

## I Introduction

La NFC 15-100 depuis ses origines est un document normatif qui est le fruit des habitudes de la profession (les us et coutumes), de compromis (de tous les membres de la communauté européenne, voire international) de règles empiriques (calcul de l'intensité admissible dans les des canalisations électriques) et d'aspects techniques plus élaborés (calcul des courants de court-circuit).

La NFC 15-100 a évolué depuis sa première édition en 1911. Elle s'applique à quelques exceptions près à toutes les installations électriques à basse tension. Voir la partie 11 qui définit on domaine d'application.

La NFC 15-100 est tout de même entourée de quelques mystères dont seul le normalisateur et les rédacteurs possèdent la clé. C'est la raison pour laquelle on voit fleurir régulièrement des notes d'interprétation.

La NFC 15-100 est bien structurée, sa partie 7 est réservée aux installations et emplacements spéciaux tels que les locaux d'habitation. Contrairement aux installations industrielles, les installations électriques des locaux d'habitation sont des installations de type répétitif, il était donc plus facile d'établir pour ces locaux des règles communes qui en principe ne nécessitent pas de calculs. Ceci étant dit les autres titres de la norme sont applicables.

Il n'est nullement question pour moi de faire de nouvelles interprétations, mais seulement de tenter de vous apporter des réponses dans la mesure de mes possibilités.

Pour ne pas surcharger cette note, je vais tout d'abord faire **rappel simplifié** en ce qui concerne l'intensité admissible et la détermination de la section d'une canalisation électrique. Ces rappels seront ensuite appliqués à l'étude des circuits prises de courant objet de votre question.

## II Revenons à vos interrogations.

Dans votre question vous avez mélangé le **coefficient d'utilisation<sup>1</sup> ku** et le **coefficient de simultanéité ks**.

Le facteur de simultanéité ( $k_s = 0,1$  à  $0,2^2$ ) appliqué aux circuits de Prises de Courant 10/16A « non spécifique » résulte simplement du fait que les 5 ou 8 prises de courant (nombre maximum retenu par le normalisateur par circuit) ne sont pas utilisées **simultanément** à leur pleine capacité et surtout en fonction de la section de la canalisation. C'est un bon compromis qui allie à la fois le confort et la sécurité.

Dans ce qui va suivre, je n'aborderai que les installations de type domestique. Je fais confiance à votre perspicacité pour l'étendre aux installations industrielles.

## III Détermination de l'intensité admissible.

### Canalisations non enterrées

**Théoriquement**, il est possible de déterminer par calcul les valeurs de courants admissibles en tenant compte des caractéristiques thermiques des différents éléments constituant des conducteurs isolés ou nus et des câbles électriques. Mais de tels calculs sont longs et compliqués<sup>3</sup>.

**En pratique**, l'expérience a montré que la valeur du courant admissible peut s'exprimer par la relation :

$$I_{admissible} = K \times S^\alpha \quad (1)$$

S → est la section de l'âme conductrice en mm<sup>2</sup>,

K → est un coefficient dont la valeur dépend du type de canalisation, du nombre d'âmes chargées et de la nature de l'isolation et des conditions d'installation. Le coefficient K peut être considéré comme le produit de plusieurs coefficients :

- $K_1^4$  un coefficient qui dépend de la nature de l'âme du conducteur, du nombre de conducteurs chargés,

<sup>1</sup> Ces divers coefficients ont été définis dans quelques unes de notes précédentes.

<sup>2</sup> Ce coefficient pouvant être plus élevé.

<sup>3</sup> Les mathématiciens pourront se reporter à la norme CEI 287.

<sup>4</sup> Dans la norme de 1977 K était pris égal à  $k_1$  correspondant à  $S = 1\text{mm}^2$  dans chacune des 8 colonnes du tableau.

de la nature de l'isolation, du type de canalisation (enterré ou non) et du mode de pose (câble multiconducteurs, conducteurs isolés sous conduit, pose dans des goulottes, des caniveaux, etc.)

- $K_2$  (**canalisations non enterrées**) un coefficient lorsque la température ambiante est supérieure à 30°C (inférieur à 1) ou lorsque la température ambiante se maintient toujours à une valeur inférieure à 30°C (supérieur à 1)
- $K_2$  (**canalisations enterrées**) un coefficient lorsque la température du sol est supérieure à 20°C (inférieur à 1) ou lorsque la température du sol se maintient toujours à une valeur inférieure à 20°C (supérieur à 1)
- $K_3$  un coefficient de réduction en fonction du nombre de conduits ou de câbles jointifs.
- $K_s$  d'autres coefficients peuvent être pris en compte (pose symétrique ou non, neutre chargé, tolérance admise de 5%, harmoniques, câbles exposés au soleil, câbles dans les installations classées BE3, etc.)

$\alpha \rightarrow$  un exposant dont la valeur unique était fixé à 0,62 (de l'ordre de 0,56 en ce qui concerne les canalisations enterrées) dans la norme de 1977, cette valeur a été jugée un peu faible et pénalisait les fortes sections ; c'est pourquoi il a été admis d'après de nombreuses expérimentations de porter la valeur de cet exposant de 0,60 à 0,654<sup>5</sup> et c'est sur ces bases que sont indiquées les valeurs de courants admissibles dans la nouvelle norme NFC 15-100.

En résumé :

$$I_{admissible} = \underbrace{K_1}_{\substack{\text{Tableau} \\ 52H}} \times S^\alpha \times \underbrace{(K_2 \times K_3 \times K_4 \times \dots \times K_n)}_{\text{facteurs de correction}} \quad \rightarrow \quad \text{forme finale de la formule} \quad \rightarrow \quad I_{admissible} = f_0 \times \underbrace{K_1}_{\substack{\text{Tableau} \\ 52H}} \times S^\alpha \times \underbrace{(f_1 \times f_2 \times f_3 \times \dots \times f_n)}_{\substack{\text{facteurs de correction} \\ \text{facteur de correction tableau 52G}}}$$

Formule N°2

Cette formule (2) est utilisée dans tous les logiciels de calcul des canalisations électriques que l'on trouve sur le marché.

#### IV Détermination de la section des canalisations des circuits prise de courant.

4.1 - Par circuit de prise de courant<sup>6</sup>, le courant d'emploi retenu est celui d'une prise de courant soit  $I_b = 16A$ .

4.2 - Le dispositif de protection contre les surintensités (disjoncteur ou fusible HPC) installé à l'origine a pour rôle principal d'assurer la protection de la ligne, ceci sous entend que les appareils électriques raccordés sur ces circuits sont équipés d'une protection interne.

4.3 - Pour que tout ce petit monde fonctionne normalement la règle suivante doit être respectées. C'est la condition de fonctionnement.

$I_n \text{ ou } I_{rth} \geq I_b \quad (3)$	Dispositif de protection contre les surintensités	Courant nominal assigné
	Fusible HPC	$I_n = 16A$
	Disjoncteur	$I_{rth} = 20A$

Sur cet aspect votre question était incomplète. Alors qu'il s'agit d'un élément essentiel pour définir la section des conducteurs contre les surcharges.

Vous auriez procédé ainsi dans l'hypothèse de l'absence de protection à l'origine de la canalisation.

4.4 - Dans une installation de type domestique, on rencontre principalement les modes de pose suivants : Conducteurs isolés sous conduit en montage apparent, encastré, vide construction, etc. A ces modes de pose correspondent un n° de pose, une méthode dite de référence et un facteur de correction initial<sup>7</sup>. Je nommerai ce coefficient :  $f_0$

<sup>5</sup> Pour développer ce chapitre j'invite le lecteur à consulter les tableaux A5 et A6 du guide UTE C 15-500.

<sup>6</sup> La norme parle toujours de prises de courant 10/16A ce qui peut encore entraîner la confusion.

<sup>7</sup> Ces facteurs de correction n'ont qu'un seul but éviter la multiplication des tableaux.

4.5 - Dans cette même installation, le normalisateur a retenu une température moyenne annuelle environnante de 30°C.

4.6 - Compte tenu des contraintes que va subir une canalisation électrique (surcharges, courts-circuits) le normalisateur a estimé une durée de vie de 30 à 40 ans. Le vieillissement des isolants est l'élément déterminant.

4.7 - En tenant compte de tous les paramètres relatifs aux canalisations et des caractéristiques des dispositifs de protection contre les surcharges et toute démonstration faite, il convient de choisir la section adéquate dans le tableau 52H :

### V Récapitulatif général

	Dispositif de protection contre les surcharges		
	Disjoncteur (DUG)	Petits disjoncteurs	Fusibles HPC (gG)
	$I_{rth} \geq I_b$	$I_n \geq I_b$	$I_n \geq I_b$
Application Tableau 52H	$I_Z \geq I'_Z = \frac{K_3 \times I_n \text{ ou } I_{rth}}{f} \rightarrow \text{Tableau 52H}$		
Coefficient	$K_3 = 1$	$K_3 = 1$	$K_3 = 1,31 \rightarrow I_n < 16A$ $K_3 = 1,1 \rightarrow I_n \geq 16A$
Calcul	$S \geq \left( \frac{I_{rth}}{K \times f} \right)^{\frac{1}{\alpha}}$	$S \geq \left( \frac{I_n}{K \times f} \right)^{\frac{1}{\alpha}}$	$S \geq \left( \frac{K_3 \times I_n}{K \times f} \right)^{\frac{1}{\alpha}}$

$I_b \rightarrow$  Courant d'emploi  $I_{rth} \rightarrow$  Courant de réglages du disjoncteur  $I_n \rightarrow$  Courant nominal du fusible HPC

$K_3 \rightarrow$  voir ci-dessus  $K$  et  $\alpha \rightarrow$  Coefficients des tableaux A5 et A6 du guide UTE C 15-500

$f \rightarrow$  Facteur de correction  $S \rightarrow$  Section en  $mm^2$

### VI Application

Vérifier les sections minimales des conducteurs des circuits PC 16A fixées dans le tableau suivant :

Tableau 771F - Courant assigné des dispositifs de protection en fonction de la section des conducteurs

Nature du circuit	Section minimale des conducteurs (mm <sup>2</sup> )	Courant assigné maximal du dispositif de protection (A)	
	Cuivre	Disjoncteur	Fusible
Eclairage, volets roulants, prises commandées	1,5	16	10
VMC	1,5	2 <sup>(1)</sup>	- <sup>(3)</sup>
Circuit d'asservissement tarifaire, fil pilote, gestionnaire d'énergie, etc.	1,5	2	- <sup>(3)</sup>
Prises de courant 16 A :			
- circuit avec 5 socles maxi : ou	1,5	16	- <sup>(3)</sup>
- circuit avec 8 socles maxi :	2,5	20	16
Circuits spécialisés avec prise de courant 16 A (machine à laver, sèche-linge, four etc.)	2,5	20	16
Chauffe-eau électrique non instantané	2,5	20	16

<sup>(3)</sup> Non autorisé

N° d'ordre :	2014-Elec 10	Rév. :	0
<b>JUSTIFICATION des SECTIONS des CANALISATIONS ELECTRIQUES du TABLEAU 771 F de la NFC 15-100xx</b>	Classement :	Forum Electrotechnique	
	Emetteur :	J.M BEAUSSY	
	Date :	05/04/2014	Page : 4/8

## 6.1 Démarche

En partant des hypothèses définies au paragraphe 4.4 du présent document, je vais définir les sections des canalisations retenues dans le tableau 771F. Je vais aborder successivement le cas des fusibles HPC puis des disjoncteurs de type domestique.

Il est à noter que le cheminement ci-dessous peut être également utilisé en ce qui concerne les installations industrielles. Je vous renvoi aux diverses notes sur ce forum et éventuellement sur Internet.

## 6.2 Cas des fusibles HPC

### Données d'entrée

Courant d'emploi	$I_{b(\text{phases})}$	→ 16A
Courant d'emploi Neutre	$I_{b(\text{neutre})}$	→ 16A
Tension nominale en charge	$U_n$	→ 237 Volts
Protection assurée par		→ fusibles HPC
Surcharges	$I_n \geq I_b$	→ 16 A gG
Court-circuit		→ 16 A gG
Type de canalisation		→ non enterrée
Mode de pose de la canalisation	N°	→ (1)
Méthode de référence		→ B
Nombre d'âmes chargées		→ 2
Nature de l'âme		→ Cuivre
Nature de l'isolation		→ PVC
Facteur de correction lié au mode de pose	$f_0$	→ 0,7 à 0.95 (2)
Température ambiante $\theta = 30^\circ\text{C}$	$f_1$	→ 1
Canalisation non jointive	$f_2$	→ 1
Facteur de correction supplémentaire	$f_{s1}$	→ 1
Tolérance admise par la norme (+5% maxi)	$f_{s2}$	→ 1,05
Taux d'harmonique THDI<=15%	$f_{s3}$	→ 1

- (1) Modes de pose couramment utilisés dans installations de type domestique
- (2) Le Tableau 52G de la NFC 15-100 (Choix des méthodes de référence pour les courants admissibles en fonction des modes de pose) indique les facteurs de correction  $f_0$  à appliquer aux intensités admissibles indiquées dans le tableau 52H. Je prendrai le coefficient le plus défavorable

### Détermination de la colonne du tableau 52 H

#### Colonne 2

#### Facteur de correction global

$$f = f_0 \times f_1 \times f_2 \times f_{s1} \times f_{s2} \times f_{s3}$$

$$f = 0,7 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1,05 \times 1$$

$$f = 0,735$$

#### Intensité fictive

$$I_Z \geq I'_Z = \frac{K_3 \times I_n}{f}$$

$$I_Z \geq I'_Z = \frac{1,1 \times 16}{0,735} = 23,94A$$

#### Lecture du tableau 52H

Cherchez dans le tableau 52H la valeur de  $I_Z \geq I'_Z$  suivre le cheminement en bleu.

NF C 15-100

Partie 5-52

H

**Tableau 52H - Courants admissibles (en ampères) dans les canalisations pour les méthodes de référence B, C, E et F**

METHODE DE RÉFÉRENCE	ISOLANT ET NOMBRE DE CONDUCTEURS CHARGÉS								
	B	PVC 3	PVC 2	PR 3	PR 2	PR 3	PR 2	PR 2	PR 2
C			PVC 3	PVC 2	PR 3	PR 3	PR 2	PR 2	
E			PVC 3		PVC 2	PR 3		PR 2	
F				PVC 3		PVC 2	PR 3		PR 2
S (mm²)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>CUIVRE</b>									
1,5	15,5	17,5	18,5	19,5	22	23	24	26	
<b>2,5</b>	21	<b>24</b>	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	

Solution retenue

Conducteurs isolés placés sous conduit isolant  
S = 2,5mm<sup>2</sup>

6.3 Cas des disjoncteurs de type domestiques (mêmes hypothèses que précédemment)

Données d'entrée

Courant d'emploi	I <sub>b(Phases)</sub>	→ 16A
Courant d'emploi Neutre	I <sub>b(neutre)</sub>	→ 16A
Tension nominale en charge	Un	→ 237 Volts
Protection assurée par		→ Disjoncteur type domestique
Surcharges	Ir <sub>th</sub> ≥ I <sub>b</sub>	→ 20 A
Court-circuit		→ Courbe "C"
Type de canalisation		→ non enterrée
Mode de pose de la canalisation	N°	→ (1)
Méthode de référence		→ B
Nombre d'âmes chargées		→ 2
Nature de l'âme		→ Cuivre
Nature de l'isolation		→ PVC
Facteur de correction lié au mode de pose	f <sub>0</sub>	→ 0,7 à 0.95 (2)
Température ambiante θ = 30°C	f <sub>1</sub>	→ 1
Canalisation non jointive	f <sub>2</sub>	→ 1
Facteur de correction supplémentaire	fs <sub>1</sub>	→ 1
Tolérance admise par la norme (+5% maxi)	fs <sub>2</sub>	→ 1,05
Taux d'harmonique THDI<=15%	fs <sub>3</sub>	→ 1

(3) Modes de pose couramment utilisés dans installations de type domestique

(4) Le Tableau 52G de la NFC 15-100 (Choix des méthodes de référence pour les courants admissibles en fonction des modes de pose) indique les facteurs de correction f<sub>0</sub> à appliquer aux intensités admissibles indiquées dans le tableau 52H. Je prendrai le coefficient le plus défavorable

Détermination de la colonne du tableau 52 H

Colonne 2

Facteur de correction global

$$f = f_0 \times f_1 \times f_2 \times f_{s1} \times f_{s2} \times f_{s3}$$

$$f = 0,7 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1,05 \times 1$$

$$f = 0,735$$

Intensité fictive

$$I_Z \geq I'_Z = \frac{K_3 \times I_{rth}}{f}$$

$$I_Z \geq I'_Z = \frac{1 \times 20}{0,735} = 27,2A$$

Lecture du tableau 52H

Cherchez dans le tableau 52H la valeur de  $I_Z \geq I'_Z$  suivre le cheminement

NF C 15-100

Partie 5-52

**Tableau 52H - Courants admissibles (en ampères) dans les canalisations pour les méthodes de référence B, C, E et F**

METHODE DE RÉFÉRENCE	ISOLANT ET NOMBRE DE CONDUCTEURS CHARGÉS								
	PVC 3	PVC 2		PR 3		PR 2			
		PVC 3		PVC 2	PR 3		PR 2		
			PVC 3		PVC 2	PR 3		PR 2	
				PVC 3		PVC 2	PR 3		PR 2
S (mm <sup>2</sup> )	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>CUIVRE</b>									
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	

Solution retenue

Conducteurs isolés placés sous conduit isolant  
S = 4 mm<sup>2</sup>

**VII Conclusion**

En toute rigueur, Le tableau 771F ne précise pas le mode de pose des canalisations électriques<sup>8</sup>, donc il serait imprudent de généraliser cette section de 2,5mm<sup>2</sup> pour tous les modes de pose<sup>9</sup> Si l'on regarde de plus près (ce que j'ai fait bien entendu) pour pouvoir généraliser les sections des conducteurs du tableau précité, il faudrait exclure les modes de pose suivants :

- 1 - Conducteurs isolés dans des conduits encastrés dans les parois thermiquement isolantes.
- 2 - Câbles multiconducteurs dans des conduits encastrés dans des parois thermiquement isolantes.

En effet le facteur de correction « f<sub>0</sub> » est pénalisant, par contre il se justifie par le fait de la mauvaise dissipation des calories générées par les conducteurs parcourus par le courant admissible et surtout par la présence des parois thermiquement isolantes. Le refroidissement est moindre.

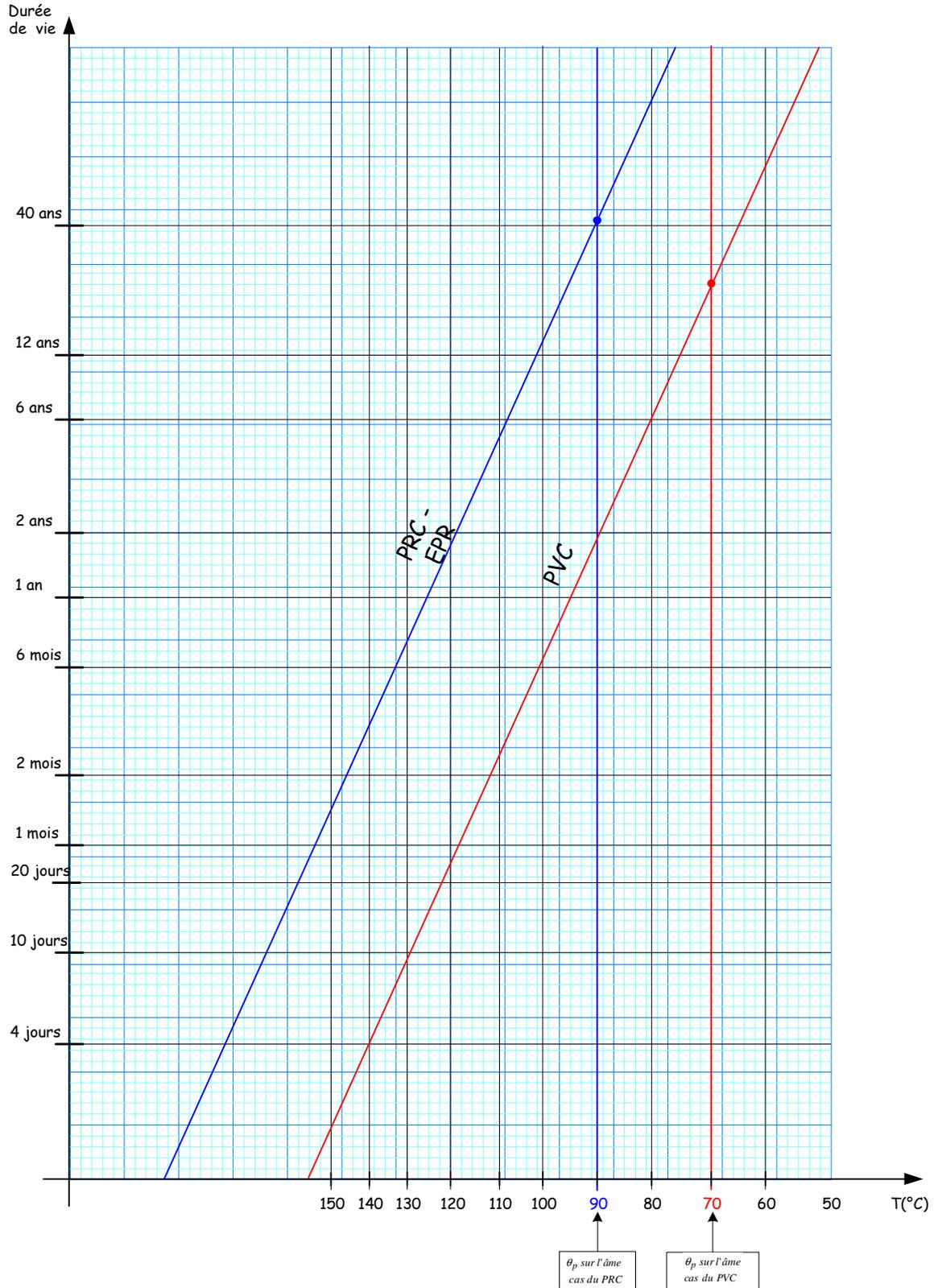
D'autre par ce tableau ne donne ni le nombre de conducteurs actifs parcourus par le courant, ni la nature de l'isolation des âmes conductrices.

En suivant cette même démarche vous pourrez constater qu'en ce qui concerne les circuits avec 5 socles de prises de courant, la protection contre les surintensités avec fusibles HPC n'est pas autorisée.

<sup>8</sup> A mon avis c'est une erreur, je donc contacter l'UTE pour faire part de ma remarque.

<sup>9</sup> Je rappelle que la démarche ne concerne les installations de type domestique.

Graphique indiquant la durée de vie d'un conducteur en fonction de la nature de son isolation et de la température à laquelle il est soumis



Dessiné JM BEAUSSY

NF C 15-100

— 21 —

523.1

RÈGLES

TABLEAU 52 D1

Courants admissibles (en ampères)

Les colonnes à utiliser suivant le mode de pose et la nature de l'isolation sont indiquées dans le tableau 52 C.

	SECTION NOMINALE DES ÂMES (mm²)	COLONNES								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Âmes en cuivre	0,19		4,5	5	6	6,5				
	0,28		6	6,5	7	8				
	0,5		8	9	10	12				
	0,65		9	11	12	14				
	0,75		10,5	12	13,5	15				
	K1	1	10,5	12	13,5	15	17	19	21	23
		1,5	14	15,5	17,5	19,5	22	24	27	29
		2,5	19	21	24	26	30	33	37	40
		4	25	28	32	35	40	45	50	55
		6	32	36	41	46	52	58	64	70
	10	44	50	57	63	71	80	88	97	
	16	59	68	76	85	96	107	119	130	
	25	75	89	101	112	127	142	157	172	
	35	97	111	125	138	157	175	194	213	

$$I_Z = K1 \times S^{0,62}$$

$$I_Z = 17 \times 6^{0,62} = 51,63A$$

$$I_Z = 52A$$

Extrait du tableau 52D1 de la NFC 15-100 de 1977