

Année 2018 - 2019 2<sup>ème</sup> A ELT  
BTS BLANC N° 2 2<sup>ème</sup> SEMESTRE  
E.S.E

(05 heures)

AUCUN DOCUMENT N'EST AUTORISE Y COMPRIS TOUT TELEPHONE PORTABLE

## MACHINE DE CONDITIONNEMENT DE BOUILLON

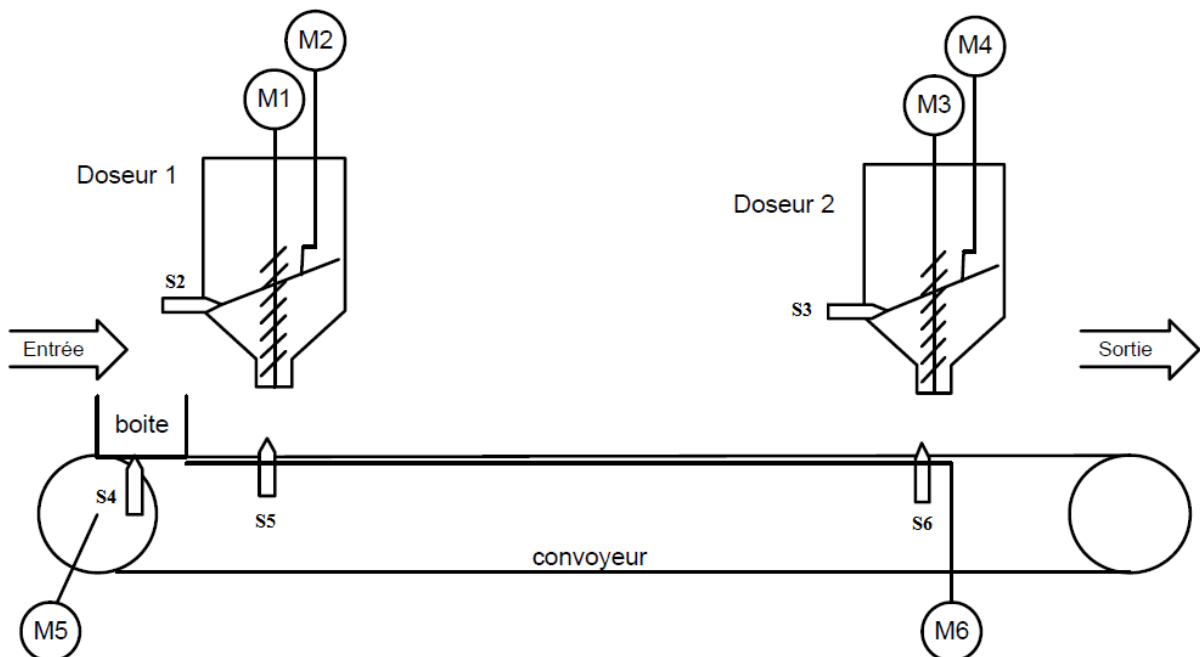
### 1. CAHIER DES CHARGES

Dans une industrie alimentaire, une machine est placée dans un hall de production de 200 mètres de long sur 100 mètres de large et 10 mètres de haut. Des allées sont prévues pour la circulation des chariots élévateurs.

Cette machine conditionne (mise en boîte) du bouillon (soupe) qui se présente sous la forme de poudre selon la recette voulue.

La machine réceptionne des boîtes vides à remplir et fournit à la sortie des boîtes pleines, prêtes à être emballées sur les palettes d'expédition.

#### 1-1. SYNOPTIQUE



## 1-2. DESCRIPTION

### 1.2.1- Actionneurs et pré Actionneurs

ACTIONS	ACTIONNEURS	PRE-ACTIONNEURS
Dosage du produit avec doseur 1	Moteur asynchrone triphasé avec freins <b>M1</b> : 380 v ; Pu = 1,5 kW; $\cos\phi = 0,75$ ; $\eta=0,76$ Démarreur variateur électronique de vitesse	KM1
Dosage du produit avec doseur 2	Moteur asynchrone triphasé avec freins <b>M3</b> : 380 v ; Pu = 1,5 kW; $\cos\phi = 0,75$ ; $\eta=0,76$ Démarreur variateur électronique de vitesse	KM3
Agitation du produit dans le doseur1	Moteur asynchrone triphasé avec freins <b>M2</b> : 380 v ; Pu = 1,5 kW; $\cos\phi = 0,75$ ; $\eta=0,76$ Démarreur direct	KM2
Agitation du produit dans le doseur 2	Moteur asynchrone triphasé avec freins <b>M4</b> : 380 v ; Pu = 1,5 kW; $\cos\phi = 0,75$ ; $\eta=0,76$ Démarreur direct	KM4
Convoyage des boîtes	Moteur asynchrone triphasé <b>M5</b> : 380v; Pu = 15 KW $\cos\phi = 0,8$ ; $\eta=0,82$ Démarreur YD longue dérivation	KM5 (contacteur ligne KM6 : contacteur KM7 : contacteur
Vibration les boîtes pour tasser le produit	Moteur asynchrone triphasé: <b>M6</b> : 220v ; Pu = 1,5KW ; $\cos\phi = 0,85$ ; $\eta=0,76$ Démarreur direct	KM8
Soulèvement des boîtes sur table élévatrice du doseur 1	Vérin double effet <b>1C</b>	1YV14
Abaissement des boîtes sur table élévatrice du doseur 1		1YV12
Soulèvement des boîtes sur table élévatrice du doseur 2	Vérin double effet <b>2C</b>	2YV14
Abaissement des boîtes sur table élévatrice du doseur 2		2YV12

### 1.2.2- Capteurs et auxiliaires de commande

REPERE	DESIGNATION	FONCTION
S3	Sonde de niveau	Présence de produit dans le doseur 2
S4	Cellule Photoélectrique	Présence de boîte sur le tapis
S5	Cellule Photoélectrique	Boîte sous le doseur 1
S6	Capteur Intelligent	Boîte sous le doseur 2
S7	Interrupteur	Fixe le poids manquant
S8	Fin de course	Arrêt demandé
1S0	Fin de course	Position "basse" de la table sous le doseur 1
1S1	Fin de course	Position "basse" de la table sous le doseur 1
2S0	Fin de course	Position "basse" de la table sous le doseur 2
2S1	Fin de course	Position "basse" de la table sous le doseur 2
S1	Bouton Poussoir	Départ cycle
S2	Sonde de niveau	Présence de produit dans le doseur 1

### 1.2.3- Signalisation

REPERE	DESIGNATION	FONCTION
H1	Voyant	Machine au repos
H2	Voyant	Mise sous tension
H3	Voyant	Doseur 1 fonctionne
H4	Voyant	Doseur 2 fonctionne

### 1.2.4- Protection et sécurité

L'installation est protégée par un disjoncteur différentiel général. Chaque circuit motorisé comporte un sectionneur porte-fusibles et un appareil de protection. La gestion du système est assurée par un API

### 1.2.5- Alimentation

- L'entreprise est alimentée par un transformateur triphasé HTA/BT : 20KV/400 V+N+PE de 50KVA
- La distance entre le TGBT (Tableau Général Basse Tension) et l'armoire électrique de la machine de conditionnement est de 150 mètres. La puissance de cette machine correspond à 30% de la puissance de la puissance du transformateur.

### 1.2.6- Gestion de l'installation

La gestion de SAP est assurée par un TSX 37

#### 1-3. FONCTIONNEMENT

Une boîte est insérée à l'entrée de la machine puis est bloquée sous le premier doseur. La boîte est levée par la première table élévatrice (non représentée) et est remplie à 90% de son poids total grâce à une vis d'Archimède (vis sans fin). Ce remplissage s'effectue en six minutes. Le produit est tassé dans la boîte par un vibreur.

Cette boîte est ensuite dirigée vers le deuxième doseur et est de nouveau bloquée. Lorsqu'elle se trouve sous le deuxième doseur, une table élévatrice (non représentée) intégrant un système de pesage la soulève, la pèse et fixe le temps de dosage qui n'excède pas 40 secondes. Le deuxième doseur ajuste alors le poids manquant. Puis la boîte est évacuée vers la sortie.

Pour gagner du temps, après le remplissage de la première boîte par le doseur 1, on effectue son ajustement par le doseur 2 pendant que le doseur 1 remplit la boîte suivante. La production se poursuivra ainsi, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de boîte à l'entrée du tapis, ou de produit dans l'un des doseurs au moins.

En cas de demande d'arrêt, on l'obtient en fin de cycle.

### **Nota bene:**

Il faut qu'il y ait constamment du produit dans les deux cuves de remplissage pour que le dosage volumétrique fonctionne correctement. Le volume de bouillon est déterminé par le nombre de tours de la vis d'Archimède.

## 2. TRAVAIL DEMANDE

1- Conformément au cahier des charges, décrivez le fonctionnement de ce SAP selon:

1.1 Un grafcet du point de vue partie opérative

1.2 Un grafcet du point de vue partie commande

2- Dessinez le schéma unifilaire partiel du circuit de puissance de l'installation comprenant : le poste HTA/BT, les moteurs M2, M5 et M6.

3- Le moteur M1 est commandé par un variateur de vitesse on vous demande de dessiner le schéma du circuit de puissance de ce variateur de vitesse sachant que le bloc redresseur est un redresseur commandé.

4- Complétez le schéma du circuit de puissance du moteur M1 (document à rendre page 13/13.)

5- La solution à 2 produits (démarreur direct avec disjoncteur) étant adoptée,

5.1- Choisissez l'appareillage de mise en œuvre de chacun des moteurs M2, M5 et M6.

5.2- Choisissez le variateur de vitesse A1 du moteur M1. Préciser les références des disjoncteurs et des contacteurs associés.

6- La machine de conditionnement équivaut à un récepteur triphasé équilibré de  $\cos\phi = 0,75$  (voir Fig.1 page 4/13).

6.1 Choix du câble C0 d'alimentation du coffret de la machine.

Le Disjoncteur D0 protège le câble C0 dont les caractéristiques et l'environnement sont les suivants :

- Longueur :  $L = 150$  m ; Désignation : U 1000 R2V4 ..... mm<sup>2</sup> (NF-USE)
- Le câble est posé sur le chemin de câble perforé avec deux autres câbles chargés multiconducteurs C3 et C5 (1 seule couche, pose jointive) ;
- Température ambiante :  $\Theta_a = 40^\circ\text{C}$  ;
- Facteur de correction (neutre chargé) :  $K_n = 1$  ;
- Facteur de correction dit de symétrie :  $K_s = 1$  ;

6.1.1 Précisez la lettre de sélection qui dépend du conducteur utilisé et de son mode de pose.

6.1.2 Calculez l'intensité fictive  $I_z$  prenant en compte le coefficient K.

6.1.3 Indiquez la section à retenir pour les conducteurs du câble C0 (phases et neutre) et la nature des âmes.

6.2 Un défaut franc se produit entre la phase Ph2 et la masse de la machine de conditionnement. En supposant que la section du conducteur de phase est de  $16\text{mm}^2$ , on vous demande de:

6.2.1 Dessinez le circuit de la boucle de défaut.

6.2.2 Calculez la tension de contact. Les personnes sont- elles en danger?

6.3- Le coulage des enroulements de ce transformateur est ci-dessous représenté (Fig.2). Déterminez l'indice horaire de ce transformateur et énoncez les conditions de mise en parallèle de deux transformateurs.

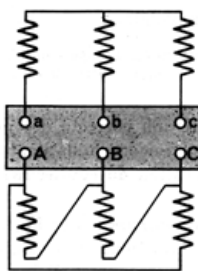


Figure2

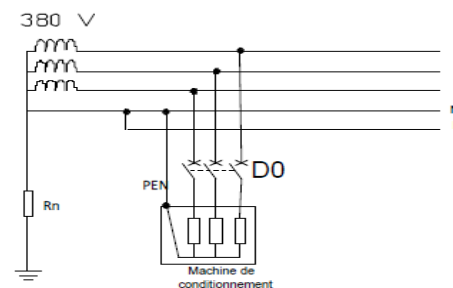


Figure 1

## Les fonctions de base des départs-moteurs



### Le sectionnement

Isoler les circuits de leur source d'énergie de manière sûre afin d'assurer la protection des personnes et des biens.



### L'interruption

Couper en pleine charge l'alimentation électrique d'une installation en cas d'arrêt d'urgence par exemple.



### La protection contre les courts-circuits

Détecter les courants supérieurs à 10 ou 13 fois le courant nominal considérés comme courants de défaut (assimilés à un courant de court-circuit).



### La protection contre les surcharges












Protéger les enroulements des moteurs et les circuits. Cette protection thermique tient compte des impératifs de démarrage grâce aux classes de déclenchement. Les surcharges détectées sont faibles et prolongées.



### La commutation

Assurer l'établissement et la coupure du circuit d'alimentation du moteur et garantir un nombre important de manœuvres (durabilité électrique).

## Exemples de solutions départs-moteurs

<p>solution "1 produit"</p> 	 <p>démarreur-contrôleur LU</p>
<p>solution "2 produits"</p> 	 <p>déjoncteur magnéto-thermique GV3 P</p> <p>+</p>  <p>contacteur LC1 DxxA</p> <p>=</p> 
<p>solution "3 produits"</p> 	 <p>déjoncteur magnétique GV3 L</p> <p>+</p>  <p>contacteur LC1 DxxA</p> <p>+</p>  <p>relais thermique LRD 3</p> <p>=</p> 

Commercialisation des nouveaux produits à partir de second semestre 2008

catalogue - Automatismes & Contrôle 2008

Chorus

☎ 02 47 812 000

# Démarrers directs avec disjoncteur Solution "2 produits" en coordination type 2



GV2 P  
+  
LC1 D



GV7 RS  
+  
LC1 D

De 0,06 à 110 kW sous 400/415 V

Disjoncteurs-moteurs magnétothermiques :

- GV2 P : voir page A321
- GV7 : voir page A328.

Contacteurs :

- LC1 D : voir page A214
- LC1 F : voir page A266.

Pour 2 sens de marche, dans le tableau ci-dessous, remplacer LC1 par LC2.

puissances normalisées des moteurs triphasés									disjoncteur référence (2)	domaine de réglage des déclencheurs thermiques A	contacteur référence
50/60 Hz en catégorie AC-3			440 V			500 V					
P kW	Ie A	Iq (1) kA	P kW	Ie A	Iq (1) kA	P kW	Ie A	Iq (1) kA			
0,06	0,22	130	0,06	0,19	130				GV2 P02 ou GV2 ME02 (3)	0,16... 0,25	LC1 D09
0,09	0,36	130	0,09	0,28	130				GV2 P03 ou GV2 ME03	0,25... 0,4	LC1 D09
			0,12	0,37	130						
0,12	0,42	130	0,18	0,55	130				GV2 P04 ou GV2 ME04	0,4... 0,63	LC1 D09
0,18	0,6	130									
0,26	0,88	130	0,26	0,76	130				GV2 P06 ou GV2 ME06	0,63... 1	LC1 D09
0,37	0,98	130	0,37	0,99	130						
0,66	1,5	130	0,66	1,36	130				GV2 P08 ou GV2 ME08	1... 1,6	LC1 D09
						0,37	1	130			
						0,66	1,21	130			
						0,76	1,5	130	GV2 P08 ou GV2 ME08	1... 1,6	LC1 D09
0,76	2	130	0,76	1,68	130	1,1	2	130	GV2 P07 ou GV2 ME07	1,6... 2,5	LC1 D09
			1,1	2,37	130						
1,1	2,5	130	1,6	3,06	130	1,6	2,6	130	GV2 P08 ou GV2 ME08	2,5... 4	LC1 D09
1,6	3,5	130				2,2	3,8	130			
2,2	5	130							GV2 P10 ou GV2 ME10	4... 6,3	LC1 D09
			2,2	4,42	50	3	5	50	GV2 ME10	4... 6,3	LC1 D09
			3	5,77	50						
			2,2	4,42	130	3	5	130	GV2 P10	4... 6,3	LC1 D09
			3	5,77	130						
3	6,5	130							GV2 P14 ou GV2 ME14	6... 10	LC1 D09
4	8,4	130									
			4	7,9	15	4	6,5	10	GV2 ME14 ou GV2 ME16	6... 10	LC1 D09
						6,6	9	10			
						4	6,5	50	GV2 P14 ou GV2 ME14	6... 10	LC1 D12
						6,6	9	50			
6,6	11	130	6,6	10,4	130	7,6	12	42	GV2 P16 ou GV2 ME16	9... 14	LC1 D12
			7,6	13,7	130	8	13,9	42			LC1 D26
7,6	14,8	50	8	16,9	50				GV2 P20 ou GV2 ME20	13... 18	LC1 D26
8	18,1	50	11	20,1	50	11	18,4	10	GV2 P21 ou GV2 ME21	17... 23	LC1 D26
11	21	50							GV2 P22 ou GV2 ME22	20... 25	LC1 D26
						16	23	10	GV2 P22 ou GV2 ME22	20... 25	LC1 D32
16	28,5	35	16	26,5	25	18,6	28,5	10	GV2 P32 ou GV2 ME32	25... 40	LC1 D32
16	28,5	70	16	26,5	65	18,6	28,5	50	GV7 R 840	25... 40	LC1 D40
18,6	35	70	18,6	32,8	65	22	33	50	GV7 R 840	25... 40	LC1 D40
			22	39	65				GV7 R 840	25... 40	LC1 D80
						30	45	50	GV7 R 860	30... 50	LC1 D80
						37	55	50	GV7 R 880	48... 80	LC1 D80
22	42	70							GV7 R 860	30... 50	LC1 D80
30	57	70	30	51,5	65				GV7 R 880	48... 80	LC1 D80
37	69	70	37	64	65				GV7 R 880	48... 80	LC1 D80
			45	76	65				GV7 R 880	48... 80	LC1 D80
						46	65	50	GV7 R 880	48... 80	LC1 D116
						66	80	50	GV7 R 880	48... 80	LC1 D116
46	81	70	66	90	65				GV7 R 8100	60... 100	LC1 D116
66	100	70	76	125	65	80	125	50	GV7 R 8160	90... 150	LC1 D160
76	135	70	80	146	65						
80	165	70	110	178	65	110	156	50	GV7 R 8220	132... 220	LC1 F186
110	200	70	132	215	65				GV7 R 8220	132... 220	LC1 F226
						132	187	50	GV7 R 8220	132... 220	LC1 F266
						180	220	50			

(1) La performance de coupure des disjoncteurs GV2 P peut être augmentée par un additif limiteur GV1 L3, voir page A326.

(2) Pour 2 sens de marche, remplacer LC1 par LC2.

(3) GV2 ME—coordination type 2 pour 400/415 V et 440 V.

Caractéristiques :  
60603/2 à 60603/5  
Références :  
pages 60604/2 à 60604/5  
Encombrements, schémas :  
pages 60605/2 à 60605/4  
Réglages, fonctions  
pages 60607/2 à 60607/7

## Altivar 18 Départs-moteurs

### Associations à monter par vos soins

#### Applications

Assurer la protection des personnes et des biens quels que soient les niveaux de surintensité rencontrés (surcharge ou court-circuit). Réduire les coûts de maintenance en cas d'incident en minimisant les temps d'intervention et les frais de remplacement du matériel.

Les associations proposées assurent la **coordination type 2**. C'est-à-dire : aucun dommage ni dérèglement n'est admis. L'isolement doit être conservé après incident, le départ moteur doit être en mesure de fonctionner après suppression du court-circuit. Le risque de soudure des contacts du contacteur est admis si ceux-ci peuvent être facilement séparés.

Avant de remettre en service une inspection rapide est suffisante.

#### Composition des contacteurs

LC1-D09 à LC1-D32 : 3 pôles + 1 contact auxiliaire "F".

LC1-D40 : 3 pôles + 1 contact auxiliaire "F", + 1 contact auxiliaire "O"



GV2-L  
+  
LC1-D  
+  
ATV-18

Puissances normalisées des moteurs triphasés 4 pôles 50/60 Hz 230 V P (1)		Disjoncteur Référence	Calibre	Courant de court-circuit maxi.	Contacteur Référence de base à compléter par le repère de la tension (2)	Variateur de vitesse Référence
kW	HP		A	kA		
0,37	0,5	GV2-L08	4	50	LC1-D0910**	ATV-18U09M2
0,75	1	GV2-L14	10	50	LC1-D1810**	ATV-18U18M2
1,5	2	GV2-L16	14	50	LC1-D2510**	ATV-18U29M2
2,2	3	GV2-L20	18	50	LC1-D2510**	ATV-18U41M2
3	-	GV2-L20	18	50	LC1-D2510**	ATV-18U54M2
4	5	GV2-L22	25	50	LC1-D2510**	ATV-18U72M2
5,5	7,5	NS80HMA50	50	100	LC1-D3210**	ATV-18U90M2
7,5	10	NS80HMA50	50	100	LC1-D4011**	ATV-18D12M2

(1) Les valeurs exprimées en HP sont conformes au NEC (National Electrical Code).

(2) Tensions du circuit de commande existantes (délai variable : consulter notre agence régionale).

Circuit de commande en courant alternatif.

LC1-D	Volts ~	24	42	48	110	220/230	230	240	380/400	400	415	440	500	660
	50 Hz	B5	D5	E5	F5	M5	P5	U5	Q5	V5	N5	R5	S5	Y5
	60 Hz	B6	D6	E6	F6	M6	-	U6	Q6	-	-	R6	-	-
	50/60 Hz	B7	D7	E7	F7	M7	P7	U7	Q7	V7	N7	R7	-	-

Autres tensions entre 24 et 660 V, ou circuit de commande en courant continu, consulter notre agence régionale.

#### Tension d'alimentation triphasée 400 à 480 V

Pour moteurs 0,75 à 16 kW ou 1 à 20 HP

Disjoncteur-moteur NS80HMA : produit commercialisé sous la marque Merlin Gerin.

#### Composition des contacteurs

LC1-D18 à LC1-D32 : 3 pôles + 1 contact auxiliaire "F".

LC1-D40 et LC1-D50 : 3 pôles + 1 contact auxiliaire "F", + 1 contact auxiliaire "O"



NS80HMA  
+  
LC1-D  
+  
ATV-18

Puissances normalisées des moteurs triphasés 4 pôles 50/60 Hz 400 V P (1)		Disjoncteur Référence	Calibre	Courant de court-circuit maxi.	Contacteur Référence de base à compléter par le repère de la tension (2)	Variateur de vitesse Référence
kW	HP		A	kA		
0,75	1	GV2-L08	4	20	LC1-D0810**	ATV-18U18N4
1,5	2	GV2-L10	6,3	20	LC1-D1810**	ATV-18U28N4
2,2	3	GV2-L14	10	20	LC1-D1810**	ATV-18U41N4
3	-	GV2-L16	14	20	LC1-D2510**	ATV-18U64N4
4	5	GV2-L18	14	20	LC1-D2510**	ATV-18U72N4
5,5	7,5	GV2-L20	18	20	LC1-D2510**	ATV-18U90N4
7,5	10	GV2-L22	25	20	LC1-D2510**	ATV-18D12N4
11	15	NS80HMA50	50	35	LC1-D4011**	ATV-18D16N4
15	20	NS80HMA50	50	35	LC1-D5011**	ATV-18D28N4

(1) Les valeurs exprimées en HP sont conformes au NEC (National Electrical Code).

(2) Tensions du circuit de commande existantes (délai variable : consulter notre agence régionale).

Circuit de commande en courant alternatif.

LC1-D	Volts ~	24	42	48	110	220/230	230	240	380/400	400	415	440	500	660
	50 Hz	B5	D5	E5	F5	M5	P5	U5	Q5	V5	N5	R5	S5	Y5
	60 Hz	B6	D6	E6	F6	M6	-	U6	Q6	-	-	R6	-	-
	50/60 Hz	B7	D7	E7	F7	M7	P7	U7	Q7	V7	N7	R7	-	-

Autres tensions entre 24 et 660 V, ou circuit de commande en courant continu, consulter notre agence régionale.

## Vérifications préliminaires

Sortir l'Altivar 18 de son emballage, et vérifier qu'il n'a pas été endommagé pendant le transport. S'assurer que la référence du variateur inscrite sur l'étiquette est conforme au bordereau de livraison correspondant au bon de commande.

## Choix du variateur

Réseau Tension d'alimen- tation	Courant de ligne (1) à U1 à U2		Moteur Puissance indiquée sur plaque		Altivar 18 Courant de sortie perman- ent		Puis- sance transi- toire maxi (2)	Puis- sance dissipée à la charge nominale	Référence	Masse
	V	A	A	kW	HP	A				
U1...U2 200...240 50/60 Hz monophasé	4,4	3,9	0,37	0,5	2,1	3,1	23	ATV-18U09M2	1,5	
	7,6	6,8	0,75	1	3,6	5,4	39	ATV-18U18M2	1,5	
	13,9	12,4	1,5	2	6,8	10,2	60	ATV-18U29M2	2,1	
	19,4	17,4	2,2	3	9,6	14,4	78	ATV-18U41M2	2,8	
200...230 50/60 Hz triphasé	16,2	14,9	3	-	12,3	18,5	104	ATV-18U54M2	3,3	
	20,4	18,8	4	5	16,4	24,6	141	ATV-18U72M2	3,3	
	28,7	26,5	5,5	7,5	22	33	200	ATV-18U90M2	7,8	
	38,4	35,3	7,5	10	28	42	264	ATV-18D12M2	7,8	
380...460 50/60 Hz triphasé	2,9	2,7	0,75	1	2,1	3,2	24	ATV-18U18N4	2	
	5,1	4,8	1,5	2	3,7	5,6	34	ATV-18U29N4	2,1	
	6,8	6,3	2,2	3	5,3	8	40	ATV-18U41N4	3,1	
	9,8	8,4	3	-	7,1	10,7	60	ATV-18U54N4	3,3	
	12,5	10,9	4	5	9,2	13,8	94	ATV-18U72N4	3,3	
	16,9	15,3	5,5	7,5	11,8	17,7	135	ATV-18U90N4	8	
	21,5	19,4	7,5	10	16	24	175	ATV-18D12N4	8	
	31,8	28,7	11	15	22	33	261	ATV-18D18N4	12	
	42,9	38,6	15	20	29,3	44	342	ATV-18D23N4	12	

(1) Valeur typique sans inductance additionnelle.  
(2) Pendant 60 secondes.

L'Altivar 18 a été conçu pour alimenter les moteurs d'une puissance adaptée à chacun de ses calibres.

## DENOMINATION SYMBOLIQUE DES CÂBLES

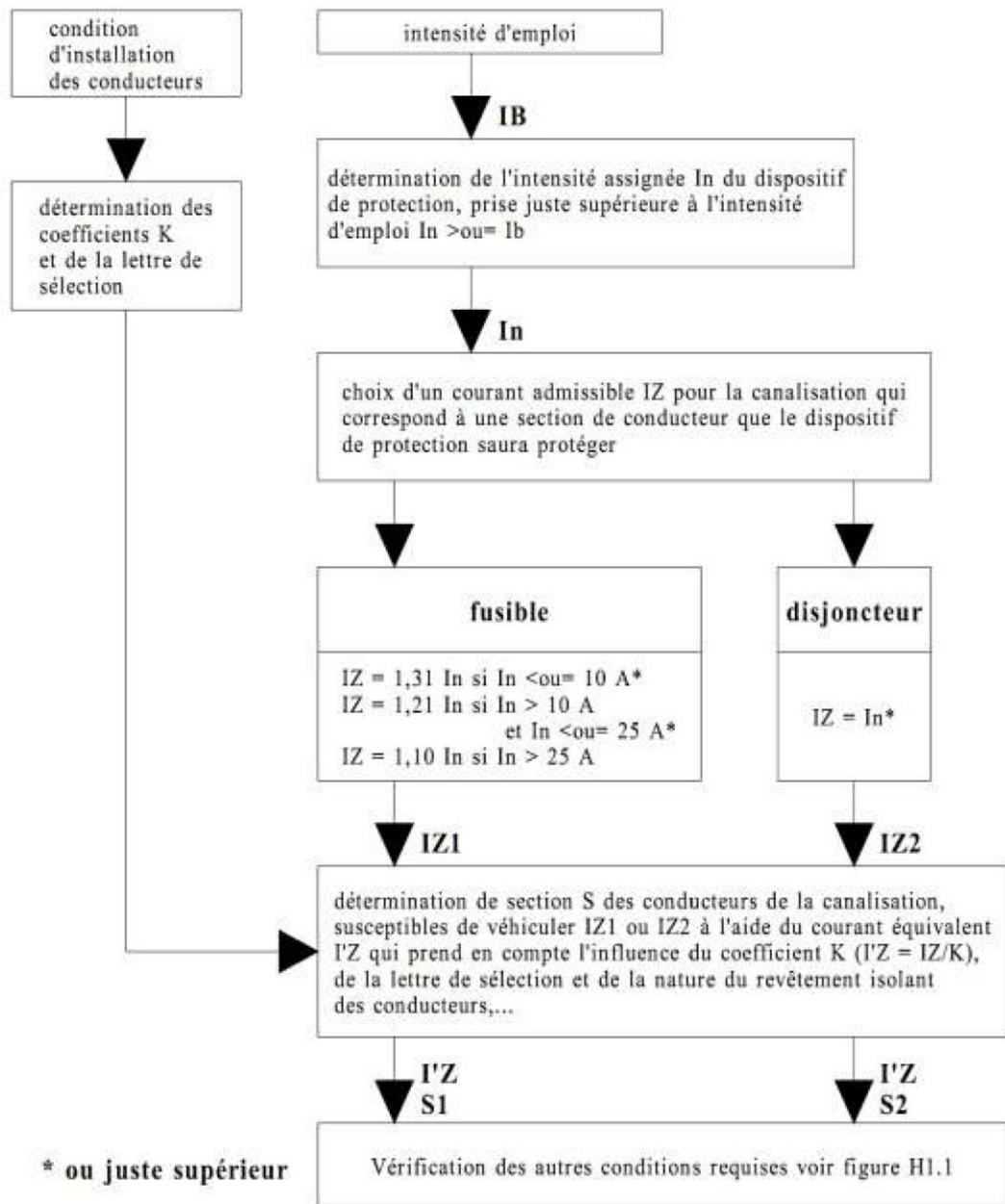
Les conducteurs et câbles définis par une norme UTE sont désignés à l'aide d'un système harmonisé ou bien à l'aide du système UTE traditionnel selon qu'il s'agit de modèles concernés ou non par l'harmonisation en vigueur dans le cadre du CENELEC.  
Ces deux systèmes de désignation sont repris par la norme NF C 30-202 et HD 351 et comprennent une suite de symboles disposés de gauche à droite, dans l'ordre, dont un extrait est donné ci-dessous.

Désignation ← HAR → CENELEC		Désignation NF-USE	
Signification du symbole	Symbole	Symbole	Signification du symbole
Série harmonisée	H	U	Câble faisant l'objet d'une norme UTE
Série nationale reconnue	A	250	250 V
Série nationale autre	FR-N	500	500 V
300/300 V	03	1000	1000 V
300/500 V	05	absence de lettre	Ame rigide
450/750 V	07	S	Ame souple
0,6/1 kV	1	absence de lettre	Cuivre
PVC	V	A	Aluminium
Caoutchouc vulcanisé	R	C	Caoutchouc vulcanisé
Polyéthylène réticulé	X	R	Polyéthylène réticulé
Ruban en acier galvanisé les conducteurs	D	V	Polychlorure de vinyle
Armure en feuillard acier	Z4	G	Gaine vulcanisée
PVC	V	O	Aucun bourrage ou bourrage ne formant pas gaine
Caoutchouc vulcanisé	R	1	Gaine d'assemblage et de protection formant bourrage
Polyéthylène réticulé	N	2	Gaine de protection épaisse
Câbles ronds	absence de lettre	C	Caoutchouc vulcanisé
Câbles méplat "divisible"	H	N	Polychloroprène ou équivalent
Câble méplat "non divisible"	HS	V	PVC
Cuivre	absence de lettre	P	Gaine de plomb
Aluminium	-A	F	Feuillards acier
Rigide, massive, ronce	-LP	Z	Zinc ou autre métal
Rigide, câblée, ronce	-R*	absence de lettre	Câble rond
Rigide, câblée, sectoriale	-S*	M	Câble méplat
Rigide, massive, sectoriale	-W*		
Souple, classe 5 pour installation fixe	-K		
Souple, classe 5	-F		
Souple, classe 6	-H		
Souple pour soudure	-D		
Extra-souple pour soudure	-E		

\* pour les câbles à âmes en aluminium, le tiret précédant le symbole est à supprimer



## Logigramme de la détermination de la section d'une canalisation



On commence par déterminer le courant admissible dans la canalisation  $I_z$  ( $I_{z1}$  si protection par fusible,  $I_{z2}$  si protection par disjoncteur).

Pour déterminer la section des conducteurs de phase il faut :

■ déterminer une méthode de référence désignée par une lettre de sélection qui prend en compte :

- le type de circuit (monophasé, triphasé, etc.) et
- le mode de pose : puis

■ déterminer le coefficient  $K$  du circuit considéré qui résume les influences ci-dessous :

- le mode de pose ;
- le groupement des circuits ;
- la température ambiante ;
- neutre chargé ou non et de la symétrie.

## Protection contre les surcharges et contre les courts-circuits (règles générales)

### 1. Protection contre les surcharges

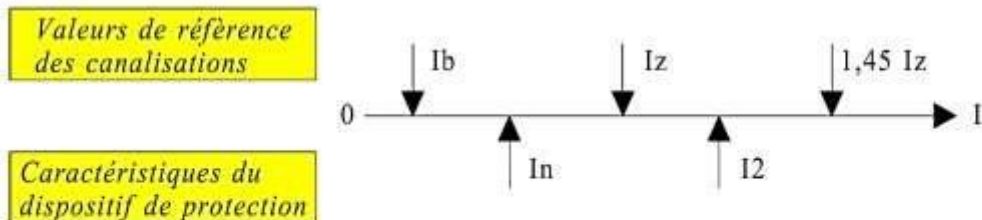
La protection contre les surcharges est assurée lorsque :

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

- I<sub>b</sub>** courant d'emploi du circuit,  
**I<sub>n</sub>** courant nominal du dispositif de protection (pour les appareils réglables remplacer **I<sub>n</sub>** par **I<sub>r</sub>**),  
**I<sub>z</sub>** courant admissible dans la canalisation à protéger.

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

- I<sub>2</sub>** courant conventionnel de fonctionnement du dispositif de protection.



### 2. Protection contre les courts-circuits

La protection contre les courts-circuits est assurée lorsque :

$$P_{dc} \geq I_{cc}$$

- P<sub>dc</sub>** pouvoir de coupure du dispositif de protection contre les courts-circuits,  
**I<sub>cc</sub>** intensité du courant de court-circuit à l'endroit où est installé ce dispositif.

$$\sqrt{t} \leq \frac{K S}{I_{cc}}$$

- t** temps de coupure en secondes du dispositif de protection,  
**S** section en mm<sup>2</sup>,  
**I<sub>cc</sub>** courant de court-circuit effectif en A efficace,  
**K** coefficient (115 pour les conducteurs cuivre à isolant PVC, 135 pour les conducteurs cuivre à isolant PRC et respectivement 74 et 87 pour les conducteurs en aluminium).

# Détermination des sections de câbles

Les tableaux ci-contre permettent de déterminer la section des conducteurs de phase d'un circuit.

Ils ne sont utilisables que pour des canalisations non enterrées et protégées par disjoncteur.

Pour obtenir la section des conducteurs de phase, il faut :

- déterminer une lettre de sélection qui dépend du conducteur utilisé et de son mode de pose
- déterminer un coefficient K qui caractérise l'influence des différentes conditions d'installation.

Ce coefficient K s'obtient en multipliant les facteurs de correction, K1, K2, K3, Kn et Ks :

- le facteur de correction K1 prend en compte le mode de pose
- le facteur de correction K2 prend en compte l'influence mutuelle des circuits placés côte à côte
- le facteur de correction K3 prend en compte la température ambiante et la nature de l'isolant
- le facteur de correction du neutre chargé Kn
- le facteur de correction dit de symétrie Ks.

## Lettre de sélection

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
	<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>	C
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>	E
	<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>	F

## 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
C	■ vides de construction et caniveaux	0,95
	■ 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	encastrés ou noyés dans les parois	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38
	simple couche sur les murs ou les planchers ou tablettes non perforées	1,00	0,85	0,78	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	0,70		
C	simple couche au plafond	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61	0,61		
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	0,72		
	simple couche sur des échelles à câbles, corbeaux, etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78	0,78		

Lorsque les câbles sont disposés en plusieurs couches, appliquer en plus un facteur de correction de :

- 0,80 pour deux couches
- 0,73 pour trois couches
- 0,70 pour quatre ou cinq couches.

## 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	1,07	1,04
30	1,00	1,00	1,00
35	0,93	0,93	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	0,78
60	—	0,50	0,71

## Facteur de correction Kn

(selon la norme NF C15-100 § 523.5.2)

- Kn = 0,84

## Facteur de correction dit de symétrie Ks

(selon la norme NF C15-105 § B.5.2)

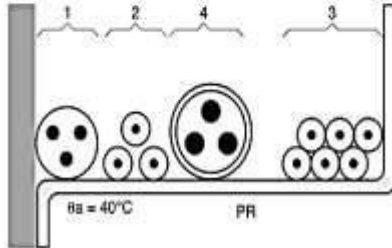
- Ks = 1 pour 2 et 4 câbles par phase avec le respect de la symétrie
- Ks = 0,8 pour 2, 3 et 4 câbles par phase si non respect de la symétrie.

**Exemple d'un circuit à calculer selon la méthode NF C15-100 § 523.7**

Un câble polyéthylène réticulé (PR) triphasé + neutre (4<sup>e</sup> circuit à calculer)

est tiré sur un chemin de câbles perforé, conjointement avec 3 autres circuits constitués :

- d'un câble triphasé (1<sup>er</sup> circuit)
  - de 3 câbles unipolaires (2<sup>e</sup> circuit)
  - de 6 câbles unipolaires (3<sup>e</sup> circuit) : ce circuit est constitué de 2 conducteurs par phase.
- La température ambiante est de 40 °C et le câble véhicule 58 ampères par phase.  
On considère que le neutre du circuit 4 est chargé.



La lettre de sélection donnée par le tableau correspondant est E.

Les facteurs de correction K1, K2, K3 donnés par les tableaux correspondants sont respectivement :

- K1 = 1
- K2 = 0,77
- K3 = 0,91.

Le facteur de correction neutre chargé est :

- Kn = 0,84.

Le coefficient total K = K1 x K2 x K3 x Kn est donc 1 x 0,77 x 0,91 x 0,84 soit :

- k = 0,59.

**Détermination de la section**

On choisira une valeur normalisée de In juste supérieure à 58 A, soit In = 63 A.

Le courant admissible dans la canalisation est Iz = 63 A. L'intensité fictive I'z prenant en compte le coefficient K est I'z = 63/0,59 = 106,8 A.

En se plaçant sur la ligne correspondant à la lettre de sélection E, dans la colonne PR3, on choisit la valeur immédiatement supérieure à 106,8 A, soit, ici :

- pour une section cuivre 127 A, ce qui correspond à une section de 25 mm<sup>2</sup>,
- pour une section aluminium 122 A, ce qui correspond à une section de 35 mm<sup>2</sup>.

**Détermination de la section minimale**

Connaissant I'z et K (I'z est le courant équivalent au courant véhiculé par la canalisation : I'z = Iz/K), le tableau ci-après indique la section à retenir.

lettre de sélection	isolant et nombre de conducteurs chargés (3 ou 2)									
	caoutchouc ou PVC			butyle ou PR ou éthylène PR						
	B	PVC3	PVC2	PR3	PR2	PR2	PR2	PR2		
C		PVC3		PVC2	PR3		PR2			
E			PVC3		PVC2	PR3		PR2		
F				PVC3		PVC2	PR3	PR2		
section cuivre (mm <sup>2</sup> )	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
	500					749	868	946		1 083
	630					855	1 005	1 088		1 254
section aluminium (mm <sup>2</sup> )	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	59	62	67	
	16	53	59	61	66	73	79	84	91	
	25	70	73	78	83	90	98	101	108	121
	35	86	90	96	103	112	122	126	135	150
	50	104	110	117	125	136	149	154	164	184
	70	133	140	150	160	174	192	198	211	237
	95	161	170	183	195	211	235	241	257	289
	120	186	197	212	226	245	273	280	300	337
	150		227	245	261	283	316	324	346	389
	185		259	280	298	323	363	371	397	447
	240		305	330	352	382	430	439	470	530
	300		351	381	406	440	497	508	543	613
	400					526	600	663		740
	500					610	694	770		856
	630					711	808	899		996

# Départ moteur M1 : Document à rendre

L1 \_\_\_\_\_  
L2 \_\_\_\_\_  
L3 \_\_\_\_\_  
PE \_\_\_\_\_

