

**SOCIETE NATIONALE DES
CHEMINS DE FER BELGES**



SPECIFICATION TECHNIQUE

P - 31

**EQUIPEMENTS DE TRACTION POUR
LE MATERIEL ROULANT ELECTRIQUE**

EDITION : 08/1987



Index

CHAPITRE I - PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES	5
1.1. DOMAINE D'APPLICATION.....	5
1.2. DESSINS, SCHÉMAS, SYMBOLES GRAPHIQUES ET LITTÉRAUX, TERMINOLOGIE.....	5
1.2.1. Les schémas.....	5
1.2.2. Les dessins.....	5
1.2.3. Symboles graphiques et littéraux	5
1.2.4. Terminologie	5
1.3. CONSTRUCTION	5
1.3.1. Accessibilité – Aspect et dimensions	6
1.3.2. Marques et indications	6
1.3.3. Peinture	7
1.3.4. Câblage	7
1.3.5. Les machines et appareils	8
1.3.6. Poids.....	8
1.3.7. Montage.....	9
1.3.8. Liaison de masse	9
1.4. ESSAIS ET CONTRÔLES	10
1.4.1. Le contrôle de la conformité de la fourniture	10
1.4.2. Contrôle des matières.....	11
1.4.3. Essais de robustesse mécanique de l'appareillage.....	11
1.4.4. Vérification pneumatique	12
1.4.5. Vérifications électriques et diélectriques	12
1.4.6. Les surtensions	15
1.4.7. Vérification sur véhicule terminé et avant mise en service.....	16
1.5. DÉROGATIONS AUX SPÉCIFICATIONS.....	16
CHAPITRE II - PRESCRIPTIONS POUR L'APPAREILLAGE	17
PRESCRIPTIONS POUR LES ESSAIS	17
2.1. APPAREILLAGE CONNEXION.....	18
2.1.1. Appareillage.....	18
2.1.2. Normes	18
2.1.3. Essais de type	18
2.1.3.1. Essais de coupure.....	18
2.1.3.2. Essais de la robustesse mécanique	18
2.1.3.3. Essais de vibration	18
2.1.3.4. Essais d'étanchéité.....	18
2.1.3.5. Essais aux limites de la température et aux conditions atmosphériques.....	18
2.1.3.6. Essais sous pluie artificielle	18
2.1.3.7. Essais d'échauffement des éléments du circuit principal.	19
2.1.4. Essais de série	19
2.1.4.1. Mesure de la résistance à froid.....	19
2.1.4.2. Essai de fonctionnement	19
2.1.4.3. Essais d'échauffement	19
2.1.4.4. Mesure de la résistance de contact.....	20
2.1.5. Prescriptions particulières.....	20
2.1.5.1. Boîtes de soufflage.....	20
2.1.5.2. Disjoncteur ultra-rapide	20
2.1.5.2.1. Conditions générales.....	20
2.1.5.2.2. Essai de type.....	20
2.1.5.2.3. Essais de série.....	21
2.1.5.3. Fusibles.....	23



2.1.5.3.1. Essais continus avec un courant.....	23
2.1.5.3.2. Essai avec un courant	23
2.1.5.3.3. Essais poursuivis	23
2.1.5.3.4. Essai sur court-circuit franc	24
2.1.5.4. Coordination de fusibles avec des disjoncteurs.....	24
2.1.5.5. Disjoncteurs automatiques B.T.	24
2.1.5.6. Pantographes.....	25
2.1.5.7. Relais	25
2.1.5.8. Eléments auxiliaires.....	25
2.2. APPAREILLAGE AUXILIAIRE	25
2.2.1. Appareillage	25
2.2.2. Parasurtension pour traction électrique 3000 V.....	25
2.2.3. Appareils de mesure	28
2.2.4. Résistances insérées dans les circuits	28
2.2.5. Transformateurs et inductances	28
2.2.6. Câbles.....	29
2.2.7. Condensateurs.....	29
2.2.8. Isolateurs.....	29
2.2.9. Matières isolantes	30
2.2.10. Souliers de câbles, raccords de câbles.....	30
2.2.11. Accumulateurs.....	30
2.3. PRESCRIPTIONS TECHNIQUES POUR MACHINES TOURNANTES	30
2.3.1. Essais de contrôle pendant la construction.....	31
2.3.1.1. Essais sur le cuivre et les conducteurs	31
2.3.1.2. Essais électriques des induits, stators, collecteurs et enroulements.....	31
2.3.1.2.1. Section d'induit et connexions équipotentielles.....	32
2.3.1.2.2. Collecteurs.....	32
2.3.1.2.3. Inducteurs	32
2.3.1.2.4. Stators.....	32
2.3.1.2.5. Induits.....	33
2.3.1.3. Essais mécaniques et de contrôle	33
2.3.1.3.1. Induits.....	33
2.3.1.3.2. Balais et porte-balais	33
2.3.1.3.3. Stators.....	33
2.3.1.3.4. Flasques	33
2.3.2. Essais des machines terminées.....	33
2.3.2.1. Essais	34
2.3.2.1.1. Mesure de résistances et des impédances	34
2.3.2.1.2. Essai d'échauffement.....	34
2.3.2.1.3. Relevé de la caractéristique N.I	35
2.3.2.1.4. Essai de survitesse	35
2.3.2.1.5. Essai de rigidité diélectrique	35
2.3.2.1.6. Essais de commutation	35
2.3.2.1.7. Détermination du rendement	36
2.3.2.1.8. Relevé de la courbe de magnétisation.....	36
2.3.2.1.9. Essai de réapplication de la tension	36
2.3.2.1.10. Essai de démarrage	37
2.3.2.1.11. Contrôle des vibrations.....	37
2.3.2.1.12. Contrôle du niveau sonore	37
2.3.2.1.13. Vérification après achèvement.....	38
2.3.3. Spécifications complémentaires pour.....	38
2.3.3.1. Moteurs auxiliaires.....	38
2.3.3.2. Alternateurs.....	38
2.3.4. Groupes	39
2.3.4.1. Essais des groupes moteur ventilateur	39
2.3.4.2. Essais des groupes moteur-compresseur	40
2.4. APPAREILLAGE ÉLECTRONIQUE	43
2.4.1. Appareillage électronique de puissance	43
2.4.1.1. Appareillage.....	43



2.4.1.2. Normes.....	43
2.4.1.3. Essais – Généralités	43
2.4.1.4. Essai des pièces constituanes	44
2.4.1.4.1. Transformateurs, selfs, condensateurs et résistances	44
2.4.1.4.2. Semi-conducteurs	44
2.4.1.4.3. Modules	45
2.4.1.5. Essais des ensembles terminés	45
2.4.1.5.1. Transformateurs de démarrage HT (hacheurs)	45
2.4.1.5.2. Transformateur d'alimentation HT/ BT.....	46
2.4.1.5.3. Les convertisseurs CC/CA et CG/CC.....	47
2.4.2. Appareillage électronique de conduite et de contrôle	47
2.4.2.1. Appareillage.....	47
2.4.2.2. Normes.....	48
2.4.2.3. Dispositions technologiques générales.....	48
2.4.2.4. Disposition technologique pour les circuits imprimés	49
2.4.2.5. Dispositions relatives au choix des composants.....	50
ANNEXE 1.....	51
ANNEXE 2.....	52
ANNEXE 3.....	53

CHAPITRE I - Prescriptions générales

1.1. Domaine d'application

La présente spécification technique est applicable à tous les organes faisant partie de l'équipement de traction du matériel roulant électrique, c'est-à-dire tous les organes prévus pour être traversés, soit par le courant de ligne, soit par le courant à basse tension et comportant une commande du type mécanique, pneumatique, électromagnétique ou une combinaison de plusieurs types.

Elle complète et précise les règles applicables aux mêmes organes définies dans les publications de la Commission Electro-technique Internationale (CEI) de l'Union Internationale des Chemins de Fer (UIC) les cahiers de charge, les programmes de construction et autres.

Les présentes prescriptions ne sont pas limitatives; les constructeurs ne peuvent se prévaloir d'une omission quelconque pour fournir un équipement ne répondant que d'une façon imparfaite aux nécessités du service.

1.2. Dessins, schémas, symboles graphiques et littéraux, terminologie

1.2.1. Les schémas

Les schémas des différents circuits à haute et basse tension doivent être établis de façon à satisfaire aux conditions imposées par le cahier des charges et en faisant appel à des solutions rationnelles et simples. Ils seront soumis, avant toute réalisation, à l'approbation des services de la SNCB. Celle-ci se réserve le droit d'exiger les calculs justificatifs de l'adoption de certaines caractéristiques des appareils proposés.

1.2.2. Les dessins

Les dessins des appareils seront soumis préalablement à l'approbation des services de la Société; cette approbation ne diminue en rien la responsabilité des constructeurs. Ces dessins indiqueront de façon claire et précise les caractéristiques techniques des appareils.

1.2.3. Symboles graphiques et littéraux

L'utilisation des symboles graphiques suivant la norme CEI 117 et les littéraux et signes suivant la norme CEI 27 est conseillée.

1.2.4. Terminologie

On insiste sur l'utilisation de la terminologie des normes CEI spéciales propres aux appareils et sur la terminologie générale de la norme CEI 50.

1.3. Construction

L'équipement de traction doit être conditionné pour répondre avec une sécurité complète aux fonctions qui lui sont dévolues.



1.3.1. Accessibilité – Aspect et dimensions

Toutes les parties ou éléments de l'équipement nécessitant des visites pour inspection, entretien, graissage, etc., doivent être aisément accessibles sur tous les appareils montés.

Des trappes et portes d'accès, en nombre suffisant et judicieusement placées, sont à prévoir à cet effet dans les planchers, parois et carénages. Tous les boulons et vis de fixation sont aussi accessibles.

Les coins des ferrures de support, tôles de protection, etc. , sont arrondis afin d'éviter des blessures au personnel des services d'entretien.

Les dimensions ainsi que l'interchangeabilité des appareils sont vérifiées conformément aux dessins approuvés.

1.3.2. Marques et indications

Les inscriptions signalétiques suivantes doivent figurer sur chaque machine et appareil, sous la forme de plaques :

- a) nom du constructeur;
- b) numéro d'ordre de fabrication;
- c) indications techniques essentielles définissant les conditions d'emploi;
- d) éventuellement, inscriptions indiquant le mode et le sens de manoeuvre des appareils à commande manuelle et la position des organes de contact;
- e) le courant nominal de l'appareil et des bobines de soufflage;
- f) la tension nominale et celle des bobines d'enclenchement.

Les indications et inscriptions sont rédigées en français et en néerlandais.

La rédaction des inscriptions doit être concise, tout en restant claire et ne peut prêter à aucune confusion.

L'appareil ou la machine étant en place, les inscriptions doivent être conçues et placées de façon à être en évidence, rester lisibles à l'usage et ne pas être exposées à se détacher ou à se briser.

Les appareils seront repérés suivant un code à convenir.

Les bornes des appareils et machines doivent être repérées par les chiffres ou lettres des schémas de connexions; il en est de même pour le câblage.



Les plaques à bornes doivent porter chacune leur propre repère. Les bornes doivent être numérotées de façon continue.

Les repères des câbles comporteront dans l'ordre les numéros du câble, de la borne et de la plaque à bornes et celui de la borne à l'autre extrémité.

Il y a lieu d'éviter le repérage à la couleur. Si toutefois, il n'est pas possible de placer des plaquettes rapportées et frappées, le repérage est gravé avant d'être peint.

Pour les raccordements internes aux appareils, il peut être fait usage de bandelettes isolantes et adhésives, pour autant qu'elles soient protégées et durables. Ces bandelettes doivent être conçues de façon à permettre la lecture des repères dans n'importe quelle position (plusieurs indications similaires sur le pourtour).

1.3.3. Peinture

L'appareillage, coffres, etc. , doivent être peints suivant le programme imposé par la SNCB.

La concordance du programme de peinture du constructeur sera vérifiée.

La gamme de couleurs RAL est recommandée (couches, couleur et brillance).

La peinture sera essayée au point de vue épaisseur, couches, couleur et brillance.

1.3.4. Câblage

Sauf dérogation spéciale, les câbles sont du type "très souple" ou "extra souple", les câbles isolés avec un matériau thermoplastique ne sont pas admis pour les circuits à haute tension ou logés dans les caniveaux.

Pour les câbles utilisés à l'extérieur, la gaine externe est obligatoirement lisse, sans tresse et dépourvue de toute génératrice visible.

Pour ceux utilisés dans les tubes, caniveaux, etc. , les câbles avec tresse extérieure sont admis pour autant que la SNCB ait marqué son accord préalable et que les précautions spéciales soient prises au montage pour éviter l'effilochage de la tresse aux extrémités (manchettes en caoutchouc, ligatures de ficelle vernissée).

Les câbles sont conformes à la fiche UIC 895.

Toutefois, les câbles dits "à isolement renforcé" sont admis pour autant que les dimensions extérieures ne s'écartent pas des limites moyennes spécifiées dans l'offre ou à la commande.

1.3.5. Les machines et appareils

Les machines et appareils doivent être suffisamment robustes pour résister à un service de traction intensif sans donner lieu à usure anormale ou mise hors service prématurée; leur choix sera effectué en fonction des caractéristiques exigées mais aussi avec le souci de la standardisation des appareils de même type utilisés sur les véhicules en service.

Les connexions et les serrages, les fermetures des trappes et de la carcasse doivent être tels qu'ils ne puissent être influencés ni par les variations de température, ni par les secousses et vibrations.

Dans les conditions normales d'emploi, les supports des bornes doivent être indéformables et inaltérables à la température tolérée dans les appareils et être à l'épreuve des vibrations. Lorsqu'il est fait usage de vis de serrage dans les raccordements, celles-ci ne peuvent se desserrer sous l'effet des trépidations dues à la marche des véhicules; un contre-écrou ou tout autre système tel que rondelle de blocage, goupille, sera prévu.

Les machines et appareils doivent être construits et installés de manière:

- à assurer la protection efficace contre tout contact fortuit des personnes ou des choses avec les pièces sous tension;
- à éviter tout dommage du fait de projection de métal en fusion de formation d'arc ou de rupture de pièces;
- à conserver leurs propriétés en assurant un service dur et intensif; Nonobstant l'influence des agents atmosphériques, de leur échauffement, du roulement du véhicule et des trépidations, chocs et vibrations;
- à ne pas atteindre un niveau de bruit dépassant les normes;
- à être efficacement protégés au point de vue mécanique et électrique;
- lorsqu'ils sont protégés, le degré de protection doit répondre à la norme CEI 529.
- que, lorsque les machines sont montées à l'extérieur, elles soient du type complètement fermé et qu'elles ne comportent pas de ventilateurs montés extérieurement.

1.3.6. Poids

Les constructeurs doivent garantir le poids de chaque appareil ou machine. La tolérance est de 5 % sur les poids élémentaires et de 3 % sur le poids global.

1.3.7. Montage

Les appareils doivent être agencés de façon que l'on puisse y raccorder aisément les plus gros conducteurs nécessaires à leur alimentation, ces conducteurs étant pourvus de l'isolement prescrit et compte tenu des conditions et du mode de pose.

Les trappes de visite et les raccords des soufflets des moteurs de traction de même que les offres d'appareillage placés sous châssis doivent être parfaitement étanches aux entrées de poussières, de neige et d'eau (la soudure par point est notamment interdite).

Les condensateurs HT doivent être montés de manière qu'en cas de fissuration, le liquide puisse être recueilli et ne puisse se répandre sur d'autres appareils ni provoquer de risque pour le personnel d'entretien. Les bacs ou les armoires dans lesquels, les condensateurs se trouvent, doivent être munis d'indications en rapport avec la nature du liquide isolant des condensateurs et ce suivant les prescriptions de la S.N.C.B.

Tous les moyens (écrans appropriés, chicanes, etc...) seront mis en oeuvre pour éviter que les joints ne soient directement frappés dans un sens défavorable.

Le contrôle de l'étanchéité s'effectuera sous pluie artificielle dont le débit et l'angle d'arrosage seront absolument quelconques et laissés à l'entière appréciation de la SNCB. Au bout d'une heure d'arrosage, aucune pénétration d'eau ne pourra être constatée.

La protection doit être essayée suivant la norme CEI 529.

1.3.8. Liaison de masse

Les armoires, coffres et machines doivent être pourvus d'une ou plusieurs connexions de masse, lesquelles sont disposées de manière à être toujours visibles et facilement accessibles.

Les panneaux de fermeture fixés par vis ou rivets, les portes, les panneaux démontables ou montés sur charnières des armoires et coffres, et les tableaux doivent être reliés à la masse par un shunt électrique.

Les fixations de masse sur le châssis doivent être en acier inoxydable et exécutés selon un plan approuvé par la S.N.C.B.



1.4. Essais et contrôles

1.4.1. Le contrôle de la conformité de la fourniture

Le contrôle de la conformité de la fourniture aux prescriptions imposées comporte une surveillance de la construction et des essais de réception.

Au cours de la surveillance de la construction, la SNCB peut user de tous les moyens d'investigation qu'elle estime utiles au contrôle de la qualité des matériaux et à leur mise en oeuvre et notamment procéder à une série d'essais de type, de contrôle et éventuellement d'investigation en cours de fabrication, tels ceux repris dans cette spécification.

En principe, les essais de réception doivent être effectués dans les ateliers des constructeurs ou de leurs sous-traitants désignés comme tels dans les offres.

Si aucun des deux ne dispose des moyens nécessaires pour procéder aux essais, il ne pourra être fait opposition à l'exécution de ceux-ci, aux frais des constructeurs, dans un endroit à désigner par la SNCB.

Le constructeur met, à ses frais, à la disposition des agents de la SNCB, les ouvriers ainsi que les appareils de mesure nécessaires à la vérification et à la réception des appareils et machines.

Les moyens et les méthodes de mesure sont ceux définis par les différentes spécifications techniques d'application pour le marché.

Les appareils de mesure utilisés doivent être présentés avec leurs courbes d'étalonnage, établies moins d'un an avant la date des essais par un laboratoire agréé. La SNCB se réserve le droit de faire procéder à un étalonnage des appareils de mesure utilisés pour les essais.

Chaque réception fait l'objet d'un procès-verbal signé par le délégué du constructeur et par l'agent représentant la SNCB.

Les constructeurs qui, dans les spécifications des machines et appareils offerts, se sont référés à des règlements ou à des spécifications normalisées autres que celles explicitées dans cette spécification, ne peuvent s'opposer à la vérification et au contrôle de ce matériel en vue de s'assurer que les prescriptions de référence sont réalisées.

Ils ne peuvent non plus s'opposer à ce que le matériel subisse les épreuves prévues dans les conditions précisées dans les dites prescriptions.

Dans le même ordre d'idées, les constructeurs qui dans leurs offres, se sont prévalus d'essais de type et d'essais systématiques pour le choix, le contrôle et l'épreuve des matières et du matériel, ne peuvent refuser de faire la preuve de ces essais, d'en produire les règles et, éventuellement, de répéter les épreuves prévues par celles-ci.

Indépendamment des essais de type et de série, la SNCB se réserve le droit de procéder lors de l'agrément de nouveaux appareils, à des essais d'investigation ayant pour but de donner des renseignements complémentaires sur leurs performances. Les résultats des essais d'investigation ne sont pas opposables à l'acceptation du matériel.

Tout appareil nouveau, non encore utilisé sur le matériel roulant, doit faire l'objet d'une agrément de la part des services de la SNCB. Cette agrément doit avoir lieu préalablement à la présentation en réception du lot. Elle consiste en un examen approfondi de toutes les caractéristiques techniques, de la conformité aux normes imposées et aux conditions de fonctionnement requises.

Elle fait l'objet également d'une série d'essais d'investigation de nature à fixer les limites d'utilisation de l'appareil.

1.4.2. Contrôle des matières

La SNCB entend user, sans restriction, du droit d'effectuer au fur et à mesure de la livraison des matières premières et de l'achèvement de l'usinage d'organes ou de pièces, des essais en vue de s'assurer de la bonne qualité des matériaux, de la régularité de la construction, de l'interchangeabilité et de la sécurité d'emploi.

La SNCB constate selon les prescriptions du cahier spécial des charges et, en outre, par tels moyens qu'elle juge convenables et qui sont de pratique courante, si les matières présentent les qualités requises ou, à tout le moins, sont conformes aux règles de l'art.

Lorsque les essais faits pour s'assurer de la qualité comportent la destruction de certaines pièces, celles-ci sont remplacées par le constructeur, à ses frais, lorsque ces essais sont demandés par les prescriptions techniques et les cahiers des charges.

Les matières qui n'ont pas les qualités exigées sont rebutées.

1.4.3. Essais de robustesse mécanique de l'appareillage

Ces essais sont des essais de type effectués sur 2 appareils de chaque type : à tension et pression minimales s'il s'agit d'étanchéité et à tension et pression maximum pour l'appareillage de commande.

Ces essais comportent :

- des essais de vibration, de résonance et de choc;
- l'examen de l'influence de la température et de l'atmosphère selon les normes CEI 60, 77 et 68.



1.4.4. Vérification pneumatique

Contrairement au fascicule CEI, publication 77, les appareils électropneumatiques doivent pouvoir fonctionner correctement à une pression variant entre les limites de pression propres d'une part au circuit pneumatique et d'autre part à l'appareil.

Les essais de fonctionnement sont effectués sur 20 % des appareils dans les limites de pression définies ci-dessus et dans les limites de la tension d'alimentation.

Les essais d'étanchéité sont effectués sur 20 % des appareils à la pression de 3 bars et à la tension minimale.

a) Electrovalves

Une ou plusieurs électrovalves étant raccordées sur un réservoir d'un litre, une chute de pression de 750 mb. En $\frac{10}{n}$ minutes est tolérée (n étant le nombre d'électrovalves branchées).

b) Cylindres à air

Le cylindre muni de son piston ou de sa membrane est relié à un réservoir rempli à la pression de 7,5 bar et dont le volume, en litres, est tout au plus égal à 0,02 fois le diamètre du cylindre exprimé en millimètres, sans toutefois être inférieur à un litre. L'étanchéité sera jugée satisfaisante si la pression dans le réservoir ne décroît pas de plus de 375 mb. Après 10 minutes d'épreuve.

1.4.5. Vérifications électriques et diélectriques

Conditions de fonctionnement

Les limites de variations des tensions en ligne auxquelles les équipements doivent répondre sont les suivantes (suivant fiche UIC 600):

3 KV. Continu	de	2000	à	3600 V.
15 Kv. 16 2/3 Hz	de	12000	à	17250 V
25 Kv 50 Hz	de	19000	à	27500 V
1,5 Kv continu	de	1000	à	1800 V

Les appareils d'asservissement doivent pouvoir fonctionner correctement aux tensions extrêmes prescrites par le cahier des charges.

Conditions d'isolement.

La norme VDE 0110, complétée comme suit, est d'application.

Pour tout appareil qui n'est pas installé à l'air libre, la distance d'éclatement entre deux pièces nues, entre lesquelles peut apparaître normalement ou anormalement (sauf cas de bris de pièces, connexions lâchées, etc.) la tension nominale de 3000 V, doit être de 35 mm au moins.

L'écartement des contacts peut être inférieur à 35 mm lorsqu'il y a soufflage d'arc.

Le chemin de fuite mesuré à la surface de l'isolement entre deux pièces se trouvant dans les mêmes conditions doit être de 70 mm au moins pour les isolants suivants: porcelaine, céramique, micalex et isolants.

Pour les autres isolants, le constructeur doit présenter à l'agrément un échantillon avec rapports d'essais et proposition de distance de fuite.

En vue de vérifier que les distances de fuites réalisées par le constructeur sont suffisantes, la SNCB pourra exiger un essai de rigidité diélectrique de l'appareil concerné, après placement de l'appareil dans une chambre froide, immédiatement suivi du placement dans une atmosphère humide et sale.

Pour les appareils et pièces situés à l'extérieur des véhicules, la distance d'éclatement est de 100 mm au moins pour une tension de 3 kV et de 200 mm au moins pour les tensions de 15 et 25 Kv

Le chemin mesuré à la surface de l'isolant entre des points où la tension de 3000 V peut apparaître normalement ou anormalement doit être de 200 mm au moins pour les isolants en céramique ou à base de mica.

Pour les autres isolants, le constructeur doit présenter à l'agrément un échantillon et un rapport d'essais et les propositions des distances à respecter.

Pour tout appareil soumis à la basse tension, la ligne de fuite sera de 7 mm au moins.

Les câbles H.T. flottants situés à l'extérieur et dont l'enveloppe isolante vient en contact avec la masse, doivent avoir leur extrémité dénudée à au moins 350 mm de la masse, cette distance étant mesurée le long du câble.

Les pièces isolantes des machines et appareils doivent être telles qu'elles ne perdent pas leurs qualités diélectriques sous les différentes tensions auxquelles sont soumis leurs différents circuits, en service normal.



Il ne peut être dérogé aux prescriptions ci-dessus que moyennant accord préalable de la SNCB, à formuler explicitement au moment de la demande d'approbation des plans.

Essais de rigidité diélectrique.

Tous les appareils et machines doivent être soumis à l'essai de rigidité diélectrique en usine suivant la norme CEI 60.

L'essai diélectrique doit se faire avec une tension alternative de 50 Hz, immédiatement après les essais d'échauffement et éventuellement après la survitesse.

Les valeurs suivantes sont à appliquer, pour le matériel à tension normale 3000 V.

Organes soumis à la HT

- 9500 V entre pièces sous tension et masse pendant 60 sec (les organes BT sont raccordés à la masse);
- 7500 V. pendant 60 sec entre contacts HT ouverts;
- 5150 V. pendant 60 sec entre contacts HT ouverts pour appareils montés en dérivation sur une résistance;
- 2500 V pendant 60 sec pour appareils de contrôle insérés dans circuit HT, mais non soumis à un potentiel supérieur à 500 V;
- 20000 V pendant 60 sec sur les tiges supports en papier bakéliné des appareils HT

La rigidité diélectrique entre la partie HT et la masse est faite à 10250 V lorsque l'isolement est multiple. La tension d'essai par étage d'isolement est de $2 U + 1000$ V avec un minimum de 3000 V. U est la tension qui peut se manifester sur cet étage d'isolement.

Supports isolants montés à l'extérieur.

Les appareils destinés à être montés à l'extérieur doivent subir un essai de rigidité diélectrique sous pluie à 9500 V. (courant alternatif, 50 Hz).

La pluie doit avoir un débit de 3 mm de hauteur d'eau par min. Sa direction doit être inclinée de 45° sur la verticale et l'appareil à essayer doit être placé dans les conditions normales de service.

La résistance de l'eau doit être comprise entre 9000 et 10000 ohms/cm³.



La pluie doit être maintenue pendant 5 min au moins avant application progressive de la tension.

Pour que cet essai soit déclaré satisfaisant, aucune décharge de rupture entre pièces métalliques ne peut se produire pendant toute la durée de l'essai.

Organes soumis à la BT

- 1500 V entre pièces sous tension et masse pendant 60 sec

Remarques.

1. Les chiffres indiqués ci-dessus sont limités au $\frac{3}{4}$ de leur valeur pour le matériel réparé.
2. Les essais peuvent éventuellement être effectués en courant continu aux valeurs indiquées ci-dessus multipliées par 1,41. Dans ce cas, le constructeur ne peut se prévaloir de ce fait pour justifier une moins bonne tenue de l'équipement.
3. Pour certains appareils des essais diélectriques par ondes de choc peuvent être imposés.

1.4.6. Les surtensions

Les variations brusques de courant susceptibles de naître dans les circuits ne peuvent provoquer de bris, ni de réactions dangereuses.

Tout nouvel appareil présenté à l'agrément et comportant un ou plusieurs enroulements fera l'objet d'une mesure des surtensions provoquées par la coupure de ces enroulements.

Chaque bobine normalement alimentée sous la tension maximale est désexcitée par un relais approprié, dans un temps de coupure de l'ordre de 15 à 20 millisecondes.

Les surtensions sont enregistrées avec bobine froide (20° C) et bobine chaude (température atteinte après l'essai d'échauffement).

1.4.7. Vérification sur véhicule terminé et avant mise en service

L'équipement sera fourni parfaitement réglé et mis au point. Son fonctionnement devra satisfaire entièrement à toutes les conditions de service.

La publication 165 CEI est d'application.

Le constructeur établira préalablement un programme d'essais à soumettre à la SNCB.

Ce programme détaillera notamment:

1. les essais de rigidité, à effectuer en mentionnant notamment les points d'application de la tension et les connexions ou interruptions à créer dans les circuits pour avoir l'assurance que tous les câblages sont soumis à l'essai;
2. les vérifications de fonctionnement des circuits élémentaires de contrôle et d'asservissement;
3. le fonctionnement à blanc de tout l'équipement;
4. les essais de fonctionnement sous caténaire;
5. la définition des parcours de rodage.

Les essais de réception de l'équipement électrique s'effectueront obligatoirement en dernier lieu, c'est-à-dire après les essais mécaniques et pneumatiques.

Les tensions alternatives 50 Hz pour les essais de rigidité diélectrique sont fixées à 7 Kv pour les circuits à 3000 V et à 1000 V pour les circuits à basse tension. Ces tensions sont appliquées pendant 15 secondes. Le constructeur aura la faculté de déconnecter les appareils qui auront déjà été soumis aux essais de rigidité en usine ainsi que les appareils délicats (sockets – appareils de mesure).

Les essais effectués en ligne porteront sur la vérification des prestations imposées et du fonctionnement régulier des équipements (art. 19 à 29 de la publication 165).

Au cours de ces essais, la SNCB se réserve le droit de procéder au relevé de l'échauffement des moteurs de traction.

1.5. Dérogations aux spécifications

Si le constructeur souhaite des dérogations aux conditions du P 31 ou aux normes y mentionnées, il devra le mentionner dans son offre. Elles ne seront accordées qu'avec l'autorisation écrite de la SNCB.

CHAPITRE II - PRESCRIPTIONS POUR L'APPAREILLAGE

Les appareils destinés aux équipements de traction doivent satisfaire à leurs normes spécifiques et aux normes générales concernant les conditions de travail et les essais.

Seront cités les normes préférentielles et les prescriptions et essais complémentaires.

Sont recommandées les normes VDE 0660, VDE 0110, CEI 68, CEI 77, CEI 337.

PRESCRIPTIONS POUR LES ESSAIS

Les essais doivent être exécutés dans les conditions précisées par l'usage de l'appareil, en particulier pour :

- l'habillage et les couvercles d'appareils montés;
- les raccordements montés comme en exploitation normale.
- les conducteurs et les connexions auront une section suffisante de manière à éviter toute perte supplémentaire.
- les circuits de ventilation ou de refroidissement. Ils seront montés comme en exploitation normale ou du moins avec un débit d'air équivalent;
- la tension, courant et pression d'air.

Dans le cas où les essais de série sont exécutés dans des conditions différentes, il faut établir des corrections durant les essais de "type".

Des essais de vibrations seront exécutés aux fréquences prescrites pour matériel roulant et également aux fréquences des transformateurs (hacheurs et convertisseurs), pour l'appareillage soumis ou influencé par ces fréquences.

- Les tableaux et armoires équipés d'un ou plusieurs appareils doivent subir des essais afin de vérifier le comportement et la robustesse de l'ensemble du câblage et des connexions dans les conditions prévues par les normes, dans les limites extrêmes de fonctionnement et éventuellement avec la ventilation.
- Lorsque des armoires contenant des appareils pouvant influencer les circuits de signalisation sont installés sous les voitures, il faut mesurer les champs d'induction.



2.1. Appareillage connexion

2.1.1. Appareillage

Sont concernés : les interrupteurs, les relais, les contacteurs, les pantographes, disjoncteurs, sécurités et éléments de couplage.

2.1.2. Normes

La norme CEI 77 est recommandée en général et complétée par celle propre à chaque appareil.

2.1.3. Essais de type

Les essais de type sont normalement exécutés sur 2 appareils de chaque série de construction et comprennent :

2.1.3.1. Essais de coupure

L'appareil doit pouvoir couper 10 fois en 10 minutes le courant maximal et minimal du circuit d'exploitation normale.

2.1.3.2. Essais de la robustesse mécanique

Les essais comprennent un nombre de manoeuvres variant suivant le type d'appareil et son groupe d'appartenance (CEI 77). Le groupe est fixé de commun accord avec la SNCB.

Le rapport d'essai mentionnera par intervalles réguliers de 2000 manoeuvres l'évolution des résultats.

2.1.3.3. Essais de vibration

Comme prescrits dans les normes et effectués éventuellement aux fréquences présentes en service.

2.1.3.4. Essais d'étanchéité

pour appareils enfermés.

2.1.3.5. Essais aux limites de la température et aux conditions atmosphériques

2.1.3.6. Essais sous pluie artificielle

pour les appareils montés à l'air libre.



2.1.3.7. Essais d'échauffement des éléments du circuit principal.

Le circuit principal doit être parcouru par le courant max. existant en service.

Les limites extrêmes d'échauffement pour les contacts principaux et les connexions souples valent:

- cuivre rouge formant ressort 35° C;
- laiton ou bronze formant ressort 65° C;
- connexions souples dans l'air 90° C;
- cuivre rouge ou alliage de cuivre nu ou ne formant pas ressort 75° C.

2.1.4. Essais de série

Ils comprennent:

2.1.4.1. Mesure de la résistance à froid

Les résistances des diverses bobines sont contrôlées.

L'essai est effectué sur 10 % des appareils.

Tolérance : +/- 8 % de la valeur spécifiée par le constructeur ou +/- 8 % de la moyenne des valeurs relevées sur les 10 premiers éléments contrôlés. La valeur obtenue pour une bobine déterminée est ramenée au préalable à 20 ° C.

2.1.4.2. Essai de fonctionnement

- 1000 enclenchements et déclenchements sous tension (sur 10 % des appareils);
- vérification du réglage des appareils de protection (sur tous les appareils);
- vérification du fonctionnement sous tension minimale et maximale (sur 10 % des appareils).

2.1.4.3. Essais d'échauffement

L'échauffement des enroulements est mesuré par variation de la résistance.

Le courant dans les bobines doit valoir le courant maximal en service pour les enroulements en service permanent et 80 % de ce courant pour les enroulements en service intermittent.

L'essai est exécuté sur 10 % des appareils.

Les limites des températures sont fixées par la norme CEI 563.



2.1.4.4. Mesure de la résistance de contact

Les contacts d'un ou plusieurs appareils sont branchés en série et parcourus par les courants max et min prévus dans l'appareil. On mesure la chute de tension dans les deux cas.

2.1.5. Prescriptions particulières

2.1.5.1. Boîtes de soufflage

Les boîtes de soufflage doivent satisfaire aux normes des matériaux constitutifs.

Norme DIN 40685 pour boîtes en céramique

Les essais sont effectués sur 10 % des appareils.

Pour d'autres matériaux, le fournisseur produira les caractéristiques en comparaison, et proposera les essais de réception.

2.1.5.2. Disjoncteur ultra-rapide

2.1.5.2.1. Conditions générales

Le disjoncteur doit déclencher par surcharge et sur court-circuit.

Le temps ne peut excéder 0,01 secondes entre le moment où le courant atteint la valeur de réglage et le moment où le courant disparaît. Des courants pouvant descendre jusque 35 A doivent être coupés correctement. Dans les deux cas, on doit tenir compte de l'impédance du circuit.

Coupure sur court-circuit.

Le disjoncteur doit couper 10 courts-circuits francs à 60 secondes d'intervalle.

2.1.5.2.2. Essai de type

Les essais de type sont effectués sur un seul appareil de chaque série de fabrication.

Robustesse mécanique.

Au moins 20000 manoeuvres sans courant.

Essais de vibration et de choc.

Suivant CEI 77 mais on poursuivra jusqu'à une fréquence supérieure à la fréquence de hachage des circuits.

La bobine de maintien reste alimentée normalement pendant ces essais.



Fonctionnement aux températures de -25° C et + 40° C.

Ces essais peuvent être effectués séparément sur l'appareillage pneumatique.

Essais d'étanchéité.

Ces essais peuvent être effectués séparément sur l'appareillage électropneumatique aux températures limites.

Essais d'échauffement.

Les essais d'échauffement sont effectués sur toutes les parties. L'influence de l'échauffement de la bobine de maintien sur la valeur de déclenchement est mesurée et portée au graphique ainsi que l'influence de la résistance additionnelle du circuit de maintien.

Essais de déclenchement.

Le réglage dans la plage d'utilisation et le rapport entre le courant principal et le courant de la bobine de calibrage sont relevés.

Lorsque sur le véhicule moteur, le disjoncteur est déclenché par d'autres dispositifs, il faut vérifier le fonctionnement de ceux-ci lors des essais de déclenchements imposés.

Lorsque le disjoncteur intervient lors du freinage électrique du véhicule, les valeurs de déclenchement seront relevées à l'aide de la bobine de calibrage pour le courant de retour maximum dans la bobine principale.

L'essai avec les dispositifs de déclenchement séparés doit être réalisé dans les mêmes conditions.

Essais de coupure.

Le fournisseur doit présenter un rapport des essais exécutés par un laboratoire spécialisé et répéter si possible les essais pour la SNCB.

2.1.5.2.3. Essais de série

Les essais et mesures indiqués ci-dessous se font sur tous les appareils.



Rigidité diélectrique pour disjoncteurs 3 Kv.

Ces essais se font en courant alternatif, 50 Hz, la tension étant appliquée pendant 1 min.

- 12000 V entre bobine de maintien et noyau avant montage sur le disjoncteur.
- 12000 V entre bobine de maintien et carcasse du disjoncteur après montage sur le disjoncteur
- 10500 V entre contacts principaux fermés et masse; entre contacts principaux d'une part et bobine de maintien réunie aux circuits auxiliaires d'autre part; entre contacts principaux ouverts, la boîte du soufflage étant relevée.
- 12000 V entre contacts principaux ouverts, la boîte de soufflage étant en place.
- 2500 V entre contacts auxiliaires et masse.

Fonctionnement.

Vérifier :

- la fermeture complète pour une pression d'air de 3,5 bar et sous la tension la plus faible;
- que le disjoncteur reste enclenché quand on coupe le dispositif d'enclenchement pneumatique, le circuit de maintien étant alimenté;
- la portée de l'armature sur les pièces polaires du circuit magnétique;
- la portée des contacts principaux;
- la graduation du déclenchement.

La graduation de la règle est faite pour le courant normal dans le circuit de maintien, à la tension nominale d'asservissement et à chaud.

Lorsque l'usure des contacts principaux provoque une modification de réglage du disjoncteur, une plaquette rapportée indique la cote de référence pour contacts neufs correspondant au réglage initial.



Relevé des caractéristiques.

On relève sur chaque disjoncteur:

- la tension des ressorts de déclenchement;
- l'épaisseur des cales de réglage du circuit magnétique;
- les valeurs des courants de déclenchement par la bobine de calibrage, pour chacun des réglages de la réglette;
- les valeurs des courants de déclenchement pour chacun des réglages de la réglette, le courant nominal traversant la bobine de maintien.

Marquage des bornes.

Les bornes sont marquées en tenant compte que le courant principal entrera dans le disjoncteur par la bobine de soufflage.

2.1.5.3. Fusibles

Pour les fusibles HT, les normes CEI 269 et 282 complétées comme suit sont recommandées.

Les fusibles HT doivent pouvoir subir avec succès les essais suivants:

Essais de type:

2.1.5.3.1. Essais continus avec un courant

Ayant une intensité égale à 10/9 de l'intensité nominale et poursuivi au moins jusqu'à l'équilibre de température.

Lors de cet essai, les maxima de température que le fusible peut atteindre dans ses diverses parties sont ceux compatibles avec sa bonne conservation, eu égard à la nature des matériaux dont il est constitué; le fusible ne doit subir aucune déformation ou altération susceptible de nuire à son bon fonctionnement ultérieur.

2.1.5.3.2. Essai avec un courant

D'intensité égale à 1,6 fois l'intensité nominale, la fusion devant se produire en moins d'une heure.

2.1.5.3.3. Essais poursuivis

Jusqu'à la fusion avec un courant d'intensité croissante, augmentant régulièrement toutes les 5 min. de 1/5 de l'intensité nominale, l'intensité initiale étant l'intensité nominale.



2.1.5.3.4. Essai sur court-circuit franc

Cet essai, à effectuer seulement sur les prototypes, doit être réalisé avec une source d'une puissance continue totale au moins égale à 4000 kW, alimentée par réseau haute tension de puissance très supérieure aux chiffres ci-dessus. Le temps maximum de coupure doit être de 60 millisecondes.

Les essais nos 2, 3 et 4 doivent être effectués sous la tension maximale et la coupure doit s'opérer pratiquement sans bruit, ni fumée, ni projection.

Après chacun des essais nos 2, 3 et 4, le fusible essayé doit être dans un état tel qu'on puisse remplacer l'élément fusible sans devoir procéder à une réparation ni nettoyage préalable.

Quantité de fusibles à soumettre aux essais:
nos 1, 2,3 : 2 % avec minimum de 2 pour chaque type utilisé ;
n° 4 : 1 fusible de chaque type.

Essai de série :

-mesure de la résistance, à température ambiante sur 10 % des fusibles. Les différences ne peuvent être supérieures à 5 %, pour les fusibles d'un même type.

-Lorsque les fusibles sont mis en parallèle, la différence de résistance entre 2 fusibles ne peut être supérieure à 2%, la mesure étant faite après stabilisation avec le courant nominal.

2.1.5.4. Coordination de fusibles avec des disjoncteurs

Si dans les circuits à protéger il est fait usage d'un disjoncteur et d'un fusible, le fournisseur doit fournir les diagrammes.

Les essais seront exécutés de manière à prouver la coordination du fonctionnement entre les deux éléments compte tenu des caractéristiques du circuit et des temps de réponse des appareils de commande.

2.1.5.5. Disjoncteurs automatiques B.T.

Ils doivent satisfaire aux caractéristiques du circuit commandé ainsi qu'aux normes CEI 177.



2.1.5.6. Pantographes

La norme CEI 494 est recommandée.

La pression du pantographe est vérifiée à la montée et à la descente; la variation de la pression dans les limites de hauteur utilisée ne peut dépasser +/- 10 %.

Il est dressé un diagramme de pression au fil en fonction de la hauteur de développement du pantographe.

La pression minimum d'air pour le levage doit être inférieure ou égale à 3,5 bar.

L'essai diélectrique de 19000 V 50 Hz et les essais en atmosphère artificielle, peuvent éventuellement être exécutés séparément sur les isolateurs-supports.

L'appareillage d'asservissement peut être testé séparément.

2.1.5.7. Relais

Les normes CEI et VDE 0435 sont recommandées.

2.1.5.8. Eléments auxiliaires

Interrupteurs, boutons poussoirs, manostats, thermostats doivent satisfaire à la CEI 337.

2.2. Appareillage auxiliaire

2.2.1. Appareillage

Sous cette appellation on distingue : les parasurtensions, les appareils de mesure, les résistances, les transformateurs à courants alternatifs, des inductances, les condensateurs, les isolateurs et les câbles avec leurs accessoires.

2.2.2. Parasurtension pour traction électrique 3000 V

Normes.

La norme CEI 99 est prise comme référence, et complétée par la question A50 ORE de l'UIC et le texte suivant :

Limite de sécurité.

La tension d'amorçage ne peut dépasser les 11 kV et ne peut en aucun cas être inférieure à 4,5 Kv.



Parafoudre à résistance variable.

Essais de série à exécuter sur tous les appareils.

- Amorçage à fréquence industrielle.
La tension d'amorçage ne peut être supérieure à 6 Kv.
- Finition, dimension, peinture.

Essais de série à exécuter sur 5 % des appareils de chaque lot.

- Amorçage à l'onde de choc de 1/50 ou 1,2/50 μ sec.
L'amorçage doit se produire à une tension comprise dans les limites de sécurité.
- Vérification de la tension résiduelle avec une onde 8/20 μ sec.
La valeur de crête du courant doit valoir 5000 A. min, 10000A. est conseillée. La tension résiduelle doit être inférieure à la limite de sécurité supérieure.

Essais de type à exécuter sur 1 appareil de chaque commande.

- Amorçage avec une onde de choc à front raide.
La montée en tension doit être comprise entre 70 et 100 Kv. / μ sec. La tension d'amorçage ne peut dépasser les 11 Kv.
- Contrôle de la tension résiduelle.
 - Lors de l'application d'un créneau rectangulaire d'une valeur de 400 A pendant 2 msec.
 - Lors d'une onde de 8/20 μ sec. avec une valeur max. de 50 et 200 % du courant nominal.
 - Lors d'une onde 4/10 μ sec. et un courant de crête égal à 10 fois le courant nominal.

Essai de fonctionnement.

Le parasurtension doit être raccordé simultanément à une source de CC de 4 kV et une onde de choc de 8/20 μ sec.

La valeur et la durée du courant de suite de la source sont mesurées.

Le parasurtension doit couper le courant de suite sans détérioration ni modification des caractéristiques.



Essai d'échauffement.

Le parasurtension est raccordé à une source de CC de 4 Kv.

Le courant de fuite éventuel est mesuré.

L'accroissement moyen de la température du boîtier ne peut dépasser 5°C après 24 h.

Essai diélectrique sous pluie.

- Le spintermètre est démonté.
- Le parasurtension sous pluie naturelle ou artificielle est soumis à la tension d'essai de 26,6 kV (2,2 U + 20 kV) 50 Hz pendant 15 minutes. Aucun amorçage, étincelage autour des isolateurs ni échauffement sensible ne peuvent se produire.

Contrôle après les essais de type.

Le parasurtension doit être soumis aux essais de série.

Mesures.

Les résultats des essais sont confirmés si possible par des photos d'oscillo.

Parafoudre à condensateur.

Courbe intensité-tension et courbe de décharge.

Le parafoudre est chargé jusqu'à 3600 V et on mesure le courant de charge pour des tensions de 1, 2, 3 et 3,6 Kv. Le voltmètre utilisé doit avoir une résistance minimum de 20000 ohms par volt.

La résistance du parafoudre est calculée à 3 Kv. On établit ensuite la courbe de décharge en mesurant les tensions toutes les 10 secondes.

Essais aux ondes de choc.

Les essais sont effectués avec une onde de grande amplitude : 75 kV: et de faible durée : 1/50 µsec.

On effectue 5 chocs successifs, puis on relève de nouveau la courbe intensité-tension et la courbe de décharge que l'on compare aux courbes initiales.

Vérification de la tension résiduelle.

On relève la loi de la variation de la tension résiduelle en fonction du courant. L'onde utilisée est une onde 10/20 μ sec. La tension résiduelle ne peut être inférieure au niveau d'isolement du véhicule neuf pour un courant de décharge de 10 Ka.

2.2.3. Appareils de mesure

Les essais sont effectués sur tous les appareils conformément aux prescriptions du rapport CEI 51.

2.2.4. Résistances insérées dans les circuits

Les résistances insérées dans les circuits telles que résistances de démarrage, de shuntage, de limitation, de coupure, etc... sont soumises aux essais prévus par la norme CEI 322.

Le constructeur soumettra préalablement pour accord à la SNCB les cycles prévus pour la charge de chaque partie de la résistance compte tenu des conditions de service les plus sévères. Il fixera de même la température maximale que peuvent atteindre les résistances en fonction des matériaux employés.

Les essais de tenue aux vibrations et aux chocs, l'essai de court-circuit et l'essai de tenue sous pluie, pour les résistances montées à l'extérieur, seront exécutés.

2.2.5. Transformateurs et inductances

La publication 310 du CEI est d'application.

Un essai de tenue au court-circuit est effectué sur un appareil au moins de chaque fabrication.

La rigidité des enroulements est effectuée avec une onde choc $T_1 > 20 \mu$ sec. et $T_2 > 150 \mu$ sec. La tension de crête sera au moins égale à $2000 + 2,25 U$ volts, ou U est la tension de service dans les conditions les plus défavorables.

Pour les inductances HT dans les circuits de puissance 3 kV, la tension de crête sera de 12,4 kV et 17 kV pour les bobines qui influencent la signalisation ou l'alimentation du réseau ferroviaire lorsqu'elles sont défectueuses.

La forme des ondes du courant et de la tension est relevée par des photos d'oscillo et comparées avec celle des essais de type.

Une copie est jointe au P.V. de chaque bobine.

Lorsque n inductances sont en série, la tension d'essai sera divisée par n.

2.2.6. Câbles

Les câbles HT et BT doivent répondre aux spécifications techniques 895 de l'UIC, 228 et 232 du CEI et 20452, 20453, 20454 de l'UTE.

Pour les câbles utilisés à l'extérieur, la gaine externe est obligatoirement lisse, sans tresse et dépourvue de toute génératrice visible.

Les câbles seront de la classe 5 ou 6.

L'essai de rigidité électrique est effectué sur la totalité de la fourniture. Après avoir été immergés pendant 24 h dans de l'eau à la température de 20°C (+/- 5°C), les câbles en longueur normale sont soumis pendant 15 minutes à la tension prévue.

L'essai de claquage est effectué sur un échantillon de chaque type de câbles de la fourniture.

Les câbles monopolaires basse tension pour coupleurs sont du type extra souple.

Les câbles isolés avec une matière thermoplastique ne sont pas admis dans les circuits HT ou posés dans des caniveaux.

2.2.7. Condensateurs

Les normes CEI 70 et 80 sont d'application.

Les condensateurs doivent porter des indications concernant la nature du liquide isolant ainsi que concernant les mesures de sécurité à prendre et ce suivant les prescriptions de la SNCB.

2.2.8. Isolateurs

Pour les isolateurs céramiques, voir normes DIN 40685 et CEI 672. Les essais prévus dans ces normes s'appliquent également aux isolateurs réalisés avec d'autres matières si le constructeur ne propose pas d'autres normes.

2.2.9. Matières isolantes

- Les produits contenant de l'asbeste sont interdits.
- Les isolants liquides contenant du P.C.B. sont interdits.
- Les matières isolantes pour le montage ou la protection doivent satisfaire aux essais destinés à vérifier leurs propriétés électriques et physiques et leur tenue au feu en conformité avec les normes CEI 85, CEI 93, CEI 167, CEI 216 – CEI 672 et autres.

2.2.10. Souliers de câbles, raccords de câbles

Les raccords et souliers de câbles doivent satisfaire aux normes VG 88720.

2.2.11. Accumulateurs

Les accumulateurs doivent satisfaire à la spécification technique CEI 623. En plus leur di/dt doit être supérieur à celui des circuits électriques ou électroniques à alimenter et ce pendant toute leur durée de vie jusque l'état de charge et la capacité minimum.

2.3. Prescriptions techniques pour machines tournantes

Les essais des machines tournantes doivent être effectués avec une tension et un courant de forme d'onde identiques à ceux utilisés en service normal.

Si le constructeur ne dispose pas de la possibilité d'essayer ainsi toutes les machines, des essais d'investigations à tension normale seront exécutés sur deux machines au moins de chaque commande, et des essais comparatifs avec la source dont dispose le constructeur de manière à fixer les critères pour les essais de "type" et de "série".

Les essais de perçement et de rigidité diélectrique sont exécutés sous tension alternative 50 Hz ou par application d'ondes de tension de valeur prescrite pour chaque type de machine.

Les valeurs à respecter sont celles décrites dans la norme CEI 349 et les essais sont exécutés suivant les prescriptions de la norme CEI 60.

Les essais sont fixés en accord avec le constructeur. Voir p. ex annexe 2, pour l'alimentation des moteurs de traction 1500 V alimentés par un réseau 3000 V.

Les résultats des essais sont notés dans des P.V.

2.3.1. Essais de contrôle pendant la construction

2.3.1.1. Essais sur le cuivre et les conducteurs

a) collecteur:

- résistivité maximale à 20° C: 0,020 ohms/m/mm²;
- dureté Vickers HV > 90 kg/mm².

b) enroulements :

- résistivité maximale à 20° C: 0,020 ohms/m/mm²
- essai de traction:

- cuivre isolé R = 21 à 27 k/mm²
A > 25 %.
- Cuivre nu R = 21 à 27 kg/mm²
A > 38 %

Pour l'essai de traction, on utilisera une éprouvette de L = 11,3 \sqrt{S} ou L = 10 D pour fils ronds. Pour les petits diamètres on pourra utiliser L = 100 mm.

- essai de flexibilité sur le fil isolé chauffé auparavant à 130° C pendant une heure.
 - fil rond :
enrouler au moins 5 spires sur un cylindre d'un diamètre égal à 5 fois le diamètre du fil.
 - fil méplat :
Enrouler au moins 5 spires la face la plus grande en contact avec le mandrin d'un diamètre égal à 5 fois la petite dimension du fil.
Il ne peut être constaté ni rupture, ni glissement de l'isolation.
Une isolation supplémentaire doit être prévue dans les courbes du bobinage lorsque le diamètre est inférieur à 5 fois l'épaisseur du fil dans le plan de bobinage.

2.3.1.2. Essais électriques des induits, stators, collecteurs et enroulements

Les essais de type sont exécutés sur la quantité imposée de pièces (x) en présence du réceptionnaire.

Les essais sont exécutés sur tous les composants et 10 % au moins en présence du réceptionnaire.

Les valeurs à obtenir sont fixées de commun accord entre le constructeur et la SNCB.

Un même enroulement ne peut être soumis deux fois aux essais. La tension d'essai peut être réduite à 70 % de la tension prescrite pour des essais sur des enroulements imprégnés avant l'imprégnation.

On effectuera les essais suivants par commande et par série de machines.

2.3.1.2.1. Section d'induit et connexions équipotentielles

Essai de percement

- Percement entre spires: (5)
Il ne peut y avoir de percement à la valeur minimale prescrite.
- Percement entre spires: 0,5 %.
La tension prescrite sera fixée à 80 % de la valeur moyenne mesurée pendant les 5 premiers essais de perforation et sera au moins égale à la tension minimale exigée.
- Percement entre enroulement et la masse: 5
Les tensions de perforation sont mesurées. Leur valeur moyenne servira à fixer la valeur pour la rigidité diélectrique.

Essais de rigidité diélectrique

- Essais de rigidité diélectrique de 5 sec. entre spires.
- Essais de rigidité diélectrique de 15 sec. entre enroulement et la masse.

2.3.1.2.2. Collecteurs

Les collecteurs subiront les essais suivants:

- rigidité diélectrique entre lames pendant 1 minute;
- rigidité diélectrique entre toutes les lames ensemble et la masse pendant 1 minute.

2.3.1.2.3. Inducteurs

- Percement entre enroulement et la masse.
- Rigidité diélectrique entre spires (transfo).
- Rigidité diélectrique entre enroulement et la masse 15 sec.

2.3.1.2.4. Stators

Rigidité diélectrique entre:

- les spires des pôles montés dans le stator avec une onde de choc avec $TI > 10 \mu\text{sec}$.
- les inducteurs et la masse pendant 15 sec.

2.3.1.2.5. Induits

Rigidité diélectrique entre:

- les lames du collecteur et les enroulements d'induits avec une onde de choc appliquée à un nombre déterminé de lames;
- les lames du collecteur, les enroulements d'induits et la masse pendant 15 sec.

2.3.1.3. Essais mécaniques et de contrôle

2.3.1.3.1. Induits

Tous les induits sont équilibrés et le couple des balourds résiduels ne pourra dépasser les valeurs prévues dans les normes VDI ou ISO 1940.

- Mesurage du diamètre de l'induit.
- Mesurage du diamètre du collecteur, aucun écart inférieur n'est toléré.
- Pesage de l'induit (1).

2.3.1.3.2. Balais et porte-balais

- Les balais et porte-balais sont vérifiés suivant les normes CEI 136, 413 et 467.
- Contrôle de la pression et de l'élasticité des ressorts de pression.
- Dimensions d'encombrement.

2.3.1.3.3. Stators

- Pesage (1)
- Diamètre entre pièces polaires.
- Epaisseur des intercalaires des pôles
- Bornes de raccordement ou câbles.
- Repérage des bornes.

2.3.1.3.4. Flasques

Placement et montage des balais, porte-balais et couronnes porte-balais.
Jeu des roulements avant et après montage.

2.3.2. Essais des machines terminées

Les normes CEI 34 et 349 sont d'application. Elles sont complétées comme suit:

Des essais d'investigation: sont exécutés sur chaque type de machines, de manière à fixer la valeur de:

- la ventilation à utiliser aux essais;
- la surcharge tolérable avec ou sans ventilation;
- le courant en régime continu et unihoraire compte tenu de l'échauffement réel;
- le shuntage maximum du courant d'excitation;
- la commutation avec les divers types de balais proposés;
- éventuellement d'autres suggestions complémentaires.



Les essais types

Exécutés sur deux machines de chaque série de construction, même quand ce type est déjà en service.

Les essais de série

Exécutés sur toutes les machines.

2.3.2.1. Essais

2.3.2.1.1. Mesure de résistances et des impédances

Type

L'impédance de l'induit du stator et de la machine complète est mesurée à 50 Hz.

Série

Mesure de la résistance à froid :

- de l'induit, sur un nombre déterminé de lamelles;
- séparément chaque type d'enroulement d'excitation.

Ces valeurs serviront de données pour le calcul de l'échauffement. Les mesures sont effectuées par la méthode de l'ampèremètre et du voltmètre. Le courant ne pourra provoquer d'échauffement.

2.3.2.1.2. Essai d'échauffement

La ventilation doit être identique à celle en usage normal. La pression est mesurée dans la chambre du collecteur. Chaque essai débute avec une machine froide.

Essais d'investigation

En régime continu et unihoraire sans ventilation (pour moteurs avec ventilation forcée).
Les courbes de refroidissement sont relevées jusque 40° C (sans et avec ventilation, éventuellement réduite, pour moteurs avec ventilation forcée, suivant l'utilisation sur locomotive).

Type

En régime continu.

Série

En régime unihoraire.
L'essai de série peut être exécuté sur 50 % des machines s'il est fait usage d'une méthode utilisant une machine en moteur et l'autre en génératrice.



2.3.1.2.3. Relevé de la caractéristique N.I.

Série

Est relevée sur les machines tournant en moteur.
Sur les machines ayant fonctionné en génératrice quelques points seront relevés en moteur.
Les essais à champ réduit doivent être exécutés pour toutes les valeurs utilisées en service.

2.3.1.2.4. Essai de survitesse

Série

1,25 fois la vitesse maximum. Pour les moteurs de traction, la vitesse maximum est celle qui correspond à la vitesse obtenue sur le véhicule avec des roues mi-usées.

2.3.1.2.5. Essai de rigidité diélectrique

Série

A chaud après l'essai de survitesse.

2.3.1.2.6. Essais de commutation

Essais d'investigation

Essai en courant ondulé. Les essais de commutation en courant ondulé se feront dans la plage de fonctionnement réelle du moteur compte tenu de la présence ou non d'une résistance de shuntage permanent et compte tenu des caractéristiques du système d'alimentation telles que: limitation du courant d'alimentation, limitation de tension moteur etc.

Les essais de commutation devront être supportés par les machines sans détérioration mécanique, ni amorçage, ni dommages permanents, les dommages permanents étant ceux susceptibles d'affecter le fonctionnement correct postérieurement à l'exécution de l'essai.

Les essais peuvent être continués en courant continu lorsque les paramètres en courant ondulé ont été fixés.

Type

A effectuer sur 20 % des machines:

- à 1,2 Un., à champ minimum et maximum avec le courant minimum et maximum de régime continu et unihoraire correspondant avec la caractéristique du moteur:
- à 1,5 Un. Plein champ, courant minimum et vitesse maximale (lorsque la tension du moteur n'est pas limitée en service).

Série.

A effectuer sur toutes les machines à 1,2 Un. Et champ minimum, avec le courant maximum et minimum du régime continu, comme prévu sur les courbes caractéristiques.

La commutation est surveillée pendant tous les essais.

Elle est relevée pendant le relevé des caractéristiques.

La commutation sera codée suivant les indications du tableau annexe 1. Elle est acceptable jusque 1 ¾. Elle peut être codée également suivant la norme CEI 638.

L'interprétation avec des filtres LC et µA-mètre est autorisée également. On se base alors sur les valeurs relevées pendant les essais "type".

2.3.2.1.7. Détermination du rendement

Type

Les mesures se font sous tension et champ minimum et maximum avec des courants compris dans les limites d'utilisation normale.

2.3.2.1.8. Relevé de la courbe de magnétisation

Type

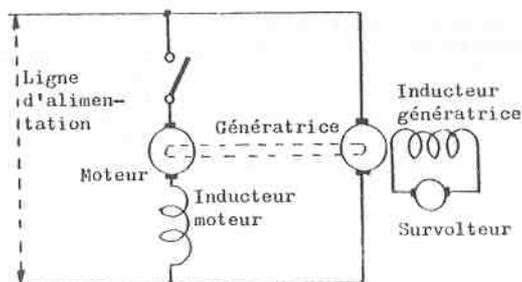
Sous vitesse constante et courant d'excitation appliqué de façon continue progressive et dégressive.

2.3.2.1.9. Essai de réapplication de la tension

Type

Pour réaliser cet essai pour moteurs série, on accouple deux moteurs d'un même type par leurs arbres d'induit.

Les connexions sont réalisées comme indiqué ci-après; complétées éventuellement avec l'appareillage propre (self shuntage).



L'interrupteur étant fermé, le moteur à essayer fonctionne effectivement en moteur série, l'autre en génératrice à excitation indépendante. On agit respectivement sur la tension de la ligne d'alimentation et sur le survolteur, de manière que le moteur à essayer fonctionne à la tension de $1,2 U_n$ et du courant unihoraire. On ouvre alors l'interrupteur et on le referme après un temps voisin de 0,9 secondes. L'essai est répété 3 fois à champ maximum et 3 fois à chacun des crans de champ réduit. Si le moteur fait partie d'un ensemble qui comporte un dispositif automatique assurant, en cas de coupure, une protection complète contre le réenclenchement dans un temps inférieur à 1 seconde, l'essai sera effectué soit avec le dispositif de protection soit pendant le temps que ce dispositif met à agir. On effectue des relevés oscillographiques de la variation des courants dans l'induit et dans les pôles du moteur ainsi que la tension aux bornes du moteur. Aucun dommage ne peut être constaté au moteur après ces essais.

2.3.2.1.10. Essai de démarrage

Type

2.3.2.1.11. Contrôle des vibrations

Type

On mesure la valeur des vibrations et on l'exprime en vitesse effective. En cas de résultats douteux, on peut étendre l'essai à plusieurs machines. Les machines seront montées élastiquement et toute la gamme de vitesse et d'excitation sera parcourue afin de détecter d'éventuelles fréquences de résonance. Les machines ne peuvent posséder des résonances dans la zone normale d'utilisation. Les valeurs mesurées ne pourront dépasser celles des normes VDI 2056 et DIN 45665 (identiques aux normes ISO 2372 et 2373).

Série

On mesure la valeur des vibrations à la vitesse maximale ou nominale en régime normal.

2.3.2.1.12. Contrôle du niveau sonore

Type

Les mesures sont effectuées en DbA.

En cas de doute les essais peuvent être étendus.

Les valeurs ne peuvent dépasser celles définies par la norme CEI 34.9.
Pour les machines dépassant 400 kw., les valeurs sont à fixer en accord avec la SNCB;

2.3.2.1.13. Vérification après achèvement

Série

Après les essais électriques et avant expédition, les moteurs de traction entièrement parachevés sont présentés au service de réception pour une dernière vérification.

Celle-ci fait l'objet d'un procès-verbal mentionnant :

- les numéros du moteur, de la carcasse, des paliers de l'induit et du moteur;
- le diamètre réel du collecteur, aucun écart inférieur n'est toléré;
- l'ovalisation maximum du collecteur est fixée à 20 µm.
- les diamètres d'alésage aux pièces polaires principales et auxiliaires;
- le diam de l'induit;
- les numéros et les jeux des roulements, avant et après montage;
- le jeu latéral de l'induit;
- les balourds résiduels du rotor;
- les remarques relatives à la finition du moteur (couvercle, trappes, peinture,...)

2.3.3. Spécifications complémentaires pour

2.3.3.1. Moteurs auxiliaires

Conditions identiques aux machines tournantes.

Le programme des essais est fixé préalablement (voir annexe 3 comme exemple).

2.3.3.2. Alternateurs

Le fonctionnement est vérifié pendant 30 minutes au moins sous charge et tension nominales, le redresseur normal en service. On mesure le courant d'excitation, le courant alternatif et continu de la charge.

Essais d'échauffement et mesure de rendement.

L'alternateur débite sur un circuit résistif par l'intermédiaire du pont redresseur prévu sur le véhicule moteur. L'essai est effectué aux valeurs de définition de tension et de courant nominaux et jusqu'à stabilisation des températures.

On mesure la puissance absorbée par le moteur d'entraînement dont on aura déterminé préalablement les pertes.

Pour la détermination du rendement, la puissance débitée est comparée à la puissance réelle fournie à l'arbre de l'alternateur.

On détermine également le rapport entre la tension alternative et la tension redressée par le pont.

2.3.4. Groupes

Les groupes sont essayés accouplés à leurs appareils auxiliaires normaux et montés sur leurs châssis.

Les essais des prestations imposées sont exécutés aux limites de tension extrêmes possibles et éventuellement selon les cycles de fonctionnement imposés.

Les machines composant le groupe doivent être essayées auparavant.

Pour les essais on conseille les normes suivantes:

a) Normes pour les machines non électriques:

- Ventilateurs: SBM 508
- Compresseurs:
compresseurs à piston SNCF 21602/10 3000 924 A
compresseurs hélicoïdaux
turbo-compresseurs
- Pompes
- Filtres: suivant les données du fournisseur.

b) Normes pour vibrations:

- DIN 45.665, ISO 2373 et VDI 2056

c) Normes de bruit:

- ISO R 495 et ISO R 1680

d) Normes d'équilibrage:

- ISO 1940 et VDI 2060

2.3.4.1. Essais des groupes moteur ventilateur

Les essais sont effectués avec l'appareillage normal en service.

L'essai de "type": se fait à pleine charge, régime continu à la tension maximale jusqu'à la stabilisation de la température.

On vérifie la puissance absorbée par le moteur des ventilateurs, sa vitesse, l'échauffement des diverses parties du moteur et des ventilateurs, le débit des ventilateurs, les vibrations et le niveau du bruit.

Il est effectué sur deux groupes de chaque construction.

L'essai "de série": se fait sur tous les groupes.

Après avoir fonctionné pendant 15 minutes à la tension nominale, on mesure la puissance absorbée, la vitesse et les vibrations.



2.3.4.2. Essais des groupes moteur-compresseur

Essais imposés et définitions:

a) Essais de série

Les mesures de débit sont effectuées sur tous les groupes après un fonctionnement de 30 minutes sous tension nominale et avec une pression de 7,5 bars.

On doit obtenir au moins:

- 1500 1/min pour les compresseurs de locomotives;
- 670 1/min pour les compresseurs d'automotrices

sauf si le cahier des charges impose des valeurs différentes.
Les vibrations seront relevées pendant les essais.

b) Définitions pour la mesure du débit

Pression de refoulement: c'est la pression à la sortie du compresseur. Elle est mesurée par un manomètre branché sur le réservoir principal le plus proche du compresseur et dans lequel le compresseur débite; la lecture donne la pression effective de refoulement p_r .

La pression absolue de refoulement P_r s'obtient en ajoutant à la pression effective de refoulement p_r , la pression atmosphérique P_o relevée au baromètre au lieu et au moment de l'essai.

$$P_r = p_r + P_o$$

Pression d'aspiration: la pression d'aspiration est la pression à laquelle le compresseur aspire l'air.

Lorsque le compresseur aspire directement dans l'ambiance, la pression d'aspiration P_a se confond avec la pression P_o relevée au baromètre au lieu et au sommet où se fait l'essai.

Débit en volume: le débit en volume Q d'un compresseur est le volume d'air refoulé utilement en l'unité de temps, l'air étant supposé ramené aux conditions de pression et de température existant à l'aspiration.

c) Conduite des essais.

- On s'assure qu'aucune fuite n'existe entre la sortie du compresseur et l'endroit où le débit est mesuré.
- L'essai ne commence que lorsque l'état de régime est établi ce qui est constaté par la constance des températures et des pressions.
- Pendant la durée d'un essai, il ne peut être touché à aucun des dispositifs de réglage.

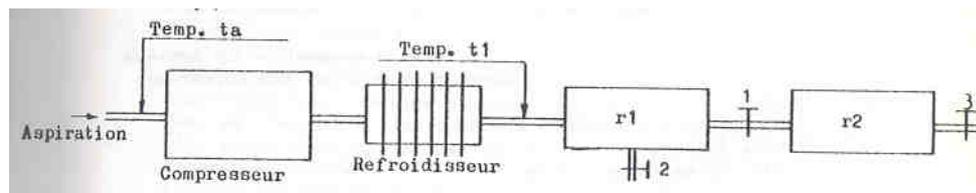
Des précautions sont prises pour que, pendant cette durée, la vitesse du moteur d'entraînement reste aussi constante que possible.

d) Mesure des pressions et températures.

- Les pressions effectives sont mesurées au moyen de manomètres; ces appareils sont choisis de manière à pouvoir apprécier sur leur graduation une variation de 1 % de la pression mesurée.
Les appareils sont utilisés dans la position pour laquelle ils ont été étalonnés.
- La pression atmosphérique est déterminée au moyen d'un baromètre, l'appareil se trouvant au voisinage de l'aspiration du compresseur et la lecture étant faite au cours de l'essai.
- Les températures sont repérées au moyen de thermomètres de graduation appropriée.

e) Mesure du débit.

La mesure du débit se fait par la méthode des réservoirs comme indiqué ci-dessous:



Deux réservoirs (r1 et r2) sont couplés en série avec un robinet d'isolement 1 entre eux et un robinet de mise à l'atmosphère 2 et 3 sur chacun des réservoirs.

Les robinets 1, 2 et 3 étant fermés, le compresseur débite dans le réservoir r 1.

Au moment où la pression effective dans le réservoir 1 atteint 7,5 bar, on ouvre le robinet 2 de communication du réservoir r 1 avec l'atmosphère; l'ouverture de ce robinet sera calibrée de manière que la pression effective de 7,5 bar se maintienne dans le réservoir r 1. Lorsque l'état de régime est atteint, on ferme complètement 2 et simultanément on ouvre 1; l'ouverture de ce dernier sera calibrée de manière que la pression effective de 7,5 bar se maintienne dans le réservoir r 1 pendant toute la durée du remplissage du réservoir r 2.

On mesure le temps nécessaire pour atteindre dans le réservoir r 2 la pression effective de 7,5 bar. La différence de température $\Delta t = t_1 - t_a$ ne peut dépasser 30° K

f) Essais de type

Ils sont effectués sur 2 groupes par série de fabrication.

Le groupe est soumis aux régimes de fonctionnement définis ci-dessous:

1. pendant une heure, avec U_n aux bornes du complexe et pour $p_r = 7$ bar;
2. pendant 240 minutes avec U_n aux bornes du complexe au régime intermittent ci-dessous:
 - 2 min. de marche avec $p_r = 7$ bar.
 - 1 min. d'arrêt.
 - 2 min. de marche avec $p_r = 7$ bar.
 - 1 min. d'arrêt.
 - 2 min. de marche avec $p_r = 7$ bar.
 - 1 min. d'arrêt.
 - 2 min. de marche avec $p_r = 9$ bar.
 - 1 min. d'arrêt.

Puis à nouveau:

- 2 min. de marche avec $p_r = 7$ bar.
- 1 min. d'arrêt.

Etc..... jusqu'à 20 cycles.

3. Pendant 90 min, avec $p_r = 7$ bar au régime discontinu ci-dessous correspondant à une tension moyenne de $0,9 U_n$. Aux bornes du complexe:
 - 7 min. de marche à $0,8 U_n$.
 - 3 min. d'arrêt.
 - 7 min. de marche à $0,9 U_n$.
 - 3 min. d'arrêt.
 - 7 min. de marche à U_n .
 - 3 min. d'arrêt.
 - 7 min. de marche à $0,9 U_n$.
 - 3 min. d'arrêtpuis à nouveau; soit au total 2 cycles.
4. pendant 90 min avec $p_r = 7$ bar au régime discontinu ci-dessous correspondant à une tension moyenne de $1,1 U_n$. Aux bornes du complexe:
 - 7 min. de marche à U_n .
 - 3 min. d'arrêt.
 - 7 min. de marche à $1,1 U_n$.
 - 3 min. d'arrêt.
 - 7 min. de marche à $1,2 U_n$.
 - 3 min. d'arrêt.
 - 7 min. de marche à $1,1 U_n$.
 - 3 min. d'arrêt.Puis à nouveau; soit au total 2 cycles.



Au cours de chacun de ces cycles, la puissance absorbée et la vitesse sont vérifiées.

Les échauffements des parties les plus chaudes des compresseurs ne peuvent dépasser les valeurs garanties par le constructeur.

Il est également procédé à la mesure de la température d'huile du carter.

5. Essais de coupure et de démarrage

Il est procédé à 5 essais de coupure à 1,1 Un et sous une pression de 7,5 bar.

Au moyen d'un interrupteur à rupture brusque, l'alimentation du moteur est coupée et ensuite rétablie au bout d'un temps d'environ une seconde. Entre chaque coupure successive, on laisse le régime de fonctionnement se stabiliser.

Il est procédé ensuite à 50 démarrages successifs sous 1,2 Un aux bornes du complexe et sous une pression de 6 bar.

Les démarrages sont espacés de manière que l'échauffement du moteur ou de la résistance ne puisse atteindre une valeur dangereuse.

2.4. Appareillage électronique

2.4.1. Appareillage électronique de puissance

2.4.1.1. Appareillage

Ce groupe comprend les transformateurs de démarrage HT.CC/CC (hacheurs), les transformateurs d'alimentation HT.CC/BT.CC, les convertisseurs CC/CA et CC/CC.

2.4.1.2. Normes

Sont d'application, les normes propres à chaque partie constituante ainsi que les normes CEI 146, CEI 411 et les projets de la commission 22D pour l'ensemble.

2.4.1.3. Essais – Généralités

1. Essais de type

Les essais de type doivent être exécutés sous ventilation normale et de préférence à l'aide des ventilateurs et conduits d'aspiration et d'évacuation réels ou tout au moins à l'aide de conduits présentant des pertes de charge identiques à celles mesurées sur les véhicules.

Le débit est ajusté au préalable et contrôlé de manière permanente pendant les essais.

Lorsque sur un véhicule peut se présenter un cas de fonctionnement sous ventilation réduite ou sans ventilation, les limites thermiques de l'appareil sont contrôlées pour ces conditions ou bien, le plus petit débit admissible est défini en fonction des limites thermiques extrêmes.

Pendant les mesures de débit, on détermine un ou plusieurs points logiques ou on mesure la pression statique.
Les courbes $P \times f(Q)$ sont établies pour permettre un contrôle ultérieur sur les véhicules.
Le programme complet des essais de type est établi en commun accord avec la S.N.C.B.
Les essais de type sont exécutés sur au moins un appareil de chaque série.

2. Essais de série.

Sont définis pour chaque appareil séparément et comprennent les vérifications et contrôles suivants:

- le câblage;
- les distances prescrites d'éclatement et de chemins de fuite sur les isolants;
- la fixation des composants et leur câblage;
- les essais diélectriques entre les différents circuits d'une part et entre ces circuits et la masse d'autre part;
- la mesure d'isolement;
- la conformité aux plans.

2.4.1.4. Essai des pièces constituant

2.4.1.4.1. Transformateurs, selfs, condensateurs et résistances

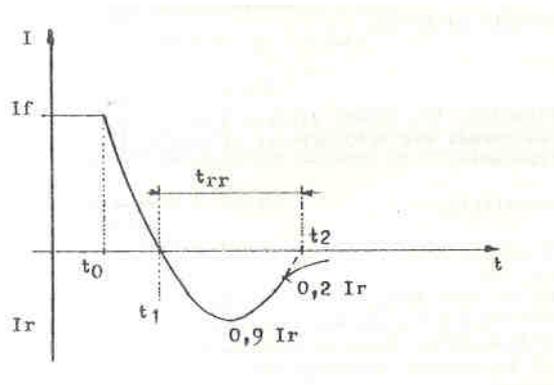
Ces pièces sont essayées avant montage suivant leurs critères propres (voir chapitre II "prescriptions pour l'appareillage").

2.4.1.4.2. Semi-conducteurs

a) Essais de type:

Ces essais comprendront notamment:

- tracé des caractéristiques $VFG = f(UFG)$ et détermination de l'aire possible de triggering;
- temps de recouvrement et "recovered charge". Les valeurs du schéma ci-contre seront spécifiées.



b) Essais de série sur 10% du lot

Mesure de:

- tension de blocage directe en régime répétitif (VDRM) et courant de fuite;
- tension de blocage inverse en régime répétitif (VRRM);
- chute de tension directe.

2.4.1.4.3. Modules

- Sous l'appellation "module" il faut comprendre tous les sous-ensembles constitués d'un ou plusieurs éléments et montés séparément qui seuls ou conjointement remplissent une fonction dans l'ensemble.
- En plus de l'essai de leurs parties constituantes, les modules sont testés au point de vue vibrations, aux températures extrêmes et éventuellement aux conditions atmosphériques particulières. Ils sont soumis aux essais de fonctionnement en rapport avec leurs fonctions propres.
- Les essais de type et les essais de série sont exécutés en conformité avec les procédures établies de commun accord.

2.4.1.5. Essais des ensembles terminés

2.4.1.5.1. Transformateurs de démarrage HT (hacheurs)

a) Essais de type

Essais électriques:

En dehors des essais généraux repris en 2.4.1.3., les mesures et contrôles suivants seront exécutés après réglage du débit.

- répartition de la tension entre les semi-conducteurs en série et entre les différentes branches en parallèle;
- contrôle des circuits de décel défauts;
- enregistrement de UC, IC et forme de l'onde du circuit d'extinction;
- mesure de l'impédance d'entrée à 50 Hz et le courant continu normal;
- forme d'onde et ripple sur le circuit d'entrée (condensateur);
- contrôle des exigences liées au circuit d'entrée, prévues au cahier des charges du véhicule concerné.

Essais d'échauffement

Les essais sont exécutés sous courant nominal. Les limites thermiques sont déterminées sous courant maximum et ventilation minimum.

- Mesure du $\Delta T = f(t)$ de tous les éléments.
- Mesure de la puissance dissipée dans les résistances.

Essais de rendement

Déterminer le rendement global aux limites de fonctionnement.

Mesure de bruit

Suivant les normes déterminées.

Mesure du champ d'induction électrique

Déterminer les points avec induction maximum par mesure dans un axe horizontal sous le hacheur.

Pour ces points, la tension induite et la forme d'onde sont mesurées dans un axe vertical tous les 10 cm à partir du fond du bac jusqu'à une distance égale entre le bac et la voie.

b) Essais de série

Voir 2.4.1.3. complété comme suit:

- contrôle des impulsions de commande;
- fonctionnement des dispositifs de signalisation défauts.

2.4.1.5.2. Transformateur d'alimentation HT/ BT

a) Essai de type:

Essais électriques

En dehors des essais généraux prévus en 2.4.1.3. les mesures et contrôles suivants sont exécutés après réglage du débit et aux différents régimes:

- courant et tension dans le circuit d'extinction;
- tension et ripple sur le circuit d'entrée HT;
- impédance du circuit d'entrée;
- répartition de la tension entre les semi-conducteurs HT;
- tension sur les semi-conducteurs BT;
- tension et ripple sur les circuits de sortie avec et sans charge;
- tension BT, en fonction de la charge;
- courbe de charge des accumulateurs avec et sans consommation
- courant en fin de charge;
- fonctionnement des dispositifs de signalisation défaut.

Essais d'échauffement

- Déterminer la puissance dissipée dans les résistances.
- Echauffement des semi-conducteurs, bobines, transformateurs, résistances etc, pour les valeurs maximales de tension et de courant.

Mesure de bruit

Suivant les normes en vigueur

Mesure de l'induction

Le champ d'induction est mesuré dans les axes horizontaux et verticaux des transformateurs.
On enregistre : la forme d'onde, la fréquence et la tension effective.

Essai de performance

Cet essai est exécuté aux valeurs extrêmes de HT prescrites et avec une charge maximum.

b) Essais de série:

Voir 2.4.1.3. complété comme suit:

- contrôle des impulsions de commande;
- contrôle du système de signalisation de défaut;
- fonctionnement de la ventilation;
- essais de fonctionnement aux valeurs extrêmes de HT prescrites;
- contrôle de la courbe de charge de la batterie d'accumulateurs.

2.4.1.5.3. Les convertisseurs CC/CA et CG/CC.

a) Essais de type

En dehors des essais généraux prévus en 2.4.1.3. , les mesures et essais suivants doivent être exécutés:

- essais de vibration;
- fonctionnement aux températures extrêmes;
- échauffement des éléments;
- rendement;
- mesure du champ d'induction électrique dans le cas où le convertisseur est monté dans le voisinage d'un appareil dont le fonctionnement pourrait en être influencé;
- mesure de bruit;
- essai diélectrique entre primaire et secondaire;
- essai diélectrique entre les circuits et la masse;
- essais de performance aux valeurs extrêmes prescrites de tension, fréquence et charge.

b) Essais de série

Comme prévu en 2.4.1.3. complété comme suit:
Essai sous charge dans les limites de tension et de fréquence.

2.4.2. Appareillage électronique de conduite et de contrôle

2.4.2.1. Appareillage

Ceci comprend tout appareil électronique de contrôle, de conduite ou de signalisation de l'électronique de puissance.



2.4.2.2. Normes

D'une manière générale, la norme CEI 571 est d'application.

2.4.2.3. Dispositions technologiques générales

1. Tous les ensembles électroniques de commande sont à concentrer en un minimum d'armoires facilement accessibles par le personnel d'entretien et de dépannage.
2. Les armoires seront conçues pour qu'en aucun cas leur température ne dépasse pas + 70° C même après exposition prolongée de l'engin au soleil.
Une aération et, éventuellement, une isolation devront être prévues en conséquence.
3. Les panneaux des armoires seront pourvus d'ouverture permettant d'observer les témoins lumineux montés sur les tiroirs électroniques.
4. Les ensembles électroniques seront groupés en tiroirs munis d'un matériel de raccordement. Ces tiroirs et ce matériel de raccordement seront munis de dispositifs ne permettant aucune inversion.
5. Le matériel de raccordement doit résister à de nombreuses manipulations. Les tiroirs seront pourvus de fixations et de suspensions nécessaires pour résister aux chocs et vibrations de l'engin de traction.
6. Il y a lieu d'éviter des tiroirs trop lourds ou trop volumineux; de plus, ils porteront sur la face avant leur numéro d'ordre.
7. Aucune incompatibilité mécanique ou électrique ne pourra exister entre des tiroirs identiques équipant un même engin, des engins de la même série ou des engins de série identique.
8. Les tiroirs doivent être équipés de signalisations donnant, soit une indication simple de bon fonctionnement, soit l'indication de fonctionnement d'une protection. Cette dernière sera mémorisée même après abandon de l'engin; le réarmement ne pourra s'effectuer que par le basculement d'un interrupteur spécial disposé sur le boîtier. Le système sera conçu de telle façon que le déclenchement d'une variable de verrouillage soit rapidement détecté.
9. Les tiroirs seront équipés des interrupteurs de test nécessaires pour que le personnel d'entretien puisse tester les fonctions essentielles du tiroir.
10. Les points de mesure ou de test indispensables seront ramenés sur la face avant du tiroir pour autant qu'ils ne soient pas disponibles ou accessibles sur la plaque à bornes de l'électronique.
11. Les circuits électroniques montés dans les tiroirs seront protégés mécaniquement de façon à éviter toute avarie lors d'un changement de tiroir.
12. Les bornes de la plaque à bornes électronique seront d'accès facile. Des mesures spéciales intéressantes effectuées sur les fils d'arrivée au bornier, à l'aide d'une pince ampèremétrique par exemple, devront être possibles.
Les câbles véhiculant des impulsions d'allumage de thyristor devront être différenciés au niveau du bornier de telle façon qu'aucun doute dans le raccordement ne soit possible (à l'aide d'un code de couleurs ou d'un type spécial de bornes de raccordement par exemple).

13. Pour des raisons de sécurité les verrouillages et commandes de la partie conventionnelle à relais s'introduisant dans l'électronique doivent se faire dans le potentiel positif.

La consommation minimum dans ces circuits sera de 20 Ma s'il s'agit de circuit à 24 V et de 5 mA s'il s'agit de circuits à 110 V.

2.4.2.4. Disposition technologique pour les circuits imprimés

1. Les dimensions des cartes ne pourront être ni trop petites ni trop grandes. L'épaisseur de la carte sera de 1,5 mm minimum.
2. Les cartes électroniques doivent être fixées solidement pour éviter toute vibration pendant la marche.
3. Les traces conductrices doivent être suffisamment larges pour permettre une réparation manuelle.
Une largeur de traces ne pourra descendre en dessous de 0,8 mm.
Une largeur comprise entre 0,4 et 0,8 mm pourrait exceptionnellement être admise localement si la largeur de 0,8 mm est impossible à réaliser vu la densité de composants.
4. Les raccordements sur les cartes seront particulièrement soignés. Toutes les soudures seront parfaitement exécutées notamment dans les trous conducteurs, qui seront évités dans la mesure du possible.
5. La disposition des différents éléments sera judicieusement étudiée de façon à éviter des sollicitations mécaniques excessives sur les éléments faibles. Les composants relativement importants seront rigidement fixés ou collés afin de ne pas solliciter leurs fils de raccordement. Les éléments les plus lourds (plus de 200 g) ne pourront être fixés sur la carte imprimée mais bien sur le châssis du tiroir. Les résistances ayant une dissipation non négligeable, doivent être munies d'un radiateur.
6. Après fabrication, les circuits imprimés doivent être munis d'une couche de vernis isolant, lisse et antistatique qui doit pouvoir être nettoyé facilement et ne peut constituer une gêne à la soudure pendant les réparations.
7. Des précautions diélectriques spéciales doivent être prises là où les circuits batterie (110V) et les circuits à basse tension électroniques sont proches.
On utilisera éventuellement une résine siliconée afin d'améliorer la rigidité.

Dispositions technologiques relatives à la facilité de dépannage et de réparation des circuits imprimés.

1. Les liaisons cachées sous les blocs intégrés sont interdites quitte à devoir réaliser des pontages sur les circuits imprimés double face pour les liaisons aux bornes.
2. Sur les circuits imprimés, il y a lieu d'éviter d'implanter des traces entre les bornes des circuits intégrés.
3. Eviter de passer un fil de raccordement d'un composant dans un trou conducteur lorsque le composant cache la trace.



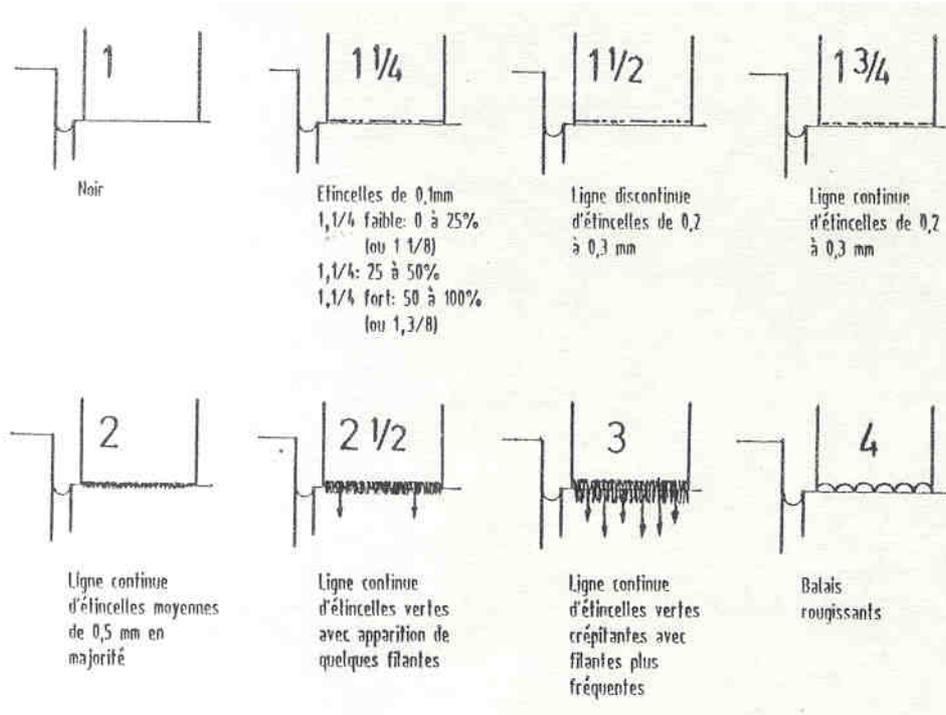
2.4.2.5. Dispositions relatives au choix des composants

Les composants électroniques seront choisis dans une des classes de qualité suivantes:

1. La classe de qualité de type militaire.
2. La classe de qualité industrielle de type A+ avec boîtier hermétique étanche en céramique ou métallique.
3. Si le constructeur de circuits fait choix de composants de la classe de qualité standard, il devra procéder aux tests et vérifications nécessaires pour que les composants ainsi sélectionnés répondent aux normes de qualité susmentionnée.

Annexe 1

Appréciation de la commutation





Annexe 2

Tensions d'essais pour moteurs de traction à 1.500 V.CC de tension nominale alimentés par un réseau à 3000 V. CC

Tensions de percement entre:

- enroulement entre eux: 1500 V
- enroulement et masse: 12000 V

Rigidité diélectrique entre:

- enroulements entre eux : 1500 V – 5 sec.
- enroulements et masse : 12000 V – 15 sec.
- lamelles de collecteur : 600 V – 1 min.
- collecteur et masse : 10.000 V – 1 min.
- spires d'inducteurs : 6000 V – T 1 > 10 usec.
Tous les inducteurs en série
- spires d'induit (lames de collecteur) : 50 V multiplié par le nombre
de lamelles – T1>10 usec
- parties électriques et la masse : 8750 V – 1 min.

Toutes les tensions indiquées sont des tensions alternatives à 50 Hz pour les spires d'inducteurs et d'induit ou les tensions sont des tensions de crête.



Annexe 3

MOTEURS AUXILIAIRES

1. Programme des essais

1.1 Essais de type

1. Résistances à froid.
2. Résistances à chaud après marche continue à U/nominal et C/nominal jusqu'à stabilisation de la température.
3. Détermination de $\Delta T = f(\Delta R)$ – classe isolation.
4. Courbe de refroidissement.
5. Isolement à chaud après diélectrique
6. Rigidité diélectrique à $2 U_n + 1000 V$ à chaud.
7. Survitesse à 1,25 Nom pendant 2 min.
8. Impédance des bobinages à 50 Hz
9. Courbes caractéristiques de U_{min} , Max, Nom et I_{min} jusque Max
 $N, C, P, N = f(I)$
10. Courbe de magnétisation.
11. Essais de démarrage.
12. Essais de coupure de tension.
13. Vibrations.
14. Commutation à suivre pendant les essais.
15. Niveau sonore.
16. Contrôle des dimensions.
17. Aspect – finition – peinture.
18. Schéma et repérage des bornes.
19. Diamètre du collecteur.
20. Ovalisation collecteur.
21. Porte-balais: marquage de la ligne neutre.
22. Pression des balais.
23. Limite et usure des balais.
24. Protection IP.. , étanchéité.
25. Bornes de masse (raccordement).
26. Pesage.
27. Sens de rotation.
28. Equilibrage induit.

1.2. Essais de série

1. Résistance à froid.
2. Résistances à chaud après 1 heure à U/min et C/nom
3. Détermination de $\Delta T = f(\Delta R)$.
4. Courbes des caractéristiques $N - C - P - \eta = f(I)$
5. À I_{min} et U_{nom} avec I_{min} jusque I_{max}
6. Survitesse à 1,25 U/nom pendant 2 min.
7. Diélectrique $2 U + 1000 V$ pendant 1 min à chaud, après survitesse.
8. Isolement à chaud.
9. Vibration.
10. Commutation pendant les essais.



1.3. Contrôles avant expédition

1. Diamètre collecteur.
2. Ovalisation du collecteur.
3. Marquage de la ligne neutre.
4. Pression des balais.
5. Longueur et limite d'usure des balais.
6. Contrôle des dimensions et protections.
7. Peinture RAL
8. Identification de l'induit.
9. Equilibrage induit.
10. N° du moteur.

2. Normes

CEI 349 – CEI 34/8 – CEI 34/9 – CEI 136 – CEI 60
DIN 45665 – DIN 42401 – VDI 2056 – VDI 2060 – SNCB P31

3. Réception des composants

Voir 2.3.1.