Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du BP Électricien, veuillez visiter :
bpelectricien.fr/annales-sujets-et-corriges

PARTIE

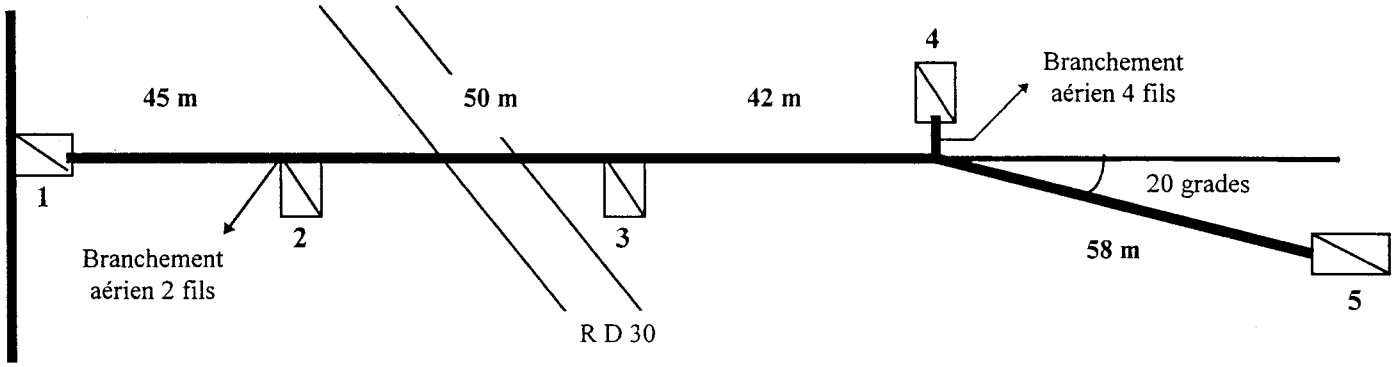
Calcul de ligne

Épreuve de calculs mécaniques de lignes aériennes électriques

Un client situé au support n° 5 demande une puissance de 152 kVA (cos φ = 0,9). Pour le satisfaire, on doit construire une extension BT en câble torsadé 3 x 150 mm² + 1 x 70 mm² **sans EP**.

Projet d'extension

Ligne existante



Elle alimente au passage deux nouveaux clients :

- par un branchement aérien 4 fils sur le support n° 4,
- par un branchement aérien 2 fils sur le support n° 2.

Descriptif des caractéristiques de cette ligne

- Les distances entre supports sont :
  - supports 1 et 2 : 45 m
  - supports 2 et 3 : 50 m
  - supports 3 et 4 : 42 m
  - supports 4 et 5 : 58 m
- Terrain plat, pas de dénivelé.
- Une route départementale RD 30 passe entre les supports 2 et 3.
- Les autres portées surplombent des terrains ordinaires sans passage d'engin.
- La section du câble retenu est : 3 x 150 mm^2 + 1 x 70 mm^2 sans EP.
- Il s'agit d'une zone à vent fort.
- Le paramètre retenu est de 175 mètres à 40° sans vent.
- Les supports bétons seront choisis dans la gamme des supports Béton de Classe D.

Documents mis à votre disposition

- Extraits du Guide Techniques de la Distribution.
- Extraits de la Norme C.11.201.
- Annexes I à IX.

Il vous est demandé

1) Déterminer l'effort nominal et la hauteur du support n° 2 en complétant le tableau (page 18).
2) Déterminer l'effort nominal du support n° 4 en complétant le tableau (page 19).
3) Déterminer l'effort nominal du support n° 5 en complétant le tableau (page 20).
4) Compléter le tableau de pose (page 21).
5) Calculer la chute de tension à l'extrémité de l'extension ainsi créé (au support d'origine n° 1, la tension est de 230/400 V).
6) La chute de tension est de 2,6 % au support d'origine n° 1, dites si la chute de tension totale au support n° 5 sera conforme aux règles en vigueur pour les réseaux BT.

Calculs préliminaires de supports

Réponses	:		/ 2
Portée équivalente	:	ae = $\sqrt{\Sigma a^3 / \Sigma a}$	
Effort linéique dû au vent suivant l'hypothèse A:		Va =	
Effort linéique dû au vent suivant l'hypothèse B:		Vb =	
Supports de Classe D	soit :	τ	
Choix du paramètre	:	175 m à 40 °C	

CALCUL SUPPORT N° 2

SUPPORT N° 2	Hypothèse A	Hypothèse B
Effort linéique du vent Vl		
Effort du vent V =		
Effort Nominal en kN		
Flèche à 40 °C entre 2 et 3 =		
Distance minimale réglementaire au-dessus du sol entre 2 et 3		
Hauteur hors sol du support n° 2 h =		
Hauteur totale du support n° 2 H =		
Hauteur normalisée du support n° 2		

Choix du support : ..... m

..... kN

Classe D

/ 4

CALCUL SUPPORT N° 4

SUPPORT N° 4	Hypothèse A	Hypothèse B
Force de traction T_N		
Effort linéique du vent VI		
Effort du vent V		
Effort du support $F_T = 2\ T \sin(\beta / 2)$		
Effort du vent $F_V = V \cos^2(\beta / 2)$		
Effort $F \geq F_T + F_V$		
Effort Nominal en kN		

Choix du support : ..... kN

Classe D / 4

CALCUL SUPPORT N° 5

SUPPORT N° 5	Hypothèse A	Hypothèse B
Force de traction T_N		
Effort linéique du vent VI		
Effort du vent V		
Effort $F \geq T + (V / \tau)$		
Effort Nominal en kN		

Choix du support : ..... kN

Classe D / 3

Tableau de pose	0 °C	10 °C	20 °C	40 °C
Tension TN en N	N	N	N	N
Flèche en cm sur la portée de 58 m				

⇒ 0,5 point par bonne réponse / 4

.....

Chute de tension crée par l'extension Δu % : / 1

Chute de tension totale en extrémité du réseau Δu_t % : / 1

Cette chute de tension est-elle conforme à la réglementation en vigueur : / 1

.....

Total **/ 20**

C11 30/03/94 RÉSEAUX BT EN CONDUCT. ISOLÉS TORS. CALCUL MÉCANIQUE B336

1. Modes de pose

Pour tenir compte des diverses conditions d'utilisation et de la mise en œuvre des faisceaux, des hypothèses de calcul différentes ont été retenues suivant qu'il s'agit :

- de réseaux tendus sur supports,
- de réseaux tendus sur façades,
- de réseaux tendus entre façades.

2. Réseaux tendus sur supports

2.1. Coefficient de sécurité

La valeur minimale du coefficient de sécurité pour les ouvrages basse tension est fixée à 3 pour les éléments travaillant à la traction, et 2,1 pour les pièces soumises à des contraintes de flexion.

Pour les faisceaux, dans la plus défavorable des hypothèses indiquées ci-dessous, l'effort maximal dans le neutre porteur en alliage d'aluminium de 54,6 mm^2 de section ne doit pas être supérieur à 5 000 N, et dans le neutre porteur de 70 mm^2 de section, ne doit pas être supérieur à 6 500 N pour tenir compte de la garantie de tenue des pinces d'ancrage.

2.2. Les différentes hypothèses

Conformément à l'arrêté interministériel du 2 avril 1991, les deux zones de vent ont été reconduites (une zone à vent normal et une à vent fort).

NOTA : le choix de la zone de vent devra être justifié lors de la présentation du projet à l'approbation de l'ingénieur en chef du contrôle.

Les hypothèses à prendre en compte pour le calcul des ouvrages sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Conditions météorologiques	Zone à vent normal		Zone à vent fort	
Températures	+ 15 °C	- 10 °C	+ 15 °C	- 10 °C
Vent horizontal créant sur les conducteurs les pressions : (PA)	360	135	480	135

C11 30/03/94 RÉSEAUX BT EN CONDUCT. ISOLÉS TORS. CALCUL MÉCANIQUE B336

UTILISATION DES FAISCEAUX TENDUS SUR SUPPORTS

Neutre porteur : 54,6 mm² ou 70 mm² alliage aluminium.

Caractéristiques du neutre porteur :

- module d'élasticité : E = 62 000 N/mm²
- coefficient de dilatation linéaire par °C : α = **23 x 10^{-6}**
- charge minimale tenue en Newtons (1) : - 15 000 N pour le 54,6 mm²
  - 19 500 N pour le 70 mm²

Nature de l'isolant du conducteur : PR.

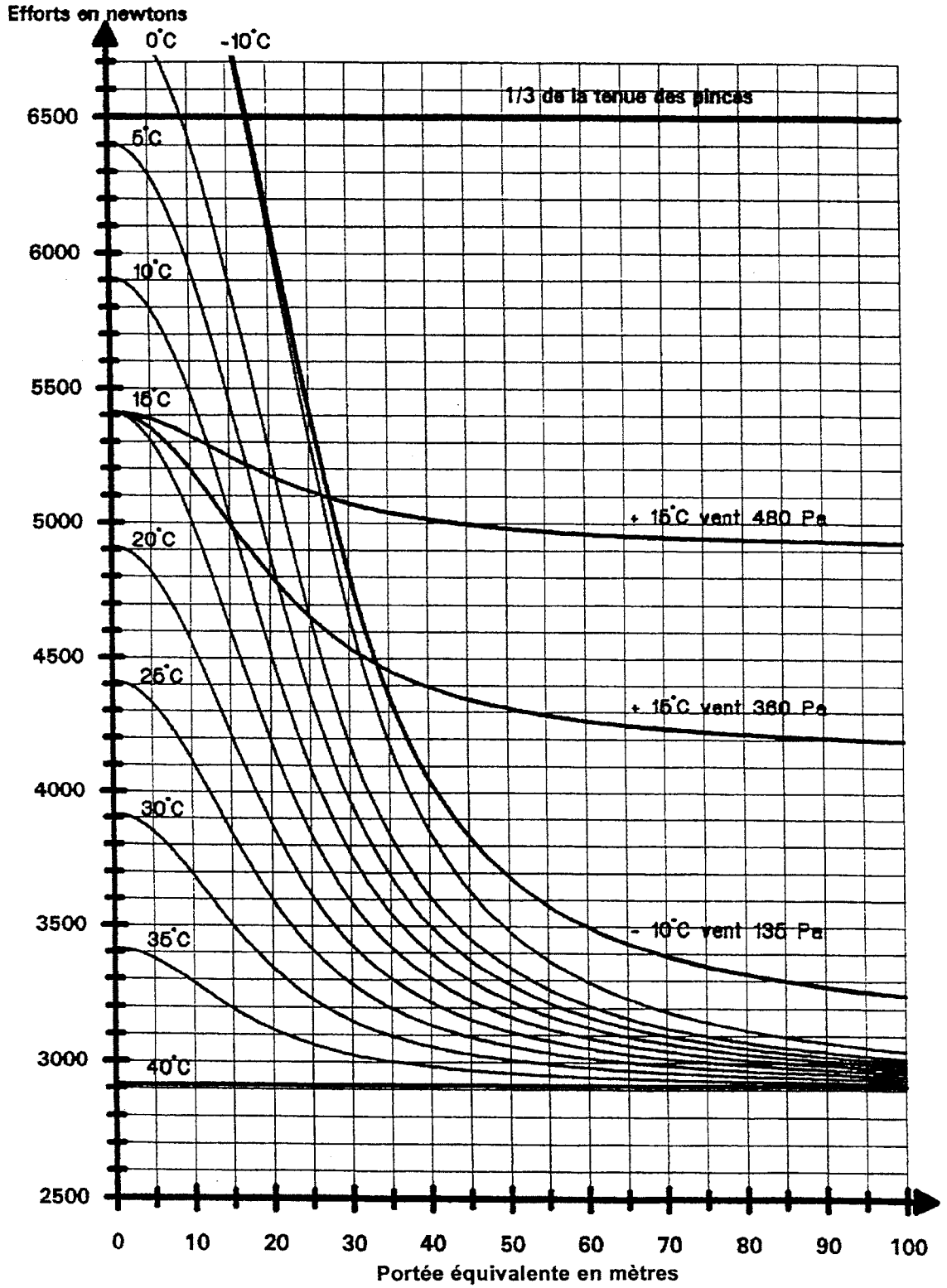
Types de faisceaux		3 x 35² + 1 x 54,6²	3 x 35² 1 x 54,6² + 2 EP	(2) *3 x 50² + 1 x 54,6²*	(2) *3 x 50² 1 x 54,6² + 2 EP*	3 x 70² + 1 x 54,6²	3 x 70² 1 x 54,6² + 2 EP	3 x 70² + 1 x 70²	3 x 70² 1 x 70² + 2 EP	3 x 150² + 1 x 70²	3 x 150² 1 x 70² + 2 EP
O apparent moyen (cm)		3,15	3,15	*3,4*	*3,4*	3,8	3,8	3,8	3,8	4,7	4,7
Masse moyenne en (kg/m)		0,67	0,82	*0,8*	*0,95*	1,03	1,17	1,08	1,22	1,7	1,84
ω (daN/m.mm²)		0,012	0,015	*0,144*	*0,171*	0,019	0,021	0,015	0,017	0,024	0,026
ω²E/24		0,037	0,056	*0,0536*	*0,0755*	0,088	0,114	0,059	0,076	0,146	0,172
Effort dû au vent en (N/m)	135 Pa	4,25	4,25	*4,52*	*4,52*	5,13	5,13	5,13	5,13	6,3	6,3
	360 Pa	11,34	11,34	*12,06*	*12,06*	13,68	13,68	13,68	13,68	16,9	16,9
	480 Pa	15,12	15,12	*16,08*	*16,08*	18,24	18,24	18,24	18,24	22,6	22,6
Coef-ficient de sur-charge dû au vent	135 Pa	1,19	1,13	*1,15*	*1,11*	1,12	1,095	1,11	1,09	1,07	1,06
	360 Pa	1,99	1,73	*1,83*	*1,64*	1,68	1,56	1,63	1,52	1,42	1,37
	480 Pa	2,51	2,13	*2,28*	*1,99*	2,06	1,88	1,99	1,82	1,68	1,6

(1) Limitée par la pince d'ancrage.
(2) Les valeurs du faisceau 50 mm² sont données pour les vérifications de réseaux existants.

Mars 1992	TABLEAU DES CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES DES FAISCEAUX	
Annule et remplace Déc. 89		B.33-62

C11 30/03/94 RÉSEAUX BT EN CONDUCT. ISOLÉS TORS. CALCUL MÉCANIQUE B336

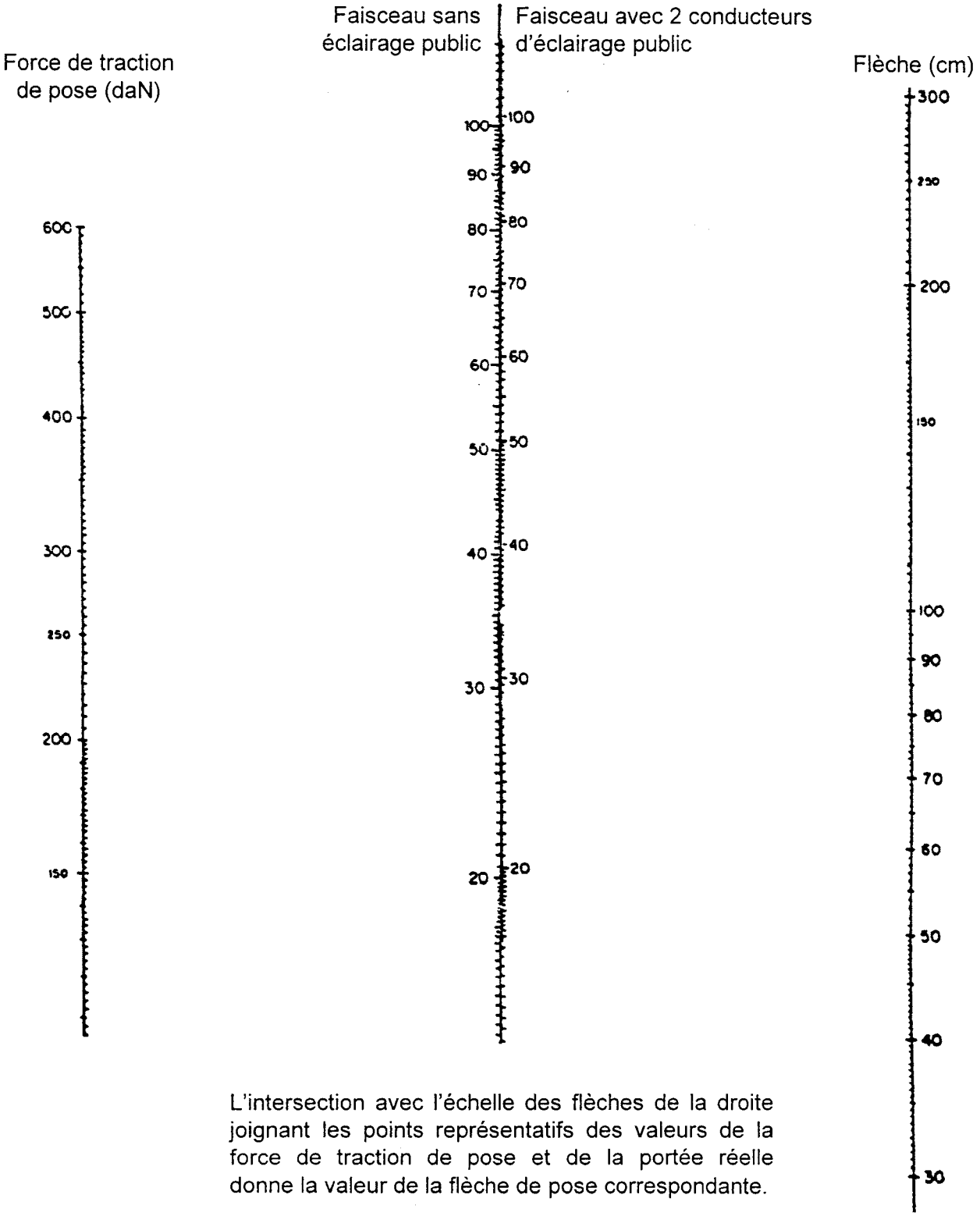
UTILISATION DES FAISCEAUX TENDUS SUR SUPPORTS



Sept. 1992 Annule et remplace Déc. 89	ABAQUE DES FORCES DE TRACTION FAISCEAU 3 x 150 mm² + 1 x 70 mm² Alm PARAMÈTRE À 40 °C SANS VENT : 175	B.33-631-41

C11 30/03/94 RÉSEAUX BT EN CONDUCT. ISOLÉS TORS. CALCUL MÉCANIQUE B336

UTILISATION DES FAISCEAUX TENDUS SUR SUPPORTS



L'intersection avec l'échelle des flèches de la droite joignant les points représentatifs des valeurs de la force de traction de pose et de la portée réelle donne la valeur de la flèche de pose correspondante.

	ABAQUE DES FLÈCHES DE POSE **FAMILLE DES FAISCEAUX** **3 x 150 mm² + 1 x 70 mm² Alm**	B.33-632-15

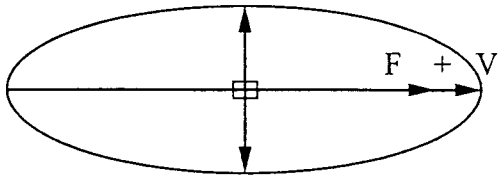
VALEUR DE $\cos^2 \frac{\beta}{2}$ ET $\sin \frac{\beta}{2}$

en fonction de l'angle de déviation

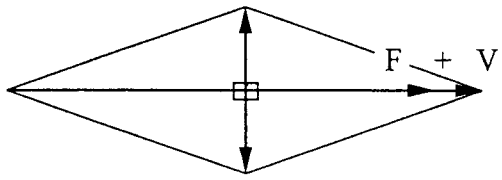
β en degrés	$\cos^2 \frac{\beta}{2}$	$\sin \frac{\beta}{2}$
0	1,000	0,000
2	0,999	0,017
5	0,998	0,044
10	0,992	0,087
15	0,982	0,131
20	0,970	0,174
25	0,953	0,216
30	0,933	0,259
35	0,910	0,301
40	0,883	0,342
45	0,853	0,380
50	0,821	0,423
55	0,787	0,462
60	0,750	0,500
65	0,711	0,552
70	0,671	0,574
75	0,629	0,609
80	0,586	0,643
85	0,544	0,647
90	0,500	0,707

β en grades	$\cos^2 \frac{\beta}{2}$	$\sin \frac{\beta}{2}$
0	1,000	0,000
2	0,999	0,016
5	0,998	0,039
10	0,994	0,078
15	0,986	0,117
20	0,974	0,156
25	0,960	0,195
30	0,944	0,233
35	0,925	0,271
40	0,904	0,309
45	0,879	0,346
50	0,851	0,382
55	0,824	0,418
60	0,793	0,453
65	0,760	0,488
70	0,725	0,522
75	0,690	0,555
80	0,654	0,587
85	0,616	0,619
90	0,579	0,649
95	0,538	0,678
100	0,500	0,707

DIAGRAMME DES EFFORTS DISPONIBLES POUR POTEAUX BÉTON



(F + V) t



(F + V) t

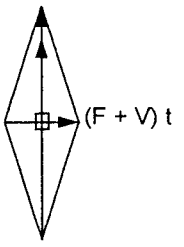
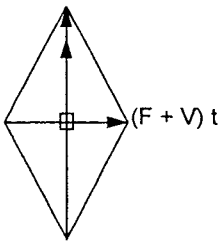
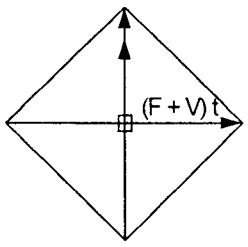
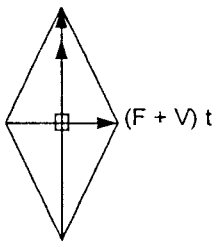
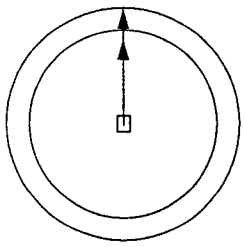
Le diagramme d'inertie d'un support béton varie en fonction de sa section (différentes classes, constructeurs différents). Schéma classe A.

Pour simplifier, d'une manière restrictive, nous supposerons qu'il a la forme d'un losange ayant pour demi-diagonale :

(F + V) et (F + V) t

F = effort nominal du support
V = effort du vent sur la petite face
W = effort du vent sur la grande face
t = facteur de résistance transversale

ATTENTION
Le support ne tient pas ces deux efforts simultanément

CLASSE	CLASSE	CLASSE	CLASSE	CLASSE
(F + V)  	(F + V)  	(F + V)  	(F + V)  	(F + V) 
= 0,3 si F > 500 daN = 0,35 si 50 > F> 300 daN t = 0,4 si F < 300 daN V = 0,10 F - W = 0,16 F	t = 0,6 V = 0,13 F - W = 0,16 F	t = 1 V = 0,16 F - W = 0,16 F	t = 0,5	Il tient l'effort nominal + le vent sur le support dans toutes les directions. W = 0,16 F

NOTA
Pour les classes A, B, C, les efforts résultants ne sont plus garantis car la fabrication n'est plus contrôlée par EDF.

RAPPEL
En neuf, seules les classes D et E sont autorisées.

TABLEAU B - POTEAUX NORMALISÉS DE CLASSE D

Effort nomilan *F* (kN)	Hauteur totale *H* (m)							
	9	10	11	12	13	14	16	18
1,25	o	o						
1,6	o	o						
2	ox	ox	ox					
2,5	ox	ox	ox	ox				
3,2	ox	ox	ox	ox	ox			
4	ox	ox	ox	ox	ox	x		
5	x	x	x	x	x	x	x	
6,5	x	x	x	x	x	x	x	
8		x	x	x	x	x	x	x
10		x	x	x	x	x	x	x
1,25		x	x	x	x	x	x	x
16		x	x	x	x	x	x	x

o — poteaux pouvant être implantés sans massif.

x — poteaux prévus pour recevoir un armement nappe-voûte avec un effort disponible de 0,9 *F*.

TABLEAU B - POTEAUX NORMALISÉS DE CLASSE E

Effort nomilan *F* (kN)	Hauteur totale *H* (m)					
	10	11	12	13	14	16
8	+	+	+	+	+	+
10	+	+	+	+	+	+
12,5	+	+	+	+	+	+
16	+	+	+	+	+	+
20	+	+	+	+	+	+
25	+	+	+	+	+	+
32	+	+	+	+	+	
40	+	+	+	+	+	

\+ — poteaux prévus pour recevoir un armement nappe-voûte avec un effort disponible de 0,6 *F*.

Extrait de la norme NF C 11-201

d) Faisceaux tendus en traversée de rue ou d'espace non bâti

Comme pour les faisceaux tendus sur façades, il n'a été retenu que les faisceaux avec phases en 70 mm² ou de 150 mm² de section.

- La force maximale dans le neutre porteur ne doit pas être supérieure à 300 daN.
- Les deux points de fixation du faisceau de part et d'autre de la traversée sont de préférence situés à la même altitude.

3.6.1.2. Ligne aérienne BT en conducteurs nus

Il est souhaitable de ne plus utiliser de lignes aériennes à basse tension en conducteurs nus, notamment dans les agglomérations. Les conditions à respecter dans les cas exceptionnels où une telle technique serait utilisée sont définies dans l'annexe 3.

3.6.1.3. Supports de lignes équipés de branchement

Pour déterminer l'effort nominal du support, il est tenu compte, outre de l'effort exercé par les conducteurs de ligne, d'un effort supplémentaire dans la direction de l'effort nominal.

Quels que soient le nombre et la direction des branchements existants ou prévisibles, la valeur de cet effort forfaitaire est conforme au tableau suivant.

Tableau XXVII

Branchements existants, prévus ou prévisibles / Nature des supports	ne comportant que des câbles à 2 conducteurs	comportant au moins un câble à 4 conducteurs
Poteau en béton de la classe D (ou B)	40 daN	60 daN
Classe E et poteau en bois ou métallique	25 daN	40 daN

Pour les poteaux en bois, il est tenu compte également d'un effort permanent supplémentaire de 25 dAN pour des branchements à 2 conducteurs, de 40 dAN pour des branchements à 4 conducteurs.

3.6.1.4. Support d'étoilement

Le support d'étoilement est celui sur lequel sont fixées au moins 3 lignes. Ce support est calculé conformément aux indications du paragraphe 3.5.1.2. En aucun cas on n'utilise de support d'étoilement d'effort nominal inférieur à 3,2 kN.

3.6.2. Ligne HTA

3.6.2.1. Ligne sur isolateurs rigides

Les portées maximales du canton, la tension de définition initiale (données conventionnellement dans le cas de ligne rigide à 15 °C sans vent) sont proposées au tableau XXVIII suivant, en fonction des conducteurs retenus. Ces valeurs sont à retenir sauf cas particulier.

On doit vérifier la compatibilité des armements choisis avec les longueurs de portée.

Dans un angle de ligne sur isolateurs rigides, si un ou plusieurs conducteurs contournent le support, la valeur de l'angle sera limitée de telle manière que à - 5 °C sans vent, on puisse, lors de travaux sous tension à distance, écarter ce ou ces conducteurs d'une distance horizontale du support d'au moins 1 mètre sans que la tension mécanique du ou des conducterus intéressés dépasse le tiers de la charge de rupture. Les abaques (voir annexe 4) permettent de déterminer l'angle maximal autorisé en fonction des portées adjacentes . Si l'angle de piquetage est supérieur à cette valeur maximale permise et au plus égal à 30 grades, on doit :

- ou bien utiliser un armement en nappe,
- ou bien armer en drapeau le support d'angle, celui-ci se trouvant à l'extérieur de l'angle formé par les conducteurs,
- ou bien armer avec des chaînes de suspension simples ou d'ancrage sous réserve de conserver les distances à la masse réglementaire (paragraphe 3.2.4.1),
- ou bien répartir cet angle sur plusieurs supports.

TABLEAU DES MOMENTS ÉLECTRIQUES DES CÂBLES ET LIGNES USUELS POUR COS φ = 0,9

		S	r_{20}	r_{50}	$r + xtg\varphi$	HTB	HTA				
						kW x km	MW x km				
		mm^2	Ω/km	Ω/km	Ω/km	M1	M1				
						380	5,5	10	15	20	30
Câbles souterrains et lignes aériennes en conducteurs torsadés	Cuivre (anciennes sections)	22	0,832	0,930	0,980	1,47	0,31	1,02	2,3	4,1	9,2
		30	0,627	0,701	0,751	1,92	0,40	1,33	3,0	5,3	12,0
		40	0,479	0,535	0,585	2,47	0,52	1,71	3,8	6,8	15,4
		50	0,379	0,424	0,474	3,05	0,64	2,11	4,7	8,4	19,0
		75	0,244	0,273	0,323	4,47	0,94	3,10	7,0	12,4	27,9
		95	0,194	0,217	0,267	5,41	1,13	3,75	8,4	15,0	33,7
		116	0,157	0,176	0,226	6,39	1,34	4,42	10,0	17,7	39,8
		146	0,126	0,141	0,191	7,56	1,58	5,24	11,8	20,9	47,1
	Alu (nouvelles sections)	25	1,200	1,345	1,395	1,03	0,22	0,72	1,6	2,9	6,5
		35	0,868	0,973	1,023	1,41	0,30	0,98	2,2	3,9	8,8
		50	0,641	0,718	0,768	1,88	0,39	1,30	2,9	5,2	11,7
		70	0,443	0,497	0,547	2,64	0,55	1,83	4,1	7,3	16,5
		95	0,320	0,359	0,409	3,53	0,74	2,44	5,5	9,8	22,0
		120	0,253	0,284	0,334	4,32	0,91	2,99	6,7	12,0	26,9
		150	0,206	0,231	0,281	5,14	1,08	3,56	8,0	14,2	32,0
		185	0,164	0,184	0,234	6,17	1,29	4,27	9,6	17,1	38,5
		240	0,125	0,140	0,190	7,60	1,59	5,26	11,8	21,1	47,4
Lignes aériennes en conducteurs nus	Cuivre	7,1	2,490		2,665	0,54	0,11	0,38	0,8	1,5	3,4
		12,6	1,400		1,575	0,92	0,19	0,63	1,4	2,5	5,7
		14,1	1,270		1,445	1,00	0,21	0,69	1,6	2,8	6,2
		19,6	0,896		1,071	1,35	0,28	0,93	2,1	3,7	8,4
		22,0	0,816		0,991	1,46	0,30	1,01	2,3	4,0	9,1
		29,3	0,616		0,791	1,83	0,38	1,26	2,8	5,1	11,4
		38,2	0,472		0,647	2,23	0,47	1,55	3,5	6,2	13,9
		48,3	0,373		0,548	2,63	0,55	1,82	4,1	7,3	16,4
		59,7	0,302		0,477	3,03	0,63	2,10	4,7	8,4	18,,9
		74,9	0,240		0,415	3,48	0,73	2,41	5,4	9,6	21,7
		93,3	0,193		0,368	3,92	0,82	2,72	6,1	10,9	24,5
		116,2	0,156		0,331	4,36	0,91	3,02	6,8	12,1	27,2
	Almélec	22,0	1,500		1,675	0,86	0,18	0,60	1,3	2,4	5,4
		34,4	0,958		1,133	0,125	0,27	0,88	2,0	3,5	7,9
		54,6	0,603		0,778	1,85	0,39	1,29	2,9	5,1	11,6
		75,5	0,438		0,613	2,35	0,49	1,63	3,7	6,5	14,7
		117	0,283		0,458		0,66	2,18	4,9	8,7	19,7
		148,1	0,224		0,399		0,76	2,51	5,6	10,0	22,6
		228	0,146		0,321		0,94	3,12	7,0	12,5	28,0
	Alu-acier	37,7	1,020		1,195		0,25	0,84	1,9	3,3	7,5
		59,7	0,765		0,940		0,32	1,06	2,4	4,3	9,6
		75,5	0,605		0,780		0,39	1,28	2,9	5,1	11,5
		116,2	0,306		0,481		0,63	2,08	4,7	8,3	18,7
		147,1	0,243		0,418		0,72	2,39	5,4	9,6	21,5
		228	0,157		0,332		0,91	3,01	6,8	12,0	27,1

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.