

**RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT**

**CEI
IEC
60638**

Première édition
First edition
1979-01

**Critères d'appréciation et cotation de la
commutation des machines tournantes de traction**

**Criteria for assessing and coding of the
commutation of rotating electrical machines for
traction**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60638: 1979

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT**

**CEI
IEC
60638**

Première édition
First edition
1979-01

**Critères d'appréciation et cotation de la
commutation des machines tournantes de traction**

**Criteria for assessing and coding of the
commutation of rotating electrical machines for
traction**

© IEC 1979 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

P

*Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue*

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
SECTION UN — GÉNÉRALITÉS	
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Caractère informatif des cotations	6
SECTION DEUX — CRITÈRES	
3. Généralités	6
4. Définitions	8
5. Critères	10
SECTION TROIS — OBSERVATIONS	
6. Prescriptions relatives aux observations	12
7. Interprétation des relevés	14
8. Fréquence des observations	14
SECTION QUATRE — COTATION DES OBSERVATIONS	
9. Généralités	16
10. Cotation des étincelles et points lumineux	16
11. Cotation de l'état du collecteur	18
12. Cotation de l'état des balais	20
13. Exemples de cotations	20
Planche I } Planche II } Cotation des étincelles Planche III }	22 à 24
Planche IV Etat du collecteur	25
Planche V } Planche VI } Etat des balais	26, 27
ANNEXE A — Coin à opacité croissante pour l'observation des étincelles	28

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
SECTION ONE — GENERAL	
Clause	
1. Scope	7
2. Informative character of the codes	7
SECTION TWO — CRITERIA	
3. General	7
4. Definitions	9
5. Criteria	11
SECTION THREE — OBSERVATIONS	
6. Rules for observations	13
7. Interpretation of records	15
8. Frequency of observations	15
SECTION FOUR — RECORD OF OBSERVATIONS	
9. General	17
10. Records of sparking and glowing	17
11. Records of commutator condition	19
12. Records of brush condition	21
13. Examples of records	21
Plate I } Plate II } Plate III }	Sparking codes 22 to 24
Plate IV	Commutator condition 25
Plate V } Plate VI }	Brush condition 26, 27
APPENDIX A — Variable opacity wedge for the observation of sparks	29

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CRITÈRES D'APPRÉCIATION ET COTATION DE LA COMMUTATION DES MACHINES TOURNANTES DE TRACTION

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

Le présent rapport a été établi par le Comité mixte international du matériel de traction électrique, à la suite de la décision prise par cet organisme au cours de la réunion tenue à Rome en octobre 1970.

Des projets élaborés par un Groupe de Travail préparatoire constitué par le Comité d'Etudes N° 9 de la CEI: Matériel de traction électrique, furent discutés lors des réunions tenues à Athènes en novembre 1972 et à Bucarest en septembre 1974. A la suite de cette dernière réunion, le projet fut diffusé aux Comités nationaux suivant la Procédure Accélérée en mai 1976 et soumis à leur approbation suivant la Règle des Six Mois en mars 1977, ainsi qu'à l'Union Internationale des Chemins de Fer, sous la référence 9(Bureau Central)260/CMT 129.

Au cours des études, on a essayé, par des contacts entre le Comité d'Etudes N° 9 et le Sous-Comité 2F: Balais de charbon, porte-balais, collecteurs et bagues, d'établir un document unique qui aurait été valable pour tous les types de machines, qu'elles soient de traction ou autres. Toutefois, du fait des différences assez fondamentales entre les machines de traction et les autres, ce document unique n'a pas été possible et le présent texte est par conséquent applicable seulement aux machines de traction.

Par contre, il devrait être possible pour le Sous-Comité 2F d'étudier la possibilité d'utiliser pour ses propres textes les sections deux et quatre du présent rapport. Si ceci peut être réalisé, on envisagerait ultérieurement une séparation du présent rapport en deux textes, l'un applicable à toutes les machines électriques tournantes, l'autre étant propre au Comité d'Etudes N° 9. Du fait, d'une part, des modifications ultérieures possibles de présentation détaillées ci-dessus, d'autre part, de son caractère purement informatif, la présente publication paraît en tant que rapport de la CEI, et non en tant que norme.

Ce projet a reçu l'accord explicite des Comités nationaux de la CEI des pays suivants:

Afrique du Sud (République d')	Italie
Allemagne	Japon
Belgique	Pays-Bas
Canada	Pologne
Chine	Royaume-Uni
Egypte	Suède
Espagne	Suisse
France	Turquie
Hongrie	Union des Républiques Socialistes Soviétiques

et de l'Union Internationale des Chemins de Fer.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

CRITERIA FOR ASSESSING AND CODING OF THE COMMUTATION OF ROTATING ELECTRICAL MACHINES FOR TRACTION

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This report has been prepared by the International Mixed Committee on Electric Traction Equipment (CMT), in accordance with the decision taken by that body at its meeting in Rome in October 1970.

Drafts, which were prepared by a preparatory Working Group set up by IEC Technical Committee No. 9: Electric Traction Equipment, were discussed at meetings held in Athens in November 1972 and in Bucharest in September 1974. After the latter meeting, the draft was circulated to National Committees under the Accelerated Procedure in May 1976 and submitted for their approval under the Six Months' Rule in March 1977, as well as to the International Union of Railways, with the reference 9(Central Office)260/CMT 129.

During this work an attempt was made, by means of contacts between Technical Committee No. 9 and Sub-Committee 2F: Carbon Brushes, Brush-holders, Commutators and Slip-rings, to prepare a single document which would have been applicable for all types of machines, whether for traction or other purposes. However, in view of the fairly important basic differences between traction machines and other machines, it was not possible to produce such a single document, so that the present text is applicable only to traction machines.

Nevertheless, it should be possible for Sub-Committee 2F to consider the possibility of using Sections Two and Four of this report for its own texts. If this proves to be possible, a subsequent division of the present report into two texts would be envisaged, the one being applicable to all rotating electrical machinery, and the other being specific to Technical Committee No. 9. Owing, on the one hand, to the possibility of subsequent amendments being made to the layout outlined above, and, on the other hand, to its purely informative nature, this publication is issued as an IEC report and not as a standard.

This draft was explicitly approved by the IEC National Committees of the following countries:

Belgium	Netherlands
Canada	Poland
China	South Africa (Republic of)
Egypt	Spain
France	Sweden
Germany	Switzerland
Hungary	Turkey
Italy	Union of Soviet Socialist Republics
Japan	United Kingdom

and by the International Union of Railways.

CRITÈRES D'APPRÉCIATION ET COTATION DE LA COMMUTATION DES MACHINES TOURNANTES DE TRACTION

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

Le présent rapport s'applique à toutes les machines à collecteur cylindrique couvertes par la Publication 349 de la CEI: Règles applicables aux machines électriques tournantes des véhicules ferroviaires et routiers.

Il complète cette dernière en ce qui concerne :

- les critères d'appréciation de la commutation;
- la définition des essais au cours desquels les observations doivent être effectuées;
- le code recommandé pour noter ces observations.

Les bagues collectrices des machines tournantes de traction sont actuellement exclues du présent rapport.

2. Caractère informatif des cotations

Les cotations définies dans le présent rapport n'ont qu'un caractère informatif; elles ne sont pas destinées à être utilisées comme éléments d'acceptation ou de refus des machines, ces derniers étant définis:

- a) par le second alinéa de l'article 38 de la Publication 349 de la CEI dont le texte est rappelé ci-après:
«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 de la machine postérieurement à l'exécution de l'essai.»
- b) par l'article 37 de la Publication 349 de la CEI qui définit les états de collecteurs à la fin des essais de démarrage (voir paragraphes 37.2.2 et 37.2.3).

SECTION DEUX — CRITÈRES

3. Généralités

Selon le présent rapport, la commutation d'une machine s'apprécie en fonction des éléments principaux suivants:

- caractéristiques des étincelles;
- état du collecteur;
- état des balais.

On admet que les observations sont faites sur des machines ne présentant pas de défectuosité mécanique ou géométrique susceptible d'altérer la commutation.

CRITERIA FOR ASSESSING AND CODING OF THE COMMUTATION OF ROTATING ELECTRICAL MACHINES FOR TRACTION

SECTION ONE — GENERAL

1. Scope

This report applies to all machines covered by IEC Publication 349, Rules for Rotating Electrical Machines for Rail and Road Vehicles, and having cylindrical commutators.

It completes IEC Publication 349 as regards:

- the criteria for assessment of commutation;
- the definition of the tests during the course of which the observations shall be made;
- the code recommended for the specification of these observations.

Slip rings of traction machines are at present excluded from this report.

2. Informative character of the codes

The codes defined in this report have an informative character only; they are not meant to be used as acceptance or rejection criteria for the machines, these being defined:

a) by the second paragraph of Clause 38 of IEC Publication 349 which reads:

“The commutation tests shall be withstood by the machines without mechanical deterioration, flashover or permanent damage, permanent damage being that which would affect the satisfactory running of the machine after the completion of the test.”

b) by Clause 37 of IEC Publication 349 which specifies the commutator condition after completion of the starting tests (see Sub-clauses 37.2.2 and 37.2.3).

SECTION TWO — CRITERIA

3. General

According to this report, the commutation of a machine is assessed as a function of the following main features:

- characteristics of the sparks;
- commutator condition;
- condition of brushes.

It is presumed that observations are made on machines having no mechanical or geometrical defect liable to impair the commutation.

4. Définitions

Les définitions suivantes ont été adoptées pour les besoins du présent rapport.

4.1 *Étincelles et autres phénomènes lumineux*

4.1.1 *Étincelles ordinaires (voir planche I, page 22)*

Étincelles de toutes grosseurs, localisées à l'arête des balais.

4.1.2 *Portion d'arête (pas d'illustration)*

Ce vocable désigne le rapport, exprimé en pour-cent de la somme des longueurs des arêtes de balais où apparaissent les étincelles ordinaires à la longueur totale des arêtes des balais de la ligne observée.

4.1.3 *Étincelles fusantes (voir planche II, page 23)*

Particules incandescentes jaillissant de l'arête de sortie; elles suivent des trajectoires aériennes et donnent l'impression de traits lumineux sensiblement rectilignes.

4.1.4 *Étincelles filantes (voir planche II)*

Petits arcs s'amorçant entre lames consécutives et ne s'éteignant qu'à une certaine distance de l'arête de sortie; l'œil les perçoit sous forme de traits lumineux continus plaqués sur le collecteur.

4.1.5 *Points lumineux (voir planche III, page 24)*

Points du rouge sombre à l'incandescence apparaissant sur les faces des balais au voisinage des arêtes.

4.2 *Etat du collecteur (voir planche IV, page 25)*

4.2.1 *Coloration*

Changement de couleur plus ou moins prononcé du cuivre dû à une oxydation mais sans noircissement notable ni brûlures.

4.2.2 *Noircissement*

La surface des lames est couverte d'un dépôt notable de carbone provenant d'un transfert de matière des balais.

4.2.3 *Brûlures*

Le cuivre des lames est rongé (traces visibles d'érosions) soit aux arêtes, soit sur la surface active des lames. Contrairement au cas précédent, ces traces ne peuvent être enlevées avec un solvant.

4.3 *Etat des balais (voir planches V et VI, pages 26 et 27)*

4.3.1 *Ecaillages*

Arrachements notables de matière imputables à des causes mécaniques et intéressant généralement l'arête de sortie.

4. Definitions

The following definitions have been adopted for this report.

4.1 *Sparking and other luminous phenomena*

4.1.1 *Ordinary sparks (see plate I, page 22)*

Sparks of all sizes localized at the edge of the brushes.

4.1.2 *Proportion of the edge (no illustration)*

This term indicates the ratio, expressed in per cent, of the sum of lengths of brush edges where ordinary sparks occur to the total length of brush edges on the observed brush arm.

4.1.3 *Shooting sparks (see plate II, page 23)*

Incandescent particles flying out from the leaving edge; they follow serial paths and appear as almost straight luminous lines.

4.1.4 *Streamers (see plate II)*

Small arcs occurring between consecutive segments, and blowing out at a certain distance from the leaving edge; the eye perceives them in the form of continuous luminous lines lying on the commutator.

4.1.5 *Glowing points (see plate III, page 24)*

Dark red to incandescent points appearing on the faces of the brushes in the vicinity of the edges.

4.2 *Commutator condition (see plate IV, page 25)*

4.2.1 *Coloration*

More or less marked change of colour of copper resulting from oxidation but without burning or noticeable blackening.

4.2.2 *Blackening*

The surface of the segments is covered with a noticeable deposit of carbon due to a transfer of brush material.

4.2.3 *Burning*

The copper of the segments is pitted (visible erosions) either at the edges or on the active surface of segments. Contrary to the previous cases, these traces cannot be completely removed with a solvent.

4.3 *Condition of brushes (see plates V and VI, pages 26 and 27)*

4.3.1 *Chipping*

Noticeable removal of material considered as being due to mechanical causes and generally at the leaving edge.

4.3.2 Zones ternes

Une partie de la surface des balais présente un aspect terne marqué, mais le niveau est uniforme et il n'y a pas de cratères visibles à l'œil nu.

4.3.3 Zones brûlées

La surface présente des rugosités ou des cratères visibles à l'œil nu et ne résultant pas de causes mécaniques.

5. Critères

5.1 Critères d'appréciation des étincelles

Le présent rapport s'applique uniquement aux étincelles observées durant les marches en régime établi.

Il exclut donc les constatations faites lors d'essais en régime transitoire (articles 37, 40, 45 et 46 de la Publication 349 de la CEI) qui doivent être notées en langage clair.

Conformément au présent rapport, les étincelles sont observées visuellement.

Les critères élémentaires retenus pour les observations d'étincelles et autres manifestations lumineuses sont les suivants:

- étincelles ordinaires, portion d'arête où elles apparaissent, grosseur;
- étincelles fusantes;
- étincelles filantes;
- points plus ou moins lumineux observés sur la face des balais au voisinage de l'arête.

5.2 Critères d'appréciation de l'état du collecteur

Les critères élémentaires retenus pour les examens de collecteur sont l'aspect des lames (coloration, noircissement, brûlures, avec ou sans rayures tangentielles), ainsi que la répartition spatiale de ces traces.

5.3 Critères d'appréciation de l'état des balais

On examine séparément la face frottante et l'arête de sortie. Les critères retenus pour la surface sont:

- l'aspect uniformément lisse;
- l'existence de rayures tangentielles;
- l'existence de zones ternes;
- l'existence de zones brûlées (disparition de matière).

Ceux retenus pour l'arête de sortie sont:

- l'arête pratiquement intacte;
- la présence d'écaillages;
- l'existence de traces d'étincelage;
- l'existence d'érosions dues à des brûlures;
- l'existence de traces laissées par des points très chauds au voisinage de l'arête.

4.3.2 *Dull zones*

A part of the brush surface displays a marked dull aspect but the level remains uniform and no craters can be discerned with the naked eye.

4.3.3 *Burnt zones*

The surface exhibits roughness or craters visible with the naked eye and not resulting from mechanical causes.

5. **Criteria**

5.1 *Criteria for assessment of sparking*

This report applies only to sparks observed during runs in steady-state conditions.

It excludes data obtained during transient tests (Clauses 37, 40, 45 and 46 of IEC Publication 349) and any such data should be clearly stated.

In conformity with this report, sparks shall be visually observed.

The basic criteria used for observation of sparks or other luminous phenomena are:

- size of ordinary sparks, proportion of the edge on which they appear;
- shooting sparks;
- streamers;
- more or less luminous points observed on the brush face in the vicinity of the edge.

5.2 *Criteria for assessment of commutator condition*

The basic criteria used for examination of commutators are the appearance of the segments (coloration, blackening, burning with or without circumferential streaks), together with their distribution and spacing.

5.3 *Criteria for assessment of condition of the brushes*

The contact surface and leaving edge are examined separately. The criteria used for the contact surface are:

- uniformly smooth appearance;
- existence of circumferential streaks;
- existence of dull zones;
- existence of burnt zones (with removal of material).

Those used for the leaving edge are:

- practically intact edge;
- presence of chipping;
- presence of traces of sparking;
- presence of erosions considered due to burning;
- presence of traces left by very hot points in the vicinity of the edge.

SECTION TROIS — OBSERVATIONS

6. Prescriptions relatives aux observations

6.1 Observations d'étincelles (voir la note ci-après et l'annexe A)

Les observations sont effectuées dans les conditions normales d'éclairage de l'atelier ou du véhicule. Lorsqu'un éclairage artificiel est nécessaire, par exemple sous un véhicule, cet éclairage doit être diffus et ne doit pas avoir une intensité trop élevée.

- Les étincelles sont observées sur toutes les lignes de balais directement observables et l'on retient celle qui présente la plus mauvaise commutation. L'examen porte normalement sur les arêtes de sortie, les étincelles aux bords d'entrée étant généralement moins importantes.
- Si, à certains régimes de fonctionnement ou pour certaines formes de courant d'alimentation, l'aspect des étincelles présente un caractère pulsatoire durable, le fait est noté en langage clair.
- On note également en langage clair tout flash survenant au cours d'essais en régime établi.

Note. — Faute d'instruments de mesure adéquats, le présent rapport est basé sur l'observation visuelle directe de chacun des critères élémentaires retenus pour l'appréciation des étincelles et autres manifestations lumineuses.

Le caractère subjectif de cette méthode n'a pas d'inconvénient pour la cotation de la plupart de ces critères car il s'agit presque toujours de cotations « binaires » d'existence ou d'absence.

Seul, pratiquement, le critère « grosseur des étincelles ordinaires » peut donner lieu à des divergences de cotation par divers observateurs.

6.2 Examens de collecteur

En raison de la lenteur de formation de la patine, l'aspect de celle-ci ne peut constituer un critère valable lors d'essais de machines neuves.

Par contre, en cas d'application du présent rapport lors d'essais en ligne de véhicules ayant déjà effectué un parcours notable, il est conseillé de noter en langage clair l'état des divers collecteurs avant et après les courses d'essais du véhicule, par exemple: l'aspect de la patine, le profil, les sillons, les usures profondes de pistes, ou les bavures de cuivre, etc.

Normalement, toutes les pistes de balais doivent être examinées et leurs aspects cotés individuellement, à moins qu'ils ne soient très similaires les uns aux autres.

6.3 Examens de balais

Le paragraphe 39.2 de la Publication 349 de la CEI donne quelques recommandations relatives au rodage des balais avant d'entreprendre les essais de commutation des moteurs de traction.

En principe, les essais de commutation proprement dits de toutes les machines devraient être exécutés avec des balais parfaitement rodés. Cependant, dans le cas de machines devant être soumises en service à de fréquentes inversions du sens de marche, et pour tenir compte des différences de comportement de certains types de balais (divisés, monoblocs, etc.), certains essais pourront être effectués avec des balais partiellement rodés, comme convenu entre utilisateur et constructeur.

Normalement, il suffit d'examiner l'état de un ou deux balais de la ligne de balais retenue comme la plus mauvaise lors des observations d'étincelles (voir paragraphe 6.1).

Lors des examens de balais, on ne notera normalement que l'état de la surface et de l'arête de *sortie*; toutefois, si, pour certaines machines, l'arête d'*entrée* (ou la portion de surface voisine de cette arête) présente des traces assez importantes de dégradation, ne résultant pas de

SECTION THREE — OBSERVATIONS

6. Rules for observations

6.1 *Observations of sparks (see note and Appendix A)*

Observations are made in the normal conditions of lighting of the workshop or of the vehicle. When artificial lighting is necessary, for example under a vehicle, the lighting should be diffused and not of high intensity.

- Sparking is checked on all brush arms which can be directly observed; only the arm exhibiting the worst commutation shall be recorded. Normally, the examination is limited to the leaving edge as sparking on the entering edge is generally less important.
- If, for some particular running conditions or for particular forms of supply currents, the sparks are of an enduring pulsating character, this should be clearly stated.
- Any flashing occurring during steady state testing should also be clearly stated.

Note. — In the absence of adequate measuring instruments, this report is based on the direct visual observation of each one of the elementary criteria adopted for the appreciation of sparking and other luminous phenomena.

The subjective character of this method is not unsuitable for recording the majority of these criteria as for most of them it is a question of “binary” existence or absence.

In actual fact, only the criterion “size of common sparks” can lead to discrepancies in records between various observers.

6.2 *Commutator inspections*

Owing to the slowness of formation of the “skin”, the appearance of the latter cannot be used as a valid criterion when testing new machines.

On the other hand, it is recommended that in applying this report during tests of vehicles in service having already covered long distances, the appearance of the surface of the various commutators before and after the running tests of the vehicle should be recorded. For instance: appearance of the “skin”, ovality of the commutators, traces such as ribbing, deep wear of the tracks, copper draggings, etc.

Normally, all brush tracks should be inspected and aspects individually recorded, unless they are seen to be very similar to each other.

6.3 *Brush inspections*

Sub-clause 39.2 of IEC Publication 349 gives some recommendations for brush bedding before carrying out commutation tests on traction motors.

In principle, commutation tests proper of all machines should be carried out with fully bedded brushes. However, in the case of machines subjected in service to frequent reversals of direction of rotation and to take account of differences in the behaviour of different types of brushes (split, solid, etc.), some tests may be carried out with partially bedded brushes as agreed between user and manufacturer.

Normally, it is sufficient to examine the condition of one or two brushes of the brush arm observed as the worst one during the sparking observations (see Sub-clause 6.1).

During examinations of the brushes, only the appearance of the surface and of the *leaving* edge shall normally be recorded; however if, on certain machines, the *entering* edge (or part of the surface close to the edge) shows rather marked traces of damage, not resulting from previous

fonctionnements antérieurs dans l'autre sens de rotation, l'aspect de ces traces sera noté en langage clair.

Bien que l'aspect des faces des balais n'ait pas été retenu comme critère du fait que les traces laissées sur ces faces ne résultent pas d'une commutation électrique défectueuse, l'existence d'importantes traces de cette nature devra être mentionnée en langage clair.

On notera également en langage clair tous les défauts survenus aux balais au cours des essais: pulvérisations, descellement ou rupture des shunts, etc.

7. Interprétation des relevés

Cette interprétation très délicate a été exclue du présent rapport, en particulier pour les raisons suivantes:

- Des marches de durée plus ou moins longue à des régimes croissants ou décroissants sont susceptibles de modifier d'une manière imprévisible les traces préexistantes sur un collecteur ou sur des balais.
- La grosseur des étincelles et surtout la portion d'arête où elles se manifestent peuvent varier dans un sens ou dans l'autre au cours d'un essai; on ne retiendra, en principe, que le maximum, à moins que le défaut s'atténue positivement avec le temps.

8. Fréquence des observations

Pour toutes les machines essayées suivant les prescriptions de la Publication 349 de la CEI, les observations doivent être effectuées en se conformant aux indications du tableau I.

Note. — On indiquera clairement le ou les modes d'alimentation et d'excitation de la machine au banc d'essais.

On précisera, en outre, le ou les modes d'alimentation et d'excitation utilisés normalement en service.

TABLEAU I

	Catégorie d'essais	
	Essais de série	Essais de type
Étincelles	Les étincelles doivent être observées: <i>a)</i> quelques minutes avant la fin de l'essai d'échauffement au régime unihoraire; <i>b)</i> pour chacun des points de fonctionnement prescrits par l'article 39 de la Publication 349 de la CEI	Comme pour les essais de série. En outre, après accord entre utilisateur et constructeur, les étincelles pourront être observées: <i>c)</i> vers la fin de certains essais d'échauffement autres que l'essai au régime unihoraire; <i>d)</i> au cours de quelques relevés de caractéristiques, prescrits à l'article 42 de la Publication 349 de la CEI
Collecteur	L'état du collecteur doit être examiné après exécution de l'ensemble des essais: <i>a)</i> et <i>b)</i> prévus ci-dessus pour l'observation des étincelles	Comme pour les essais de série. En outre, l'état du collecteur doit être examiné: <i>e)</i> après chacun des essais d'échauffement; <i>f)</i> après l'essai de démarrage
Balais	L'état des balais doit être examiné après exécution de l'ensemble des essais: <i>a)</i> et <i>b)</i> prévus ci-dessus pour l'observation des étincelles	Comme pour les essais de série. En outre, après accord entre utilisateur et constructeur, les balais pourront être examinés: <i>g)</i> après un essai d'échauffement de longue durée; <i>h)</i> après l'essai de démarrage

runs in the opposite direction of rotation, the appearance of these traces should be clearly described.

Although the appearance of the front and back faces of the brushes has not been used as a criterion because marking on these faces does not result from defective commutation, the existence of marks of this kind should be clearly described.

All the defects which may occur during tests should also be clearly described; for instance: brush dusting, unsealing or breaking of pig tails, etc.

7. Interpretation of records

Interpretation is very difficult and has been excluded from this report, mainly for the following reasons:

- Running, even during quite short periods, at increasing or decreasing currents is liable to alter in an unforeseeable manner the earlier markings on the commutator and the brushes.
- The size of ordinary sparks and particularly the portion of the edge on which they appear may vary during a test: in principle, only the maximum shall be recorded unless the effect diminishes positively with time.

8. Frequency of observations

For all machines tested according to the requirements of IEC Publication 349, observations shall be made in conformity with Table I.

Note. — The method of supply and the excitation field of the machine on the test bed should be clearly indicated.

Furthermore, the normal supply source of the machine and the normal field excitation in service shall also be indicated.

TABLE I

	Category of tests	
	Routine tests	Type tests
Sparking	The sparking shall be observed: <i>a)</i> a few minutes before the end of the 1 h temperature-rise test; <i>b)</i> for each one of the operating points specified in Clause 39 of IEC Publication 349	As for routine tests. In addition, after agreement between user and manufacturer, sparking may be observed: <i>c)</i> towards the end of some temperature-rise tests other than the 1 h test; <i>d)</i> during some of the characteristic curves tests specified in Clause 42 of IEC Publication 349
Commutator	The commutator shall be inspected after completion of all the tests: <i>a)</i> and <i>b)</i> specified above for observation of the sparking	As for routine tests. In addition, the commutator condition shall be inspected: <i>e)</i> after each temperature-rise test; <i>f)</i> after the starting test
Brushes	The brushes shall be inspected after completion of all the tests: <i>a)</i> and <i>b)</i> specified above for observation of the sparking	As for routine tests. In addition, after agreement between user and manufacturer, the brushes may be examined: <i>g)</i> after one long-duration temperature-rise test; <i>h)</i> after the starting test

9. Généralités

Les codes à utiliser pour la cotation des étincelles, du collecteur et des balais sont définis par les articles 10, 11 et 12 ci-après et illustrés par les planches.

9.1 Cotation des critères élémentaires

Le chiffre 0 indique toujours l'absence totale (ou pratique) de trace ou de défaut.

Chaque observation (étincelles ou collecteur ou balais) se note en écrivant dans l'ordre prescrit les chiffres correspondant aux critères élémentaires concernés.

Si, pour une raison quelconque, un certain critère élémentaire n'a pas été observé, ce fait doit être signalé au moyen d'un tiret (—) mis à la place du chiffre correspondant; par suite de sa signalisation physique, le «0» ne peut être utilisé à cet effet.

Si la commutation des machines réversibles est observée pour chaque sens de rotation, les observations doivent être notées séparément en indiquant chaque fois le sens de rotation.

Une observation d'étincelles est notée au moyen de quatre chiffres accolés, choisis dans les listes suivantes:

Code

— Absence	0
— Pointillé: occasionnel	1
permanent	2
— Pointillé et petites étincelles	3
— Petites étincelles	4
— Etincelles petites et moyennes	5
— Etincelles moyennes	6
— Moyennes et grosses étincelles	7
— Grosses étincelles	8

(Voir la planche I, page 22, sur laquelle seules les étincelles correspondant aux chiffres 1 ou 2, 4, 6 et 8 du code ont été représentées.)

* Exceptionnellement, si l'on désire grouper les trois cotations correspondant à un *même essai*, l'ensemble serait obligatoirement écrit dans l'ordre : étincelles, collecteur, balais, en utilisant des traits obliques (/) pour séparer les trois groupes de cotations.

SECTION FOUR — RECORD OF OBSERVATIONS

9. General

Observations of the sparking, the commutator and the brushes are not made at the same time; they shall be separately recorded according to a code applicable to each of these three categories*.

The codes to be used for the sparking, commutator and brushes records are given by the following Clauses 10, 11 and 12 and illustrated by the plates.

These codes allow in principle the direct use of the recorded digits for statistical purposes; for quality control for instance.

9.1 *Records of elementary criteria*

Each basic criterion, such as “size of ordinary sparks” or “brush surface condition”, is recorded with one single digit (0 to 9 maximum).

The digit “0” always means “absence” (total or practical) of trace or defect.

9.2 *Records of observations*

Each observation of sparking, commutator or brushes is recorded by writing in the specified order the digits corresponding to the basic criterion.

Sparking observations are noted with four digits whilst commutator or brushes examinations are recorded with two digits.

If, for any reason, a certain basic criterion has not been noted, this fact shall be stated with a dash (—) written in place of the missing digit; owing to its physical meaning “0” must never be used for this purpose.

If commutation is observed in both directions of rotation on reversing machines, separate records should be taken, the direction of rotation being noted against each record.

10. Records of sparking and glowing

An observation of sparking is noted by four joined digits selected from the following lists:

<i>1st digit — Size of ordinary sparks</i>	Code
— Absence	0
— Pin-point: occasional	1
continuous	2
— Pin-point and small sparks	3
— Small sparks	4
— Small and medium sparks	5
— Medium sparks	6
— Medium and large sparks	7
— Large sparks	8

(See plate I, page 22, on which only sparks corresponding to code digits 1 or 2, 4, 6 and 8 have been illustrated.)

* If, on the other hand, it is wished to combine the three records in *one test only*, the whole must always be written in the following order: sparking, commutator, brushes. Oblique lines (/) will be used for the separation of the three groups of records.

Code

Code

(See plate II, page 23.)

Code

(Refer to plate III, page 24.)

The condition of the commutators is noted by two joined digits selected from the following lists:

Code

(Refer to plate IV, page 25.)

Existence of circumferential streaks not due to an outside cause (stoning for instance) shall be recorded by increasing *by one unit* the digit 0, 2, 4 or 6 selected from this code.

Code

(No illustration is given for this.)

12. Cotation de l'état des balais

L'état des balais est noté au moyen de deux chiffres choisis dans les listes suivantes:

1^{er} chiffre — Surface

	Code
— Pratiquement intacte (uniformément lisse)	0
— Légères rayures tangentielles	1
— Fortes rayures tangentielles	2
— Zone terne sur moins du tiers de la surface	3
— Zone terne sur plus du tiers de la surface	4
— Zone brûlée sur moins du tiers de la surface	5
— Zone brûlée sur plus du tiers de la surface	6

(Voir la planche V, page 26.)

Note. — Dans le cas où plusieurs aspects décrits dans la liste ci-dessus existent, on devra inscrire la notation de la valeur la plus élevée.

2^e chiffre — Arête de sortie

	Code
— Pratiquement intacte	0
— Traces d'étincelage sur l'arête	1
— Ecaillages (origine mécanique)	2
— Brûlures	3
— Traces de points incandescents (au voisinage de l'arête)	4

(Voir la planche VI, page 27.)

13. Exemples de cotations

13.1 *Observations d'étincelles*

	Cotation
— Commutation absolument noire	0000
— Pointillé et petites étincelles sur un tiers de l'arête avec quelques fusantes ordinaires occasionnelles	3310
— Grosses étincelles sur presque toute l'arête avec fusantes en gerbes permanentes et point rouge sombre mobile	8441

13.2 *Examen de collecteur*

— Noircissement avec rayures tangentielles, le tout réparti irrégulièrement	52
---	----

13.3 *Examen de balais*

— Zone terne sur presque toute la surface et traces d'étincelage sur l'arête de sortie . . .	41
--	----

12. Records of brush condition

Brush condition is noted by two joined digits selected from the following lists:

1st digit — Surface

	Code
— Practically unmarked (uniformly smooth)	0
— Light circumferential streaks	1
— Heavy circumferential streaks	2
— Dull zone on less than one-third of the surface	3
— Dull zone on more than one-third of the surface	4
— Burnt zone on less than one-third of the surface	5
— Burnt zone on more than one-third of the surface	6

(Refer to plate V, page 26.)

Note. — In the case where several appearances exist, among the above list, the highest code only shall be written.

2nd digit — Leaving edge

	Code
— Practically unmarked	0
— Traces of sparking at the edge	1
— Chipping (mechanical origin)	2
— Burnings	3
— Traces of glowing close to the edge	4

(Refer to plate VI, page 27.)

13. Examples of records

13.1 Sparking observations

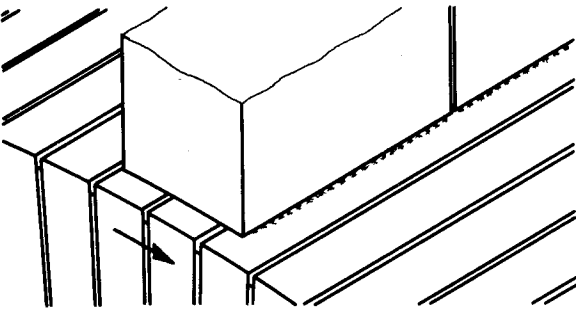
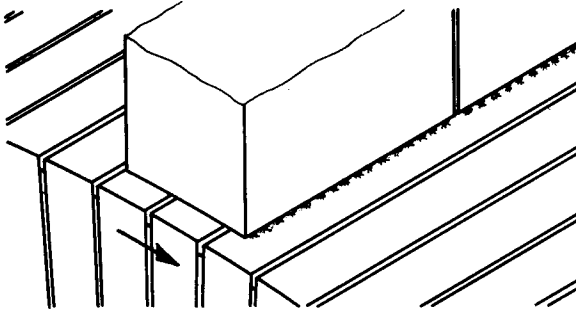
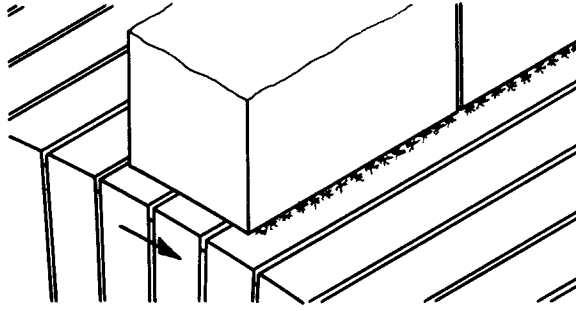
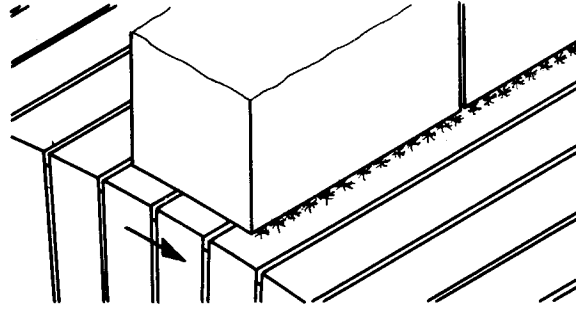
	Record
— Absolutely black commutation	0000
— Pin-point and small sparks over one-third of the edge with some ordinary occasional shooting sparks	3310
— Large sparks on almost all the edge with permanent showers of shooting sparks and one mobile dark-red point	8441

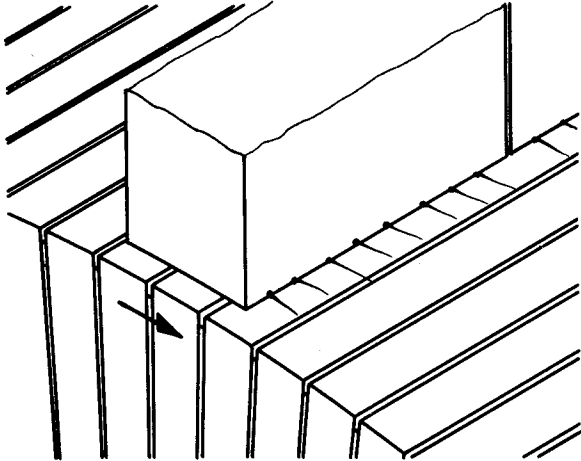
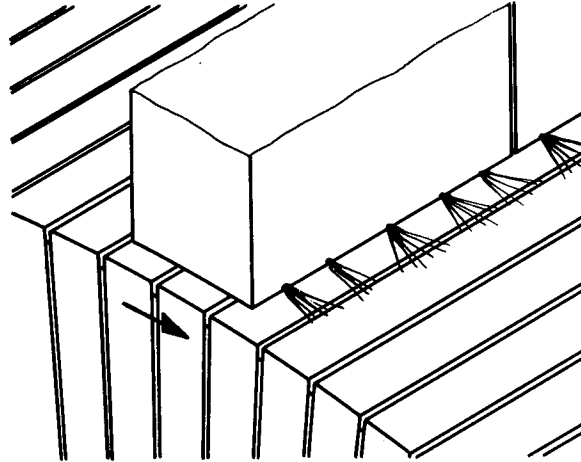
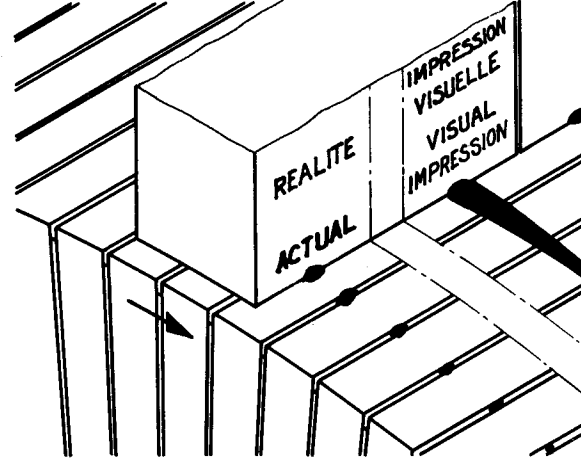
13.2 Commutator examination

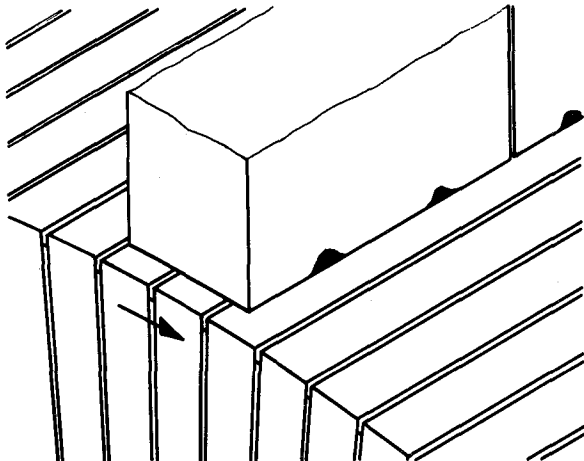
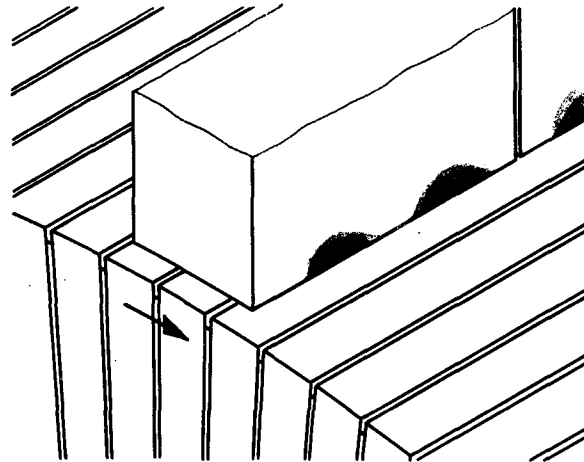
— Blackening with circumferential streaks: irregular distribution	52
---	----

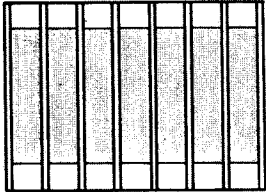
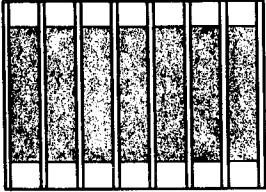
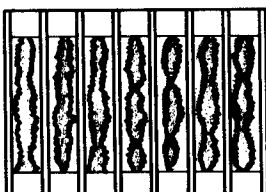
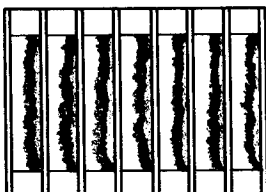
13.3 Brush examination

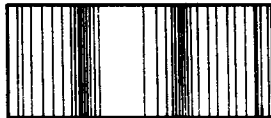
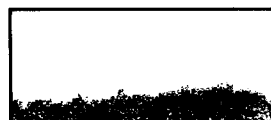
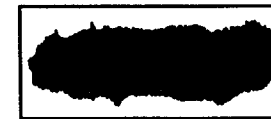
— Dull zone on nearly all the surface and sparking traces on the leaving edge	41
---	----

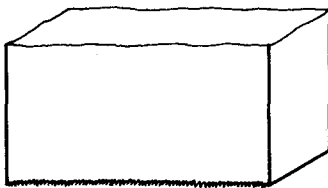
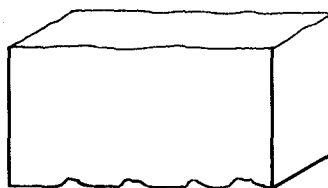
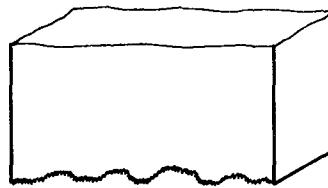
COTATION DES ÉTINCELLES Voir l'article 10		SPARKING CODES See Clause 10	
Planche I Plate I	1 ^{er} chiffre du code: Grosseur des étincelles ordinaires 1st digit of the code: Size of ordinary sparks		
Aspect Appearance	Dénomination Description	Code	
	Pointillé Pin-point sparking	{ occasionnel occasional permanent continuous	1
			2
	Petites étincelles Small sparks	4	
	Étincelles moyennes Medium sparks	6	
	Grosses étincelles Large sparks	8	
Les étincelles ordinaires correspondant aux chiffres 3, 5 et 7 du code n'ont pas été représentées. Ordinary sparks corresponding to digits 3, 5 and 7 of the code have not been illustrated.			

COTATION DES ÉTINCELLES Voir l'article 10		SPARKING CODES See Clause 10	
Planche II Plate II	3 ^e chiffre du code: Etincelles fusantes et filantes 3rd digit of the code: Shooting sparks and streamers		
Aspect Appearance	Dénomination Description	Code	
	Fusantes ordinaires Ordinary shooting sparks	occasionnelles occasional	1
		permanentes continuous	2
	Fusantes en gerbes Shooting sparks in showers	occasionnelles occasional	3
		permanentes continuous	4
	Filantes Streamers	courtes L < 20 mm short L < 20 mm	5
		longues L > 20 mm long L > 20 mm	6

COTATION DES ÉTINCELLES Voir l'article 10		SPARKING CODES See Clause 10	
Planche III Plate III	4 ^e chiffre du code : Points lumineux 4th digit of the code : Glowing		
Aspect Appearance	Dénomination Description	Code	
	Rouge sombre Dark red	mobiles moving	1
		stationnaires stationary	2
	Incandescents Glowing	mobiles moving	3
		stationnaires stationary	4

ÉTAT DU COLLECTEUR Voir l'article 11		COMMUTATOR CONDITION See Clause 11	
Planche IV Plate IV			
Aspect Appearance		Dénomination Description	Code
 ou 		Coloration plus ou moins prononcée UNIFORME More or less pronounced coloration UNIFORM	0
		Coloration prononcée et irrégulière Pronounced and irregular coloration	2
 ou 		Noircissement Blackening	4
 ou 		Brûlures (érosions) Burning	6
 Les chiffres 0, 2, 4 ou 6 de ce code seront majorés d'une unité si, outre l'altération principale, il existe des <i>rayures tangentielles</i> bien visibles non imputables à un récent ponçage. Digits 0, 2, 4 or 6 of this code shall be increased by one unit if, in addition to the main feature, some easily visible <i>circumferential streaks</i> not resulting from a recent stoning are seen.			

ÉTAT DES BALAIS Voir l'article 12		BRUSH CONDITION See Clause 12		
Planche V Plate V	1 ^{er} chiffre du code : Etat de la surface 1st digit of the code : Surface condition			
Aspect Appearance		Dénomination Description	Code	
		Légères rayures tangentielles Light circumferential streaks	1	
		Fortes rayures tangentielles Heavy circumferential streaks	2	
		Zone terne Dull zone	sur moins du tiers de la surface on less than one-third of the surface	3
			sur plus du tiers de la surface on more than one-third of the surface	4
		Zone brûlée (érosion) Burnt zone (erosion)	sur moins du tiers de la surface on less than one-third of the surface	5
			sur plus du tiers de la surface on more than one-third of the surface	6

ÉTAT DES BALAIS Voir l'article 12		BRUSH CONDITION See Clause 12		
Planche VI Plate VI		2 ^e chiffre du code: Etat de l'arête de sortie 2nd digit of the code: Leaving edge condition		
Aspect Appearance		Dénomination Description		Code
		Traces d'étincelage sur l'arête Traces of sparking on the edge		1
		Ecaillages (origine mécanique) Chipping (mechanical origin)		2
		Brûlures (érosions) Burning		3
		Traces de points incandescents près de l'arête Traces of glowing close to the edge		4

ANNEXE A

COIN À OPACITÉ CROISSANTE POUR L'OBSERVATION DES ÉTINCELLES

A1. Méthode de cotation des étincelles

La ou les lignes de balais sont observées à travers un coin transparent à échelons à constante 0,3 par exemple. Avec la transparence décroissante des échelons, la ligne d'étincelles disparaît complètement sous un échelon déterminé plus ou moins élevé en fonction de l'intensité lumineuse des étincelles. La numérotation des échelons correspond au numéro du code pour la cotation.

La constante de 0,3 signifie que la fraction de lumière pénétrant un échelon est la moitié de celle de l'échelon précédent ($0,3 = \log 2$). Le facteur 2 pourrait être porté à 2,5 par exemple si la gamme de cotations de 0 à 9 se révèle insuffisante pour couvrir les besoins de la pratique.

En outre, il serait judicieux d'accroître le rapport des transparences, entre les échelons 0 et 1 à 4 ou même 6 par exemple, afin de ne pas définir des étincelles par trop fines pour la cotation 1.

TABLEAU I

Code	Variante 1		Variante 2	
	Densité	Transparence (%)	Densité	Transparence (%)
0	0	100	0	100
1	0,6	25	0,8	16
2	0,9	12,5	1,2	6
3	1,2	6,3	1,6	2,5
4	1,5	3,2	2,0	1
5	1,8	1,6	2,4	0,4
6	2,1	0,8	2,8	0,16
7	2,4	0,4	3,2	0,06
8	2,7	0,2	3,6	0,025
9	3	0,1	4	0,01

Le tableau I montre deux variantes:

La variante 1 est obtenue en utilisant un coin à dix échelons dont la transparence de l'échelon 1 est $\frac{1}{4}$ de celle de l'échelon 0. La constante est égale à $\log 4 = 0,6$. Pour les échelons 1 à 9, la constante augmente de 0,3, ce qui correspond à une diminution de la transparence de moitié par échelon. On obtient ainsi un affaiblissement de l'éclat linéaire à 1/1000 pour la cotation 9, ce qui correspond environ à la commutation d'un moteur à courant ondulé.

La variante 2 a des échelons plus prononcés. La constante de l'échelon 1 est égale à 0,8 et l'augmentation pour les échelons suivants est de 0,4 dont résulte un affaiblissement de l'éclat à 1/10000 pour la cotation 9, ce qui correspond environ à la commutation au démarrage d'un moteur monophasé. (L'échelonnement de la variante 2 avec une constante de 0,4 correspond à celui utilisé en astronomie pour la détermination de la magnitude des astres.)

APPENDIX A

VARIABLE OPACITY WEDGE FOR THE OBSERVATION OF SPARKS

A1. Method for coding of sparks

The brush arm or arms are observed through a graduated transparency, having a graduation constant of 0.3 for instance. With the decreasing transparency of the graduations, the spark line disappears completely at a graduation level which would be more or less high according to the degree of luminosity of the sparks. The reference number of the graduations would correspond to the code number for record purposes.

The constant 0.3 signifies that the fraction of light visible through a given graduation is half that observed through the previous graduation ($0.3 = \log 2$). The factor 2 could be raised to 2.5 for example should the code range 0 to 9 prove to be insufficient to cover practical requirements.

In addition, it would appear advisable to increase the transparent ratio between graduations 0 and 1 to 4 or even to 6 for instance so as not to record sparks which are much too fine for code 1.

TABLE I

Code	Version 1		Version 2	
	Intensity	Transparency (%)	Intensity	Transparency (%)
0	0	100	0	100
1	0.6	25	0.8	16
2	0.9	12.5	1.2	6
3	1.2	6.3	1.6	2.5
4	1.5	3.2	2.0	1
5	1.8	1.6	2.4	0.4
6	2.1	0.8	2.8	0.16
7	2.4	0.4	3.2	0.06
8	2.7	0.2	3.6	0.025
9	3	0.1	4	0.01

Table I shows two versions:

Version 1 is obtained by using a transparent viewer with ten graduations of transparency with the transparency at graduation 1 being a $\frac{1}{4}$ of that for graduation 0, the constant being equal to $\log 4 = 0.6$. For the graduation scale of 1 to 9, the constant increases by 0.3, which corresponds to a diminishing of the transparency by half for each successive graduation. We thus obtain a progressive weakening of the brightness to 1/1000 for code 9, which corresponds approximately to the commutation of a pulsating current motor.

Version 2 has more pronounced graduations. The constant for graduation 1 being equal to 0.8, with the increase for the succeeding graduations being 0.4 which results in a weakening of the brightness to 1/10000 for code 9, this corresponds approximately to the commutation on starting of a single-phase motor. (The graduation of version 2 with a constant of 0.4 corresponds to that used in astronomy for determining the magnitude of stars.)

A2. Formule pour l'article 10

Cotation des étincelles

1^{er} chiffre — Grosseur des étincelles

La ligne de balais est observée à travers un coin transparent décalé jusqu'à la disparition des étincelles. Le degré de transparence atteint détermine la grosseur des étincelles.

Transparence (%)	Code
100	0
16	1
6	2
2,5	3
1	4
0,4	5
0,16	6
0,06	7
0,025	8
0,01	9

A2. Formula for Clause 10

Records of sparking

1st digit — Size of sparks

The brush arm is observed through a transparent viewer graduated down to the disappearance of the sparking. The degree of transparency so reached determines the size of the sparks.

Transparency (%)	Code
100	0
16	1
6	2
2.5	3
1	4
0.4	5
0.16	6
0.06	7
0.025	8
0.01	9

ICS 29.280
