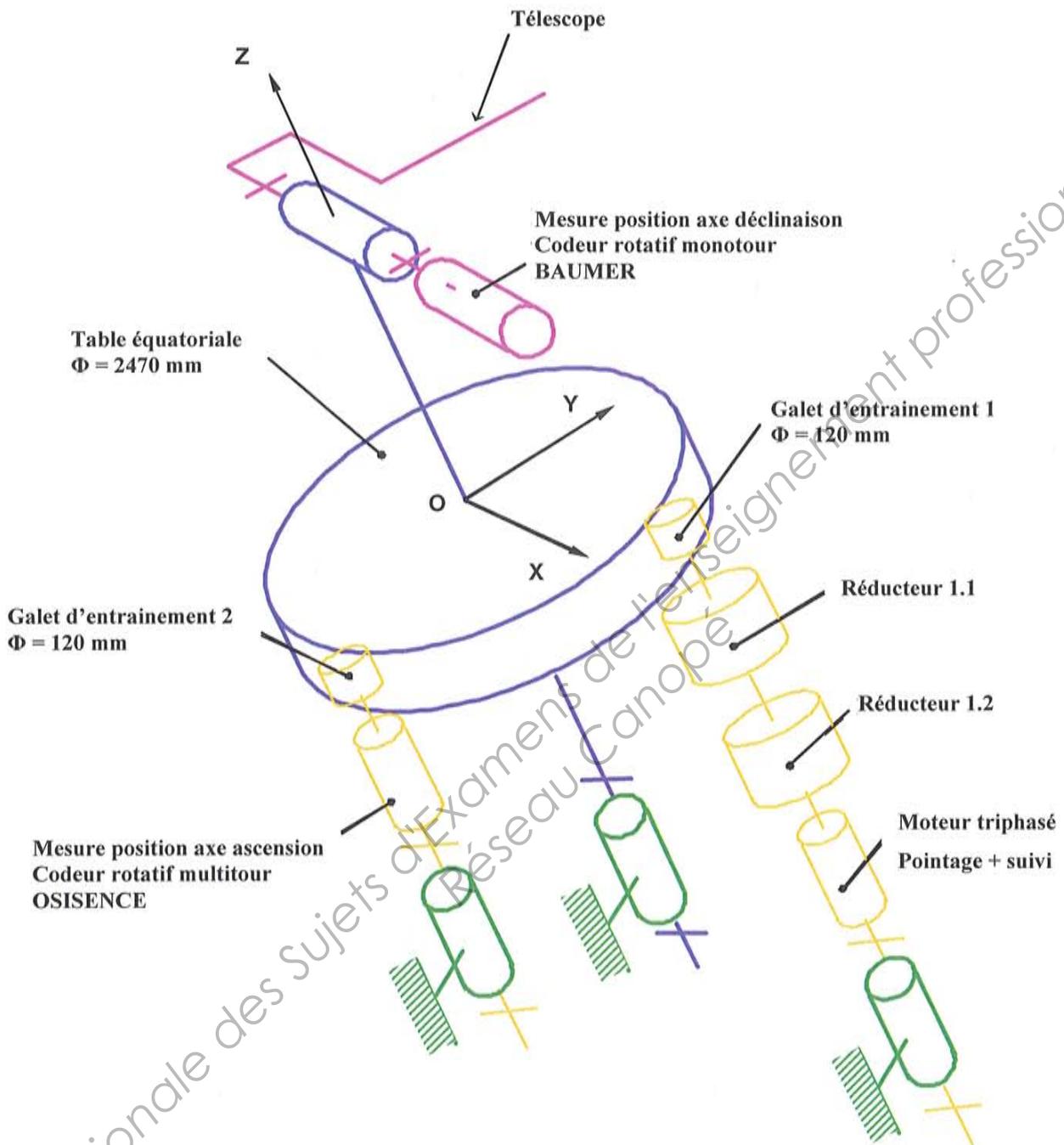


Figure 3 : schéma cinématique du télescope actuel

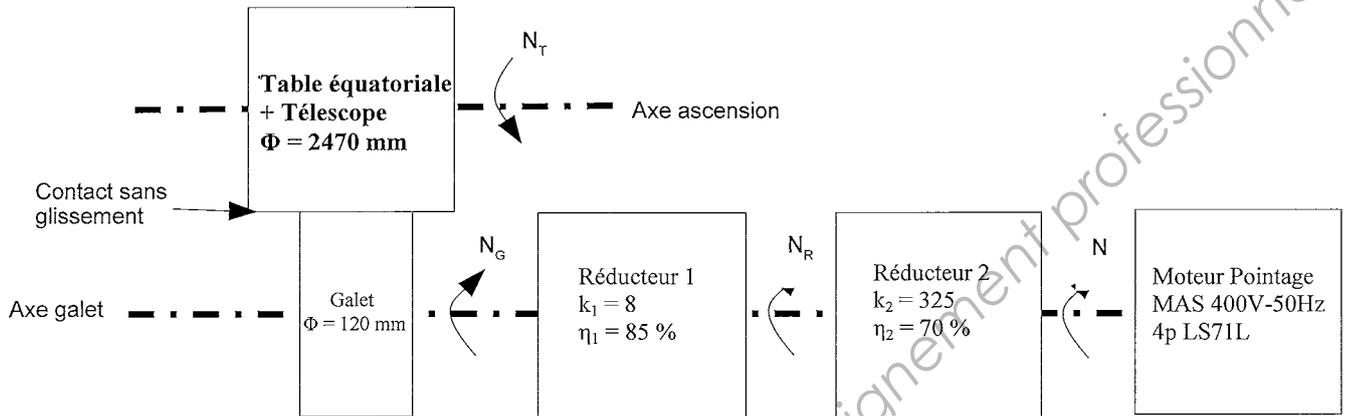
## 2 OBJECTIFS DE LA RÉNOVATION

Le projet consiste à automatiser les mouvements du télescope afin de pouvoir mener les observations, donc diriger le télescope, à distance. Cela se traduit, entre autres, par l'utilisation d'un moteur unique alimenté par un variateur de vitesse pour le pointage et le suivi sur l'axe « ascension » (partie 1), la mise en place de capteurs de position afin de connaître la direction pointée (ascension et déclinaison), de température et d'hygrométrie au niveau du miroir principal du télescope (partie 2).

DOCUMENT - 1 SCHÉMA CINÉMATIQUE DU TÉLESCOPE RÉNOVÉ



## DOCUMENT - 2 CHAÎNE CINÉMATIQUE POINTAGE



Le contact entre les galets et la table équatoriale se fait sans glissement.

Le rapport de réduction  $k$  des réducteurs est défini comme étant le rapport de la plus grande vitesse sur la plus petite.

Le rendement  $\eta$  des réducteurs est défini comme étant le rapport entre la puissance à fournir côté partie opérative et la puissance fournie côté moteur.

DOCUMENT - 3 CATALOGUE MOTEUR ASYNCHRONE LEROY SOMER TYPE LS

pour fonctionnement à vitesse fixe

IP 55 - 50 Hz - Classe F - ΔT 80 K - 230 V Δ / 400 V Y et 400 V Δ - S1 - Classe IE1

**4 pôles**  
1500 min<sup>-1</sup>

IE1

Type	Puissance nominale		Moment nominal	Intensité nominale	Facteur de puissance			Rendement* CEI 60034-2-1; 2007			Courant démarrage/ Courant nominal	Moment démarrage/ Moment nominal	Moment maximum/ Moment nominal	Moment d'inertie	Masse	Bruit
	P <sub>N</sub>	N <sub>N</sub>			Cos Phi			η								
	kW	min <sup>-1</sup>	N.m	I <sub>N</sub> (400V)	4/4	3/4	2/4	4/4	3/4	2/4	Id / In	Md/Mn	M <sub>m</sub> /Mn	J'	IM B3	LP
LS 56 M	0,06	1380	0,4	0,29	0,76	0,69	0,62	41,8	37,1	29,7	2,8	2,4	2,5	0,00025	4	47
LS 56 M	0,09	1400	0,6	0,39	0,6	0,52	0,42	55,2	49,6	42,8	3,2	2,8	2,6	0,00025	4	47
LS 63 M	0,12	1380	0,8	0,44	0,7	0,58	0,47	56,1	53,9	46,8	3,2	2,4	2,3	0,00035	4,8	49
LS 63 M	0,18	1390	1,2	0,64	0,65	0,55	0,44	61,6	58	51,3	3,7	2,6	2,6	0,00048	5	49
LS 71 M	0,25	1425	1,7	0,8	0,65	0,55	0,44	69,4	66,8	59,8	4,6	2,7	2,9	0,00068	6,4	49
LS 71 M	0,37	1420	2,5	1,06	0,7	0,59	0,47	72,1	71,7	66,4	4,9	2,4	2,8	0,00085	7,3	49
LS 71 L	0,55	1400	3,8	1,62	0,7	0,62	0,49	70,4	70	65,1	4,8	2,3	2,5	0,0011	8,3	49
LS 80 L	0,55	1410	3,7	1,42	0,76	0,68	0,55	73,2	69,1	62,1	4,5	2,0	2,3	0,0013	8,2	47
LS 80 L	0,75	1400	5,1	2,01	0,77	0,71	0,59	72,1	72,8	70,1	4,5	2,0	2,2	0,0018	9,3	47
LS 80 L	0,9	1425	6,0	2,44	0,73	0,67	0,54	73,2	72,9	70,3	5,8	3,0	3,0	0,0024	10,9	47
LS 90 S	1,1	1429	7,4	2,5	0,84	0,77	0,64	76,7	78,2	76,6	4,8	1,6	2,0	0,0026	11,5	48

DOCUMENT - 4 CATALOGUE MOTEUR ASYNCHRONE LEROY SOMER TYPE LSMV

pour fonctionnement à vitesse variable

Réseau 400 V - 50 Hz  
Couplage du moteur : Y 400 V

4 Pôles

Type	Puissance nominale à 50 Hz	Vitesse nominale	Couple nominal	Couple maximal	Courant à vide	Intensité nominale	Facteur de puissance	Rendement	Moment d'inertie	Masse
	P <sub>n</sub> kW	N <sub>n</sub> min <sup>-1</sup>	M <sub>n</sub> Nm	M <sub>m</sub> Nm	I <sub>o</sub> A	I <sub>n</sub> (400V) A	Cos φ	η %	J kg.m <sup>2</sup>	IM B3 kg
LSMV 71 L	0,18	1455	1,19	4,8	0,65	0,67	0,57	69	0,000675	6,4
LSMV 71 L	0,25	1450	1,68	5,9	0,85	0,91	0,58	70	0,000675	6,4
LSMV 71 L	0,37	1452	2,44	7,7	0,95	1,3	0,58	71	0,00085	7,3
LSMV 80 L	0,55	1420	3,7	8,2	1,25	1,65	0,71	68	0,0013	8,2
LSMV 80 L	0,75	1435	4,9	15	1,43	2	0,71	77	0,0024	11
LSMV 90 SL	1,1	1445	7,2	17	1,33	2,5	0,82	79	0,0039	17

DOCUMENT - 5 PRÉSENTATION DES DIFFÉRENTS MODES DE FONCTIONNEMENT

Variateur « unidrive »

L'UNIDRIVE SP est en standard un variateur alternatif destiné à l'alimentation de moteurs asynchrones avec ou sans codeur et de moteurs autosynchrones (Brushless). Par paramétrage, l'UNIDRIVE SP peut donc être configuré dans les différents modes de fonctionnement suivants :

• Contrôle vectoriel de flux boucle ouverte (OPEn LP) 

Grâce à sa puissance de calcul, le variateur contrôle séparément le courant magnétisant et le courant actif avec un moteur asynchrone standard. La vitesse et la position du rotor sont calculées pour contrôler le couple et la vitesse du moteur. Ce mode de fonctionnement permet, sans retour vitesse, d'obtenir des performances très élevées et convient donc à la majorité des applications.

Lorsque ce mode ne convient pas à certaines applications particulières (plusieurs moteurs alimentés par un seul variateur, etc...), un mode (U/F) peut être utilisé.

• Contrôle vectoriel de flux boucle fermée (CL VECT) 

L'utilisation de ce mode sur un moteur asynchrone standard, permet de mieux maîtriser le couple et la vitesse du moteur sur une plus grande plage de vitesse (y compris à la vitesse nulle) avec des performances dynamiques accrues.

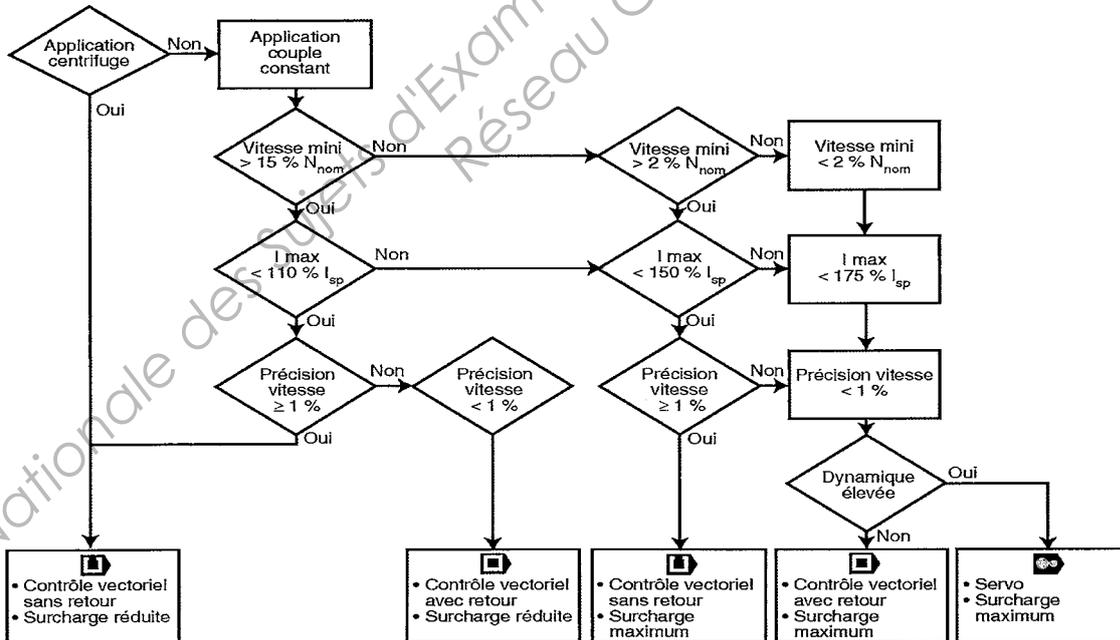
Le moteur doit être équipé d'un codeur incrémental, sincos, SSI, EnDat ou d'un résolveur pour donner la position et la vitesse du rotor.

• Servo (Brushless) (SERVO) 

L'utilisation de ce mode avec un moteur autosynchrone (moteur avec aimants permanents au rotor) et équipé d'un codeur incrémental, SSI, SinCos, EnDat ou d'un résolveur permet de très grandes performances dynamiques.

DOCUMENT - 6 CHOIX DU MODE DE COMMANDE POUR FONCTIONNEMENT A VITESSE

VARIABLE

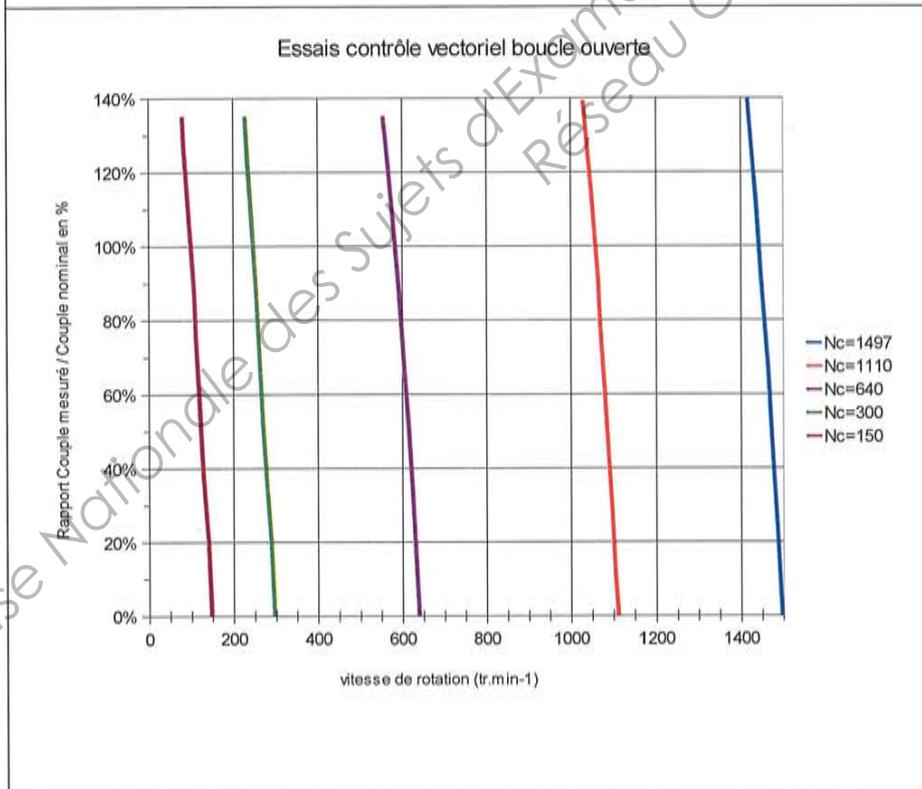
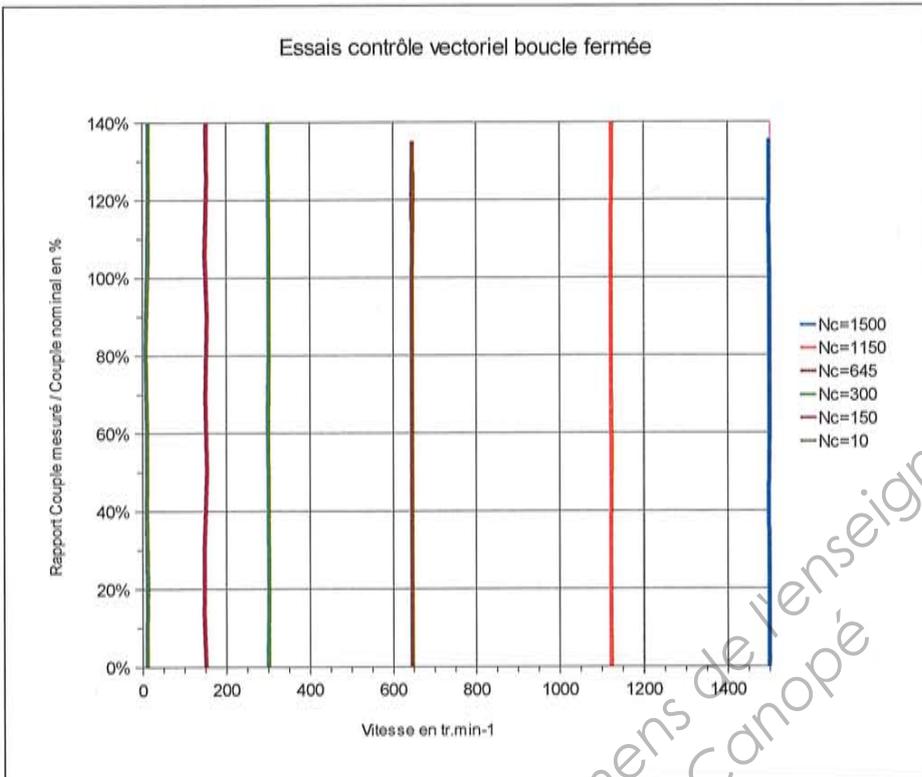


Légende :  $N_{nom}$  : vitesse nominale  
 $I_{sp}$  : intensité de sortie permanente  
 $I_{max}$  : intensité maximum transitoire

**DOCUMENT - 7      ESSAIS VARIATEUR+MOTEUR – CARACTÉRISTIQUE MÉCANIQUE**

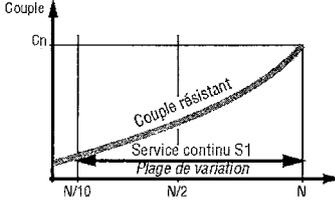
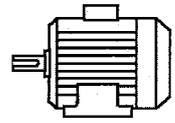
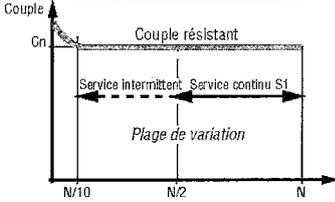
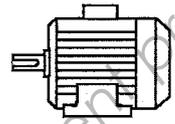
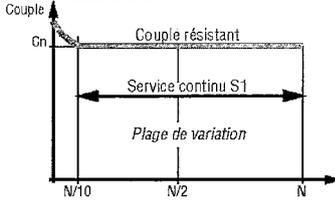
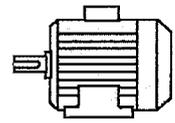
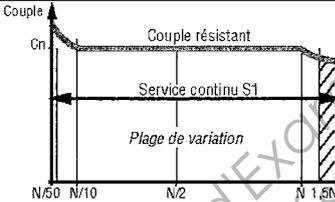
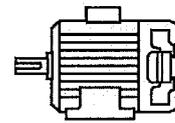
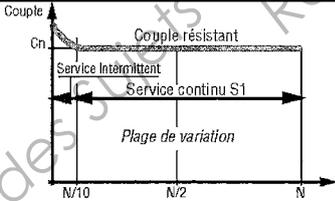
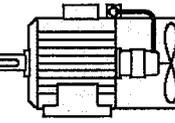
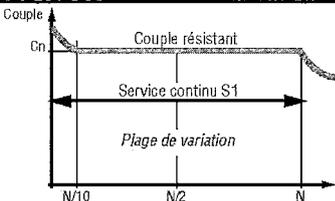
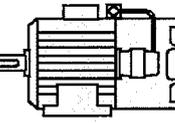
Consigne de vitesse fixe  $N_c$  en  $\text{tr.min}^{-1}$ .

Couple mesuré comparé au couple nominal du moteur, rapport exprimé en %.



DOCUMENT - 8

CHOIX DU MOTEUR ASYNCHRONE ET DES OPTIONS POUR FONCTIONNEMENT A VITESSE VARIABLE

<p><b>Usage centrifuge ou couple résistant quadratique</b></p>	 <p>Utilisation sur des couples résistants dépendant de la vitesse pour <math>f &lt; 50</math> Hz</p>	 <p><b>Moteur LS</b></p>
<p><b>Usage général ou couple résistant constant</b></p>	 <p>Utilisation sur une plage de vitesse de 25 à 50 Hz (1 à 2) en service continu (S1)</p>	 <p><b>Moteur LS</b></p>
	 <p>Utilisation sur une plage de vitesse de 5 à 50 Hz (1 à 10) en service continu (S1)</p>	 <p><b>Moteur LSMV</b></p>
	 <p>Utilisation sur les plages de vitesses extrêmes : <math>&lt; 5</math> Hz et <math>&gt; 70</math> Hz</p>	 <p><b>Moteur LSMV avec ventilation forcée</b></p>
	 <p>Utilisation : - de 0 à 50 Hz avec une plage de 0 à 5 Hz en service intermittent - avec une grande précision de vitesse et de dynamique de couple</p>	 <p><b>Moteur LSMV avec codeur</b></p>
	 <p>Utilisation : - de 0 à 50 Hz avec une plage de 0 à 5 Hz en service continu - avec une grande précision de vitesse et de dynamique de couple</p>	 <p><b>Moteur LSMV avec codeur et ventilation forcée</b></p>

Base Nationale des Sets d'Exercices de l'enseignement professionnel

**DOCUMENT - 9 CHOIX DU VARIATEUR UNIDRIVE POUR UN RÉSEAU TRIPHASÉ 400V-50HZ**

Réseau triphasé 380V à 480V ± 10 %

UNIDRIVE SP			Surcharge maximum				Surcharge réduite		
Taille	LS	CT	P <sub>mot</sub> à 400V (kW)	I <sub>sp</sub> (A)	Courant crête (A)	Courant crête et (A)	P <sub>mot</sub> à 400V (kW)	I <sub>sp</sub> (A)	Courant crête (A)
0	SPz 1T	SP 0401	0,37	1,3	1,9	2,2	x	x	x
	SPz 1,2T	SP 0402	0,55	1,7	2,5	2,9			
	SPz 1,5T	SP 0403	0,75	2,1	3,1	3,6			
	SPz 2T	SP 0404	1,1	3	4,5	5,2			
	SPz 2,5T	SP 0405	1,5	4,2	6,3	7,3			
1	SP 1,5T	SP 1401	0,75	2,1	3,1	3,6	1,1	2,8	3,0
	SP 2T	SP 1402	1,1	3	4,5	5,2	1,5	3,8	4,1
	SP 2,5T	SP 1403	1,5	4,2	6,3	7,3	2,2	5	5,5
	SP 3,5T	SP 1404	2,2	5,8	8,7	10,1	3	6,9	7,5
	SP 4,5T	SP 1405	3	7,6	11,4	13,3	4	8,8	9,6
	SP 5,5T	SP 1406	4	9,5	14,2	16,6	5,5	11	12,1
2	SP 8T	SP 2401	5,5	13	19,5	22,7	7,5	15,3	16,8
	SP 11T	SP 2402	7,5	16,5	24,7	28,8	11	21	23
	SP 16T	SP 2403	11	25	34,5	40,2	15	29	31
	SP 20T	SP 2404	15	29	43,5	50,7	x	x	x
3	SP 22T	SP 3401	15	32	48	56	18,5	35	38
	SP 27T	SP 3402	18,5	40	60	70	22	43	47
	SP 33T	SP 3403	22	46	69	80,5	30	56	61
4	SP 40T	SP 4401	30	60	90	105	37	68	74
	SP 50T	SP 4402	37	74	111	129,5	45	83	91
	SP 60T	SP 4403	45	96	144	168	55	104	114
5	SP 75T	SP 5401	55	124	186	217	75	138	151
	SP 100T	SP 5402	75	156	234	273	90	168	184
6	SP 120T	SP 6401	90	180	231	269	110	205	225
	SP 150T	SP 6402	110	210	270	315	132	236	259

**DOCUMENT - 10 REGLAGES DE BASE DU VARIATEUR UNIDRIVE**

**- Mise en service rapide en contrôle vectoriel boucle fermée**

**Variateur hors tension, s'assurer que...**

- Le variateur est verrouillé (borne 31 non reliée), l'ordre de marche n'est pas validé, le moteur est raccordé, le retour codeur est raccordé correctement

**Mettre le variateur sous tension**

Pour le choix du mode de fonctionnement vectoriel boucle fermée :

- 0.00** : entrer la valeur 1253 pour une configuration Europe (réseau 50 Hz) ou entrer la valeur 1254 pour une configuration USA (réseau 60 Hz)
- 0.48** : entrer le mode CL\_VECT (2)
- Appuyer sur la touche Reset

**Etat du variateur**

- Le variateur affiche " inh ". Si le variateur se met en sécurité " trip ", se reporter à la section K.

**Nota** : Pour les SPz, si la résistance intégrable n'est pas raccordée au variateur, la mise en sécurité "br.th", se déclenche. Vérifier le raccordement de la résistance et de la sonde thermique, ou si elle n'est pas nécessaire, paramétrer **0.51** à 8 pour dévalider la mise en sécurité.

**Entrer les principaux paramètres**

- 0.02** : Vitesse maximum (min<sup>-1</sup>)
- 0.03** : Rampe d'accélération (s/1000 min<sup>-1</sup>). Entrer le temps pour accélérer de 0 à 1000 min<sup>-1</sup>
- 0.04** : Rampe de décélération (s/1000 min<sup>-1</sup>). Entrer le temps pour décélérer de 1000 min<sup>-1</sup> à 0
- 0.21** : La sonde moteur est gérée en standard par le variateur. Pour dévalider cette fonction, modifier **0.21** (cf. H2.2).

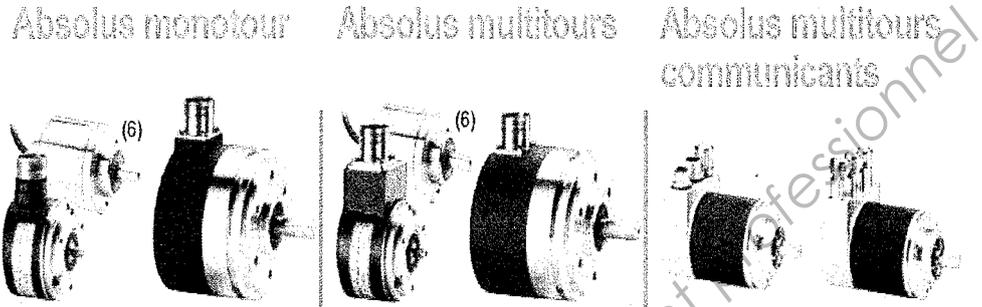
**Avant de paramétrer une vitesse maximum élevée, vérifier que le moteur et la machine peuvent la supporter.**

**Entrer les paramètres moteur relevés sur la plaque signalétique**

- 0.44** : Tension nominale moteur (V)
- 0.45** : Vitesse nominale en charge (min<sup>-1</sup>)
- 0.46** : Courant nominal moteur (A)
- 0.47** : Fréquence nominale moteur (Hz)

**Attention au couplage moteur (étoile ou triangle)**

DOCUMENT - 11 CODEURS ROTATIFS OSISENCE XCC



Ø de l'axe (mm)	Ø 10	Ø 12	Ø 10	Ø 12	Ø 10	Ø 10
Type d'axe (2)	axe plein	axe plein	axe plein	axe plein	axe plein (4)	axe plein (4)
Vitesse de rotation maxi (tours/minute)	9000	6000	6000	6000	6000	6000
Fréquence maximale (KHz)	100	100 (1000 SSI)	100 (500 SSI)	100 (500 SSI)	800	800
Charge maximale (daN)	10 / 25 (6)	20	10 / 25 (6)	20	11	11
Couple (N.cm)	0.4	1	0.4	1	0.3	0.3
Certification de produit	CE	CE	CE	CE	CE	CE
Gamme de température (°C)	- 10...+80	- 10...+80	- 10...+80	- 10...+80	- 40...+ 85	- 40...+ 85
Degré de protection (selon IEC 60529)	IP 65 / IP 67 (3) / IP69K (6)	IP 66	IP 65 / IP 67 (3) / IP69K (6)	IP 66	IP 64	IP 64
Tension d'alimentation	11...30 V					
Raccordement	M23 connecteur mâle, radial / Câble axial 2 m (6)				2xM12 + 1 x PG9	3 x PG9

Résolution	Etage de sortie	Code				
... 8192 points	Push-pull	Binaire	XCC2510PS81KB	XCC2912PS81KBN	-	-
		Gray	XCC2510PS81KGN	XCC2912PS81KGN	-	-
			XCC2510SPA81KGN (6)			
	SSI, 13 bits	Binaire	XCC2510PS81SBN	XCC2912PS81SBN	-	-
		Gray	XCC2510PS81SGN	XCC2912PS81SGN	-	-
			XCC2510SPA81SGN (6)			
4096 points / 8192 tours	SSI, 25 bits (5)	Gray	-	-	XCC3510PS48SGN	-
					XCC3510SPA48SGN (6)	
8192 points / 4096 tours	SSI, 25 bits (5)	Binaire	-	-	XCC3510PS84SBN	XCC3912PS84SBN
		Gray	-	-	XCC3510PS84SGN	XCC3912PS84SGN
8192 points / 4096 tours	CANopen, 25 bits	Binaire	-	-	-	XCC3510PS84CBN

DOCUMENT - 12 CODEURS ROTATIFS BAUMER

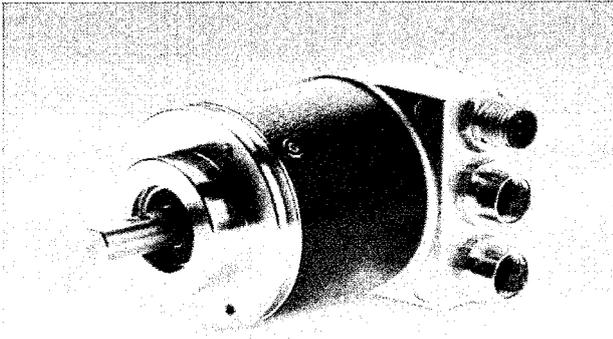
**Codeurs absolu réseau avec Boîtier Bus**

Haute résolution - Axe sortant

Codeur optique monotour 18 bits / tour

multitour | 18 bits / tour  
13 bits pour le nombre de tour

**GBAMW, GBMMW - multivoPlus**



**Points forts**

- Codeur monotour ou multitour / Version Boîtier Bus
- Détection optique
- Résolution totale max. 31 bits
- Bride standard ou synchro
- Haute tenue aux chocs et vibrations
- Nouveau principe de détection innovant
- CANopen/DeviceNet/EtherCAT/EtherNet-IP/SAEJ1939 fibre optique/PROFINET/Power over EtherCAT POWERLINK/Profibus/SSI
- Contrôle de l'évolution du code par le réseau

**Caractéristiques électriques**

Alimentation	10...30 VDC
Protection contre les courts-circuits	Oui
Courant de service à vide	≤100 mA (24 VDC)
Temps d'initialisation (typ.)	250 ms mise sous tension
Interface de sortie	CANopen, DeviceNet, Fibre optique, EtherCAT, EtherNet/IP, PoE, Profibus, PROFINET, POWERLINK, SAEJ1939, SSI
Adresse de l'esclave	Commutateurs dans le Boîtier Bus
Points par tour	≤262144 / 18 bits
Limite d'erreur	±0.01 °

**Caractéristiques mécaniques**

Dimensions (bride)	ø58 mm
Axe	ø10 mm (bride standard) ø6 mm (bride synchro)
Bride	Bride standard ou synchro
Indice de protection DIN EN 60529	IP 54 (sans joint), IP 65 (avec joint)
Vitesse de rotation	≤10000 t/min (Mécanique) ≤6000 t/min (Electrique)
Couple	≤0,015 Nm IP 54 ≤0,03 Nm IP 65
Moment d'inertie	20 gcm <sup>2</sup>
Charge	≤20 N axial ≤40 N radial

Paramètre programmable	Nombre de pas par tour Nombre de tours Préset Mise à l'échelle Sens de rotation
------------------------	---

Fonction Diagnostic	Défauts de paramétrage Défaut multitour
---------------------	--

LED Diagnostic	Intégrée dans le Boîtier Bus
----------------	------------------------------

Conformité	Certification UL/E63076
------------	-------------------------

**GBAMW**

Fonction	Monotour 262 144 points par tour
----------	----------------------------------

**GBMMW**

Fonction	Multitour 262 144 points par tour 8192 tours
----------	---

# Codeurs absolu réseau avec Boîtier Bus

**Haute résolution - Axe sortant**

**Codeur optique monotour et multitour 18 bits ST / 13 bits MT**

**GBAMW, GBMMW - multivoPlus**

## Références de commande

### Monotour

GBAMW.	20	Interface
		3P32 Profibus-DPV0/Presse-étoupe
		3PA2 Profibus-DPV0 / Con. M12
		3V32 Profibus-DPV2/Presse-étoupe
		3VA2 Profibus-DPV2 / Con. M12
		3EA2 PROFINET / Connec. M12
		EPA2 EtherCAT / Connecteur M12
		EPA4 EtherCAT (fast) / Connec. M12
		8EA2 EtherNet/IP / Connec. M12
		EEA2 Power over EtherCAT / Connec. M12
		5EA2 POWERLINK / Connec. M12
		5P32 CANopen / Presse-étoupe
		5PA2 CANopen / Connecteur M12
		8P22 DeviceNet / Presse-étoupe
		8PA2 DeviceNet / Connecteur M12

#### Bride / Axe

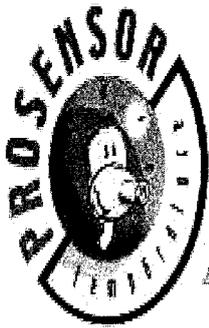
- 0 Bride standard / ø10 mm, IP 54
- A Bride standard / ø10 mm + joint, IP 65
- 1 Synchro / ø6 mm, IP 54
- B Synchro / ø6 mm + joint, IP 65

### Multitour

GBMMW.	20	Interface
		3P32 Profibus-DPV0/Presse-étoupe
		3PA2 Profibus-DPV0 / Con. M12
		3V32 Profibus-DPV2/Presse-étoupe
		3VA2 Profibus-DPV2 / Con. M12
		3EA2 PROFINET / Connec. M12
		EPA2 EtherCAT / Connecteur M12
		EPA4 EtherCAT (fast) / Connec. M12
		8EA2 EtherNet/IP / Connec. M12
		EEA2 Power over EtherCAT / Connec. M12
		5EA2 POWERLINK / Connec. M12
		5P32 CANopen / Presse-étoupe
		5PA2 CANopen / Connecteur M12
		8P22 DeviceNet / Presse-étoupe

#### Bride / Axe

- 0 Bride standard / ø10 mm, IP 54
- A Bride standard / ø10 mm + joint, IP 65
- 1 Synchro / ø6 mm, IP 54
- B Synchro / ø6 mm + joint, IP 65



Votre partenaire  
température

www.prosensor.com

sondes Pt 100 d'ambiance de température et d'hygrométrie  
transmetteur sortie 4-20 mA technique 2 fils

Élément de mesure : élément résistif Pt 100 IEC 751  
pour la température et sonde capacitive d'humidité

Plages de mesure :

Hygrométrie : de 0 à 100 % RH

Température : de -30 à +100 °C

Signal de sortie :

Hygrométrie : 4...20 mA - transmetteur technique 2 fils

Température : 4...20 mA - transmetteur technique 2 fils

Réglage : 0 % et 100 % en température par potentiomètre

Précision :

Hygrométrie : ± 3 % RH

Température : ± 0,3 °C

Dérive dans le temps : 1 % par an (typique)

Temps de réponse en hygrométrie :  $T_{90} < 15$  s à +25 °C dans un flux d'air à 0,5 m/s

Tension d'alimentation : 12 à 40 VDC

Boîtier de protection : étanche (IP65) en plastique ABS

Mesures rapides, précises et stables

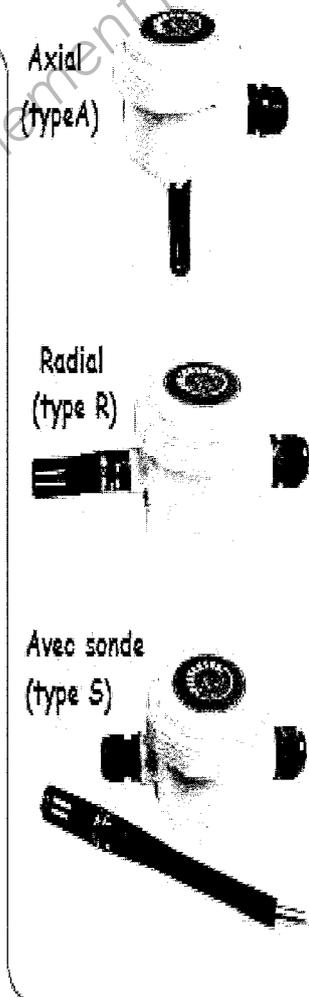
Exécution robuste et montage simple

Montage :

avec plongeur - axial (type A),

en applique - radial (type R),

avec sonde séparée par câble PVC longueur 0,8 mètre (type S)



Réf. 53-	▲		▼	
	▲	▼	▲	▼
température / Hygrométrie	01	Type A	A	
température	02	Type R	R	
		Type S	S	

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR  
CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS  
SESSION 2014

---

**ÉPREUVE E4**  
**MOTORISATION DES SYSTÈMES**

DOSSIER TRAVAIL

---

**Télescope T1M – Pic du Midi**

Ce dossier comporte 7 pages.

Temps conseillé :  
Lecture du sujet : 15 min  
Partie 1 : 1h45  
Partie 2 : 1h

CPE4MS

## 1 CHOIX DE LA NOUVELLE MOTORISATION

### 1.1 Détermination de la fréquence de rotation $N_{GV}$ du moteur pendant le pointage.

L'étude mécanique du système a permis de déterminer que le moteur asynchrone de pointage doit fournir un couple de moment 1,3 N.m en régime permanent.

Ce couple à exercer est indépendant de la fréquence de rotation.

Le moteur installé est un moteur asynchrone Leroy Somer triphasé 400V 4pôles de référence LS71L (document 3 du dossier technique).

On souhaite que lors du pointage (fonctionnement en grande vitesse avec le moteur asynchrone), la fréquence de rotation de la table soit :

$$N_{T-GV} = \frac{1}{36} \text{tr. min}^{-1}.$$

<b>Question - 1</b>	En utilisant les données du document 2 du dossier technique, calculer la fréquence de rotation du galet $N_{G-GV}$ en supposant que la liaison galet-table se fasse sans glissement.
DT/Doc 2 p.6/15 Feuille de copie	

<b>Question - 2</b>	En tenant compte des deux réducteurs, montrer que la fréquence de rotation du moteur pour le pointage doit être $N_{GV} = 1487 \text{tr. min}^{-1}$ .
DT/Doc 2 p.6/15 Feuille de copie	

Sur le document réponse 1 est représentée la partie utile de la caractéristique mécanique du moteur de pointage actuellement utilisé.

<b>Question - 3</b>	Placer sur cette caractéristique le point de fonctionnement $P_{GV}$ en régime permanent pour un couple de moment 1.3 N.m. Lire sur cette caractéristique la fréquence de rotation effective de pointage $N$ .
Doc réponse 1	

### 1.2 Détermination de la fréquence de rotation du moteur $N_{PV}$ pendant le suivi.

<b>Question - 4</b>	Montrer que lors du suivi, la fréquence de rotation de la table doit être :
DT/Doc 2 p.6/15 Feuille de copie	$N_{T-PV} = \frac{1}{24} \text{tr. h}^{-1}.$ <p>En déduire la fréquence de rotation au niveau du moteur <math>N_{PV}</math> en <math>\text{tr. min}^{-1}</math>.</p> <p>Calculer le rapport <math>x = N_{PV} / N_{GV}</math> exprimé en %.</p>

### 1.3 Choix du mode de commande du variateur.

Afin de pouvoir, avec un seul moteur, effectuer le pointage (fonctionnement en grande vitesse) et le suivi, il a été décidé d'utiliser un variateur « Unidrive » de Leroy Somer. Ce variateur permet d'alimenter tout type de moteurs alternatifs triphasés (asynchrones ou « brushless »), à partir de réseaux électriques monophasé ou triphasé.

**Les éléments à prendre en compte pour le choix du moteur sont :**

- **2 vitesses de fonctionnement en service continu (S1) :**
  - une proche de  $1500 \text{ tr.min}^{-1}$  pour le pointage ;
  - l'autre 40 fois plus faible, permettant de compenser le plus précisément possible la rotation de la Terre (précision  $<1\%$ ).
- **Le moteur doit fournir en régime permanent un couple constant de moment 3N.m.**
- **Compte tenu des rapports de réduction, on admet que les moments d'inertie des éléments en mouvement ramenés sur l'arbre moteur sont négligeables par rapport au moment d'inertie du moteur. Il n'y a pas de contrainte sur les temps d'accélération et de freinage. On prendra  $I_{\max} < 150\% I_{sp}$ .**

<b>Question - 5</b>	Utiliser l'organigramme du document 6 du dossier technique proposé par Leroy Somer pour ses variateurs « UNIDRIVE », pour déterminer le mode de commande qui convient le mieux à cette application. Justifier chaque étape de la sélection.
DT/doc 6 p.8/15	
Doc Réponse 2	

<b>Question - 6</b>	D'après le document 5 du dossier technique, indiquer à quel type de moteur cette commande est destinée.
DT/doc 5 p.8/15	
Doc Réponse 2	

### 1.4 Validation du mode de commande.

Le document 7 du dossier technique présente les caractéristiques mécaniques pour différentes consignes de vitesse d'une association {variateur UNIDRIVE + moteur asynchrone} obtenues pour la commande à contrôle vectoriel en boucle ouverte (« CVF BO ») et pour la commande à contrôle vectoriel en boucle fermée (« CVF BF »).

<b>Question - 7</b>	Pour chaque mode de commande, analyser le comportement de la vitesse lorsqu'on charge le moteur. Montrer que ces relevés confirment bien le mode de commande choisi.
DT/doc 7 p.9/15	
Feuille de copie	

### 1.5 Choix du moteur et de ses options.

<b>Question - 8</b>	Utiliser l'organigramme du document 8 du dossier technique proposé par Leroy Somer pour déterminer le type de moteur asynchrone à utiliser et les options à prévoir. Justifier la réponse.
DT/doc 8 p.10/15	
Doc Réponse 3	

<b>Question - 9</b>	Donner la référence du moteur de remplacement. Justifier la réponse. Préciser les valeurs nominales de la puissance mécanique, de la tension, du courant, de la fréquence d'alimentation, du couple et de la fréquence de rotation (en $tr.min^{-1}$ ).
DT/doc 3 ou doc 4 p.7/15	
Doc Réponse 3	

### 1.6 Références du variateur.

Le réseau d'alimentation disponible au Pic du Midi est triphasé 400V-50Hz.

<b>Question - 10</b>	À l'aide du document 9 du dossier technique, déterminer les références du variateur à utiliser. Justifier la réponse.
DT/doc 9 p.11/15	
Doc Réponse 3	

### 1.7 Réglages de base du variateur

On souhaite que la vitesse maximale soit de  $1500 tr.min^{-1}$ , et que les temps de démarrage (temps mis pour atteindre la vitesse maximale) et d'arrêt soient de 1s.

<b>Question - 11</b>	À l'aide du document 10 du dossier technique, renseigner la valeur des paramètres de base du variateur « UNIDRIVE ».
DT/doc 10 p.11/15	
Doc réponse 3	

## 2 MISE EN PLACE DES CAPTEURS.

### 2.1 Détection des positions sur les axes ascension et déclinaison.

**Objectif :** Il s'agit de faire l'acquisition des positions angulaires sur les axes d'ascension et de déclinaison pour pouvoir afficher ensuite ces valeurs sur une interface homme machine.

#### 2.1.1 Détection de position sur l'axe d'ascension.

Le codeur absolu sur l'axe d'ascension est entraîné par l'arbre d'un galet comme indiqué sur le document 1 du dossier technique.

Le débattement angulaire maximum de la table équatoriale est d'un demi-tour soit 180° (position extrême EST de nuit à une position extrême OUEST de nuit).

<b>Question - 12</b>	Compte tenu des diamètres respectifs de la table et du galet (Voir DT/doc 1), calculer le nombre de tours $Z_C$ effectués par l'axe du codeur pour un débattement angulaire de 180° de la table équatoriale, résultat attendu à $10^{-2}$ près.
DT/doc 1 p.5/15 Feuille de copie	

<b>Question - 13</b>	Calculer le nombre de tour $Z_T$ effectué par la table équatoriale pour un tour de l'arbre du codeur, résultat attendu à $10^{-4}$ près.  En déduire l'angle de rotation $\alpha$ en degré de la table pour un tour de l'arbre du codeur.
DT/doc 1 p.5/15 Feuille de copie	

Cahier des charges : la résolution désirée au niveau de l'axe d'ascension de la table équatoriale doit être inférieure ou égale à 10 secondes d'arc.

**Rappel :** 1 seconde d'arc =  $\frac{1}{3600}$  degrés.

<b>Question - 14</b>	Déduire de la question 13, le nombre de points par tour du codeur $Z_p$ minimal respectant le cahier des charges.
Feuille de copie	

#### 2.1.2 Choix du codeur de position de l'axe d'ascension.

Cahier des charges :

- Le diamètre du boîtier du codeur sera de 58 mm et le diamètre de l'axe du codeur sera de 10 mm.
- Le code de sortie du codeur sera de type binaire.
- Le codeur retenu sera choisi dans la gamme OSISENCE XCC.
- Il s'agit d'un codeur de 8192 points par tour et 4096 tours.

<b>Question - 15</b>	Compte tenu des conditions spécifiques d'exploitation (Télescope situé au Pic du Midi avec des températures pouvant descendre jusqu'à $-20^{\circ}\text{C}$ ), donner la référence complète du codeur retenu dans la gamme OSISENCE XCC (document 11 du dossier technique).
DT/doc 11 p.12/15 Feuille de copie	

### 2.1.3 Détection de position sur l'axe de déclinaison

Le codeur absolu sur l'axe de déclinaison est directement solidaire de cet axe. En service normal, le débattement angulaire maximum sur cet axe est inférieur à un demi-tour. (Voir document 1 du dossier technique).

Cahier des charges : La résolution désirée au niveau de l'axe de déclinaison doit être inférieure ou égale à 10 secondes d'arc.

Le codeur retenu est un codeur absolu de marque BAUMER

<b>Question - 16</b>	Rechercher dans le document 12 du dossier technique le nombre de points par tour du codeur sachant que celui-ci est un codeur monotour.
DT/doc 12 p.13 et 14/15 Feuille de copie	

### 2.1.4 Choix du codeur de position de l'axe de déclinaison.

Cahier des charges :

- L'interface de sortie du codeur est CANOPEN connecteur M12.
- Montage à bride standard. Diamètre de l'axe 10 mm. Indice de protection 54.
- Le codeur est choisi dans la gamme BAUMER (Document 12 dossier technique).

<b>Question - 17</b>	Donner la référence complète du codeur en respectant la désignation constructeur donnée sur la seconde page du document 12 du dossier technique.
DT/doc 12 p.13 et 14/15 Feuille de copie	

<b>Question - 18</b>	Déterminer la résolution angulaire $p$ exprimée en seconde d'arc réellement obtenue avec le codeur choisi et vérifier que le cahier des charges est respecté.
DT/doc 12 p.13 et 14/15 Feuille de copie	

## 2.2 Acquisition du taux d'humidité et de la température dans la coupole.

**Objectifs** : Les scientifiques souhaitent mesurer et afficher en temps réel le taux d'humidité ainsi que la température dans la coupole.

Le taux d'humidité ne devra pas être inférieur à une certaine valeur (environ 60 %) afin d'empêcher la formation de gouttelettes d'eau sur la partie instrumentation.

La température dans la coupole doit rester si possible au dessus de 0°C afin d'éviter la formation de givre sur le miroir principal du télescope.

Des ventilateurs et des aérothermes permettent aux scientifiques de contrôler le taux d'humidité ainsi que la température dans la coupole.

Donnée physique : on appelle humidité relative HR (document 13 du dossier technique) le pourcentage de vapeur d'eau contenu dans l'air, par rapport à la quantité maximum que peut contenir cet air avant de se condenser (c'est-à-dire avant de se transformer en gouttelettes d'eau).

<b>Question - 19</b>	À partir de la documentation technique du capteur, indiquer quel élément permet l'acquisition de la température et quel élément permet l'acquisition du taux d'humidité.
DT/doc 13 p.15/15 Feuille de copie	

L'expérience montre que la plage de température relevée au sommet du Pic du Midi se situe entre  $-20^{\circ}\text{C}$  et  $+20^{\circ}\text{C}$ .

<b>Question - 20</b>	Rechercher dans la documentation technique du capteur, la plage de mesure de température spécifiée par le constructeur et vérifier que cette plage est compatible avec les températures extrêmes données ci-dessus.
DT/doc 13 p.15/15 Feuille de copie	

<b>Question - 21</b>	À l'aide la courbe donnée sur le document réponse 4, déterminer la plage de résistance du capteur de température pour des températures comprises entre $-50^{\circ}\text{C}$ et $+40^{\circ}\text{C}$ . Compléter le tableau du document réponse 4.
DT/doc 13 p.15/15 Document réponse 4	

Les chercheurs souhaitent maintenir une température minimum de  $0^{\circ}\text{C}$  dans la coupole.

<b>Question - 22</b>	Indiquer pour quelle valeur de la résistance du capteur les aérothermes doivent se mettre en fonctionnement. Compléter le tableau du document réponse 4.
DT/doc 13 p.15/15 Document réponse 4	

L'information température est transmise par une boucle de courant 4-20mA.

<b>Question - 23</b>	Calculer les intensités des courants correspondant aux températures minimale et maximale relevées au Pic du Midi.
DT/doc 13 p.15/15 Document réponse 4	Compléter le tableau du document réponse 4.

**Contraintes d'exploitations : le capteur choisi doit mesurer à la fois le taux d'humidité et la température. Il doit être choisi pour un montage facile en applique sur un des murs de la coupole. De plus, il devra être étanche en raison des conditions particulières d'exploitation au sommet du Pic du Midi.**

<b>Question - 24</b>	Donner la référence du capteur choisi dans la gamme PROSENSOR (document 13 du dossier technique).
DT/doc 13 p.15/15 Feuille de copie	

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

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR  
CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS  
SESSION 2014

ÉPREUVE E4  
MOTORISATION DES SYSTÈMES

DOSSIER RÉPONSE

**Télescope T1M – Pic du Midi**

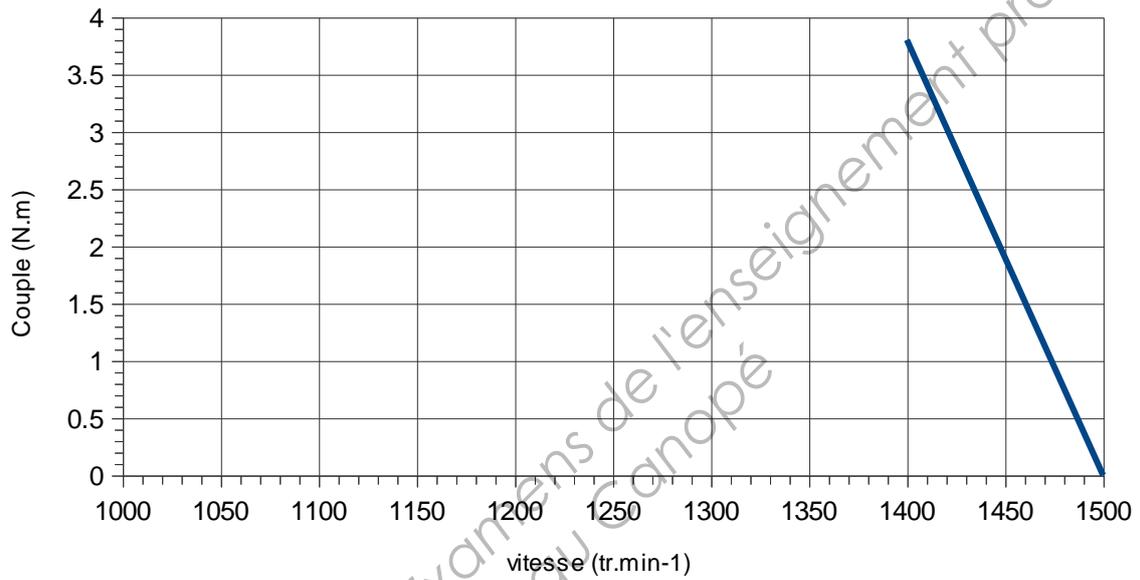
Ce dossier comporte 4 pages.

CPE4MS

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

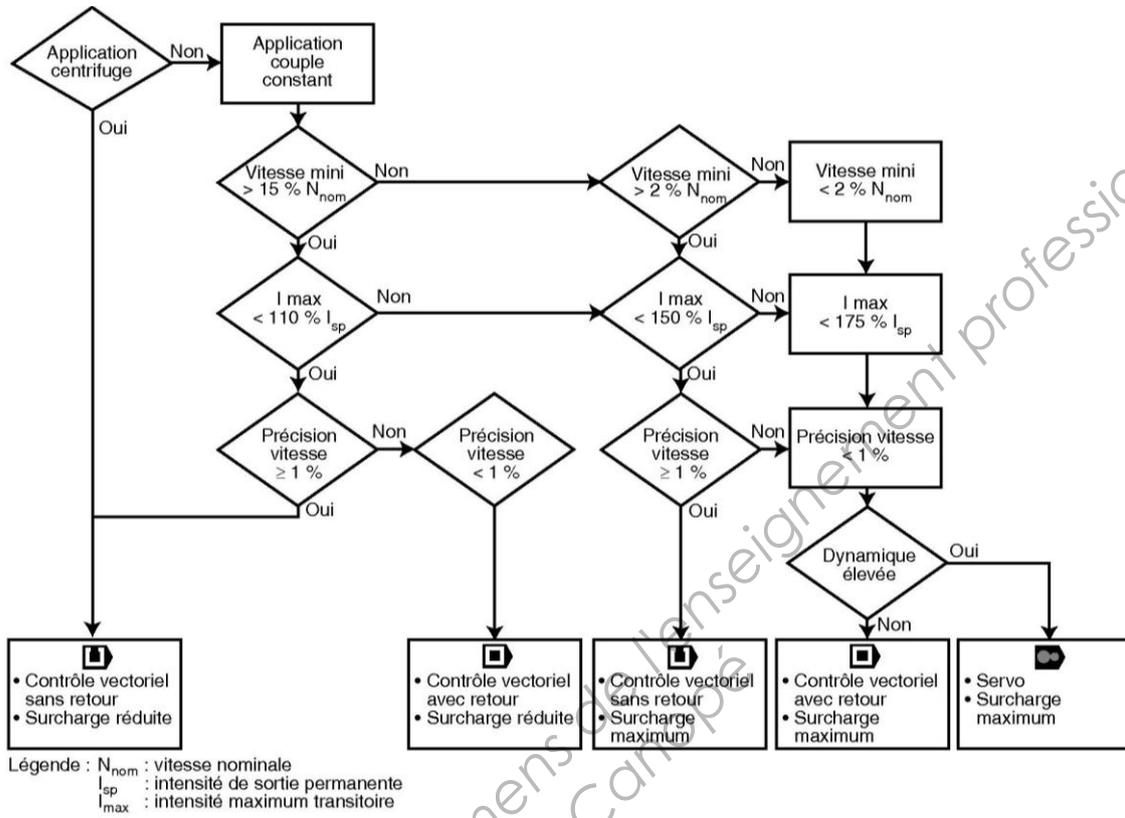
**DOCUMENT RÉPONSE - 1 CARACTERISTIQUE MECANIQUE DU MOTEUR DE POINTAGE****Moteur asynchrone 4 pôles LS71L – réseau 400V-50Hz****Question 3**

Placer sur cette caractéristique le point de fonctionnement  $P_{GV}$  en régime permanent.  
En déduire la fréquence de rotation effective de pointage  $N$ .



**DOCUMENT RÉPONSE - 2**

**Question 5 : Choix d'un mode de Commande**



Justification de chaque étape :

Etape 1	
Etape 2	
Etape 3	
Etape 4	
Etape 5	
Etape 6	

**Question 6 : Type de moteur associé au mode de commande**

Type de moteur	
----------------	--

**DOCUMENT RÉPONSE - 3****Question 8 : Choix du moteur, de ses options et du variateur**

Choix du type de moteur et de ses options d'après DT/doc 8	
Justifications	

**Question 9 : Références du moteur de remplacement**

Références du moteur d'après DT/doc 3 et doc 4					
Pn (W)	Un (V)	In (A)	f (Hz)	Cn (N.m)	Nn (tr.min <sup>-1</sup> )

**Question 10 : Références du variateur d'après DT/doc 9**

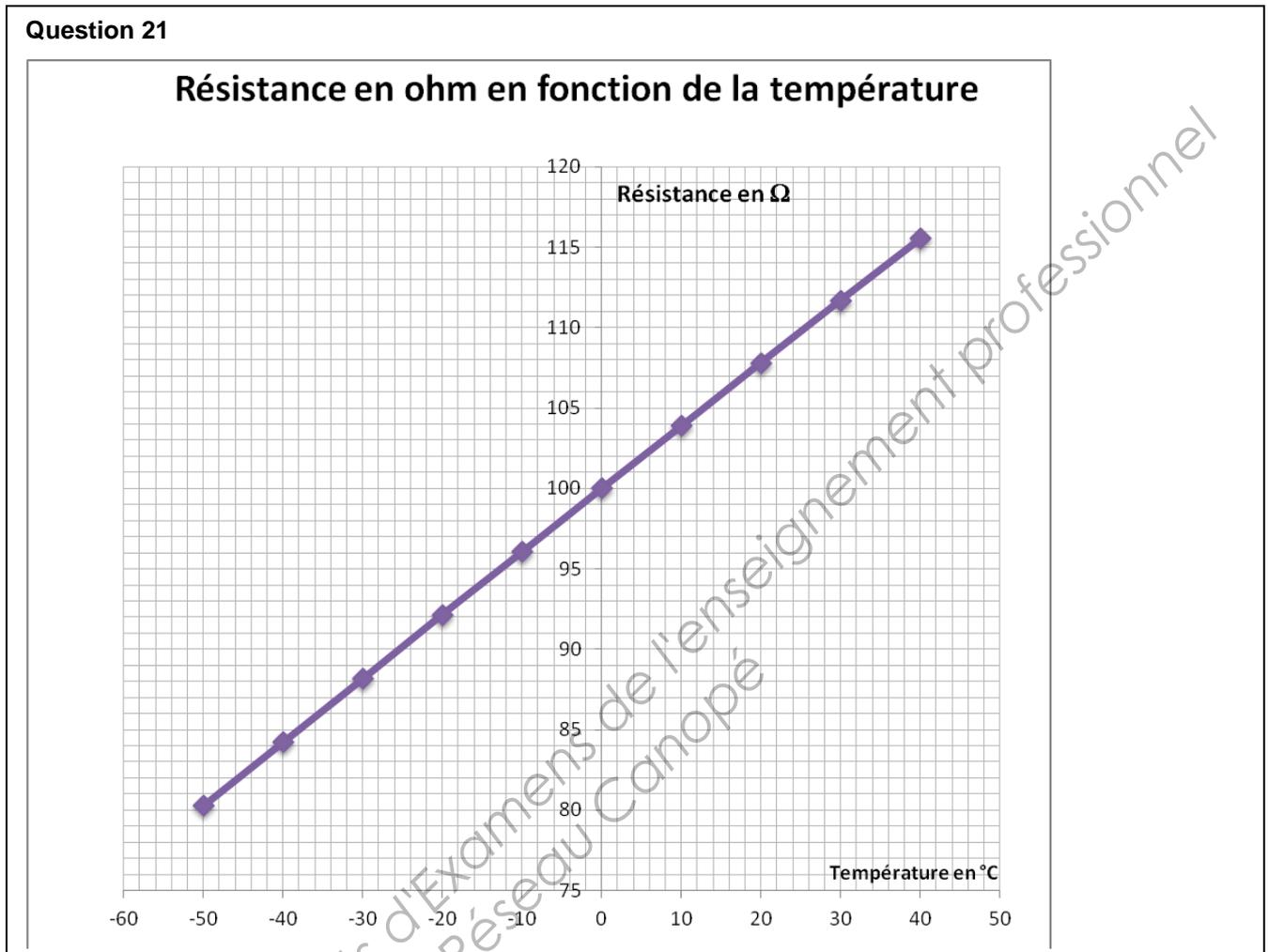
Taille	LS	CT
Justifications		

**Question 11 : Réglages de base du variateur Unidrive pour le moteur choisi d'après DT/doc10**

Paramètre	valeur
0.02	
0.03	___ , ___ ___ s
0.04	___ , ___ ___ s
0.44	
0.45	
0.46	
0.47	

## DOCUMENT RÉPONSE - 4

## Question 21



## Questions 21, 22 et 23

Température (°C)	-50	-20	0	+20	+40
Résistance du capteur (Ω)					
Information courant (mA)	4		12.88		20