

2.2. Détermination de la section minimale des conducteurs

Le point sur vos connaissances (pré -requis) :

- vous savez définir un conducteur, un câble et un conduit,
- vous savez choisir une canalisation électrique (câble + conduit + mode de pose) en fonction de l'application et des influences externes,
- vous savez déterminer le courant d'emploi dans une canalisation électrique,

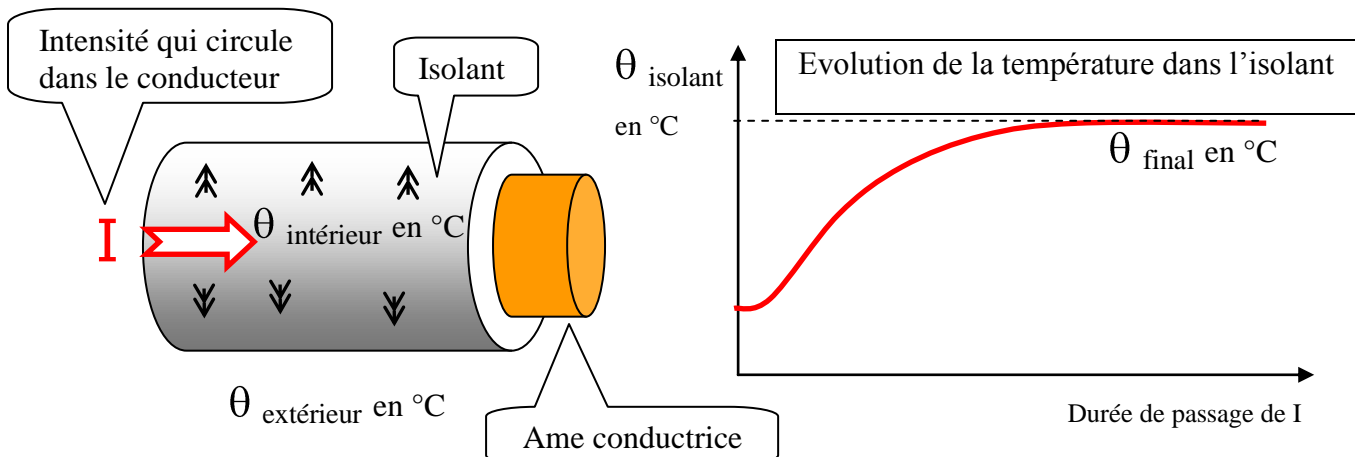
Objectif de la séance : Déterminer la section des conducteurs d'une canalisation.

1/ Mise en situation.

Le hangar d'une entreprise a été en partie détruit par un incendie d'origine électrique. D'après les premiers éléments de l'enquête, c'est une section de câble inappropriée sur un des départs moteurs qui serait à l'origine de ce feu. Le problème qu'on se propose de résoudre est de vérifier que toutes les sections sur ces départs ont bien été choisies.

2/ Echauffements des conducteurs

Tout conducteur parcouru par un courant électrique dégage une énergie calorifique proportionnelle à la valeur de ce courant et à la durée de passage de ce courant (en fait, cette énergie est même proportionnelle au carré de la valeur du courant tel que $W = R \times I^2 \times t$ où R est la résistance de l'âme conductrice). Aussi, la température de l'isolant augmente jusqu'à se stabiliser à une certaine valeur.



Au-delà d'une certaine température, l'isolant se dégrade, peut fondre, brûler et provoquer un court-circuit. Il convient donc de définir un courant maximal admissible dans les canalisations tel que ce courant ne porte pas la température des câbles à une valeur préjudiciable pour leur isolant.

Remarque : Ces températures maximales en régime permanent varient de 60 °C à 90°C suivant la nature de l'isolant : **70°C pour du PVC, 85°C pour le caoutchouc, 90°C pour le PR.**

Cette énergie calorifique dégagée par le passage du courant, dans le cas d'une ligne aérienne, est évacuée facilement vers l'extérieur mais dans le cas où les conducteurs seraient enterrés ou encastrés, cette évacuation se fait plus difficilement. Il en va de même si la température ambiante est naturellement

élevée ou s'il y a d'autres conducteurs qui participent eux aussi à augmenter la température autour de l'isolant. Il faut alors en tenir compte sous forme de coefficients correcteurs Divers autres facteurs de correction peuvent également intervenir pour le calcul de la section comme la présence d'un neutre chargé, le risque d'explosion ou encore la résistivité thermique du sol.

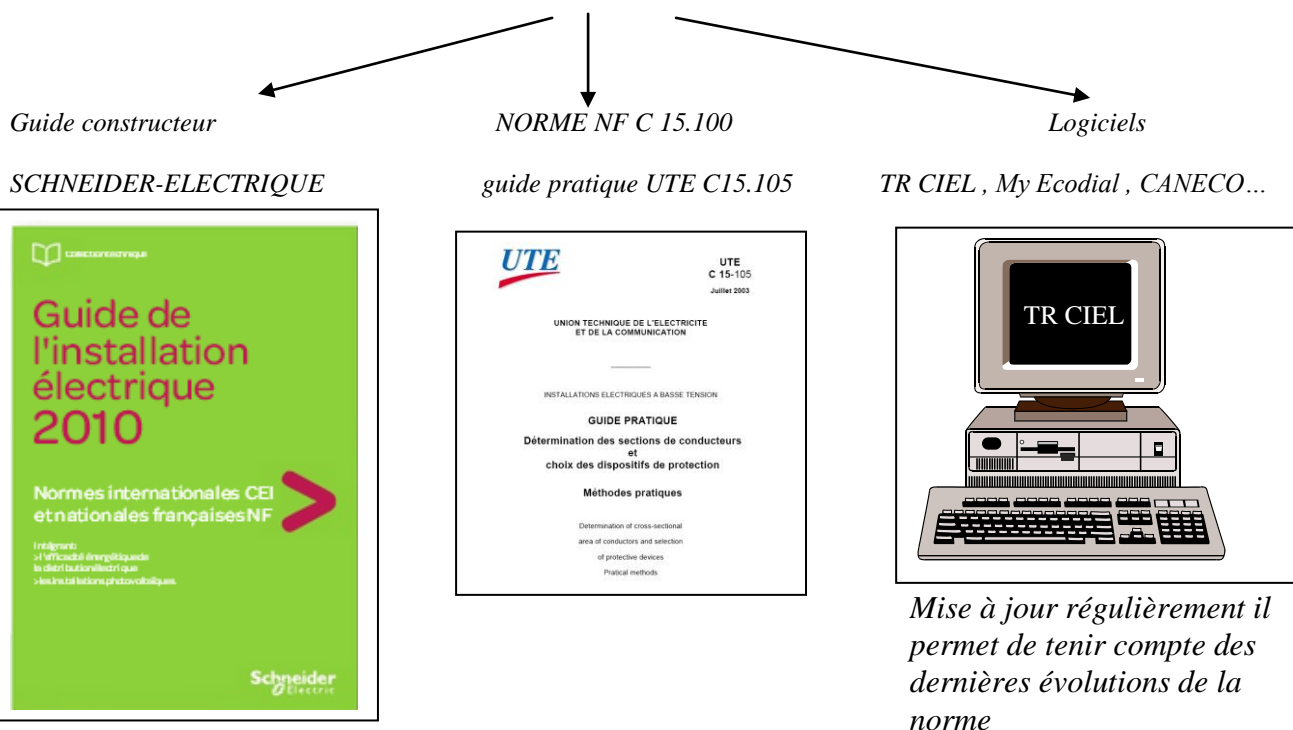
3/ Méthode pour la détermination de la section des conducteurs.

On peut utiliser plusieurs méthode dès lors quelles respectent la norme NF C 15.100

Il existe plusieurs guides pratiques édités par les constructeurs qui respectent cette norme et sont parfois plus simple d'utilisation. On utilisera souvent pour calculer la section, la méthode du constructeur « Schneider-électrique » .

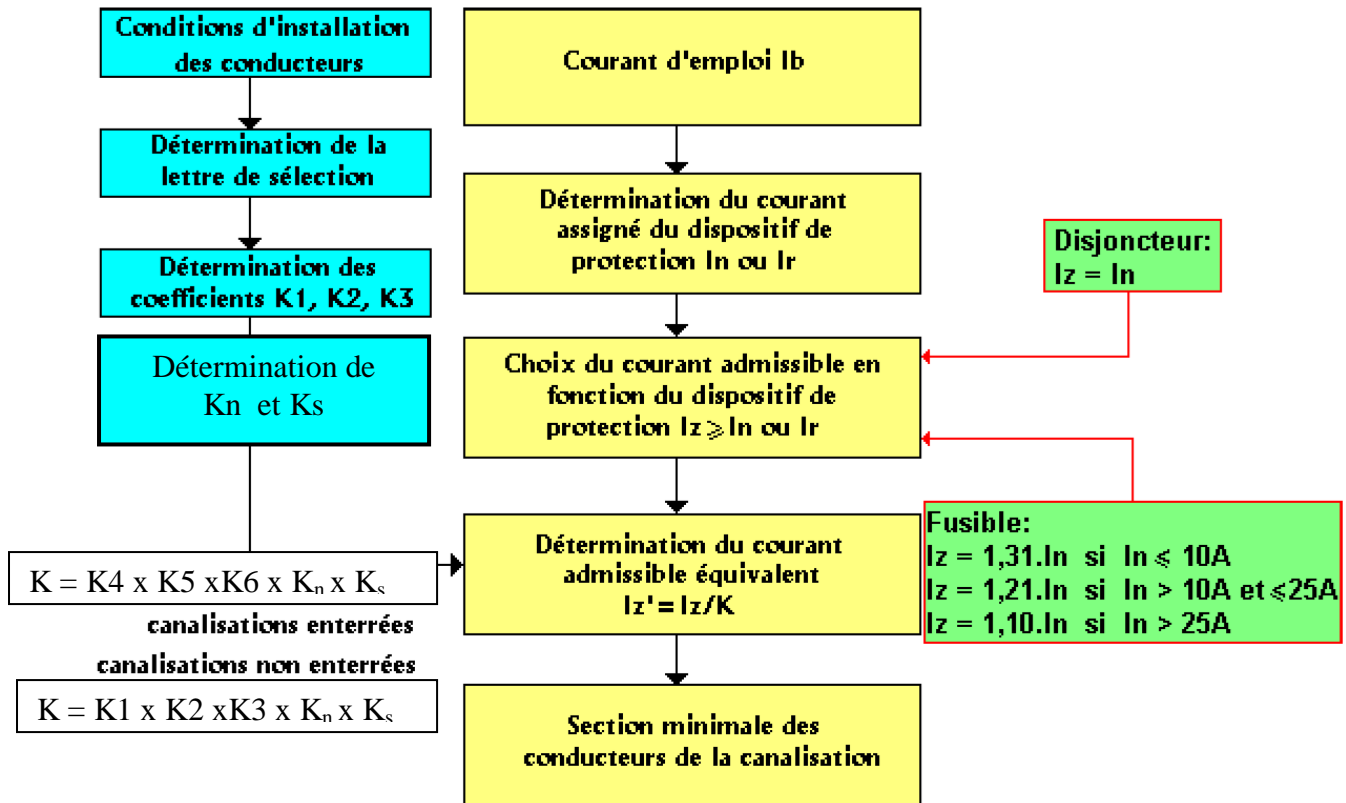
On peut aussi utiliser des logiciels comme **tr-ciel ou trace Calc** (logiciel que vous utiliserez en TP)ou encore d'autres logiciel validé UTE comme My Ecodial de Schneider-electrique.

Outils pour le choix de la section d'un conducteur



Ces guides ont évolués en 2003 pour intégrer le fait que de plus en plus de récepteurs génèrent des courants harmoniques de rang 3 lorsque le neutre est distribué.

3.1 / Présentation de la méthode du guide constructeur Schneider-électrique :



Pour choisir la section d'une canalisation il faut :

- déterminer le courant d'emploi dans le circuit,
- déterminer le courant assigné du dispositif de protection I_n ,
- choisir un courant admissible en fonction du dispositif de protection
- appliquer un facteur de correction global K qui tient compte du mode de pose (K_1 ou K_4), de la température (K_3 ou K_7), du groupement de circuits, du groupement de conduits (K_2 ou K_5)
- appliquer un facteur de correction due à la présence d'un neutre chargé et un facteur de correction dit de symétrie dans le cas de la mise en parallèle de câbles pour un même circuit.
- déterminer un courant équivalent qui tient compte de tous ces facteurs
- Choisir alors une section qui dans ces caractéristiques admette un courant maximal admissible supérieur au courant équivalent calculé.

Pour la détermination de la lettre de sélection, la détermination des facteurs K_1 , K_2 et K_3 , ou K_4, K_5, K_6 , et K_7 ainsi que pour la détermination de la section, référez-vous aux tableaux, figurant dans le guide schneider (voir extrait page 4 et 5).

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"> ● sous conduit, profilé ou goulotte, en apparent ou encastré ● sous vide de construction, faux plafond ● sous caniveau, moulures, plinthes, chambranles 	B
	<ul style="list-style-type: none"> ● en apparent contre mur ou plafond ● sur chemin de câbles ou tablettes non perforées 	C
câbles multiconducteurs	<ul style="list-style-type: none"> ● sur échelles, corbeaux, chemin de câbles perforé ● fixés en apparent, espacés de la paroi ● câbles suspendus 	E
câbles monoconducteurs	<ul style="list-style-type: none"> ● sur échelles, corbeaux, chemin de câbles perforé ● fixés en apparent, espacés de la paroi ● câbles suspendus 	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, 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		
	simple couche au plafond	1,00	0,85	0,76	0,72	0,69	0,67	0,66	0,65	0,64	pour plus de 9 câbles.		
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			

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	1,06	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

Facteur de correction Kn (conducteur Neutre chargé) (selon la norme NF C 15-100 § 523.5.2)

- Kn = 0,84
- Kn = 1,45

► Détermination de la section d'un conducteur Neutre chargé ► page A47.

Facteur de correction dit de symétrie Ks

(selon la norme NF C 15-105 § B.5.2 et le nombre de câbles en parallèle)

- 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 C 15-100 § 523.7

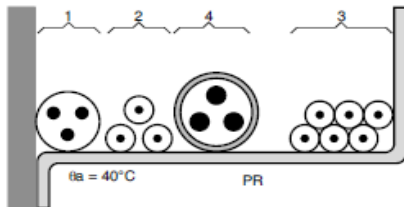
Un câble polyéthylène réticulé (PR) triphasé + neutre (4° circuit à calculer) est tiré sur un chemin de câbles perforé, conjointement avec 3 autres circuits constitués :

- d'un câble triphasé (1° circuit)
- de 3 câbles unipolaires (2° circuit)
- de 6 câbles unipolaires (3° circuit) : ce circuit est constitué de 2 conducteurs par phase.

Il y aura donc 5 regroupements triphasés.

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 = 0,75
- 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 0,75 x 0,91 x 0,84 soit :

- K = 0,57.

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 = 63/0,57 = 110,5 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 110,5 A, soit, ici :

- pour une section cuivre 127 A, ce qui correspond à une section de 25 mm²,
- pour une section aluminium 120 A, ce qui correspond à une section de 35 mm².

Détermination de la section d'un conducteur neutre chargé

Les courants harmoniques de rang 3 et multiples de 3 circulant dans les conducteurs de phases d'un circuit triphasé s'additionnent dans le conducteur neutre et le surchargent.

Pour les circuits concernés par la présence de ces harmoniques, pour les sections de phase > 16 mm² en cuivre ou 25 mm² en aluminium, il faut déterminer la section des conducteurs de la manière suivante, en fonction du taux d'harmoniques en courant de rang 3 et multiples de 3 dans les conducteurs de phases :

- taux (ih3) < 15% :

Le conducteur neutre n'est pas considéré comme chargé. La section du conducteur neutre (Sn) égale à celle nécessaire pour les conducteurs de phases (Sph). Aucun coefficient lié aux harmoniques n'est appliqué : Sn = Sph

- taux (ih3) compris entre 15% et 33% :

Le conducteur neutre est considéré comme chargé, sans devoir être surdimensionné par rapport aux phases.

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			
C		PVC3			PVC2	PR3		PR2		
E			PVC3		PVC2	PR3		PR2		
F				PVC3		PVC2	PR3		PR2	
section cuivre (mm ²)	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 ²)	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
	500					610	694	770		856
	630					711	808	899		996

Prévoir une section du conducteur neutre (Sn) égale à celle nécessaire pour les conducteurs de phases (Sph). Mais un facteur de réduction de courant admissible de 0,84 doit être pris en compte pour l'ensemble des conducteurs :

Sn = Sph = Spho x 1/0,84 (facteur de dimensionnement pour l'ensemble des conducteurs, par rapport à la section Spho calculée).

- taux (ih3) > 33% :

Le conducteur est considéré comme chargé et doit être surdimensionné pour un courant d'emploi égal à 1,45/0,84 fois le courant d'emploi dans la phase, soit environ 1,73 fois le courant calculé.

Selon le type de câble utilisé :

○ câbles multipolaires : la section du conducteur neutre (Sn) est égale à celle nécessaire pour la section des conducteurs de phases (Sph) et un facteur de correction de 1,45/0,84 doit être pris en compte pour l'ensemble des conducteurs.

Sn = Sph = Spho x 1,45/0,84 (facteur de dimensionnement pour l'ensemble des conducteurs, par rapport à la section Spho calculée).

○ câbles unipolaires : le conducteur neutre doit avoir une section supérieure à celle des conducteurs de phases.

La section du conducteur neutre (Sn) doit avoir un facteur de dimensionnement de 1,45/0,84 et. Pour les conducteurs de phases (Sph) un facteur de réduction de courant admissible de 0,84 doit être pris en compte :

Sn = Spho x 1,45/0,84

Sph = Spho x 1/0,84

- Lorsque le taux (ih3) n'est pas défini par l'utilisateur, on se placera dans les conditions de calcul correspondant à un taux compris entre 15% et 33%.

Sn = Sph = Spho x 1/0,84 (facteur de dimensionnement pour l'ensemble des conducteurs, par rapport à la section Spho calculée).

3.1 / Méthode du guide pratique UTE C15.105 :

Globalement la méthode est sensiblement la même sauf que les facteurs de correction se nomment « f », que les tableaux sont différents et qu'elle tient compte de divers autres facteurs de correction en fonction du risque d'explosion, d'incendie ou encore la résistivité thermique du sol.

Pour la détermination de la section des conducteurs selon cette méthode, référez-vous au diaporama où figurent les tableaux de la norme, (voir raccourci APPLI01 , ressources, TDI »

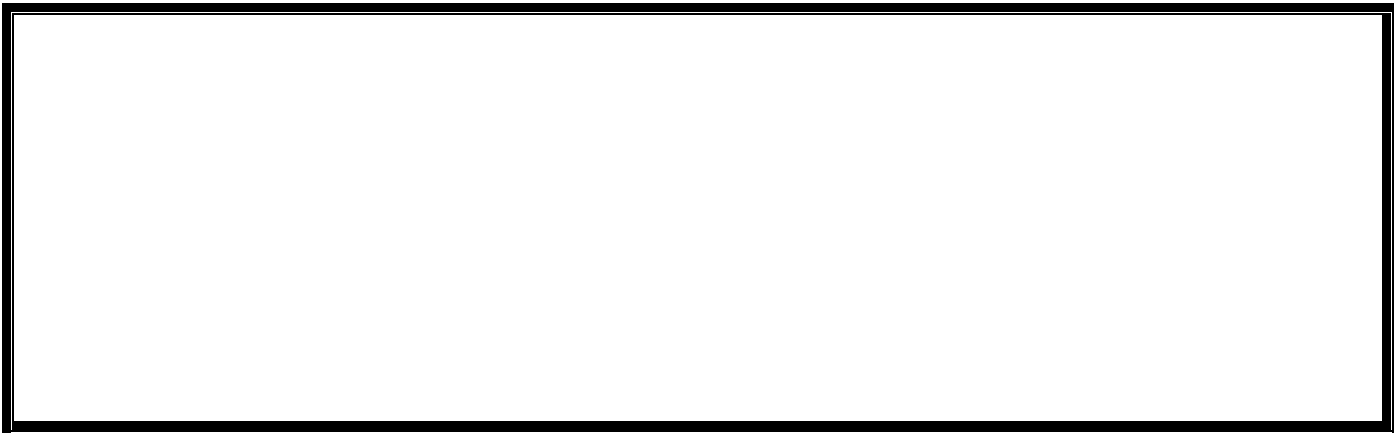
4/ Application.

Vous trouverez à la page 6 le [schéma de l'installation](#) qui a brûlée. L'exercice consiste à faire le choix des différents câbles qui alimentent les moteurs d'après la méthode du constructeur Schneider-électrique . Vous comparerez les valeurs ainsi calculées, aux valeurs de sections initialement choisies avant l'incendie. (C3 initiale = 4 mm² et C4 = 16 mm²)

4.1/ En utilisant la méthode du constructeur Schneider-électrique, complétez le tableau ci-dessous et: concluez :

Câble C3		Câble C4	
I_b =	I_r = I_n =	I_b =	I_r = I_n =
Lettre de sélection =		Lettre de sélection =	
K1 =		K1 =	
K2 =		K2 =	
K3 =		K3 =	
K_n =		K_n =	
K_s =		K_s =	
K =		K =	
I_z calculé =		I_z calculé =	
Type d'isolant =		Type d'isolant =	
Section calculée =		Section calculée =	
Conclusions :		Conclusions :	

4.2/ En utilisant la méthode du constructeur Schneider-électrique , choisissez la section des conducteurs du câble C5. Justifiez par des notes de calculs dans le cadre suivant.



4.3/ Complétez le tableau en page 5 en utilisant le diaporama où figurent les tableaux de la norme NF- C 15.100.

Détermination du câble C2 avec le guide pratique UTE C15.105

- **Le neutre est-il distribuée ?**
 - **La nature du circuit alimenté, est- elle connue ?**
 - **Précisez alors le rapport S_{ph} / S_n que le concepteur peut prendre.**
 - **Valeur du facteur de correction à appliquer si le neutre est distribué et chargé :**

f =
 - **Référence du mode pose (tableau BC) :**
 - **Méthode de référence (tableau BC) :**
 - **Tableaux de facteurs de correction à consulter :**et
 - **Valeur du facteur de correction f1 (| température) :** **f1 =**
 - **Valeur du facteur de correction f2 (| groupements) :** **f2 =**
 - **Précisez s'il est nécessaire de tenir compte d'un facteur de correction de 0,85 du fait d'un emplacement à risques d'explosion :**
 - **Ib =**..... **In ou Ir (| dispositif de protection)=**
 - **Iz calculé =**
Méthode de référence :
Type d'isolant :
- Section de C2 =**

4.4 / Ouvrez avec **le logiciel TR-CIEL** le fichier « Hangar-brûlé ». Réaliser un affichage avec rétro annotation du calcul et relevez la section des câbles C2, C3, C4 et C5. Vérifiez alors que les critères liés au mode pose, à la température ambiante, aux groupements des circuits ont bien été renseignés sur le logiciel. Notez dans le tableau ci-dessous les anomalies constatées.

Critères mal renseignés par l'utilisateur du logiciel TR-CIEL

SCHEMA UNIFILAIRE DE LA DISTRIBUTION ELECTRIQUE DU HANGAR .

