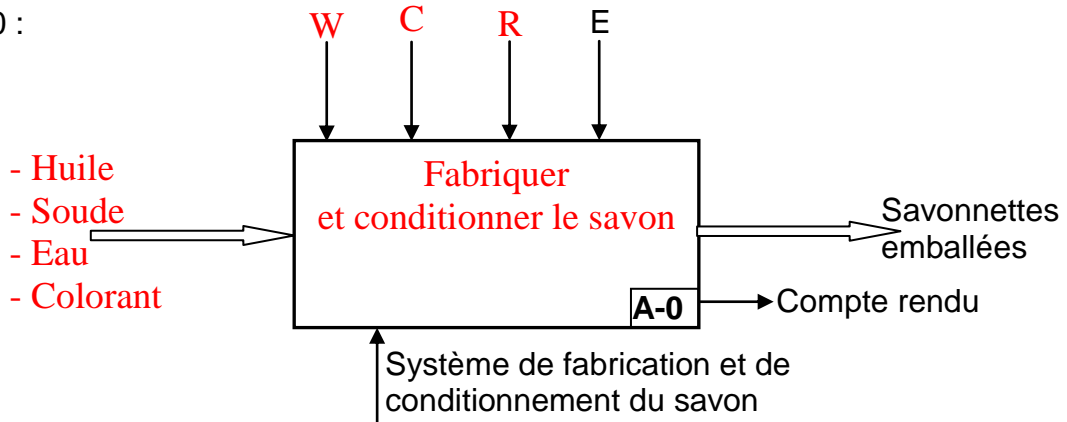


4.1- ANALYSE FONCTIONNELLE :

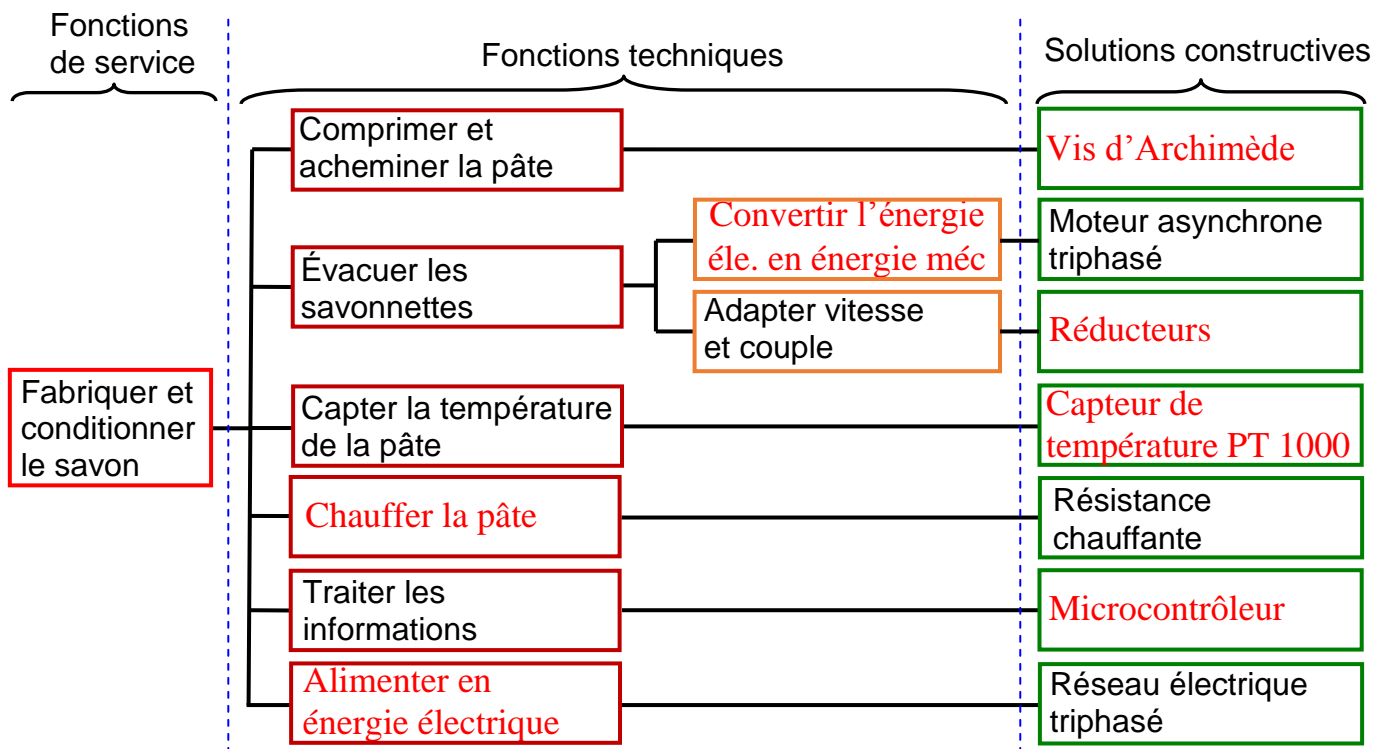
FONCTION GLOBALE ET SOLUTIONS CONSTRUCTIVES

A partir de l'introduction, de la description et du fonctionnement du système, **compléter** :

1- Actigramme A-0 :



2- Le FAST partiel :



4.2- ÉTUDE DE TRANSMISSION DE MOUVEMENT :

ÉTUDE DE LIMITEUR DE COUPLE

3- Le limiteur de couple est considéré comme ; **cocher** la bonne réponse ?

<input checked="" type="checkbox"/>	Un accouplement	<input checked="" type="checkbox"/>	Un embrayage à friction
<input type="checkbox"/>	Un accouplement permanent	<input checked="" type="checkbox"/>	Un embrayage progressif
<input checked="" type="checkbox"/>	Un accouplement temporaire	<input checked="" type="checkbox"/>	Un embrayage à débrayage automatique
<input type="checkbox"/>	Un embrayage instantané	<input type="checkbox"/>	Un embrayage à débrayage mécanique

4- La liaison entre 3 et l'ensemble 5+7 **est-elle** obtenue par obstacle ou par adhérence ?

Par adhérence

5- **Quels sont** les éléments qui créent la force pressante nécessaire à l'adhérence ?

Les rondelles Belleville

- 6- En cours de fonctionnement, **que se passe-t-il** si l'arbre du réducteur se trouve accidentellement bloqué ?
On a la désolidarisation (séparation) des plateaux 3, 5 et 7 ; c'est-à dire ; débrayage automatique
- 7- **Comment peut-on faire** varier la valeur limite du couple à transmettre ?
Par le serrage (pour augmenter) ou le desserrage (pour diminuer) de l'écrou 8
- 8- En cas de blocage de l'arbre du réducteur, **quel est** le mouvement des pièces suivantes :
3 ; 5 et 7 ?
3 : Rotation ; 5 et 7 : Translation

- 9- **Quel est** le rôle de la pièce 2 ?

Éliminer la rotation de 3 à l'arbre moteur

- 10- D'après le dessin du limiteur de couple, **relever** les rayons "r" et "R" de la surface de friction de la garniture (4 et 4') avec l'ensemble 5+7. $r = 25,5 \text{ mm}$ $R = 41,25 \text{ mm}$

ou $r = 24,75 \text{ mm}$

$R = 41 \text{ mm}$

- 11- **Calculer** l'effort presseur de limiteur de couple si le couple à transmettre est de 9 Nm et $f = 0,8$?

$$C = n.F_p.f.R_{\text{moy}} ; F_p = C / (n.f.R_{\text{moy}}) = 3.C.(R^2 - r^2) / 2.0,8.(R^3 - r^3)$$

$$F_p = 3.9.10^3.(41,25^2 - 25,5^2) / 2.0,8.(41,25^3 - 25,5^3)$$

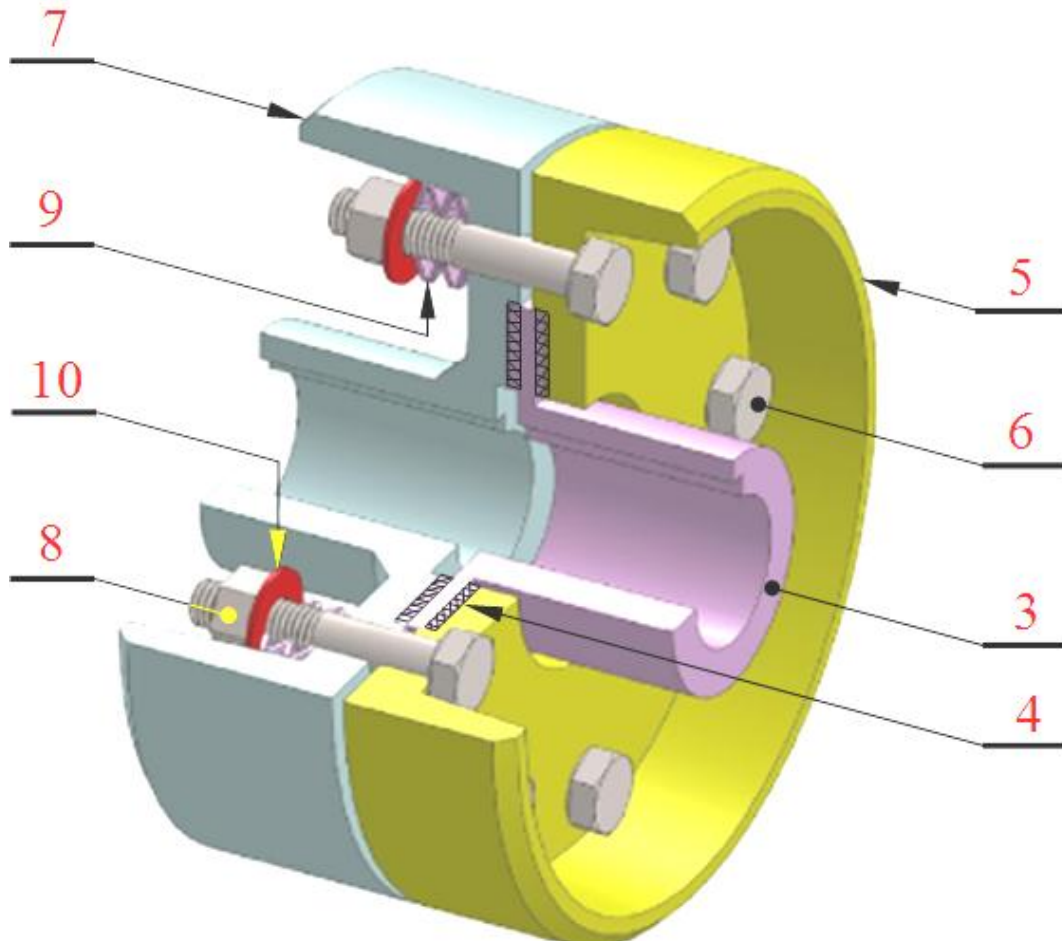
$$F_p = 330,937 \text{ N}$$

$$C = n.F_p.f.R_{\text{moy}} ; F_p = C / (n.f.R_{\text{moy}}) = 3.C.(R^2 - r^2) / 2.0,8.(R^3 - r^3)$$

$$F_p = 3.9.10^3.(41^2 - 24,75^2) / 2.0,8.(41^3 - 24,75^3)$$

$$F_p = 335,376 \text{ N}$$

- 12- D'après le dessin du limiteur de couple, **repérer** les pièces de la représentation 3d ?



DETERMINATION DES FREQUENCES DE ROTATION

Lorsque la cadence de la machine est maximale, les boîtes sortent à intervalle régulier, distant de 80 cm (figure ci-dessous).

13- Déterminer le temps t_1 nécessaire pour l'évacuation d'une boîte.

$$t_1 = \text{Temps} / \text{Nbr. De boîtes} = 3600 / 1200 = 3 \text{ s}$$

14- Calculer la vitesse linéaire V_t du tapis en m/s.

$$V_t = \text{Distance en les boîtes} / \text{Temps} = 0,8 / 3 = 0,266 \text{ m/s} = 26,66 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$$

15- En prenant la vitesse linéaire du tapis $V_t = 27 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$, **calculer** la vitesse angulaire ω_2 du tambour et en déduire sa fréquence de rotation N_2 .

$$V_t = R \cdot \omega_2; \text{ donc : } \omega_2 = 2 \cdot V_t / D = 2 \cdot 27 \cdot 10^{-2} / 0,12 = 4,5 \text{ rad/s}$$

$$\text{et : } N_2 = 60 \cdot \omega_2 / 2\pi = 42,99 \text{ tr/min}$$

16- Calculer le rapport de réduction k_2 du réducteur R_2 .

$$k_2 = N_2 / N_1 = Z_{21} / Z_{22} = 17 / 32 = 0,53$$

17- En déduire la fréquence de rotation N_1 en sortie du réducteur R_1 .

$$k_2 = N_2 / N_1; \text{ donc : } N_1 = N_2 / k_2 = 42,99 / 0,53 = 81,11 \text{ tr/min}$$

18- Calculer la fréquence de rotation N_m du moteur M_3 .

$$k_1 = N_1 / N_m; \text{ donc : } N_m = N_1 / k_1 = 81,11 \cdot 18 = 1459,98 \text{ tr/min}$$

DETERMINATION DES PUISSANCES MECANIQUES

La force tangentielle développée sur le rouleau du tapis est équilibrée par une masse de 400 Kg.

On donne : $g = 10 \text{ m/s}^2$.

19- Calculer l'effort tangentiel \vec{F} sur le rouleau du tapis.

$$\|\vec{F}\| = m \cdot g = 400 \cdot 10 = 4000 \text{ N}$$

20- Calculer le moment du couple C_2 sur le rouleau du tapis.

$$C_2 = F \cdot D / 2 = 4000 \cdot 0,12 / 2 = 240 \text{ Nm}$$

21- En prenant $\omega_2 = 4,5 \text{ rad/s}$, **calculer** la puissance \mathcal{P}_2 développée sur le rouleau du tapis.

$$\mathcal{P}_2 = C_2 \cdot \omega_2 = 240 \cdot 4,5 = 1080 \text{ W}$$

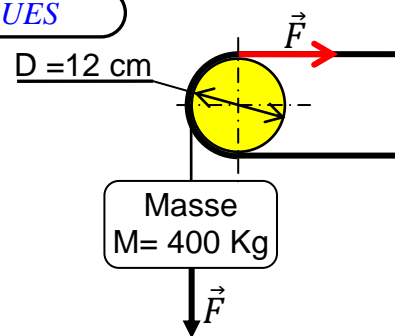
22- Calculer la puissance \mathcal{P}_u développée par le moteur M_3 .

$$\eta_g = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_t = \mathcal{P}_2 / \mathcal{P}_u; \text{ alors } \mathcal{P}_u = \mathcal{P}_2 / (\eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_t) = 1080 / (0,95 \cdot 0,85 \cdot 1) = 1337,46 \text{ W}$$

23- En considérant que le moteur tourne à 1460 tr/min, **calculer** le couple utile C_u du moteur M_3 .

$$\mathcal{P}_u = C_u \cdot \omega_u = C_u \cdot 2\pi \cdot N_m / 60; \text{ alors } C_u = 60 \cdot \mathcal{P}_u / 2\pi \cdot N_m = 60 \cdot 1337,46 / 2 \cdot 3,14 \cdot 1460$$

$$C_u = 8,75 \text{ Nm}$$

**ETUDE DU SYSTEME PIGNONS-CHAINE**

24- Parmi les propositions ci-dessous, **choisir** trois avantages (A) et trois inconvénients (I) du système pignons-chaîne par rapport au système poulies-courroie : (**Mettre** la lettre A ou I)

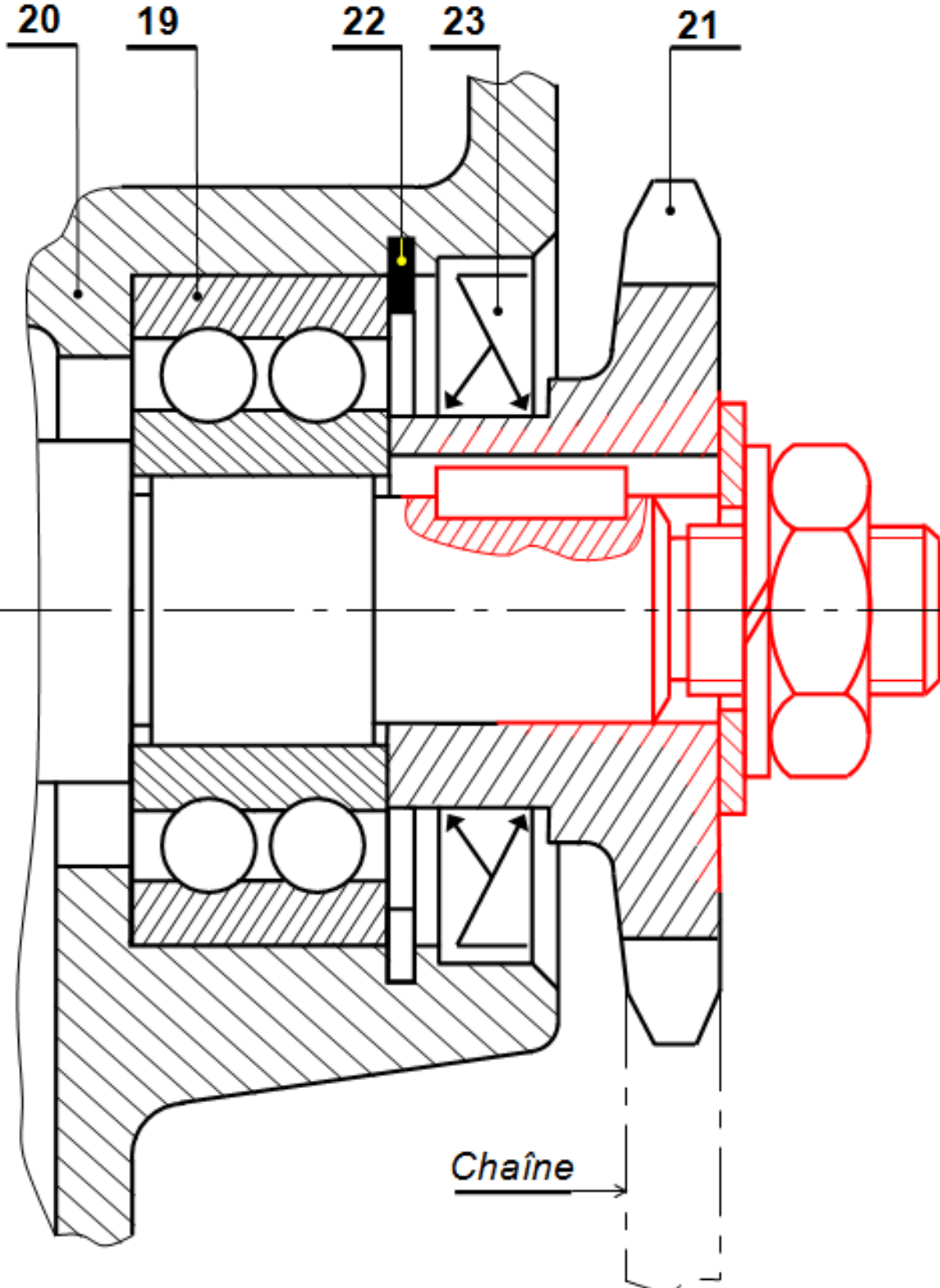
A	Longue durée de vie	A	Le système pignons-chaîne est réversible
I	Le coût est plus élevé		Pas de modification du couple transmissible
I	Nécessite une lubrification		Pas de modification de la vitesse de rotation
I	La transmission est bruyante	A	Supporte des conditions de travail plus rudes
	La transmission est silencieuse	A	La transmission de puissance s'effectue par obstacle
I	Nécessite une surveillance périodique		Permet de lier l'arbre moteur à l'arbre récepteur sans changement des caractéristiques mécaniques

4.3- TRAVAIL GRAPHIQUE :

25- Compléter la liaison encastrement du pignon 21 sur son arbre en utilisant :

- Une clavette parallèle ;
- Une rondelle Plate ;
- Une rondelle Grower ;
- Un écrou Hexagonal ;

Nota : il sera tenu compte de la présentation et du respect des règles du dessin.



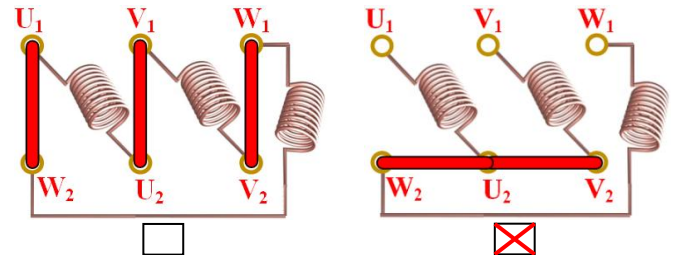
4.4-MOTORISATION DU CONVOYEUR :**ETUDE DU BILAN DES PUISSANCES DU MOTEUR M₂**

Les caractéristiques du moteur M₂ sont : - Tension : 230 / 400 V – 50 Hz ; - Rotor à cage ;
- n_N = 1430 tr/min – 4 pôles ; - C_N = 10 Nm ;
- I_N = 3,6 A ; - Cos(φ) = 0,81.

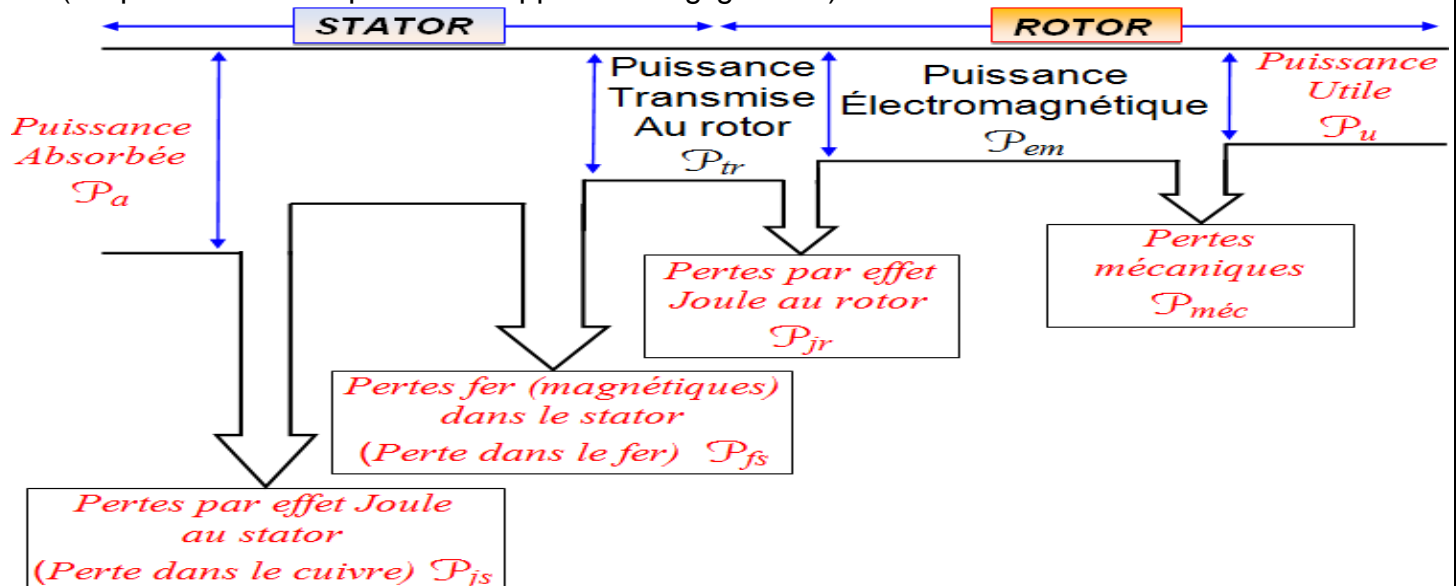
26- Le moteur est alimenté à partir d'un réseau triphasé de tension U = 400 V – 50 Hz.

Préciser le couplage des enroulements statoriques : *Etoile*.

Et **Choisir** alors le schéma de raccordement de la plaque à bornes. (**Cocher** la réponse juste)



27- **Compléter** le schéma illustrant le bilan des puissances du moteur (les pertes fer rotoriques sont supposées négligeables).



28- **Calculer** la puissance absorbée \mathcal{P}_a par le moteur.

$$\mathcal{P}_a = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 3,6 \cdot 0,81 = 2020,26W$$

29- **Déterminer** les pertes Joule statoriques \mathcal{P}_{js} sachant que la résistance d'une phase est $R=3,5 \Omega$

$$\mathcal{P}_{js} = 3 \cdot R \cdot I^2 = 3 \cdot 3,5 \cdot 3,6^2 = 136,08W$$

30- **Calculer** la puissance transmise \mathcal{P}_{tr} sachant que les pertes fer \mathcal{P}_{fs} dans le stator sont de 151 W (on admet que les pertes mécaniques \mathcal{P}_{mec} et les pertes fer \mathcal{P}_{fs} dans le stator sont égales).

$$\mathcal{P}_{tr} = \mathcal{P}_a - \mathcal{P}_{js} - \mathcal{P}_{fs} = 2020,26 - 136,08 - 151 = 1733,18W$$

31- **Calculer** la valeur des pertes Joule \mathcal{P}_{jr} dans le rotor et **donner** alors la valeur des pertes totales \mathcal{P}_{tot} dans le moteur.

$$\mathcal{P}_{jr} = g \cdot \mathcal{P}_{tr} = \frac{n_s - n_N}{n_s} \cdot \mathcal{P}_{tr} = \frac{1500 - 1430}{1500} \cdot 1733,18 = 80,88W$$

$$\mathcal{P}_{tot} = \mathcal{P}_{js} + \mathcal{P}_{fs} + \mathcal{P}_{jr} + \mathcal{P}_{mec} = 136,08 + 151 + 80,88 + 151 = 518,96W$$

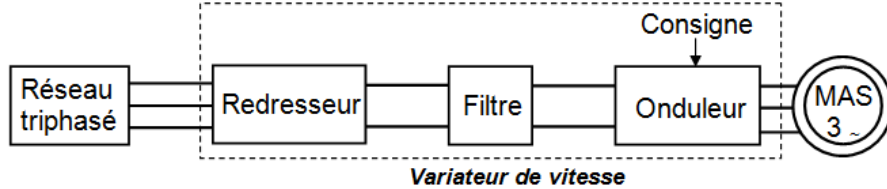
32- **Quelle est** alors la valeur du rendement η_{m2} du moteur ?

$$\eta_{m2} = \frac{\mathcal{P}_u}{\mathcal{P}_a} = \frac{\mathcal{P}_a - \mathcal{P}_{tot}}{\mathcal{P}_a} = \frac{2020,26 - 518,96}{2020,26} = 0,74 = 74\%$$

Les pertes mécaniques \mathcal{P}_{mec} dans le rotor elles sont données, ou calculées par un essai à vide. Très souvent elles sont **égales aux pertes dans le fer du stator**.

ETUDE DU VARIATEUR DE VITESSE

Pour ajuster la cadence (nombre de savonnettes par heure), un opérateur fait varier la vitesse du moteur M_2 du convoyeur à bande en agissant sur un potentiomètre de référence Pr (consigne). En plus, pour assurer les performances optimales du moteur M_2 , il s'impose que le rapport U/f soit constant. Le schéma synoptique du variateur est le suivant :

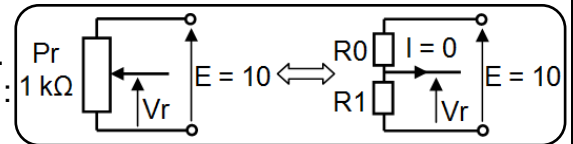


33- En utilisant le document **Références** et les caractéristiques du moteur M_2 . (Prendre la puissance utile du moteur $\mathcal{P}_u = 1,5 \text{ kW}$).

Donner la référence du variateur de vitesse qui convient : **ATV71E5U15N4**

34- La tension V_r de consigne de vitesse est réglée par le potentiomètre de référence Pr . On admet que la vitesse du moteur n_r est **proportionnelle** à la tension V_r :

- Pour une vitesse **nulle** : $V_r = 0 \text{ V}$;
- Pour la vitesse nominale de $n_N = 1430 \text{ tr/min}$: $V_r = 10 \text{ V}$.
- Le schéma équivalent du potentiomètre Pr est le suivant :



Sachant que la tension $V_r = 6 \text{ V}$.

34.1- **Calculer** les valeurs des résistances R_0 et R_1 .

On a dans un diviseur de tension : $\frac{V_r}{R_1} = \frac{E}{R_0 + R_1}$ et $Pr = R_0 + R_1$

d'où : $R_1 = \frac{V_r \cdot Pr}{E} = \frac{6 \cdot 1000}{10} = 600 \Omega$ Alors : $R_0 = Pr - R_1 = 1000 - 600 = 400 \Omega$

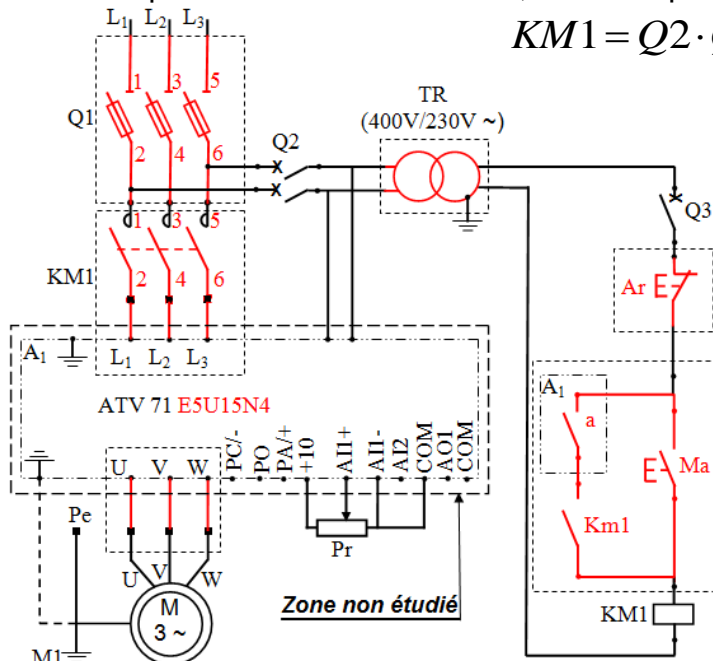
34.2 - **Quelle est** alors la vitesse de rotation n_r (en tr/min) du moteur ?

$n_r = \frac{n_N \cdot V_r}{E} = \frac{1430 \cdot 6}{10} = 858 \text{ tr/min}$

35- **Compléter** le schéma du circuit de puissance en utilisant un **sectionneur** Q_1 , **contacteur** KM , et en **raccordant** le variateur de vitesse au moteur.

36- **Compléter** le schéma du circuit de commande simplifié qui doit être alimenté sous une tension monophasée de 230 V – 50 Hz, sachant que l'équation logique de la sortie $KM1$ est :

$KM1 = Q2 \cdot Q3 \cdot \overline{Ar} \cdot (Ma + a \cdot Km1)$



NB : le contact "a" est une sortie de relais de sécurité dont l'état est fermé à la mise sous tension, et ouvert en cas de défaut.