

1/ Chaîne d'énergie électrique

1.1/ Flux d'énergie

1.2/ Constituants

- Fonction
- Symbole
- Caractéristique/Critère de choix

2/ Schéma électrique d'une charge résistive (Chauffage)

2.1/ Sous-système chauffage plateau malaxeur

2.1.1/ Schéma de puissance unifilaire

2.1.2/ Analyse fonctionnelle du sous-système « chauffage plateau malaxeur »

2.1.3/ Schéma de commande

2.2/ Choix des constituants

3/ Schéma électrique d'une charge « selfique » (Machine asynchrone)

3.1/ Schémas de puissance

3.1.1/ Un sens de marche

3.1.2/ Deux sens de marche

3.1.3/ Couplage étoile/Couplage triangle

3.1.4/ Démarrage étoile-triangle

3.1.5/ Variateur de vitesse

3.2/ Schémas de commande

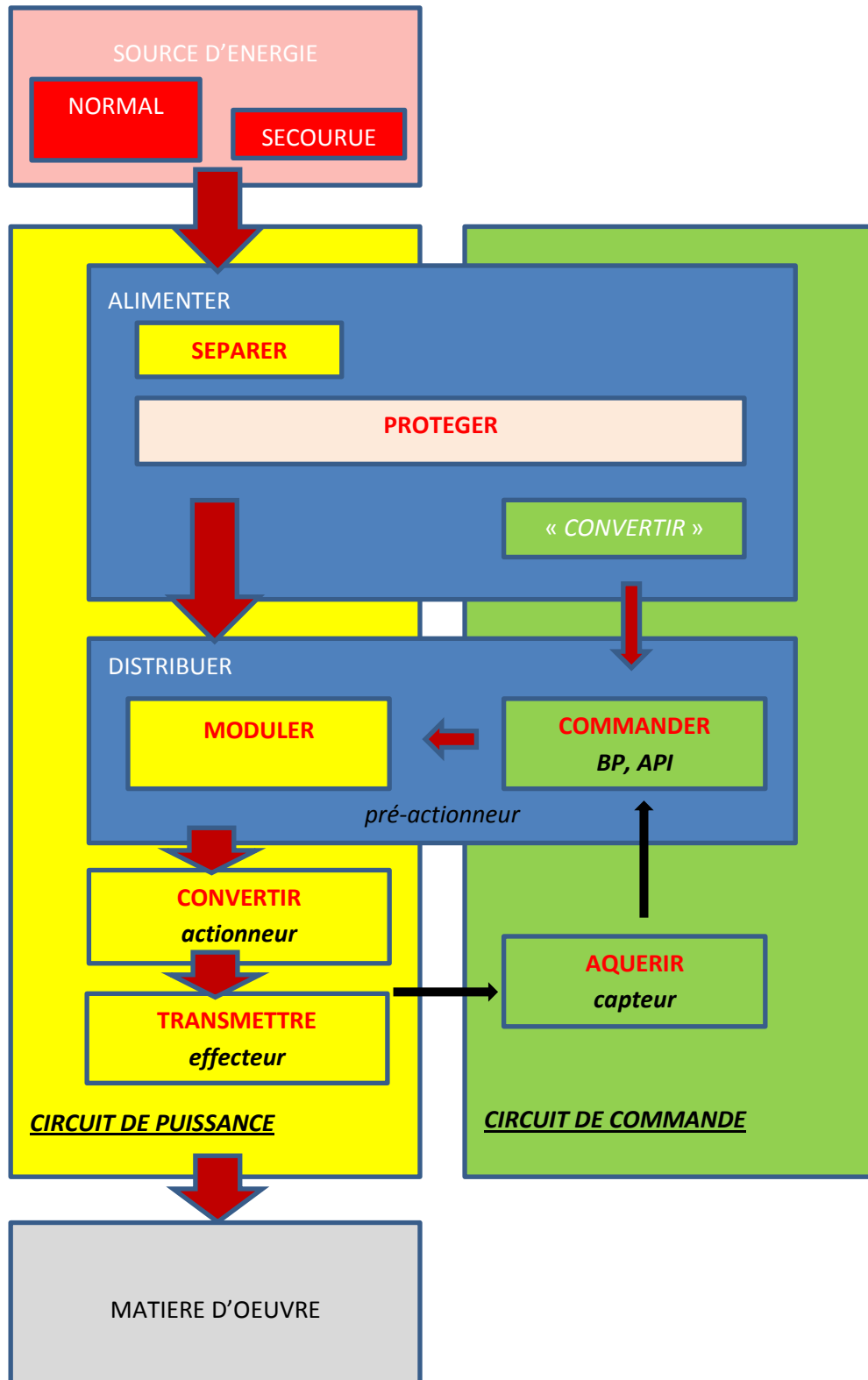
3.3/ Choix des constituants

Cours/TD 1 : Choix de constituants électriques

1/ Chaîne d'énergie électrique

1.1/ Flux d'énergie

Structure générale d'un système industriel.



Cours/TD 1 : Choix de constituants électriques

1.2/ Constituants

- **Fonctions** => Ce sont les solutions technologiques retenues pour répondre au cahier des charges.
- **Symboles normalisés** => Plusieurs corps de métier peuvent participer à la réalisation ou à l'utilisation du système, une représentation correcte (normalisée) permet d'éviter les erreurs de lecture lors des opérations de conduite ou de maintenance.
- **Caractéristiques/Critères de choix** => La connaissance des données techniques des constituants permettent de savoir dans quelle limite ils peuvent être utilisés. Les critères de choix sont souvent induits par la valeur des grandeurs électriques ou mécaniques amont et aval.


2/ Schéma électrique

2.1/ Sous-système chauffage plateau malaxeur (charge résistive)

2.1.1/ Schéma de puissance unifilaire

- ⇒ En vous aidant du dossier technique du système Habilis (**annexe1**), représenter le **schéma de puissance unifilaire** complet du sous-système « chauffage ». Donnez la désignation, la fonction ainsi que les caractéristiques des constituants.

Réseau 3x400v+N

Schéma unifilaire	Désignation	Fonction	Caractéristiques
	Réseau 3x400v+N	Alimenter le système en énergie électrique	U=400v F=50Hz I _{CCamont} = 15 kA

Cours/TD 1 : Choix de constituants électriques

2.1.2/ Analyse fonctionnelle du sous-système « chauffage plateau malaxeur »

La « modulation » de l'énergie pour réaliser ce chauffage s'effectue grâce au contacteur KM3.

Cet appareil est commandé soit par un automate (module A.P.I. :Q2. __) soit manuellement avec « l'assistance » d'un thermostat (TH1).

Le contacteur doit donc pouvoir supporter des cycles de manœuvres (ouverture/fermeture) relativement important, d'où la nécessité de la choisir avec une « catégorie » bien adapté !

Catégorie d'emploi d'un contacteur (IEC 947-4)

Les catégories d'emploi normalisées fixent les valeurs de courant que le contacteur doit établir ou couper.

Elles dépendent :

- de la **nature du récepteur contrôlé** : moteur à cage ou à bagues, résistances,
- des **conditions dans lesquelles s'effectuent les fermetures et ouvertures** : moteur lancé ou calé ou en cours de démarrage, inversion de sens de marche, freinage en contre-courant.

Catégorie AC-1

Elle s'applique à tous les appareils **d'utilisation à courant alternatif** (récepteurs), dont le **facteur de puissance est au moins égal 0.95** (cos φ supérieur ou égal à 0.95)

Exemple d'utilisation : charge résistive, chauffage, distribution.

Catégorie AC-3

Elle concerne les **moteurs à cage** dont la coupure s'effectue moteur lancé.

Exemple d'utilisation : tous moteurs à cage courants, ascenseurs, escaliers roulants, bandes transporteuses, élévateurs à godets, compresseurs, pompes, malaxeurs, climatiseurs, etc...

	Catégorie	Récepteur	Fonctionnement
~	AC1	Four à résistances	Charges non inductives ou peu inductives
	AC2	Moteur à bagues	Démarrage, inversion de marche
	AC3	Moteur à cage	Démarrage, coupure du moteur lancé
	AC4	Moteur à cage	Démarrage, inversion, marche par à-coups
=	DC1	Résistance	Charges non inductives
	DC2	Moteur Shunt	Démarrage, coupure du moteur lancé
	DC3		Démarrage, inversion, à-coups
	DC4	Moteur Série	Démarrage, coupure du moteur lancé
	DC5		Démarrage, inversion, à-coups

Cours/TD 1 : Choix de constituants électriques

2.1.3/ Schéma de commande

En vous référant au dossier technique du système, identifiez les différents constituants qui permettent de réaliser les fonctions « ALIMENTER » et « DISTRIBUER » du sous-système chauffage du malaxeur et complétez le tableau ci-dessous.

Repère	Désignation	Fonction	Référence	Symbole
Fonction « ALIMENTER »				
Q1				
Q7				
T2				
Q8				
Fonction « DISTRIBUER »				

2.2/ Choix des constituants

Sectionneur (annexe 4)

Courant nominal I_n (A)	
Tension d'emploi U_e (V)	
Nombre de contact de pré-coupure	
Type de raccordement	
Type de commande	

Fusibles (annexe 5)

Forme	
Classe (Type)	
Taille	
Pouvoir de coupure P_{dc} (kA)	
Calibre I_n (A)	
Tension d'emploi	
Système déclencheur	

Contacteur (annexe 6)

Tension d'emploi U_e (V)	
Courant d'emploi I_e (A)	
Catégorie d'emploi	
Nombre de cycle de manœuvre/heure	
Facteur de marche	
Endurance	
Tension bobine de commande U_b (V)	
Fréquence bobine de commande f (Hz)	

Disjoncteur (annexe 7)

Nombre de pôle de coupure	
Tension d'emploi U_e (V)	
Courant nominal I_n (A)	
Courbe de déclenchement	
Pouvoir de coupure P_{dC} (kA)	
Courant de réglage thermique I_{rTH}	
Courant de réglage magnétique I_{rMAG}	
Contrainte thermique C_{th}	

Transformateur de commande (annexe 8)

Tension primaire	
Tension secondaire	
Somme puissance de maintien ΣP_m (W)	
Somme puissance voyants ΣP_v (W)	
Puissance d'appel maximal P_a (W)	
Facteur de puissance	
Puissance apparente S (VA)	

Cours/TD 1 : Choix de constituants électriques

3/ Schéma électrique d'une charge « selfique » (Machine asynchrone)

3.1/ Schémas de puissance

3.1.1/ Un sens de marche

Il s'agit probablement du montage le plus simple que tout technicien devrait être capable de câbler ou modifier si besoin.

On souhaite réaliser une vérification du malaxeur (moteur M1) après maintenance en atelier. Proposer un schéma de puissance simple à un sens de marche qui permettra de vérifier les performances électriques du moteur.

Pour chaque constituant utilisé, donnez les caractéristiques essentiels qui permettra de faire leur choix.

3x400V+N

Nota : pour aller plus loin => voir doc. INTEGRALE de Schneider

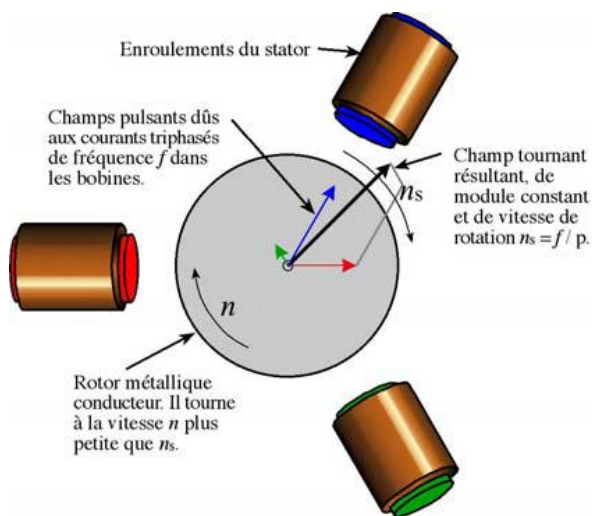
Cours/TD 1 : Choix de constituants électriques

3.1.2/ Deux sens de marche

Citer les différentes fonctions ainsi que les constituants que l'on retrouve dans la chaîne de puissance du couvercle (moteur M3) au folio 02.

Repère	Désignation	Fonction

Fonctionnement d'une machine asynchrone



L'enroulement statorique (primaire) reçoit de l'énergie électrique du réseau de pulsation ω , ce qui crée un champ tournant à la vitesse angulaire synchrone $\Omega = \omega/p$ (voir théorème de Maurice Leblanc) ; ce champ, en balayant les enroulements rotoriques (secondaires) y induit des f.e.m et donc des courants, car les spires sont fermées sur elles-mêmes.

Ces courants induits produiront à leur tour un champ qui sera de sens opposé au champ du stator (d'après la loi de Lenz : la f.e.m induite tend à s'opposer à la cause qui l'a produite).

La réaction du courant secondaire sur le champ primaire provoquera un couple moteur qui entrainera la mise en mouvement du rotor dans les sens du champ tournant primaire. Au fur et à mesure que le rotor augmentera sa vitesse de rotation, la différence entre la *vitesse angulaire du champ tournant* et la *vitesse angulaire du rotor* diminuera. Et la pulsation des courants secondaires diminuera aussi :

$$\omega' = \omega - \omega_1$$

ω : pulsation du champ statorique.
 ω_1 : vitesse (mécanique) de rotor.

En inversant le sens de rotation du champ statorique, on change le sens de rotation du rotor. Ce changement est obtenu en inversant l'ordre de l'alimentation des bobines :

$$L1-L2-L3 \Rightarrow B1-B2-B3 \text{ (avant)} \quad L1-L2-L3 \Rightarrow B1-\mathbf{B3-B2} \text{ (arrière)}$$

Sur le schéma de puissance du moteur M3, dans l'hypothèse d'un couplage étoile, quelles sont les 2 bobines qui sont utilisées pour l'inversion ?

Cours/TD 1 : Choix de constituants électriques

3.1.3/ Couplage étoile/Couplage triangle

Le choix du couplage dépend :

- Des tensions du réseau.
- Des indications portées sur la plaque signalétique qui donne les conditions normales de fonctionnement (dites aussi nominales).

L'utilisateur choisit le couplage qui convient par l'intermédiaire de la plaque à borne du moteur, qui comporte six bornes auxquelles sont reliées les entrées et les sorties des trois enroulements

Normalisation des bornes :

Entrées : U1, V1 et W1. Sorties : U2, V2 et W2.

Détermination du couplage :

1. si la plus petite tension de la plaque signalétique du moteur correspond à la tension entre phase du réseau on choisit le couplage triangle Δ .
2. si la plus grande tension de la plaque signalétique du moteur correspond à la tension entre phase du réseau on choisit le couplage étoile Y.

Réseau d'alimentation		Plaque signalétique		Couplage adéquat
230v	400 v	220 v	380 v	ETOILE
230 v	400 v	380 v	660 v	TRIANGLE
Tension simple	Tension composée	Tension d'un enroulement	Tension de deux enroulements	

Schéma de principe

Plaque à bornes

Cours/TD 1 : Choix de constituants électriques

3.1.4/ Démarrage étoile-triangle

Le démarrage étoile triangle est très utilisé en électrotechnique pour la mise en route des moteurs électriques asynchrones triphasés. Ce dispositif est employé afin de diminuer les "risques" du démarrage direct. En effet, l'intensité du courant au démarrage (en direct) est très importante vis à vis du courant nominal du moteur (environ 5 à 7 fois l'intensité nominale). Sur les gros moteurs ces courants importants entraînent des surcharges sur les lignes d'alimentations (fils, câbles, bornes) et sur les appareils de protection et de commande (fusible, sectionneur, contacteur, relais thermique...) d'où une usure, voir une destruction, prématurée des composants du démarreur.

