



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 en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :

[www.formav.co/explorer](http://www.formav.co/explorer)

# **ANNEXES**

**Tableau XXI - Fonction des supports d'une ligne aérienne**  
(voir aussi tableau VII pour les valeurs assignées à  $\sigma_1$  et  $\sigma_2$  suivant les pièces à dimensionner)

Note. — L'orientation des supports ainsi que la forme des traverses figurant dans les pictogrammes sont arbitraires							
Pictogrammes des fonctions	Fonction	Arrêt simple	Arrêt double	Semi-arrêt (arrêt intermédiaire)	Double ancrage	Simple fixation (SF)	
		AS	AD	SA	DA	Rigide	Suspendue
Alignement							
Angle							
Utilisation	Ligne principale HTA	Tête de ligne	— Limite de cantons tous les 2 km (15 à 20 portées) — Interrupteurs	— Limite de cantons aux points singuliers (points bas, angle important... etc.)			— Alignements — Angle faible
	Ligne secondaire HTA	Tête de ligne		— Limite de cantons tous les 2 km (12 à 15 portées) — Interrupteurs	Points singuliers (points bas, angle important... etc.)	— Alignements — Angle faible	— Alignements — Angle faible
Lignes BT	Tête de ligne				Autres cas		
Hypothèses A et B	Arrêt du canton $\sigma = \sigma_1$	— Résultante des efforts $\sigma = \sigma_1$ — Arrêt de chacun des cantons $\sigma = \sigma_1$	— Résultante des efforts $\sigma = \sigma_1$ — Arrêt de chacun des cantons $\sigma = \sigma_2$	Résultante des efforts $\sigma = \sigma_1$	Résultante des efforts $\sigma = \sigma_1$	Résultante des efforts $\sigma = \sigma_1$	
Hypothèses de surcharge verticale (pour les lignes BT on ne tient pas compte de la surcharge dissymétrique)	Arrêt du canton $\sigma = \sigma_2$	— Résultante des efforts en surcharges verticales symétrique $\sigma = \sigma_2$ — Arrêt de chacun des cantons $\sigma = \sigma_2$	Résultante des efforts en surcharges verticales symétrique et dissymétrique $\sigma = \sigma_2$	Résultante des efforts en surcharges verticales symétrique et dissymétrique $\sigma = \sigma_2$	Résultante des efforts en surcharges verticales symétrique et dissymétrique $\sigma = \sigma_2$	Résultante des efforts en surcharges verticales symétrique et dissymétrique $\sigma = \sigma_2$	

### 3.5.2 Dimensionnement des fondations travaillant au renversement

Les règles énoncées ci-dessous sont applicables aux lignes BT et HTA.

#### 3.5.2.1 Profondeur d'implantation

Les profondeurs d'implantation des poteaux, les coefficients de stabilité des fondations, leurs conditions de prise en compte suivant la nature et la fonction du support (cf. paragraphe 3.4) sont indiqués au tableau XXIII. Pour les fondations sollicitées au renversement :

$$k_s = \frac{\text{Moment limite d'endommagement}}{\text{Moment de renversement nominal}} \quad \text{avec}$$

- moment limite d'endommagement = moment provoquant une rotation de la fondation de 1 degré.
- moment de renversement nominal = moment dû à l'application de la force  $(F + V)$ .

Tableau XXIII - Profondeur d'implantation des fondations de supports aériens de lignes BT et HTA

$(H = \text{hauteur totale du support (m)})$   
 $(F = \text{effort nominal du support (kN)})$

Support		Coefficient de stabilité de la fondation	
		$K_s = 1,2$	$K_s = 1,75$
Fonction du support		Double ancrage, Simple fixation, et tous cas de ligne BT en général	Semi-arrêt, Arrêt simple, Arrêt double, et cas particuliers (*)
Bois ou assemblages en bois			
Béton	$F \leq 6,5 \text{ kN}$	$\frac{H + 0,5 \text{ (m)}}{10}$	$\frac{H + 0,7 \text{ (m)}}{10}$
Métal	$F > 6,5 \text{ kN}$	$\frac{H + 1,3 \text{ (m)}}{20}$	$\frac{H + 1,5 \text{ (m)}}{20}$
(*) Voir b) ci-après.			

1. La profondeur d'implantation peut, dans certains cas particuliers (par exemple terrains rocheux, tablier de pont, présence de canalisations souterraines, etc.) être réduite sous réserve de la vérification des facteurs de sécurité de l'ouvrage et, plus particulièrement de l'effort tranchant développé dans le pied des poteaux. Les massifs de fondation peuvent, dans les mêmes cas, être de volume réduit, voire supprimés, sous réserve des mêmes vérifications.

2. On utilise les valeurs de  $K_s = 1,2$  ou  $1,75$  pour les cas suivants :

a)  $K_s = 1,2$

Tous les supports des lignes BT et les supports de double ancrage et de simple fixation pour les lignes HTA, sauf cas exceptionnels définis ci-dessous.

b)  $K_s = 1,75$

Pour les croisements au-dessus des autoroutes, voies ferrées, voies rigides pour véhicules guidés, téléphériques et remonte-pentes définis par l'arrêté interministériel en vigueur (\*), pour tous les supports de lignes principales et secondaires faisant fonction d'arrêts simples, arrêts doubles, semi(arrêts ou origines de dérivations).

#### 3.5.2.2. Fondations des poteaux

- Nature du sol : afin de simplifier l'approche du calcul des fondations des supports, 5 catégories de sols ont été définies et répertoriées dans le tableau XXIV. en fonction des paramètres usuels de la mécanique des sols à l'état limite.

$c$  : cohésion (exprimée en  $\text{daN/cm}^2 = 1 \text{ bar}$ ),

$\varphi$  : angle de frottement (exprimé en degrés),

$\rho$  : masse volumique du sol (exprimée en  $\text{g/cm}^3$ ),

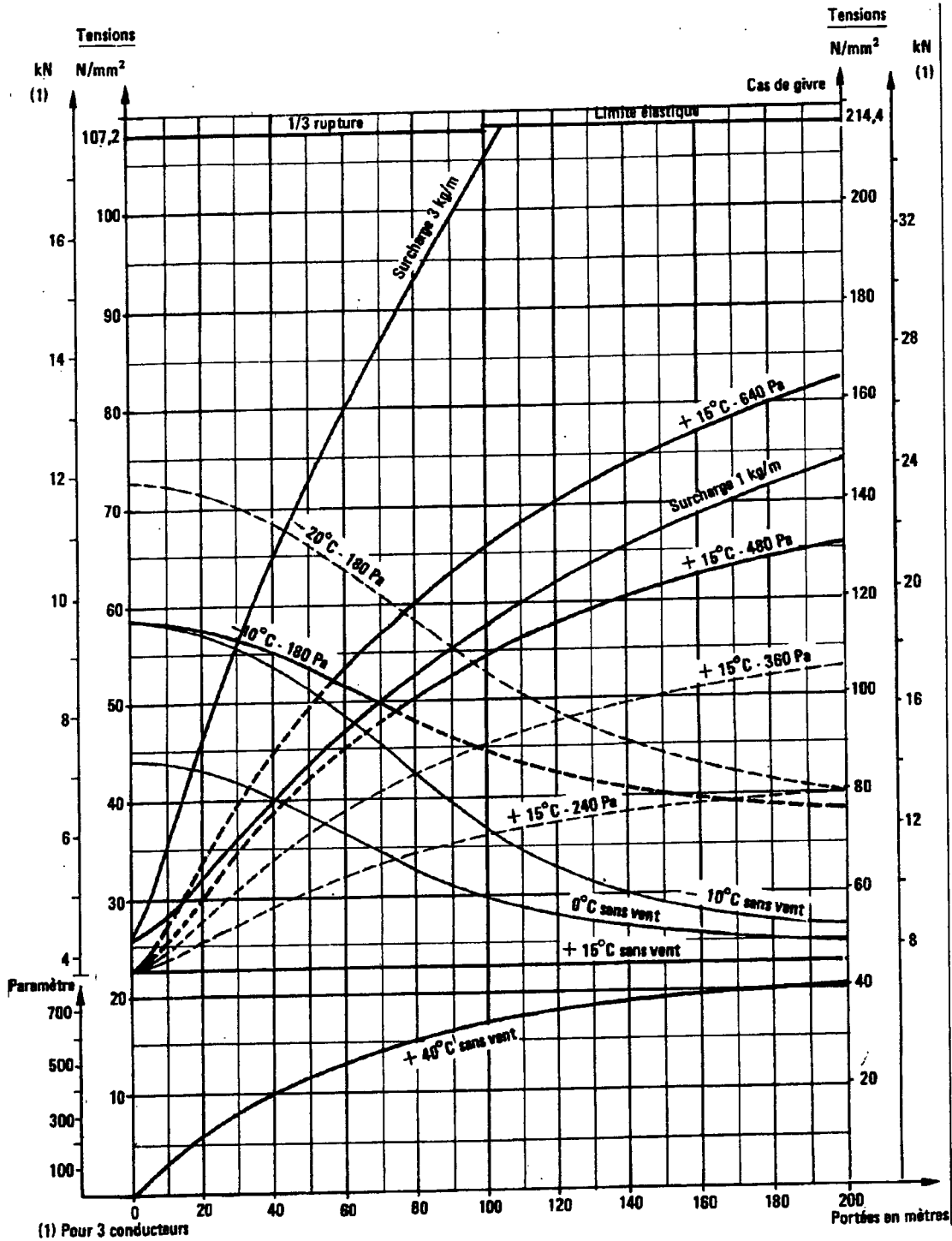
La connaissance de  $c, \varphi, \rho$  permet le calcul de :

$p_a$  : pression admissible sur le sol (exprimée en  $\text{daN/cm}^2$ ),

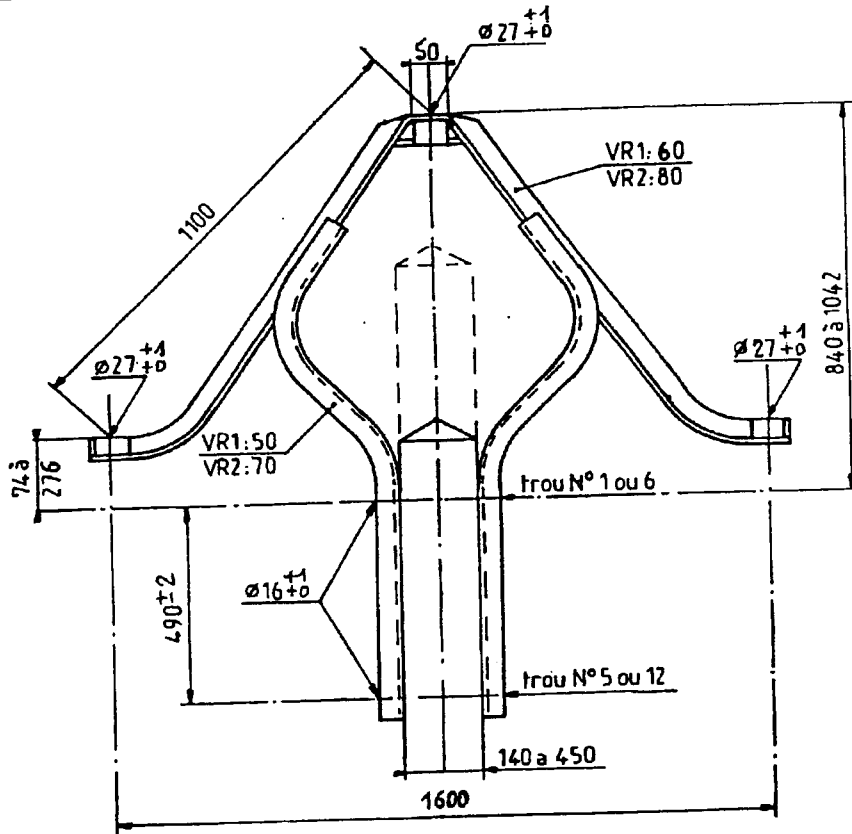
ELECTRICITE DE FRANCE Guide Technique de la Distribution	LIGNES AERIENNES M.T. ET B.T. EN CONDUCTEURS NUS Tables et abaques	B.31.4
		Fiche 40

DESIGNATION		Famille	ASTER	ASTER	ASTER	ASTER	ASTER
				Section nominale (mm <sup>2</sup> )	34,4	54,6	75,5
COMPOSITION	Alliage d'aluminium	Nombre de brins	7	7	19	19	37
		Diamètre (mm)	2,5	3,15	2,25	3,15	2,8
Diamètre extérieur (mm)			7,5	9,45	11,25	15,75	19,6
Résistance linéique à 20° C (Ω/km)			0,958	0,603	0,438	0,224	0,146
Contraintes à la rupture des fils (hbar)		En alliage d'aluminium	32,4				
Charge de rupture (daN)			1105	1755	2430	4765	7340
Tension nominale admissible (hbar)		En régime normal	10,72				
		En cas de givre	21,44				
Masse linéique du câble (kg/m)			0,094	0,149	0,208	0,407	0,627
Poids linéique du câble par unité de section $\bar{\omega}$ (daN/mm <sup>2</sup> )			0,00268				
Module d'élasticité E (hbar)			6200	6200	6000	6000	5700
Coefficient de dilatation $\alpha$ (°C) <sup>-1</sup>			0,000023				
$\frac{E\bar{\omega}}{24}$			0,00186	0,00186	0,00180	0,00180	0,00171
Effort linéique sur chaque câble dû à un vent de : (daN/m)		180 Pa	0,135	0,70	0,203	0,283	0,353
		240 Pa	0,180	0,227	0,270	0,378	0,470
		360 Pa	0,270	0,340	0,405	0,566	0,706
		480 Pa	0,360	0,454	0,540	0,756	0,941
		640 Pa	0,48	0,609	0,72	1,008	1,254
Facteur de surcharge pour un vent de :		180 Pa	1,77	1,53	1,41	1,23	1,15
		240 Pa	2,19	1,85	1,66	1,38	1,26
		360 Pa	3,1	2,53	2,22	1,74	1,52
		480 Pa	4,03	3,26	2,83	2,14	1,83
		640 Pa	5,31	4,26	3,67	2,72	2,27
Facteur de surcharge pour une masse linéique de givre de : (vent 480 Pa sur conducteur nu)		1 kg/m	12,28	8,31	6,38	3,94	3,01
		3 kg/m	/	/	15,65	8,58	5,98
		5 kg/m	/	/	/	13,42	9,10
		8 kg/m	/	/	/	20,74	13,84

Décembre 1977	CARACTERISTIQUES DES CABLES EN ALLIAGE D'ALUMINIUM ASTER	
Annule et remplace		B.31.4.40



ELECTRICITE DE FRANCE Guide Technique de la Distribution	MATERIELS POUR RESEAUX AERIENS M.T.	B.23.111
	RESEAUX EN CONDUCTEURS NUS FERRURES	Fiche 10



### CARACTERISTIQUES ESSENTIELLES

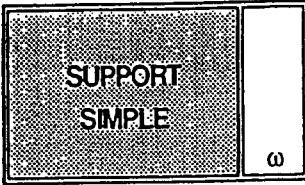
- Matière** : Acier E24. (NF A 35-501) galvanisé après usinage (UTE C 66-400)  
**Tolérance** : Profil en L conforme à NF A 45-001.  
**Boulons** : Conformés à NF C 66-440.  
**Marquage** : Inscription apparente et indélébile :  
- du nom, de la marque ou du sceau du fabricant.  
- du mois et de l'année de fabrication  
- de la désignation ci-dessous  
- du code couleur précisé ci-dessous.

Dési- gnation	Codet	Composition		Utilisation, par phase, dans le sens :						Support minimal associé (kN)
				Vertical Q		Horizontal H		Longitudinal L		
		couleur associée		Hypothèses		Hypothèses		Hypothèses		
Montant	Traverse	réglém. (kN)	complém. (kN)	réglém. (kN)	complém. (kN)	réglém. (kN)	complém. (kN)	réglém. (kN)	complém. (kN)	
VR 1	68.53.335	50 vert	60 rouge	1,6	2,5	1,6	2,5	0,4	0,6	2
VR 2	68.53.337	70 noir	80 jaune	4,4	7	3,8	6	1	1,6	5

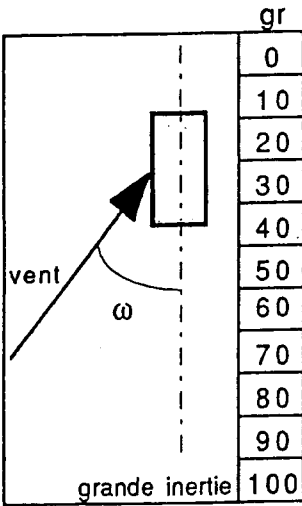
Mars 1991	LIGNES SUR ISOLATEURS RIGIDES ARMEMENTS VOUTE - RIGIDE (VR)	p.1
Annule et remplace B.23.111.10 de Décembre 1980		B.23.111.10

# VALEUR DU COEFFICIENT G SUPPORT BETON CLASSE "D"

*Cas du semi-arrêt  
avec a1 ou a2 à terre*



vent -----> r



$\lambda = 1$		
ETE		HIVER
V.N	V.F	

1,00	1,33	0,30
------	------	------

0	1,00	0,96	1,09
10	1,00	0,95	1,09
20	0,98	0,93	1,09
30	0,96	0,91	1,08
40	0,93	0,87	1,07
50	0,91	0,83	1,06
60	0,88	0,79	1,05
70	0,85	0,76	1,05
80	0,83	0,73	1,04
90	0,81	0,71	1,04
100	0,81	0,70	1,03

$\lambda = 1,6$		
GMRE		
1Kg	3-12Kg	Dis

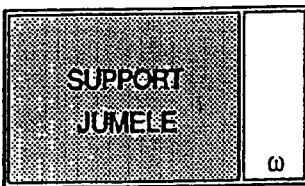
0,30	0,15	0,00
------	------	------

0	1,77	1,79	1,81
10	1,77	1,79	1,81
20	1,76	1,79	1,81
30	1,76	1,78	1,81
40	1,75	1,78	1,81
50	1,74	1,77	1,81
60	1,73	1,77	1,81
70	1,72	1,77	1,81
80	1,72	1,76	1,81
90	1,71	1,76	1,81
100	1,71	1,76	1,81

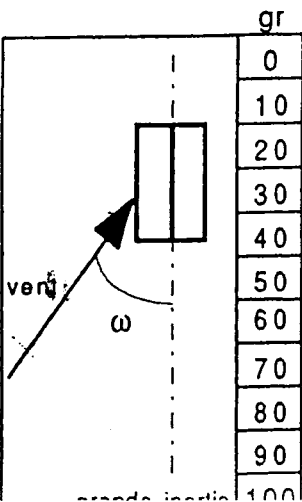
$\lambda = 1,6$		
ETE		HIVER
V.N	V.F	

1,00	1,33	0,30
------	------	------

0	1,68	1,64	1,77
10	1,67	1,63	1,77
20	1,66	1,61	1,76
30	1,64	1,58	1,76
40	1,61	1,55	1,75
50	1,58	1,51	1,74
60	1,55	1,47	1,73
70	1,53	1,43	1,72
80	1,51	1,41	1,72
90	1,49	1,39	1,71
100	1,49	1,38	1,71



vent -----> r



$\lambda = 1$		
ETE		HIVER
V.N	V.F	

1,00	1,33	0,30
------	------	------

0	1,00	0,96	1,09
10	1,00	0,96	1,09
20	1,00	0,95	1,09
30	0,99	0,95	1,09
40	0,99	0,94	1,09
50	0,99	0,94	1,09
60	0,98	0,93	1,09
70	0,98	0,93	1,08
80	0,97	0,92	1,08
90	0,97	0,92	1,08
100	0,97	0,92	1,08

$\lambda = 1,6$		
GMRE		
1Kg	3-12Kg	Dis

0,30	0,15	0,00
------	------	------

0	1,77	1,79	1,81
10	1,77	1,79	1,81
20	1,77	1,79	1,81
30	1,77	1,79	1,81
40	1,77	1,79	1,81
50	1,76	1,79	1,81
60	1,76	1,79	1,81
70	1,76	1,78	1,81
80	1,76	1,78	1,81
90	1,76	1,78	1,81
100	1,76	1,78	1,81

$\lambda = 1,6$		
ETE		HIVER
V.N	V.F	

1,00	1,33	0,30
------	------	------

0	1,68	1,64	1,77
10	1,68	1,63	1,77
20	1,68	1,63	1,77
30	1,67	1,63	1,77
40	1,67	1,62	1,77
50	1,66	1,62	1,76
60	1,66	1,61	1,76
70	1,65	1,60	1,76
80	1,65	1,60	1,76
90	1,65	1,60	1,76
100	1,65	1,60	1,76

- l'armement est du type nappe-voûte à condition que l'angle soit inférieur ou égal à 10 gr;
- à titre exceptionnel, si le support est armé en drapeau et se trouve à l'extérieur de l'angle formé par les conducteurs, aucune limitation de l'angle d'inclinaison des chaînes n'est imposée pour les conducteurs; en vue de respecter les distances à la masse, il pourra être fait usage d'étriers longs pourvus d'un arrêtoir empêchant la remontée de la chaîne.

Il est interdit dans tous les cas, d'employer des isolateurs rigides du type à attaches pour le maintien ou le renvoi des conducteurs.

### 3.6.2.3 Lignes utilisant des conducteurs isolés

La définition donnée conventionnellement à 40° sans vent est indiquée dans le tableau XXIX.

Tableau XXIX - Condition d'établissement des lignes HTA en conducteurs isolés

Types et faisceaux	Paramètres à + 40 °C sans vent					
	Zone à vent normal			Zone à vent fort et givre		
3 × 50 mm <sup>2</sup> Al + 1 × 50 mm <sup>2</sup> Ac	300	350	400	300	350	
3 × 95 mm <sup>2</sup> Al + 1 × 50 mm <sup>2</sup> Ac	200	250	300	200	250	
3 × 150 mm <sup>2</sup> Al + 1 × 50 mm <sup>2</sup> Ac	150	200	250	150	200	

La longueur de chacune des portées d'un canton devra être inférieure à 80 m.

Lorsque le relief impose des portées plus importantes, elles seront traitées comme des cantons à portée unique c'est-à-dire comporter un arrêt à chaque extrémité.

- les contraintes dans les conducteurs ne doivent pas dépasser les 3/4 de celles retenues habituellement.

## 3.7 Distances entre phases pour les lignes HTA

L'armement d'un support fixe la disposition des conducteurs en tête de celui-ci et la distance géométrique entre les conducteurs. Les prescriptions suivantes s'appliquent à tous les types de supports.

Pour les lignes sur isolateurs rigides et suspendus et pour tous les critères de réglage, l'écartement minimal à respecter entre les conducteurs en milieu de portée est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$e = K_c \left( \frac{U}{150} + K_z \sqrt{f + L} \right)$$

$e$  = écartement minimal entre conducteurs en milieu de portée en mètres;

$f$  = flèche à 40 °C sans vent en mètres;

$L$  = longueur libre de la chaîne, en mètres;  $L = 0$  pour les armements rigides;

$U$  = tension de service de l'ouvrage, en kilovolts avec  $\frac{U}{150} \geq 0,13$ ;

$K_c$  = coefficient prenant en compte la disposition des conducteurs.

#### en rigide

$k_c = 0,8$  pour les armements alternés ou en drapeau,

$k_c = 0,7$  pour les armements en nappe horizontale ou en triangle.

#### en suspendu

$k_c = 1$  pour les armements alternés ou en drapeau,

$k_c = 0,8$  pour les armements en nappe horizontale, en nappe-voûte ou en triangle.

$K_z$  = coefficient prenant en compte de la zone (vent normal ou fort, givre).

$k_z = 0,9$  dans les zones à vent normal,

$k_z = 1$  dans les zones à vent fort et dans les zones givrées.

Le choix du coefficient  $K_c$  pour une configuration de portée encadrée par deux armements de géométrie différente, se fait en considérant la moyenne des deux coefficients  $K_c$  affectés aux deux armements.

Au niveau des supports, on vérifie en outre que l'écartement entre conducteurs procuré par l'armement est supérieur à  $0,75 e$  et de toute façon jamais inférieur à 1 mètre.



## DETERMINATION DE LA HAUTEUR D'UN SUPPORT LIGNE HTA RIGIDE

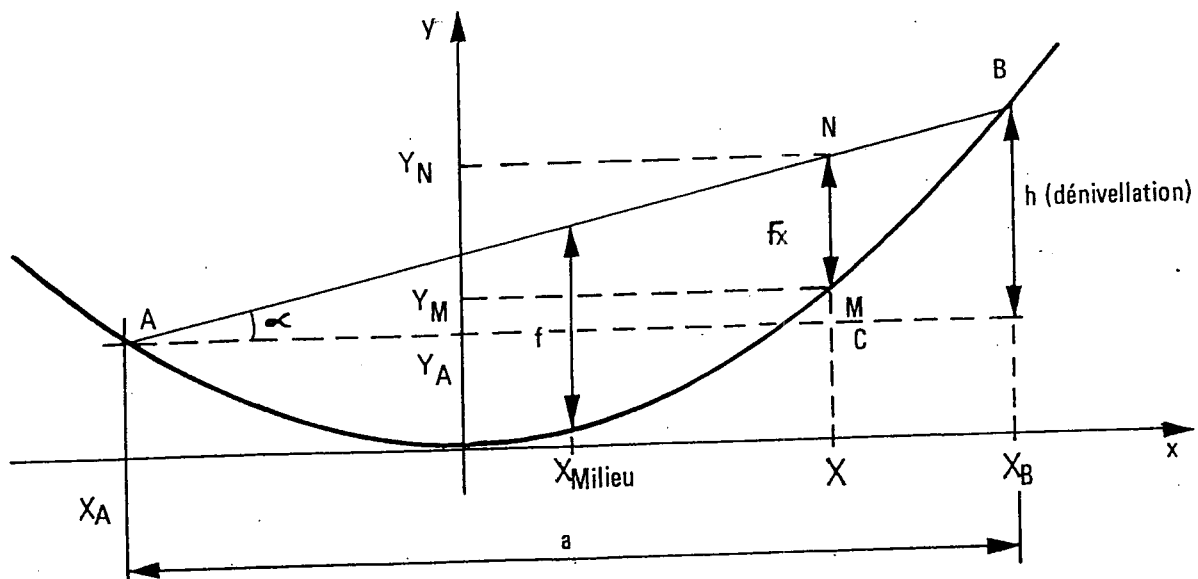
### 3 - FLECHE

La flèche est fonction :

- De la portée réelle.
- Du paramètre à 40° C sans vent.

$$f = \frac{a^2}{8 P} \text{ en milieu de portée}$$

$$f = \frac{(\text{distance X X a}) \times (\text{distance X X B})}{2 P} = \text{flèche en un point quelconque de la portée.}$$



### 4 - DISTANCE D'ACCROCHAGE

C'est la distance d'accrochage du conducteur par rapport à la tête du support. Cette distance est fonction du type d'armement utilisé et de la façon dont est utilisé cet armement.

*Exemples :*

- Distance = 0,15 m pour VR en position non avifaune.
- Distance = 0,15 m pour VR en position avifaune.
- Distance = 0,25 m pour poutre d'ancrage sur support d'arrêt.
- Distance = 1,05 m pour poutre d'ancrage de dérivation ou poutre interrupteur.

## CALCUL D'UN SUPPORT D'ALIGNEMENT

- $\varpi$  = poids linéique de câble par unité de section  $\text{kN}/(\text{m} \cdot \text{mm}^2)$  pour le câble  
Aster,  $\varpi = 268 \times 10^{-7} \text{ kN}/(\text{m} \cdot \text{mm}^2)$
- $S$  = section nominale du câble en  $\text{mm}^2$
- $a_1$  = portée en mètres
- $a_2$  = portée en mètres
- **forfait iso.** = forfait isolateur (poids) = 0,05 kN pour VHT 20 T ou 22 T
- $\phi_c$  = diamètre extérieur du câble en mètres
- **Pvc** = pression du vent sur le conducteur en Pascals .  
(Elle est fonction de l'hypothèse climatique et de la zone de vent).
- $\frac{T_1}{3}$  = tension sur un conducteur pour la portée  $a_1$  (kN) aux différentes hypothèses climatiques
- $\frac{T_2}{3}$  = tension sur un conducteur pour la portée  $a_2$  (kN) aux différentes hypothèses climatiques
- $m$  = effort de surcharge de givre (en kN).

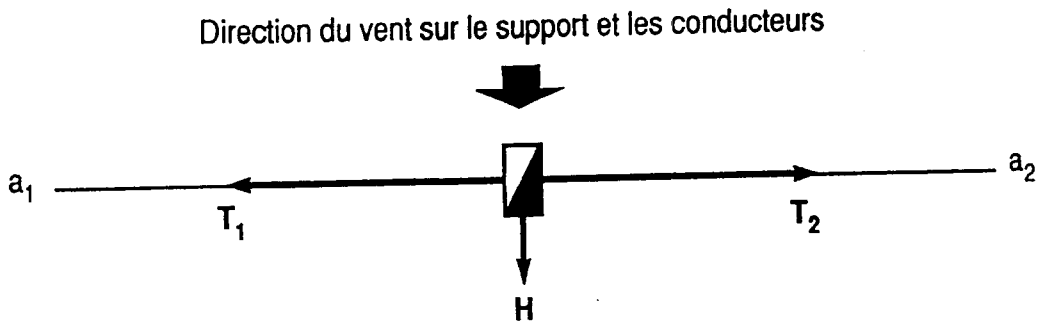
### Exemple :

Si une surcharge est de 1 kg/m, on sait qu'une force = masse x g  
(coefficient d'apesanteur de 9,81 sur terre). Pour les besoins de notre calcul,  
on prendra  $g = 10$ .

Donc  $m = 1 \times 10 = 10 \text{ N}$

On veut  $m$  en kN ==>  $m = 0,01 \text{ kN / mètre}$  pour une surcharge de 1 kg/m.

# CALCUL D'UN SUPPORT D'ALIGNEMENT



$T_1$  et  $T_2$  = efforts dûs aux conducteurs dans le sens longitudinal  
 $H$  = effort transversal dû au vent sur les conducteurs  
 $L$  = résultante des efforts longitudinaux sur un alignement  
 ( $L = 0$  avec givre symétrique)

## Fonction du support : SF (simple fonction)

### 1 - CALCUL DE L'ARMEMENT VR

- a) Il faut vérifier l'écartement des conducteurs  
 (voir détail au chapitre "écartement des conducteurs" page 1. 150/60).
- b) Il faut déterminer les composantes  $q$ ,  $h$ ,  $l$  aux trois hypothèses climatiques :
  - $q$  = effort vertical sur une phase (kN)
  - $h$  = effort transversal sur une phase (kN)
  - $l$  = effort longitudinal sur une phase (kN)

	ETE	HIVER	GIVRE
<b>q</b>	$\varpi \times S \times \frac{a_1 + a_2}{2} + \text{forfait iso}$		$(\varpi \times S + m) \frac{a_1 + a_2}{2} + \text{forfait iso}$
<b>h</b>	$\frac{\Phi_c \times \frac{a_1 + a_2}{2} \times P_{vc} (\text{été})}{10^3}$	$\frac{\Phi_c \times \frac{a_1 + a_2}{2} \times P_{vc} (\text{hiver})}{10^3}$	$\frac{\Phi_c \times \frac{a_1 + a_2}{2} \times P_{vc} (\text{givre})}{10^3}$
<b>l</b>	$\frac{T_1}{3} - \frac{T_2}{3} = 0$	$\frac{T_1}{3} - \frac{T_2}{3} = 0$	$\frac{T_1}{3} - \frac{T_2'}{3} = 0$

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.