

# BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR ÉLECTROTECHNIQUE

SESSION 2015

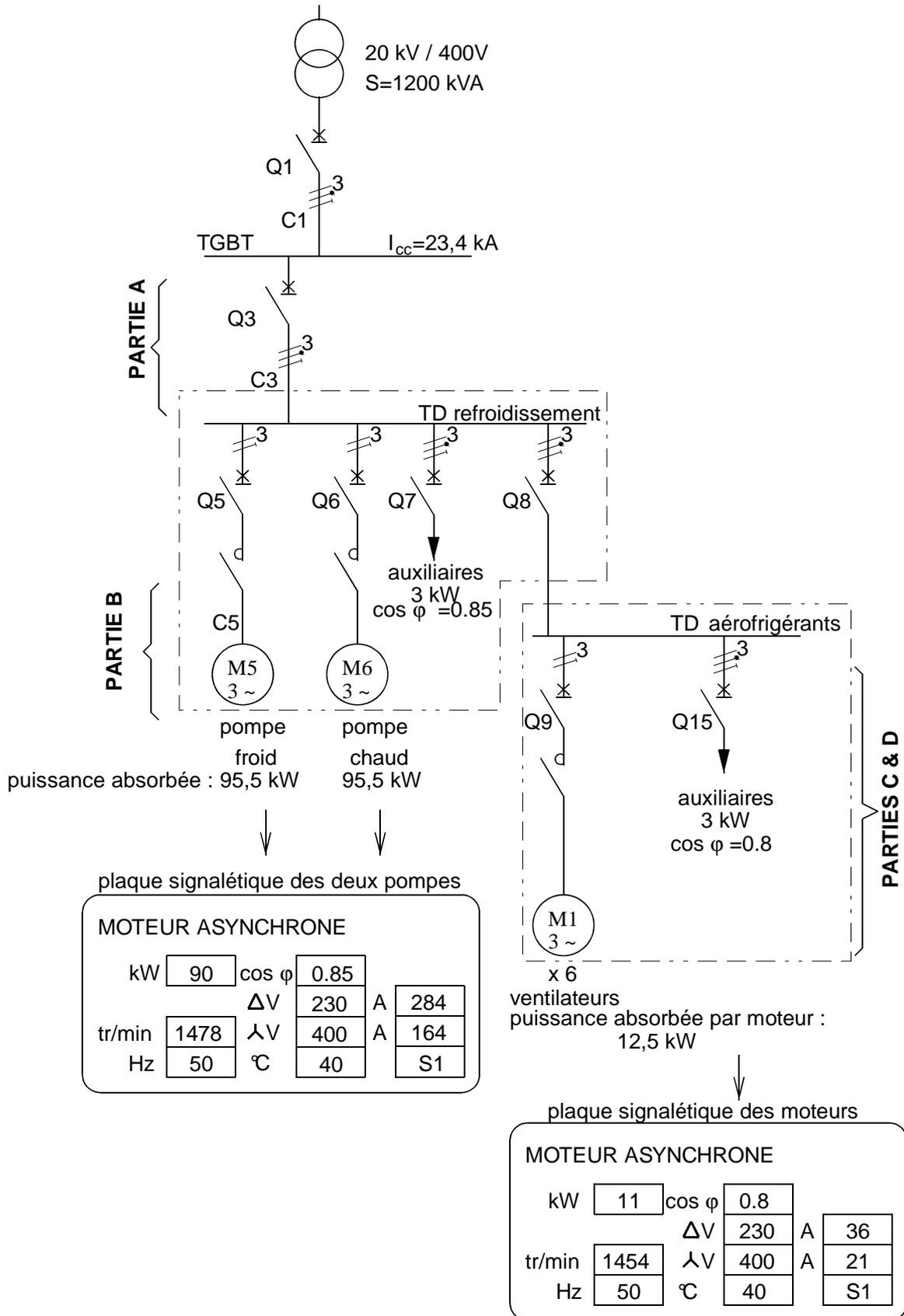
Épreuve E4.2

## Soufflerie F1

### DOSSIER TECHNIQUE et RESSOURCES

DT1. Schéma de distribution des aéro-réfrigérants.....	2
DR1. Détermination de la section des conducteurs.....	3
DR2. Détermination de la section minimale des conducteurs .....	5
DR3. Calcul chutes de tension (à partir du guide UTE C15-105) .....	6
DR4. Documents constructeur sur les disjoncteurs.....	7
DR5. Schéma de Liaison à la Terre .....	8
DR6. Documents constructeurs sur les démarreurs progressifs .....	9
DR7. Moteur EFF1 .....	12
DR8. Moteur EFF3 .....	12
DR9. Limitation du couple à basse vitesse.....	13
DR10. Relais de sécurité.....	14

# DT1. Schéma de distribution des aéro-réfrigérants



## DR1. Détermination de la section des conducteurs

Tableau issu de UTE C 15-105 reprenant la démarche du choix de la section des conducteurs.

Méthode pour le choix de la section des conducteurs	Dispositifs de protection		
	Fusibles Gg	disjoncteurs domestiques	disjoncteur industriels
À partir du courant d'emploi →	$I_B$ ↓ Tableau BA1	$I_B$ ↓ Tableau BA2	$I_B$ ↓ Documents constructeurs
1. Choisir le courant assigné $I_N$ ou de réglage $I_r$ →	$I_N \geq I_B$ ↓	$I_N \geq I_B$ ↓	$I_r \geq I_B$ ↓
2. Calculer le courant admissible $I'_z$ Facteurs de correction <b>K</b> $K = K1 \times K2 \times K3 \times Kn$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lettre de sélection (tableau ci-après)</li> <li>• K1 : mode de pose (tableau ci-après)</li> <li>• K2 : groupement (tableau ci-après)</li> <li>• K3 : température (tableau ci-après)</li> <li>• Kn =1 si conducteur neutre chargé.</li> </ul>	$\frac{F3 \cdot I_N}{K} = I'_z$	$\frac{I_N}{K} = I'_z$	$\frac{I_r}{K} = I'_z$
3. Choisir la section →	Tableau	Tableau	Tableau page 6

Les tables ci-après permettent de choisir les facteurs de corrections K1, K2 et K3 nécessaires au calcul du courant équivalent  $I'_z$  pour le choix de la section des conducteurs.

type d'éléments conducteurs	mode de pose	Lettre de sélection
conducteurs et câbles multiconducteurs	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ sous conduit, profilé ou goulotte, en apparent ou encastré</li> <li>▪ sous vide de construction, faux plafond</li> <li>▪ sous caniveau, moulures, plinthes, chambranles</li> </ul>	<b>B</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ en apparent contre mur ou plafond</li> <li>▪ sur chemin de câbles ou tablettes non perforées</li> </ul>	<b>C</b>
câbles multiconducteurs	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ sur échelles, corbeaux, chemin de câbles perforé</li> <li>▪ fixés en apparent, espacés de la paroi</li> <li>▪ câbles suspendus</li> </ul>	<b>E</b>
câbles monoconducteurs	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ sur échelles, corbeaux, chemin de câbles perforé</li> <li>▪ fixés en apparent, espacés de la paroi</li> <li>▪ câbles suspendus</li> </ul>	<b>F</b>

# DR1 (suite)

## Facteur de correction K1

lettre de sélection	cas d'installation	K1
B	câbles dans des produits encastrés directement dans des matériaux thermiquement isolants	0,70
	conduits encastrés dans des matériaux thermiquement isolants	0,77
	câbles multiconducteurs	0,90
	vides de constructions et caniveaux	0,95
C	pose sous plafond	0,95
B,C,E,F	autres cas	1

## Facteur de correction K2

lettre de sélection	disposition des câbles jointifs	Facteur de correction k2											
		nombre de circuits ou de câbles multiconducteurs											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
B,C,F	encastrés ou noyés dans les parois	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50	0,45	0,40	0,40
C	simple couche sur les murs ou les planchers ou tablettes non perforées	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	Pas de facteur de réduction supplémentaire pour plus de 9 câbles.		
	simple couche au plafond	1,00	0,85	0,76	0,72	0,69	0,67	0,66	0,65	0,64			
E,F	simple couche sur des tablettes horizontales perforées ou sur tablettes verticales	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72			
	simple couche sur des échelles à câbles, corbeaux, etc.	1,00	0,88	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78			

## Facteur de correction K3

Températures ambiantes (°C)	Isolation		
	Élastomère (caoutchouc)	polychlorure de vinyle (PVC)	polyéthylène réticulé (PR) butyle,éthylène,propylène (EPR)
10	1,29	1,22	1,15
15	1,22	1,17	1,12
20	1,15	1,12	1,08
25	1,07	1,06	1,04
30	1,00	1,00	1,00
35	0,93	0,94	0,96
40	0,82	0,87	0,91
45	0,71	0,79	0,87
50	0,58	0,71	0,82
55	-	0,61	0,76
60	-	0,50	0,71

## DR2. Détermination de la section minimale des conducteurs

Connaissant l'z le tableau ci-après indique la section à retenir

		Isolant et nombre de conducteurs chargés (3 ou 2)								
Lettre de sélection →	B	PVC3	PVC2		PR3		PR2			
	C		PVC3		PVC2	PR3		PR2		
	E			PVC3		PVC2	PR3		PR2	
	F				PVC3		PVC2	PR3		PR2
Section (mm <sup>2</sup> ) cuivre →	1,5	15,5	17,5	18,5	19,5	22	23	24	26	
	2,5	21	24	25	27	30	31	33	36	
	4	28	32	34	36	40	42	45	49	
	6	36	41	43	48	51	54	58	63	
	10	50	57	60	63	70	75	80	86	
	16	68	76	80	85	94	100	107	115	
	25	89	96	101	112	119	127	138	149	161
	35	110	119	126	138	147	158	169	185	200
	50	134	144	153	168	179	192	207	225	242
	70	171	184	196	213	229	246	268	289	310
	95	207	223	238	258	278	298	328	352	377
	120	239	259	276	299	322	346	382	410	437
	150		299	319	344	371	395	441	473	504
	185		341	364	392	424	450	506	542	575
	240		403	430	461	500	538	599	641	679
	300		464	497	530	576	621	693	741	783
400					656	754	825		940	
Section (mm) aluminium →	2,5	16,5	18,5	19,5	21	23	25	26	28	
	4	22	25	26	28	31	33	35	38	
	6	28	32	33	36	39	43	45	49	
	10	39	44	46	49	54	58	62	67	
	16	53	59	61	66	73	77	84	91	
	25	70	73	78	83	90	97	101	108	121
	35	86	90	96	103	112	120	126	135	150
	50	104	110	117	125	136	146	154	164	184
	70	133	140	150	160	174	187	198	211	237
	95	161	170	183	195	211	227	241	257	289
	120	186	197	212	226	245	263	280	300	337
	150		227	245	261	283	304	324	346	389
	185		259	280	298	323	347	371	397	447
	240		305	330	352	382	409	439	470	530
	300		351	381	406	440	471	508	543	613
	400					526	600	663		740

**Le chiffre 2 après PR (polyéthylène réticulé) ou PVC (polychlorure de vinyle) est relatif à un circuit monophasé.**

**Le chiffre 3 après PR ou PVC est relatif à un circuit triphasé**

### DR3. Calcul chutes de tension (à partir du guide UTE C15-105)

Les chutes de tension sont calculées à l'aide de la formule :

$$u = bI_B(R\cos\varphi + X\sin\varphi)$$

- $u$  étant la chute de tension, en volts,
- $b$  étant un coefficient égal à 1 pour les circuits triphasés, et égal à 2 pour les circuits monophasés,  
NOTE les circuits triphasés avec neutre complètement déséquilibrés (une seule phase chargée) sont considérés comme des circuits monophasés.
- $\rho_1$  étant la résistivité des conducteurs en service normal,  
(cuivre :  $\rho_1=0,023 \Omega \cdot mm^2 \cdot m^{-1}$ ) ; (aluminium :  $\rho_1=0,037 \Omega \cdot mm^2 \cdot m^{-1}$ )
- $L$  étant la longueur simple de la canalisation, en mètres,
- $S$  étant la section des conducteurs, en  $mm^2$ ,
- $\cos \varphi$  étant le facteur de puissance : en l'absence d'indications précises, le facteur de puissance est pris égal à 0,8 ( $\sin \varphi = 0,6$ ),
- $\lambda$  étant la réactance linéique des conducteurs  
( $\lambda=80 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m^{-1}$ ),
- $I_B$  étant le courant d'emploi, en Ampère.
- $R$  étant la résistance qui dépend de la résistivité  $\rho_1$ , de la section  $S$  et de la longueur du conducteur  $L$ .
- $X$  étant la réactance qui dépend de la réactance linéique  $\lambda$  et de la longueur  $L$

La chute de tension relative (en pour-cent) est égale à :

$$\Delta U = 100 \times \frac{u}{U_0}$$

$U_0$  étant la tension entre phase et neutre, en Volt.

#### EXEMPLE

Soit un circuit triphasé de longueur 110 m et de section cuivre 35  $mm^2$  parcouru par un courant d'emploi de 140 A. La tension entre une phase et le neutre est de 230 V.

- $b=1$   $S = 35 \text{ mm}^2$
- $\rho_1=0,023 \Omega \cdot mm^2 \cdot m^{-1}$   $I_B = 140 \text{ A}$
- $L = 110 \text{ m}$   $\cos \varphi = 0,8$
- $\sin \varphi = 0,6$   $\lambda=80 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m^{-1}$

$$u = 140 \times \left( 0,023 \times \frac{110}{35} \times 0,8 + 80 \times 10^{-6} \times 110 \times 0,6 \right) = 8,835 \text{ V} ; \Delta U = 100 \times \frac{u}{U_0}$$

$$\Delta U = 100 \times \frac{8,835}{230} = 3,84\%$$

## DR4. Documents constructeur sur les disjoncteurs

Signification des termes 2P 2d, 3P 3d, 4P 3d, 3P 4d, 4P 3d+N/2 ou 4P 3d+OSN sur les déclencheurs des disjoncteurs Compact NSX.

- Le premier chiffre correspond au nombre de pôles.
- Le second chiffre correspond au nombre de pôles protégés.
- La première lettre signifie « Pôle »
- La seconde lettre signifie « déclencheur »

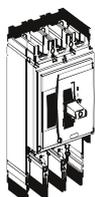
Exemples :

- 4P3d est un déclencheur à 4 pôles avec 3 pôles protégés (pas le neutre).
- 4P3d+N/2 est un déclencheur à 4 pôles avec 3 pôles protégés et le neutre a une section moitié d'une phase.

Tableau de choix des disjoncteurs NSX (le déclencheur sera un Micrologic 2.3).

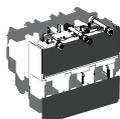
Disjoncteurs	NSX160	NSX250	NSX400	NSX630
Courant assigné (A) In 40°C	160	250	400	630
Nombre de pôles	2,3,4	2,3,4	2,3,4	2,3,4

### Appareils à composer Fixes Prises Avant (FPAV)



#### Bloc de coupure

type	Icu	3P	4P
NSX400F	36 kA à 380/415 V	LV432413	LV432415
NSX400N	50 kA à 380/415 V	LV432403	LV432408
NSX400H	70 kA à 380/415 V	LV432404	LV432409
NSX400S	100 kA à 380/415 V	LV432414	LV432416
NSX400L	150 kA à 380/415 V	LV432405	LV432410
NSX630F	36 kA à 380/415 V	LV432813	LV432815
NSX630N	50 kA à 380/415 V	LV432803	LV432808
NSX630H	70 kA à 380/415 V	LV432804	LV432809
NSX630S	100 kA à 380/415 V	LV432814	LV432816
NSX630L	150 kA à 380/415 V	LV432805	LV432810



#### + Déclencheur

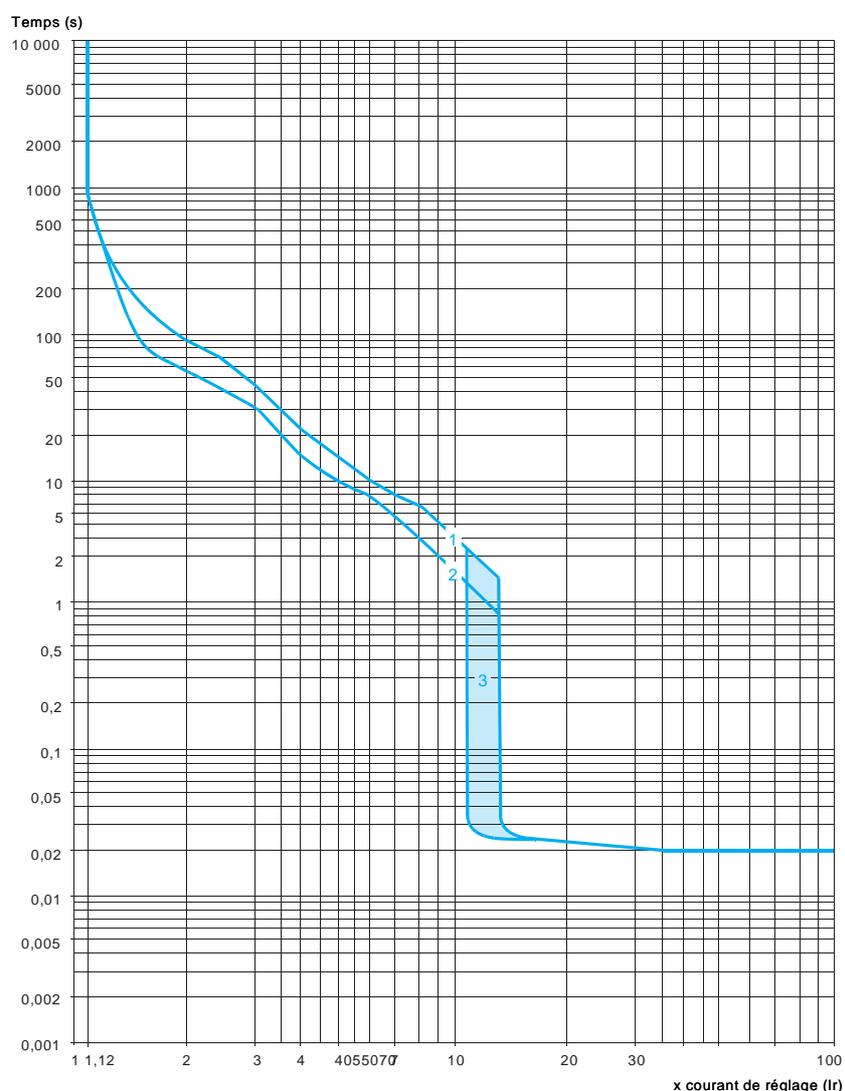
protection de la distribution			
type	calibre	3P 3d	4P 3d, 4d, 3d + N/2
Micrologic 2.3 (Protection LS <sub>i</sub> )	250 A	LV432082	LV432086
	400 A	LV432081	LV432085
	630 A	LV432080	LV432084

## DR5. Schéma de Liaison à la Terre

Extrait de la NF C 15-100

**Tableau 41A - Temps de coupure maximal en fonction de la tension entre phase et neutre pour les circuits terminaux.**

Temps de coupure (s)	$50V < U_0 \leq 120V$		$120V < U_0 \leq 230V$		$230V < U_0 \leq 400V$		$U_0 > 120V$	
	alternatif	continu	alternatif	continu	alternatif	continu	alternatif	continu
Schéma TN ou IT	0,8	5	0,4	5	0,2	0,4	0,1	0,1
Schéma TT	0,3	5	0,2	0,4	0,07	0,2	0,04	0,1



- 1 Courbe à froid
  - 2 Courbe à froid
  - 3 12...14 Ir
- En cas d'absence complète de phase, le déclenchement intervient après  $4 s \pm 20 \%$

### Courbe de déclenchement du disjoncteur Q5

# DR6. Documents constructeurs sur les démarreurs progressifs

Voir schémas et paramètres de réglages pages suivantes

## Démarreurs-ralentisseurs progressifs

### Altistart 48

Alimentation 230...415 V

#### Démarreurs de 3 à 630 kW (230...415 V) ◀60520 ▶

encombrements	(L x H x P en mm)
ATS48D17Q...D47Q	160 x 275 x 190
ATS48D62Q...C11Q	190 x 290 x 235
ATS48C14Q...C17Q	200 x 340 x 265
ATS48C21Q...C32Q	320 x 380 x 265
ATS48C41Q...C66Q	400 x 670 x 300
ATS48C79Q...M12Q	770 x 890 x 315

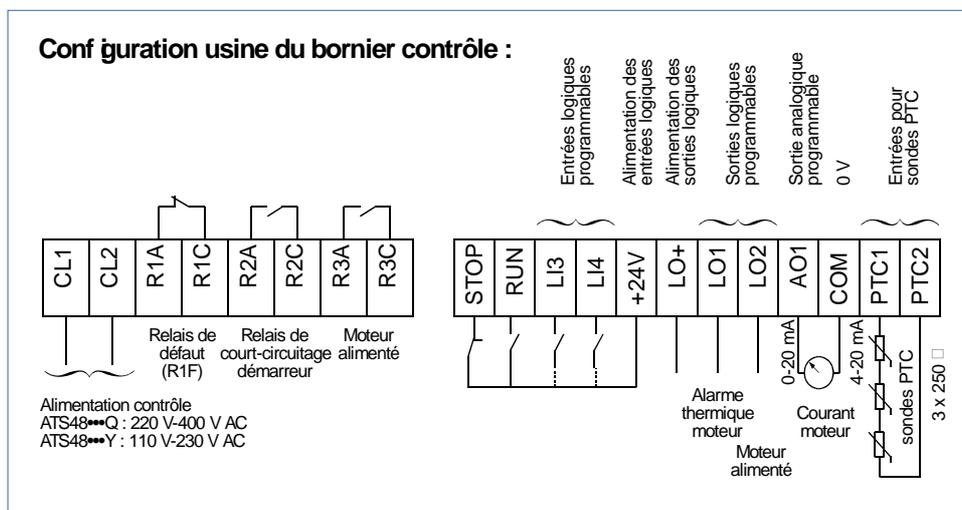


tension d'alimentation		triphasé 230...415 V CA (1)	
types d'applications		standard	sévères (2)
tension d'alimentation du contrôle du démarreur		220...415 V CA	
protections		degré de protection	
		IP 20 : démarreurs ATS48D17P à ATS48C11P IP 00 : démarreurs ATS48C14P à ATS48M12P	
		protection thermique du moteur	
		classe 10	classe 20
CEM		classe A	
		sur tous les démarreurs	
		classe B	
		sur tous les démarreurs jusqu'à 170 A	
mode de démarrage		contrôle de couple (système breveté TCS : Torque Control System)	
entrées / sorties		entrées analogiques	
		1 sonde PTC	
		entrées logiques	
		4 entrées logiques dont 2 confi gurables	
		sorties logiques	
		2 sorties logiques confi gurables	
		sorties analogiques	
		1 sortie analogique	
		sorties à relais	
		3 sorties relais dont 2 confi gurables	
dialogue		terminal intégré, déporté ou atelier logiciel PowerSuite (3)	
communication		intégrée	
		Modbus	
		en option	
		DeviceNet, Ethernet TCP/IP, Fipio, Profi bus DP	
puissance moteur			
230 V (kW)	400 V (kW)	courant nominal (IcL)	
3	5,5	12 A	-
4	7,5	17 A	ATS48D17Q
5,5	11	22 A	ATS48D22Q
7,5	15	32 A	ATS48D32Q
9	18,5	38 A	ATS48D38Q
11	22	47 A	ATS48D47Q
15	30	62 A	ATS48D62Q
18,5	37	75 A	ATS48D75Q
22	45	88 A	ATS48D88Q
30	55	110 A	ATS48C11Q
37	75	140 A	ATS48C14Q
45	90	170 A	ATS48C17Q
55	110	210 A	ATS48C21Q
75	132	250 A	ATS48C25Q
90	160	320 A	ATS48C32Q
110	220	410 A	ATS48C41Q
132	250	480 A	ATS48C48Q
160	315	590 A	ATS48C59Q
-	355	660 A	ATS48C66Q
220	400	790 A	ATS48C79Q
250	500	1000 A	ATS48M10Q
355	630	1200 A	ATS48M12Q
			-

(1) Possibilité de connexion du démarreur dans le couplage triangle du moteur.  
 (2) Temps de démarrage supérieur à 30 secondes (ventilateurs, machines à forte inertie et compresseurs).  
 (3) Logiciel PowerSuite et protocoles de communication, voir pages E262 et 263.



## DR6 (suite)



## Menu Réglages SEt

La modification des paramètres de réglages n'est possible qu'à l'arrêt.

Code	Description	Plage de réglage	Préréglage usine
In	<b>Courant nominal moteur</b>	0,4 à 1,3 ICL	(1)
	Régler la valeur du courant nominal moteur indiqué sur la plaque signalétique, même dans le cas du couplage du démarreur dans l'enroulement triangle du moteur (dLt dans le menu Pro). Vérifier que ce courant est compris entre 0,4 et 1,3 ICL (ICL : Calibre du démarreur).		
ILt	<b>Courant de limitation</b>	150 à 700 % de In, limité à 500 % de ICL	400 % de In
	Le courant de limitation ILt s'exprime en % de In. Il est limité à 500 % de ICL/calibre du démarreur, voir les tableaux "Association démarreur-moteur", page 12. Courant de limitation = ILt x In. exemple 1 : In = 22 A, ILt = 300 %, courant de limitation = 300 % x 22 A = 66 A exemple 2 : ATS 48C21Q, avec ICL = 210 A In = 195 A, ILt = 700 %, courant de limitation = 700 % x 195 = 1365, limité à 500 % x 210 = 1050 A		

- (1) Réglage usine de In correspondant à la valeur usuelle d'un moteur normalisé 4 pôles en tension 400 V en classe 10 (pour ATS 48\*\*\*Q).  
 Réglage usine de In correspondant à la valeur usuelle d'un moteur normalisé suivant NEC en tension 460 V, en classe 10 (pour ATS 48\*\*\*Y).

## DR7. Moteur EFF1

Type de moteur DRP	P <sub>N</sub> [kW]	M <sub>N</sub> [Nm]	n <sub>N</sub> [tr/min]	I <sub>N</sub> 400 V [A]	I <sub>N</sub> 380-420 V [A]	cos φ	Classe IE	η 75% η 100 % [%]	I <sub>A</sub> /I <sub>N</sub>	M <sub>A</sub> /M <sub>N</sub> M <sub>H</sub> /M <sub>N</sub>	m [kg] <sup>2</sup>	J <sub>Mot</sub> [10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup> ]
DRP100L4	2.2	14.6	1440	4.75	4.85	0.77	IE3	87.5 87.1	7.7	4.1 3.2	29	68
DRP112M4	3	19.7	1455	6	6.2	0.82	IE3	88.7 88	7.3	2.4 2	41.5	146
DRP132M4	4	26	1465	7.7	8	0.84	IE3	90.4 89.7	8.9	2.6 2	60	255
DRP132MC4	5.5	35.5	1475	11	11.4	0.84	IE3	90.8 90.3	8.8	2.3 1.9	63	340
DRP160S4	5.5	35.5	1475	10.9	11.2	0.8	IE3	91.1 90.7	8	3.0 2.2	80	370
DRP160M4	7.5	48.5	1470	14.7	15.2	0.81	IE3	91.3 90.7	8.1	3.1 2.3	89	450
DRP160MC4	9.2	60	1475	17.5	18.2	0.84	IE3	92 91.3	7.6	2.5 1.8	94	590
DRP180S4	9.2	60	1475	17.5	18.1	0.82	IE3	92 92	7.8	2.8 2.3	122	900
DRP180M4	11	71	1475	20.5	21.5	0.84	IE3	92.5 92	8.1	2.9 2.2	138	1110
DRP180L4	15	97	1475	27.5	28.5	0.84	IE3	93.1	7.7	2.7	152	1300

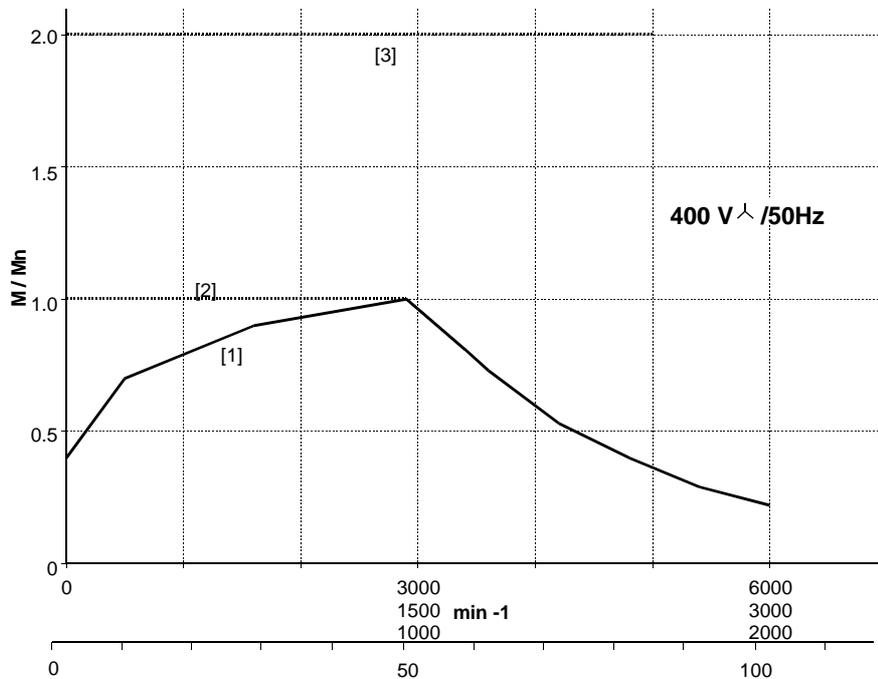
## DR8. Moteur EFF3

Type de moteur DRS	P <sub>N</sub> [kW]	M <sub>N</sub> [Nm]	n <sub>N</sub> [tr/min]	I <sub>N</sub> 400 V [A]	I <sub>N</sub> 380-420V [A]	cos φ	Classe IE	η 75% η 100 % [%]	I <sub>A</sub> /I <sub>N</sub>	M <sub>A</sub> /M <sub>N</sub> M <sub>H</sub> /M <sub>N</sub>	m [kg] <sup>2</sup>	J <sub>Mot</sub> [10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup> ]
DRS90L4	2.2	15	1400	4.85	4.95	0.81	IE1	83.1 81.1	5.1	2.5 2.2	21.5	43.5
DRS100M4	3	20.5	1400	6.4	6.5	0.82	IE1	84.7 82.4	5.3	2.8 2.4	26	56
DRS100LC4	4	26.5	1445	8.4	8.5	0.81	IE1	86.4 85.3	6.5	2.5 2.3	31	90
DRS112M4	4	26.5	1435	8.1	8.4	0.84	IE1	85.6 83.8	6	2 1.7	41.5	146
DRS132S4	5.5	36.5	1445	11.1	11.6	0.82	IE1	86.7 85.7	6.7	2.4 2.1	44	190
DRS132M4	7.5	49.5	1445	14.4	15.1	0.85	IE1	89.1 87.1	6.6	2.4 1.9	60	255
DRS132MC4	9.2	60	1465	18.6	19.3	0.81	IE1	88.5 87.6	7.2	2.1 1.6	63	340
DRS160S4	9.2	60	1460	18.9	19.2	0.79	IE1	89 88	6.4	2.5 2	80	370
DRS160M4	11	72	1460	22	22.5	0.81	IE1	89.1 88	6.8	2.7 2.3	92	450
DRS160MC4	15	97	1470	30	31	0.80	IE1	90.2 89.1	6.3	2.1 1.7	94	590
DRS180S4	15	98	1460	29	29.5	0.83	IE1	90.3	6.2	2.3	122	900

## DR9. Limitation du couple à basse vitesse

### Caractéristiques (couple-vitesse) de moteurs – Courbes de couple des moteurs DRS, DRP pour fonctionnement avec variateur électronique

Le diagramme suivant présente trois courbes max. pour le fonctionnement avec fréquence de base  $f_{base}=50\text{Hz}$ . Lorsque le moteur est refroidi par une ventilation forcée, on peut observer, courbe 2, que le moteur fournit son couple nominal de 0 jusqu'à la vitesse nominale. Il présente ensuite la même décroissance que la courbe 1.

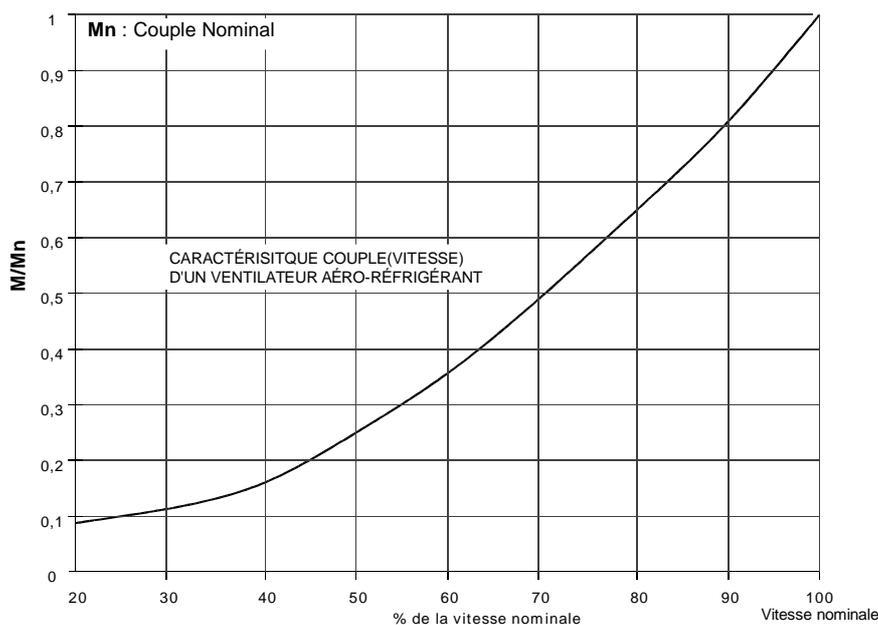


[1] Service S1 avec autoventilation (= sans option ventilation forcée)

[2] Service S1 avec ventilation forcée (= avec option ventilation forcée)

[3] Limite mécanique des motoréducteurs

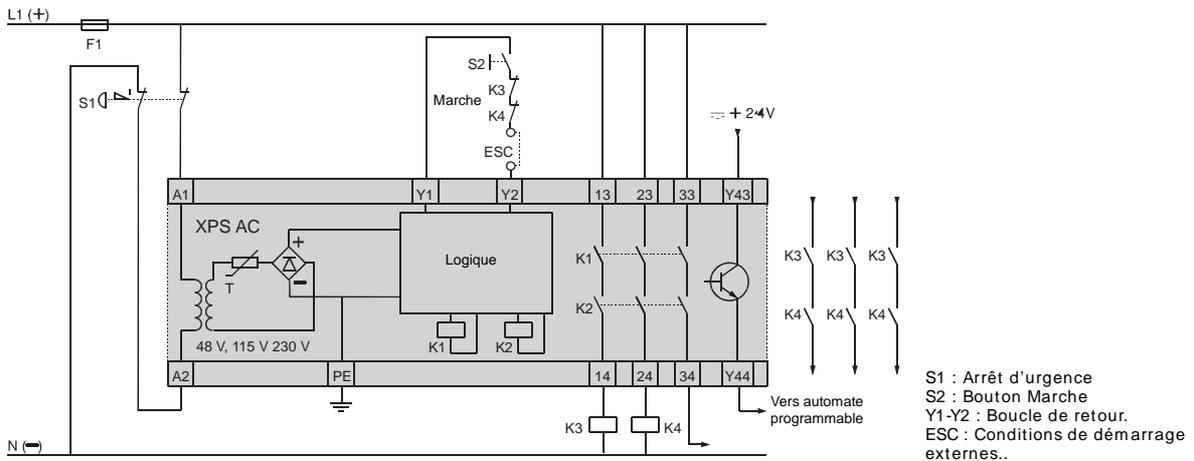
### Caractéristique couple vitesse d'un ventilateur d'aéro-réfrigérant



Le point de fonctionnement nominal du ventilateur est ( $53,2 \text{ N.m} ; 1500 \text{ min}^{-1}$ ). Il correspond au point de coordonnées (100,1) sur la courbe.

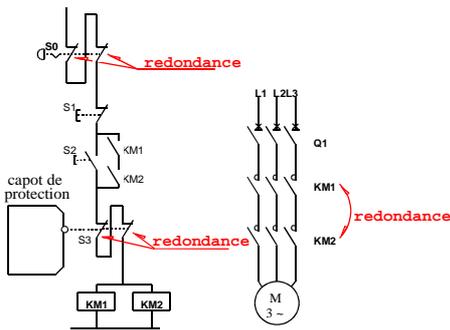
# DR10. Relais de sécurité

Module XPS AC associé à un bouton d'Arrêt d'urgence à 2 contacts (application conseillée)



## Redondance :

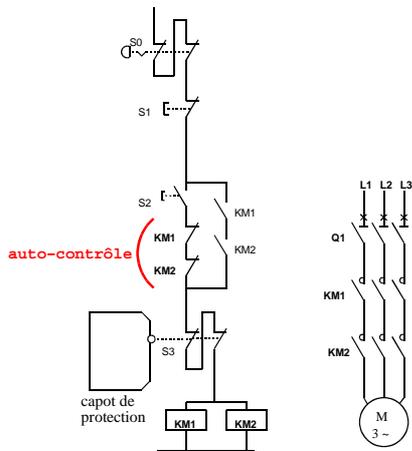
Redondance signifie que les composants de sécurité sont dédoublés, ainsi la défaillance d'un composant de sécurité n'entraîne pas la perte de la fonction de sécurité.



Exemple : sur le schéma ci-contre il y a redondance

- sur les contacteurs ; si un des deux contacteurs est collé l'autre maintient la fonction de sécurité,
- sur le contact de sécurité S3, si un des contacts est défaillant l'autre maintient la fonction de sécurité.

## Auto-contrôle



Si le contacteur KM1 est collé il ne sera plus possible de remettre en fonctionnement le moteur en appuyant sur S2 (contact 21-22 de KM1 ouvert).

Ainsi, à chaque mise sous tension, le bon fonctionnement des contacteurs est testé.