

DANS CE CADRE	Académie :	Session :
	Examen :	Série :
	Spécialité/option :	Repère de l'épreuve :
	Epreuve/sous épreuve :	
	NOM :	
	(en majuscule, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)	
	Prénoms :	N° du candidat <input type="text"/>
Né(e) le :	(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou liste d'appel)	
NE RIEN ÉCRIRE	Appréciation du correcteur	
	<input type="text"/>	
Note :		

Il est interdit aux candidats de signer leur composition ou d'y mettre un signe quelconque pouvant indiquer sa provenance.

BTS ASSISTANCE TECHNIQUE D'INGENIEUR

EPREUVE E.4 : ETUDE D'UN SYSTEME PLURITECHNOLOGIQUE

Sous épreuve : Vérifications des performances mécaniques et électriques d'un système pluritechnologique	Unité U42
---	-----------

DOSSIER CORRIGE

LIGNE DE PRODUCTION DE PLAQUES ALVEOLAIRES

Ce dossier comprend les documents DC1 à DC 13

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

PRESENTATION DE L'ETUDE :

Problématique générale :

Pour faire face aux demandes d'un nouveau client qui va commander régulièrement des plaques alvéolaires de 2 et 3 mm d'épaisseur, l'usine Distriplast prévoit d'améliorer une de ses lignes de production en implantant une nouvelle cisaille à guillotine double électrique, en remplacement de l'ancienne à énergie pneumatique qui constitue souvent un goulet sur cette ligne.

Dans cette étude, on vérifiera différentes performances et on validera différents choix technologiques concernant la cisaille et son alimentation en énergie.

Partie A : Vérification des performances du dispositif d'avance (dispositif de tirage) de la bande extrudée.

Partie B : Vérification des performances du matériel choisi pour le dispositif d'avance (dispositif de tirage) de la bande extrudée.

Partie C : Etude de l'alimentation électrique de la nouvelle cisaille double.

En fonction de la puissance à installer et des caractéristiques de la source d'alimentation, prévoir les protections et le câble d'alimentation de la cisaille.

Partie D : Etude du dispositif de coupe et de l'alimentation de son moteur, vérification du variateur choisi et détermination de certains paramètres.

Cette partie permettra également de conclure sur le comportement dynamique du dispositif de coupe. **Le cahier des charges impose notamment que le temps de cycle de la cisaille soit au maximum de 0,3 s quelle que soit l'épaisseur de la bande.**

BTS Assistance technique d'ingénieur	Code : NC ATVPM	Session 2018	SUJET
EPREUVE E4- Sous épreuve U42	Durée :3h	Coefficient :3	DC 1 / 13

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Partie A : Vérification des performances du dispositif d'avance (dispositif de tirage) de la bande extrudée (DT1 et DT2)

Pour chaque question, écrire les formules et le détail des calculs permettant de trouver la réponse.

A1 - **Vérifier** si la fréquence de rotation maximale du moteur permet d'entraîner la bande extrudée à **une vitesse d'au moins 20 m/min**, imposée par le cahier des charges.

Données :

Rayon extérieur du cylindre : 0,125 m

Rayon intérieur du cylindre : 0,1225 m

Vitesse de rotation maximale du moteur : 3000 tr/min

Raison du réducteur $i=1/102,88 = 0,00972$

a) **Exprimer** la vitesse angulaire maximale de l'arbre de sortie du moteur en [rad/s].

$$\omega_m = (3,14 \times 3000) / 30 = 314 \text{ rad/s}$$

b) **Calculer** la vitesse angulaire à la sortie du réducteur, en fonction des caractéristiques données.

$$\omega_r = 314 \times (1/102,88) = 3,05 \text{ rad/s}$$

c) **Relever**, dans les données ci-dessus, la valeur du rayon du cylindre d'entraînement qui permettra de déterminer la vitesse linéaire d'un point du cylindre en contact avec le tapis, en fonction des caractéristiques données.

$$R = 125 \text{ mm} = 0,125 \text{ m}$$

d) **Calculer** la vitesse maximale (en m/s et en m/min) d'un point du cylindre lors de sa rotation, que l'on considère comme étant celle de la vitesse de défilement de la bande extrudée.

$$V_b = w \times R = 3,05 \times 0,125 = 0,381 \text{ m/s} = 22,88 \text{ m/min}$$

e) **Conclure** en comparant la vitesse maximale théorique à atteindre pour la bande extrudée et la vitesse que fournit le système d'après vos calculs.

La vitesse imposée peut être atteinte : 22,89 > 20 m/min

BTS Assistance technique d'ingénieur	Code : NC ATVPM	Session 2018	SUJET
EPREUVE E4- Sous épreuve U42	Durée :3h	Coefficient :3	DC 2 / 13

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

A2 - **Vérifier** si le couple du moteur choisi est compatible avec les besoins lors du démarrage. Le cahier des charges impose d'atteindre la vitesse de 20 m/min en **0,3 s**.

Données :

Le moteur est piloté par un variateur de vitesse.

N nominal moteur : 3000 tr/min (Vitesse angulaire : 314 rad/s)

Puissance nominale moteur : $P = 3\,000\text{ W}$

Raison du réducteur $i=1/102,88 = 0,00972$

Rendement du réducteur = 0,9

Couple résistant des différents organes en mouvements, ramené au niveau du moteur :

$C_{rm} = 0,1\text{ N.m}$.

Moment d'inertie du système de transmission (arbre d'entraînement et réducteur) ramené au niveau du moteur : **$J_{amr} = 0,00148\text{ kg.m}^2$**

- a) **Calculer** le couple nominal du moteur choisi (à partir de sa puissance nominale et de sa vitesse nominale, données ci-dessus).

$$C_m = P / \omega = 3000 / ((3.14 \times 3000) / 30) = 3000 / 314 = 9,55\text{ N.m}$$

- b) **Rechercher**, dans le **tableau 1** du **DT3**, le moment d'inertie (J_c) correspondant au cylindre d'entraînement utilisé. (Voir les données du cylindre à la question A.1)

$$J_c = 0,6963\text{ kg.m}^2$$

- c) Considérant que le calcul du moment d'inertie du cylindre (J_c), ramené au niveau du moteur (J_{cm}) est égal à **$0,007520\text{ kg.m}^2$** .
Calculer le moment d'inertie total (J_t) ramené au niveau de l'arbre du moteur en fonction de celui du cylindre (J_{cm}) et du système de transmission (J_{amr}). (*Rappel : $J_t = J_{cm} + J_{amr}$*)

$$J_t = J_{cm} + J_{amr} = 0,007520 + 0,00148 = 0,009\text{ kg.m}^2$$

- d) **Calculer** l'accélération angulaire α en fonction du couple moteur, du couple résistant et du moment d'inertie total. Prenez comme valeur **$J_t = 0,009\text{ kg.m}^2$** pour la suite des calculs.

$$(Rappel : $C_m - C_{rm} = J_t \cdot \alpha$)$$

$$C_m - C_{rm} = J_t \times \alpha \rightarrow \alpha = (C_m - C_{rm}) / J_t = (9,55 - 0,1) / 0,009 = 9,45 / 0,009 = 1050$$

$$\alpha = 1050\text{ rad/s}^2$$

- e) **Calculer** le temps minimal nécessaire au démarrage.

$$t = \omega / \alpha = 314 / 1050 = 0,2989\text{ s}$$

BTS Assistance technique d'ingénieur	Code : NC ATVPM	Session 2018	SUJET
EPREUVE E4- Sous épreuve U42	Durée :3h	Coefficient :3	DC 3 / 13

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

- f) **Conclure** : le temps minimal nécessaire au démarrage est-il compatible avec le temps maximal autorisé

0,2989 s < 0,3 s donc le moteur peut être compatible avec les besoins.

Partie B : Vérification des performances du matériel choisi pour le dispositif d'avance (dispositif de tirage) de la bande extrudée

Pour chaque question, écrire les formules et le détail des calculs permettant de trouver la réponse.

B1 - **Vérifier** si la flèche du cylindre est compatible avec le cahier des charges qui impose une flèche maximale du cylindre de **0,2 mm** pour garder un bon guidage de la bande et éviter son écrasement.

Données :

Pour des raisons de fonctionnement optimal on veut que la flèche du cylindre dû à son propre poids soit inférieure à 0,2 mm.

Les rouleaux d'entraînement sont en acier de type 36 NiCrMo 16

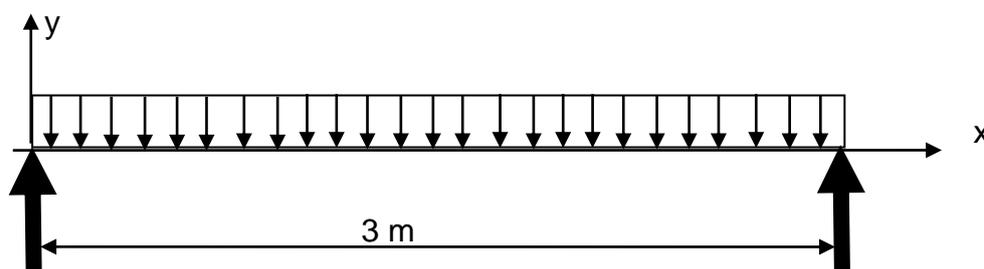
Le cylindre est considéré comme une poutre en appui simple à chaque extrémité, avec une charge uniformément répartie sur sa longueur (**q : N/mm**).

Rayon extérieur du cylindre : 0,125 m

Rayon intérieur du cylindre : 0,1225 m

Longueur : 3 m

Représentation simplifiée du cylindre



- a) **Calculer** le moment quadratique du cylindre d'entraînement (I_{gz}), en fonction des données du tableau 2 du DT3.

Rappel : $I_{gz} = (3,14/64) \times (D^4 - d^4)$

$$I_{gz} = (3,14/64) \times (D^4 - d^4)$$

$$I_{gz} = (3,14 / 64) \times (3\,906\,250\,000 - 3\,603\,000\,625) = 14\,878\,172,46 \text{ mm}^4$$

$$I_{gz} = 14\,878\,172,46 \text{ mm}^4$$

BTS Assistance technique d'ingénieur	Code : NC ATVPM	Session 2018	SUJET
EPREUVE E4- Sous épreuve U42	Durée : 3h	Coefficient : 3	DC 4 / 13

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

b) **Rechercher** la valeur du module de Young (E). dans le tableau 3 du DT4.

$$E = 210\,000 \text{ N/mm}^2$$

c) **Calculer** la valeur de la flèche du cylindre Y_c , en prenant les renseignements complémentaires utiles dans le tableau 2 du DT3. Prenez $I_{gz} = 14\,900\,000 \text{ mm}^4$ pour la suite des calculs.

$$\text{Rappel : } Y_c = - (5 \cdot q \cdot l^4) / (384 \cdot E \cdot I_{gz}) \quad \text{Attention à l'homogénéité des unités}$$

$$\begin{aligned} \text{Flèche} = Y_c &= - (5 \cdot q \cdot l^4) / (384 \cdot E \cdot I_{gz}) \\ Y_c &= (5 \times 0,149 \times 3000^4) / (384 \times 210\,000 \times 14\,900\,000) \end{aligned}$$

$$Y_c = - 0,05 \text{ mm}$$

d) **Conclure** : la valeur trouvée respecte-t-elle le cahier des charges ?

Oui car $0,2 \text{ mm} > 0,05 \text{ mm}$

B2 - **Vérifier** si le taux de charge appliqué aux vérins est respecté.

Données :

Les vérins installés (un de chaque côté du rouleau, ils travaillent en parallèle) ont comme caractéristiques :

Diamètres du piston = 80 mm

Diamètre de la tige = 22 mm

Longueur de course = 50 mm

Pression d'utilisation = 0,6 Mpa ou 6 bars

Charge réelle appliquée à l'extrémité de chaque vérin pour relever le cylindre = 700 N

a) **Déterminer**, sans calcul, à l'aide du tableau 4 du DT4 « efforts dynamiques développés par type de vérin », l'effort dynamique de chacun des vérins, F_{dyn} en N.

$$F_{dyn} = 285 \text{ daN} = 2850 \text{ N}$$

b) **Calculer** à l'aide du document 1 du DT5 le taux de charge entre la charge réelle et l'effort dynamique sur le système.

$$\text{Taux de charge} = \text{charge réelle} / \text{effort dynamique} = 700 / 2850 = 0,245$$

BTS Assistance technique d'ingénieur	Code : NC ATVPM	Session 2018	SUJET
EPREUVE E4- Sous épreuve U42	Durée :3h	Coefficient :3	DC 5 / 13

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

c) Conclure

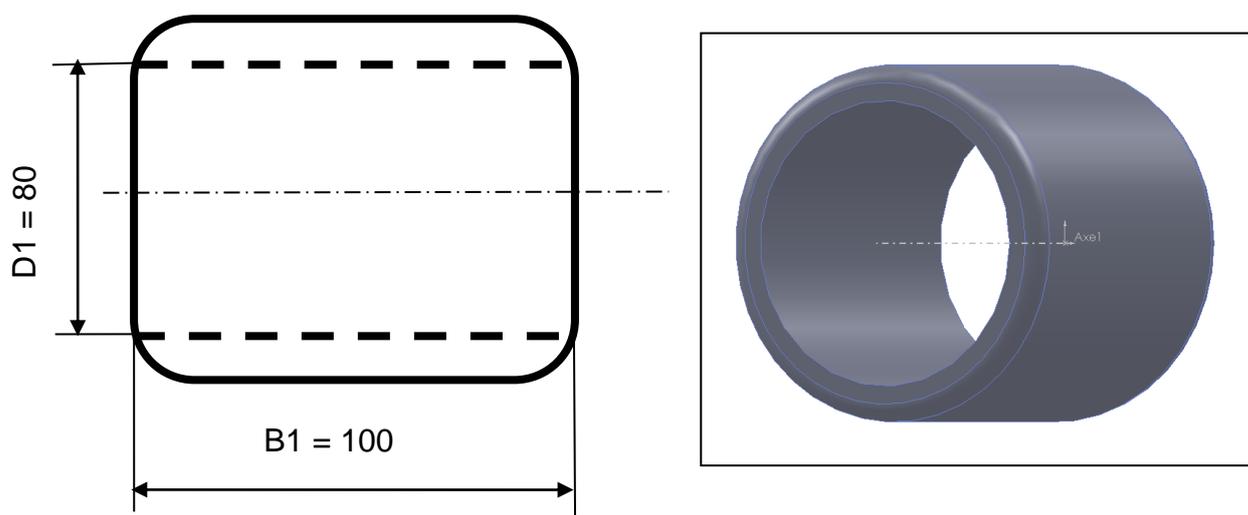
Le taux de charge 24,5 % est bien inférieur à 75 %

B3 - **Vérifier** si le choix des bagues, effectué par le constructeur, est correct en fonction de la durée de vie et des conditions d'utilisation.

Le guidage de l'arbre d'entraînement est réalisé à l'aide de bague PTFE (couche de surface en polytétrafluoroéthylène).

Le diamètre D1 de l'arbre en contact avec les bagues est de 80 mm.

Les bagues supportent l'arbre d'entraînement sur une longueur **B1 de 100 mm**.



On prévoit une durée de vie des bagues de 5 ans pour un fonctionnement de la machine 24h/24h durant 344 jours/an.

La bague est fixe avec un arbre rotatif.

On considère que l'action **F** de l'arbre d'entraînement sur une bague est de 700N.

La vitesse de rotation **N** est de 30 tr/min.

Le système travaille à une température ambiante de 25°, à sec, avec des qualités moyennes de dissipation de chaleur.

Au niveau des matériaux antagonistes on prendra un acier au carbone pour **a_m**, **a_L** et **a_T**.

Le coefficient **a_B** est de 0,75, et la charge spécifique limite est **Plim** = 50 N/mm².

Se référer aux DT5 et DT6.

BTS Assistance technique d'ingénieur	Code : NC ATVPM	Session 2018	SUJET
EPREUVE E4- Sous épreuve U42	Durée :3h	Coefficient :3	DC 6 / 13

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

- a) **Calculer** le nombre d'heures (L_H) d'utilisation des bagues pour la durée de vie prévue dans les conditions de fonctionnement de l'entreprise.

$$L_H = 5 \times 344 \times 24 = 41\,280 \text{ h}$$

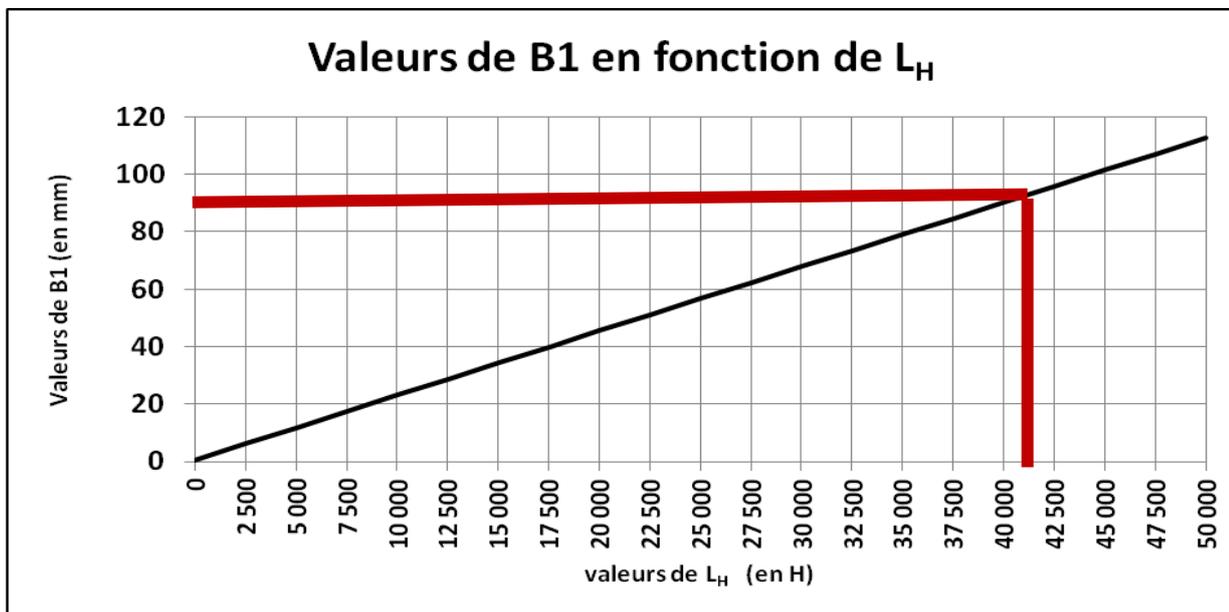
- b) **Rechercher** et **Ecrire la** raison pour laquelle on utilise la formule :

$B1 = F.N.(L_H + a_L) / [1,25 \cdot 10^7 \cdot a_T \cdot a_M \cdot a_B] + [F / \bar{P}_{lim} \cdot D1]$ pour le calcul des bagues dans le document 3 du DT6

La bague est fixe avec l'arbre en rotation

- c) Pour simplifier la détermination de B1 donnée par la formule de la question précédente, on donne le graphe ci-dessous.

Tracer sur ce graphe votre recherche pour déterminer la longueur théorique B1 des bagues en considérant qu'elles seront utilisées 41 300 h.



- d) **Conclure** en comparant le choix du constructeur et la valeur théorique trouvée.

D'après le graphe la longueur théorique B1 est de 93 mm donc le choix du constructeur de 100 mm est correct, car $93 < 100$.

BTS Assistance technique d'ingénieur	Code : NC ATPVM	Session 2018	SUJET
EPREUVE E4- Sous épreuve U42	Durée : 3h	Coefficient : 3	DC 7 / 13

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Partie C : Etude de l'alimentation électrique de la nouvelle cisaille double (DT 7)

Pour la nouvelle cisaille double, il faut prévoir l'alimentation de l'armoire électrique de cette cisaille par un nouveau départ de puissance depuis l'armoire générale de la ligne : disjoncteur Q1 et câble C1.

Pour chaque question, écrire les formules et le détail des calculs permettant de trouver la réponse.

Données :

- Réseau : 3 x 400 V + N - Régime IT
- Courant de court-circuit présumé au niveau de l'armoire principale = 8500 A
- Distribution triphasée supposée équilibrée, $\cos \varphi = 0.85$
- Disjoncteur Q1 courbe C (usage général)
- Câble C1 type H07 RNF multiconducteur - isolant en caoutchouc sur conducteurs en cuivre.
- Le câble C1 de longueur 50 m sera posé à plat sur un chemin de câbles perforé à proximité de 2 autres câbles. La température maximale est de 30°C.

C1. Détermination de la puissance pour le choix du disjoncteur. (Voir DT 7)

Déterminer la puissance active à prendre en compte pour le choix du disjoncteur Q1 sachant que la coupe s'effectue lorsque **le tirage est à l'arrêt** et que les **2 dispositifs de coupe peuvent fonctionner simultanément**.

$$9,5 + 9,5 + 0,5 = 19,5 \text{ kW}$$

C2. Choix du disjoncteur (voir DT 9)

Déterminer le courant d'emploi du disjoncteur Q1 avec une puissance estimée à 20 kW puis **donner** la référence de Q1 en justifiant celle-ci.

$$I = 19500 / (\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85) = 33,1 \text{ A}$$

Disjoncteur 27193 (Calibre 40A > 33A, courbe C pour usage général)

C3. Choix du câble C1 (Voir DT10 à DT12)

Quelle que soit la réponse précédente, on considère un courant admissible dans la canalisation **Iz = 40 A**. La chute de tension maximale admise au bout du câble depuis le TGBT est de 8% de la tension d'alimentation et on admettra au maximum 5% pour le câble.

Déterminer la section des conducteurs, **déterminer** la chute de tension dans le câble, puis **compléter** la désignation avec les indications du nombre de conducteurs du câble et la présence ou non d'un conducteur Vert-Jaune.

BTS Assistance technique d'ingénieur	Code : NC ATVPM	Session 2018	SUJET
EPREUVE E4- Sous épreuve U42	Durée :3h	Coefficient :3	DC 8 / 13

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Détailler votre réponse ci-dessous

Lettre sélection	K1	K2	K3	Kn	Ks
E	1	0,82	1	0.84	1

Coefficient total $K = 1 \times 0,82 \times 1 \times 0,84 \times 1 = 0,689$

Courant équivalent $I'z = 40 / 0,689 = 58A$

Section $S = 10\text{mm}^2$ (permet 60A en PVC3 lettre E)

VERIFICATION DE LA CHUTE DE TENSION :
 $10\text{mm}^2 - 40A \rightarrow 3,2\%$ pour 100m donc $1,6\%$ pour 50m

OK < 5%

DESIGNATION A COMPLÉTER: H07-RNF **5 G 10**

Partie D : Etude du dispositif de coupe et de l'alimentation de son moteur

D1. Analyser le dispositif de coupe (voir DT1)

- a) **Déterminer** le nombre de tours que doit faire l'arbre de transmission du dispositif de coupe pour que la lame fasse un aller-retour, par analyse du texte et des schémas du DT1.

1 tour

- b) **Calculer** le nombre de tours que doit réaliser le moteur du dispositif de coupe pour que la lame fasse un aller-retour, en fonction de votre réponse ci-dessus et en connaissant la raison du réducteur du dispositif de coupe : $i = 1/7,21$.

7,21 tours

BTS Assistance technique d'ingénieur	Code : NC ATVPM	Session 2018	SUJET
EPREUVE E4- Sous épreuve U42	Durée :3h	Coefficient :3	DC 9 / 13

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Données pour les questions suivantes en plus du schéma en DT 8

- Réseau : 3 x 400 V + N - Régime IT
- Moteur cisaille de type synchrone triphasé : 112 ME – 400 V / 690 V
- Variateur cisaille : nxp00315a2h1

D2. **Choisir** le couplage du moteur

- a) La tension en entrée du variateur est de 400V. Quelle sera la tension maximum fournie au moteur par le variateur. (Voir DT16)

0 à tension d'entrée donc 0 à 400V

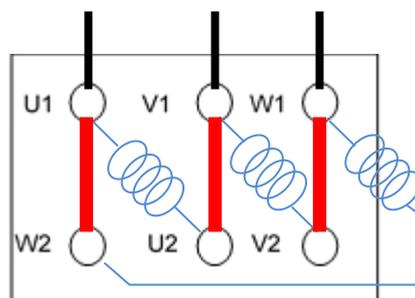
- b) **Choisir** le couplage à réaliser pour le moteur et **compléter** le croquis ci-dessous en indiquant

En bleu, la position des enroulements,

En rouge, la position des barrettes de couplage,

En noir, le raccordement des conducteurs de l'alimentation aux bornes du moteur,

Couplage : **Triangle**



D3. **Justifier** le choix du variateur (voir DT13 à DT16)

- a) Le moteur 112ME peut fonctionner jusqu'à 87 Hz. Quelle sera sa puissance et son courant nominal ?

9,5kW et 21,5A

- b) Le variateur est de type nxp00315a2h1. **Justifier** que ses caractéristiques en tension et courant conviennent.

NXP00315

0031 pour 31A, correct pour moteur 21,5A

5 pour gamme de tension réseau 380-500V, correct pour réseau 400V

BTS Assistance technique d'ingénieur	Code : NC ATVPM	Session 2018	SUJET
EPREUVE E4- Sous épreuve U42	Durée :3h	Coefficient :3	DC 10 / 13

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

D4. Paramétrage du variateur

Le variateur est programmé avec une application de positionnement pour contrôler précisément le mouvement de la lame.

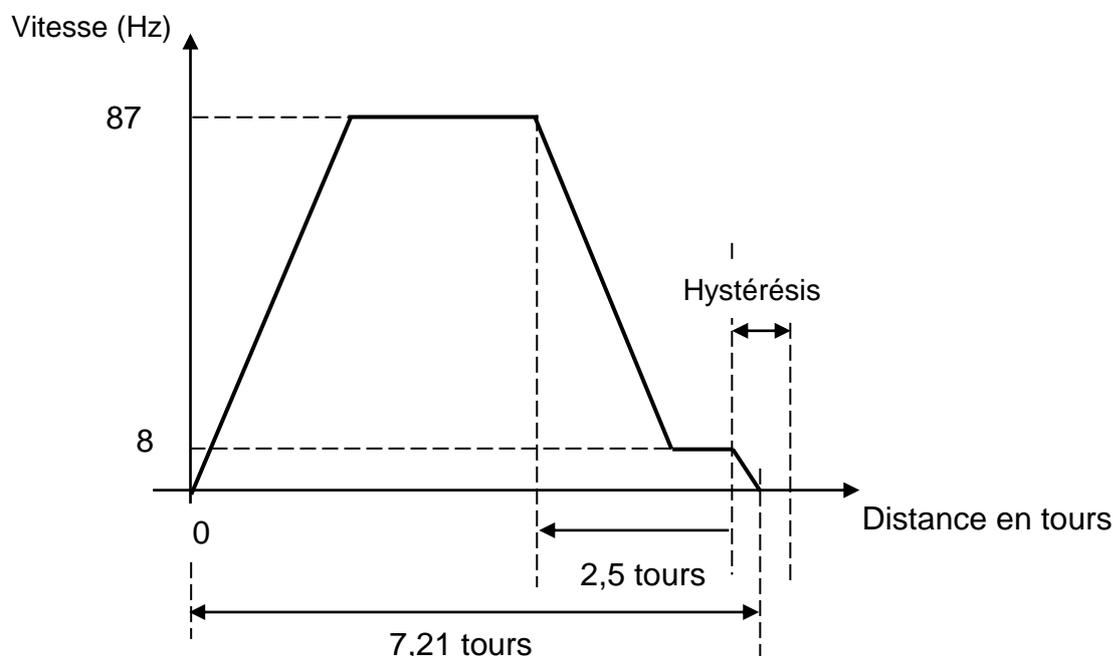
Le variateur reçoit les informations issues :

- de l'automate de cisaille
- du détecteur « point de départ fin de course 0 »
- du codeur incrémental monté sur l'arbre moteur,
- de paramètres internes réglés correctement pour définir une séquence de positionnement

A partir de ces informations, le variateur pilote, **en boucle fermée**, le moteur de la cisaille depuis le démarrage jusqu'à l'arrêt.

a) Paramétrer le positionnement (voir DT17)

On impose le profil de vitesse suivant pour avoir un temps de coupe minimum. Par la suite, une modélisation du système permettra, par simulation, de vérifier si ce profil permet de répondre au cahier des charges imposé en introduction.



BTS Assistance technique d'ingénieur	Code : NC ATVPM	Session 2018	SUJET
EPREUVE E4- Sous épreuve U42	Durée :3h	Coefficient :3	DC 11 / 13

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

- Le départ de la coupe s'effectuera à partir du point de départ fin de course « 0 ».
- Pour effectuer une coupe (descente + remontée de la lame), depuis ce point, le moteur doit effectuer 7,21 tours.
- On impose une fréquence moteur de 87 Hz pour la vitesse maximale, et une fréquence de 8 Hz pour la vitesse d'approche.
- La vitesse d'approche (petite vitesse) est enclenchée lorsqu'il reste 2,5 tours moteur
- L'hystérésis de positionnement est imposée à la valeur 30
- La distance totale est imposée à 10000 soit 100% de la valeur indiquée au paramètre P2.9.2.2.

Tous les paramétrages de distance sont déterminés avec cette valeur de référence 10000.

Exemple si on veut paramétrer une distance égale à la moitié de la distance totale, le paramètre distance vaut alors 5000.

Pour obtenir le profil attendu :

Vitesse moyenne = Petite vitesse

Distance pour vitesse moyenne = Distance pour petite vitesse

A partir de ces données, **compléter** la colonne « Valeur » des paramètres de positionnement :

Code	Paramètre	Unités	Valeur	ID
P2.9.2.1	Distance Totale		10000	1500
P2.9.2.2	Nombre de rotations	r	721	1501
P2.9.2.3	Nombre de décimales pour la rotation	dec	2	1502
P2.9.2.4	Grande vitesse	Hz	Non utilisé	1509
P2.9.2.5	Distance pour vitesse moyenne		3467	1506
P2.9.2.6	Vitesse moyenne	Hz	Non utilisé	1508
P2.9.2.7	Distance pour petite vitesse		3467	1505
P2.9.2.8	Petite vitesse	Hz	Non utilisé	1507
P2.9.2.9	Hystérésis d'arrêt		30	1504
P2.9.2.10	Grande vitesse G 2	Hz	87	1512
P2.9.2.11	Vitesse moyenne G2	Hz	8	1511
P2.9.2.12	Petite vitesse G2	Hz	8	1510
P2.9.2.13	Apprentissage actif		0	1513
P2.9.2.14	Stop automatique si calibré		1	1610

BTS Assistance technique d'ingénieur	Code : NC ATVPM	Session 2018	SUJET
EPREUVE E4- Sous épreuve U42	Durée :3h	Coefficient :3	DC 12 / 13

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

b) **Vérifier** si le cahier des charges est respecté

On entre les paramétrages précédemment réalisés dans le modèle du dispositif de coupe et par simulation on obtient les résultats du document technique DT 18.

Le paramétrage défini pour le dispositif de coupe permet-il de satisfaire l'exigence de temps du cahier des charges ?

Le paramétrage du variateur permet d'avoir un cycle de fonctionnement de la coupe inférieur de 0,26s et 0,3, pour les bandes d'épaisseur 2 et 3mm.

Donc cela répond au cahier des charges qui impose un temps maximum de coupe de 0,3s.

BTS Assistance technique d'ingénieur	Code : NC ATVPM	Session 2018	SUJET
EPREUVE E4- Sous épreuve U42	Durée :3h	Coefficient :3	DC 13 / 13