

I INTRODUCTION

Réflexion faite et malgré le manque de données initiales, je vais reprendre le problème posé par notre ami Ouama2016. Ma réponse qui ne peut être que partielle devrait lui permettre d'une part de l'orienter vers une solution viable et d'autre part d'éveiller la curiosité de certains d'entre-vous.

Note 1 :

Les organismes de contrôle au cours de leurs missions de contrôle sont certainement confrontés régulièrement à ce genre de situation. La méthode décrite ci-après conforme au guide UTE C 15-105 peut être une aide précieuse dans l'exercice de leur métier. Après avoir pris connaissance de cette petite note, j'attends leurs commentaires.

Note 2 :

Je suppose que l'installation électrique du moteur de 18,5kW (objet de la question) sera réalisée en Kula Lumpur (Capitale de la Malaisie), en conséquence, il appartiendra à Ouama2016 de vérifier la réglementation applicable dans son pays. La solution qui va suivre a été établie en respectant la méthode de calcul « dite méthode conventionnelle » retenue dans le guide UTE C 15-105. Pour simplifier, ce texte est la transcription en droit français du document CENELEC R064-003. En cas de non application des textes précédents, Ouama2016 pourra se reporter aux normes Internationales.

II ETUDE d'une INSTALLATION ELECTRIQUE

Il est utile de rappeler que l'étude d'une canalisation électrique doit satisfaire simultanément aux 6 conditions suivantes :

- 1- Intensité admissible
- 2- Protection contre les surcharges (non vérifié ici du fait du manque de données)
- 3- Vérification de la chute de tension
 - En régime normal.
 - En régime de démarrage.
- 4- Vérification de la protection contre les courts-circuits.
- 5- Vérification de la protection contre les contacts indirects.
- 6- Vérification de la contrainte thermique maximale que peut supporter les conducteurs (non vérifié ici du fait du manque de données) En toute rigueur la vérification du point 3 doit satisfaire à cette condition.

Les tableaux construits respectent la condition $I^2t = k^2 S^2$

Etude de la section économique (facultative).

III ETUDE de CAS

Ma réponse sera construite comme suit :

A partir des quelques données de notre ami Ouama2016, j'ai réalisé un schéma multifilaire (J'ai utilisé l'un des schémas type que j'avais réalisé pendant mon activité professionnelle).

Je propose l'étude de deux circuits ayant les mêmes caractéristiques techniques à l'exception des dispositifs de protection contre les surintensités :

1. **Cas d'étude N°1** : Protection par association fusibles HPC de type aM et d'un relai thermique.
2. **Cas d'étude N°2** : Protection par Disjoncteur Moteur type GV3 L.

Pour ne pas alourdir ma réponse, j'ai limité cette étude au schéma des liaisons à la terre du type TN, au vu des éléments fournis, le lecteur l'adaptera.

Au vu du document qui va suivre, je laisse le soin au lecteur de trouver les meilleures solutions afin que la canalisation réponde simultanément aux conditions prédéfinies.

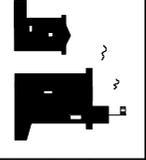
IV CONCLUSION

Il est urgent de se hâter lentement avant d'affirmer que la section de câble retenue est correcte. Ici nous en avons un exemple type. Je reste toujours méfiant des études toutes faites trouvées dans certains catalogues constructeurs. Seule l'étude complète permet de trancher.

Afin que cette canalisation réponde aux précédents critères, il conviendra au technicien bureau d'études chargé de l'électricité d'opter pour des mesures complémentaires. Parmi celles ci on peut citer :

- Augmentation de la section de la canalisation.

- Augmentation de la section du conducteur P_e ou P_{en} → Ceci peut également à augmenter la section des conducteurs de phases.
- Remplacement de l'appareillage.
Vous avez ici un exemple de ce l'on peut faire : Opter pour une association Fusible HPC/Relai thermique plutôt qu'un disjoncteur moteur. Je crois que la guerre fusible HPC/Disjoncteur va être relancée.
- Modifier les réglages des déclencheurs (thermiques ou magnétiques) ou le calibre voire le type des fusibles HPC
Il est fortement recommandé de ne pas opter pour des réglages plus faibles, ceci pourrait être contre productif. Je pense en particulier au risque non démarrage du moteur (déclenchement intempestif)
- Opter pour des liaisons équipotentielles locales.
- Emploi d'un DDR.

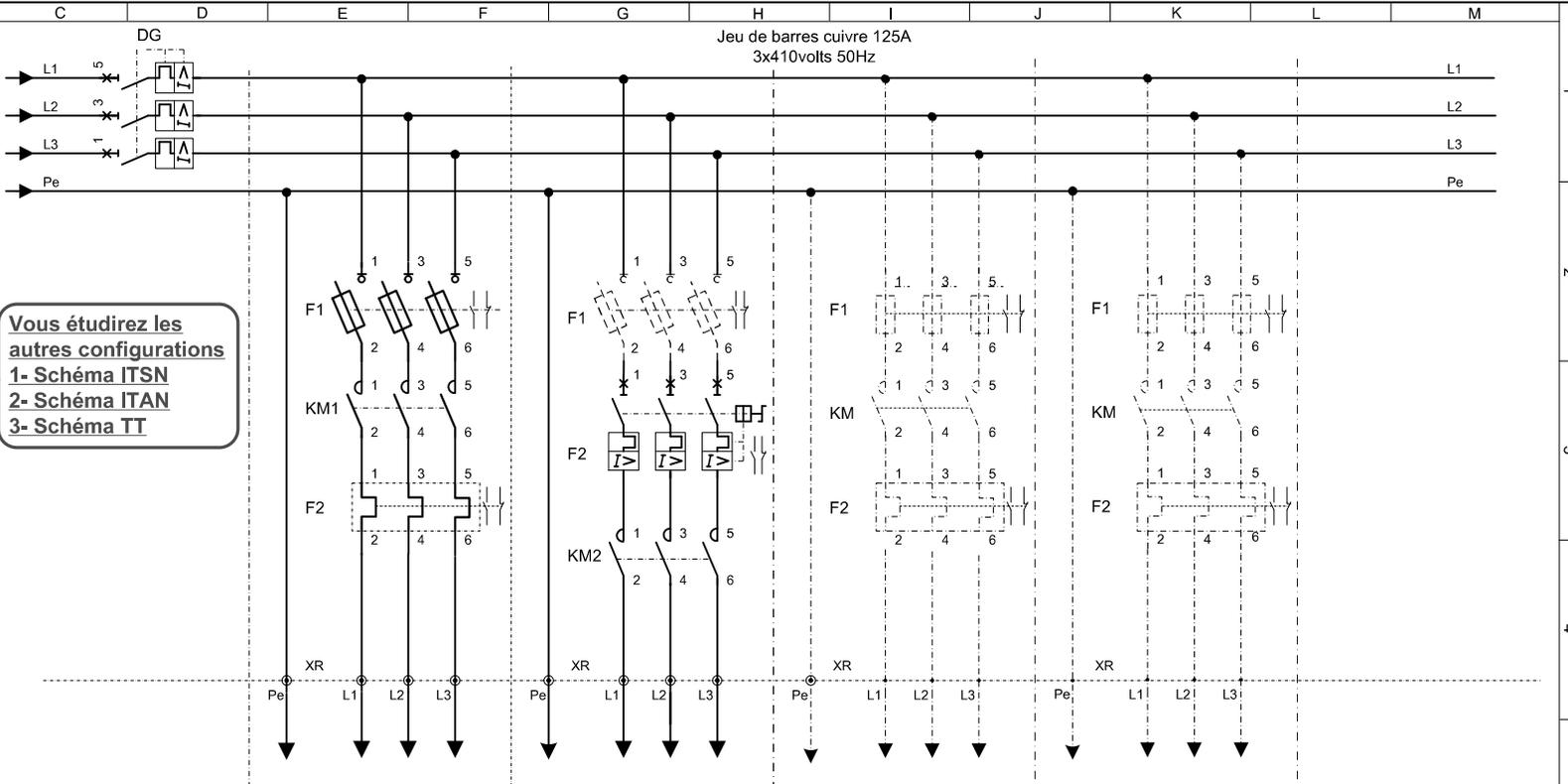


Dessiné par
JM BEAUSSY
Date
06/02/2002

Modifié le :
07/01/2016

DEPARTS MOTEURS

	A	B
VI	Tension d'alimentation	3x415Volts
V	Fréquence	50Hz
IV	SLT	TN
III	$I_{k3\ max}$	xxxxkA
II	Idéfaut	xxxxkA
I	Tension de sécurité UL=	50Volts
00		
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		



Vous étudierez les autres configurations
1- Schéma ITSN
2- Schéma ITAN
3- Schéma TT

20	Situation / N° de circuit		Disjoncteur Général / XXX			Cas d'étude N°1			Cas d'étude N°2			Réserve 2			Réserve 3			XX																							
21	Repère des équipements		DG			F1			KM			F2			F1			F2			KM2			F1			KM			F2			F1			KM			F2		
22	Désignation		XXX			XXX			XXX			XXX			XX			XX			XX			XX			XX			XX			XX			XX					
23	Courant d'emploi Ib (A)		Ib = 60A			In = 37A			Idém = 230A			In = 37A			Idém = 230A			XXX			XX			XX			XX			XX			XX								
24	$\cos \varphi_n$	$\cos \varphi_{dém}$	0,8			0,78			0,3			0,78			0,3																										
25	Puissance (kW)	Vitesse (tr/mn)	?			18,5 kW			1500			18,5 kW			1500			XX			XX			XX			XX			XX			XX								
26	PC (kA)	P de F (kA)	?			?			100kA			Icu = Ics = 50kA			XX			XX			XX			XX			XX			XX			XX								
27	Irth (A)	Imag (kA)	60			?			Irth=37A			Sans Objet			Irth=37A			Imag=560A			XX			XX			XX			XX			XX								
28	Interrupteur-sectionneur à fusibles		XXXX			XXXX			XXXX			XXXX			XXXX			XX			XX			XX			XX			XX			XX								
29	Contacteur (Catégorie AC3)		Sans objet																																						
30	Bloc de contact auxiliaires / additifs		?																																						
31	HPC (Taille)	Type	I _{assigné} (A)			14x51			aM			40A			XXX			XXX			XXX			14x51			aM			XXX			14x51			aM			XX		
32	Réf Rth	Domaine de réglage		Déclencheur fixe 60A			LRD 3355			30 à 40A			LRD 3355			30 à 40A			XX			XXX			XX			XX			XX			XX			XX				
33	Type de Coordination					Type 2						Type 2						Type 2						Type 2						Type 2											
34	Commentaire											Réglage fixe (tolérance ± 20%)																													
35	Nature, Section des câbles en mm²		Jeu de barres cuivre 4x125A			U1000RO2V 4G10mm²			U1000RO2V 4G10mm²			U1000RO2V 4G10mm²																													
36	Chutes de tension (%)		?			$\Delta u_n = 4,87$			$\Delta u_{dém} = 12,58$			$\Delta u_n = 4,87$			$\Delta u_{dém} = 12,58$			$\Delta u_n =$			$\Delta u_{dém} =$			$\Delta u_n =$			$\Delta u_{dém} =$			$\Delta u_n =$			$\Delta u_{dém} =$								
37	Protection contre les CC (m)					$L_{posée} = 170m$			$L_{max\ CC} = 191m$			$L_{posée} = 170m$			$L_{max\ CC} = 107m$			$L_{posée}$			$L_{max\ CC}$			$L_{posée}$			$L_{max\ CC}$			$L_{posée}$			$L_{max\ CC}$								
38	Protection contre les CI (m)					$L_{posée} = 170m$			$L_{max\ CI} = 76m$			$L_{posée} = 170m$			$L_{max\ CI} = 59m$			$L_{posée}$			$L_{max\ CI}$			$L_{posée}$			$L_{max\ CI}$			$L_{posée}$			$L_{max\ CI}$								
39	Observations					Revoir ce circuit : $\Delta u_{démarrage}$ Trop élevée Protection contre les CI non assurée						Revoir ce circuit : $\Delta u_{démarrage}$ Trop élevée Protection contre les CC et CI non assurée																													

Chute de tension en fonctionnement normal

Limite max imposée par le constructeur.
(Garantie des caractéristiques affichées)

Cos φ du moteur
(Valeur plaquée)

En fonctionnement normal

DETERMINATION des LONGUEURS MAXIMALES des CANALISATIONS

La température des canalisations étant calculée égale à 65°C

CANALISATION : TRIPHASEE

CANALISATION MULTI ou UNIPOLAIRE : MULTI

CUIVRE

$U_{ph/ph} = 415$
 $\Delta u (\%) = 5$

à Cos φ 0,78

$\rho l = 23,15 \text{ m}\Omega\text{mm}^2/\text{m}$
 $\lambda = 0,08 \text{ m}\Omega/\text{m}$

Canalisation		Longueurs en mètres pour I en Ampères								
	Ib (A)	32	33	34	35	36	37	38	39	40
S(mm ²)	Z Ω/km	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9
1,5	12,09	31	30	29	28	28	26,8	26,1	25,4	25
2,5	7,27	51	50	48	47	46	45	43	42	41
4	4,56	82	80	77	75	73	71	69	67	66
↓	3,06	122	119	115	112	109	106	103	100	98
10	1,86	202	196	190	184	179	174	170	166	161
16	1,18	318	308	299	290	282	275	268	261	254
25	0,77	485	470	456	443	431	419	408	398	388
35	0,57	662	641	623	605	588	572	557	543	529
50	0,41	911	883	857	832	809	787	767	747	728
70	0,31	1216	1179	1144	1111	1080	1051	1024	997	972
95	0,24	1559	1512	1467	1425	1386	1348	1313	1279	1247
120	0,20	1867	1810	1757	1707	1660	1615	1572	1532	1494
150	0,170	2197	2130	2067	2008	1953	1900	1850	1802	1757
185	0,148	2535	2459	2386	2318	2254	2193	2135	2080	2028
240	0,125	2988	2897	2812	2732	2656	2584	2516	2452	2390
300	0,110	3396	3293	3196	3105	3018	2937	2860	2786	2717
400	0,095	3932	3813	3701	3595	3496	3401	3312	3227	3146
500	0,0862	4344	4213	4089	3972	3862	3757	3658	3565	3476

Chute de tension au démarrage

DETERMINATION des LONGUEURS MAXIMALES des CANALISATIONS
 La température des canalisations étant calculée égale à 65°C
CANALISATION : TRIPHASEE
CANALISATION MULTI ou UNIPOLAIRE : MULTI
CUIVRE

$U_{ph/ph} = 415$ à $\cos \varphi 0,3$ $\rho_l = 23,15 \text{ m}\Omega\text{mm}^2/\text{m}$
 $\Delta u (\%) = 10$ $\lambda = 0,08 \text{ m}\Omega/\text{m}$

Limite max imposée

Canalisation		Longueurs en mètres pour I en Ampères								
Ib (A)		200	210	220	230	240	250	260	270	280
S(mm ²)	Z Ω/km	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9
1,5	4,71	25	24	23	22	21	20,4	19,6	18,9	18
2,5	2,85	42	40	38	36	35	34	32	31	30
4	1,81	66	63	60	57	55	53	51	49	47
6	1,23	97	92	88	84	81	78	75	72	69
10	0,77	155	148	141	135	130	124	120	115	111
16	0,51	235	224	213	204	196	188	181	174	168
25	0,35	338	322	308	294	282	271	260	251	242
35	0,27	436	415	396	379	363	349	335	323	311
50	0,22	557	530	506	484	464	445	428	412	398
70	0,18	683	650	620	594	569	546	525	506	488
95	0,15	802	764	729	697	668	641	617	594	573
120	0,13	893	850	812	776	744	714	687	661	638
150	0,123	977	931	888	850	814	782	752	724	698
185	0,114	1052	1002	957	915	877	842	809	779	752
240	0,105	1138	1084	1035	990	949	911	876	843	813
300	0,099	1204	1147	1095	1047	1004	964	927	892	860
400	0,094	1279	1218	1163	1112	1066	1023	984	947	913
500	0,0902	1328	1265	1207	1155	1107	1062	1022	984	949

La chute de tension au démarrage est 12,58%

Celle-ci excède les 10% imposé **La section de la canalisation est insuffisante**

Protection contre les courts-circuits (Cas des fusibles HPC)

$I_n(A)$ $S(mm^2)$	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	$I_n(A)$ $S(mm^2)$	
1,5	115	49,5 58,8	33,3 39,5	22,3 26,5	14,4 17,1	9,7 11,5	6,5 7,7															1,5
2,5	191	119	82,8 98,2	55,6 65,9	35,8 42,4	24,0 28,5	16,1 19,1	10,7 12,7	7,0 8,3													2,5
4		191	153	122	82,8 98,2	55,6 65,9	37,3 44,3	24,7 29,3	16,1 19,1	10,8 12,9	7,3 8,6	4,7 5,6										4
6		287	229	183	143	114,5 135,9	76,9 91,3	50,9 60,4	33,3 39,5	22,3 26,5	15,0 17,8	9,7 11,5	6,5 7,7									6
10					239	191	153	121	82,8 98,2	55,6 65,9	37,3 44,3	24,0 28,5	16,1 19,1	10,8 12,9	7,2 8,5							10
16							245	194	153	122	86,3 102,4	55,6 65,9	37,3 44,3	25,1 29,7	16,6 19,7	10,8 12,9						16
25								303	239	191	153	119	82,8 98,2	55,6 65,9	36,8 43,7	24,0 28,5	16,1 19,1					25
35									334	268	214	167	134	101,3 120,2	67,1 79,6	43,8 52,0	29,4 34,9	19,5 23,1	12,7 15,1			35
50 ⁽¹⁾										363	291	227	182	145	115	75,5 89,6	50,7 60,2	33,6 39,8	21,9 26,0	14,7 17,5		50 ⁽¹⁾
70											428	334	268	214	170	134	101,3 120,2	67,1 79,6	43,8 52,0	29,4 34,9		70
95												454	363	291	231	182	145	115	75,5 89,6	50,7 60,2		95
120													459	367	291	229	183	146	115	76,9 91,3		120
150														399	317	249	199	158	125	100		150
185															374	295	236	187	147	118		185
240																367	294	233	183	147		240
300																				221	176	300
(1) Section théorique 47,5mm ²																						

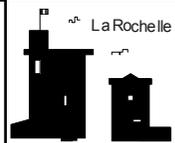


TABLEAU des LONGUEURS MAXIMALES AUTORISEES
L_{max} CT (en m)

Type de protection
FUSIBLES aM
 U = 410 Volts

Nature Isolation
 PVC k = 115
 PRC k = 143

Conducteurs
 CUIVRE

N° du tableau
 L_{max} 251
 Annexe 17-4 (3/4)

Protection contre les courts-circuits (Cas des disjoncteurs moteurs du type GV)

$I_{mag}(A)$ $S(mm^2)$					5	8	13	22,5	33,5	51	78	138	170	327	350	416	448	560	700	910	$I_n(A)$ $S(mm^2)$	
1,5					1793	1121	690	398	268	176												1,5
2,5							1149	664	446	293	192	108										2,5
4								1062	714	469	306	173	141	73								4
6									1070	703	460	260	211	110	102	86						6
10										1172	766	433	352	183	171	144	133	107				10
16											1226	693	562	292	273	230	213	171	137			16
25												1083	879	457	427	359	333	267	213	164		25
35													1230	640	598	503	467	374	299	230		35
50 ⁽¹⁾														868	811	682	634	507	406	312		50 ⁽¹⁾
70														1279	1195	1006	934	747	598	460		70
95															1622	1365	1267	1014	811	624		95
120																		1281	1024	788		120
150																			1114	857		150
185																				1012		185
240																						240
300																						300
400																						400

(1) Section théorique 47,5²

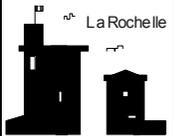


TABLEAU des LONGUEURS MAXIMALES AUTORISEES
L_{max} CT (en m)

Type de protection

Disjoncteur Type "GV3"

Tension d'alimentation
Phase/Phase

U = 415 Volts

Conducteurs

Cuivre

N° du tableau

L_{max} 581

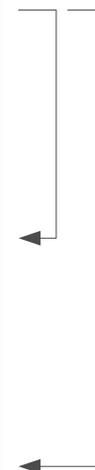
Annexe 17-3a (9/12)

Protection contre les contacts indirects (Tableau des facteurs de corrections principaux)

TABLEAU DD

Facteurs de correction à appliquer aux longueurs des canalisations protégées
contre les contacts indirects en fonction des SLT et de la tension d'alimentation

Tension nominale de l'installation en volts	Fusibles HPC (type gG ou aM)			Disjoncteurs magnétiques Disjoncteurs moteurs (Types DUG, B, C, D, MA et GV ...)	
	N° Tableau Cu / Alu	k1	temps de coupure	N° Tableau Cu / Alu	k1
<u>SCHEMA TN</u>	(1)			(1)	
U ₀ = 127		0,552	0,4		0,552
Tableau de base 230	/ (2)	1	0,4	/ (2)	1
400		1,462	0,2		1,739
580		1,783	0,1		2,522
<u>SCHEMA IT sans Neutre</u>	(1)			(1)	
U = 220	/ (2)	0,478	0,4	/ (2)	0,478
400	/ (2)	0,866	0,2	/ (2)	0,866
690		1,267	0,1		1,506
1000		1,544	0,1		2,184
<u>SCHEMA IT avec Neutre</u>	(1)			(1)	
U ₀ /U = 127/ 220	/ (2)	0,276	0,4	/ (2)	0,276
230/ 400	/ (2)	0,500	0,2	/ (2)	0,500
400/ 690		0,731	0,1		0,870
580/ 1000		0,731	0,1		0,870



Protection contre les contacts indirects (Tableau des facteurs de corrections principaux)

Suite du document précédent

(1) Les tableaux ne sont pas communiqués,

En outre lorsque la section du conducteur de protection (P_e) est inférieure à celle des conducteurs de phase, la valeur des longueurs des tableaux sont à multiplier par le facteur k_2 en fonction du rapport m égal à S_{Ph}/S_{pe} (Schéma TNS et ITSN), S_{ph}/S_{pen} (Schéma TNC), S_n/S_{pe} (Schéma ITAN)

Par rapport à S_{ph} ou S_n : $m = S_{ph}/S_{pe}$ ou S_n/S_{pe}		Par rapport à S_n : $m = S_n/S_{pe}$	
$m = 1$	$k_2 = 1$	$m = 1$	$k_2 = 1$
$m = 1,4$	$k_2 = 0,833$	$m = 1,4$	$k_2 = 1,167$
$m = 1,43$	$k_2 = 0,824$	$m = 1,43$	$k_2 = 1,176$
$m = 2$	$k_2 = 0,667$	$m = 2$	$k_2 = 1,333$
$m = 2,8$	$k_2 = 0,526$	$m = 2,8$	$k_2 = 1,474$
$m = 3$	$k_2 = 0,5$	$m = 3$	$k_2 = 1,5$
$m = 3,8$	$k_2 = 0,417$	$m = 3,8$	$k_2 = 1,583$
$m = 4$	$k_2 = 0,4$	$m = 4$	$k_2 = 1,6$

1- Dans le Schéma ITAN, lorsque la section du neutre est inférieure à celle des conducteurs de phases, la longueur des canalisations sont déterminées en utilisant le tableau de base, la section nominale à considérer étant la section réduite du conducteur neutre.

2- Dans le cas des fusibles HPC lorsqu'un temps de coupure de 5 secondes est admis (circuits non terminaux), les valeurs des tableaux peuvent être multipliées par le coefficient k_3 :

$k_3 = 1,88$ pour les fusibles gG

$k_3 = 1,53$ pour les fusibles aM

3- Dans le cas des disjoncteurs type DUG, B, C, D, MA, GV, etc. $k_3 = 1$

4- Lorsque les conducteurs sont en aluminium, les longueurs sont à multiplier par le coefficient $k_4 = 0,62$

(2) Certains coefficients ne sont pas applicable lorsqu'on utilise les tableaux correspondants

$$\text{Longueur maximale : } L_{\max} = L_{\text{tableau}} \times k_1 \times k_2 \times k_3 \times k_4$$

La démonstration des facteurs de correction n'est pas communiquée

Protection contre les contacts indirects (Cas des fusibles HPC de type aM)

$I_n(A)$ $S(mm^2)$	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	$I_n(A)$ $S(mm^2)$	
1,5	46	29	23	18	14	11	9	7	6	5	4	3										1,5
2,5	76	48	38	31	24	19	15	12	10	8	6	5	4									2,5
4	122	76	61	49	38	31	24	19	15	12	10	8	6	5	4							4
6	183	115	92	73	57	46	37	29	23	18	15	11	9	7	6	5						6
10	306	191	153	122	96	76	61	49	38	31	24	19	15	12	10	8	6	5				10
16	489	306	245	196	153	122	98	78	61	49	39	31	24	20	16	12	10	8	6			16
25		478	382	306	239	191	153	121	96	76	61	48	38	31	24	19	15	12	10	8		25
35			535	428	334	268	214	170	134	107	86	67	54	43	34	27	21	17	13	11		35
50(1)					454	363	290	231	182	145	116	91	73	58	46	36	29	23	18	15		50
70						535	428	340	268	214	171	134	107	86	68	54	43	34	27	21		70
120								582	459	367	293	229	183	147	116	92	73	58	46	37		120
150									498	399	319	249	199	160	127	100	80	63	50	40		150
185									589	471	377	295	236	189	150	118	94	75	59	47		185
240										587	470	367	293	235	186	147	117	93	73	59		240
300											564	441	353	282	224	176	141	112	88	71		300
	(1) Section théorique 47,5 ²																					

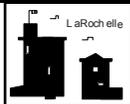


TABLEAU des LONGUEURS MAXIMALES AUTORISEES en
Mètres calculées en schéma TN (Contacts indirects)

Type de protection

FUSIBLES aM

Tension d'alimentation

U₀ (Volts)
230

Conducteurs

CUIVRE

N° du tableau

L_{maxCI} 251

Protection contre les contacts indirects (Cas des disjoncteurs moteurs de type GV)

$I_{mag}(A)$ $S(mm^2)$	5	8	13	22,5	33,5	51	78	138	170	223	327	350	416	448	560	700	910				$I_{mag}(A)$ $S(mm^2)$
1,5	994	621	382	221	148	97	64	36	29	22	15										1,5
2,5	1656	1035	637	368	247	162	106	60	49	37	25	24									2,5
4		1656	1019	589	395	260	170	96	78	59	41	38	32	30	24						4
6			1529	883	593	390	255	144	117	89	61	57	48	44	35	28					6
10				1472	989	649	425	240	195	149	101	95	80	74	59	47	36				10
16						1039	679	384	312	238	162	151	127	118	95	76	58				16
25								600	487	371	253	237	199	185	148	118	91				25
35									682	520	354	331	279	259	207	166	127				35
50 ⁽¹⁾										705	481	449	378	351	281	225	173				50 ⁽¹⁾
70												662	557	518	414	331	255				70
95														702	562	449	346				95
120															710	568	437				120
150																	546				150
185																					185
240																					240
																					300
	(1) Section théorique 47,5 ²																				

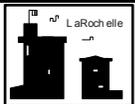


TABLEAU des LONGUEURS MAXIMALES AUTORISEES en
Mètres calculées en schéma TN (Contacts indirects)

Type de protection
Disjoncteur Moteurs
Type GV2L-GV3L-GK3EF80

Tension d'alimentation
U₀ (Volts)
230

Conducteurs
CUIVRE

N° du tableau
L_{maxCI} 921