

BACCALAURÉAT
SCIENCES ET TECHNOLOGIES INDUSTRIELLES

Spécialité génie électronique

Session 2008

Étude des Systèmes Techniques Industriels

Porteuse motorisée intelligente PMM-1

Construction Mécanique

Durée Conseillée 1h30

- Lecture du sujet : 5mn
- Partie 1 : 20mn
- Partie 2 : 30mn
- Partie 3 : 20mn
- Partie 4 : 15mn

Bac Génie Électronique Session 2008	Étude d'un Système Technique Industriel	8IEELAG1
	Construction Mécanique	

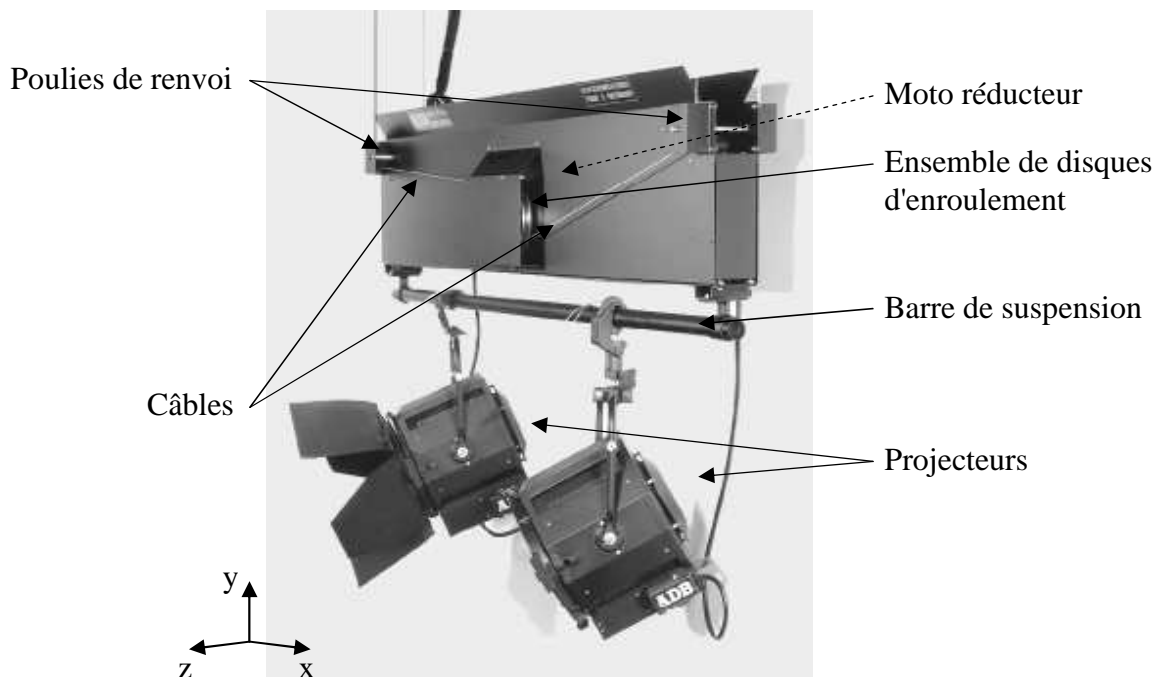
SUJET

Présentation (cf. document BAN1)

La porteuse, du type dit autotracté, intègre un moto-réducteur équipé d'un axe sur lequel deux ensembles de disques d'enroulement de câbles sont montés.

Lors de la rotation du moteur, deux câbles s'enroulent autour de chaque ensemble de disques d'enroulement. Ces câbles étant liés aux plaques d'accrochage fixées au plafond, la porteuse monte ou descend.

Des poulies de renvoi permettent d'assurer la stabilité de la porteuse et de la charge à déplacer (projecteurs...) fixée sur une barre de suspension.



L'objectif du travail à réaliser est de dimensionner et choisir les éléments réalisant la fonction "**FT4 : Convertir** l'énergie électrique en énergie mécanique de rotation" puis, de proposer une procédure d'assemblage dans un modéleur volumique des éléments réalisant la fonction "**FT5 : Transformer** le mouvement de rotation en mouvement de translation".

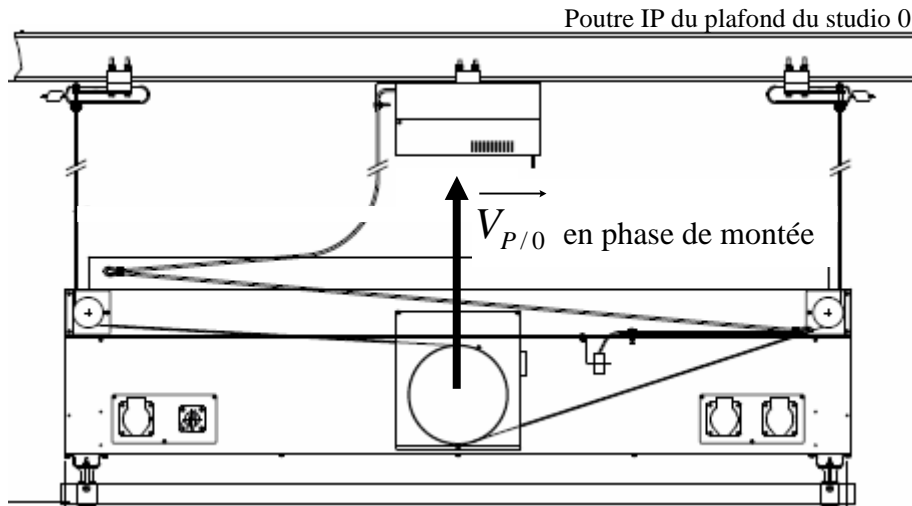
Q1: À partir de l'Analyse Fonctionnelle, indiquer quels sont les éléments réalisant ces deux fonctions. (Voir page A3)

Bac Génie Électronique Session 2008 8IEELAG1	Étude d'un Système Technique Industriel Sujet Construction Mécanique	Page B1 sur 5
--	---	---------------

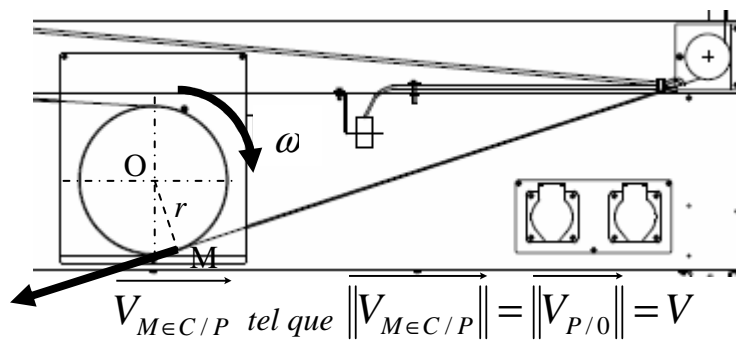
Partie 1

Ici, il va être question de déterminer la vitesse de rotation du moto-réducteur assurant la vitesse de déplacement indiquée dans les "spécifications" du document page A6 de l'analyse fonctionnelle.

Q2: Indiquer la valeur moyenne en m/s de la vitesse de déplacement notée $V = \|\overline{V_{P/O}}\|$ de la porteuse P par rapport au plafond du studio 0.



Q3: Donner la relation entre la vitesse linéaire V (en m/s) du câble, le rayon (constant) d'enroulement r (en m) du câble et la vitesse de rotation de l'ensemble d'enroulement ω (en rad/s) au point M (point où le câble s'enroule sans glisser autour de l'ensemble d'enroulement).



Q4: Calculer alors la vitesse de rotation ω de l'ensemble d'enroulement sachant que le diamètre moyen d'enroulement du câble est $d = 200\text{mm}$.

Q5: Conclure sur la vitesse de rotation N en tr/mn que doit avoir le moto-réducteur.

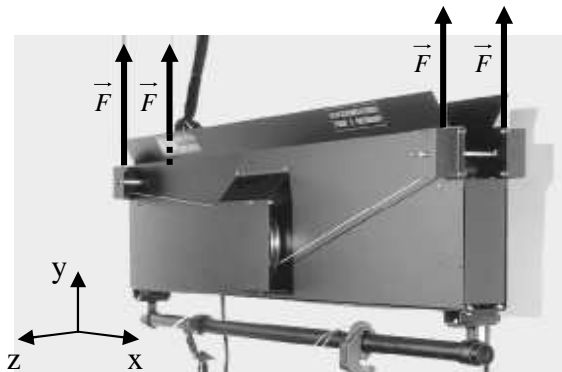
Bac Génie Électronique Session 2008 8IEELAG1	Étude d'un Système Technique Industriel Sujet Construction Mécanique	Page B2 sur 5
---	--	---------------

Partie 2

Maintenant, il va s'agir de déterminer le couple minimum que doit fournir le moto-réducteur pour assurer le déplacement en montée à vitesse constante de la porteuse et de la charge utile maximale indiquées dans les "spécifications" du document page A6 de l'analyse fonctionnelle.

Lorsqu'on isole la porteuse et sa charge utile maximale, on peut modéliser l'action exercée par chaque câble par un vecteur force \vec{F} vertical vers le haut.

La charge utile étant supposée appliquée au centre de la barre de suspension et compte tenu de la symétrie du système, les intensités de ces forces sont égales.



Q6: À partir des "spécifications" du document page A6, indiquer la masse de la porteuse avec l'équipement standard et la masse de la charge utile maximale puis, donner les caractéristiques (direction, sens, intensité) de leurs vecteurs poids.

Remarque : l'accélération de la pesanteur sera prise telle que $\|\vec{g}\| = 9,81 m/s^2$

Q7: En supposant son déplacement en montée à vitesse constante, appliquer le théorème de la résultante statique (issu du principe fondamental de la statique) sur l'ensemble porteuse + charge utile.

Q8: Déterminer alors l'intensité de la force \vec{F} exercée par chaque câble.

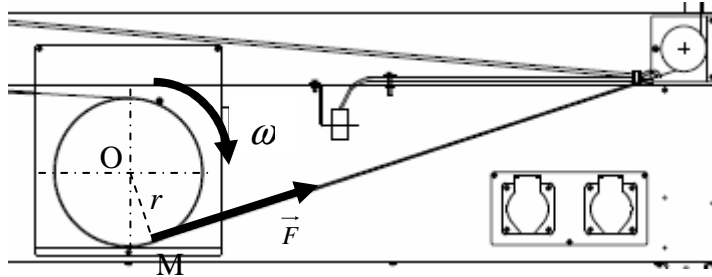
Q9: Les "spécifications" du document page A6 indiquent une tension maximale admissible par les câbles. Peuvent-ils résister à celle induite par le poids de l'ensemble porteuse + charge utile ?

Bac Génie Électronique Session 2008 8IEELAG1	Étude d'un Système Technique Industriel Sujet Construction Mécanique	Page B3 sur 5
--	---	---------------

Quelque soit le résultat trouvé à la question (Q8), on prendra pour la suite : $\|\vec{F}\| = 475N$

Q10: Donner la relation entre l'intensité de $\vec{M}_{O,\vec{F}}$ (Moment en O de la force \vec{F} exercée au point M par un câble sur l'ensemble d'enroulement), le rayon d'enroulement du câble r et l'intensité de la force \vec{F} .

Rappel : le diamètre moyen d'enroulement du câble est $d = 200mm$.



Q11: Calculer alors l'intensité du moment $\vec{M}_{O,\vec{F}}$.

Q12: Déterminer alors l'intensité du couple résistant $\vec{C}r$ exercé par les quatre câbles sur les deux ensembles de disques d'enroulement.

Q13: Conclure sur le couple minimum que doit fournir le moto-réducteur.

Partie 3

Ayant déterminé les caractéristiques minimales en vitesse de rotation et couple que doit avoir le moto-réducteur embarqué sur la porteuse, il va être possible de justifier le choix d'une gamme d'un fabricant et de faire le choix d'un modèle dans cette gamme.

Quelque soit les résultats trouvés aux parties précédentes, on prendra comme vitesse de rotation pour le moto réducteur $N_{\text{moteur}} = 10\text{tr/mn}$ et comme couple minimum que doit fournir le moto-réducteur $C_{\text{moteur}} = 200N.m$

Q14: Sur les courbes "Couple – Vitesse de rotation" des moto-réducteurs Compacta de chez FRAMO MORAT du document page BR1, tracer le point de fonctionnement du moteur correspondant aux caractéristiques mentionnées ci-dessus et justifier le choix d'un modèle de la gamme MR30.

Q15: Sur le tableau des caractéristiques des moto-réducteurs de la gamme MR30 du document page BR1, indiquer, en entourant les lignes correspondantes, les modèles compatibles avec les caractéristiques minimales déterminées dans les parties 1 et 2 et reprises ci-dessus. Justifier.

Bac Génie Électronique Session 2008	Étude d'un Système Technique Industriel	Page B4 sur 5
8IEELAG1	Sujet Construction Mécanique	

Q16: Dans les "spécifications" du document page A6, il est indiqué "Rotation irréversible" et "Irréversibilité dynamique et statique" pour le moteur et le réducteur. Quel type d'engrenage présent dans l'ensemble moto-réducteur permettrait d'assurer cette irréversibilité ?

Q17: À partir du document BAN1 et des vues du moto réducteur Compacta présentes sur le document réponse BR2, indiquer comment est réalisée la liaison complète démontable entre ce dernier et le boîtier de la porteuse.

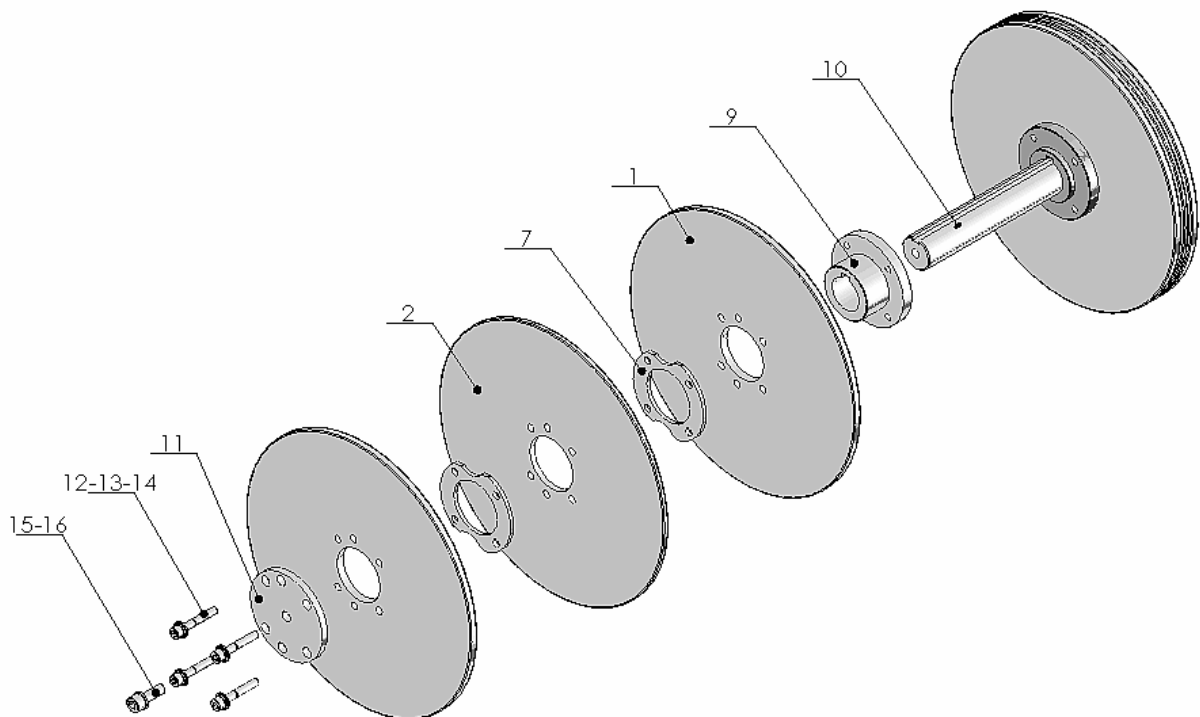
Pour cela, sur les différentes vues du document réponse BR2, colorier et caractériser :

- les surfaces fonctionnelles permettant leur mise en position (MIP) et,
- les éléments réalisant leur maintien en position (MAP).

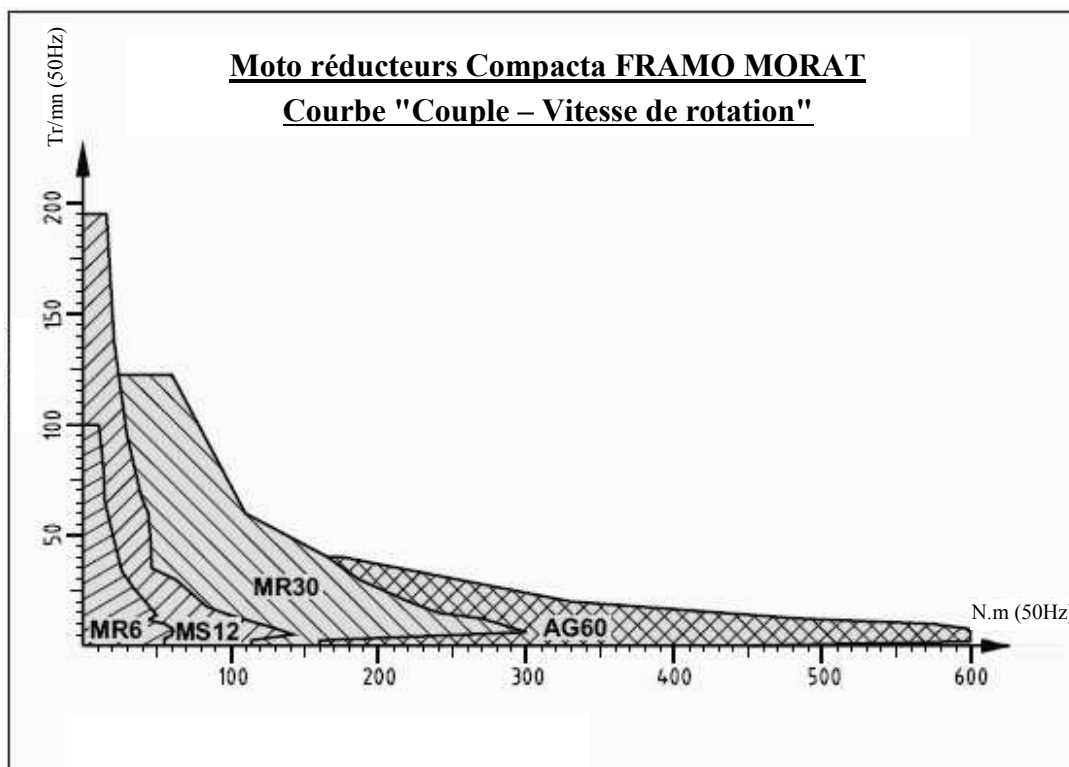
Partie 4

L'objet de cette dernière partie, est de proposer une procédure d'assemblage des éléments réalisant la fonction "**FT5 : Transformer** le mouvement de rotation en mouvement de translation".

Q18: Sur le document réponse BR3 et, à partir de la représentation volumique de l'assemblage de l'ensemble d'enroulement de câbles, compléter le tableau des contraintes à imposer dans un modèle volumique pour réaliser l'assemblage des pièces 1 et 9 apparaissant sur l'éclaté de l'ensemble d'enroulement ci-dessous.

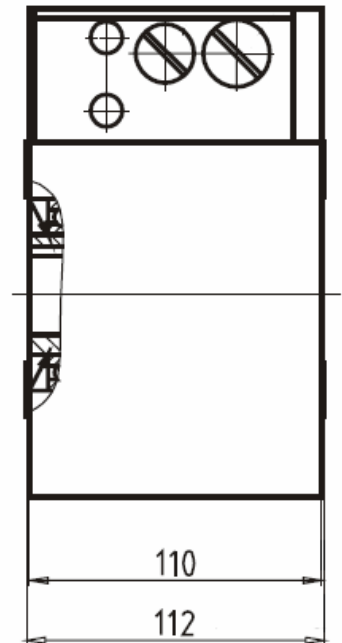
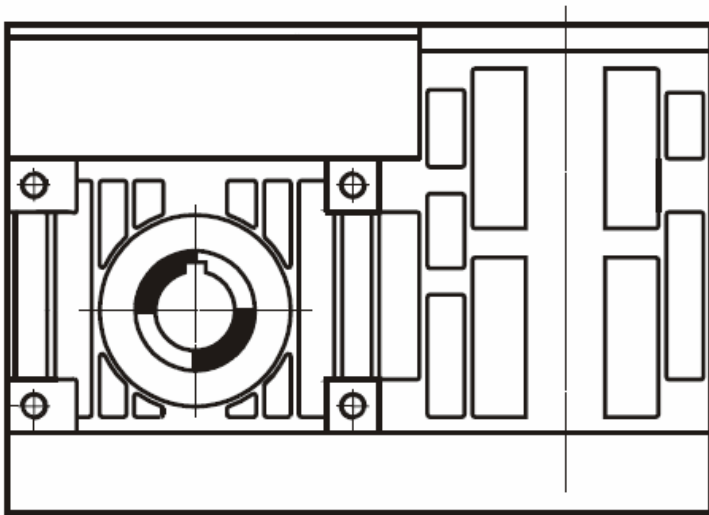
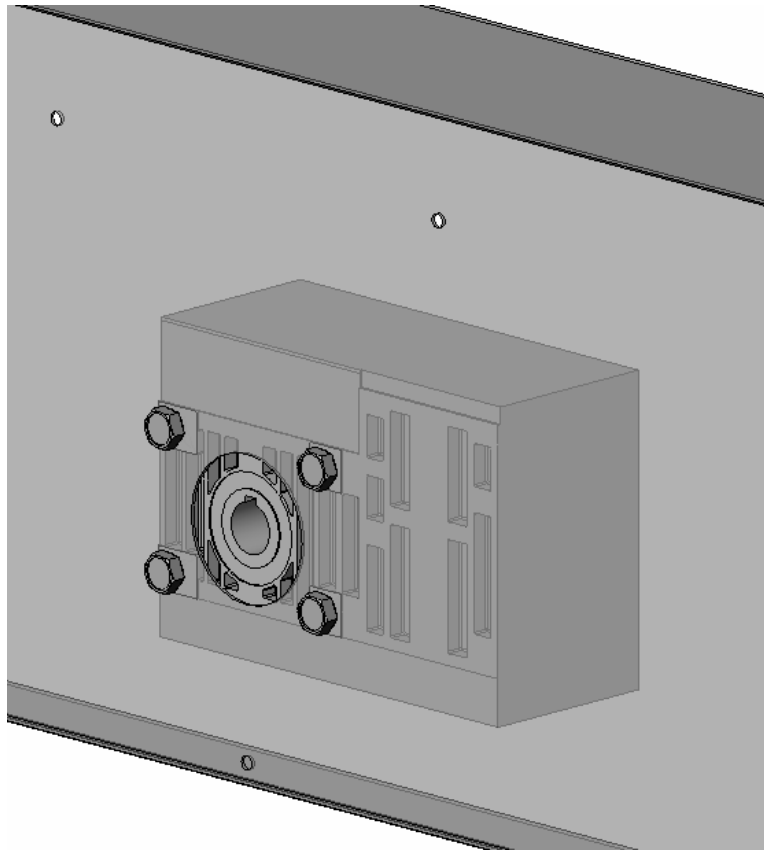


DOCUMENTS RÉPONSE

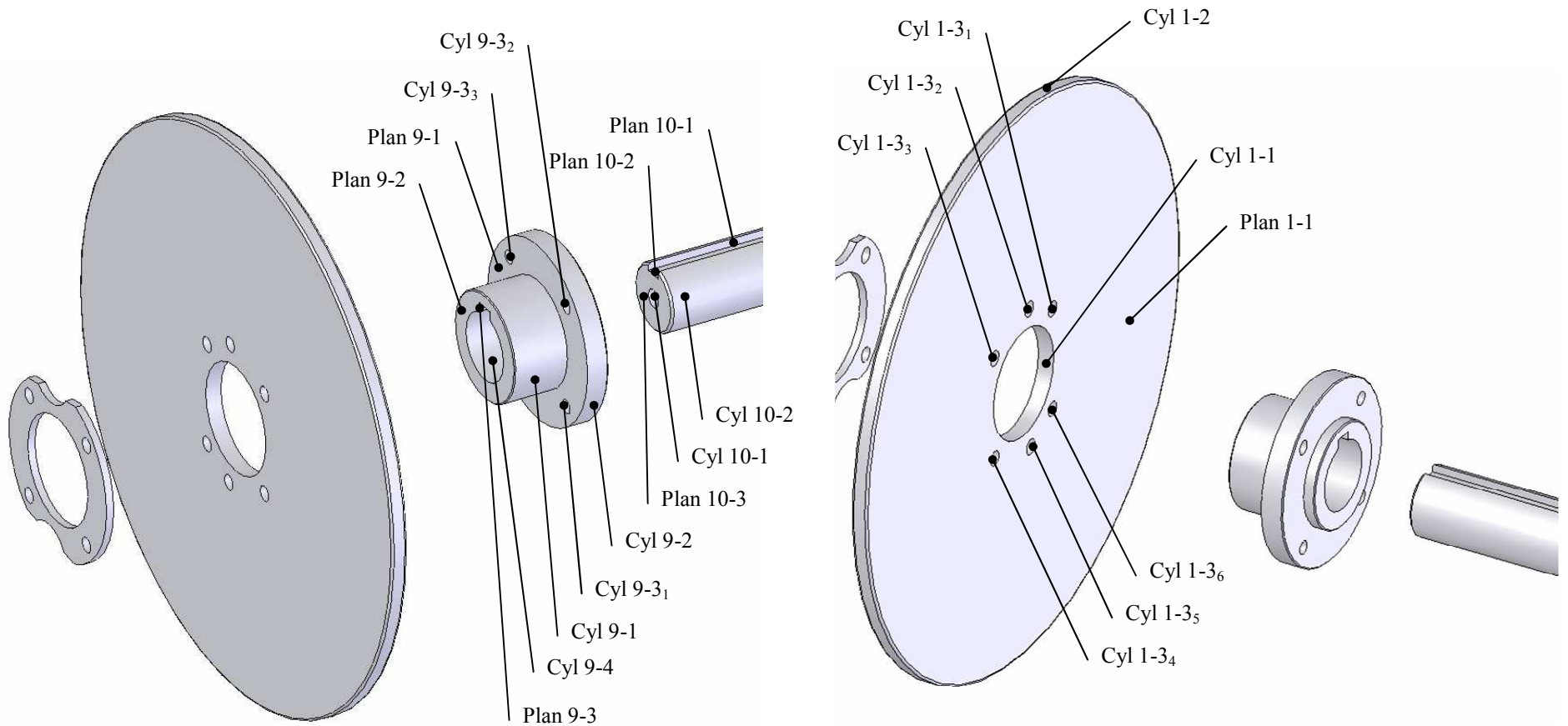


Moteurs triphasés 3×230/400V-50Hz – Gamme MR30

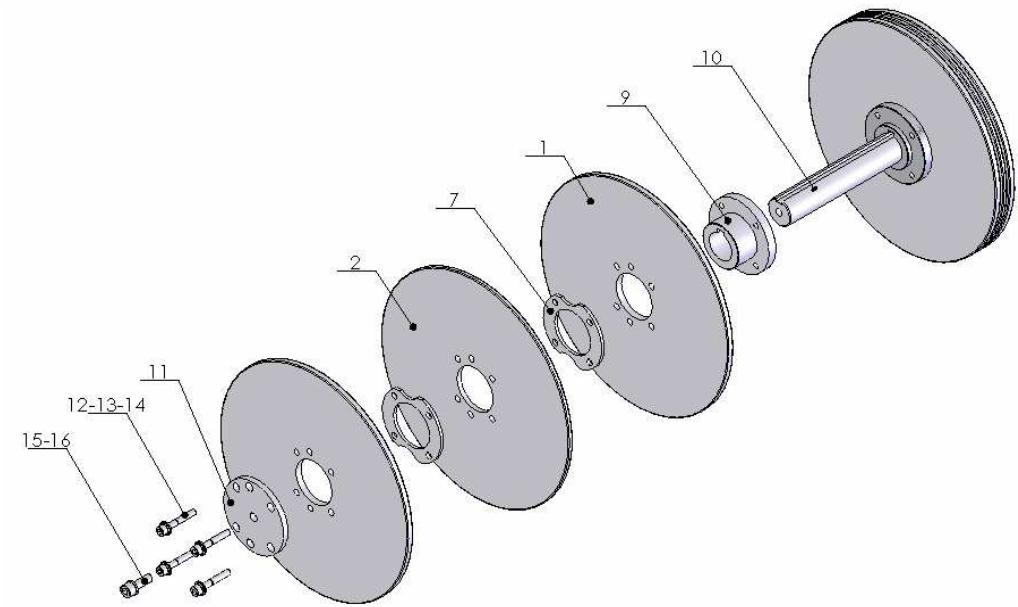
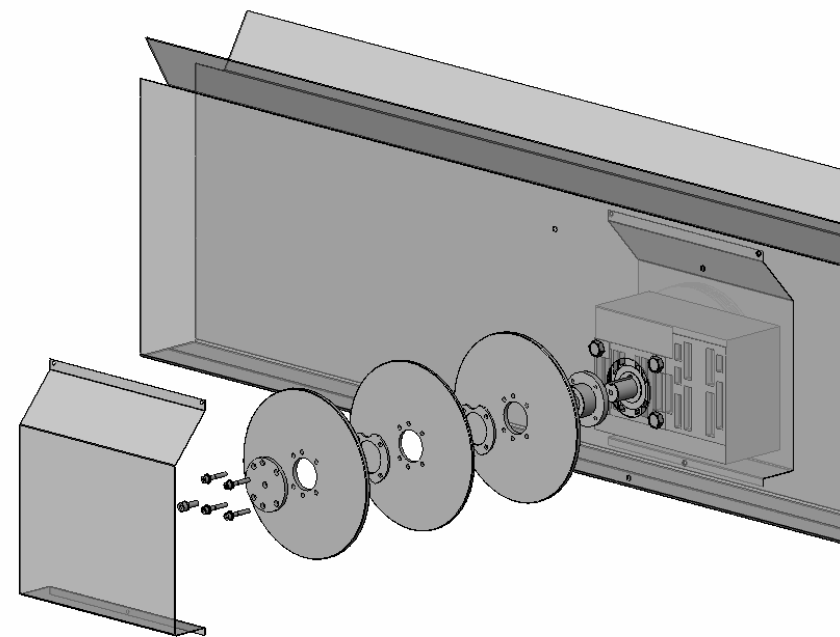
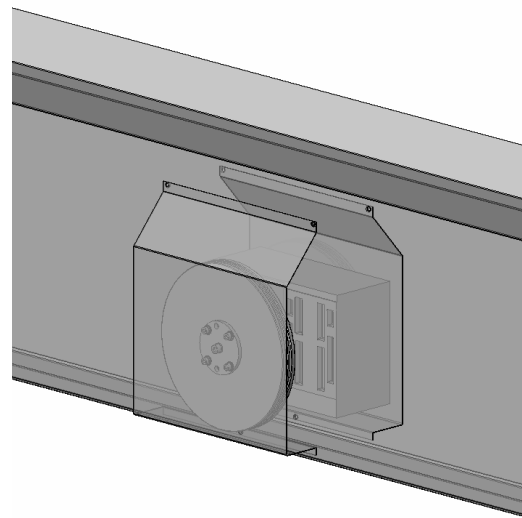
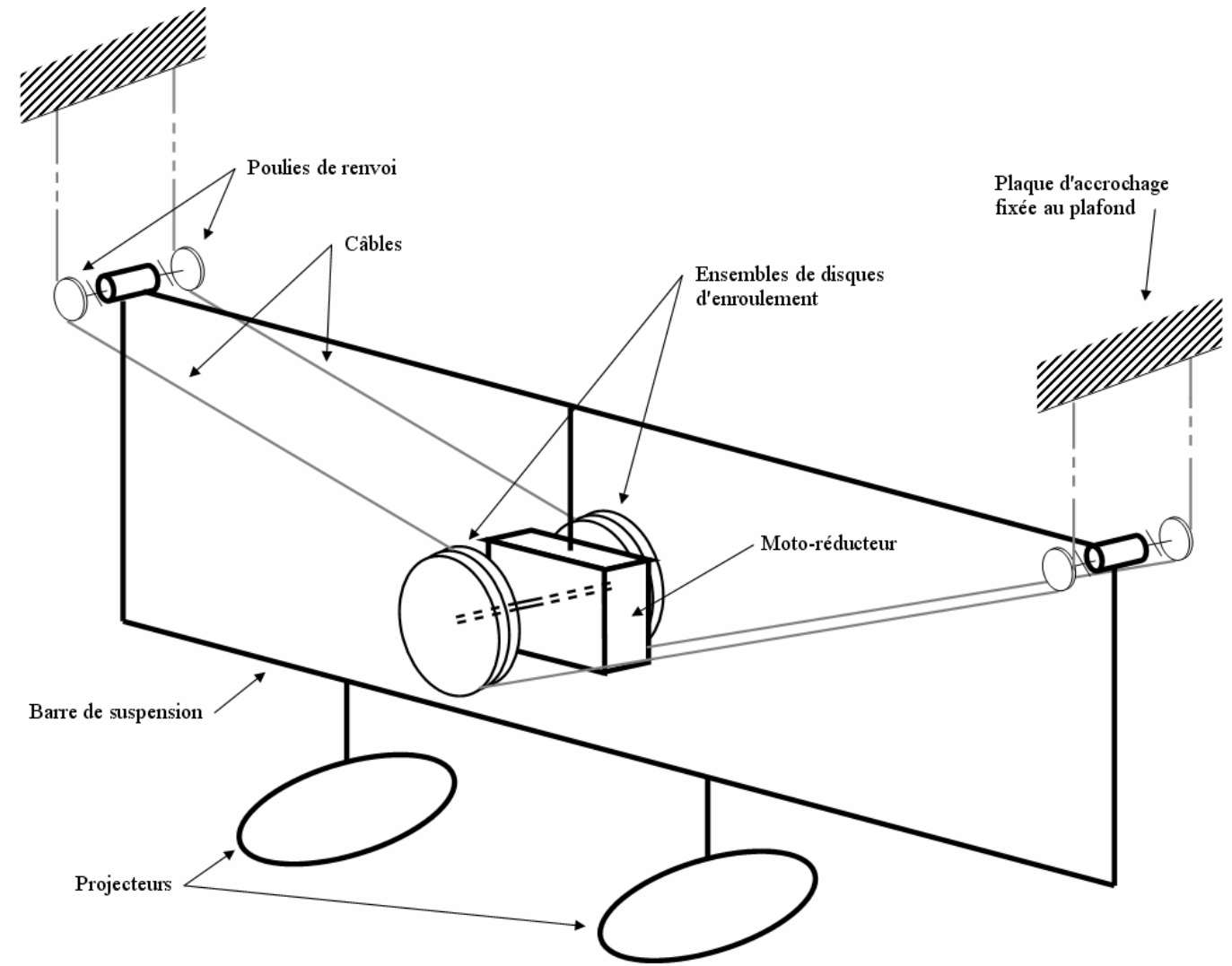
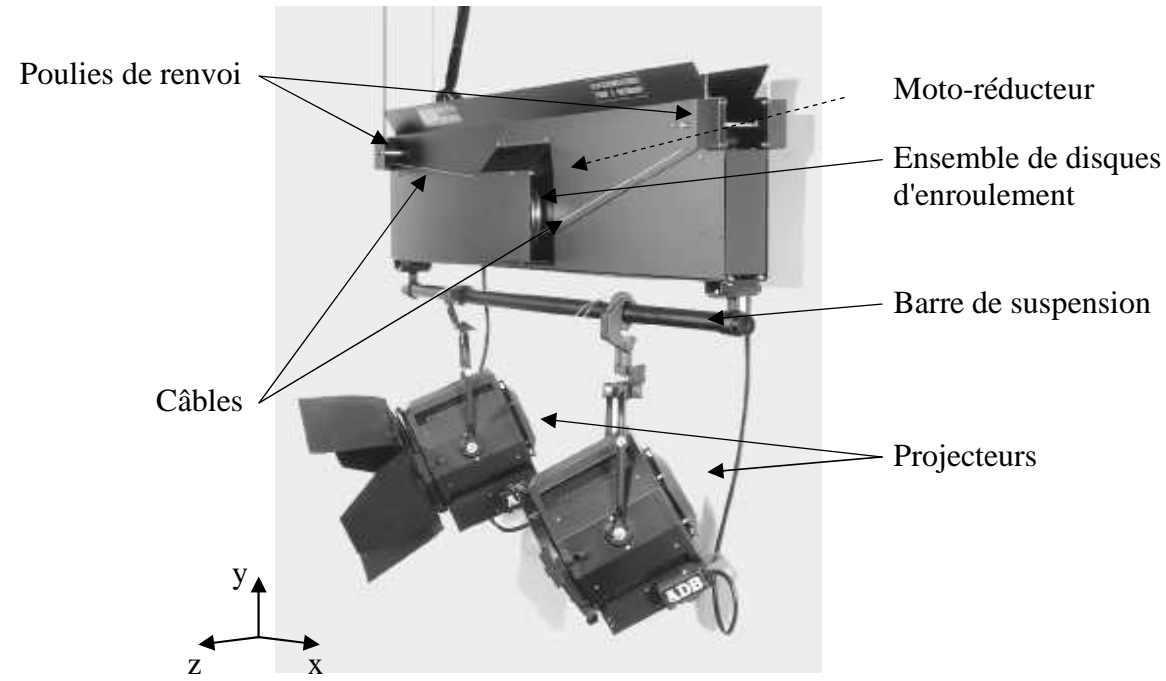
Vitesse de sortie Tr/mn	Couple de sortie N.m	Rapport de transmission	Vitesse moteur Tr/mn	Puissance utile kW
	Cycle de charge 60%			Cycle de charge 60%
123,4	60	22,7:1	2800	1,1
61,6	112	45,4:1	2800	1,1
39	165	71,8:1	2800	1,1
30,8	125	45,4:1	1400	0,6
28,4	187	98,3:1	2800	1,1
21,8	220	128,5:1	2800	1,1
19,5	180	71,8:1	1400	0,6
15,4	240	181,4:1	2800	1,1
14,2	206	98,3:1	1400	0,6
11,8	270	238,1:1	2800	1,1
10,6	250	264,6:1	2800	1,1
7,7	267	181,4:1	1400	0,6
5,9	300	238,1:1	1400	0,6
5,3	278	264,6:1	1400	0,6
3,8	148 (40%)	181,4:1	700	0,15 (40%)
2,9	170 (40%)	238,1:1	700	0,15 (40%)
2,6	160 (40%)	264,6:1	700	0,15 (40%)



	Entités sélectionnées	Contrainte de coaxialité	Contrainte de coïncidence
Exemple : assemblage de 9 et 10	Cyl 10-2 / Cyl 9-4	×	
	Plan 10-1 / Plan 9-3		×
Assemblage de 1 et 9			



DOCUMENTATION



CORRIGÉ DE MÉCANIQUE

Q1: À partir de l'Analyse Fonctionnelle", indiquer quels sont les éléments réalisant ces deux fonctions.

FT4 => Moto-réducteur Compacta MR30

FT5 => Système disque d'enroulement + câble

Partie 1

Q2: Indiquer la valeur moyenne en m/s de la vitesse de déplacement notée $V = \overline{\|V_{P/O}\|}$ de la porteuse P par rapport au plafond du studio 0.

$$V = 0,1 \text{ m/s}$$

Q3: Donner la relation entre la vitesse linéaire V (en m/s) du câble, le rayon d'enroulement r (en m) du câble et la vitesse de rotation de l'ensemble d'enroulement ω (en rad/s) au point M (point où le câble s'enroule sans glisser autour de l'ensemble d'enroulement).

$$V = r \cdot \omega$$

Q4: Calculer alors la vitesse de rotation ω de l'ensemble d'enroulement sachant que le diamètre moyen d'enroulement du câble est $d = 200 \text{ mm}$.

$$\omega = V / r = 0,1 / 0,1 = 1 \text{ rad/s}$$

Q5: Conclure sur la vitesse de rotation N en tr/mn que doit avoir le moto-réducteur.

$$N_{\text{moteur}} = 30 \cdot \omega / \pi = 30 / \pi = 9,55 \text{ tr/mn}$$

Partie 2

Q6: À partir des "spécifications" du document page A6, indiquer la masse de la porteuse avec l'équipement standard et la masse de la charge utile maximale puis, donner les caractéristiques (direction, sens, intensité) de leurs vecteurs poids.

Remarque : l'accélération de la pesanteur sera prise telle que $\|\vec{g}\| = 9,81 \text{ m/s}^2$

$M_{\text{porteur}} = 70 \text{ kg} \Rightarrow$ Poids de la porteuse : \vec{P}_{porteur} tel que :

- direction : verticale (Y),
- sens : vers le bas (-Y),
- intensité : $\|\vec{P}_{\text{porteur}}\| = M_{\text{porteur}} \cdot \|\vec{g}\| = 70 \cdot 9,81 = 686,7 \text{ N}$

$M_{\text{charge}} = 120 \text{ kg} \Rightarrow$ Poids de la charge : \vec{P}_{charge} tel que :

- direction : verticale (Y),
- sens : vers le bas (-Y),
- intensité : $\|\vec{P}_{\text{charge}}\| = M_{\text{charge}} \cdot \|\vec{g}\| = 120 \cdot 9,81 = 1177,2 \text{ N}$

Bac Génie Électronique Session 2008	Étude d'un Système Technique Industriel	Cor1 sur 7
SIEELAG1CORR	corrigé Construction Mécanique	

Q7: En supposant son déplacement en montée à vitesse constante, appliquer le théorème de la résultante statique (issu du PFS) sur l'ensemble porteuse + charge utile.

$$4. \vec{F} + \vec{P}_{porteuse} + \vec{P}_{charge} = \vec{0}$$

Q8: Déterminer alors l'intensité de la force \vec{F} exercée par chaque câble.

$$\begin{aligned} \vec{F} = -(\vec{P}_{porteuse} + \vec{P}_{charge}) / 4 & \Rightarrow \|\vec{F}\| = (\|\vec{P}_{porteuse}\| + \|\vec{P}_{charge}\|) / 4 \\ & = (686,7 + 1177,2) / 4 \\ & = 465,975 \text{ soit } 466N \end{aligned}$$

Q9: Les "spécifications" du document page A6 indiquent une tension maximale admissible par les câbles. Peuvent-ils résister à celle induite par le poids de l'ensemble porteuse + charge utile.

Oui, car chaque câble supporte 466 N alors qu'il pourrait résister à une charge de 7250N.

Quelque soit le résultat trouvé à la question 8, on prendra pour la suite : $\|\vec{F}\| = 475N$

Q10: Donner la relation entre l'intensité du moment $\vec{M}_{O,\vec{F}}$ en O de la force \vec{F} exercée au point M par un câble sur l'ensemble d'enroulement, le rayon d'enroulement du câble r et l'intensité de la force \vec{F} .

Rappel : le diamètre moyen d'enroulement du câble est $d = 200$ mm.

$$\|\vec{M}_{O,\vec{F}}\| = r \cdot \|\vec{F}\|$$

Q11: Calculer alors l'intensité du moment $\vec{M}_{O,\vec{F}}$.

$$\|\vec{M}_{O,\vec{F}}\| = 0,1 \cdot 475 = 47,5N.m$$

Q12: Déterminer alors l'intensité du couple résistant \vec{C}_r exercé par les quatre câbles sur les deux ensembles de disques d'enroulement.

$$\|\vec{C}_r\| = 4 \cdot \|\vec{M}_{O,\vec{F}}\| = 4 \cdot 47,5 = 190N.m$$

Q13: Conclure sur le couple minimum que doit fournir le moto réducteur.

$$C_{moteur} > \|\vec{C}_r\| \Rightarrow C_{moteur} > 190N.m$$

Bac Génie Électronique Session 2008	Étude d'un Système Technique Industriel	Cor2 sur 7
8IEELAG1CORR	corrigé Construction Mécanique	

Partie 3

Q14: Sur les courbes "Couple – Vitesse de rotation" des moto réducteurs Compacta de chez FRAMO MORAT du document page BR1, tracer le point de fonctionnement du moteur correspondant aux caractéristiques mentionnées ci-dessus et justifier le choix d'un modèle de la gamme MR30.

L'intersection des droites correspondant aux caractéristiques $N_{moteur} = 10tr/mn$ et $C_{moteur} = 200N.m$ permet d'obtenir le point de fonctionnement qui tombe dans la zone des moto-réducteurs MR30 que le constructeur préconise donc pour de telles caractéristiques.

Q15: Sur le tableau des caractéristiques des moto réducteurs de la gamme MR30 du document page BR1, indiquer, en entourant les lignes correspondantes, les modèles compatibles avec les caractéristiques minimum déterminées dans les parties 1 et 2 et reprises ci-dessus. Justifier.

Lignes 6, 8, 9, 10 et 11 car $N_{moteur} > 10tr/mn$ et $C_{moteur} > 200N.m$

Q16: Dans les "spécifications" du document page A6, il est indiqué "Rotation irréversible" et "Irréversibilité dynamique et statique" pour le moteur et le réducteur. Quel type d'engrenage présent dans l'ensemble moto réducteur permettrait d'assurer cette irréversibilité ?

Un engrenage de type roue et vis sans fin.

Q17: À partir du document BAN1 et des vues du moto réducteur Compacta présentes sur le document réponse BR2, indiquer comment est réalisée la liaison complète démontable entre ce dernier et le boîtier de la porteuse.

Pour cela, sur les différentes vues du document réponse BR2, colorier et caractériser :

- les surfaces fonctionnelles permettant leur mise en position (MIP) et,
- les éléments réalisant leur maintien en position (MAP).

Mise en position par appui plan de chaque face du moto-réducteur sur chaque face du boîtier, maintien en position de chaque face par quatre vis M14.

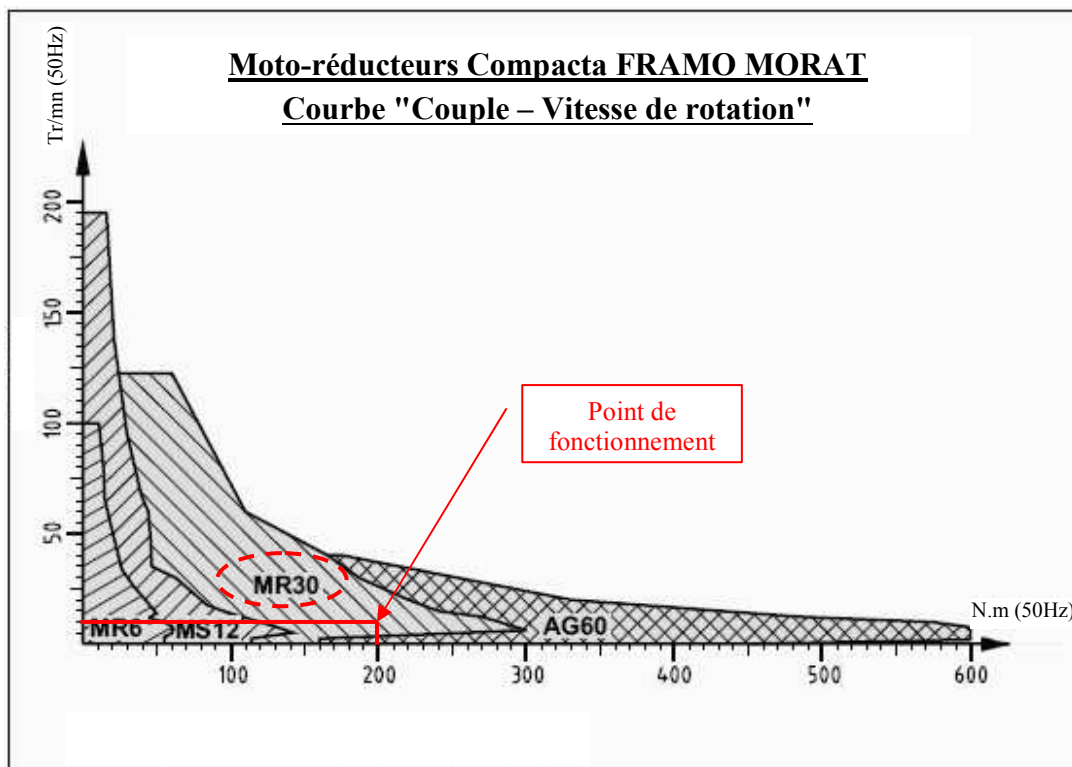
Partie 4

L'objet de cette dernière partie, est de proposer une procédure d'assemblage des éléments réalisant la fonction "**FT5 : Transformer** le mouvement de rotation en mouvement de translation".

Q18: Sur le document réponse BR3 et, à partir de la représentation volumique de l'assemblage de l'ensemble d'enroulement de câbles, compléter le tableau des contraintes à imposer dans un modéleur volumique pour réaliser l'assemblage des pièces 1 et 9 apparaissant sur l'éclaté de l'ensemble d'enroulement ci-dessus.

Bac Génie Électronique Session 2008	Étude d'un Système Technique Industriel	Cor3 sur 7
8IEELAG1CORR	corrigé Construction Mécanique	

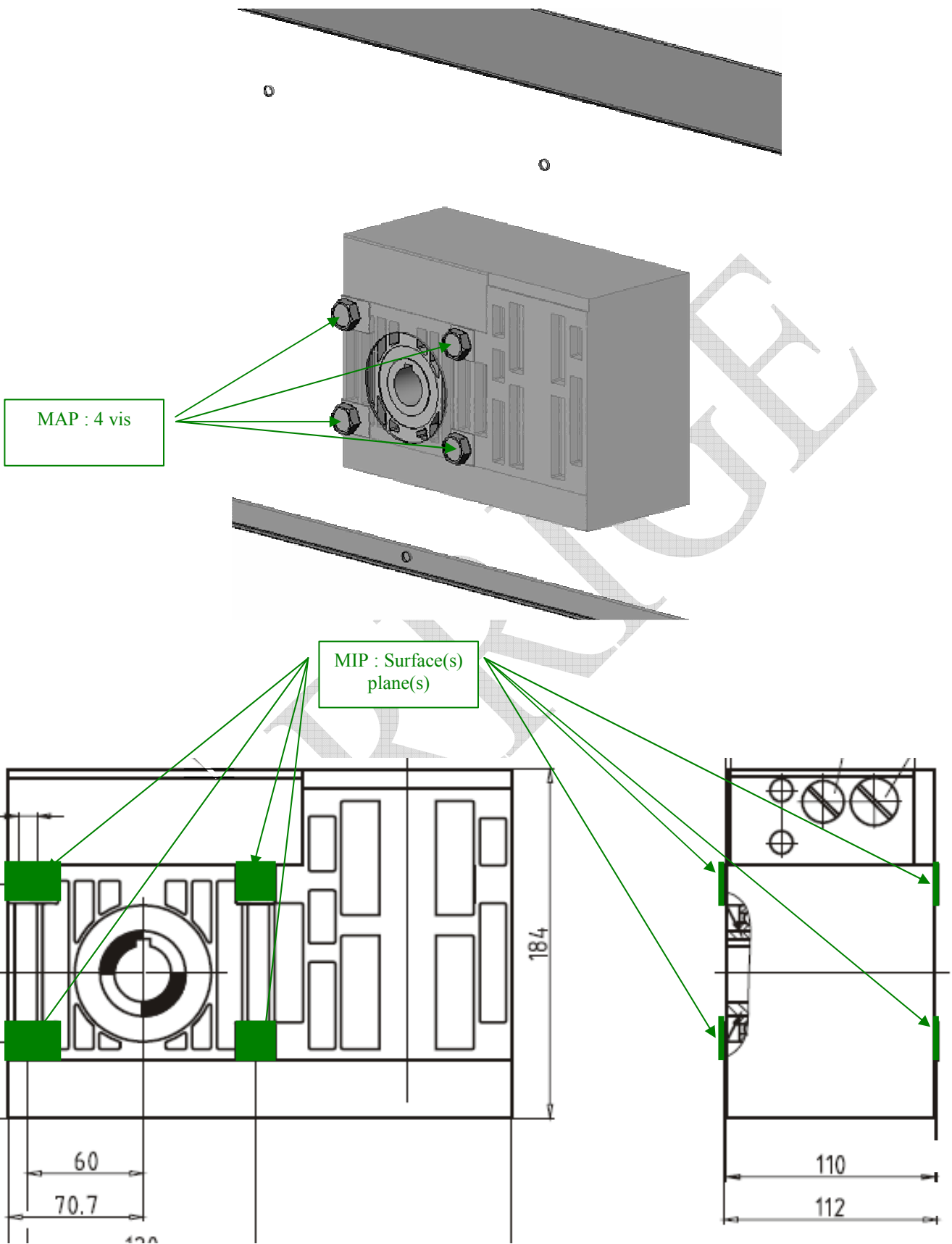
DOCUMENTS REPOSE



Moteurs triphasés 3×230/400V-50Hz – Gamme MR30

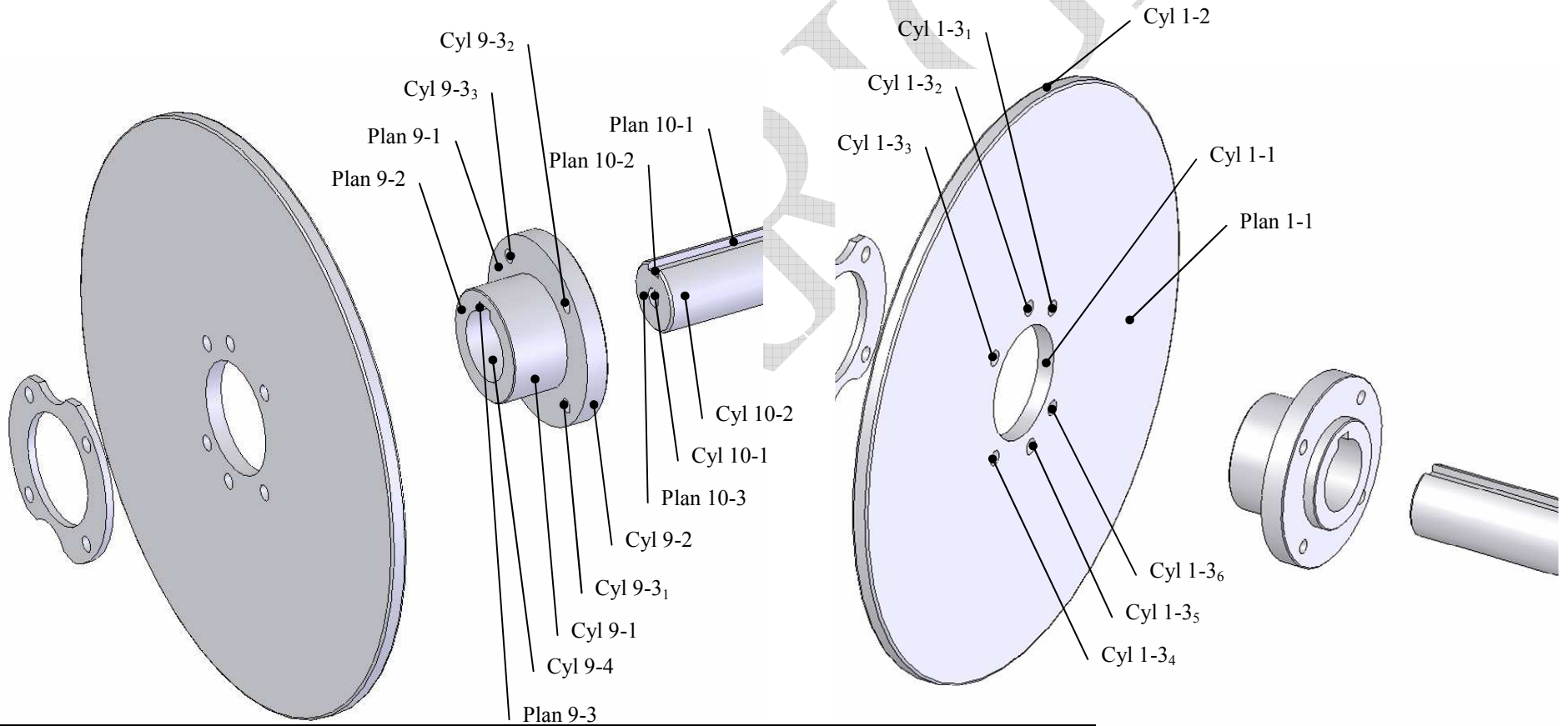
Vitesse de sortie Tr/mn	Couple de sortie N.m	Rapport de transmission	Vitesse moteur Tr/mn	Puissance utile kW
	Cycle de charge 60%			Cycle de charge 60%
123,4	60	22,7:1	2800	1,1
61,6	112	45,4:1	2800	1,1
39	165	71,8:1	2800	1,1
30,8	125	45,4:1	1400	0,6
28,4	187	98,3:1	2800	1,1
21,8	220	128,5:1	2800	1,1
19,5	180	71,8:1	1400	0,6
15,4	240	181,4:1	2800	1,1
14,2	206	98,3:1	1400	0,6
11,8	270	238,1:1	2800	1,1
10,6	250	264,6:1	2800	1,1
7,7	267	181,4:1	1400	0,6
5,9	300	238,1:1	1400	0,6
5,3	278	264,6:1	1400	0,6
3,8	148 (40%)	181,4:1	700	0,15 (40%)
2,9	170 (40%)	238,1:1	700	0,15 (40%)
2,6	160 (40%)	264,6:1	700	0,15 (40%)

Bac Génie Électronique Session 2008 8IEELAG1CORR	Étude d'un Système Technique Industriel	Cor4 sur 7
	corrigé Construction Mécanique	



<p>Bac Génie Électronique Session 2008 8IEELAG1CORR</p>	<p>Étude d'un Système Technique Industriel corrigé Construction Mécanique</p>	<p>Cor5 sur 7</p>
---	---	-------------------

	Entités sélectionnées	Contrainte de coaxialité	Contrainte de coïncidence
Exemple : assemblage de 9 et 10	Cyl 10-2 / Cyl 9-4	×	
	Plan 10-1 / Plan 9-3		×
Assemblage de 1 et 9	Plan 9-1 / Plan 1-1		×
	Cyl 9-1 / Cyl 1-1	×	
	Cyl 9-3 / Cyl 1-3 ₁	×	



Bac Génie Électronique Session 2008	Étude d'un Système Technique Industriel	Cor6 sur 7
8IEELAG1CORR	Documents réponse corrigé Construction Mécanique	

Barème Mécanique Porteuse Motorisée

	Question	Nombre de points
Partie 1	Q 1	3
	Q 2	2
	Q 3	4
	Q 4	2
	Q 5	4
	sous-total	15

Partie 2	Q 6	5
	Q 7	4
	Q 8	5
	Q 9	2
	Q 10	2
	Q 11	2
	Q 12	2
	Q 13	2
	sous-total	24

Partie 3	Q 14	4
	Q 15	4
	Q 16	4
	Q 17	3
	sous-total	15

Partie 4	Q 18	6
	sous-total	6

total	60
--------------	-----------