

**SOCIETE NATIONALE DES
CHEMINS DE FER BELGES**



SPECIFICATION TECHNIQUE

496.010

LIMITEURS DE SURTENSION

EDITION : 05/2004

SOMMAIRE

1.	OBJET DE LA SPECIFICATION.....	3
2.	DOCUMENTS D'APPLICATION.....	3
2.1	NORMES TECHNIQUES DE RÉFÉRENCE	3
2.2	SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES DE LA SNCB	3
3.	PROCÉDURE DE QUALIFICATION.....	3
3.1	HOMOLOGATION DU MATÉRIEL.....	4
3.2	REMARQUES IMPORTANTES	4
3.3	DOCUMENTS AUTOCAD À FOURNIR EN CAS DE COMMANDE.....	5
4.	CRITÈRES D'ATTRIBUTION DU MARCHÉ.....	5
5.	CONDITIONS TECHNIQUES	5
5.1	BUT PRIMAIRE	5
5.2	INTERVALLE DE DÉCHARGE UNIDIRECTIONNEL OU BIDIRECTIONNEL	6
5.3	CAS D'EXPLOITATION NORMALE – SANS COURTS-CIRCUITS.....	7
5.4	COURTS-CIRCUITS AVEC LA CATÉNAIRE (3 kV – DC)	10
5.4.1	<i>Courants de choc dans le sens conducteur de l'intervalle de décharge (les deux sens pour le type bidirectionnel et un seul sens pour le type unidirectionnel).....</i>	<i>10</i>
5.4.2	<i>Tensions sur l'intervalle de décharge unidirectionnel bloqué.....</i>	<i>11</i>
5.5	COURANTS DE CHOC DE Foudre	12
6.	TESTS.....	12
6.1	ESSAIS NORMAUX À RÉALISER CHEZ LE CONSTRUCTEUR	12
6.2	ESSAIS DE RÉCEPTION CHEZ LE CONSTRUCTEUR	12
6.3	ESSAIS DE PROTOTYPE APPROFONDIS CHEZ LE CONSTRUCTEUR []	12
6.3.1	<i>Mesure de la tension d'amorçage U_w, U_s.....</i>	<i>13</i>
6.3.2	<i>Mesure du courant de fuite I_L.....</i>	<i>13</i>
6.3.3	<i>Vérification du courant $I_{w,tp}$ (courant DC permanent sans dégâts).....</i>	<i>13</i>
6.3.4	<i>Mesure de l'intégrale de Joule J en cas de court-circuit, sans dégâts – températures des électrodes – temps de réponse – tension résiduelle</i>	<i>13</i>
6.3.5	<i>Contrôle des tensions de blocage inverses (sur le type unidirectionnel).....</i>	<i>14</i>
6.3.6	<i>Comportement en cas de courants de choc de foudre</i>	<i>14</i>
6.3.7	<i>Contrôle de dégâts après amorçages fréquents de l'intervalle de décharge</i>	<i>14</i>
6.3.7.1	<i>Pas de dégâts après de nombreux amorçages permanents de longue durée</i>	<i>14</i>
6.3.7.2	<i>Pas de dégâts en cas de courts-circuits fréquents.....</i>	<i>15</i>
6.3.7.3	<i>Pas de dégâts en cas de tensions inverses fréquentes.....</i>	<i>15</i>
6.3.7.4	<i>Pas de dégâts en cas de courants de choc de foudre fréquents.....</i>	<i>15</i>
6.3.8	<i>Présentation des caractéristiques garanties</i>	<i>15</i>
6.4	ESSAIS DE PROTOTYPE APPROFONDIS À LA SNCB.....	17
7.	GARANTIE.....	18
8.	CONDITIONNEMENT ET LABEL “CE”	18
9.	ENTREPOSAGE DANS LES DÉPÔTS DE LA SNCB.....	18

Lignes de contact en 3 kV DC
LIMITEURS DE SURTENSION
 Intervalle de décharge
 Poteau caténaire – Voie

Indice			
A	B	C	D
E	F	G	



I.405

496.010

Feuille 2

1. OBJET DE LA SPECIFICATION

Les prescriptions ci-dessous ont pour but de fixer les conditions minimales auxquelles doit satisfaire l'*intervalle de décharge poteau caténaire – voie pour les installations caténares 3 kV*, ci-après abrégé **intervalle de décharge**. L'intervalle de décharge poteau caténaire – voie est un appareil qui limite à certaines valeurs les différences de potentiel possibles entre la terre caténaire, à laquelle le poteau appartient, et la voie.

2. DOCUMENTS D'APPLICATION

La fourniture du matériel sera conforme aux prescriptions suivantes, classées par ordre de priorité :

- la présente spécification technique;
- la qualification de fournisseurs Q3;
- les normes européennes;
- les normes NBN;
- les normes CEI;
- les normes DIN.

2.1 Normes techniques de référence

Normes EN, NBN, CEI et DIN, et en particulier :

NBN EN 50123-5	Applications ferroviaires - Installations fixes - Appareillage à courant continu - Partie 5 : Parafoudres et limiteurs de tension pour usage spécifique dans les systèmes à courant continu
NBN EN 50122-1	Applications ferroviaires - Installations fixes - Partie 1 : Mesures de protection relatives à la sécurité électrique et à la mise à la terre

2.2 Spécifications techniques de la SNCB

Service détenteur	N° du plan	Titre
AC.01	Q3	Qualification de fournisseurs - procédure simplifiée
I.405A	101.001	Rédaction des plans

3. PROCEDURE DE QUALIFICATION

Il est demandé une qualification préalable du fabricant suivant la procédure de qualification Q3.

Les demandes de qualification doivent être introduites auprès de la SNCB, Direction Opérations, service Achats, division AC.01, section 71, rue de France, 85 à B-1060 Bruxelles.

Seuls les produits mentionnés dans la notification de la qualification conformément à la spécification Q3, avant expédition du cahier spécial des charges, pourront être proposés.

Lignes de contact en 3 kV DC
LIMITEURS DE SURTENSION
Intervalle de décharge
Poteau caténaire – Voie

Indice			
A	B	C	D
E	F	G	



I.405

496.010

Feuille 3

3.1 Homologation du matériel

L'intervalle de décharge doit être préalablement homologué auprès de la SNCB, Infrastructure, service I.4, section 74, rue de France, 85 à B-1060 Bruxelles.

En plus de ce qui est prévu au point 3.3 de la spécification Q3, le fournisseur doit introduire un dossier technique qui devra obligatoirement comporter:

- un plan de détail de l'intervalle de décharge proposé, qui devra être identique au modèle présenté en homologation. Le plan définitif portera la référence de la lettre d'homologation;
- en français et en néerlandais : une description technique complète de l'appareil, les caractéristiques techniques garanties (sous forme de tableau conformément au § 6.3.8), les dimensions, les consignes de montage et d'installation;
- les résultats des tests déjà effectués;
- quatre exemplaires de l'intervalle de décharge;
- tous les renseignements sur la marque, le type et les caractéristiques de tous les composants de l'intervalle de décharge;
- le poids de l'intervalle de décharge.

3.2 Remarques importantes

La SNCB se réserve le droit de procéder sur les prototypes à tous les essais mentionnés dans le présent document, ou à des essais similaires décrits dans les normes. Les prototypes resteront la propriété de la SNCB.

Seules les firmes qualifiées reçoivent les cahiers spéciaux des charges les invitant à remettre une offre de prix.

Si tous les essais décrits aux §§ 6.1, 6.2 et 6.3 (essais chez le constructeur) et au § 6.4 (essais à la SNCB) du présent document donnent satisfaction, la SNCB procédera à l'homologation du matériel. Cette homologation sera notifiée par écrit au constructeur si toutes les conditions reprises au point 3.1 sont respectées.

Si les essais requièrent davantage de produits que ceux disponibles gratuitement, la SNCB passera une commande d'essai. Si le prix remis pour la commande d'essai est supérieur de plus de 15 % à ceux du marché, la SNCB se réserve le droit de renoncer à la commande de présérie.

Les soumissionnaires sont tenus de respecter les plans approuvés lors de la notification de la qualification.

Ne seront admis à participer à un appel d'offres restreint ou à une adjudication que les soumissionnaires ayant reçu la qualification Q3 ou dont la procédure de qualification pour l'intervalle de décharge est en cours.

Si une pièce ayant subi avec succès une procédure de qualification est modifiée, le fabricant doit faire procéder à de nouveaux essais de prototype : une nouvelle qualification est donc requise.

Si la vérification de conformité d'un intervalle de décharge met en évidence une modification, la SNCB se réserve le droit de retirer la qualification Q3 immédiatement et ce pour une durée maximale de 4 ans, sans préjudice de l'application des mesures d'office prévues dans le cahier général des charges.

Pour chaque fournisseur, la qualification est valable par type de produit et par site de fabrication.

Toute fourniture devra être conforme aux conditions techniques ci-jointes.

Lignes de contact en 3 kV DC
LIMITEURS DE SURTENSION
Intervalle de décharge
Poteau caténaire – Voie

Indice			
A	B	C	D
E	F	G	



I.405

496.010

Feuille 4

3.3 Documents AutoCAD à fournir en cas de commande

Le constructeur remettra, au plus tard à la livraison, un dossier complet reprenant les différents plans mécaniques et schémas électriques sous format électronique. Ces fichiers informatiques seront compatibles avec le logiciel AutoCAD – Version 2000 (version à confirmer lors de l'adjudication). Tous les plans dressés par le fournisseur deviennent, sauf conventions particulières, la propriété de la SNCB qui pourra les utiliser pour les besoins internes à la société.

4. CRITERES D'ATTRIBUTION DU MARCHE

Les conditions minimales décrites dans la présente spécification technique permettent d'atteindre le but de l'intervalle de décharge.

Les caractéristiques techniques concernent:

- le courant de fuite I_L sous tension de régime nominale U_R ;
- les durées autorisées pour les courants constants $I = 100, 500, 1000, 2000$ et 3000 A sans dégâts;
- le courant DC maximal autorisé pour une durée de 5 secondes sans dégâts et l'intégrale de Joule maximale autorisée en kA^2s qui en résulte;
- la tension résiduelle en cas de court-circuit V_{R-3kV} selon le courant de court-circuit "caractéristique" du § 5.4;
- la tension résiduelle en cas de courants de choc de foudre demandés;
- le caractère bidirectionnel ou unidirectionnel de l'intervalle de décharge.

Et en général :

- la facilité de montage le long d'une ligne de chemin de fer;
- les dimensions.

5. CONDITIONS TECHNIQUES

5.1 But primaire

L'intervalle de décharge pour montage en extérieur a pour but de dévier vers la voie les surtensions sur la structure de caténaire (dont font partie les poteaux caténaires) par un contact avec la caténaire 3 kV DC, et ce pour des distances à partir de 1,5 km de la sous-station la plus proche. Le fonctionnement de l'intervalle de décharge en présence d'un tel court-circuit donne lieu simultanément:

- à un abaissement des tensions accessibles sur la structure de la caténaire, jusque sous la limite autorisée par la norme EN 50122-1:1997, § 7.3;
- à une augmentation du courant de court-circuit avec un meilleur déclenchement de la section de caténaire concernée, par le disjoncteur feeder dans la sous-station de traction).

Ce but est atteint quand l'intervalle de décharge a un temps de réponse t_a limité.

Lignes de contact en 3 kV DC
LIMITEURS DE SURTENSION
Intervalle de décharge
Poteau caténaire – Voie

Indice			
A	B	C	D
E	F	G	

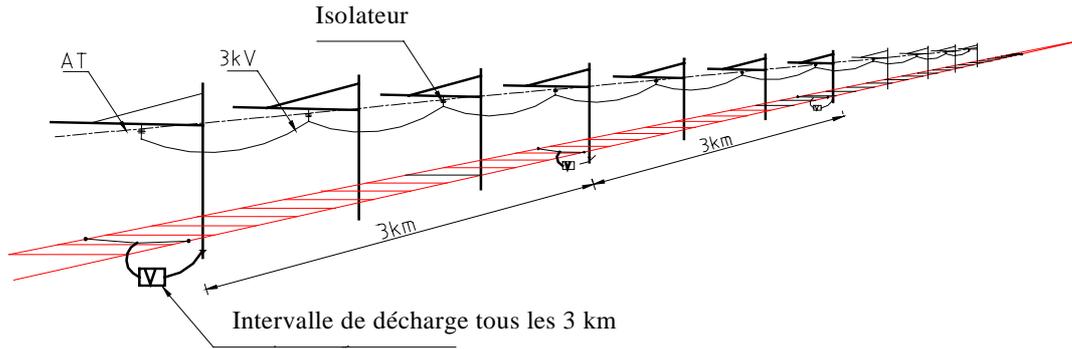


I.405

496.010

Feuille 5

L'implantation d'un intervalle de décharge tous les 3 km est nécessaire pour que ces intervalles de décharge soient fonctionnels en cas de courts-circuits survenant à n'importe quel endroit [1].



(AT = câble de terre, appartenant à la terre caténaire, comme les poteaux caténaire).

L'appareil comporte deux bornes qui peuvent être accessibles.

L'une d'entre elles est reliée à la voie par un câble isolé en cuivre de 50 mm², de couleur noire (= borne voie).

L'autre borne (= borne AT) est reliée au poteau caténaire:

- soit par une fixation mécanique directe sur le poteau, c'est-à-dire un boulon à travers un trou dans le poteau. Cette borne est alors suffisamment solide pour la fixation de l'ensemble de l'appareil et assure une bonne conductibilité électrique entre le poteau et la borne;
- soit via un câble isolé en cuivre de 50 mm², de couleur jaune-vert. Dans ce cas, un autre élément solide doit être prévu sur l'appareil pour la fixation sur le poteau.

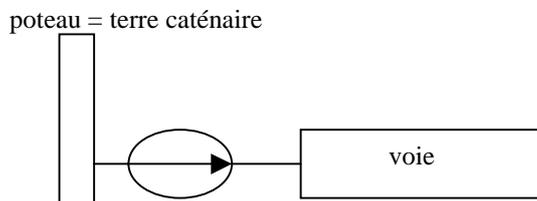
L'intervalle de décharge n'a pas besoin d'une source d'alimentation externe.

5.2 Intervalle de décharge unidirectionnel ou bidirectionnel

L'offre mentionne s'il s'agit d'un intervalle de décharge unidirectionnel ou bidirectionnel, lequel doit être en tout cas auto-régénérant (déf. voir § 5.3), sans dégâts. "Pas de dégâts" veut dire : les caractéristiques originales restent garanties.

L'intervalle de décharge unidirectionnel est conducteur lors de:

- surtensions positives sur la terre caténaire (§ 5.4);



- surtensions de foudre, négatives et positives, sur la terre caténaire (§ 5.5) .

¹ A la SNCB, il y a ± 2300 km de lignes électrifiées.

Lignes de contact en 3 kV DC
LIMITEURS DE SURTENSION
 Intervalle de décharge
 Poteau caténaire – Voie

Indice			
A	B	C	D
E	F	G	



I.405

496.010

Feuille 6

L'intervalle de décharge bidirectionnel est **en plus** conducteur lors de :

- surtensions positives sur les voies (par la traction en cas d'exploitation normale [§ 5.3], et en présence d'un court-circuit avec la voie [§ 5.4]). Dans ces cas, l'intervalle de décharge unidirectionnel est bloqué et doit résister aux tensions qui surviennent.

Aussi bien l'intervalle de décharge unidirectionnel que l'intervalle de décharge bidirectionnel doivent s'éteindre automatiquement (= réaliser un circuit ouvert), après n'importe quel phénomène qui le fait amorcer (tension de voie élevée à cause de la traction – seulement pour l'intervalle de décharge bidirectionnel, court-circuit ou foudre), supposant que celui est suivi **par une tension de voie positive permanente**.

Le fournisseur mentionne dans sa soumission si l'intervalle de décharge proposé est bidirectionnel ou unidirectionnel.

5.3 Cas d'exploitation normale – sans courts-circuits

Abréviations :

<i>Caractéristiques requises en exploitation ferroviaire normale sans courts-circuits, avec le 3 kV [2] :</i>	
U_R [3]	Tension de régime nominale (DC) à laquelle l'intervalle de décharge doit pouvoir résister constamment.
I_L [4]	Courant de fuite I_{L-R} en cas de tensions jusqu'à U_R .
U_w [5] U_s [6]	La tension d'amorçage (DC) 1) ne peut pas répondre à 100 % en dessous de U_w ; 2) doit répondre à 100 % à partir de U_s . Remarque : $U_s > U_w$.
I_{w-tp} [7]	Courant DC permanent admissible sans dégâts pendant un temps t_p .
Δt_{max}	Augmentation de température maximale des électrodes.

² EN 50123-5:1997 – 5.5 : les caractéristiques demandées ici ne correspondent ni à un LVLa déterminé, ni à LVLb. La tension d'amorçage de 120 V vient de la tension permanente permise qui est mentionnée dans la NBN EN 50122-1.

³ EN 50123-5:1997 – 5.2.2 : “rated voltage”.

⁴ EN 50123-5:1997 – 5.2.6 : “leakage current”.

⁵ EN 50123-5:1997 – 5.2.3 : “maximum withstand voltage”.

⁶ EN 50123-5:1997 – 5.2.4 : “maximum sparkover voltage”.

⁷ EN 50123-5:1997 – 5.2.5 : “long term withstand current”.

Lignes de contact en 3 kV DC LIMITEURS DE SURTENSION Intervalle de décharge Poteau caténaire – Voie	Indice				 I.405	496.010 Feuille 7
	A	B	C	D		
	E	F	G			

On fait ici une distinction entre un intervalle de décharge unidirectionnel et un intervalle de décharge bidirectionnel :

	Unité	Intervalle de décharge unidirectionnel		Intervalle de décharge bidirectionnel	
		+ sur la voie	+ sur l'AT	+ sur la voie	+ sur l'AT
U_R	V	100	90	100	90
I_L	mA	50	50	50	50
U_w	V	250	84	115	90
U_s	V	Pas d'appl.	120	125	120
I_{w-tp}	A et min	Pas d'appl.	300 A / 1 min	300 A / 1 min 100 A / 30 min	300 A / 1 min
Δt_{max} sous I_{w-tp}	°C	Pas d'appl.	70	70	70

(Pas d'appl. = pas d'application).

En exploitation normale de la ligne ferroviaire, il existe une tension (non constante) aux bornes de l'intervalle de décharge, qui est influencée par le potentiel de la voie.

Le potentiel de voie est notamment déterminé par:

- le courant de traction d'exploitation I qui retourne, via les rails, du train électrique à la sous-station, et
- la résistance et l'inductance longitudinales des rails qui reçoivent ce courant de retour ($R \cdot I + L \cdot dI/dt$).

Le potentiel de voie varie en fonction des courants de traction, et peut être positif ou négatif par rapport aux poteaux caténaïres.

Lignes de contact en 3 kV DC
LIMITEURS DE SURTENSION
 Intervalle de décharge
 Poteau caténaire – Voie

Indice			
A	B	C	D
E	F	G	

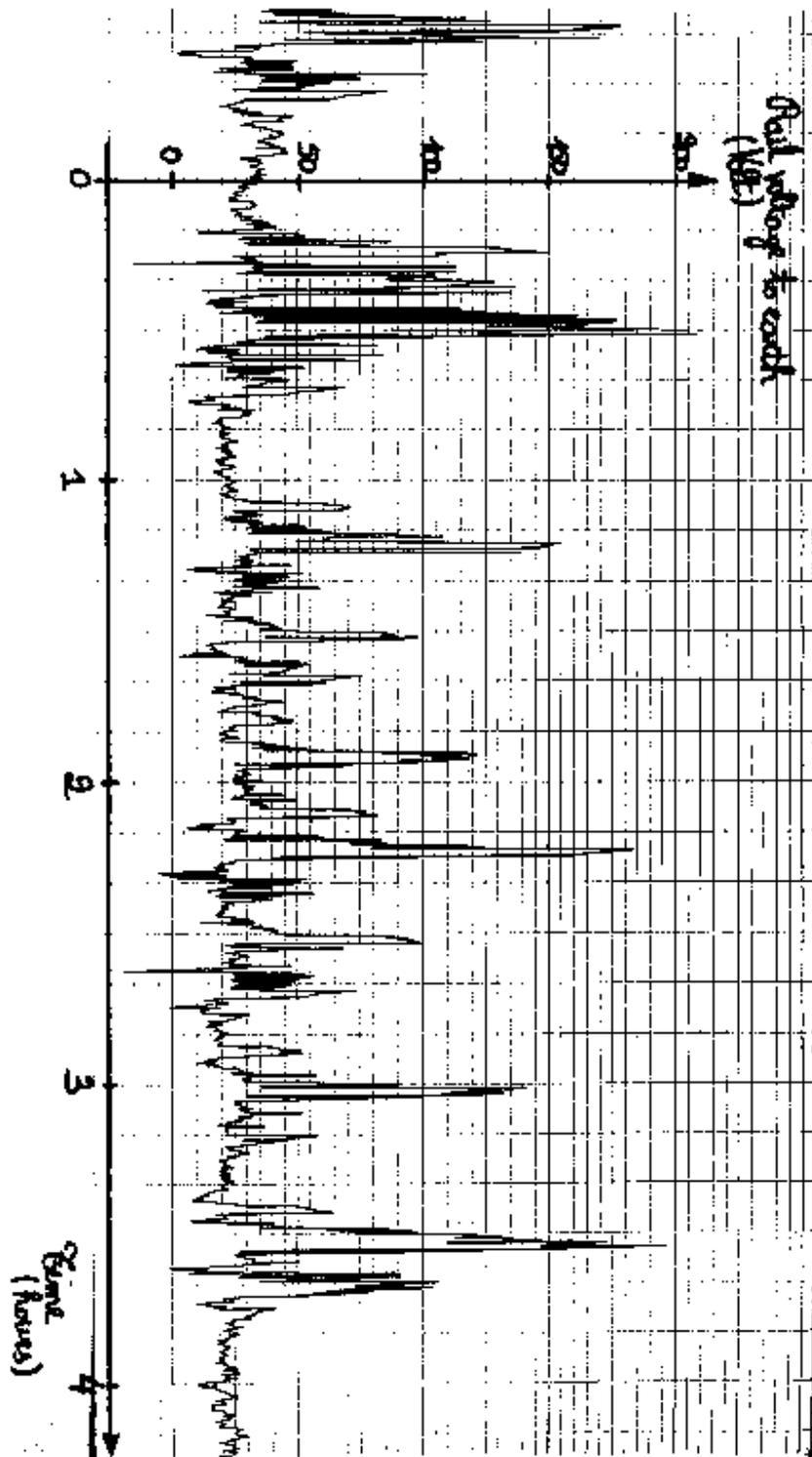


I.405

496.010

Feuille 8

Le graphique suivant montre une évolution possible de la tension des rails par rapport à la terre (Volt) en fonction du temps (Heures):



Lignes de contact en 3 kV DC
LIMITEURS DE SURTENSION
 Intervalle de décharge
 Poteau caténaire – Voie

Indice			
A	B	C	D
E	F	G	

(B)

I.405

496.010

Feuille 9

Pour l'intervalle de décharge bidirectionnel :

Aussi longtemps que ces potentiels se limitent à la tension d'amorçage U_w de l'intervalle de décharge, ce dernier doit former un circuit ouvert entre les deux électrodes, si bien qu'aucun courant de traction ne circule plus de la voie à la terre via les poteaux caténaires et leurs fondations. Le courant de fuite éventuel pour la tension de régime nominale U_R doit être limité à une valeur maximale I_L .

Si l'intervalle de décharge devait quand même être enclenché par une tension de voie trop élevée (par une exploitation normale, sans court-circuit), il ne pourra se remettre en circuit ouvert qu'à la diminution de la tension de voie. Après l'amorçage, l'intervalle de décharge ne peut pas être endommagé par le courant de suite. Ce courant de suite dépend de la technologie appliquée pour l'intervalle de décharge. C'est pour cela que la valeur minimale du courant DC I_w -tp et la durée tp sont déterminées éventuellement par un essai réel avec un exemplaire (prototype) de l'intervalle de décharge sur une ligne chemin de fer déterminée par la SNCB, avec la collaboration du fournisseur. Quand la tension de voie mesurée pendant cet essai est toujours plus basse que U_w , il faut faire amorcer l'intervalle de décharge par un générateur externe de tension qui provoque l'amorçage de l'intervalle de décharge. Il est mesuré le courant passant par l'intervalle de décharge en fonction du temps. A partir des résultats des essais, les valeurs I_w -tp et tp seront déterminées par la SNCB, en tenant compte d'un facteur de réserve et des autres exigences techniques. L'intervalle de décharge doit être auto-régénérant dans cette situation, cela veut dire qu'il doit de nouveau former un circuit ouvert, avec les mêmes caractéristiques électriques et mécaniques que dans son état initial, sans dégradation [8]. Les valeurs demandées dans le tableau sont indicatives en l'absence de nouvelles valeurs données par la SNCB.

5.4 Courts-circuits avec la caténaire (3 kV – DC)

5.4.1 Courants de choc dans le sens conducteur de l'intervalle de décharge (les deux sens pour le type bidirectionnel et un seul sens pour le type unidirectionnel)

<i>Caractéristiques requises avec court-circuit caténaire 3 kV :</i>			
I_{max}	Courant de crête pendant le court-circuit	10	kA
t_1	Durée d'une seule impulsion (un seul court-circuit)	50	ms
J	Intégrale de Joule totale (3 impulsions)	7,5	(kA) ² s
V_{R-3kV}	Tension résiduelle pendant le court-circuit	Max. 50	V
U_w, U_s	Idem exploitation normale – § 5.3		
t_a	Temps de réponse (à partir du moment t où $V = U_s$)	Max. 3	ms
Δt_{max}	Augmentation de température maximale des électrodes	70	°C

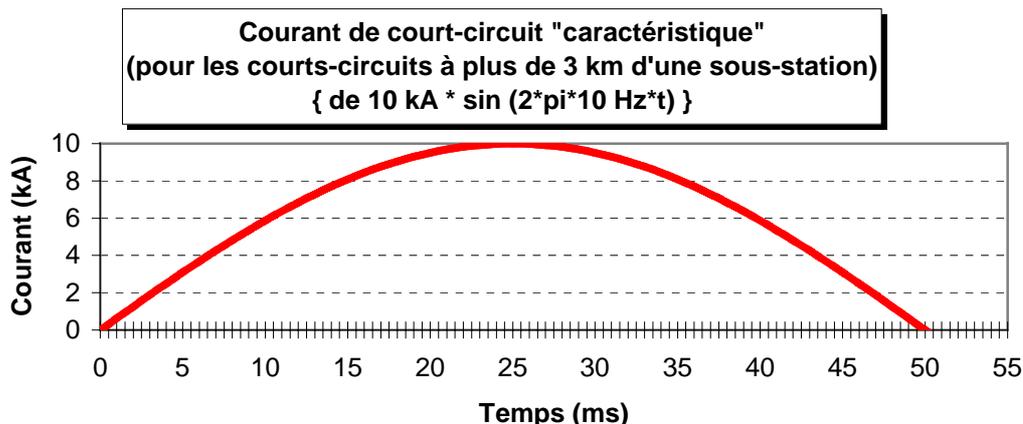
Pour éviter que le courant continue d'affluer à la terre après un court-circuit, l'intervalle de décharge doit pouvoir s'auto-régénérer (définition : voir § 5.3). Il est supposé que le disjoncteur feeder dans la sous-station de traction se déclenche.

Par le réenclenchement automatique et un réenclenchement manuel éventuel du disjoncteur feeder dans la sous-station, l'intervalle de décharge doit pouvoir intégrer, trois fois de suite, en un temps très court (ordre

⁸ EN 50123-5:1997 – 5.3.2 : recoverable = self restoring at the end of the operation.

Lignes de contact en 3 kV DC LIMITEURS DE SURTENSION Intervalle de décharge Poteau caténaire – Voie	Indice				B I.405	496.010 Feuille 10
	A	B	C	D		
	E	F	G			

de grandeur de 15 s à quelques minutes), la courbe “caractéristique” de courant de court-circuit, comme le montre la figure suivante (entre la première et la deuxième onde : 15s / entre la deuxième et la troisième onde : 2 minutes).



Cette courbe “caractéristique”, qui englobe tous les courts-circuits réels sur plus de 3 km à partir d'une sous-station, doit être décrite suivant la formule $10 \text{ kA} * \sin(2 * \pi * 10 \text{ Hz} * t)$. ($I_{\text{max}} = 10 \text{ kA}$ / durée totale d'une impulsion $t_1 = 50 \text{ ms}$).

L'intégrale de Joule ou l'énergie d'impulsion d'une impulsion atteint $10^2 * 0,050 / 2 = 2,5 \text{ kA}^2 * \text{s}$.

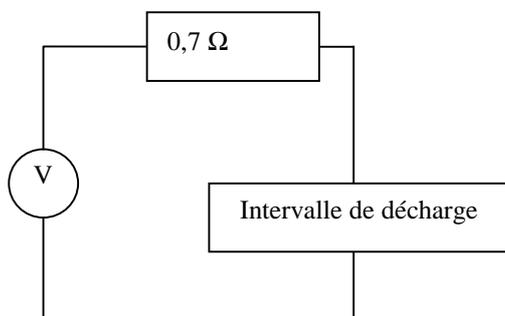
L'intervalle de décharge doit pouvoir parcourir au minimum 3 courbes (total $7,5 \text{ kA}^2 * \text{s}$) sans dégâts [9].

La tension résiduelle V_{R-3kV} (c.-à-d. la tension au-delà des électrodes de l'intervalle de décharge lors de la conduction du courant de court-circuit) doit rester limitée à 50 V.

L'augmentation de température des électrodes doit rester limitée à 70 °C.

5.4.2 Tensions sur l'intervalle de décharge unidirectionnel bloqué

Si la caténaire fait contact avec le circuit de retour, il y aura une tension sur la voie, et par conséquent, aussi sur l'intervalle de décharge. Cette tension du circuit de retour (d'une ligne à double voie) par rapport à la terre s'élève au maximum à $500 \text{ V} * \sin(2 * \pi * 10 \text{ Hz} * t)$. ($V_{\text{max}} = 500 \text{ V}$ / durée totale d'une impulsion $t_1 = 50 \text{ ms}$), en série avec une résistance de $0,7 \Omega$, y compris la résistance interne du générateur. L'intervalle de décharge doit pouvoir résister à 3 courbes successives dans un court délai, sans dégâts (entre la première et la deuxième onde : 15s / entre la deuxième et la troisième onde : 2 minutes).



⁹ Cela correspond à peu près à EN 50123-5:1997 – 5.5 : $8 \text{ kA}_{\text{eff}}$ durant 100 ms $\Rightarrow 6,4 \text{ kA}^2 * \text{s}$.

Lignes de contact en 3 kV DC
LIMITEURS DE SURTENSION
 Intervalle de décharge
 Poteau caténaire – Voie

Indice			
A	B	C	D
E	F	G	



I.405

496.010

Feuille 11

5.5 Courants de choc de foudre

En plus du fonctionnement en cas de courts-circuits, l'intervalle de décharge limitera également des surtensions de foudre (+ ou -), entre le poteau et la voie, à la tension résiduelle $V_{R-foudre}$ de l'intervalle de décharge, de telle sorte que l'appareillage (signalisation par exemple) relié à la voie et mis à la terre au niveau des poteaux caténaires ne soit pas endommagé (protection primaire dans la cascade de protection). L'intervalle de décharge doit résister à $I_{max-foudre}$ sans dégâts.

Courant de choc dû à la foudre : caractéristiques de l'intervalle de décharge complet (dans les deux sens, aussi pour l'intervalle de décharge unidirectionnel ! Voir § 5.2):

$I_{max-foudre}$	Crête de courant de choc (10/350 μ s)	25	kA
$t_{a-foudre}$	Temps de réponse	Max. 100	ns
$V_{R-foudre-5\text{ kA}}$	Tension résiduelle à 5 kA (10/350 μ s)	Max. 2000	V
$V_{R-foudre-25\text{ kA}}$	Tension résiduelle à 25 kA (10/350 μ s)	Max. 4000	V

6. TESTS

Pour les tests chez le constructeur, ce dernier mettra à disposition les matériaux et moyens nécessaires.

6.1 Essais normaux à réaliser chez le constructeur

Chaque appareil doit être soumis à un test chez le constructeur – dans les deux sens [10] et en conditions sèches – en vue de contrôler:

- le courant de fuite I_L en cas d' U_R (méthode : voir § 6.3.2).

6.2 Essais de réception chez le constructeur

Les essais suivants seront réalisés chez le constructeur – dans les sens et en conditions sèches – sur x intervalles de décharge. Le nombre x = le chiffre entier le plus proche de la racine cubique du nombre d'intervalles de décharge à fournir:

- la tension d'amorçage (U_w , U_s) (méthode : voir § 6.3.1);
- le courant de fuite I_L en cas d' U_R (méthode : voir § 6.3.2).

6.3 Essais de prototype approfondis chez le constructeur [11]

Les essais suivants seront réalisés sur quelques appareils, à fournir par le constructeur.

¹⁰ U_s pas pour l'intervalle de décharge unidirectionnel avec le + sur la voie.

¹¹ EN 50123-5:1997 – 5.6.

Lignes de contact en 3 kV DC LIMITEURS DE SURTENSION Intervalle de décharge Poteau caténaire – Voie	Indice				B I.405	496.010 Feuille 12
	A	B	C	D		
	E	F	G			

6.3.1 Mesure de la tension d'amorçage U_w , U_s

Cet essai est réalisé par la mise en œuvre d'une tension DC montante. En atteignant la valeur U_w , cette tension sera maintenue pendant 600 s. Il ne peut pas y avoir d'amorçage. Cet essai sera réalisé en conditions sèches et humides (pluie).

[12] L'intervalle de décharge sera en outre testé en conditions sèches en appliquant une tension DC montante. La tension sera augmentée d'une valeur de 10 V/s jusqu'à ce que l'amorçage apparaisse. Cet essai sera réalisé au moins 10 fois successivement où après chaque cycle, l'intervalle revient à son état initial. L'amorçage doit se passer entre les valeurs U_w et U_s .

6.3.2 Mesure du courant de fuite I_L

Ce courant de fuite est à mesurer avec une tension DC U_R .

6.3.3 Vérification du courant I_{w-tp} (courant DC permanent sans dégâts)

Voir note de bas de page 12 .

Cet essai a pour but de tester le comportement thermique de l'intervalle de décharge sous l'influence d'un courant permanent I_{w-tp} . Une tension DC, qui provoque l'amorçage et peut produire un courant I_{w-tp} , sera appliquée pendant un temps tp (1x).

L'intervalle de décharge ne peut pas être endommagé et l'augmentation de température des électrodes de connexion extérieures peut s'élever au maximum à 70 °C [13].

En outre, un essai sera réalisé pour contrôler les caractéristiques garanties, c.-à-d. (voir § 4):

- les durées maximales autorisées pour les courants DC de 100, 500, 1000, 2000 et 3000 A sans dégâts;
- le courant DC maximal autorisé pour une durée de 5 secondes sans dégâts et l' I^2t qui en découle.

6.3.4 Mesure de l'intégrale de Joule J en cas de court-circuit, sans dégâts – températures des électrodes – temps de réponse – tension résiduelle

Voir note de bas de page 12 .

Une tension DC, qui provoque l'amorçage et peut produire un courant selon l'une des valeurs du tableau ci-dessous, sera appliquée pendant le temps donné, ou autres valeurs acceptées par la SNCB.

¹² Pas pour l'intervalle de décharge unidirectionnel avec la tension + côté voie.

¹³ EN 50123-1:1995 – § 6.

Lignes de contact en 3 kV DC
LIMITEURS DE SURTENSION
Intervalle de décharge
Poteau caténaire – Voie

Indice			
A	B	C	D
E	F	G	



I.405

496.010

Feuille 13

Temps s	Courant DC kA	I^2t (kA) ² s
0,1	5,00	2,5
1	1,58	2,5
5	0,71	2,5

Trois essais successifs. Entre le premier et le deuxième essai : 15s. Entre le deuxième et le troisième essai : 2 minutes.

L'intervalle de décharge ne peut pas être endommagé et l'augmentation de température des électrodes de connexion extérieures peut s'élever au maximum à 70 °C [14].

Le temps de réponse t_a sera mesuré (maximum 3 ms).

La tension sur les bornes est mesurée et s'élève au maximum à 50 V.

6.3.5 Contrôle des tensions de blocage inverses (sur le type unidirectionnel)

Une tension DC selon les valeurs du tableau ci-dessous est appliquée pendant la durée indiquée, en série avec la résistance de 0,7 Ω (y compris la résistance interne du générateur).

Durée	Tension DC V
30 minutes	250
3 x 50 ms (*)	500 V _{peak} ; 353 V _{eff}

(*) Entre le premier et le deuxième essai : 15s. Entre le deuxième et le troisième essai : 2 minutes.

L'intervalle de décharge ne peut pas être endommagé.

6.3.6 Comportement en cas de courants de choc de foudre

La tension résiduelle sera mesurée en appliquant un courant de choc de foudre, respectivement de 25 kA et de 5 kA. L'intervalle de décharge ne peut pas être endommagé.

Si un courant de choc de foudre supérieur à 25 kA est garanti ($I_{\text{max-foudre}}$), la tension résiduelle doit aussi être mesurée à cette valeur supérieure.

Le temps de réponse $t_{a\text{-foudre}}$ sera vérifié lui aussi.

6.3.7 Contrôle de dégâts après amorçages fréquents de l'intervalle de décharge

6.3.7.1 Pas de dégâts après de nombreux amorçages permanents de longue durée

Voir note de bas de page 12 .

- L'essai du § 6.3.3 (avec I_{w-tp} durant t_p) sera réalisé 10 fois successivement, avec des intervalles qui permettent le refroidissement de l'intervalle de décharge.
- Ensuite, il est procédé une nouvelle fois aux essais du § 6.3.1 (tension d'amorçage).
- Ensuite, il est à nouveau procédé aux essais du § 6.3.2 (courant de fuite). Les résultats des tests doivent correspondre à la valeur I_L du § 5.3.

¹⁴ EN 50123-1:1995 – § 6.

Lignes de contact en 3 kV DC
LIMITEURS DE SURTENSION
 Intervalle de décharge
 Poteau caténaire – Voie

Indice			
A	B	C	D
E	F	G	



I.405

496.010

Feuille 14

6.3.7.2 Pas de dégâts en cas de courts-circuits fréquents

Voir note de bas de page 12 .

L'essai du § 6.3.4 sera réalisé 10 fois successivement, avec des intervalles qui permettent le refroidissement de l'intervalle de décharge.

Ensuite : idem § 6.3.7.1, à partir du point b).

6.3.7.3 Pas de dégâts en cas de tensions inverses fréquentes

L'essai du § 6.3.5 sera réalisé X fois successivement (voir tableau ci-dessous), avec des intervalles qui permettent le refroidissement de l'intervalle de décharge. Ensuite : idem § 6.3.7.1, à partir du point b).

Cas de tension	X
250 V – 30 minutes	3
500 V _{peak} ; 353 V _{eff} 50 ms	10

6.3.7.4 Pas de dégâts en cas de courants de choc de foudre fréquents

L'essai du § 6.3.6 sera réalisé 3 fois successivement pour 25 kA avec des intervalles de 30 s [15] entre deux ondes successives pour une polarité. Après le temps nécessaire pour le refroidissement, l'essai pour l'autre polarité se poursuit.

Ensuite : idem § 6.3.7.1, à partir du point b).

6.3.8 Présentation des caractéristiques garanties

Le tableau ci-joint doit être annexé à l'offre (les points de suspension "... " sont à compléter par O.K. ou une valeur, soit dans la colonne "Unidirectionnel", soit dans la colonne "Bidirectionnel", en fonction du type proposé).

Le même tableau doit être complété pour la présentation des résultats des "Essais de prototype approfondis chez le constructeur".

¹⁵ Pour permettre le recharge du générateur.

Lignes de contact en 3 kV DC
LIMITEURS DE SURTENSION
Intervalle de décharge
Poteau caténaire – Voie

Indice			
A	B	C	D
E	F	G	



I.405

496.010

Feuille 15

Grandeur	§	Essai : §	Unidirectionnel		Bidirectionnel	
			+ sur la voie	+ sur l'AT	+ sur la voie	+ sur l'AT
U_w	5.3	6.3.1	250 V	> 90 V	> 115 V	> 90 V
		
U_s	5.3	6.3.1	pas d'appl.	< 120 V	< 125 V	< 120 V
		
I_l avec $U_R = 100$ V	5.3	6.3.2	< 50 mA	< 50 mA	< 50 mA	< 50 mA
		
I_{w-tp}	5.3	6.3.3	pas d'appl.	> 300 A / 1 min	> 300 A / 1 min > 100 A / 30 min	> 300 A / 1 min
		
Δt_{max} électrodes lors de I_{w-tp}	5.3	6.3.3	pas d'appl.	< 70 °C	< 70 °C	< 70 °C
		
Durée $I_{DC} = 100$ A	4	6.3.3	pas d'appl.	...	...	...
Durée $I_{DC} = 500$ A	4	6.3.3	pas d'appl.	...	...	...
Durée $I_{DC} = 1000$ A	4	6.3.3	pas d'appl.	...	...	...
Durée $I_{DC} = 2000$ A	4	6.3.3	pas d'appl.	...	...	...
Durée $I_{DC} = 3000$ A	4	6.3.3	pas d'appl.	...	...	...
$I_{DC,MAX}$ pendant 5 secondes	4	6.3.3	pas d'appl.	...	...	...
$\Rightarrow I^2t$	4 et 5.4.1	-	pas d'appl.	> 7,5 kA ² s	> 7,5 kA ² s	> 7,5 kA ² s
		
Δt_{max} électrodes lors de $I^2t = 7,5$ kA ² s	5.4.1	6.3.4	pas d'appl.	< 70 °C	< 70 °C	< 70 °C
		
t_a	5.4.1	6.3.4	pas d'appl.	< 3 ms	< 3 ms	< 3 ms
		
$V_{R-3\text{ kV}}$	5.4.1	6.3.4	pas d'appl.	< 50 V	< 50 V	< 50 V
		
$t_{a-foudre}$	5.5	6.3.6	< 100 ns	< 100 ns	< 100 ns	< 100 ns
		
$V_{R-foudre-5\text{ kA}}$	5.5	6.3.6	< 2 000 V	< 2 000 V	< 2 000 V	< 2 000 V
		
$V_{R-foudre-25\text{ kA}}$	5.5	6.3.6	< 4 000 V	< 4 000 V	< 4 000 V	< 4 000 V
		
$I_{max-foudre}$	5.5	6.3.6	> 25 kA	> 25 kA	> 25 kA	> 25 kA
		
$V_{R-foudre-I_{max-foudre}}$	-	6.3.6	...	...	...	...
		

Lignes de contact en 3 kV DC
LIMITEURS DE SURTENSION
 Intervalle de décharge
 Poteau caténaire – Voie

Indice			
A	B	C	D
E	F	G	



I.405

496.010

Feuille 16

Grandeur	§	Essai : §	Unidirectionnel		Bidirectionnel	
			+ sur la voie	+ sur l'AT	+ sur la voie	+ sur l'AT

Pas de dégâts après de nombreux amorçages permanents de longue durée (voir § 6.3.7.1) – 10x l'essai du § 6.3.3						
U_w	5.3	6.3.1	250 V	> 90 V	> 115 V	> 90 V
		
U_s	5.3	6.3.1	pas d'appl.	< 120 V	< 125 V	< 120 V
		
I_L	5.3	6.3.2	< 50 mA	< 50 mA	< 50 mA	< 50 mA
		
Pas de dégâts en cas de courts-circuits fréquents (voir § 6.3.7.2) – 10x l'essai du § 6.3.4						
U_w	5.3 et 5.4.1	6.3.1	250 V	> 90 V	> 115 V	> 90 V
		
U_s	5.3 et 5.4.1	6.3.1	pas d'appl.	< 120 V	< 125 V	< 120 V
		
I_L	5.3	6.3.2	< 50 mA	< 50 mA	< 50 mA	< 50 mA
		
Pas de dégâts en cas de tensions inverses fréquentes (250 V – 30 minutes) [voir § 6.3.7.3] – 3x l'essai du § 6.3.5						
U_w	5.3 et 5.4.2	6.3.1	250 V	> 90 V	pas d'appl.	pas d'appl.
				
U_s	5.3 et 5.4.2	6.3.1	pas d'appl.	< 120 V	pas d'appl.	pas d'appl.
				
I_L	5.3	6.3.2	< 50 mA	< 50 mA	pas d'appl.	pas d'appl.
				
Pas de dégâts en cas de tensions inverses fréquentes (500 V _{max} 3x 50 ms) [voir § 6.3.7.3] – 10x l'essai du § 6.3.5						
U_w	5.3 et 5.4.2	6.3.1	250 V	> 90 V	pas d'appl.	pas d'appl.
				
U_s	5.3 et 5.4.2	6.3.1	pas d'appl.	< 120 V	pas d'appl.	pas d'appl.
				
I_L	5.3	6.3.2	< 50 mA	< 50 mA	pas d'appl.	pas d'appl.
				
Pas de dégâts en cas de courants de choc de foudre fréquents (voir § 6.3.7.4) – 3x l'essai du § 6.3.6 pour chaque polarité						
U_w	5.3 et 5.5	6.3.1	250 V	> 90 V	> 115 V	> 905 V
		
U_s	5.3 et 5.5	6.3.1	pas d'appl.	< 120 V	< 125 V	< 120 V
		
I_L	5.3	6.3.2	< 50 mA	< 50 mA	< 50 mA	< 50 mA
		

6.4 Essais de prototype approfondis à la SNCB

La SNCB réalisera au moins les essais “field” suivants:

- vérification du comportement en présence de la tension de voie : plusieurs intervalles de décharge seront installés pendant une longue durée (12 mois), si possible le long d'un tronçon possédant des tensions de voie relativement élevées (crêtes jusque 250 V maximum). D'autres phénomènes peuvent aussi se produire : courts-circuits et coups de foudre;
- vérification du comportement en présence d'un courant de court-circuit : mesure des tensions de contact sur la terre caténaire, mesure des tensions résiduelles, ...

Lignes de contact en 3 kV DC
LIMITEURS DE SURTENSION
 Intervalle de décharge
 Poteau caténaire – Voie

Indice			
A	B	C	D
E	F	G	



I.405

496.010

Feuille 17

7. GARANTIE

Les appareils sont garantis par le fournisseur contre les vices de fabrication et de matériaux, pour une durée de cinq ans à compter de la date de réception.

Cette garantie comprend la réparation ou le remplacement gratuit de tout appareil présentant des signes de défectuosité ou s'avérant défectueux lors de sa mise en service. La livraison et les frais d'installation sont à la charge du fournisseur.

Le fournisseur n'invoquera pas de dommages dus au transport, à l'entreposage ou à la mise en service, à moins qu'il s'avère que ces dommages sont imputables à la SNCB.

La garantie ne couvre pas les appareils qui ont été réparés ou modifiés par d'autres personnes que le fournisseur.

8. CONDITIONNEMENT ET LABEL "CE"

Le fournisseur se doit de prendre toutes les dispositions et précautions utiles pour le conditionnement individuel des appareils afin qu'ils arrivent en bon état sur le lieu de livraison et, ensuite, sur le lieu d'utilisation.

Tout matériel endommagé par un mauvais conditionnement doit être remplacé par le fournisseur, à moins qu'il s'avère que les dégâts incombent à la SNCB.

Les emballages seront pourvus d'une étiquette renseignant :

- «Limiteurs de surtension pour lignes de contact en 3kV DC. Intervalle de décharge poteau caténaire-voie - Overspanningsafleider voor bovenleiding 3kV DC.
- Doorslagveiligheid bovenleidingspaal-spoor»;
- le numéro de nomenclature SNCB « 37227704 » ;
- le nom ou le logo du fournisseur;
- le numéro de la commande ;
- la quantité par emballage.

L'appareil et l'emballage sont pourvus du label CE.

Chaque intervalle de décharge sera identifié par une plaque signalétique comportant au moins les informations suivantes :

- « Uni/Bidirectional low-voltage limiter » [16];
- « Sparkover voltage » : $U_w - U_s$;
- le nom du fabricant ou la marque et le type;
- le mois et l'année de production (MM/YYYY);
- un numéro de série.

Pour l'intervalle de décharge unidirectionnel :

Sur l'électrode côté voie est gravé : —.

Sur l'électrode côté AT est gravé : +.

(Après installation, ces inscriptions doivent rester visibles).

9. ENTREPOSAGE DANS LES DEPOTS DE LA SNCB

Les appareils sont entreposés dans les dépôts couverts de la SNCB. Dans ces dépôts, les appareils ne sont pas spécialement protégés de l'humidité et des variations de température.

¹⁶ Unidirectional or bidirectional.

Lignes de contact en 3 kV DC
LIMITEURS DE SURTENSION
Intervalle de décharge
Poteau caténaire – Voie

Indice			
A	B	C	D
E	F	G	



I.405

496.010

Feuille 18