

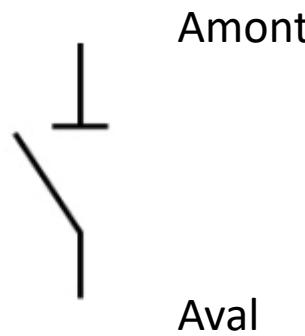
Situation d'apprentissage et d'évaluation

SAE S2 : Schéma électrique armoire industrielle

Version mars 2025

Les 3 fonctions de base

- Isoler



Sectionneur : assure la séparation électrique entre l'amont et l'aval

- Commander



Contacteur : établir ou interrompre le courant
dans les conditions normales de fonctionnement

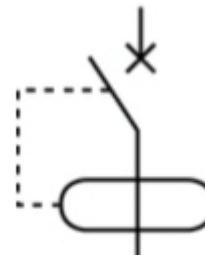
Les 3 fonctions de base

- Protéger le matériel
 - Surcharge : $I > I_n \Rightarrow$ coupure du courant en quelques s ou quelques min
 - Court-circuit : $I >> I_n \Rightarrow$ coupure instantanée

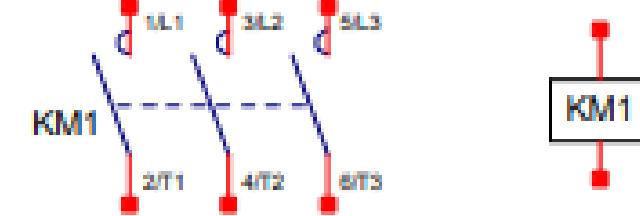
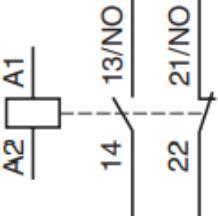
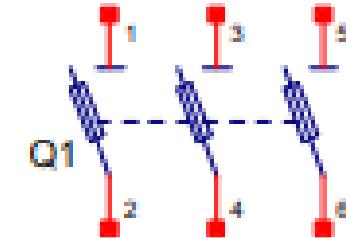


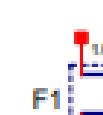
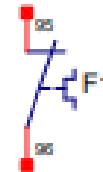
Disjoncteur avec un grand pouvoir de coupure (chambre de coupure d'arc)

- Protéger les personnes
 - Défaut isolement :

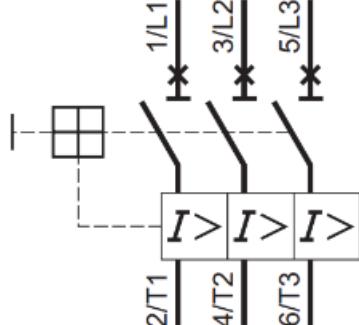
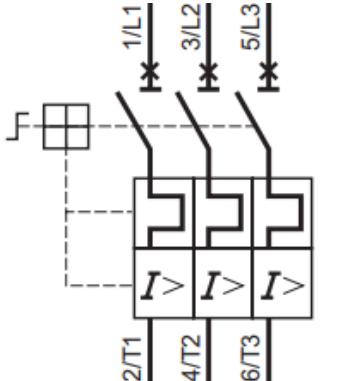


Disjoncteur différentiel pour la détection des courants de fuite

<ul style="list-style-type: none"> ○ Isoler ★ Commander Protéger ○ Surcharge ○ Court-circuit ○ Défaut d'isolement 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Pas de pouvoir de coupure. ★ Établir ou interrompre la puissance ○ Établir ou interrompre La commande ○ Grand pouvoir de coupure 	<p>..... Contacteur tétrapolaire</p> 
<ul style="list-style-type: none"> ○ Isoler ★ Commander Protéger ○ Surcharge ○ Court-circuit ○ Défaut d'isolement 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Pas de pouvoir de coupure. ○ Établir ou interrompre la puissance ★ Établir ou interrompre La commande ○ Grand pouvoir de coupure 	<p>..... Relais</p> 
<ul style="list-style-type: none"> ★ Isoler ○ Commander Protéger ○ Surcharge ○ Court-circuit ○ Défaut d'isolement 	<ul style="list-style-type: none"> ★ Pas de pouvoir de coupure. ○ Établir ou interrompre la puissance ○ Établir ou interrompre La commande ○ Grand pouvoir de coupure 	<p>..... Sectionneur porte fusible</p> 

<ul style="list-style-type: none"> ○ Isoler ○ Commander Protéger ○ Surcharge ★ Court-circuit ○ Défaut d'isolement 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Pas de pouvoir de coupure. ○ Établir ou interrompre la puissance ○ Établir ou interrompre La commande ★ Grand pouvoir de coupure 	<p>Fusible aM (Accompagnement moteur)</p>  <p>AM</p>
<ul style="list-style-type: none"> ○ Isoler ○ Commander Protéger ★ Surcharge ★ Court-circuit ○ Défaut d'isolement 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Pas de pouvoir de coupure. ○ Établir ou interrompre la puissance ○ Établir ou interrompre La commande ★ Grand pouvoir de coupure 	<p>Fusible gG (usage général)...</p>  <p>Gg</p>
<ul style="list-style-type: none"> ○ Isoler ○ Commander Protéger ★ Surcharge ○ Court-circuit ○ Défaut d'isolement 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Pas de pouvoir de coupure. ○ Établir ou interrompre la puissance ★ Établir ou interrompre La commande ○ Grand pouvoir de coupure 	<p>Relais thermique</p>  

<ul style="list-style-type: none"> ★ Isoler ★ Commander Protéger ○ Surcharge ○ Court-circuit ★ Défaut d'isolement 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Pas de pouvoir de coupure. ★ Établir ou interrompre la puissance ○ Établir ou interrompre La commande ○ Grand pouvoir de coupure 	<p>Interrupteur sectionneur différentiel</p>
<ul style="list-style-type: none"> ★ Isoler ○ Commander Protéger ★ Surcharge ★ Court-circuit ○ Défaut d'isolement 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Pas de pouvoir de coupure. ○ Établir ou interrompre la puissance ○ Établir ou interrompre La commande ★ Grand pouvoir de coupure 	<p>Disjoncteur + Sectionneur</p>
<ul style="list-style-type: none"> ○ Isoler ○ Commander Protéger ★ Surcharge ★ Court-circuit ★ Défaut d'isolement 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Pas de pouvoir de coupure. ○ Établir ou interrompre la puissance ○ Établir ou interrompre La commande ★ Grand pouvoir de coupure 	<p>Disjoncteur différentiel</p>

<ul style="list-style-type: none"> ★ Isoler ○ Commander Protéger ○ Surcharge ★ Court-circuit ○ Défaut d'isolement 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Pas de pouvoir de coupure. ○ Établir ou interrompre la puissance ○ Établir ou interrompre La commande ★ Grand pouvoir de coupure 	<p>Disjoncteur magnétique</p> 
<ul style="list-style-type: none"> ★ Isoler ○ Commander Protéger ★ Surcharge ★ Court-circuit ○ Défaut d'isolement 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Pas de pouvoir de coupure. ○ Établir ou interrompre la puissance ○ Établir ou interrompre La commande ★ Grand pouvoir de coupure 	<p>Disjoncteur magnéto-thermique</p> 

Disjoncteur:



Contact à fermeture:



Sectionneur:



Symbole Contact à ouverture:



Element de protection thermique:



Interrupteur sectionneur:



Contact à fermeture retardée:



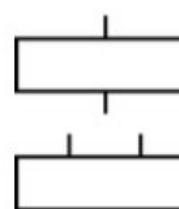
Element de protection magnétique:



Fonction déclenchement automatique:



Bobine de commande:



Sectionneur:



Contacteur:



Fusible interrupteur:



4

Interrupteur:



Rupteur:



Fusible sectionneur:



Fusible:

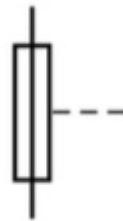


Symbol du Fusible interrupteur-sectionneur:



9

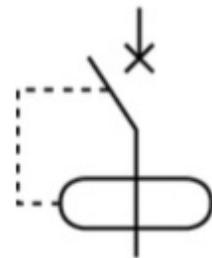
Fusible à percuteur:



Interrupteur sectionneur:



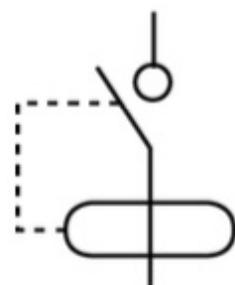
Disjoncteur différentiel:



Disjoncteur:



Interrupteur différentiel:



Disjoncteur tripolaire magnéto-thermique:



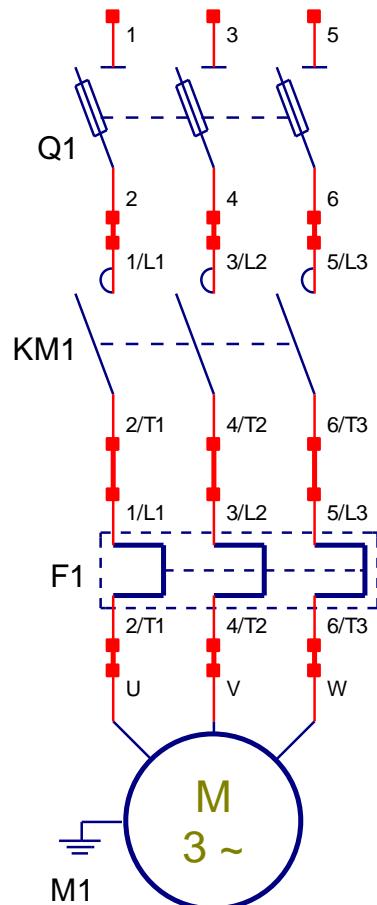
Support d'étude :

Nous allons étudier un départ moteur de 22 kW à pleine charge (4/4)

Documentation moteur :

Type	RÉSEAU 400 V 50 Hz															
	Puissance nominale	Vitesse 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 _N kW	N _N min ⁻¹	M _N N.m	I _{N(400V)} A	4/4	3/4	2/4	4/4	3/4	2/4	Id / In	Md/Mn	M _M /M _n	J kg.m ²	IM B3 kg	LP db(A)
LSES 160 L	15	1457	97,9	28,2	0,84	0,80	0,69	90,8	91,8	92,1	7,4	2,2	3,1	0,07	91	62
LSES 180 MT	18,5	1458	121	35,1	0,83	0,78	0,66	91,4	92,1	92,1	7,6	2,9	3,6	0,08	103	64
LSES 180 LR	22	1458	144	41,0	0,84	0,79	0,67	91,8	92,5	92,5	7,8	2,8	3,3	0,09	115	64
LSES 200 LR	30	1463	196	56,5	0,83	0,78	0,67	92,4	92,9	92,5	7,0	2,8	2,8	0,16	164	69
LSES 225 ST	37	1469	240	69,7	0,82	0,78	0,68	92,9	93,7	93,8	6,3	2,7	2,7	0,23	205	64

Réseau 230/400



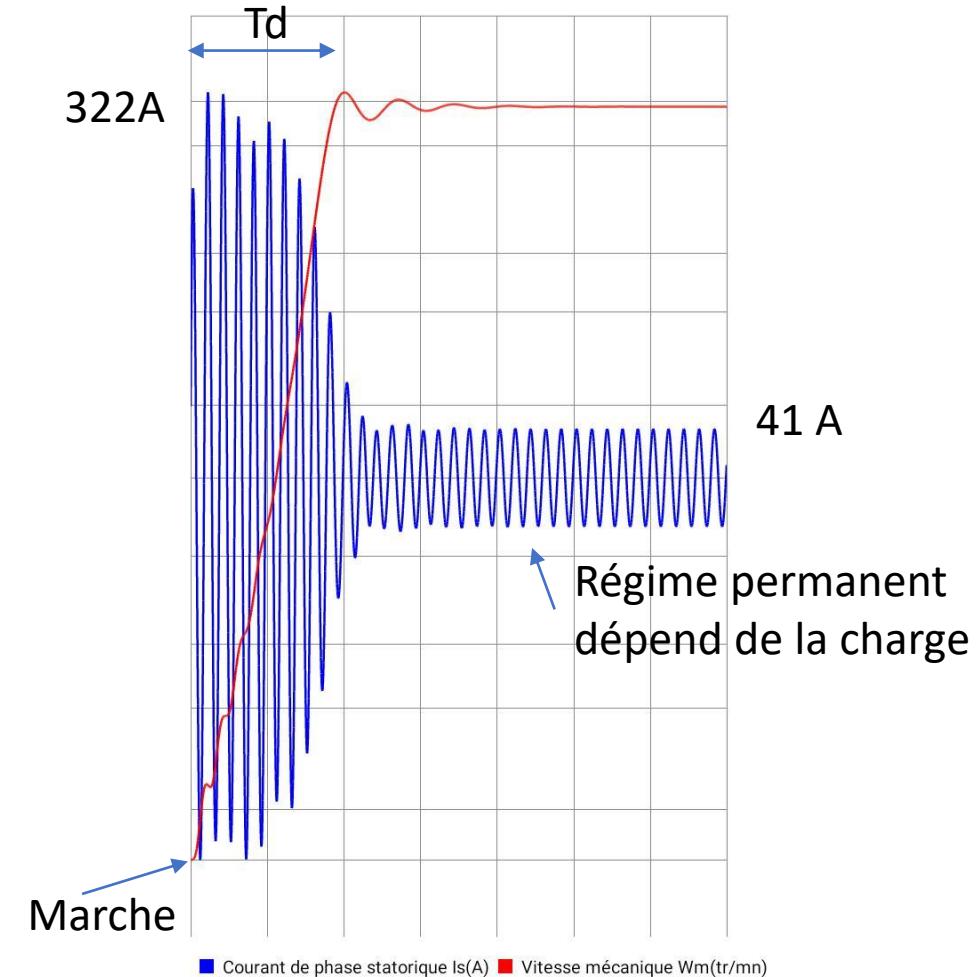
Départ moteur : un moteur de 22 KW,
La partie mécanique impose un temps de démarrage de 3s.

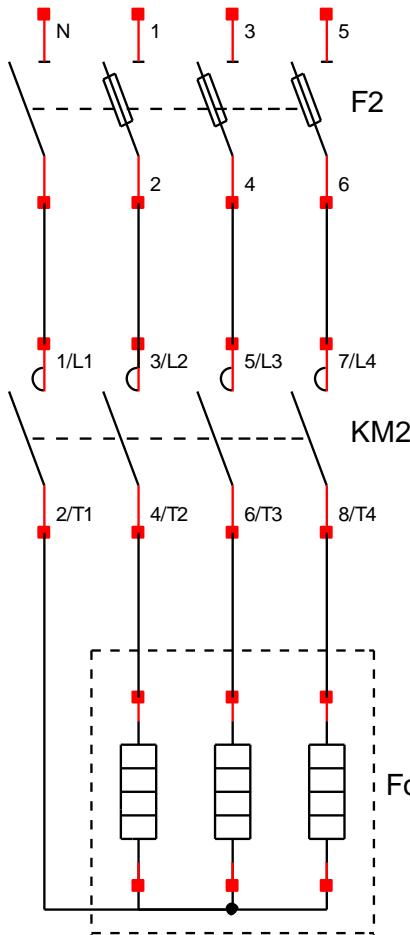
$$P_{n \text{ Elec}} = \frac{P_n}{\eta} = \frac{22}{0,918} = 23,96 \text{ kW}$$

$$I_{N \text{ moteur}} = \frac{P_{n \text{ Elec}}}{3 \cdot V \cdot \cos(\varphi_n)} = 41,3 \text{ A}$$

$$I_d \text{ moteur} = 7,8 \cdot I_{N \text{ moteur}} = 322 \text{ A}$$

$$\cos(\varphi_n) = 0,84$$





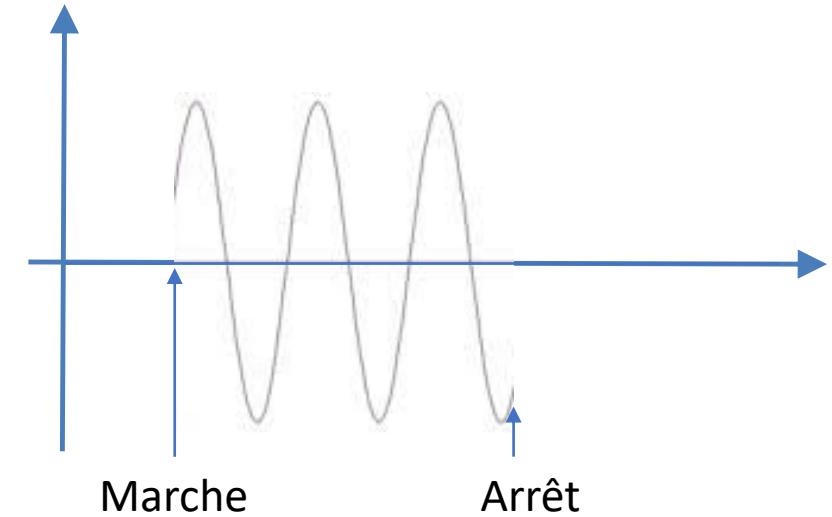
Sur un réseau 230/400, un four industriel pour du traitement thermique est équipée de 3 résistances de **7,21 ohms**.

$$P_{four} = 3 \cdot \frac{V^2}{R} = 22 \text{ kW}$$

$$I_{N\ four} = \frac{V}{R} = 31,9 \text{ A}$$

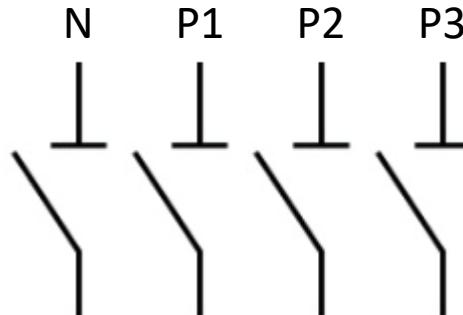
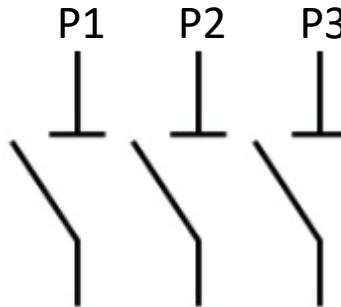
$$I_{d\ four} = 31,9 \text{ A}$$

$$\cos(\varphi_n) = 1$$

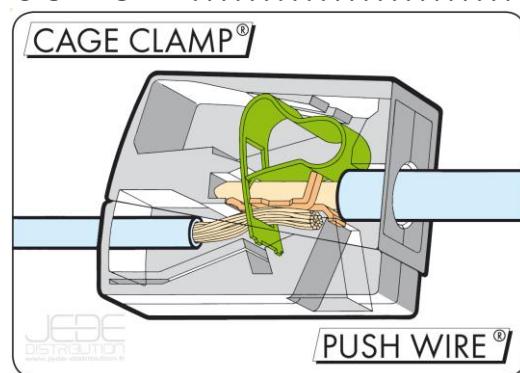


Vocabulaire :

Tripolaire-Tétrapolaire : 3 ou 4 contacts de puissance



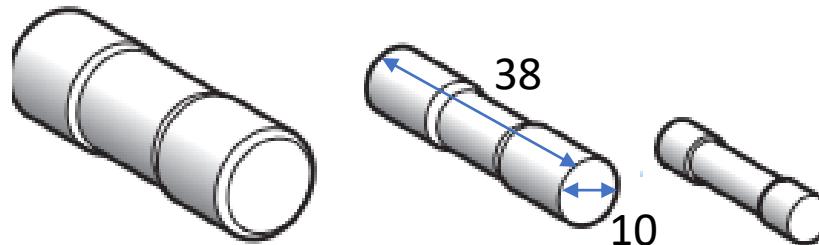
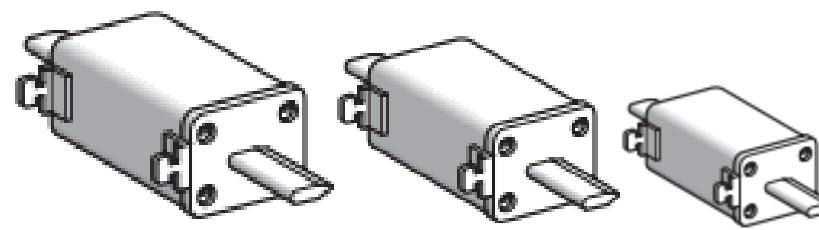
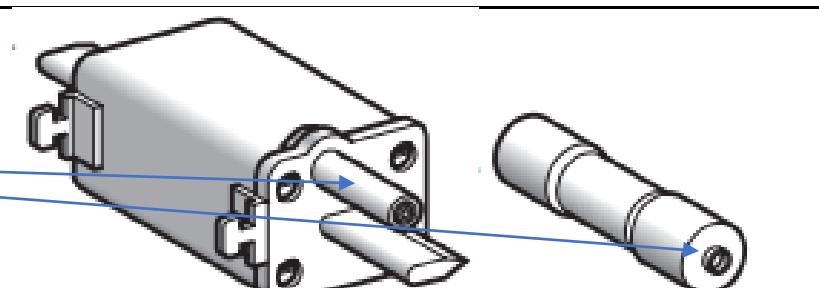
Raccordement Bornes à ressort



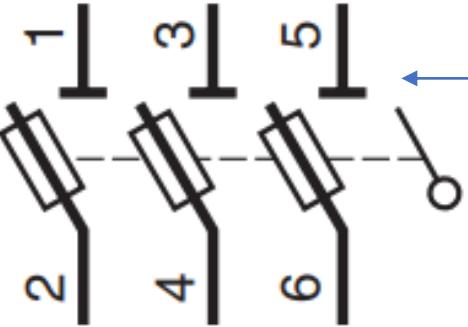
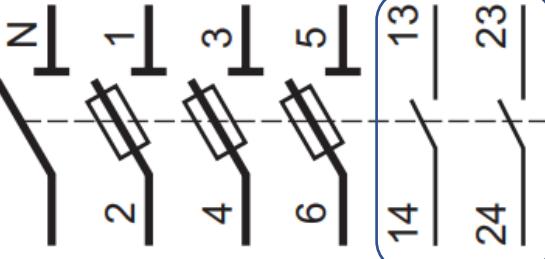
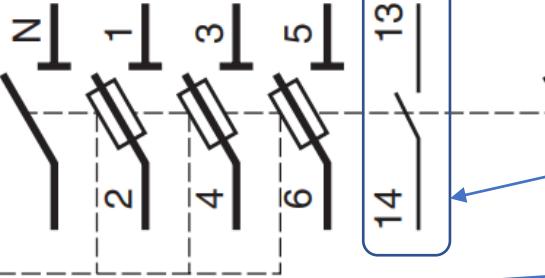
Raccordement Vis étriers



Type de fusible :

Fusibles cylindriques : 10x38	
Fusibles à couteau : taille 000 ou 00	
Fusibles avec percuteur : activent des contacts si ils fondent	

Symbol :

	<p>Sectionneur tripolaire</p> <p>Porte fusible avec dispositif de commande</p>
	<p>Sectionneur tétrapolaire avec 2 contacts de pré-coupure</p> <p>barrette de neutre</p>
	<p>Sectionneur tétrapolaire avec 1 contact de pré-coupure</p> <p>Dispositif contre les marches en monophasé</p>



Barrettes de neutre

Les barrettes de neutre sont de petites pièces métalliques qui fonctionnent comme une borne d'un circuit. Elles peuvent être utilisées en conjonction avec un ou plusieurs porte-fusibles, ce qui permet de placer la barrette de neutre à côté des connexions sous tension. La tension au point de la barrette de neutre est nulle, bien qu'elle transporte toujours du courant. Le courant passe simplement par la barrette de neutre et revient à la source.



Où sont utilisées les barrettes de neutre ?

Les barrettes de neutre sont le point de raccordement des fils de neutre dans un système électrique. Il est normalement obligatoire pour les systèmes de câblage de contenir un fil sous tension, un fil neutre et un fil de terre ; les barrettes de neutre constituent donc une partie essentielle d'un câblage approprié.

Types de barrettes de neutres

Les barrettes de neutre peuvent varier en fonction du nombre de fils de neutre qui doivent être raccordés, ainsi que le matériau dans lequel elles sont fabriquées. Une barrette de neutre utilisée pour raccorder plus d'un fil ou circuit peut être appelée un peigne de neutre.

Les barrettes de neutres sont généralement en aluminium, bien que les barrettes en laiton soient courantes dans certains pays.

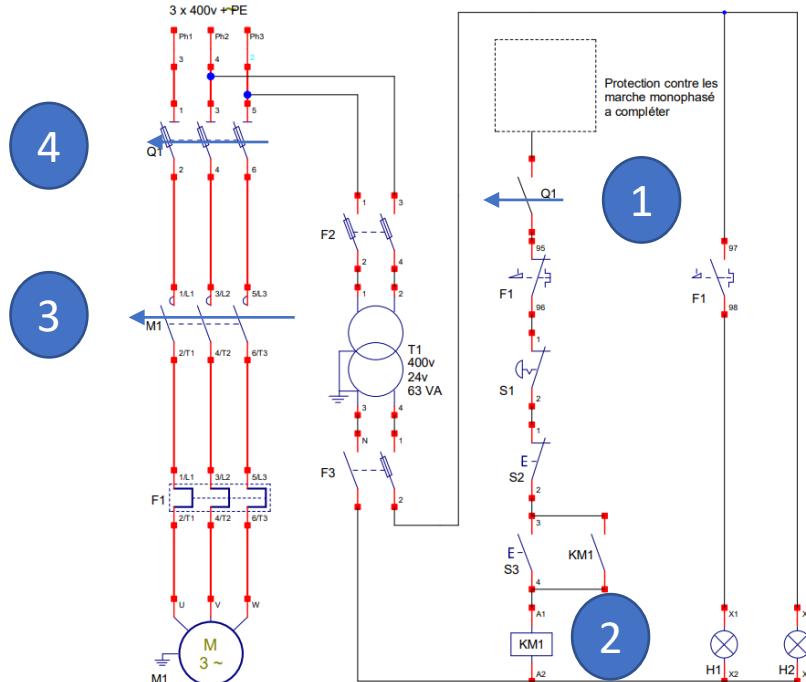
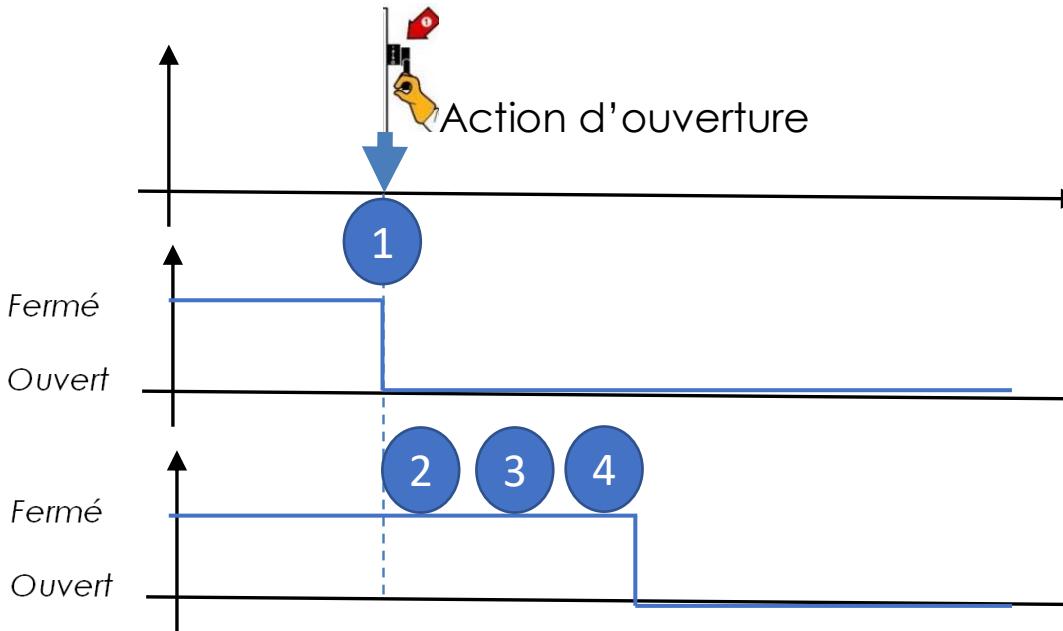
Nombre de contact de pré coupure :



Contact de pré coupure

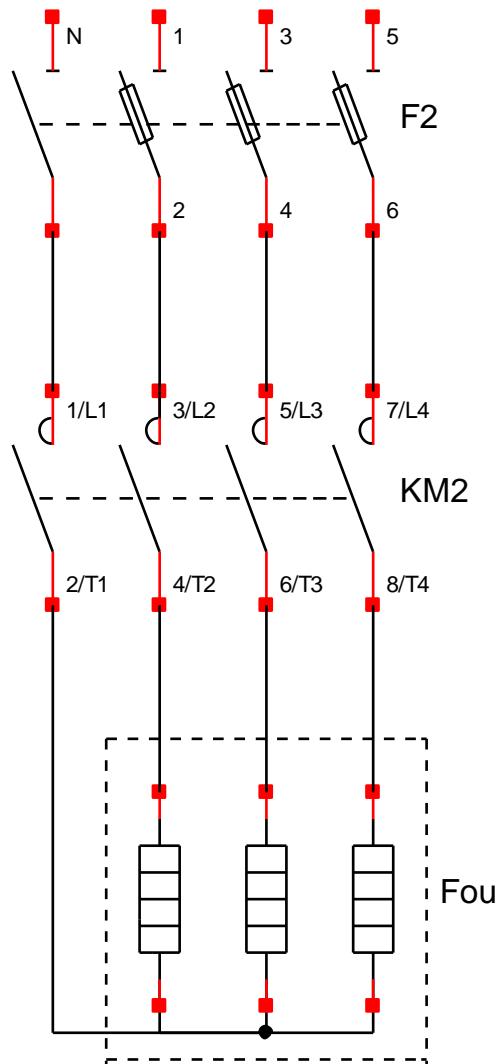
Pôle de Puissance

Q1 n'a pas de pouvoir de coupure



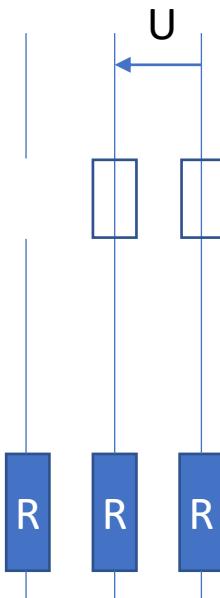
- 1 Les contacts de pré-coupe s'ouvrent
- 2 La bobine (KM1) n'est plus alimentée
- 3 Les pôles de puissance (M1) s'ouvrent
- 4 Les pôles du sectionneur Q1 s'ouvrent

Dispositif contre les marches monophasées :



Suite à un défaut sur l'une des résistances, un des fusible fond expliquer ce qu'il va se passer ?

Si on considère un fusible HS, on a le schéma suivant



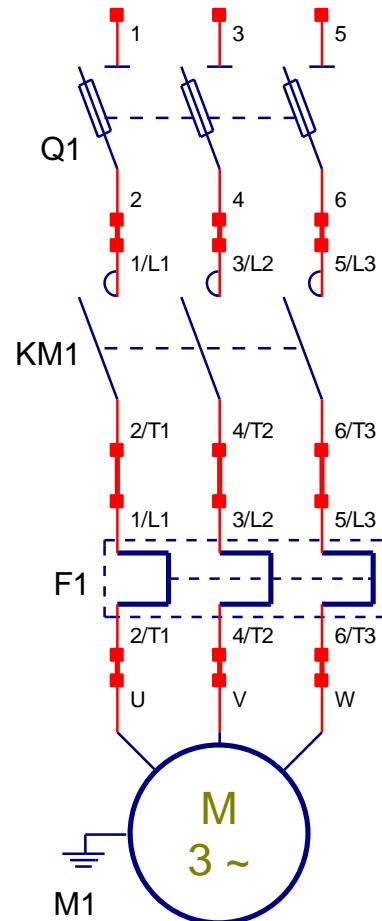
La puissance vaut alors $P' = \frac{U^2}{2R}$

Avant elle valait

$$P = \frac{3V^2}{R} = \frac{U^2}{R}$$

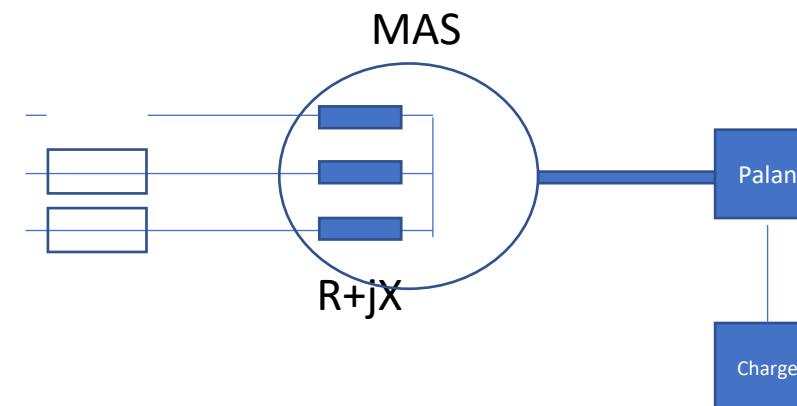
La puissance du four est réduite et le processus de fabrication est alors mauvais.

Départ moteur d'un palan :



Le palan soulève une charge de plusieurs tonnes, et une phase rentre en court-circuit avec le neutre du moteur, que va-t-il se passer ?

Si on considère un fusible fondu, on a le schéma suivant



P_{meca} ne change pas...

La puissance électrique vaut alors $P' = UI\cos\varphi$

Il va donc y avoir une grosse surcharge sur 2 enroulements voire la chute de la charge

Les fusibles

Première lettre : type de coupure (g = tous les courants / a = une partie)

Fusible de type gG : usage général

Fusible de type aM : usage accompagnement moteur

Faire le choix du matériel de nos 2 départs :

Départ moteur :

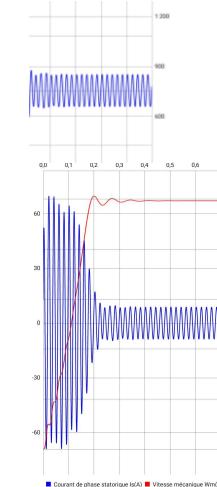
Sectionneur avec dispositif de protection contre les marches monophasées et un contact de pré coupure.

$$I_{N \text{ moteur}} = 41 \text{ A} \text{ (voir page 5)}$$

Départ chauffage :

Sectionneur porte fusible nu.

$$I_{N \text{ four}} = 31,9 \text{ A} \text{ (voir page 5)}$$



Sectionneur avec dispositif de protection contre les marches monophasées et un contact de pré coupure.

$$I_{N \text{ moteur}} = 41 \text{ A}$$

Calibre 50A



Blocs nus tripolaires					
Calibre	Taille des cartouches fusibles	Nombre de contacts de pré coupure ⁽¹⁾	Dispositif contre la marche en monophasé ⁽²⁾	Référence ⁽³⁾	Masse kg
25 A	10 x 38	— ⁽⁴⁾	Sans	LS1D323	0,270
Raccordement par vis-étriers ou connecteur					
32 A	10 x 38	— ⁽⁴⁾	Sans	LS1D32	0,300
50 A	14 x 51	1	Sans	GK1EK	0,430
			Avec	GK1EV	0,470
			Sans	GK1ES	0,470
			Avec	GK1EW	0,510

Sectionneur porte fusible tripolaire Ref GK1EV

Avec vis étriers pour faciliter le montage/démontage

Fusibles 14x51 de type aM

Il faut des percuteurs => DF3 EA 50

L'élément fusible peut être placé dans de la silice afin de retarder la fusion permettant ainsi le démarrage des moteurs par exemple. Certaines cartouches sont équipées d'un percuteur qui permet de vérifier visuellement l'état du fusible et surtout, d'activer un contact en cas de fusion.

Cylindriques 14 x 51	690	0,25	10	DF2EA002	—	—	—
		0,50	10	DF2EA005	—	—	—
500	1	10	DF2EA01	—	—	—	—
	2	10	DF2EA02	—	DF3EA02	—	—
6	4	10	DF2EA04	DF2EN04	DF3EA04	DF3EN04	—
	6	10	DF2EA06	DF2EN06	DF3EA06	DF3EN06	—
8	8	10	DF2EA08	—	DF3EA08	—	—
	10	10	DF2EA10	DF2EN10	DF3EA10	DF3EN10	—
12	12	10	DF2EA12	—	DF3EA12	—	—
	16	10	DF2EA16	DF2EN16	DF3EA16	DF3EN16	—
20	20	10	DF2EA20	DF2EN20	DF3EA20	DF3EN20	—
	25	10	DF2EA25	DF2EN25	DF3EA25	DF3EN25	—
32	32	10	DF2EA32	DF2EN32	DF3EA32	DF3EN32	—
	40	10	DF2EA40	DF2EN40	DF3EA40	DF3EN40	—
400	400	50	10	DF2EA50	DF2EN50	DF3EA50	—

Départ chauffage :

Sectionneur porte fusible nu.

$$I_{N \text{ four}} = 31,9 \text{ A}$$

Calibre 32A



Sectionneur porte fusible tetrapolaire

Fusibles 10x38 de type gG

Il ne faut pas de percuteur => DF2 CN 32

Blocs nus tétrapolaires

Raccordement par vis-étriers ou connecteur

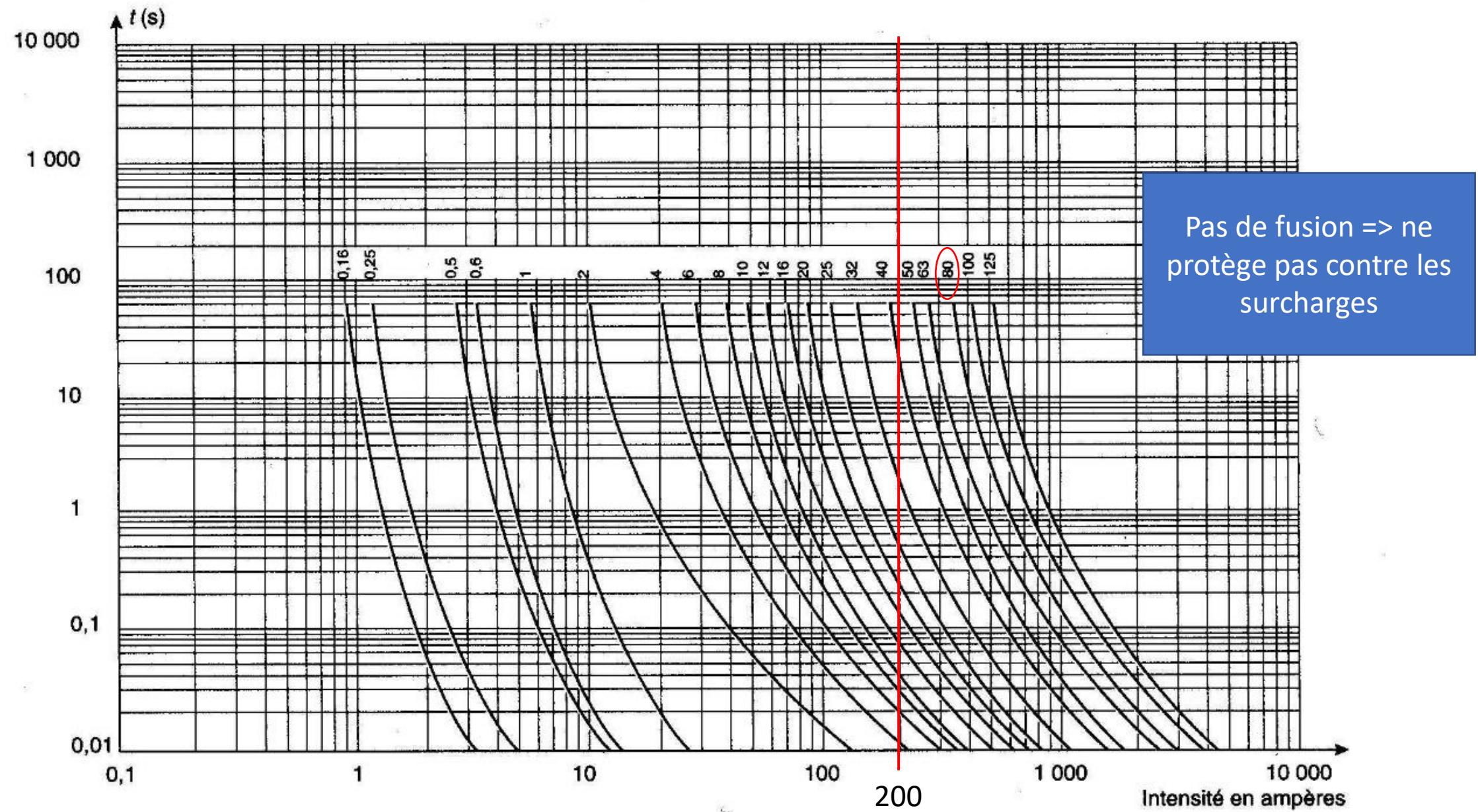
32 A	10 x 38	— (4)	Sans	LS1D32 + LA8D324 (3)	0,300
50 A	14 x 51	1	Sans	GK1EM	0,570
			Avec	GK1EY	0,600
		2	Sans	GK1ET	0,610
			Avec	GK1EX	0,650

Cylindriques 500 10 x 38	0,16	10	DF2CA001	—
	0,25	10	DF2CA002	—
	0,50	10	DF2CA005	—
	1	10	DF2CA01	—
	2	10	DF2CA02	DF2CN02
	4	10	DF2CA04	DF2CN04
	6	10	DF2CA06	DF2CN06
	8	10	DF2CA08	DF2CN08
	10	10	DF2CA10	DF2CN10
	12	10	DF2CA12	DF2CN12
400	16	10	DF2CA16	DF2CN16
	20	10	—	DF2CN20
	25	10	DF2CA25	DF2CN25
	32	10	DF2CA32	DF2CN32

Temps de fusion pour un fusible 80A traversé par un courant de 200A

Courbes de fusion des cartouches type aM.

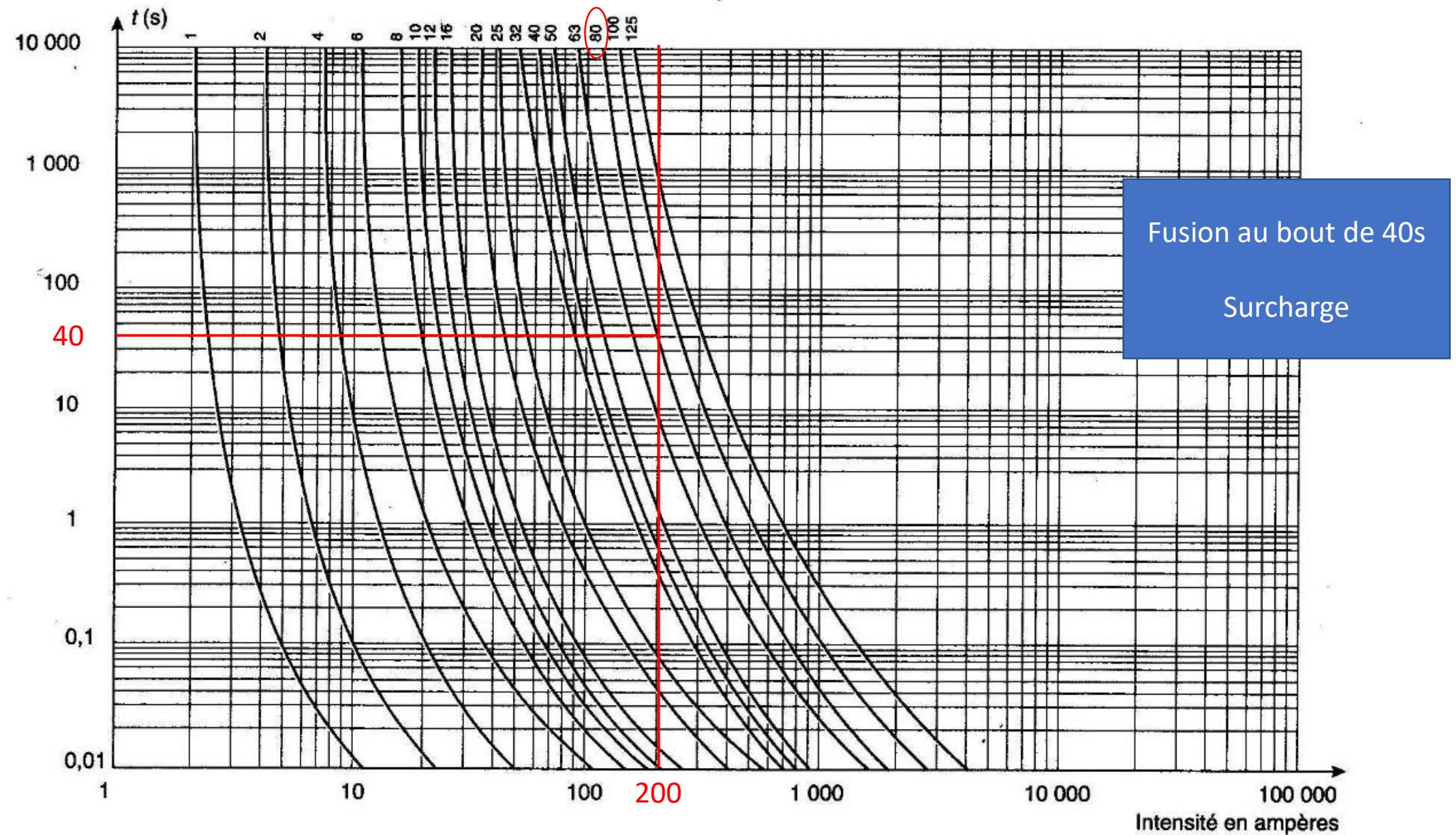
12



Temps de fusion pour un fusible 80A traversé par un courant de 200A

Courbes de fusion des cartouches type gG.

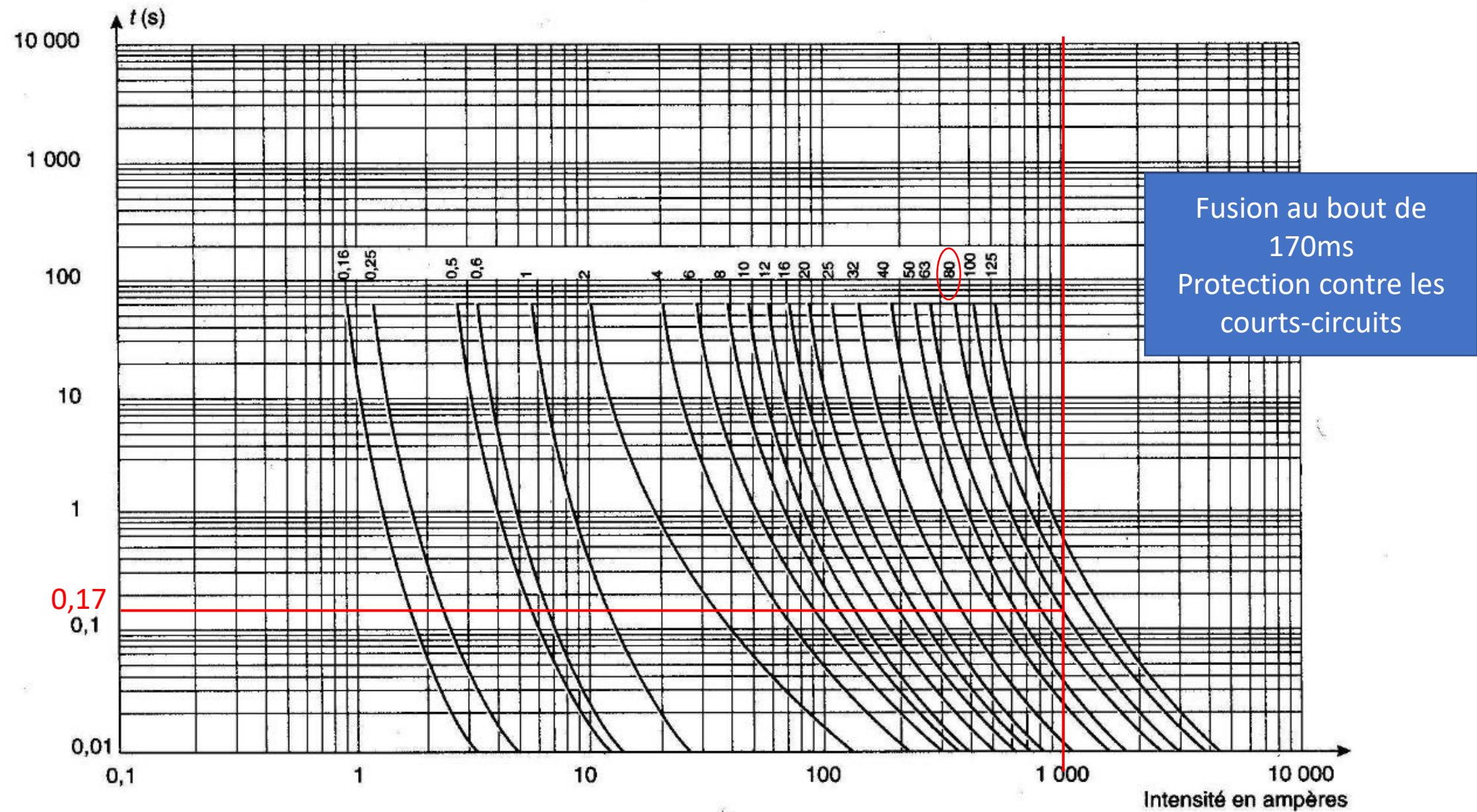
12



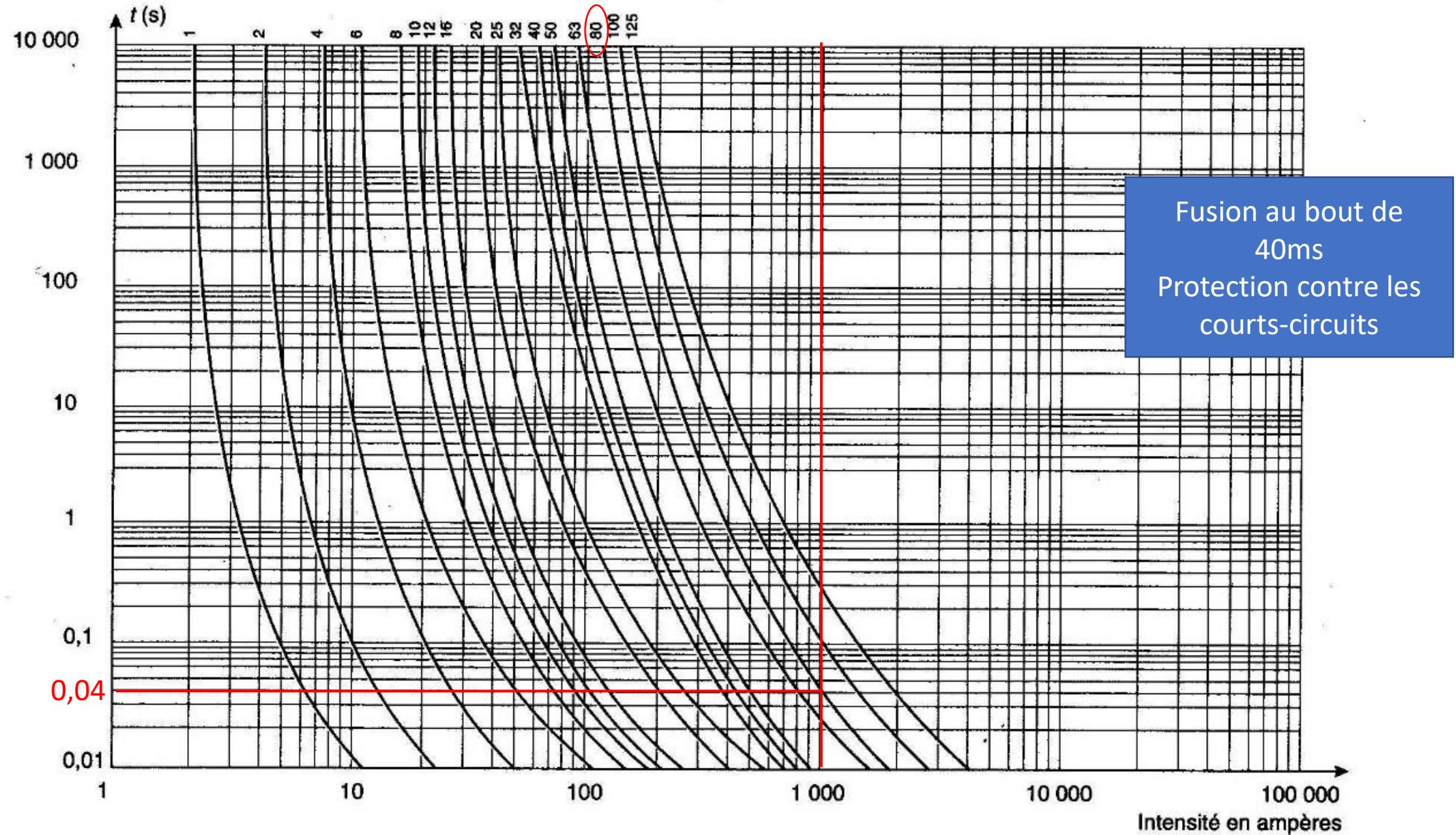
Temps de fusion pour un fusible 80A traversé par un courant de 1000A

Courbes de fusion des cartouches type aM.

12



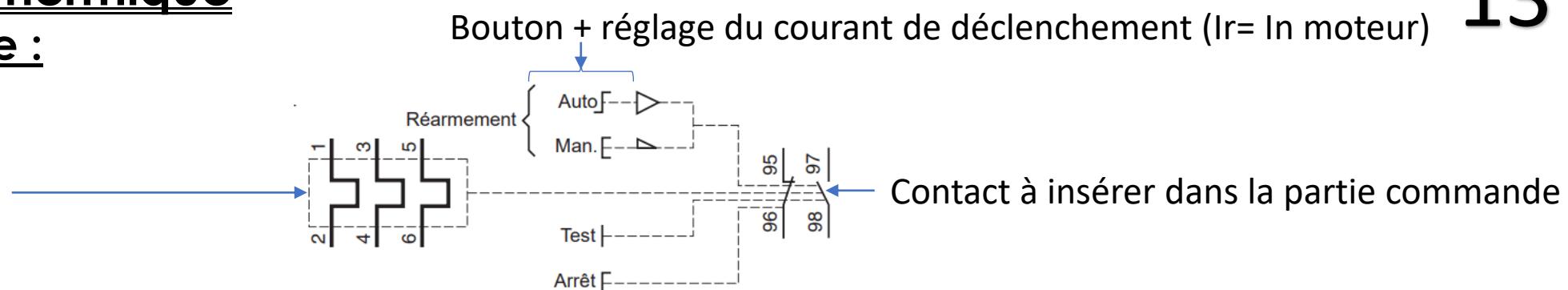
Temps de fusion pour un fusible 80A traversé par un courant de 1000A
Courbes de fusion des cartouches type gG.



Relais thermique

Symbole :

3 bilâmes
Détection
Pas d'organe de coupure



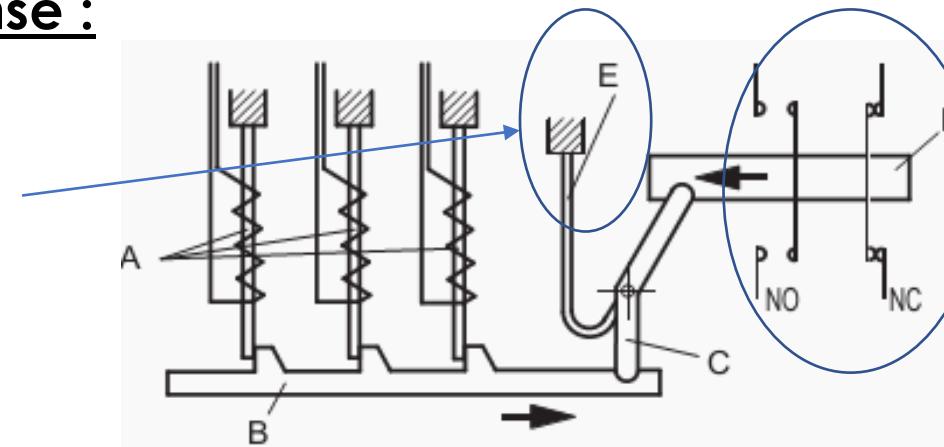
Vocabulaire :

Classe de déclenchement des relais thermique :

(1) La norme IEC 60947-4-1 définit la durée du déclenchement à 7,2 fois le courant de réglage I_R :
 classe 5 : comprise entre 0,5 et 5 secondes,
 classe 10 : comprise entre 4 et 10 secondes, Classe utilisée le plus souvent
 classe 10A : comprise entre 2 et 10 secondes,
 classe 20 : comprise entre 6 et 20 secondes,
 classe 30 : comprise entre 9 et 90 secondes,

Relais compensé :

Bilame de compensation
de la température
ambiante



En fonction de l'inertie, le temps de démarrage peut être long.

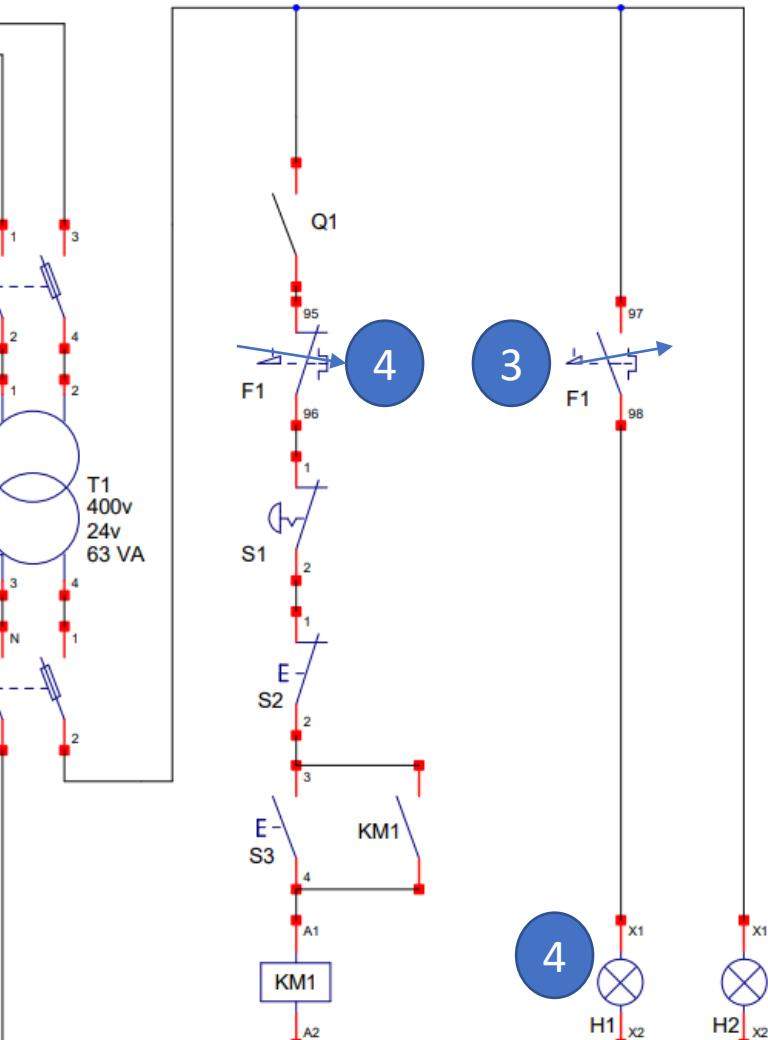
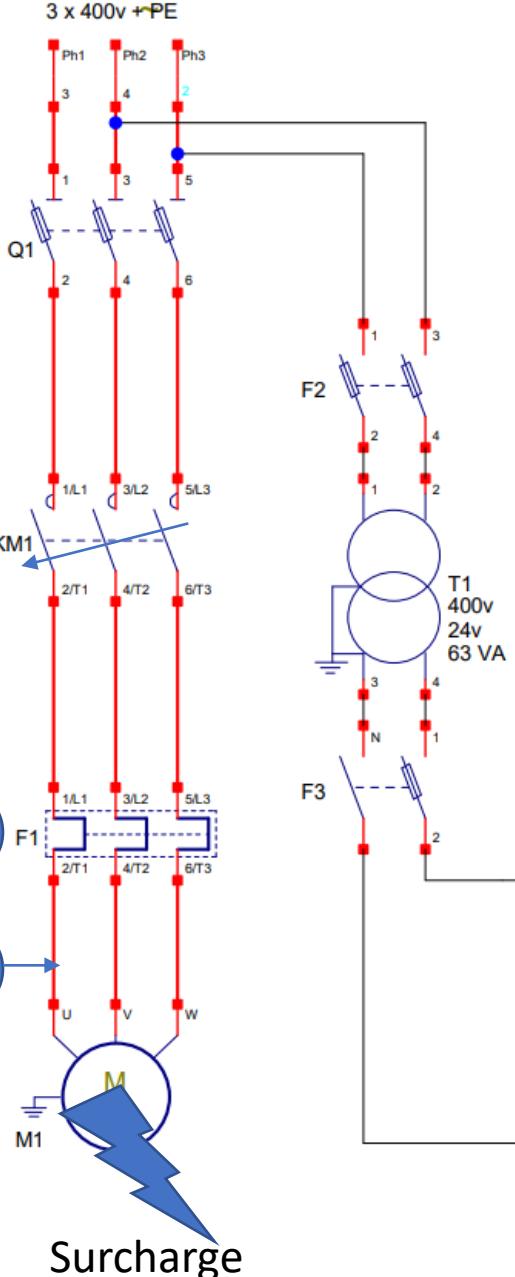


Le moteur doit supporter les démarriages longs

Contact NC et NO de commande

Analyse des étapes permettant la coupure d'un défaut :

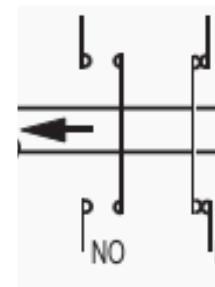
13

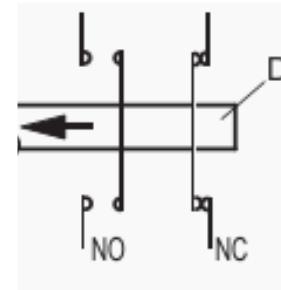


- 1 La charge mécanique entraîne une surcharge et donc un courant supérieur au courant nominal.
 - 2 Les bilâmes détectent le défaut.
 - 3 Le contact NO se ferme.
 - 4 H1 s'allume et le contact NC s'ouvre
 - 5 La bobine KM1 n'est plus alimentée. Les pôles de KM1 s'ouvrent

↓

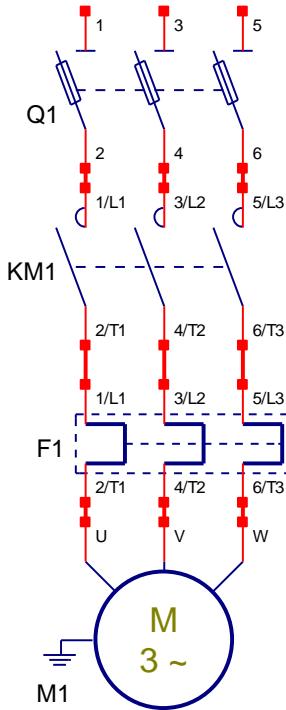
Coupure du défaut





Protection du départ moteur :

Choix du relais thermique :



Classe 10 A (vis étrier)

I_n moteur = 41A

Ref : LRD 3357

Plage de réglage 37 à 50 A

Molette de réglage



Relais de protection

Relais de protection thermique pour contacteurs TeSys D – Classe 10 A

Relais tripolaires de protection thermique différentiels pour connecteurs et cosses de fixation à vis à associer à des fusibles ou aux disjoncteurs magnétiques GV2L et GV3L

- Relais compensés, à réarmement manuel ou automatique
- avec visualisation du déclenchement
- pour courant alternatif ou continu.

Zone de réglage du relais (A)	Fusibles à associer au relais choisi aM (A)	gG (A)	BS88 (A)	Pour association avec contacteur LC1	Référence	Masse kg
37...50	63	100	100	D40A...D65A	LRD350	0,375
48...65	63	100	100	D50A et D65A	LRD365	0,375
62...80	80	125	125	D80A	LRD380 (4)	0,375
Classe 10 A (1) avec raccordement par vis-étriers ou connecteurs						
17...25	25	50	50	D80 et D95	LRD3322	0,510
23...32	40	63	63	D80 et D95	LRD3353	0,510
30...40	40	100	80	D80 et D95	LRD3355	0,510
37...50	63	100	100	D80 et D95	LRD3357	0,510
48...65	63	100	100	D80 et D95	LRD3359	0,510

	1,05 I_r	1,2 I_r	1,5 I_r	7,2 I_r
Temps de déclenchement à partir de l'état froid				
10A	> 2h	< 2h	< 2 min	2 s \leq tp \leq 10 s
10	> 2h	< 2h	< 4 min	2 s \leq tp \leq 10 s
20	> 2h	< 2h	< 8 min	2 s \leq tp \leq 20 s
30	> 2h	< 2h	< 12 min	2 s \leq tp \leq 30 s

I_r est le courant de réglage du relais thermique qu'il est possible de régler entre deux seuils (haut et bas) mais centré sur une valeur moyenne qui est le calibre du contacteur associé

Le relais se règle à la valeur nominale du courant absorbé par le récepteur qu'il protège $I_r = I_n$.

Donner le temps de déclenchement du relais thermique si la partie mécanique impose une surcharge qui entraîne que le moteur absorbe un courant de 200A

$I_r = I_n$ moteur = 41A

$I_{surcharge} = 200A$

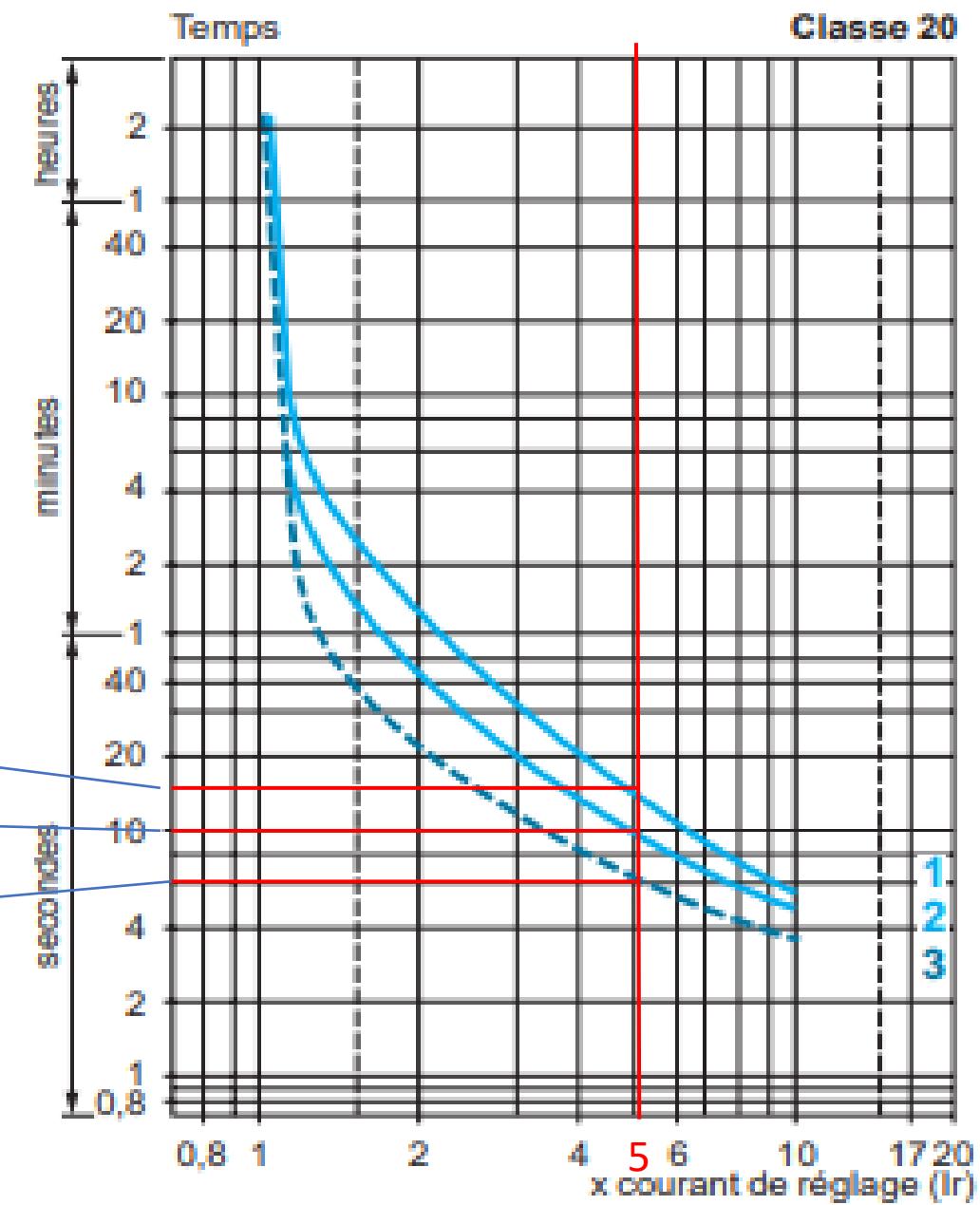
$I_{surcharge} / I_r = 200/41 \approx 5$

Déclenchement à froid (3 phases) = 15s

Déclenchement à froid (2 phases) = 10s

Déclenchement à chaud (3 phases) = 5s

LRD04L à LRD32L et LR2D3522 à LR2D3563



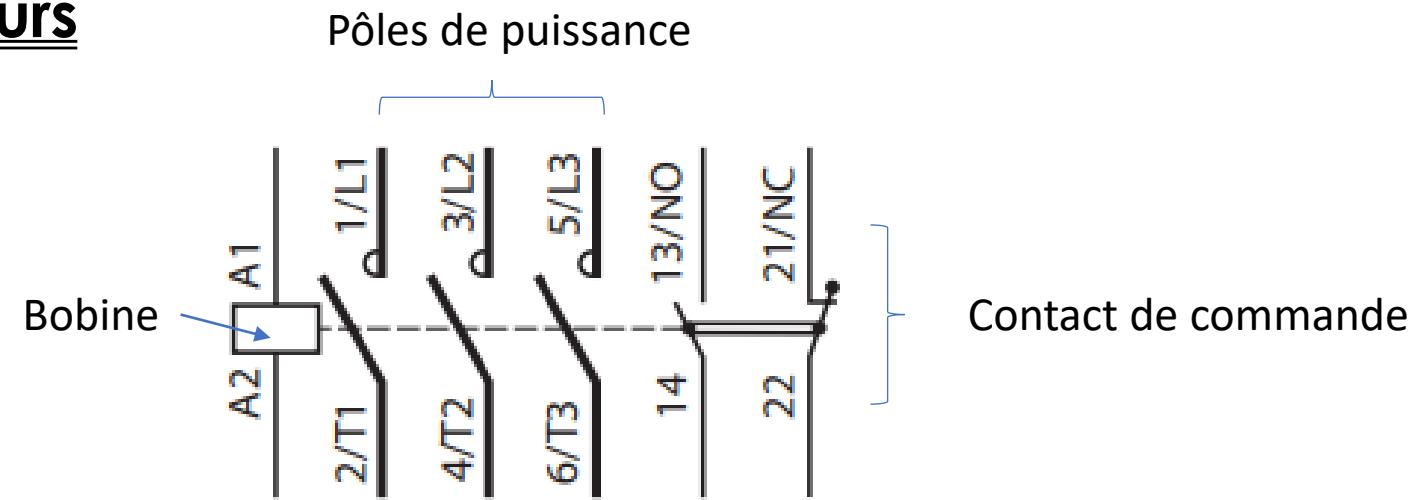
1 Fonctionnement équilibré, 3 phases, sans passage préalable du courant (à froid).

2 Fonctionnement sur les 2 phases, sans passage préalable du courant (à froid).

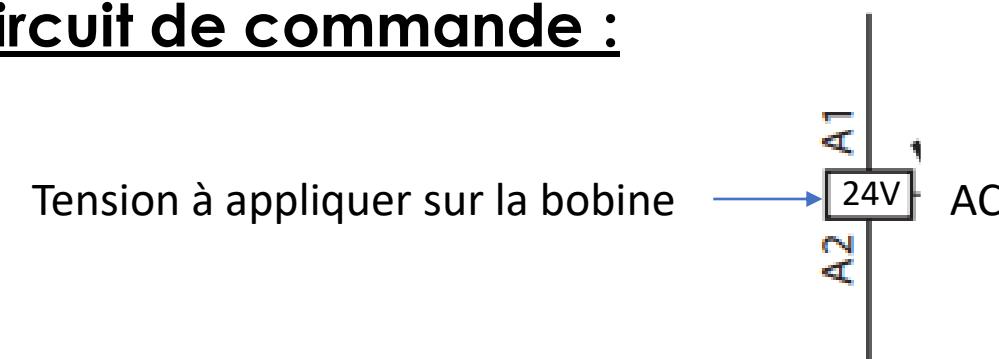
3 Fonctionnement équilibré, 3 phases, après passage prolongé du courant de réglage (à chaud).

Les contacteurs

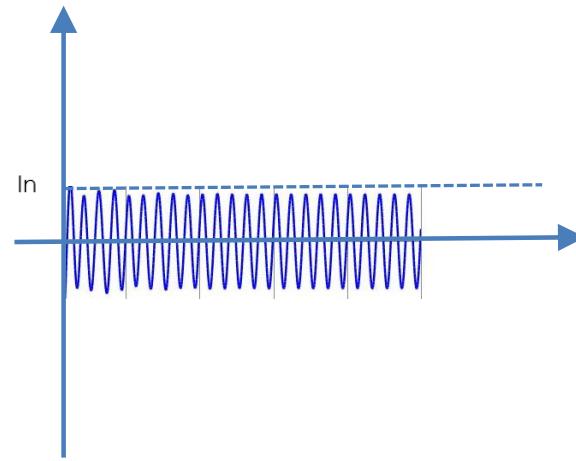
Symbole :



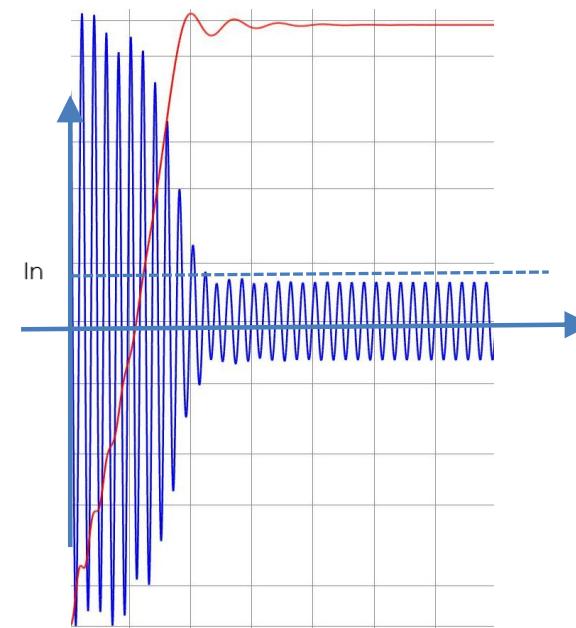
Repère des tensions du circuit de commande :



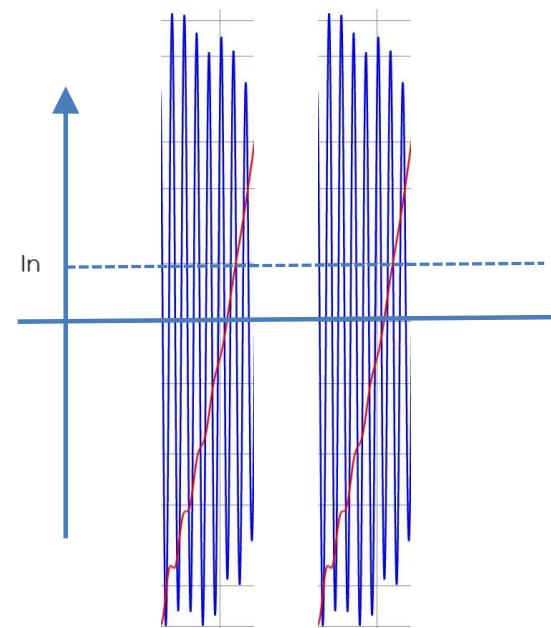
Catégories d'emploi :



AC1



AC3

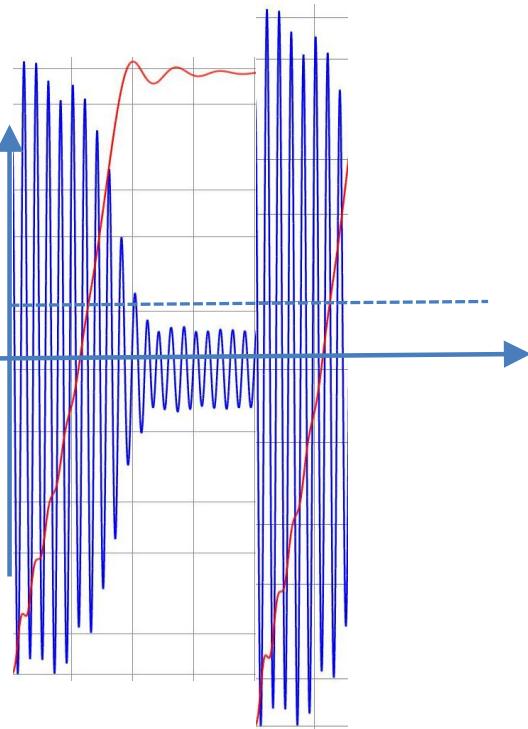


AC2

Démarrage MAS

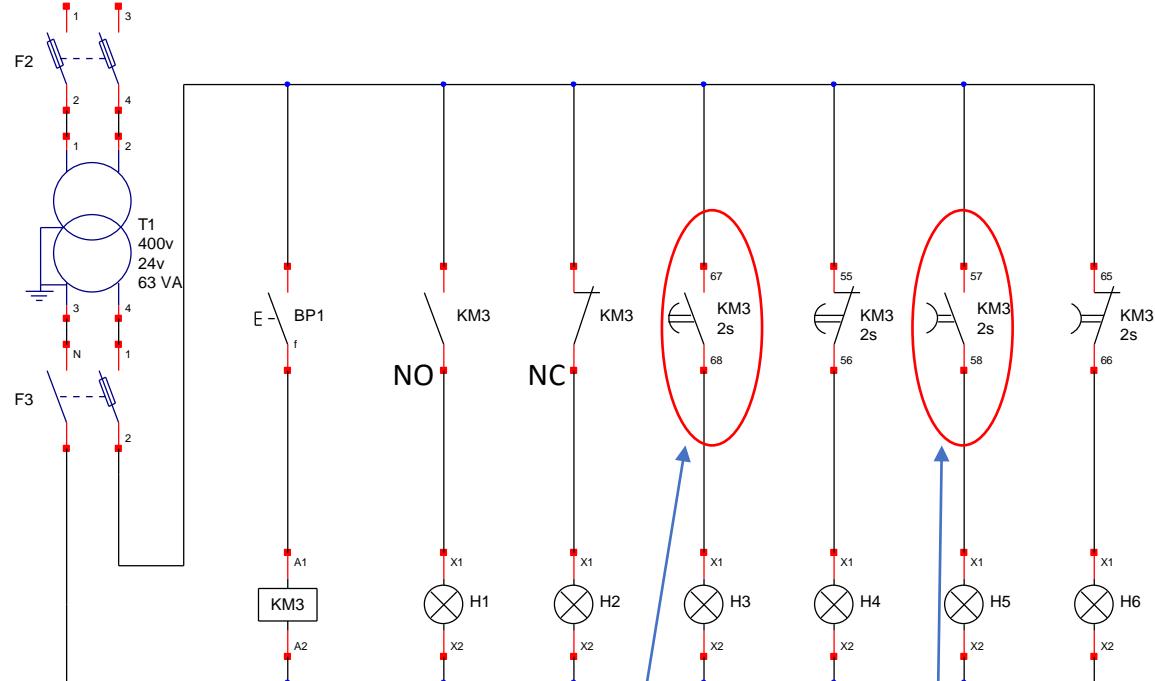
Marche par à-coup

Démarrage MAS
+ freinage à contre courant



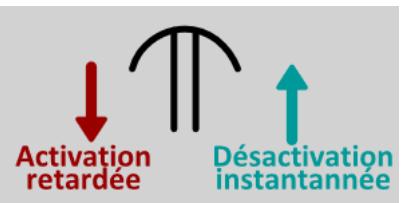
AC4

Contacts auxiliaires

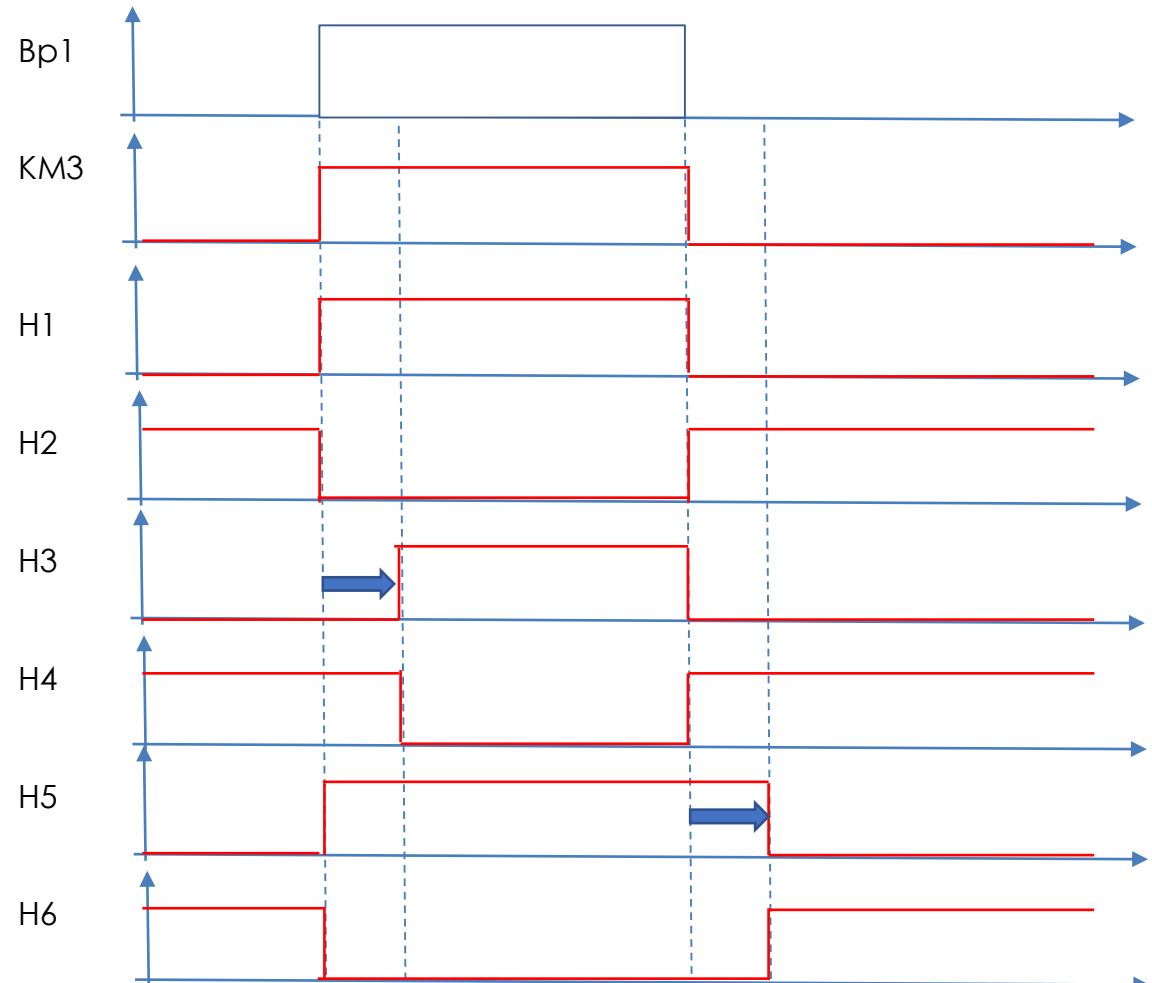


Temporisé à la fermeture

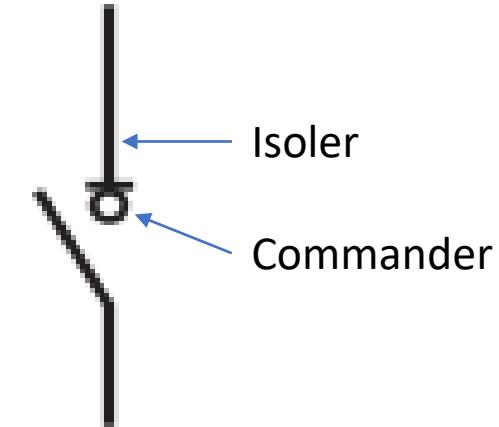
Temporisé à l'ouverture



Chronogramme



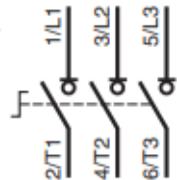
Interrupteur sectionneur



Symbole :

Schémas

Bloc de base
VN12, VN20



Pôle principal
VZN12, VZN20

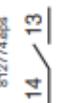


Pôle neutre
VZN11

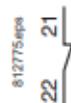


Blocs de contacts auxiliaires

VZN05



VZN06

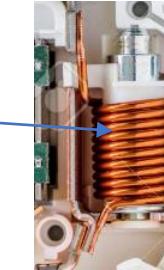


Disjoncteur Tripolaire magnétothermique différentiel

partie thermique.



partie magnétique.



Courbe B Déclenchement : 3 à 5 In (EN 60898) ;

Protection des générateurs, câbles longs ; pas de courants pique, armoires électriques dans les maisons

Courbe C Déclenchement : 5 à 10 In (EN 60898) ;

Protections dans les armoires électriques (éclairage, prises) ; armoires électriques pour applications générales dans les bureaux

Courbes D et K Déclenchement : 10 à 14 In (IEC 60947-2) ;

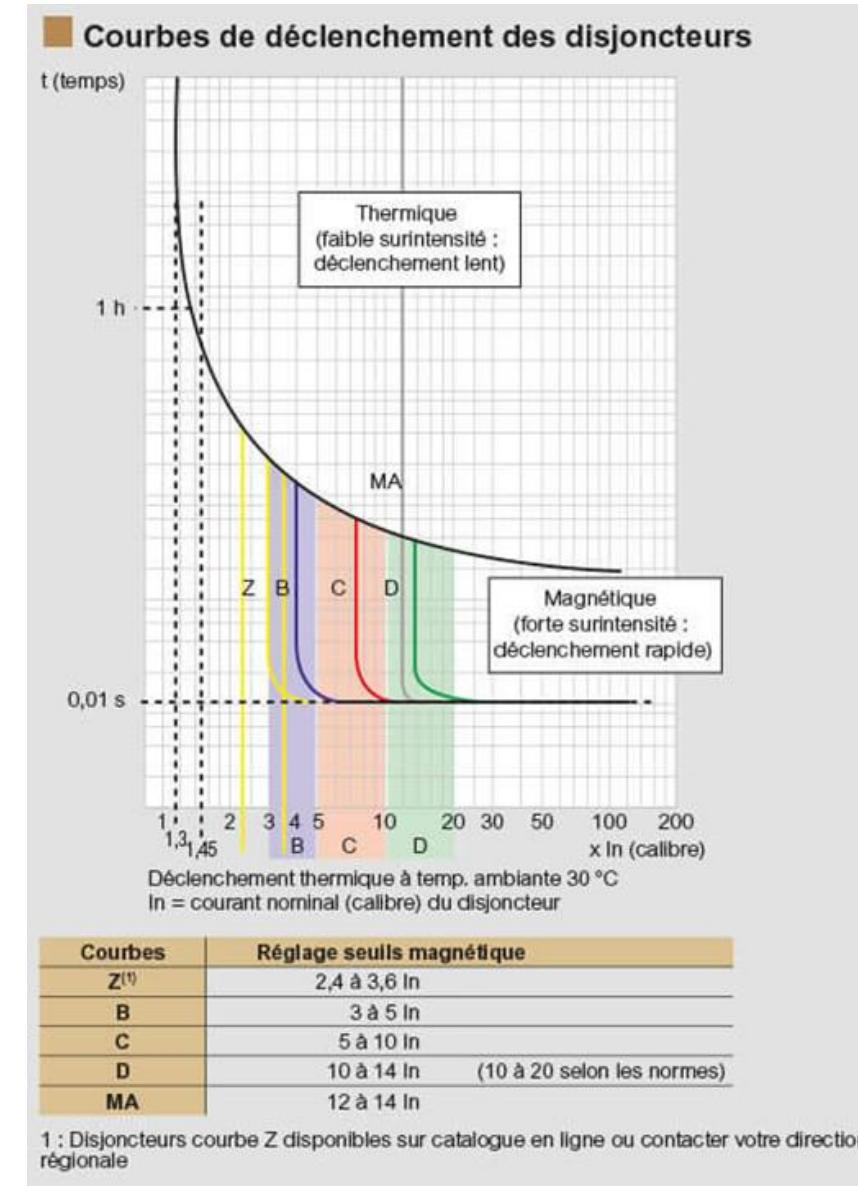
Protections dans les armoires électriques avec des courants d'appel élevés ; transformateurs, moteurs

Courbe Z Déclenchement : 2,4 à 3,6 In (IEC 60947-2) ;

Sécurité électronique

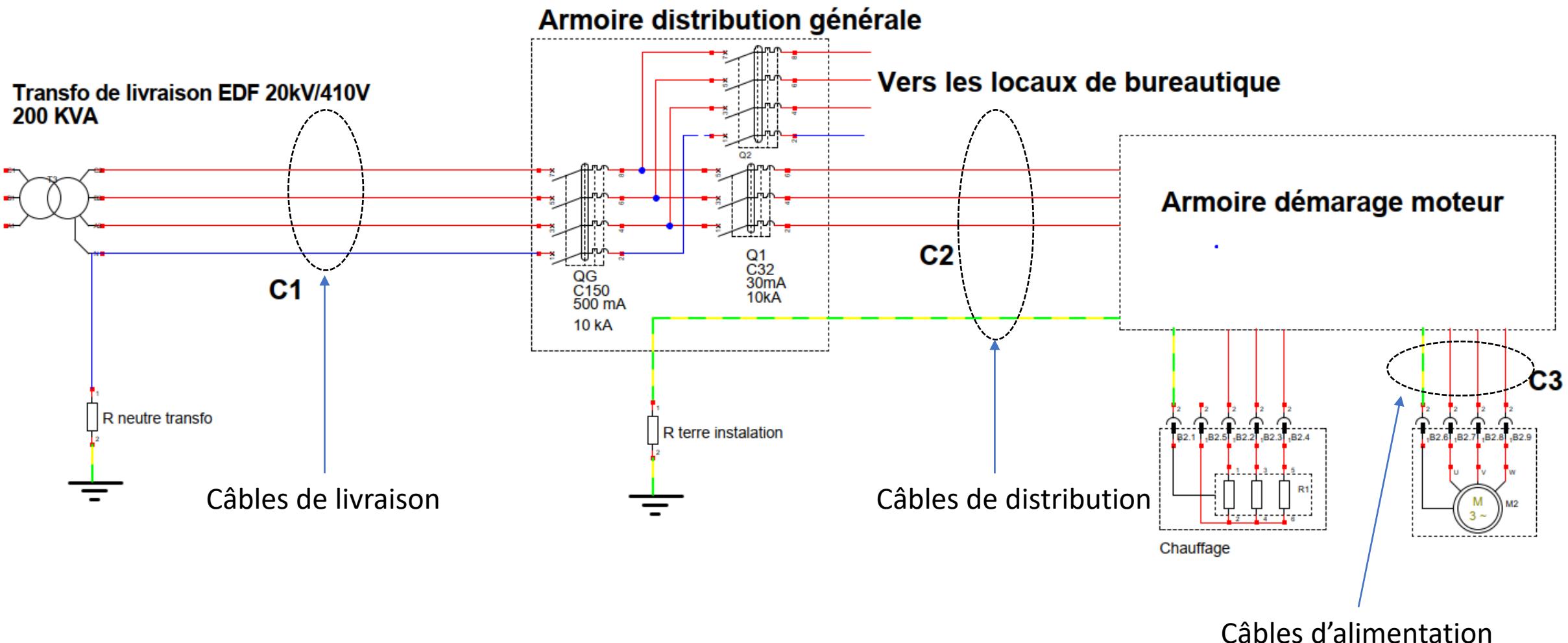
Courbe MA Déclenchement : 12 In (IEC 60947-2) ;

Protection des départs moteurs et applications spécifiques (pas de protection thermique contre les surintensités)

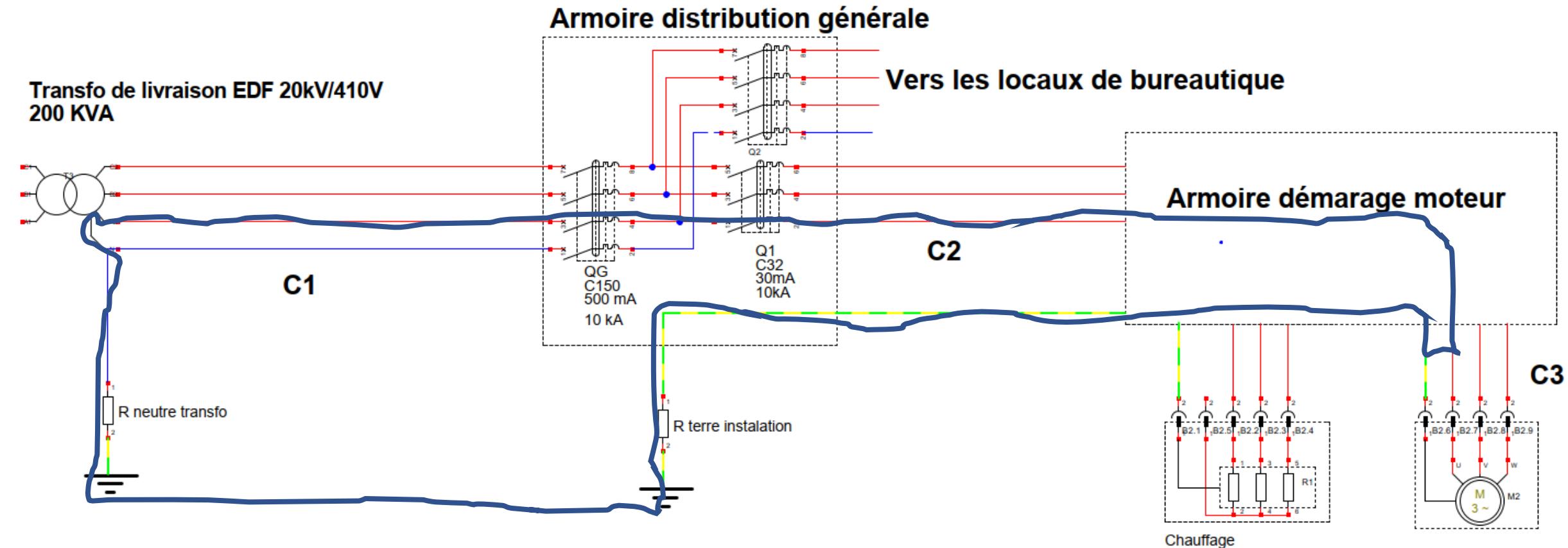


Tension assignée :	400V
Calibre du disjoncteur :	16A
Courbe de déclenchement :	D
Pouvoir de coupure :	4500A Icn
Sensibilité :	300mA
Gamme du produit :	Acti9





On considère un défaut d'isolement franc entre la phase 1 et la carcasse du moteur. Reporter sur le schéma tous les éléments qui permettent tracer le parcours du courant de défaut.



Résistance de terre du transfo de livraison = 3Ω

Résistance de terre de l'entreprise = 27Ω

Déterminer le courant de défaut et expliquez quelle protection va déclencher ?

$$I_{def} = V_a / (R_{terre} + R_{neutre}) = 230 / 30 = 7,67A$$

Le différentiel de 30mA (Q1) va déclencher et QG (500mA) aussi (voire problématique de sélectivité temporelle).

On s'intéresse ici aux récepteurs qui seront utilisés dans le projet page suivante :

$$P_{m\acute{e}ca} = 15kW \quad \eta = 90,8\% \quad \cos(\varphi) = 0,84 \quad \frac{I_d}{I_n} = 7,7$$

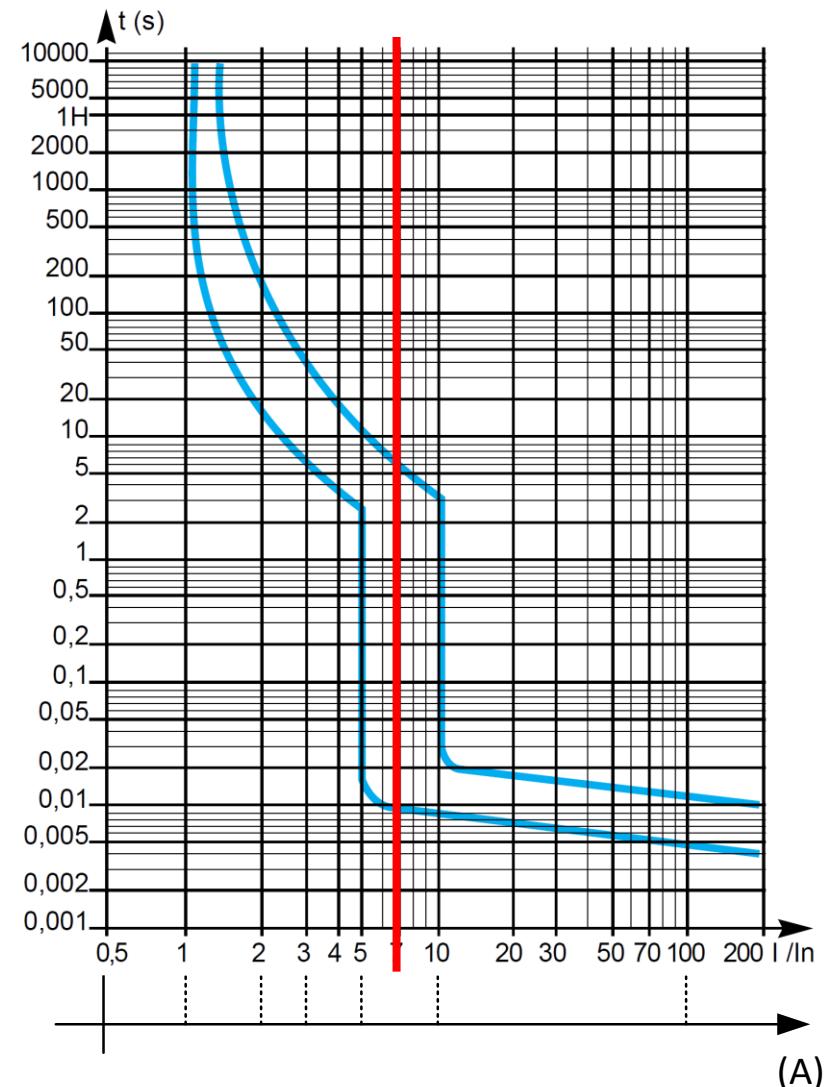
$$P_{Chauffage} = 27kW$$

Déterminer le courant de démarrage : 219,5A

Le moteur peut-t-il démarrer ? Noter les informations utiles que vous pouvez lire sur le schéma de distribution de l'entreprise

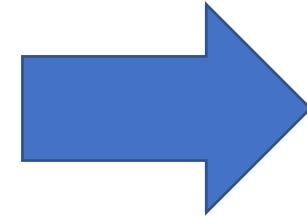
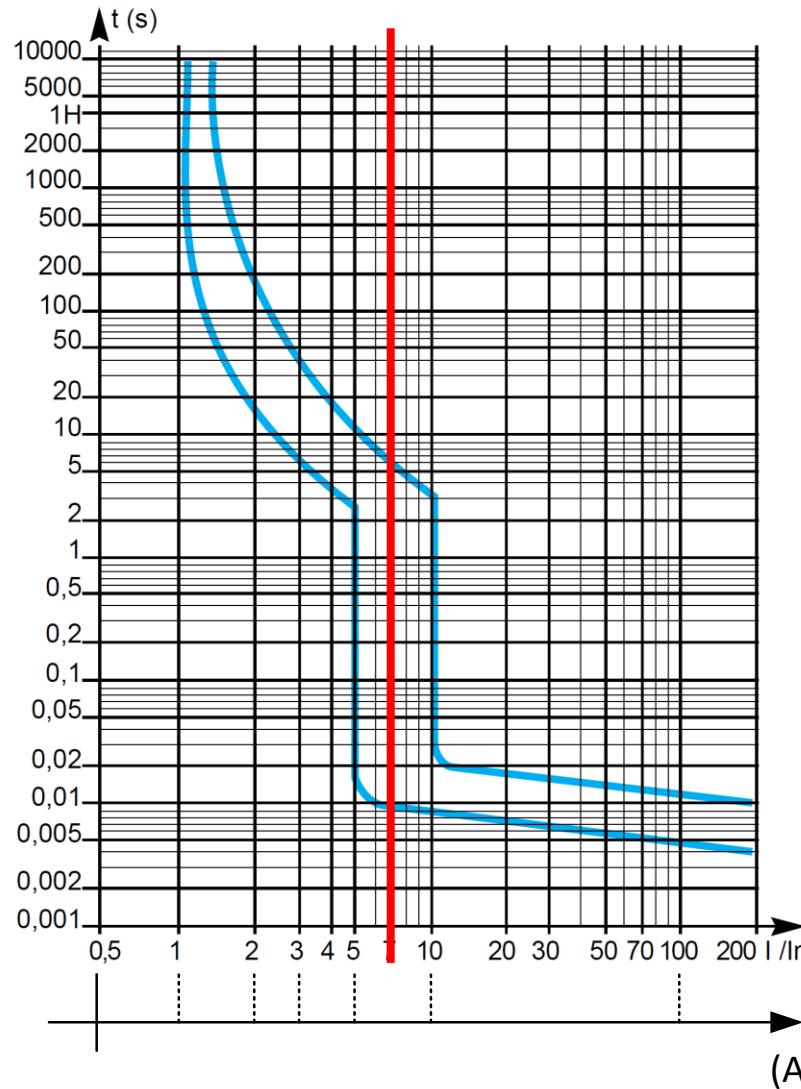
C32 => $219/32=6,84 \Rightarrow$ pas compatible avec un démarrage moteur (courbe magnétique avec déclenchement trop rapide)

C60a/N/H courbe C

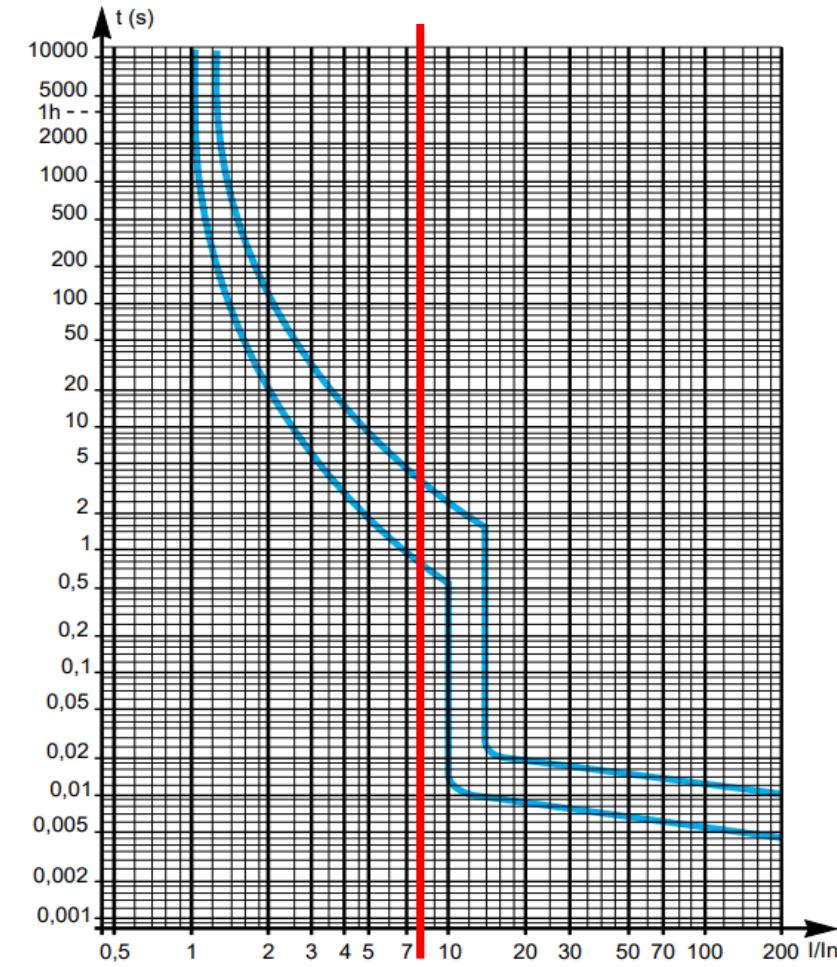


Proposer une solution pour remédier à ce problème => décaler le magnétique

C60a/N/H courbe C



C60N/ courbe D



Réalisation d'un 1er schéma

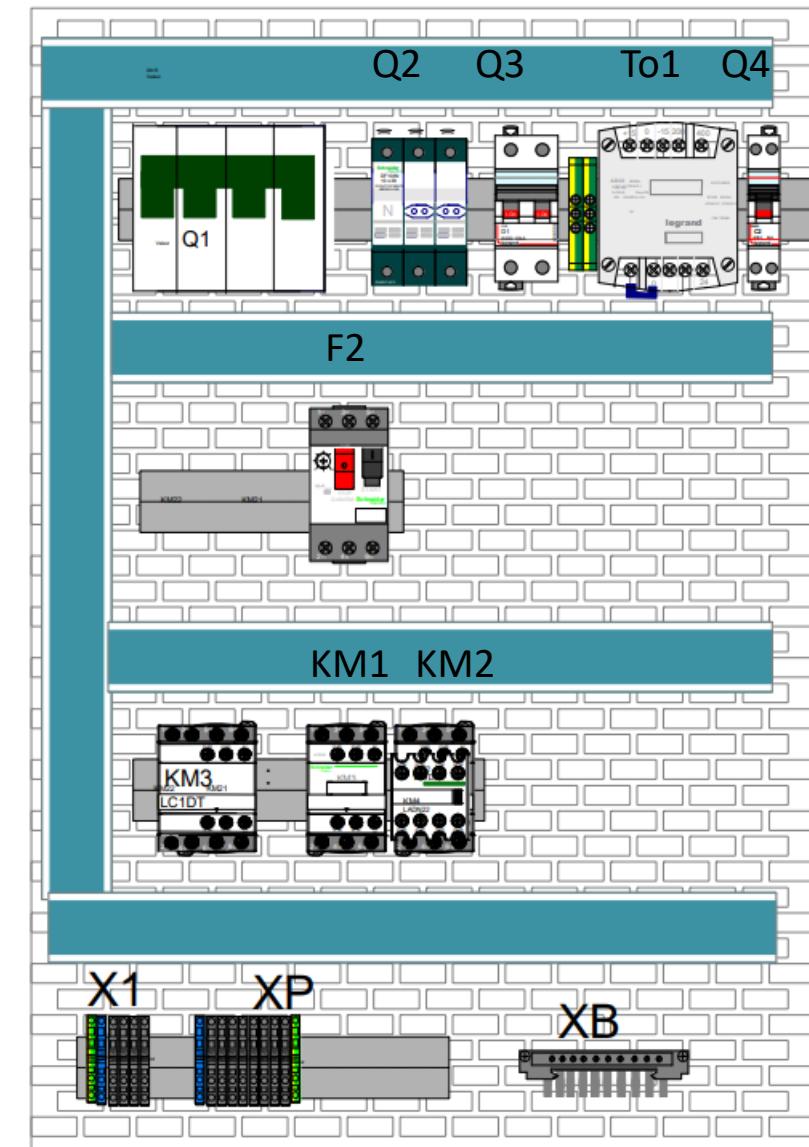
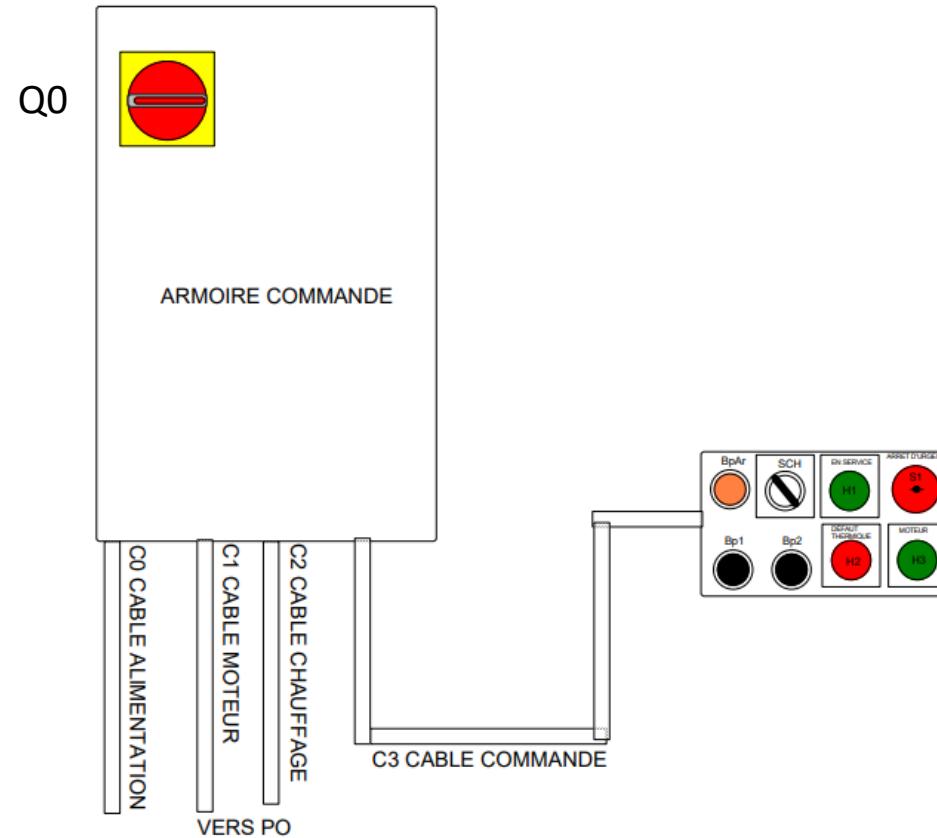
Cahier des charges :

Une partie opérative est constituée d'un système de chauffage triphasé et d'un moteur pouvant tourner dans les 2 sens.

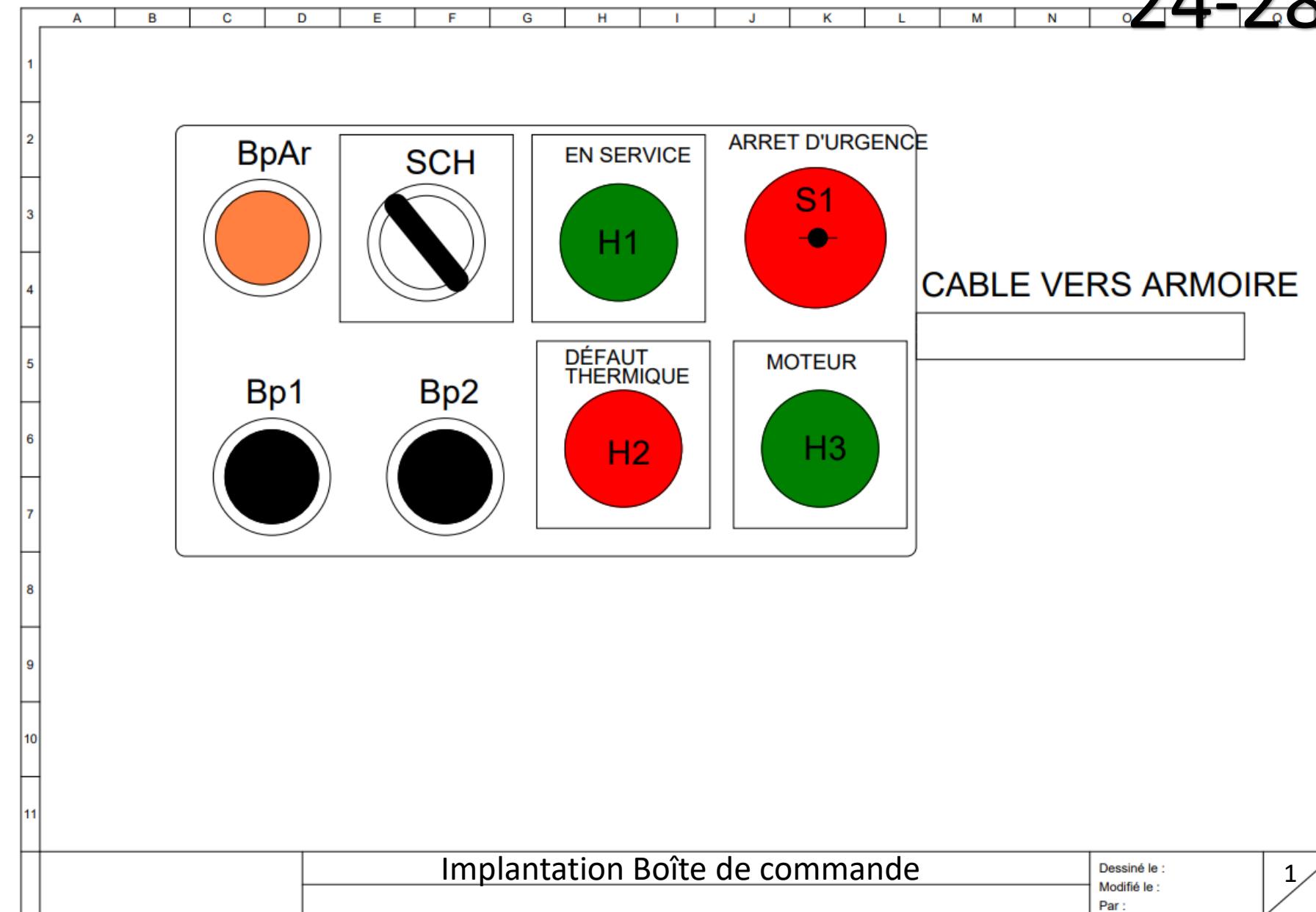
Boitier de commande :

- > Un bouton BP1 permet la mise en rotation du moteur dans le sens 1.
- > Un bouton BP2 permet la mise en rotation du moteur dans le sens 2.
- > Un bouton Ar permet l'arrêt du moteur.
- > Un bouton d'arrêt d'urgence Arrête seulement le moteur s'il est enclenché.
- > Un commutateur permet la mise en marche du chauffage.
- > Le voyant H1 est allumé lorsque la partie commande est sous tension.
- > Le voyant H2 est piloté en cas de défaut. (Thermique)
- > Le voyant H3 est allumé si le moteur tourne dans le sens 1 ou le sens 2.

Schéma implantation armoire



- >Un bouton BP1 permet la mise en rotation du moteur dans le sens 1.
- >Un bouton BP2 permet la mise en rotation du moteur dans le sens 2.
- > Un bouton BpAr permet l'arrêt du moteur.
- > Un bouton d'arrêt d'urgence (S1) arrête seulement le moteur s'il est enclenché.
- > Un commutateur (SCH) permet la mise en marche du chauffage.
- > Le voyant H1 est allumé lorsque la partie commande est sous tension.
- > Le voyant H2 est piloté en cas de défaut. (Thermique)
- >Le voyant H3 est allumé si le moteur tourne dans le sens 1 ou le sens 2.



Consigne pour le matériel :

Alimentation 3*400+N+PE.

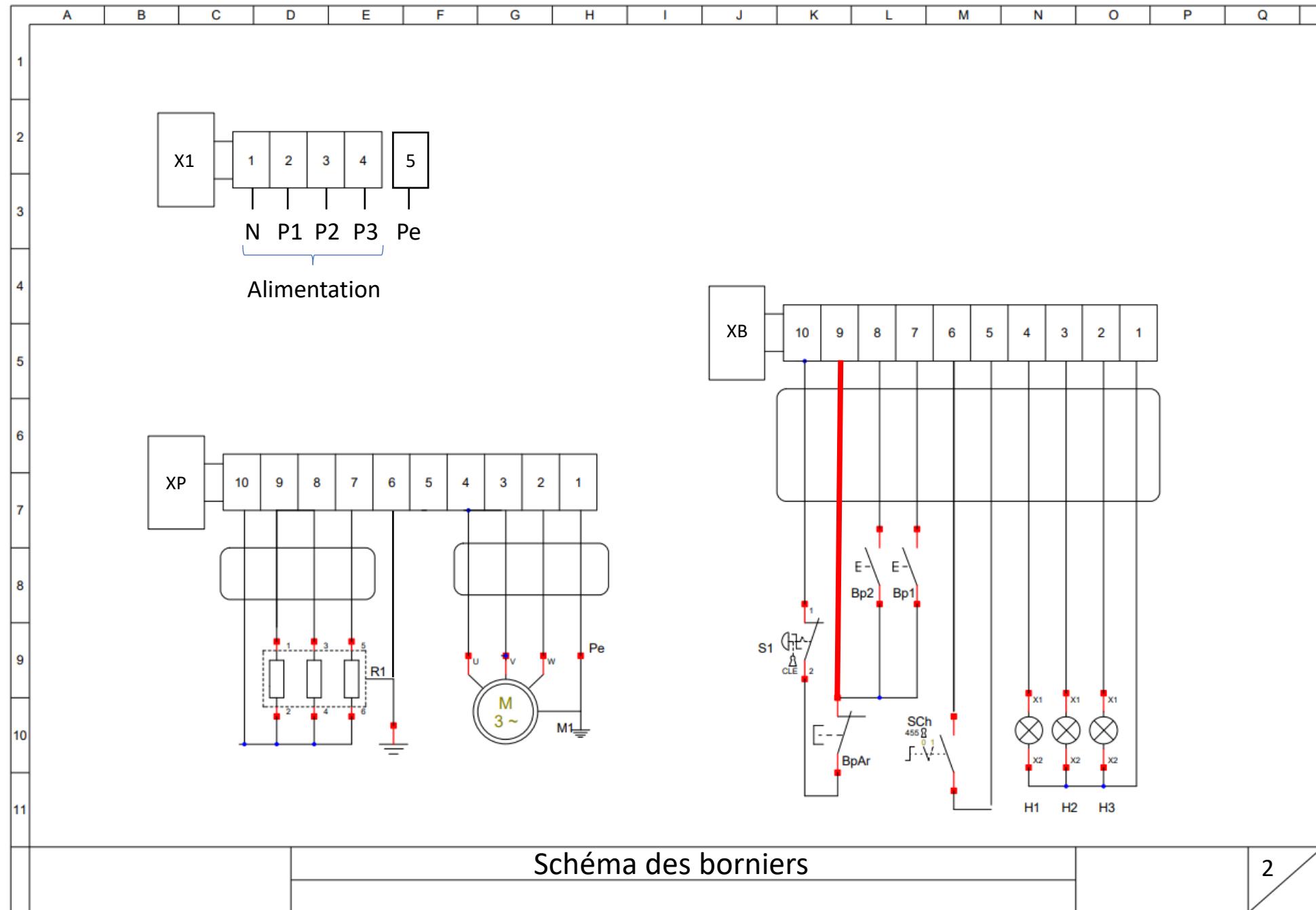
Un intersectionneur permet de couper toute l'installation.

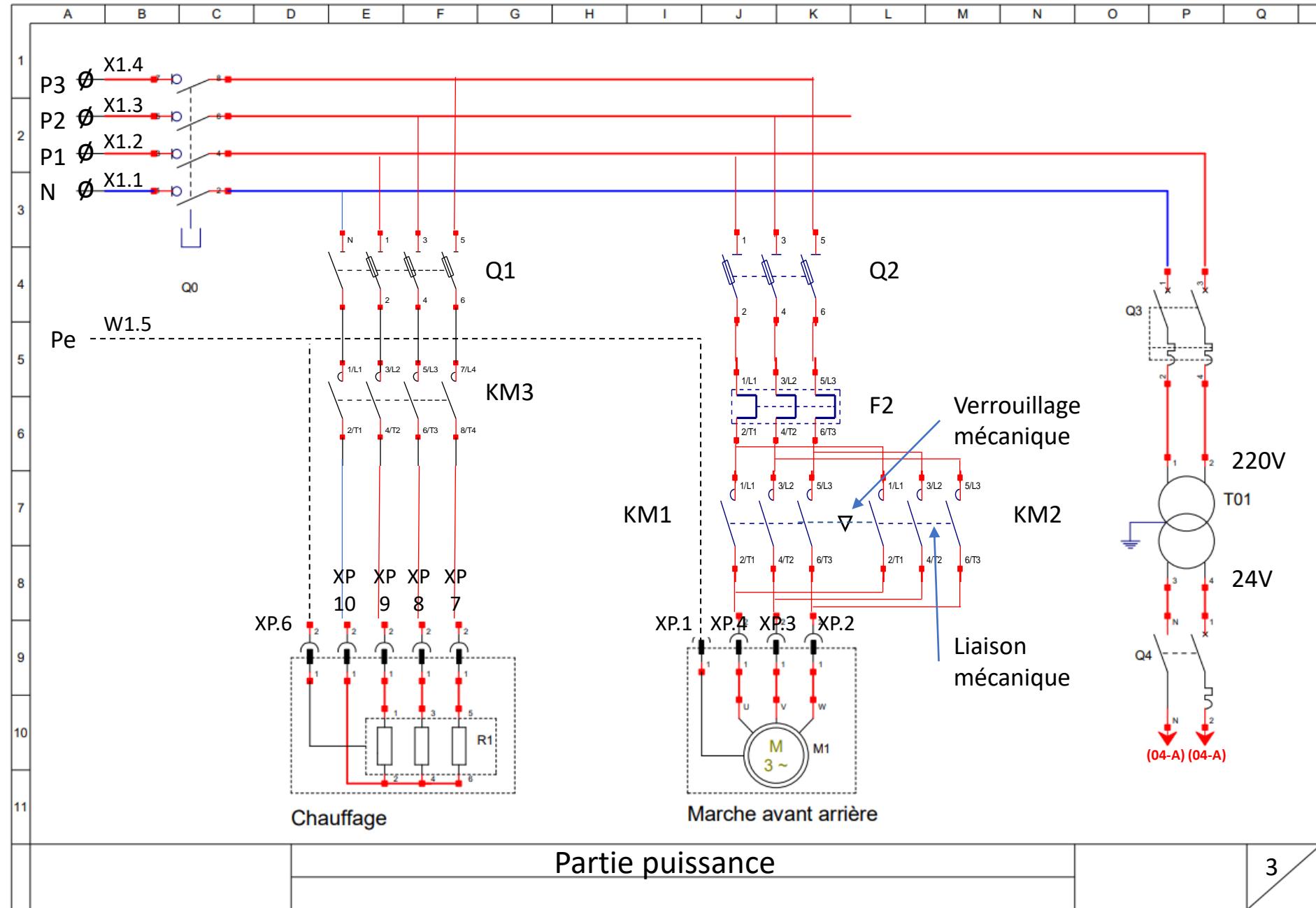
Départ chauffage :**27KW**

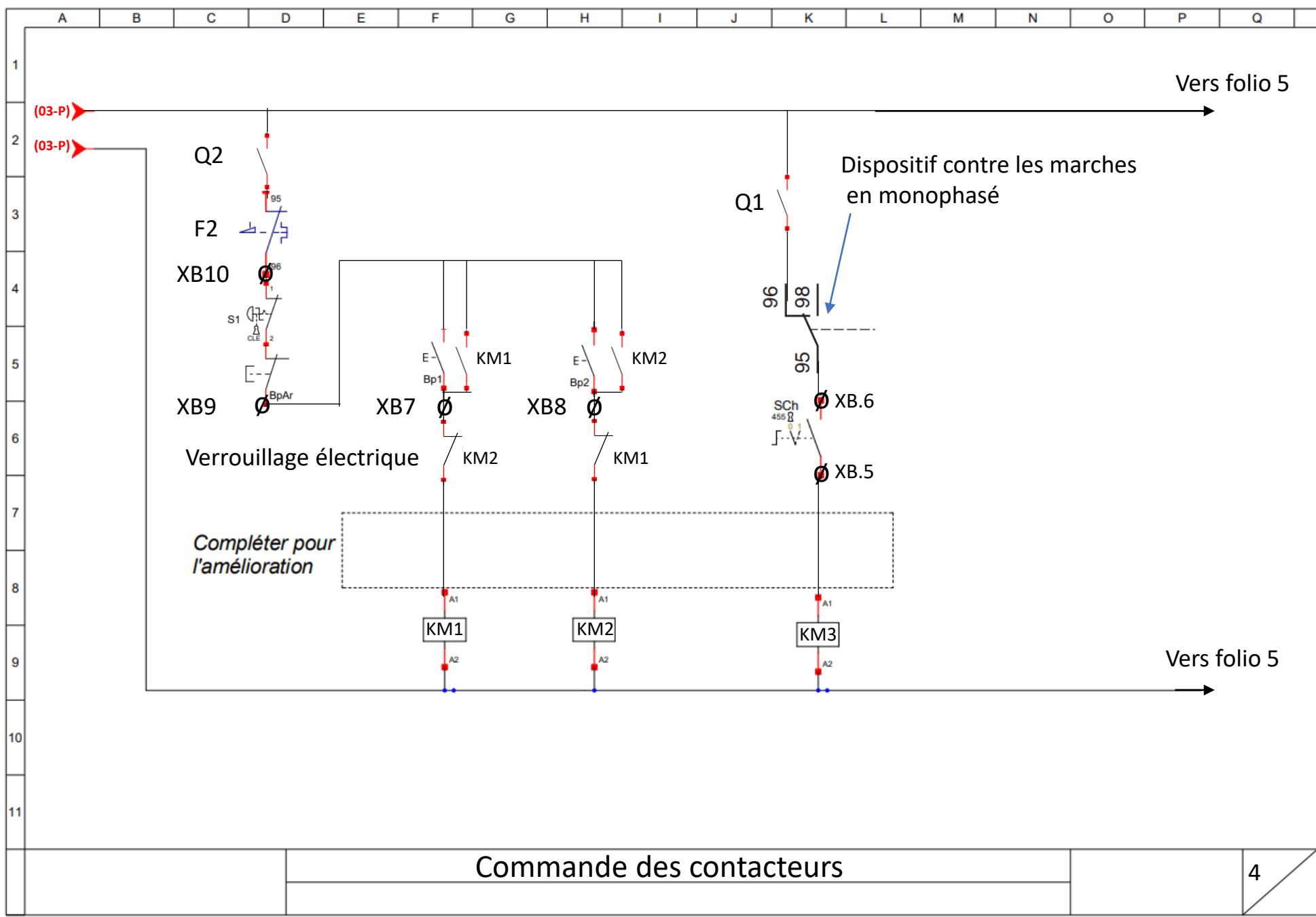
- Sectionneur porte fusible (Q1) + contacteur (KM3)
- Le sectionneur doit posséder un contact de pré coupure.
- Prévoir une protection contre les marches monophasées.

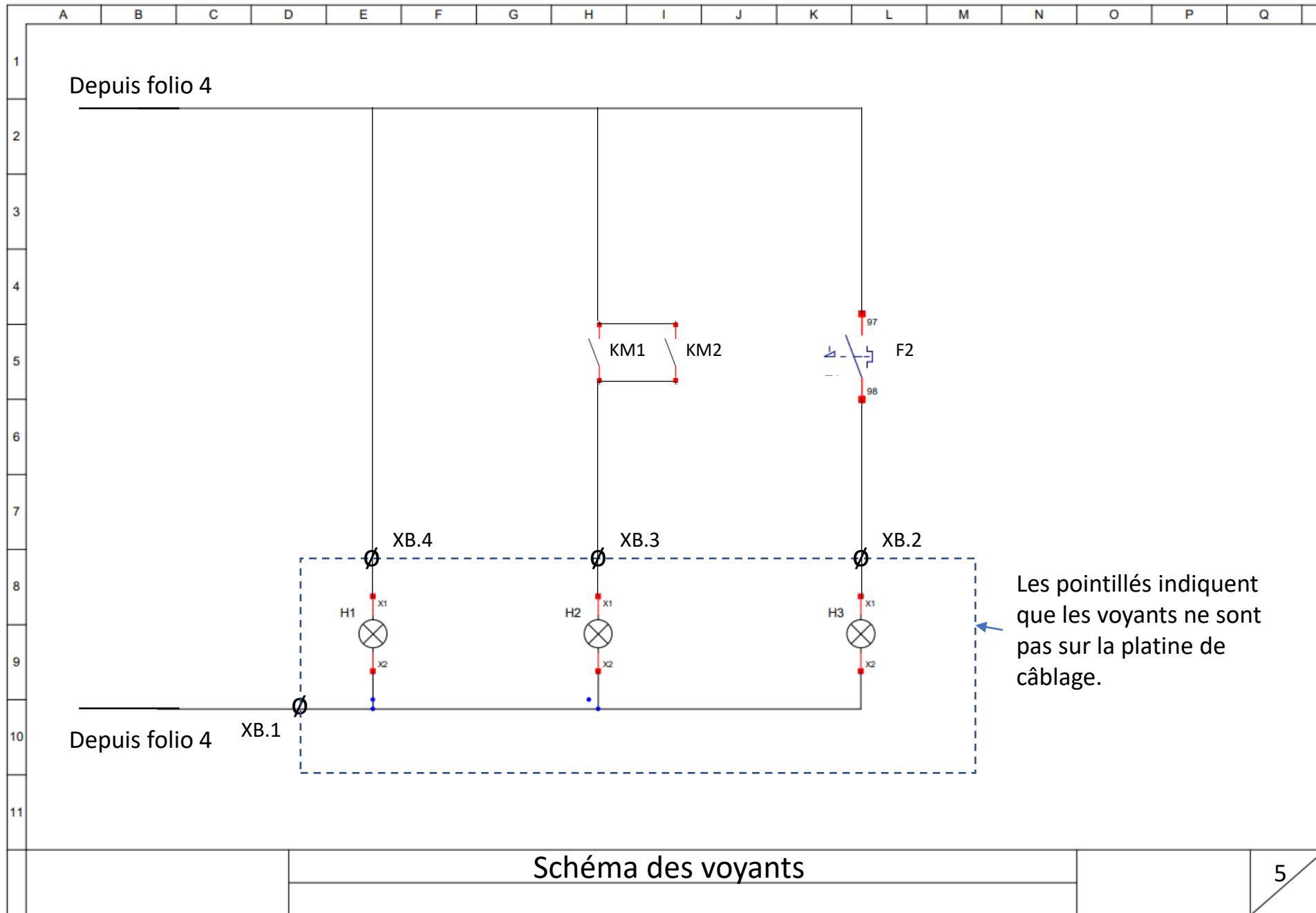
Départ moteur :**15KW**

- Sectionneur porte fusible (Q2) + Relais thermique (F2) + contacteur (KM1+KM2).
- Le sectionneur doit posséder un contact de pré coupure.









Départ chauffage : **27KW**

-**Sectionneur porte fusible Q1** + contacteur KM3

-Le sectionneur doit posséder un contact de pré coupure.
-Prévoir une protection contre les marches monophasées.

$P=27\text{kW} \Rightarrow I_n=39,1\text{A}$

Sectionneur porte fusible :

- * tétrapolaire
- * Protection contre marche monophasée
- * Vis étrier



Blocs nus tétrapolaires				
Raccordement par vis-étriers ou connecteur				
32 A	10 x 38	— ⁽⁴⁾	Sans	LS1D32 + LA8D324 ⁽⁵⁾ 0,300
50 A	14 x 51	1	Sans	GK1EM 0,570
			Avec	GK1EY 0,600
		2	Sans	GK1ET 0,610
			Avec	GK1EX 0,650

Modèle GK1EY avec fusibles 14x51

Fusibles gG avec percuteur : DF3EN40

Cylindriques 14 x 51	690	0,25	10	DF2EA002	—	—	—
		0,50	10	DF2EA005	—	—	—
500	1	10	DF2EA01	—	—	—	—
	2	10	DF2EA02	—	DF3EA02	—	—
	4	10	DF2EA04	DF2EN04	DF3EA04	DF3EN04	—
	6	10	DF2EA06	DF2EN06	DF3EA06	DF3EN06	—
	8	10	DF2EA08	—	DF3EA08	—	—
	10	10	DF2EA10	DF2EN10	DF3EA10	DF3EN10	—
	12	10	DF2EA12	—	DF3EA12	—	—
	16	10	DF2EA16	DF2EN16	DF3EA16	DF3EN16	—
	20	10	DF2EA20	DF2EN20	DF3EA20	DF3EN20	—
	25	10	DF2EA25	DF2EN25	DF3EA25	DF3EN25	—
	32	10	DF2EA32	DF2EN32	DF3EA32	DF3EN32	—
	40	10	DF2EA40	DF2EN40	DF3EA40	DF3EN40	—
400	50	10	DF2EA50	DF2EN50	DF3EA50	DF3EN50	—
600	4	4	DF2EA64	DF2EN64	DF3EA64	DF3EN64	—

Départ chauffage : **27KW**

-Sectionneur porte fusible Q1 + **contacteur KM3**

-Le sectionneur doit posséder un contact de pré coupure.
-Prévoir une protection contre les marches monophasées.

P=27kW => In=39,1A

Contacteur

- * tétrapolaire
- * catégorie d'emploi : AC1
- * 0 contact auxiliaire
- * bobine 24V AC

Modèle LC1DT40 B7 (derniers éléments référence de la bobine)

Contacteurs TeSys
Contacteurs tétrapolaires TeSys D pour commande en catégorie d'emploi AC-1, de 20 à 200 A

Eléments séparés

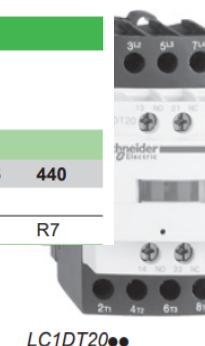
Blocs de contacts auxiliaires et modules additifs : voir pages B8/23 à B8/29.

(1) LC1D09 à D32 : encliquetage sur profilé LUR de 35 mm AM1DP ou par vis.

(2) Repères des tensions du circuit de commande existantes (délai variable, consulter notre agence régionale) :

Courant alternatif

Volts	24	42	48	110	115	220	230	240	380	400	415	440
LC1D09...D80A	B7	D7	E7	F7	FE7	M7	P7	U7	Q7	V7	N7	R7



Charges non inductives courant maximal ($0 \leq 60^{\circ}\text{C}$) catégorie d'emploi AC-1	Nombre de pôles	Contacts auxiliaires instantanés	Référence de base à compléter par le repère de la tension (1)		Masse (2)
			Fixation (2)	Raccordement par vis-étriers	
A					
20	4	—	1	1	LC1DT20••
	2	2	1	1	LC1D098••
25	4	—	1	1	LC1DT25••
	2	2	1	1	LC1D128••
32	4	—	1	1	LC1DT32••
	2	2	1	1	LC1D188••
40	4	—	1	1	LC1DT40••
	2	2	1	1	LC1D258••

Départ moteur : **15kW**

-**Sectionneur porte fusible (Q2)** + Relais thermique (F2) + contacteur (KM1+KM2).

-Le sectionneur doit posséder un contact de pré coupure.

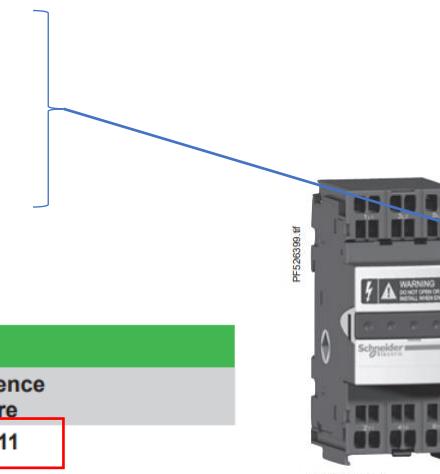
24-25

P=15kW (méca) => In= 28,5A

Type	RÉSEAU 400 V 50 Hz															
	Puissance nominale	Vitesse 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 _N kW	N _N min ⁻¹	M _N N.m	I _{N(400V)} A	4/4	3/4	2/4	4/4	3/4	2/4	Id / In	Md/Mn	M _M /M _n	J kg.m ²	IM B3 kg	LP db(A)
LSES 160 L	15	1457	97,9	28,2	0,84	0,80	0,69	90,8	91,8	92,1	7,4	2,2	3,1	0,07	91	62

Sectionneur porte fusible :

- * tripolaire
- * 1 contact de pré-coupure
- * Vis étrier



Modèle LS1D32 avec fusibles 10x38

Blocs de contacts additifs					
Désignation	Utilisation sur	Montage	Nombre maxi	Type de contacts	Vente par Q. indiv.
Contacts auxiliaires instantanés (contacts de précoupe)	LS1D32	Frontal	1	"F + O"	10
				"F + F"	10
LS1D323	Frontal	1		"F + O"	10
				"F + F"	10



Blocs nus tripolaires					
Raccordement par bornes à ressort					
Calibre	Taille des cartouches fusibles	Nombre de contacts de précoupe (1)	Dispositif contre la marche en monophasé (2)	Référence (3)	Masse kg
25 A	10 x 38	— (4)	Sans	LS1D323	0,270
Raccordement par vis-étriers ou connecteur					
32 A	10 x 38	— (4)	Sans	LS1D32	0,300
50 A	14 x 51	1	Sans	GK1EK	0,430
			Avec	GK1EV	0,470
			2	GK1ES	0,470
			Avec	GK1EW	0,510

Départ moteur : 15KW

24-25

-**Sectionneur porte fusible (Q2) + Relais thermique (F2) + contacteur (KM1+KM2).**

-Le sectionneur doit posséder un contact de pré coupure.

Choix des fusibles 10x38 (In = 28,5A) Type aM DF2CA32

Relais thermique



LRD000



LRD300



LRD330

Relais tripolaires de protection thermique différentiels pour connecteurs et cosses de fixation à vis
à associer à des fusibles ou aux disjoncteurs magnétiques GV2L et GV3L

- Relais compensés, à réarmement manuel ou automatique
- avec visualisation du déclenchement
- pour courant alternatif ou continu.

Zone de réglage du relais (A)	Fusibles à associer au relais choisi aM (A)	gG (A)	BS88 (A)	Pour association avec contacteur LC1	Référence	Masse kg
-------------------------------	---	--------	----------	--------------------------------------	-----------	----------

Classe 10 A ⁽¹⁾ avec raccordement par vis-étriers ou connecteurs

0,10...0,16	0,25	2	—	D09...D38	LRD01	0,124
0,16...0,25	0,5	2	—	D09...D38	LRD02	0,124
0,25...0,40	1	2	—	D09...D38	LRD03	0,124
0,40...0,63	1	2	—	D09...D38	LRD04	0,124
0,63...1	2	4	—	D09...D38	LRD05	0,124
1...1,6	2	4	6	D09...D38	LRD06	0,124
1,6...2,5	4	6	10	D09...D38	LRD07	0,124
2,5...4	6	10	16	D09...D38	LRD08	0,124
4...6	8	16	16	D09...D38	LRD10	0,124
5,5...8	12	20	20	D09...D38	LRD12	0,124
7...10	12	20	20	D09...D38	LRD14	0,124
9...13	16	25	25	D12...D38	LRD16	0,124
12...18	20	35	32	D18...D38	LRD21	0,124
16...24	25	50	50	D25...D38	LRD22	0,124

23...32	40	63	63	D25...D38	LRD32	0,124
30...38	40	80	80	D32 et D38	LRD35	0,124

Classe 10 A ⁽¹⁾ avec raccordement par connecteurs EverLink®, à vis BTR ⁽²⁾

9...13	16	25	25	D40A...D65A	LRD313	0,375
12...18	20	32	35	D40A...D65A	LRD318	0,375
17...25	25	50	50	D40A...D65A	LRD325	0,375

23...32	40	63	63	D40A...D65A	LRD332	0,375
30...40	40	80	80	D40A...D65A	LRD340	0,375

37...50	63	100	100	D40A...D65A	LRD350	0,375
48...65	63	100	100	D50A et D65A	LRD365	0,375

62...80	80	125	125	D80A	LRD380 ⁽⁴⁾	0,375
---------	----	-----	-----	------	-----------------------	-------

Classe 10 A ⁽¹⁾ avec raccordement par vis-étriers ou connecteurs

17...25	25	50	50	D80 et D95	LRD322	0,510
23...32	40	63	63	D80 et D95	LRD335	0,510

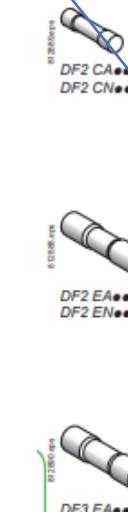
30...40	40	100	80	D80 et D95	LRD3355	0,510
37...50	63	100	100	D80 et D95	LRD3357	0,510

48...65	63	100	100	D80 et D95	LRD3359	0,510
---------	----	-----	-----	------------	---------	-------

Fusibles à cartouche NFC

Fusibles type aM, type gG

De 32 à 1250 A



Fusibles NFC

Fusibles type	Tension assignée maximale	Calibre	Vente par Q. indiv.	Fusible sans percuteur		Fusible avec percuteur	
				aM	gG	aM	gG
Cylindriques 8,5 x 31,5	400			1	10	DF2BA0100	DF2BN100
				2	10	DF2BA0200	DF2BN0200
				4	10	DF2BA0400	DF2BN0400
				6	10	DF2BA0600	DF2BN0600
				8	10	DF2BA0800	DF2BN0800
				10	10	DF2BA1000	DF2BN1000
				12	10	DF2BN1200	—
				16	10	DF2BN1600	—
				20	10	DF2BN2000	—
Cylindriques 10 x 38	500			0,16	10	DF2CA001	—
				0,25	10	DF2CA002	—
				0,50	10	DF2CA005	—
				1	10	DF2CA01	—
				2	10	DF2CA02	DF2CN02
				4	10	DF2CA04	DF2CN04
				6	10	DF2CA06	DF2CN06
				8	10	DF2CA08	DF2CN08
				10	10	DF2CA10	DF2CN10
				12	10	DF2CA12	DF2CN12
				16	10	DF2CA16	DF2CN16
				20	10	DF2CA20	—
				25	10	DF2CA25	DF2CN25
				32	10	DF2CA32	DF2CN32

Exemple pour la solution avec vis BTR

Départ moteur : **15KW**

-Sectionneur porte fusible (Q2) + Relais thermique (F2) + **contacteur (KM1+KM2)**.

-Le sectionneur doit posséder un contact de pré coupure.

Contacteur

- * tripolaire
- * double sens
- * verrouillage mécanique
- * catégorie d'emploi : AC3
- * 3 contacts auxiliaires (2NO+1NC)
- * bobine 24V AC

+ bloc additif LADN10 (1 contact NO)

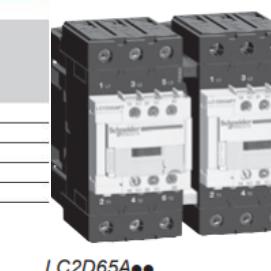
Contacteurs TeSys

Contacteurs et contacteurs-inverseurs TeSys D

Blocs de contacts auxiliaires instantanés



.C2D12••



LC2D65A••

Modèle LC2 D50A **B7** (référence bobine)

Contacteurs-inverseurs tripolaires TeSys D pour commande de moteurs jusqu'à 75 kW sous 400 V, en AC-3

Montage côte à côte effectué par nos soins

Contacteurs-inverseurs tripolaires, avec raccordement par bornes à ressort

Connexions puissance déjà réalisées.

Puissances normalisées des moteurs triphasés 50/60 Hz en catégorie AC-3 ($\theta \leq 60^\circ \text{C}$)								Courant assigné d'emploi en AC-3 440 V jusqu'à	Contacts auxiliaires instantanés par contacteur	Contacteurs livrés avec bobines Référence de base à compléter par le repère de la tension ⁽²⁾	Masse ⁽³⁾
220 V	380 V	415 V	440 V	500 V	660 V	1000 V					
230 V	400 V				690 V						
2,2	4	4	4	5,5	5,5	—	9	1	1	LC2D09•• ⁽⁴⁾	0,687
3	5,5	5,5	5,5	7,5	7,5	—	12	1	1	LC2D12•• ⁽⁴⁾	0,697
4	7,5	9	9	10	10	—	18	1	1	LC2D18•• ⁽⁴⁾	0,707
5,5	11	11	11	15	15	—	25	1	1	LC2D25•• ⁽⁴⁾	0,787
7,5	15	15	15	18,5	18,5	—	32	1	1	LC2D32•• ⁽⁴⁾	0,797
9	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	—	38	1	1	LC2D38•• ⁽⁴⁾	0,807
11	18,5	22	22	30	—	40	1	1	LC2D40A••	1,870	
15	22	25	30	30	33	—	50	1	1	LC2D50A••	1,880
18,5	30	37	37	37	37	—	65	1	1	LC2D65A••	1,890
22	37	45	45	55	45	—	80	1	1	LC2D80••	3,200
25	45	45	45	55	45	—	95	1	1	LC2D95••	3,200

Blocs de contacts auxiliaires instantanés avec raccordement par vis-étriers									
Utilisation recommandée pour usage courant		Montage par encliquetage		Nombre de contacts par bloc		Composition		Référence	
Frontal	1	—	—	1	—	—	—	—	LADN10
		—	—	—	1	—	—	—	LADN01
	2	—	—	1	1	—	—	—	LADN11
		—	—	2	—	—	—	—	LADN20
		—	—	—	2	—	—	—	LADN02

Interrupteur-Sectionneur Q0

$$\begin{aligned}
 P_{\text{chauffage}} &= 27 \text{ kW} \\
 P_{\text{moteur}} &= 16,5 \text{ kW} \\
 Q_{\text{moteur}} &= 10,7 \text{ kVAR}
 \end{aligned}
 \quad \left. \right\} \quad S = 44,8 \text{ kVA}$$

La puissance de la partie commandée est négligée devant la puissance des parties opératives,

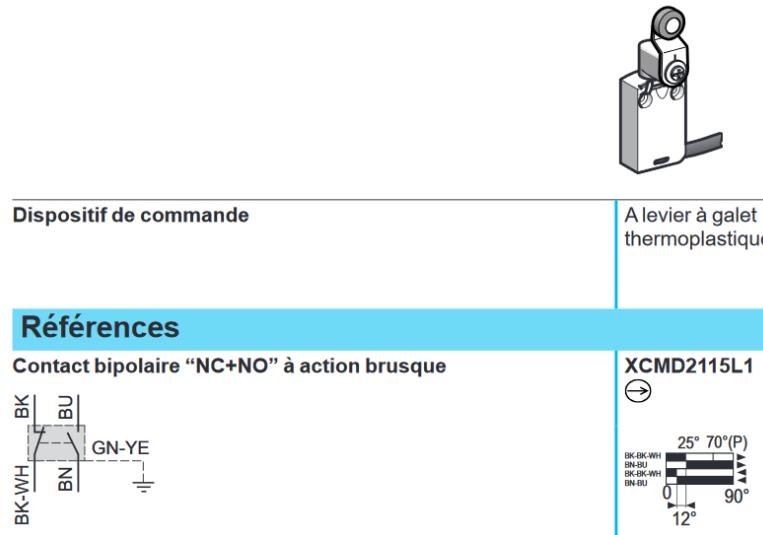
D'où $I_n = 65 \text{ A}$

Interrupteur-sectionneur tétrapolaire
de calibre 80A

Schémas		
Bloc de base VN12, VN20	Pôle principal VZN12, VZN20	Pôle neutre VZN11
	8/1270 s/pa	8/12771 s/pa
Blocs de base		
Désignation	Calibre A	Référence
Interrupteurs-sectionneurs tripolaires (1)	12	V02
	20	V01
	25	V0
	32	V1
	40	V2
	63	V3
	80	V4
	125	V5
	175	V6
Additifs		
Désignation	Calibre A	Référence
Pôles principaux	12	VZ02
	20	VZ01
	25	VZ0
	32	VZ1
	40	VZ2
	63	VZ3
	80	VZ4
Pôles neutres à fermeture avancée et ouverture retardée (2)	12 à 40	VZ11
	63 à 80	VZ12
	125 et 175	VZ13
Barrettes de terre	12 à 40	VZ14
	63 et 80	VZ15
	125 et 175	VZ16

1^{ère} amélioration à réaliser

1ere Amélioration à réaliser sur le schéma :



2 fin de course « XCMD2115L1 » sont installés sur la partie mécanique du système :

- >**Fc1 doit couper le moteur s'il tourne dans le sens 1.**
- >**Fc2 doit couper le moteur s'il tourne dans le sens 2.**

Un voyant H4 est ajouté en façade de l'armoire et doit être allumé si aucun des deux fins de course n'est enclenché.

Contacteur Auxiliaire ou relais :

Définition : **est utilisé pour réaliser des logiques de commande (les contacts ne sont pas des pôles de puissance).**

Contacteurs auxiliaires pour circuit de commande en courant alternatif

- Fixation sur profilé largeur 35 mm ou par vis Ø4.
- Vis maintenues desserrées.

Circuit de commande Consommation

Contacts auxiliaires

Référence de base à compléter par le repère de la tension (1)

Raccordement par vis-étriers

4,5 VA

4 - CA2KN40••

3 1 CA2KN31••

2 2 CA2KN22••

Raccordement par bornes à ressort

4,5 VA

4 - CA2KN403••

3 1 CA2KN313••

2 2 CA2KN223••



Contacteurs auxiliaires pour circuit de commande en courant continu

- Fixation sur profilé largeur 35 mm ou par vis Ø4.
- Vis maintenues desserrées.

Raccordement par vis-étriers

3 W

4 - CA3KN40••

3 1 CA3KN31••

2 2 CA3KN22••

Raccordement par bornes à ressort

3 W

4 - CA3KN403••

3 1 CA3KN313••

2 2 CA3KN223••

1ere Amélioration à réaliser sur le schéma :

Tension d'alimentation : **Tension de la bobine 24V AC**

Pouvoir de commutation : **celui des contacts du relais**

Consommation moyenne d'un contacteur auxiliaire, ou relais ?

Appel : **pic de courant à la fermeture de la bobine**
S = 30VA sous 24V d'où $I_{pic} = 1,25A$ en AC

Maintien : **puissance consommée par la bobine pour maintenir les contacts fermés**
S=4,5VA sous 24V d'où $I_{maintien} = 0,19A$ en AC

NB : en DC $P_{appel} = P_{maintien}$ donc pas de pic à l'appel

(1) Repères des tensions du circuit de commande existant
Contacteurs auxiliaires CA2K (0,8...1,15 Uc) (0,85...1,15 Uc)

Volts ~	12	20	24 ⁽²⁾	36	42	48	110
50/60 Hz							
Repère	J7	Z7	B7	C7	D7	E7	F7

Jusqu'à 240 V inclus, possibilité de bobine avec antiparasitage intégré
Contacteurs auxiliaires CA3K (0,8...1,15 Uc)

Volts ---	12	20	24 ⁽²⁾	36	48	60	72
Repère	JD	ZD	BD	CD	ED	ND	SD

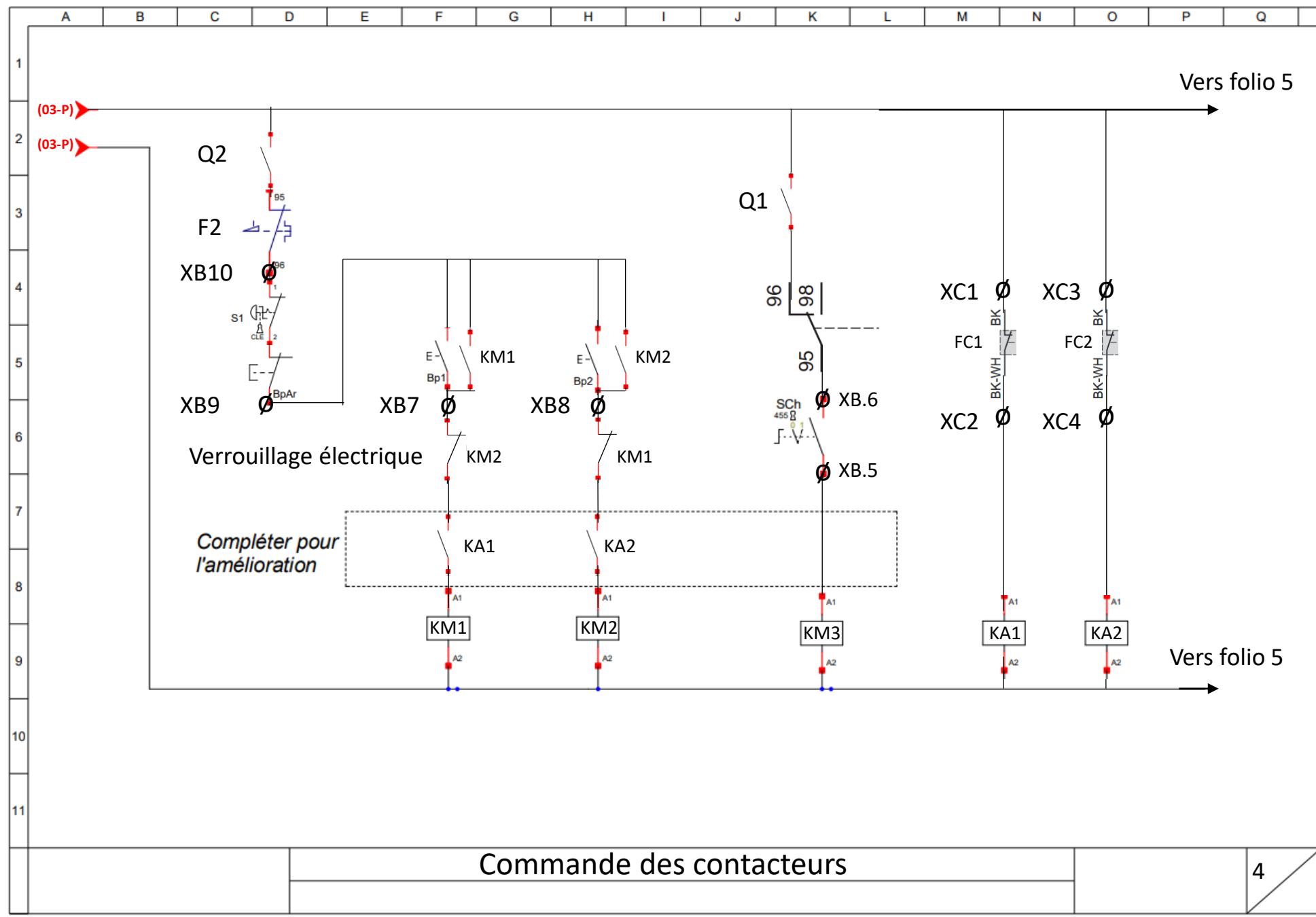
Possibilité de bobine avec antiparasitage intégré, ajouté à la bobine

(2) Lorsqu'un détecteur électronique ou un temporisateur est utilisé, il faut choisir une bobine 20 V (~ repère Z7, --- repère ZD, --- repère BD)

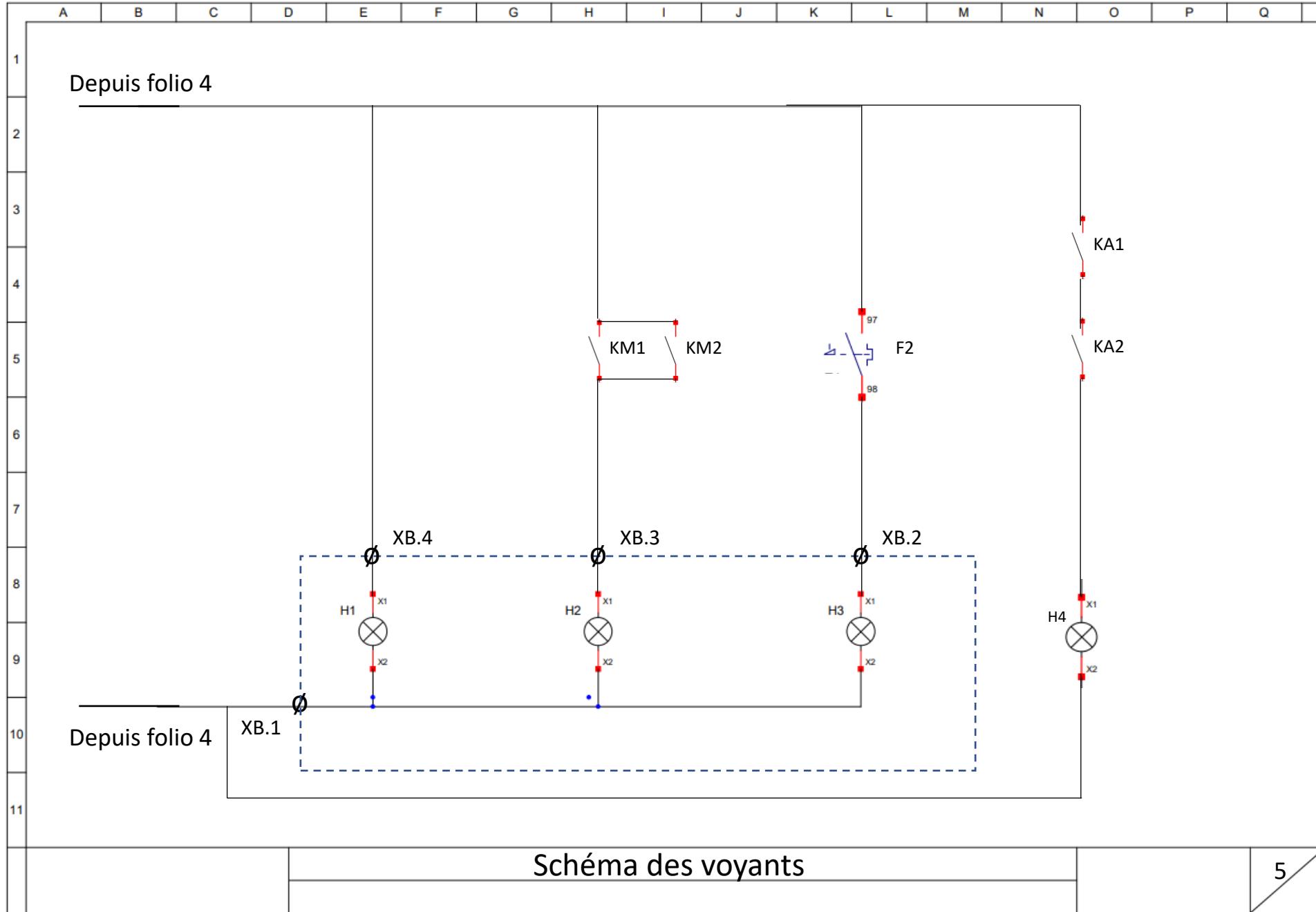
Caractéristiques du circuit de commande

Type de contacteurs auxiliaires	CA2K	CA3K
Tension assignée du circuit de commande (Uc)	V	~ 12...690 --- 12...250
Limites de la tension de commande ($\leq 50^{\circ}\text{C}$) bobine mono-tension	Pour fonctionnement Pour déclenchement	0,8...1,15 Uc $\leq 0,2$ Uc
Durabilité mécanique à Uc	Bobine 50/60 Hz	10
En millions de cycles de manœuvres	Bobine normale ---	---
	Bobine à large plage, basse consommation ---	20
Cadence maxi de fonctionnement	En cycles de manœuvres par heure	---
Consommation moyenne à 20°C et à Uc	Appel Maintien	10 000 30 VA 4,5 VA
Dissipation thermique	W	1,3 3 W 3 W

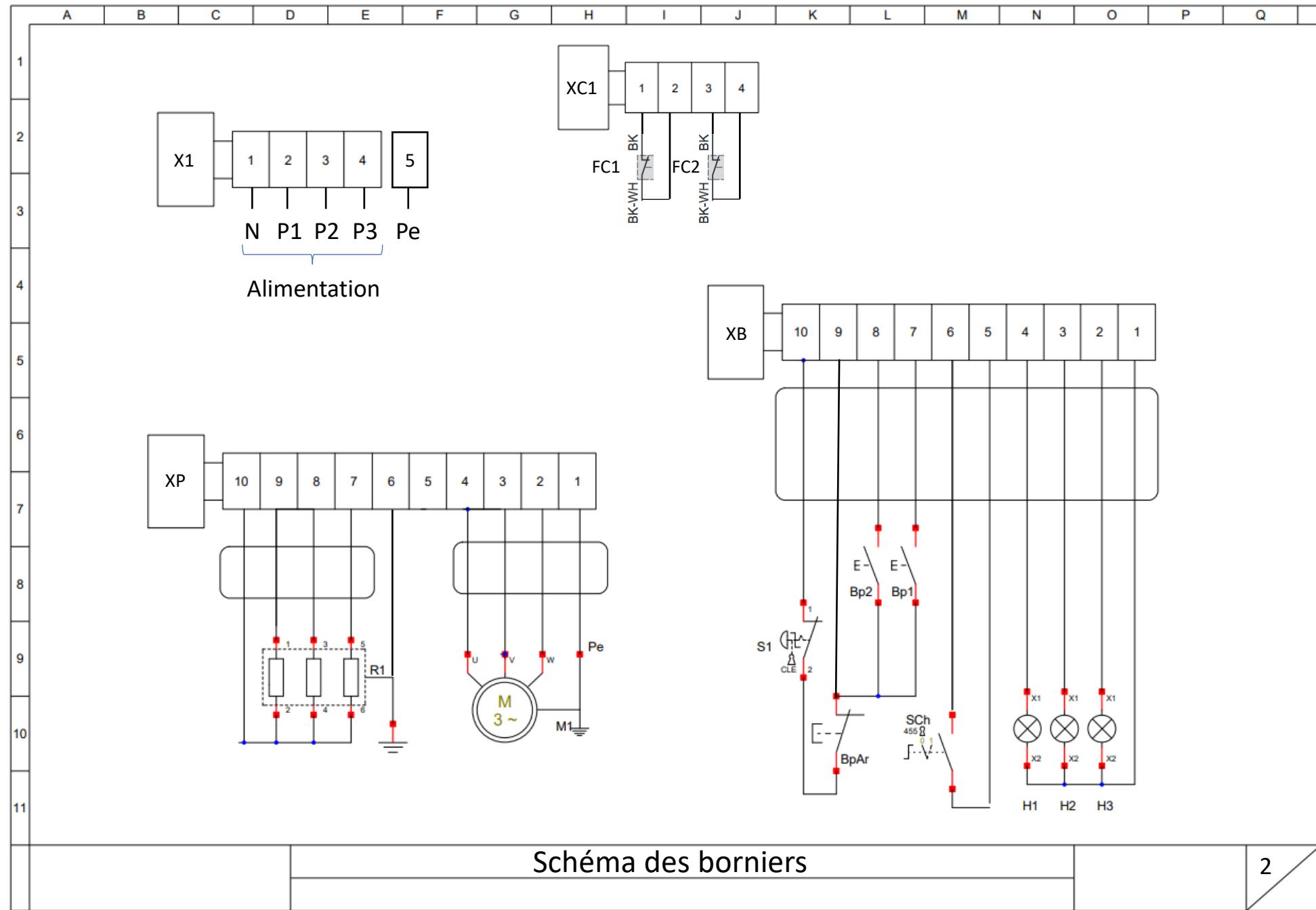
1ere Amélioration à réaliser sur le schéma :



Depuis folio 4



1ere Amélioration à réaliser sur le schéma :



2ème amélioration à réaliser

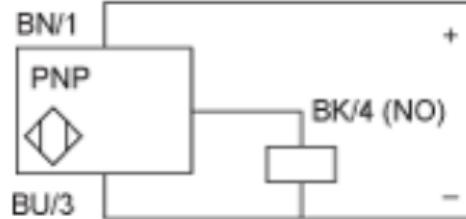
2eme Amélioration à réaliser sur le schéma

Un capteur inductif permet d'interdire la mise en marche du chauffage.
(Détection de porte fermée : si le capteur capte la porte fermée, le chauffage peut fonctionner)



Schémas de câblage

PNP



BU : Bleu

BN : Marron

BK : Noir

Contacteurs auxiliaires pour circuit de commande en courant continu

- Fixation sur profilé largeur 35 mm ou par vis Ø4.
- Vis maintenues desserrées.

Raccordement par vis-étriers

3 W

4	-	CA3KN40••
3	1	CA3KN31••
2	2	CA3KN22••

Contacteurs auxiliaires CA3K (0,8...1,15 Uc)

Volts	12	20	24 ⁽²⁾	36	48	60	72
Repère	JD	ZD	BD	CD	ED	ND	SD

Alimentation du capteur inductif

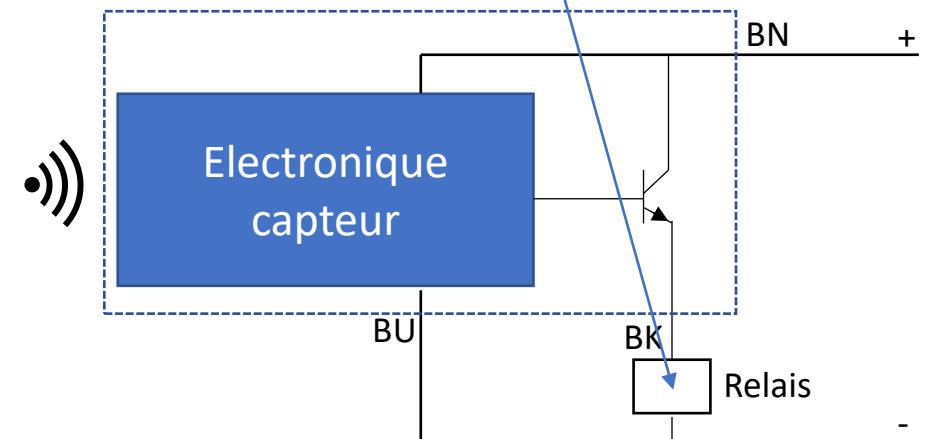
Modicon ABLM Modular power supply

Selection of protection on the power supply primary

The device is designed, tested and approved for branch circuits up to 16 A (IEC) and 20 A (UL) without additional protection devices. If external protection is used, do not use circuit breakers smaller than those indicated in the table below to avoid spurious over-current/short-circuit detection by the circuit breaker. Use the Acti9 iC60 range of Miniature Circuit Breakers (1).

Modicon ABLM Modular power supply	Type of protection
ABLM1A05036	4 A, B or C curve
ABLM1A12010	2 A, B or C curve
ABLM1A12021	4 A, B or C curve
ABLM1A12042	6 A, C curve or 10 A, B-curve
ABLM1A24004	2 A, B or C curve
24 Vdc 10 W 0.42 A Automatic Without	ABLM1A24004
15 W 0.625 A Automatic Without	ABLM1A24006
30 W 1.25 A Automatic With	ABLM1A24012
60 W 2.5 A Automatic With	ABLM1A24025

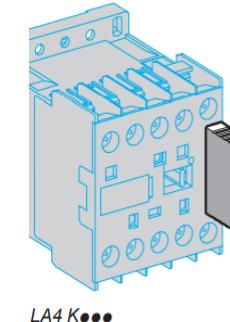
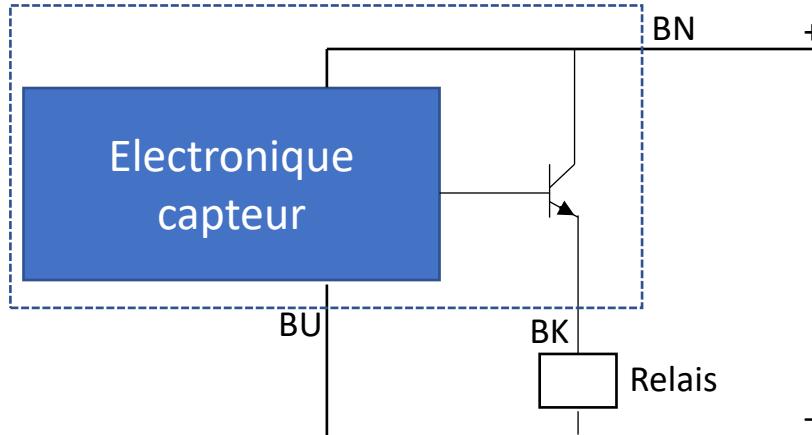
Schéma électrique du capteur



2eme Amélioration à réaliser sur le schéma

39

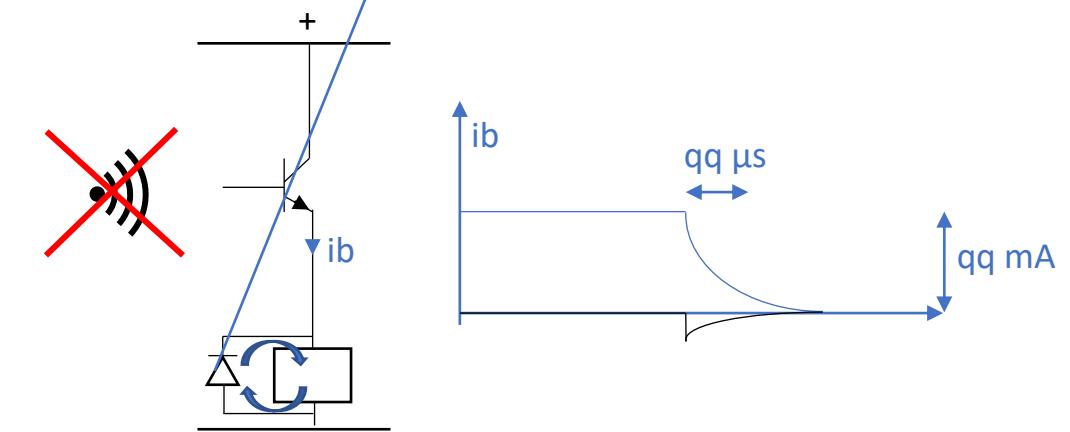
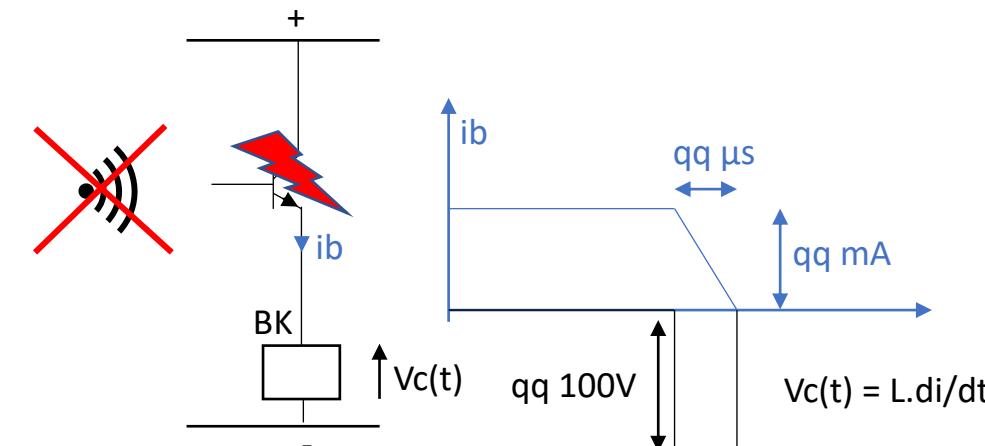
Schéma électrique du capteur



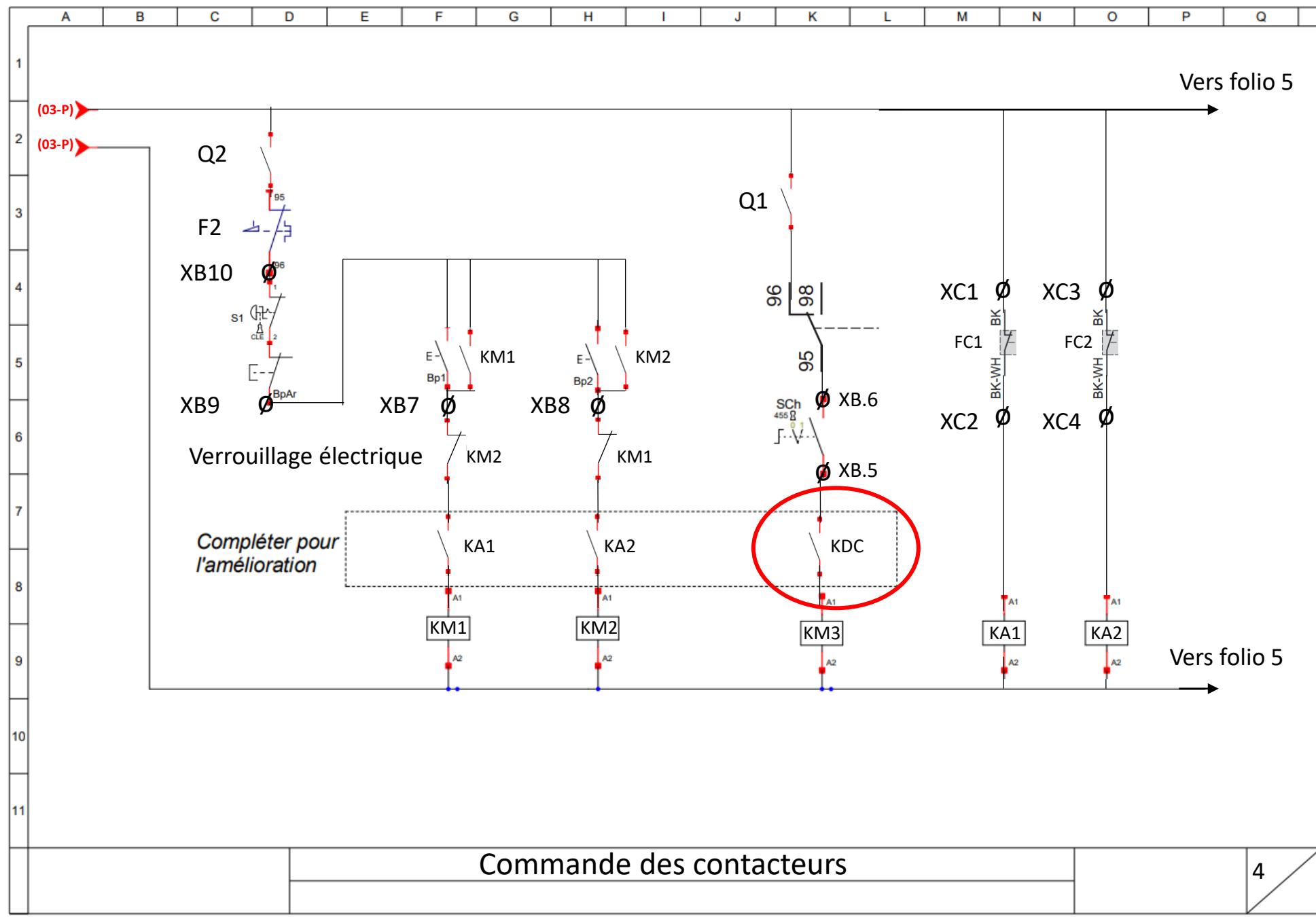
Modules d'antiparasitage avec DEL de visualisation incorporée

Montage et raccordement	Type	Pour tensions	Vente par quantité indivisible	Référence unitaire
Encliquetables sur face avant du contacteur avec détrompeur de positionnement. Raccordement sans outil.	Varistor ⁽¹⁾	~ et ... 12...24 V	5	LA4KE1B
		~ et ... 32...48 V	5	LA4KE1E
		~ et ... 50...129 V	5	LA4KE1FC
		~ et ... 130...250 V	5	LA4KE1UG
Diode + diode Zener ⁽²⁾		... 12...24 V	5	LA4KC1B
		... 32...48 V	5	LA4KC1E
RC ⁽³⁾		~ 220...250 V	5	LA4KA1U

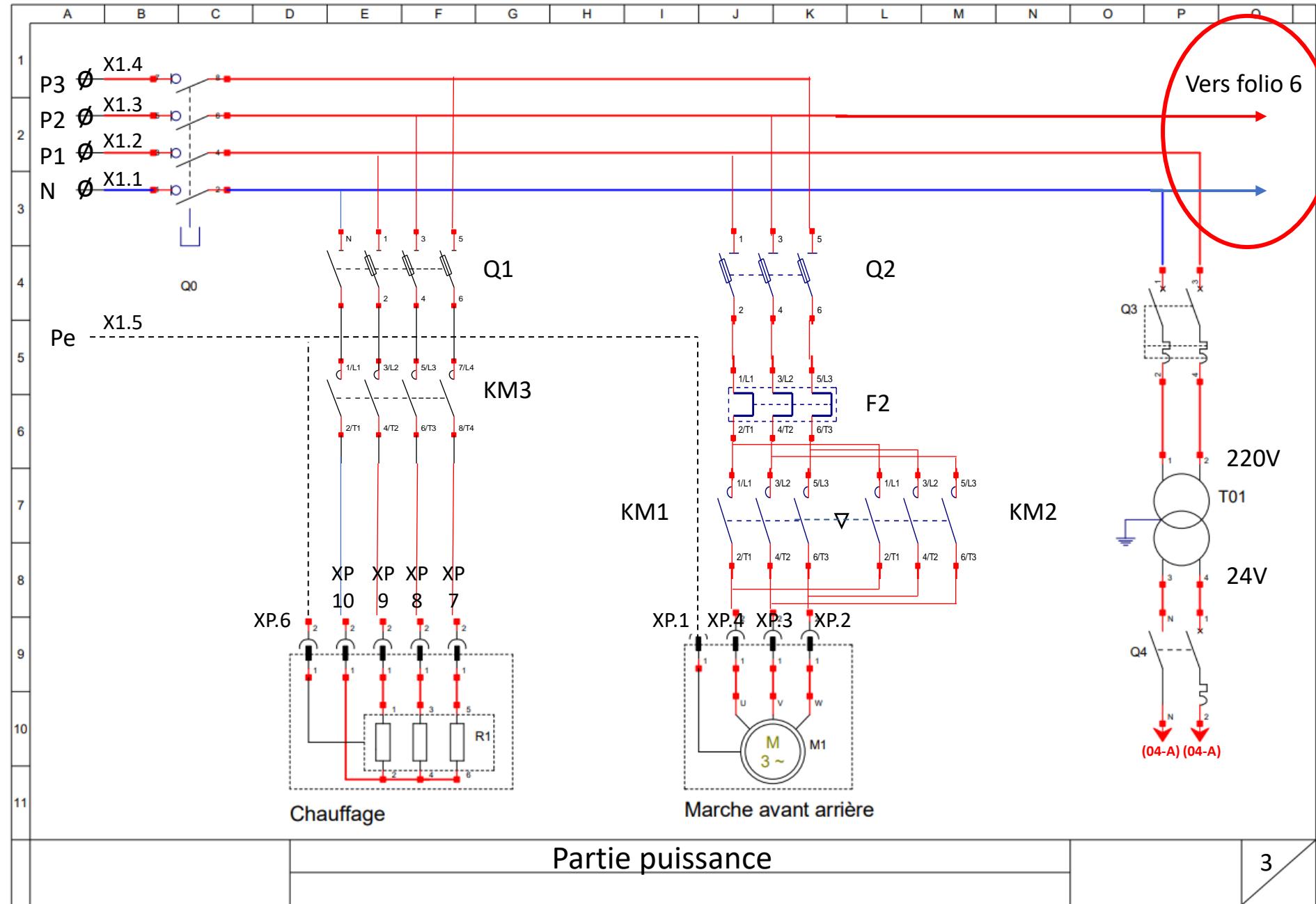
Utilité de la diode de roue libre :



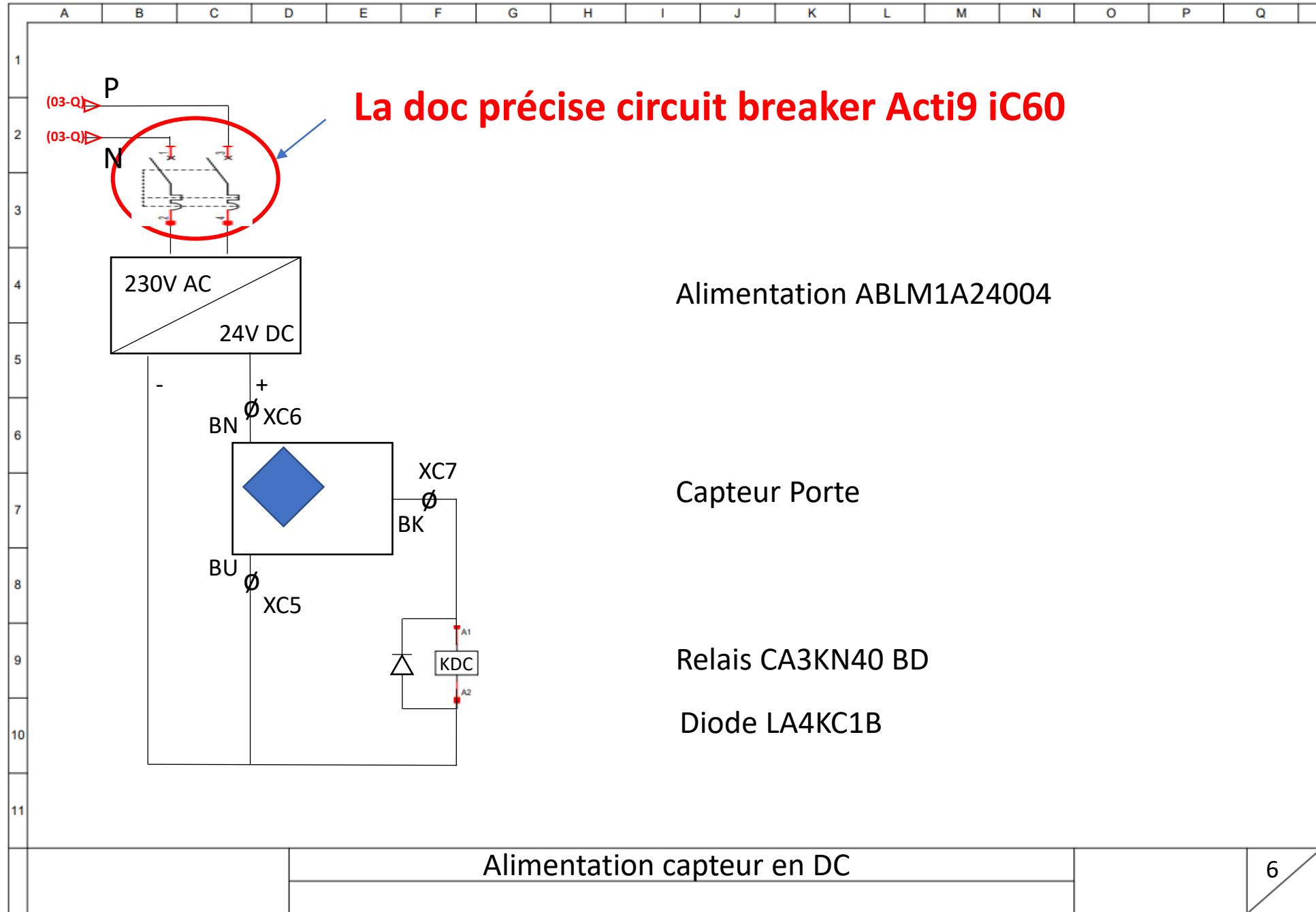
2ème amélioration à réaliser sur le schéma.



2ème amélioration à réaliser sur le schéma :



2ème amélioration à réaliser sur le schéma :



Proposition de choix pour Q11

Modicon ABLM Modular power supply

Selection of protection on the power supply primary

The device is designed, tested and approved for branch circuits up to 16 A (IEC) and 20 A (UL) without additional protection devices. If external protection is used, do not use circuit breakers smaller than those indicated in the table below to avoid spurious over-current/short-circuit detection by the circuit breaker. Use the Acti9 iC60 range of Miniature Circuit Breakers (1).

Modicon ABLM Modular power supply	Type of protection
ABLM1A05036	4 A, B or C curve
ABLM1A12010	2 A, B or C curve
ABLM1A12021	4 A, B or C curve
ABLM1A12042	6 A, C curve or 10 A, B-curve
ABLM1A24004	2 A, B or C curve

Disjoncteurs et interrupteurs jusqu'à 160 A

Acti 9

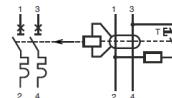
Disjoncteurs iC60n

Bi, tri et tétra

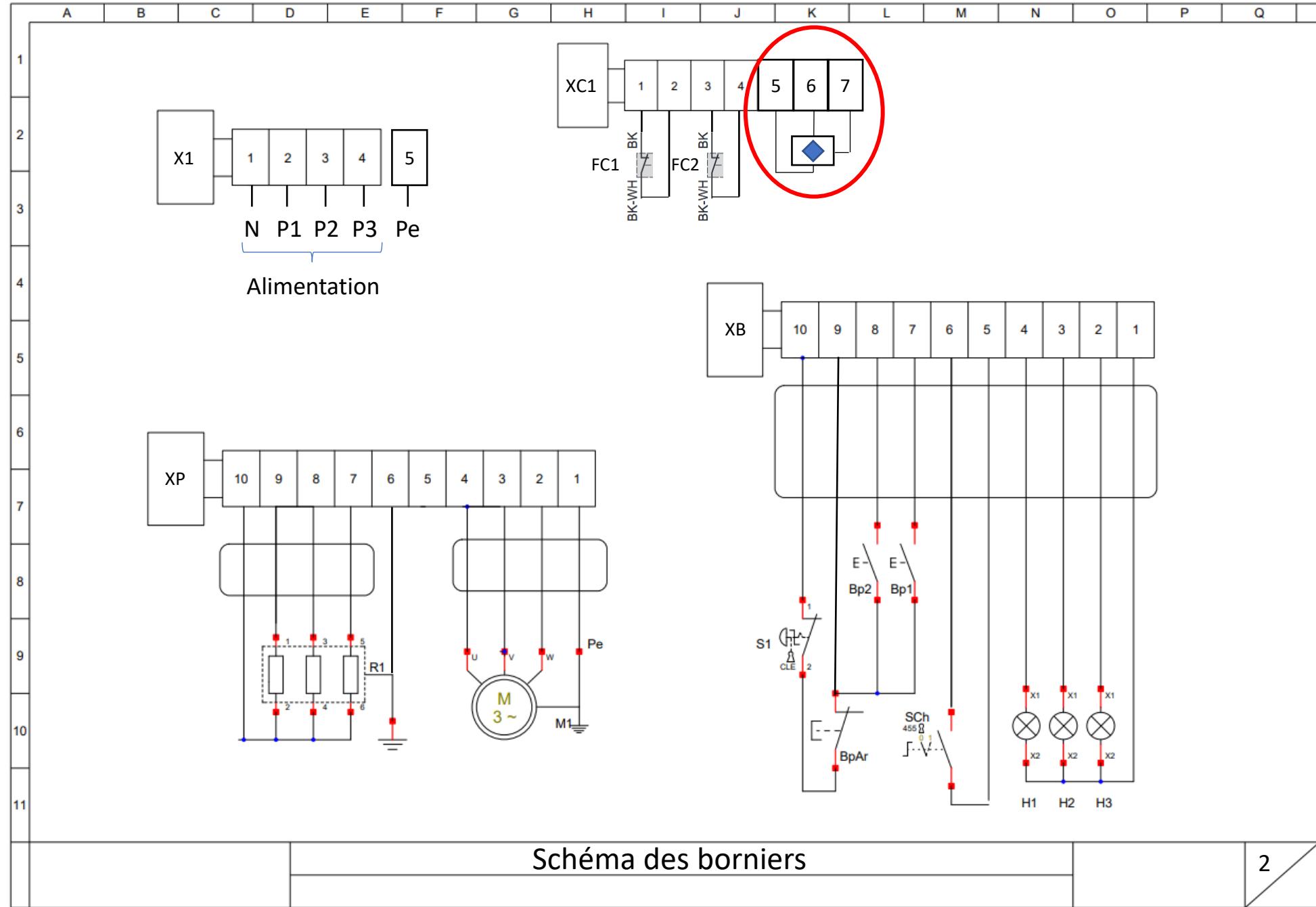
Choix des courbes de déclenchement		Disjoncteurs		
		iC60N		
		50 kA (0,5 à 4 A) 10 kA (6 à 63 A) (1)		
largeur en pas de 9 mm	calibre (A)	Courbes	C	B
bi				D
4	0,5	A9F74270	-	A9F75270
	1	A9F74201	-	A9F75201
	1,6	-	-	-
	2	A9F74202	-	A9F75202
	3	A9F74203	-	A9F75203
	4	A9F74204	-	A9F75204
	6	A9F77206	A9F76206	A9F75206
	10	A9F77210	A9F76210	A9F75210
	16	A9F77216	A9F76216	A9F75216
	20	A9F77220	A9F76220	A9F75220
	25	A9F77225	A9F76225	A9F75225
	32	A9F77232	A9F76232	A9F75232
	40	A9F77240	A9F76240	A9F75240



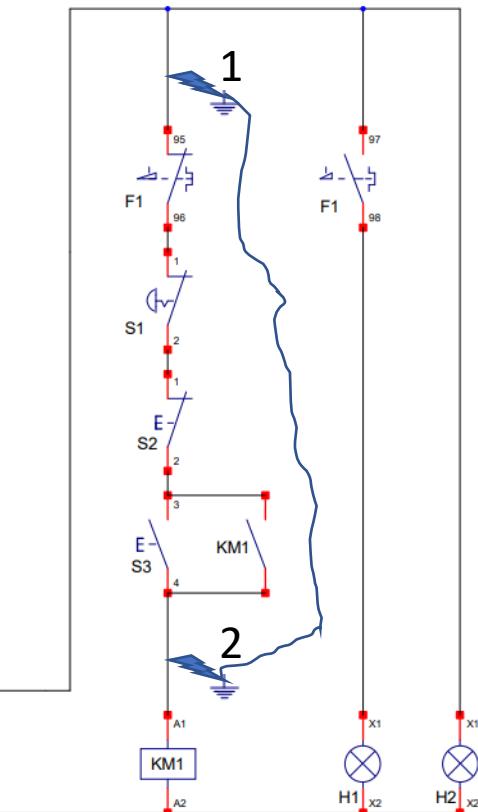
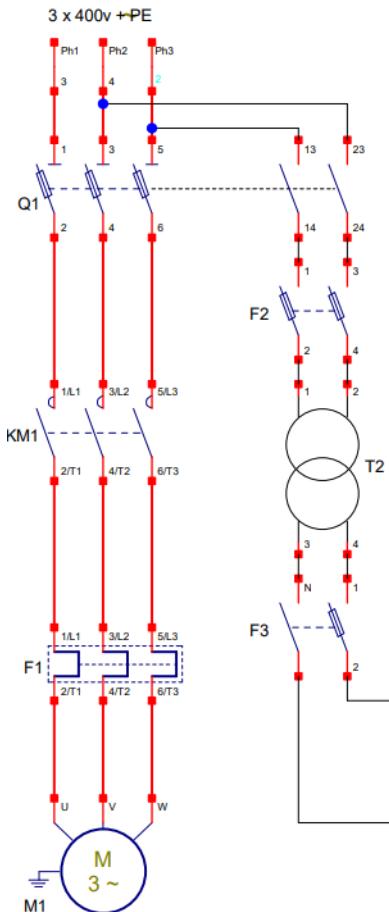
iC60 2P + Vigi iC60



2ème amélioration à réaliser sur le schéma.



Défaut d'isolation sur la partie commande :

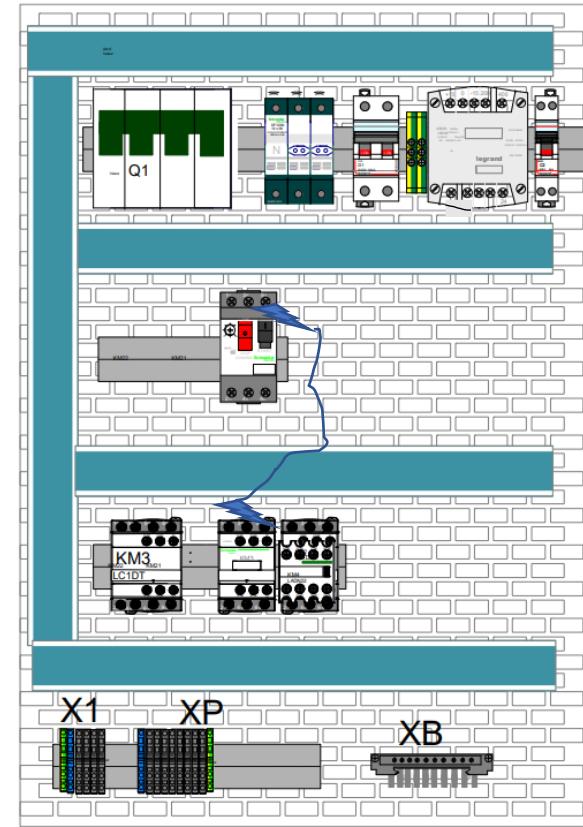


Apparition d'un 1er défaut d'isolation :

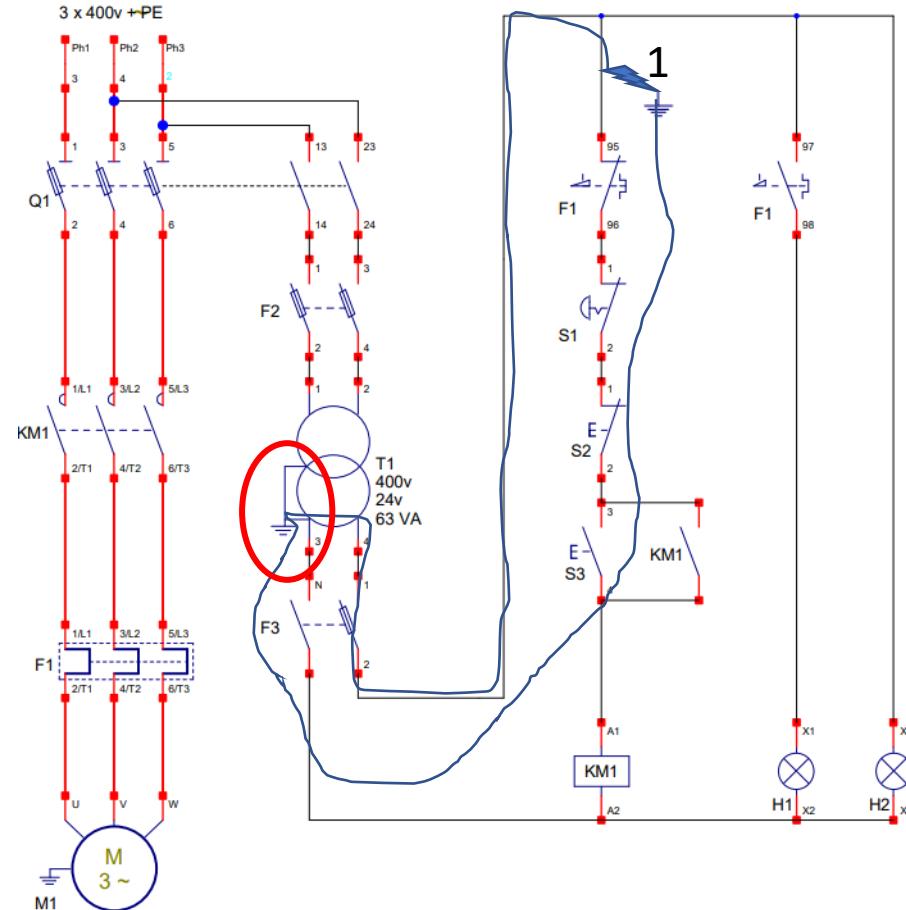
- 1 – le fil entre en contact avec la grille
 - ⇒ La grille est portée à une tension de 24V
 - ⇒ Pas de chemin entre la grille et le neutre du transformateur

Apparition d'un 2eme défaut d'isolation :

- 2 – si un deuxième défaut apparaît juste au dessus de la bobine de KM1
 - ⇒ la bobine est alimentée
 - ⇒ le moteur tourne et rien ne peut l'arrêter !

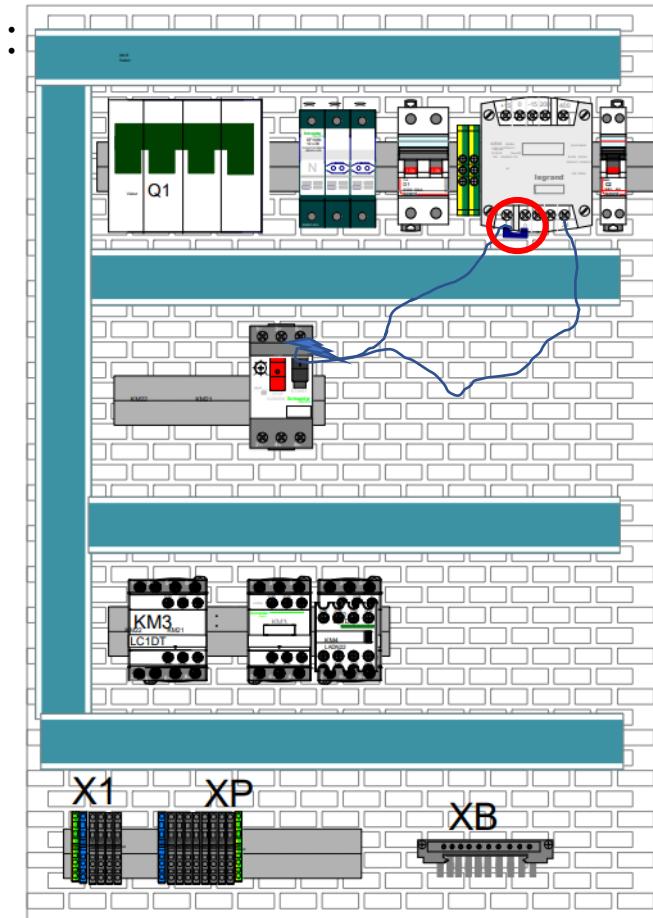


Solution : on raccorde le neutre du transformateur de commande à la grille

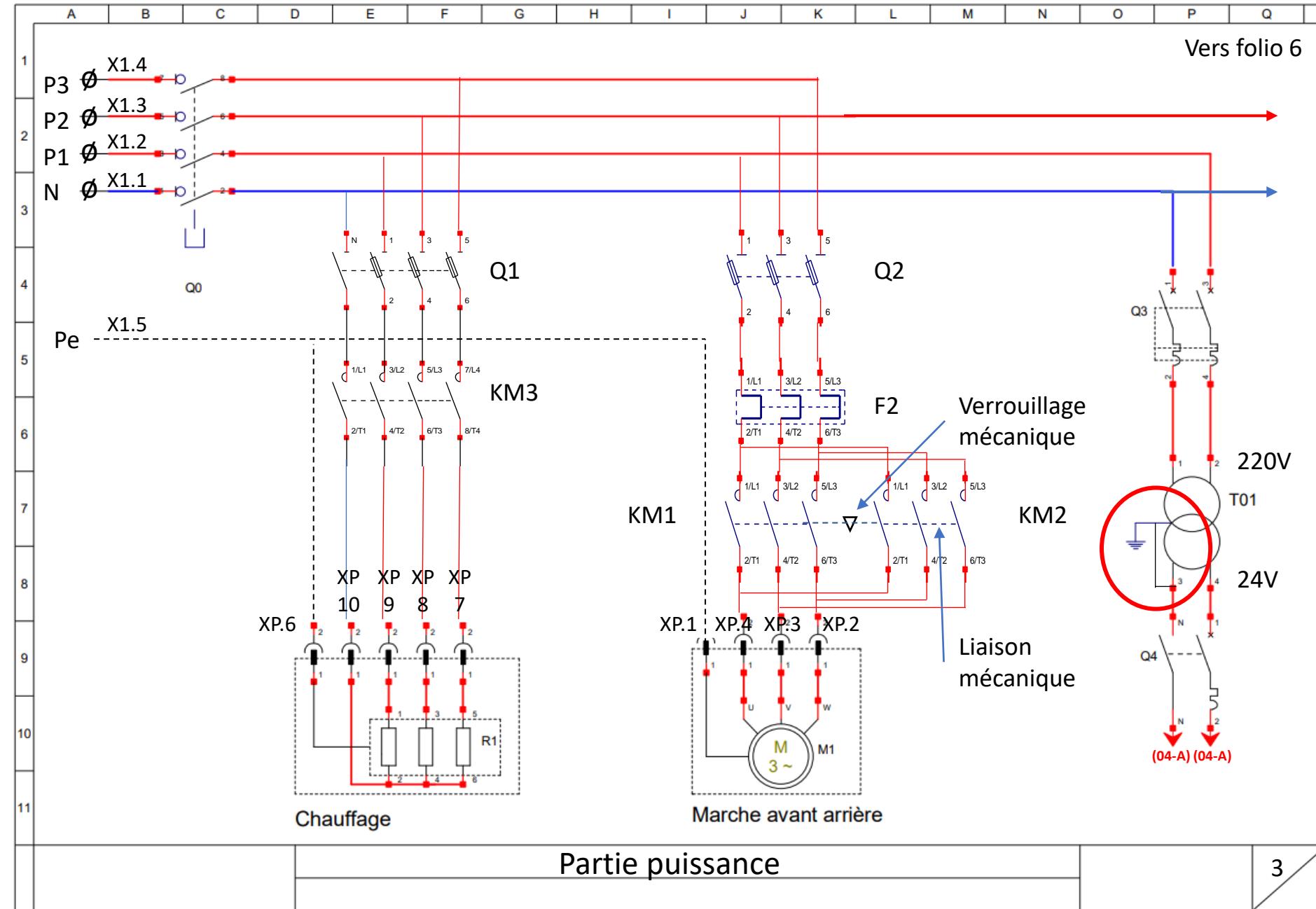


Apparition d'un 1er défaut d'isolation :

1 – le défaut entraîne l'apparition d'un court-circuit
=> le fusible coupe le défaut

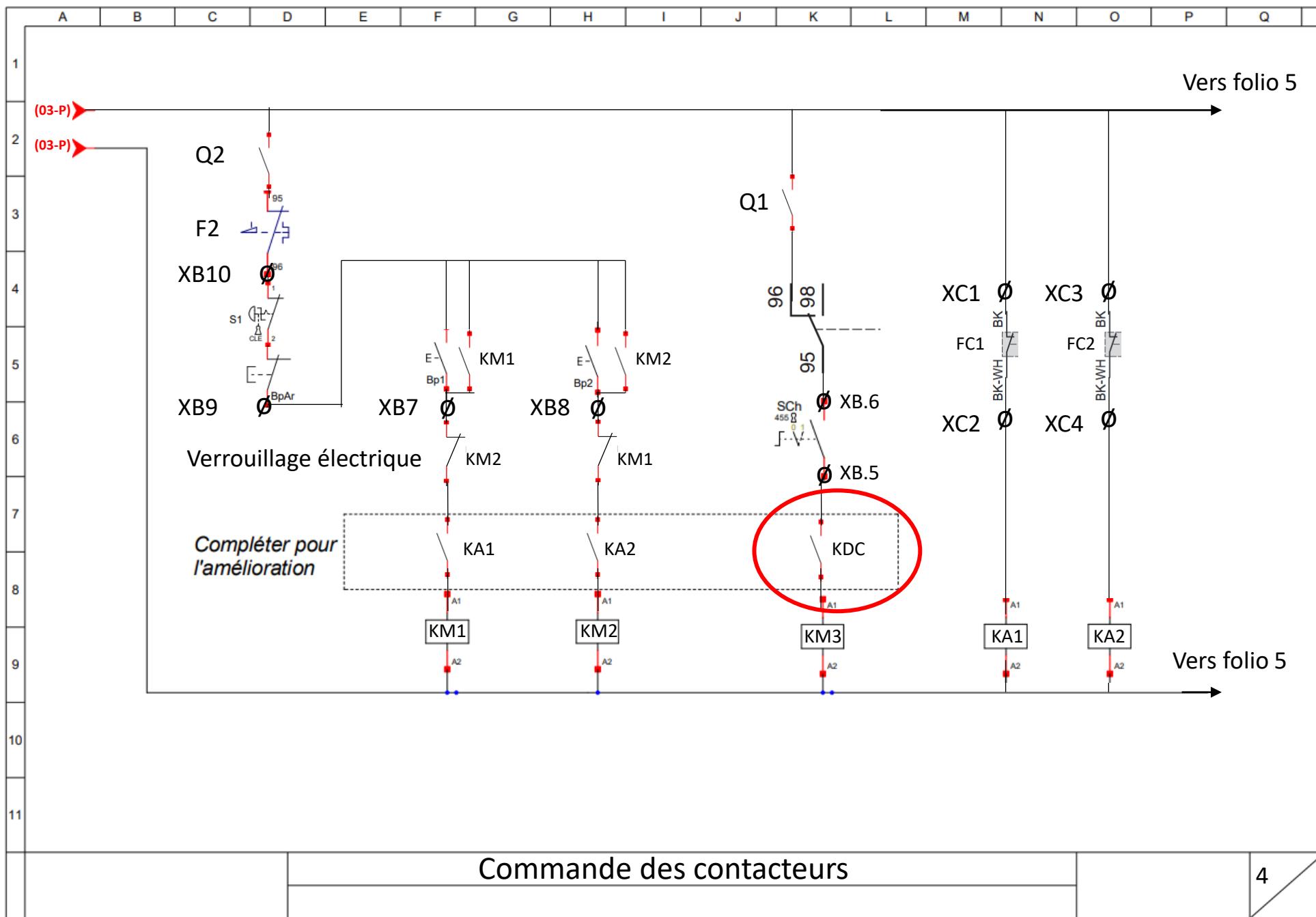


Règle de raccordement des transformateurs de commande : **toujours raccorder le neutre du transformateur de commande à la grille ou à la terre.**



Repérage équipotential des conducteurs d'une armoire électrique

42-31



Analyse de panne

Lorsqu'un système est en panne, vous devrez suivre à chaque fois les mêmes étapes pour procéder à la détection et l'élimination de la panne.

1. Remettre le système sous tension et constater les parties en et hors de fonctionnement
2. Essayer de limiter au maximum la zone d'étude du défaut possible.
3. Sous tension, à l'aide d'un voltmètre et du matériel de protection approprié détecter le composant en défaut ou le défaut
4. Eliminer le défaut hors tension, et remettre sous tension.

Localisation de la panne : Puissance / Commande/partie mécanique

La partie puissance et la partie commande sont sous tension.

CAS n°1 : Vous tournez le commutateur qui permet de mettre en marche le chauffage. Le contacteur s'enclenche et reste enclenché.

Le système ne chauffe pas.

En déduire d'où vient la panne : Partie Puissance ? Partie commande ?

Partie puissance

Proposez une série de mesures permettant de trouver le composant « non fonctionnel » :

- **mesures de l'existence de tensions aux bornes des résistances du chauffage (tensions composées)**
- **mesures aux bornes du contacteur**
- **mesures aux bornes du disjoncteur**
-

CAS n°2 : Vous mettez en marche le moteur à l'aide du boîtier de commande et au bout de quelques secondes, le relais thermique déclenche.

En déduire d'où vient la panne.

relais thermique déclenche = surcharge possible

Proposez des scénarios ou hypothèses expliquant ce problème.

Moteur bloqué ?

Charge trop importante ?

CAS n°3 : Vous mettez en marche le chauffage, puis une fois le système monté en température, **44** vous mettez en marche le moteur, vous entendez le contacteur se fermer et tout s'arrête.

1ère hypothèse :

Courant trop important => court-circuit ? => fusibles fondus ?

2ème hypothèse : Suite à votre 1ère hypothèse, vous vérifiez les fusibles du départ moteur, ils sont tous bons.

Que faites-vous ?

Si pas fusibles alors cela provient de l'amont => voire l'armoire de distribution générale

Vous allez dans l'armoire de distribution générale et vous observez que le disjoncteur magnétothermique différentiel qui protège votre départ a sauté :

Proposez un scénario de recherche de panne :

Défaut d'isolation : vérification des résistances d'isolation de la partie du schéma alimentant le moteur ?

Remise sous tension progressive pour mesurer tensions et courants ?

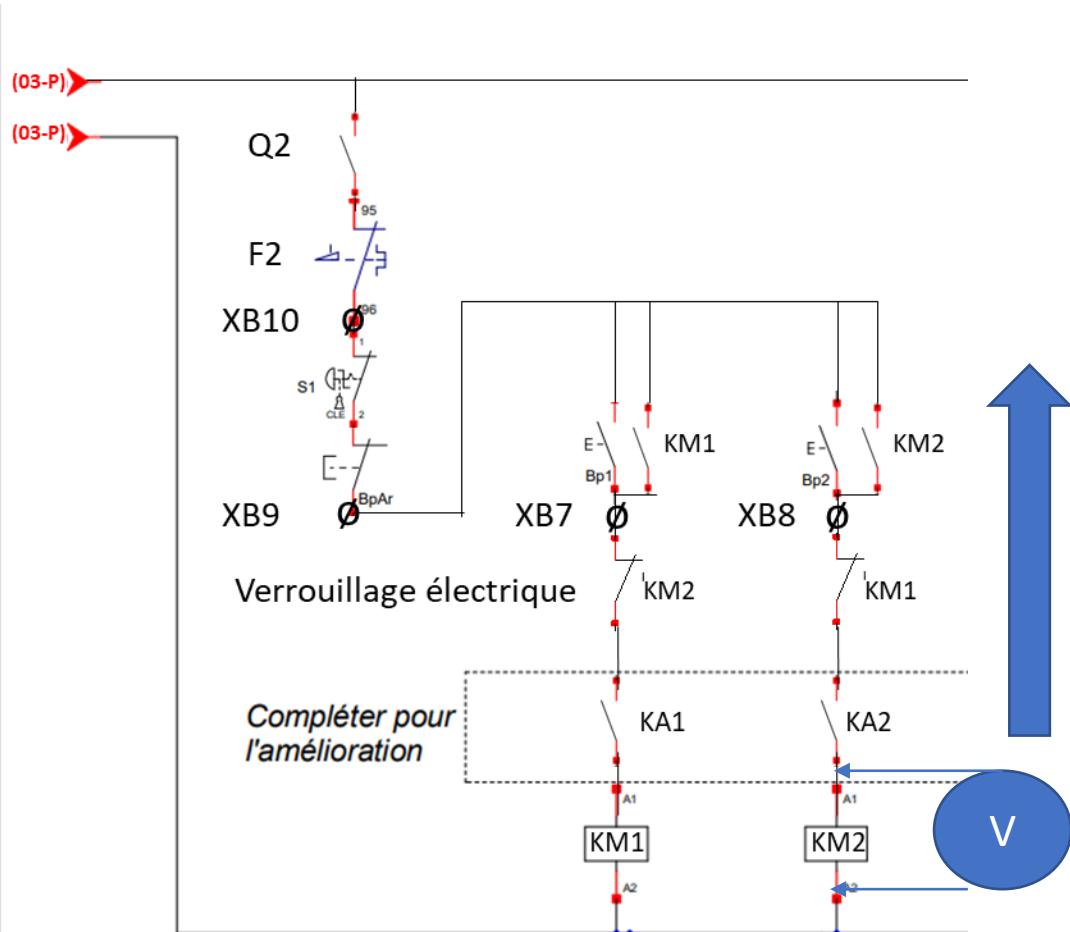
Vous appuyez sur le bouton pour faire tourner le moteur dans le sens 1 et cela fonctionne. Vous arrêtez le moteur avec le bouton arrêt. Puis vous appuyez sur le bouton pour faire tourner le moteur dans le sens 2, mais le contacteur ne se ferme pas.

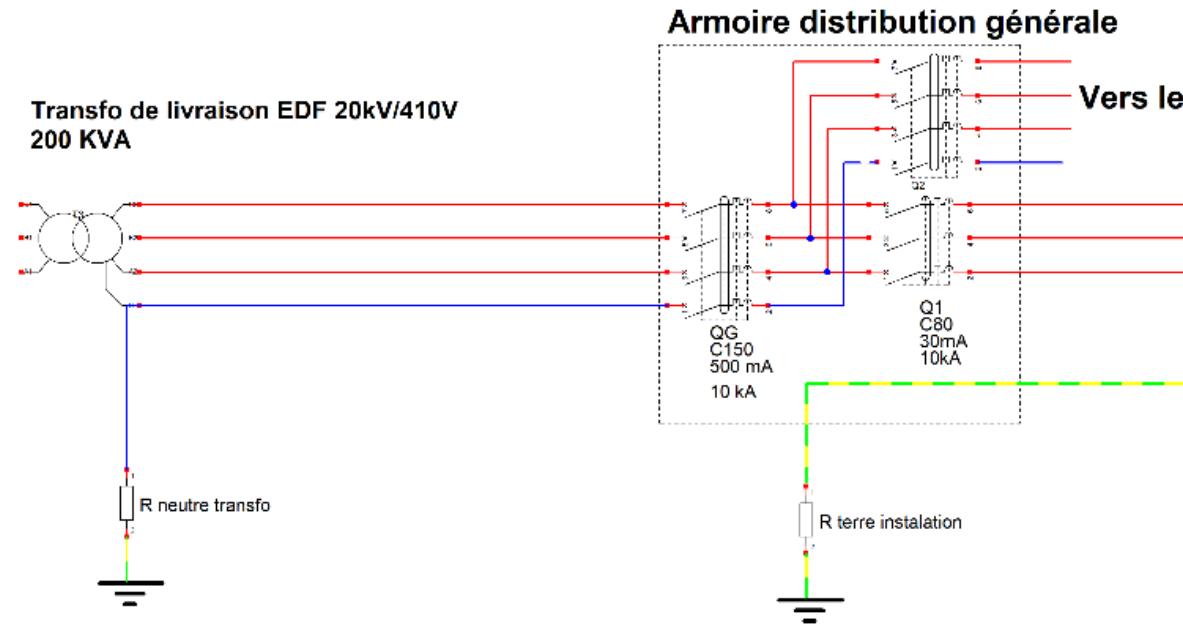
Délimitez la zone de défaut.

Partie commande pour le sens de rotation 2

Proposez une série de mesures **SOUS TENSION** pour localiser le défaut.

Existence tension et cohérence de la valeur des tensions aux bornes de KM2 – KA2 - KM1NF - BP2– KM2NO





Entre le transformateur et l'armoire de distribution générale, il y a un câble de 100m et de section 100mm²

- La résistivité d'un câble en cuivre est $\rho=22,5 \text{ m}\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$
- La réactance linéique d'un câble est $0,08 \text{ m}\Omega / \text{m}$

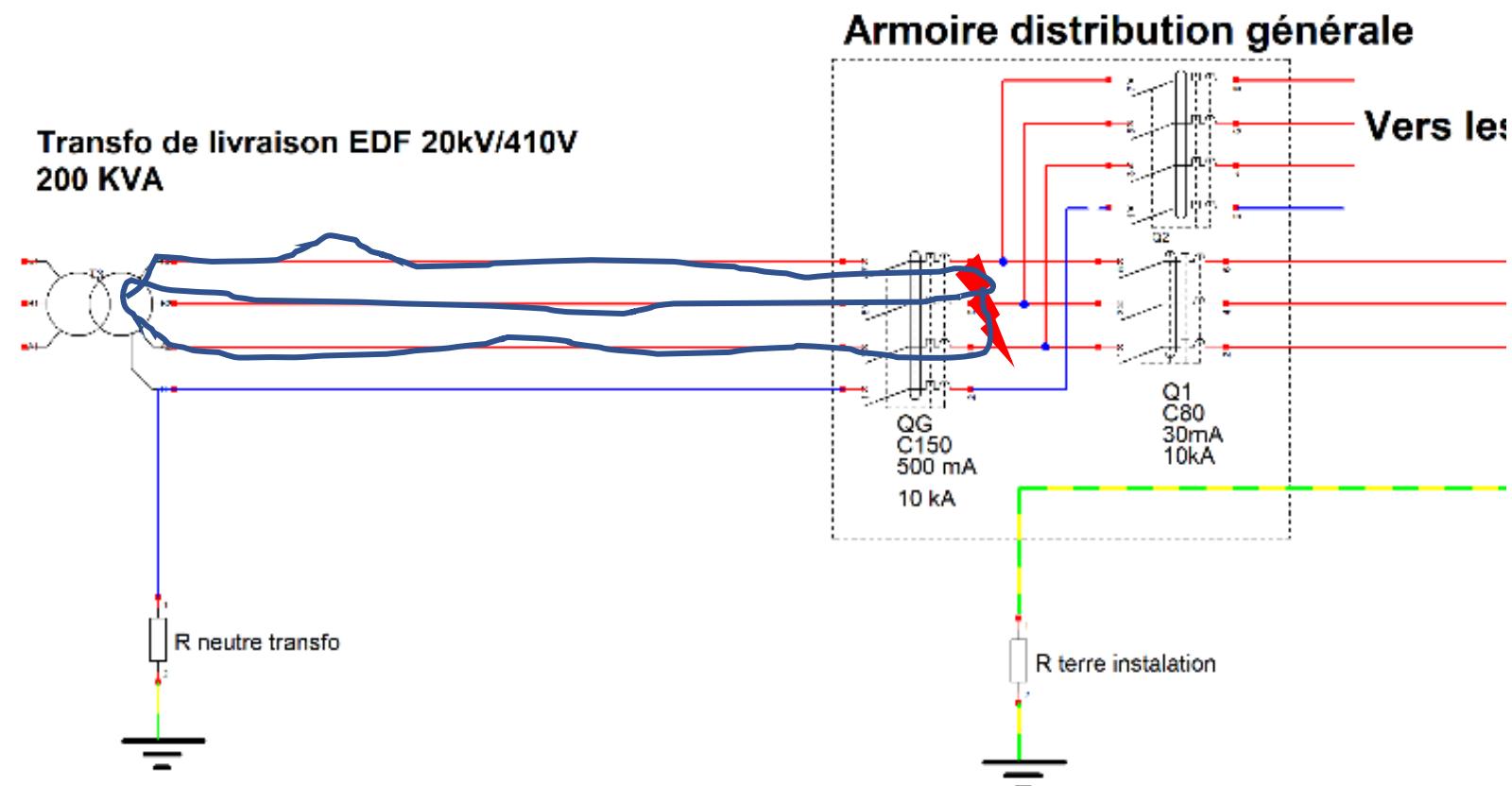
Calculez la résistance du câble :

$$R = \rho \frac{l}{s} = 22,5 \frac{100}{100} = 22,5 \text{ m}\Omega \text{ms}$$

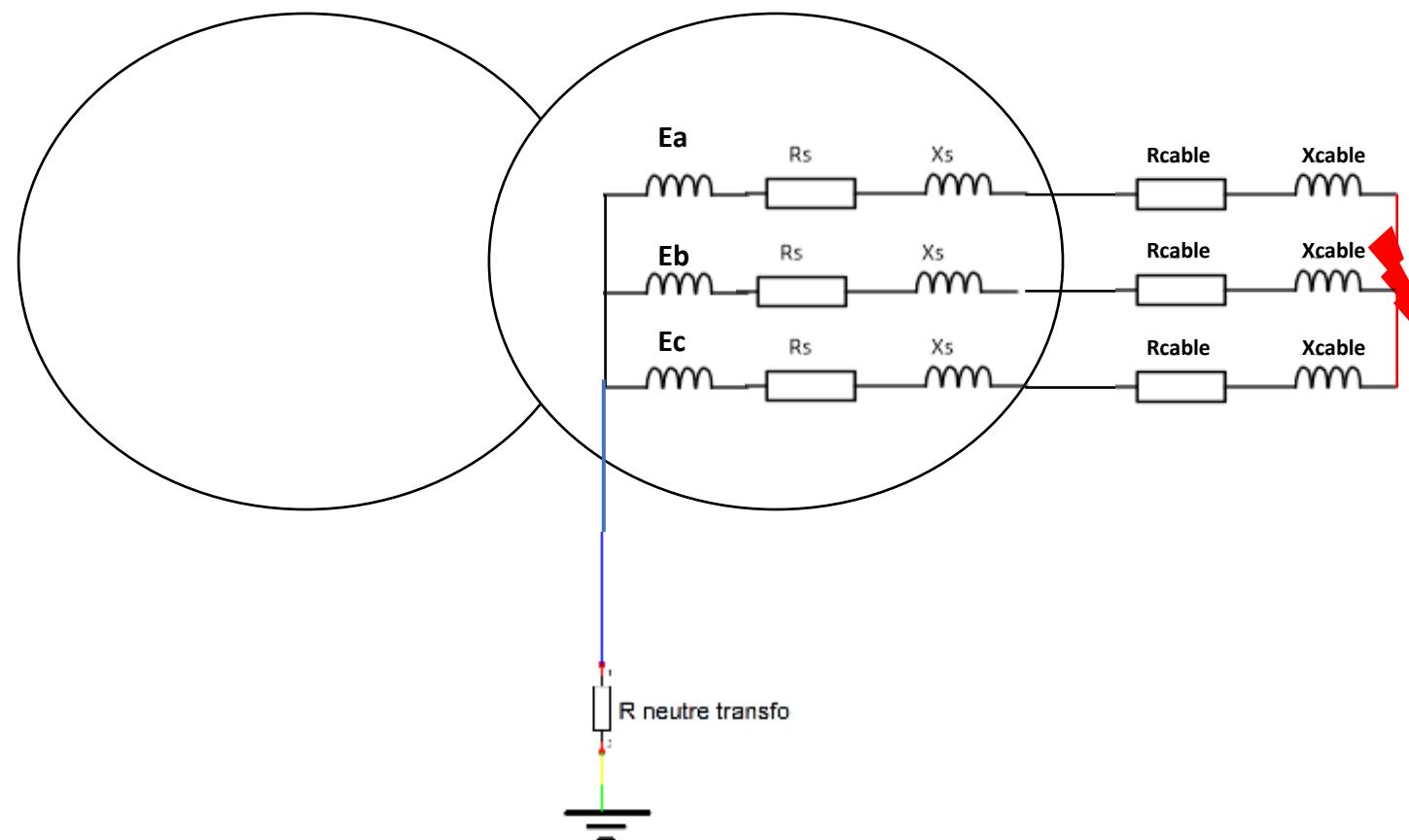
Calculez la réactance du câble :

$$X = xl * l = 0,08 * 100 = 8 \text{ m}\Omega \text{ms}$$

Dessinez ci-dessous le schéma électrique équivalent, si un court-circuit triphasé apparaît au niveau de l'armoire de distribution générale (Faire apparaître le modèle du transformateur avec R_s , X_s et R_{cable} , X_{cable} et le court-circuit).

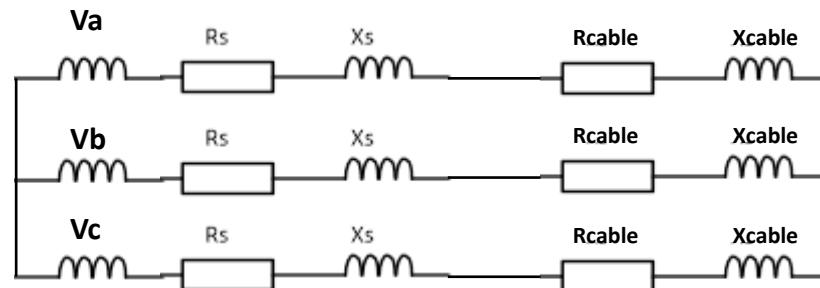


Dessinez ci-dessous le schéma électrique équivalent, si un court-circuit triphasé apparaît au niveau de l'armoire de distribution générale (Faire apparaître le modèle du transformateur avec R_s , X_s et R_{cable} , X_{cable} et le court-circuit).



Puissance (kVA)	Type immergé dans un diélectrique liquide			
	Usc (%)	Rtr (mΩ)	Xtr (mΩ)	Ztr (mΩ)
100	4	37,9	59,5	70,6
160	4	16,2	41,0	44,1
200	4	11,9	33,2	35,3
250	4	9,2	26,7	28,2

Fig. G35 – Valeurs des résistances, des réactances et des impédances pour un transformateur MT/BT standard de distribution 400 V avec primaire ≤ 20 kV



$$I_{CC} = \frac{V_a}{\sqrt{(R_s + R_{cable})^2 + (X_s + X_{cable})^2}} = \frac{236,7}{53,67} = 4,41 kA$$

$\frac{410}{\sqrt{3}}$

$$\sqrt{(11,9 + 22,5)^2 + (33,2 + 8)^2}$$

$I_{CC} < P_{dc}$ disjoncteur (10kA)

Problématique de la chute de tension

Pour rappel :

$$P_{m\acute{e}ca} = 15kW \quad \eta = 90,8\%$$

$$\cos(\varphi) = 0,84 \quad \frac{I_d}{I_n} = 7,7$$

$$P_{Chaudage} = 27kW$$

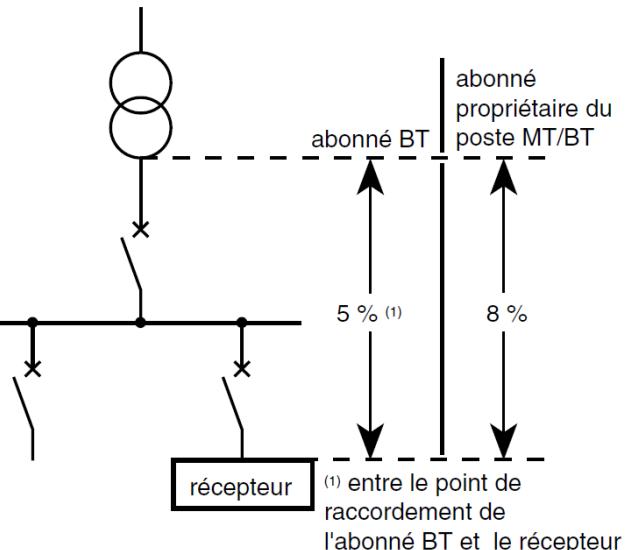
Le câble entre l'armoire de distribution générale et l'armoire démarrage moteur fait 100m et est de section 25 mm²

La longueur entre l'armoire et le moteur et le chauffage est négligée ici (armoire très proche des récepteurs).

Les normes limitent les chutes de tension en ligne

La norme NF C 15-100 impose que la chute de tension entre l'origine de l'installation BT et tout point d'utilisation n'excède pas les valeurs du tableau ci-dessous.

D'autre part la norme NF C 15-100 § 552-2 limite la puissance totale des moteurs installés chez l'abonné BT tarif bleu. Pour des puissances supérieures aux valeurs indiquées dans le tableau ci-dessous, l'accord du distributeur d'énergie est nécessaire.



Chute de tension maximale entre l'origine de l'installation BT et l'utilisation

	éclairage	autres usages (force motrice)
abonné alimenté par le réseau BT de distribution publique	3 %	5 %
abonné propriétaire de son poste HT-A/BT	6 %	8 % ⁽¹⁾

(1) Entre le point de raccordement de l'abonné BT et le moteur.

Déterminer la chute de tension si les 2 récepteurs sont à leur point de fonctionnement nominal. On propose d'utiliser la relation suivante :

$$\Delta V = \sqrt{3}([R_{cables\,Tot} + R_s] \times I_{ligne} \cdot \cos(\varphi) + [X_{cables\,Tot} + X_s] \times I_{ligne} \cdot \sin(\varphi))$$

Déterminons les puissances totales appelées (th. de Boucherot)

$$P_{mot} = \frac{P_{meca}}{\eta} = 16,51\text{kW} \quad Q_{mot} = P_{mot} * \tan(\varphi) = 10,67\text{kVAR}$$

$$P_{Chauf} = 27\text{kW}$$

$$P_{tot} = P_{mot} + P_{Chauf} = 43,51\text{kW}$$

$$Q_{tot} = 10,67\text{kVAR}$$

$$\varphi_{tot} = \text{atan} \left(\frac{Q_{tot}}{P_{tot}} \right) = 13,78^\circ$$

$$\cos(\varphi_{tot}) = 0,9712$$

$$\sin(\varphi_{tot}) = 0,2381$$

Déterminer la chute de tension si les 2 récepteurs sont à leur point de fonctionnement nominal. On propose d'utiliser la relation suivante :

$$\Delta V = \sqrt{3}([R_{cables\,Tot} + R_S] \times I_{ligne} \cdot \cos(\varphi) + [X_{cables\,Tot} + X_S] \times I_{ligne} \cdot \sin(\varphi))$$

$$P_{tot} = 43,51kW$$

$$Q_{tot} = 10,67kVAr$$

$$S_{tot} = 44,79kVA$$

$$I_{ligne} = \frac{S_{tot}}{\sqrt{3}U} = 63,08A$$

$$\varphi_{tot} = \text{atan}\left(\frac{Q_{tot}}{P_{tot}}\right) = 13,78^\circ$$

$$\cos(\varphi_{tot}) = 0,9712$$

$$\sin(\varphi_{tot}) = 0,2381$$

$$R_{cables} = \rho \frac{l}{s} = 22,5 \frac{100}{25} = 90mOhms$$

$$X_{cables} = xl * l = 0,08 * 100 = 8mOhms$$

$$R_S = 11,9mOhms$$

$$X_S = 33,2mOhms$$

$$\Delta V = 11,88V$$

$$\frac{\Delta V}{V} = 5,02\%$$

Chute de tension maximale entre l'origine de l'installation BT et l'utilisation

	éclairage	autres usages (force motrice)
abonné alimenté par le réseau BT de distribution publique	3 %	5 %
abonné propriétaire de son poste HT-A/BT	6 %	8 % ⁽¹⁾

(1) Entre le point de raccordement de l'abonné BT et le moteur.

Observation des grandeurs électriques du moteur au démarrage :

Calibre de la sonde de courant (10A/mV)

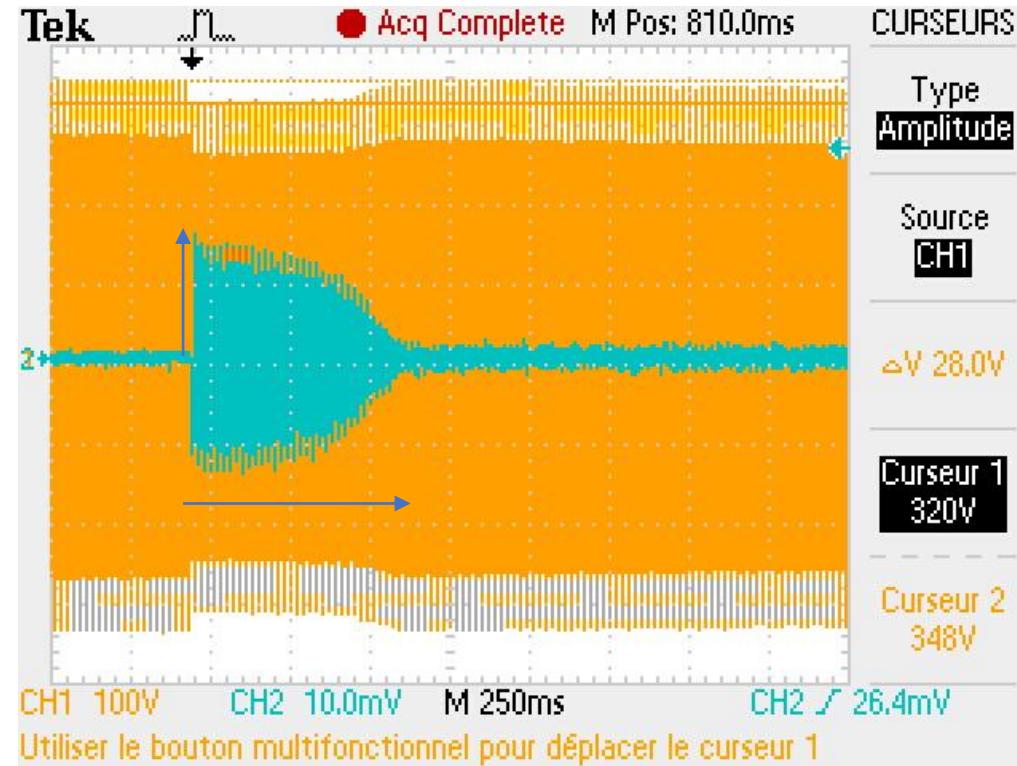
La sonde de tension a été réglée dans l'oscilloscope.

Notez le courant de démarrage

$$Id = 18 * 10 = 180A$$

Notez le temps de démarrage

$$td = 3 * 250 = 750ms$$



Caractérissez la chute de tension au démarrage

$$\Delta V = 28 \text{ V}$$

Pouvez-vous identifier sur le relevé la chute de tension en régime permanent ?

Bah non hein.

Que dire de ces observations ?

L'appel de courant au démarrage conduit à une chute de tension visible aux bornes de la machine. Ce n'est pas le cas en régime permanent.

Les protections (fusibles+disjoncteur) ont été correctement choisies pour permettre le transitoire en courant pour le démarrage du moteur.

Courant moteur en régime permanent.

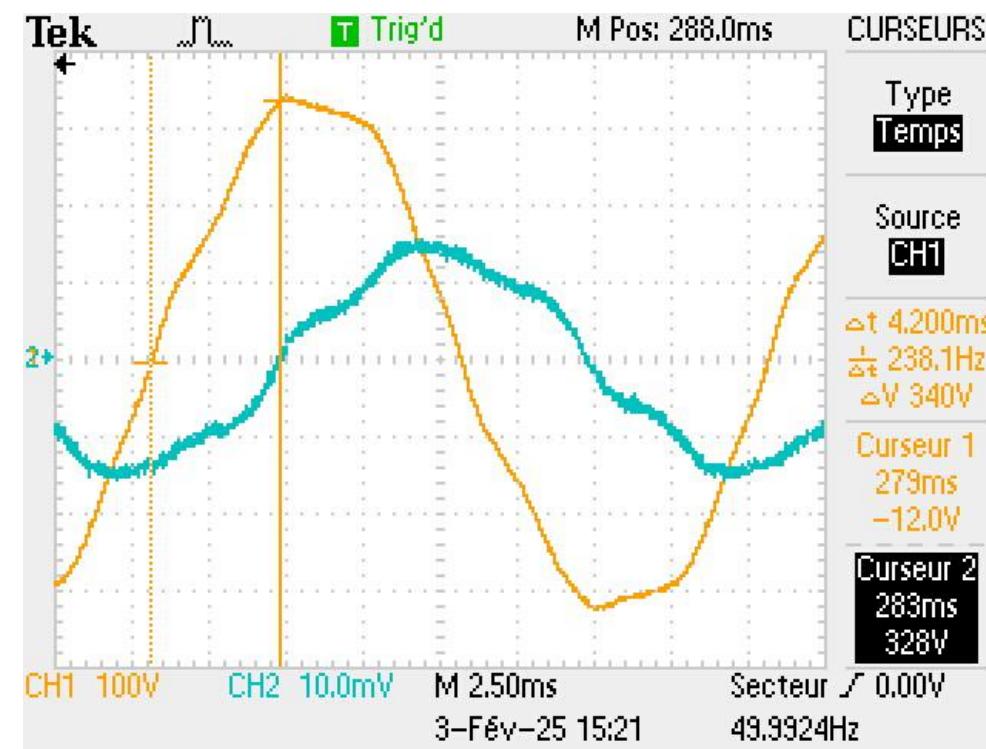
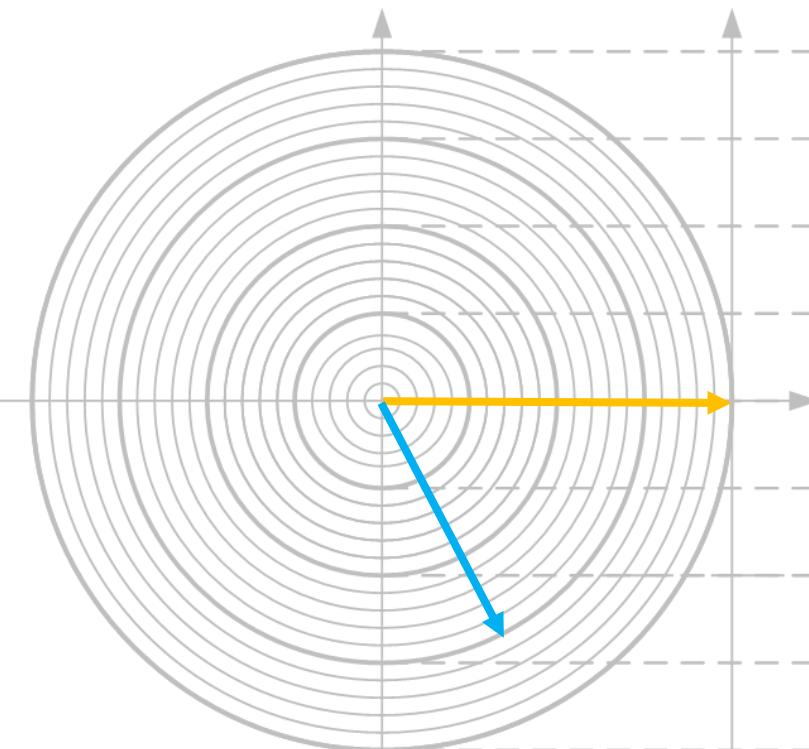
48

Relevé à vide de la tension et du courant dans un même enroulement.

Calibre de la sonde de courant (1A/mV)

La sonde de tension a été réglée dans l'oscilloscope.

Vecteur de Fresnel :



$$\Delta t = 4,2ms$$

$$\Delta \theta = \frac{4,2}{20} 360 = 75,6^\circ$$

Déterminez le déphasage

$$\Delta\theta = \frac{4,2}{20} 360 = 75,6^\circ = 1,319 \text{ rad}$$

Déterminez l'impédance de l'enroulement pour ce point de fonctionnement (forme polaire et forme cartésienne)

$$V_{\max} = 340 \text{ V} ; V_{\text{eff}} = 240 \text{ V}$$

$$I_{\max} = 18 \text{ A} ; I_{\text{eff}} = 12,73 \text{ A}$$

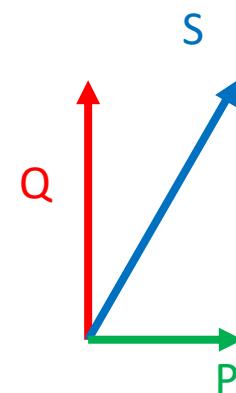
$$Z = \frac{240e^{j1,319}}{12,73} = 18,88e^{j1,319} = 4,695 + j18,28$$

Calculez P Q S et dessinez le triangle des puissances pour ce point de fonctionnement

$$S = 3 \cdot V_{\text{eff}} \cdot I_{\text{eff}} = 9165,6 \text{ VA}$$

$$P = 2283,55 \text{ W}$$

$$Q = 8875,99 \text{ VAR}$$



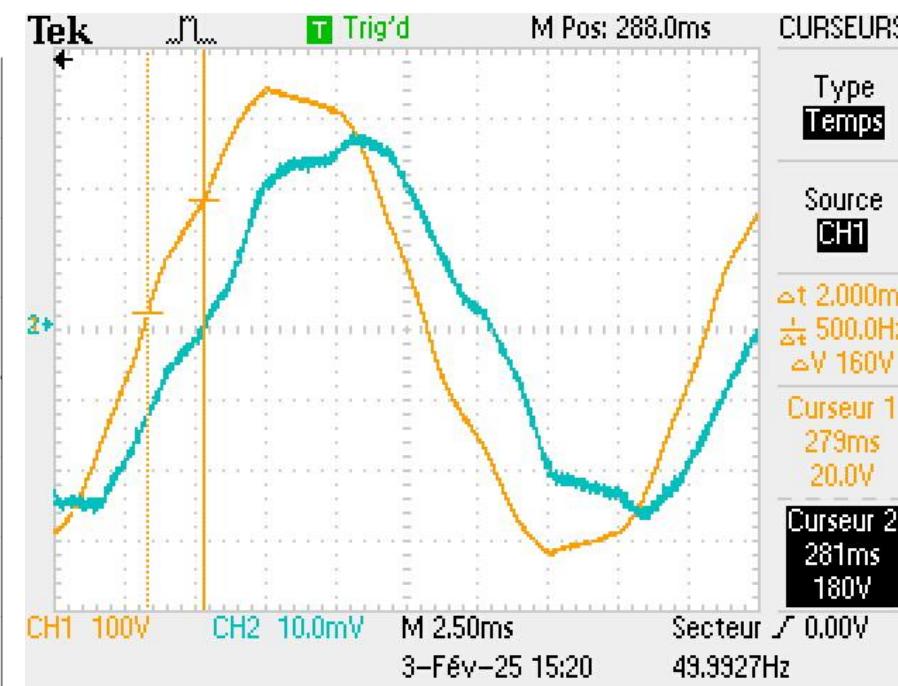
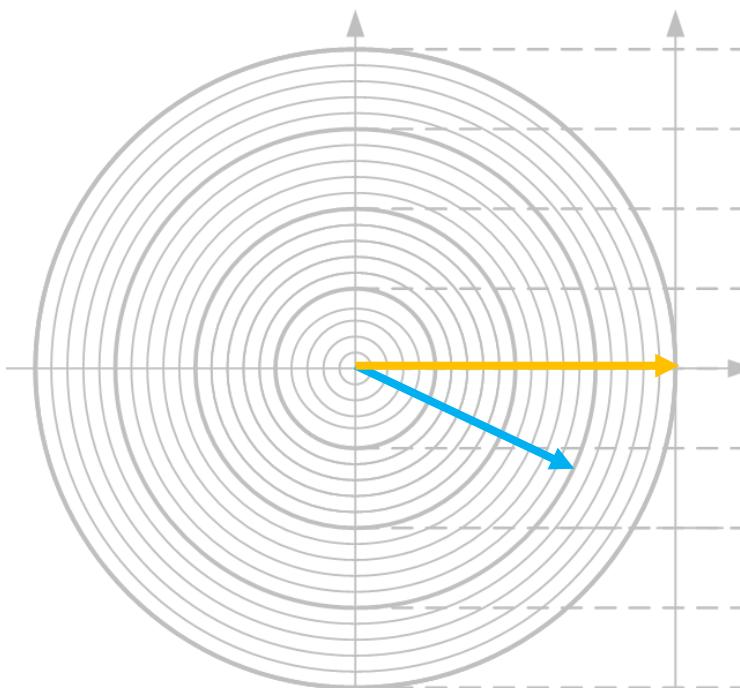
1. Relevé en charge de la tension et du courant dans un même enroulement.

Calibre de la sonde de courant (1A/mV)

La sonde de tension a été réglée dans l'oscilloscope.

$$\Delta t = 2ms$$

Vecteur de Fresnel :



$$\Delta\theta = \frac{2}{20} 360 = 36^\circ$$

Déterminez le déphasage

$$\Delta\theta = \frac{2}{20} \cdot 360 = 36^\circ = 0,6283 \text{ rad}$$

Déterminez l'impédance de l'enroulement pour ce point de fonctionnement (forme polaire et forme cartésienne)

$$V_{\max} = 340 \text{ V} ; V_{\text{eff}} = 240 \text{ V}$$

$$I_{\max} = 28 \text{ A} ; I_{\text{eff}} = 19,79 \text{ A}$$

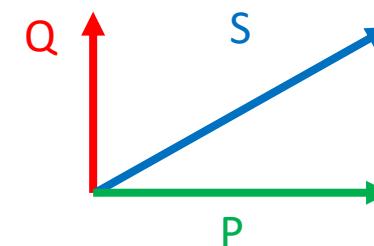
$$Z = \frac{240e^{j0,6283}}{19,79} = 12,13e^{j0,6283} = 9,81 + j * 7,13$$

Calculez P Q S et dessinez le triangle des puissances pour ce point de fonctionnement

$$S = 3 \cdot V_{\text{eff}} \cdot I_{\text{eff}} = 14248 \text{ VA}$$

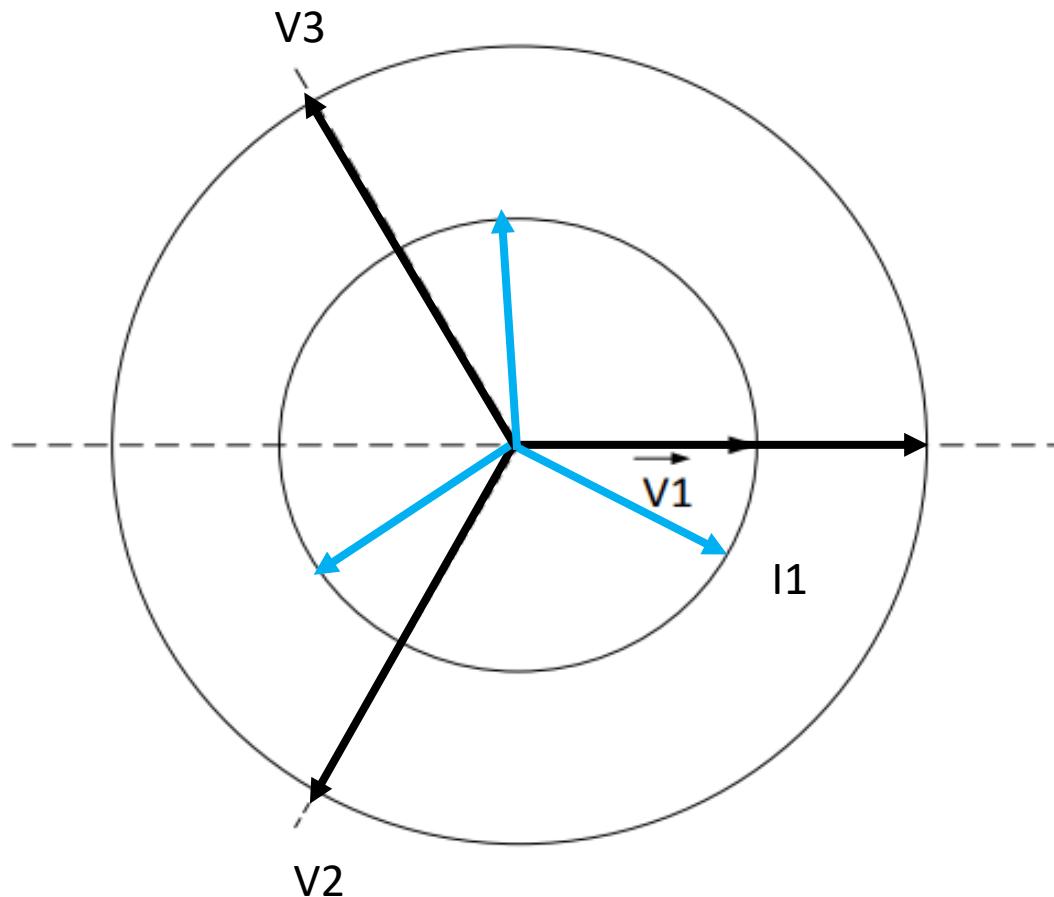
$$P = 11527,52 \text{ W} = S \cdot \cos(\phi)$$

$$Q = 8375,23 \text{ VAR} = S \cdot \sin(\phi)$$



Dessiner les vecteurs de Fresnel dans les 3 enroulements du moteur

50



Courant d'appel à la mise sous tension d'un transformateur.

Mise sous tension d'un transformateur de 100VA.

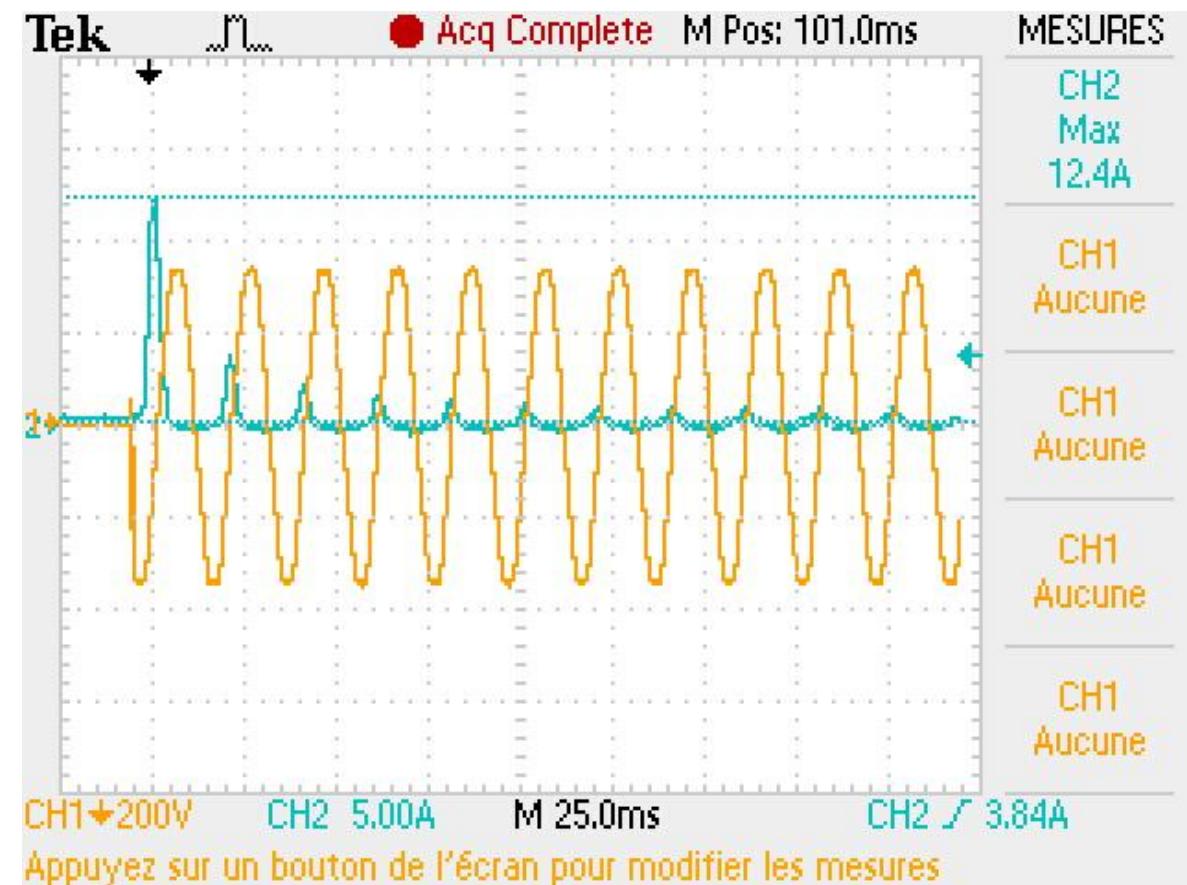
Caractérissez le relevé et faites le lien avec les problématiques d'appareillage.

Courant d'appel important à l'enclenchement

Régime apériodique (allure exponentielle)

Comportement inductif (déphasage entre tension et courant)

Recours à un disjoncteur avec courbe D

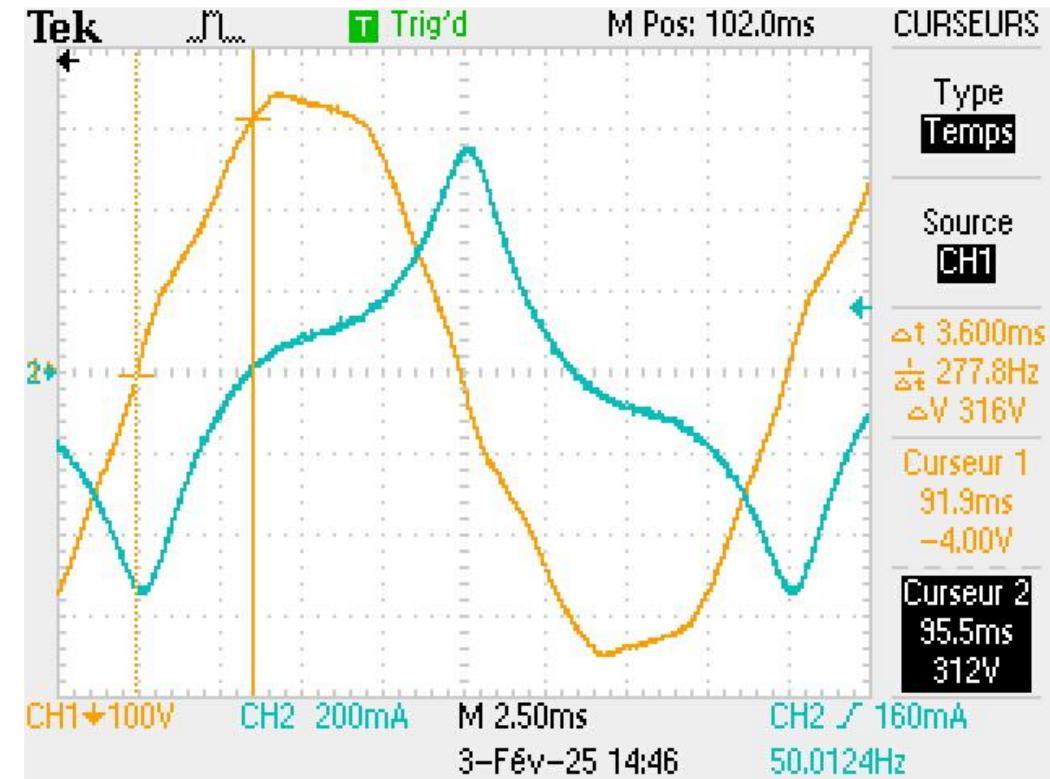


Courant à vide d'un transformateur

Interprétez et exploitez ce relevé :
(Phénomène de saturation ?)

Comportement non sinusoïdal du courant :
existence de pics pour les valeurs maximales

Existence d'un phénomène de saturation du
circuit magnétique



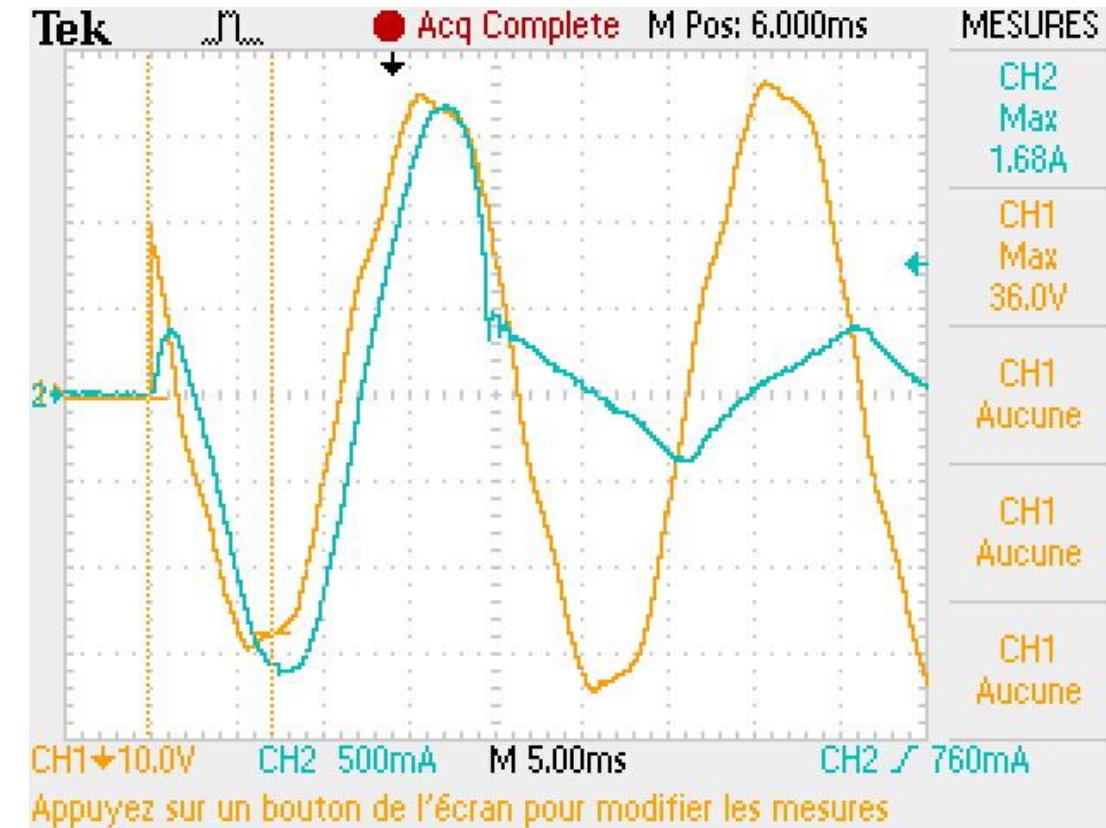
Courant d'appel d'une bobine

Interprétez et exploitez ce relevé :

Circuit magnétique avec entrefer important
(contacteur ouvert) => R grand => L petit => I
grand et pas de saturation

Puis

Contacteur fermé => entrefer nul => ...





That's all Folks!