# DIRECTION DES ÉTUDES ET RECHERCHES

LES LABORATOIRES DE GÉNIE ÉLECTRIQUE LES RENARDIÈRES





# RAPPORT D'ESSAIS / TEST REPORT HM22/21-011/1

APPAREIL

/APPARATUS

: CCV 245

TENSION ASSIGNÉE / RATED PRIMARY 220

kV

PRIMAIRE

**VOLTAGE** 

VJ

\*\*

FRÉQUENCE ASSIGNÉE /RATED

CONSTRUCTEUR/MANUFACTURER:

50

Hz

₩

FREQUENCY

ALSTOM - BALTEAU

OBJET/OBJECT:

DIÉLECTRIQUES

DEMANDEUR DES ESSAIS/TESTED FOR:

TIERS/FRANCAIS

DATE(S) ET LIEU DES ESSAIS / DATE(S) AND PLACE OF TESTS:

From 27/11/2000 to 01/12/2000

LES RENARDIÈRES - L.G.E. - SEDM

ESSAIS RÉALISÉS SUIVANT / TESTS CARRIED OUT ACCORDING TO:

CEI 60186 ÉD. 2 + AM 2

38/249/CDV (CEI 60044-5 ÉD. 1.0)

# LE RAPPORT EST COMPOSÉ DES DOCUMENTS SUIVANTS / THE REPORT COMPRISES THE FOLLOWING DOCUMENTS :

• CARACTÉRISTIQUES DE L'APPAREIL / CHARACTERISTICS OF THE APPARATUS :

31

PAGE

3

4

• LISTE DES ESSAIS EFFECTUÉS / LIST OF TESTS PERFORMED :

PAGE 5/6

• CONDITIONS DES ESSAIS / TESTS CONDITIONS :

PAGES 7-26

• TABLEAUX ET RÉSULTATS D'ESSAIS / TABLES AND TESTS RESULTS :

PAGES 7-26

• PHOTOGRAPHIE / PHOTOGRAPH:

PAGE

\* OSCILLOGRAMMES / OSCILLOGRAMS:

PAGES 29-31

CE RAPPORT

COMPREND

PAGES

/ THIS REPORT INCLUDES

31 PAGES/

LA REPRODUCTION DE CE RAPPORT D'ESSAIS N'EST AUTORISÉE QUE SOUS LA FORME DE FAC-SIMILÉ PHOTOGRAPHIQUE INTÉGRAL, AVEC L'ACCORD ÉCRIT DU LABORATOIRE ET DU DEMANDEUR DES ESSAIS. REPRODUCTION OF THIS TEST REPORT IS AUTHORIZED ONLY IN THE FORM OF A COMPLETE PHOTOGRAPHIC FACSIMILE WITH THE WRITTEN AUTHORIZATION OF THE LABORATORY AND THE APPLICANT.

LE RESPONSABLE DES ESSAIS, EXECUTIVE RESPONSIBLE FOR THE TESTS,

LE CHEF DE LA STATION D'ESSAIS TESTING MANAGER,

SYLVAIN SURIER

PHILIPPE EGROT

Les Renordiers, le 8/1/2001

- Les Laboratoires de Génie Electrique Les Renardières (LGE) sont accrédités par le Comité Français d'Accréditation (COFRAC) : l'accréditation par la Section Essais du COFRAC atteste uniquement de la compétence technique des Laboratoires pour les essais couverts par l'accréditation.
- De plus, les Laboratoires sont rattachés au STL, "Short-Circuit Testing Liaison", association internationale de collaboration entre organismes d'essais, par l'intermédiaire de l'ESEF "Ensemble des Stations d'Essais à grande puissance Françaises", membre français de cette association.
- A ce titre, les Laboratoires de Génie Electrique émettent deux types de documents selon les règles et recommandations du STL.

#### 1 - CERTIFICAT D'ESSAI DE TYPE OU DE PERFORMANCE

Un certificat présente les résultats d'une série d'essais de type selon une norme reconnue.

L'appareil essayé a satisfait aux exigences de cette norme et par conséquent les caractéristiques assignées par le constructeur sont ratifiées par les Laboratoires de Génie Electrique - Les Renardières.

#### 2 - RAPPORT D'ESSAIS

Un rapport d'essais présente les résultats d'un ou plusieurs essais exécutés selon les instructions du client. Ces essais peuvent être conformes à une norme reconnue.

Les résultats ne vérifient pas nécessairement les caractéristiques assignées par le constructeur.

Dans les deux cas, les documents émis ne concernent que les objets soumis aux essais.

- Les Laboratoires de Génie Electrique Les Renardières (LGE) are accredited by the Comité Français d'Accréditation (COFRAC): COFRAC Section Essais accreditation only attests the technical capability of the Laboratories for the tests covered by the accreditation.
- In addition, the Laboratories are linked to the STL, "Short-Circuit Testing Liaison" an international association for cooperation between testing organisations, through the intermediary of the ESEF "Ensemble des Stations d'Essais à grande puissance Françaises" (Group of French Test Centres), which is the French member of this association.
- In this context, **les Laboratoires de Génie Electrique** issue two types of documents according to the rules and recommendations of the STL.

#### 1 - TYPE TEST CERTIFICATE OR CERTIFICATE OF PERFORMANCE

A certificate presents the record of a series of type tests according to a recognized standard.

The equipment tested has fulfilled the requirements of this standard and consequently the rated characteristics stated by the manufacturer are ratified by **les Laboratoires** de Génie Electrique - Les Renardières.

#### 2 - TEST REPORT

A test report presents the record of one or more tests carried out according to the customer's instructions. These tests may comply with a recognized standard.

The results do not necessarily verify the rated characteristics stated by the manufacturer.

In both cases, the documents issued relate only to the items presented for testing.

Ce document a un caractère purement technique. Il n'implique de la part d'EDF aucun engagement de consultation, d'appet d'offres ou de commande sur le matériel concerné.

This document is of a purely technical nature. It does not imply any commitment for EDF relating to any enquiry, coll for tenders or order for the equipment concerned.



#### DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE / RÉFÉRENCE DOCUMENTS :

#### Documents normatifs / Standard documents:

- CEI 60186 éd. 2 1987 + Am 2 1995-09
- CEI 60358 éd. 2 1990/05
- CEI 38/249/CDV (CEI 60044-5 éd 1.0)
- ANSI C93.1 1990

# Document d'iditentification du matériel / Identification file of aparatus :

Plan référence 8 162 976 du 13/06/00 / Plan reference 8 162 976 dated on 13/06/00

#### Demande d'essais / Test demand:

E-mail de alain.jounay@tde.alstom.com daté du 22/09/2000 / E-mail from alain.jounay@tde.alstom.com dated on 22/09/2000

#### Devis / Test proposition:

télécopie EDF LGE réf. M22/JDF/11/10/00 14:22 / fax from EDF LGE ref. M22/JDF/11/10/00 14:22

#### Commande / Order:

réf. Alstom R08541H du 20/10/00 / Alstom's ref. R08541H dated on 20/10/00

#### Programme d'Essais / Tests program:

Du 221/11/00 réf. HM22/21-011/1 / Dated on 11/22/00 ref. HM22/21-011/1

# Interlocuteurs en rapport avec les laboratoires / External contacts with the laboratory :

EN CHARGE DE L'AFFAIRE CHEZ LE DEMANDEUR /

RESPONSIBLE FOR CO-ORDINATION OF TESTS FOR THE APPLICANT:

M. JOUNAY (ALSTOM)

PRÉSENT AUX ESSAIS / PRESENT FOR THE TESTS:

M. JOUNAY (ALSTOM)

## Intervenants des laboratoires / Laboratory staff:

RESPONSABLE DES ESSAIS / TESTS RESPONSIBLE :

S. SURIER

AGENT(S) TECHNIQUE(S) D'ESSAI / TECHNICIAN(S) FOR TESTS:

E. TREPAT

# NOM ET ADRESSE DU CHARGÉ D'AFFAIRE, RESPONSABLE DE LA COORDINATION DES ESSAIS / NAME AND ADRESS OF ENGINEER RESPONSIBLE FOR CO-ORDINATION OF TESTS :

M. J. DI FRANCESCO

**2** 01 60 73 62 21

EDF - Pôle Industrie - Division Recherche et Développement

Laboratoires de Génie Electrique (LGE)

Les Renardières - Ecuelles - 77818 Moret-sur-Loing Cedex . FRANCE

Téléphone: 01 60 73 62 00 Télex 690 669 F EDF-LEP

Station d'Essais de Puissance

Tél. 01 60 73 62 27

Télécopie 01 60 73 68 22

Station d'Essais Diélectriques et Mécanoclimatiques

Tél. 01 60 73 66 51

Télécopie 01 60 73 69 56

#### Diffusion:

Original: Chef Adjoint du LGE puis Responsable d'Essais:

(1) Chef de Service Adjoint puis archives LGE

(2) Demandeur: ALSTOM - BALTEAU - M. JOUNAY

(2) Chargé d'Affaires

(1) Equipe Essais: Emmanuel TREPAT





## CARACTÉRISTIQUES DE L'APPAREIL / APPARATUS CHARACTERISTICS

Dénomination / Name: Transformateur Condensateur de Tension / Capacitor Voltage Transformer

Type / Type: CCV 245 / CCV 245

N° série / Serial number: 00-XE912001/001

Année de fabrication / Construction year: 2000

Bornes / Terminals: A - N a - n

Tensions assignées / Rated voltage :  $\frac{220000}{\sqrt{3}} = \frac{100}{\sqrt{3}}$ 

Puissance et classe de précision / Power and accuracy class: 75 VA - cl 0.5 / 3P

Puissance d'échauffement / Temperature-rise burden: 500 VA

Facteur de tension / Rated voltage factor: 1,5 Un - 30 s

Niveau d'isolement / Insulation level : 245 / 460 / 1050 kV

Capacité totale / Rated capacitance: 4400 pF

Fréquence assignée / Rated frequency: 50 Hz

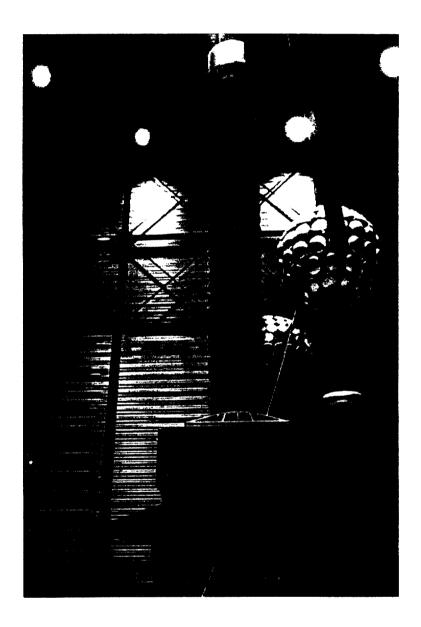
Masse totale / Weight: 320 kg

Fabrication / Manufacturer: ALSTOM MONTROUGE



## IDENTIFICATION DE L'APPAREIL / APPARATUS IDENTIFICATION

Vérification des cotes principales du plan référence 8 162 976 donné en annexe 1 (voir page 28). / Verification of principal sizes mentionned on drawing referenced 8 162 976 given in appendix 1 (see page 28).



Photographie de l'appareil en essai / Photograph of the apparatus under test

# ESSAIS EFFECTUES DANS L'ORDRE INDIQUE CI-APRES

REFERENCES	NATURE DES ESSAIS	LIEUX ET DATES DES ESSAIS (1)	N° DES PAGES	OBSERVATIONS
NEMA 107 ANSI C93.1-1990	Vérification du niveau des perturbations radioélectriques	Hall 420 kV 28/11/00	7-11	Avec élément électromagnétique
CEI 60 694 §6.3 et 38/249/CDV (Projet CEI 60044-5 ed1.0) §8.10	Vérification du niveau des perturbations radioélectriques	Hall 420 kV 28/11/00	13-15	Avec élément électromagnétique
CEI 60358 éd. 2 §7 et §8	Mesure de la capacité et du facteur de dissipation diélectrique (tangente δ) avant essais diélectriques	Hall 420 kV 29/11/00	17	Elément électro- magnétique déconnecté
CEI 60186 §50 + Am. 2 §18	Essai aux chocs de foudre pleins et coupés du diviseur de tension capactif	Hall 420 kV 30/11/00	19-21	Avec élément électromagnétique
CEI 60358 éd. 2 §9.2.2 et CEI 60186 Am. 2 §14	Essais diélectriques 50 Hz et sous pluie du diviseur de tension capactif	Hall 420 kV 04/12/00	23-25	Sans élément électromagnétique
CEI 60358 éd. 2 §7 et §8	Mesure de la capacité et du facteur de dissipation diélectrique (tangente δ) après essais diélectriques	Hall 420 kV 05/12/00	17	Sans élément électromagnétique



# CHRONOLOGICAL LIST OF TESTS PERFORMED

REFERENCES	TYPE OF TESTS	PLACE AND DATE OF TESTS (1)	PAGE N°	OBSERVATIONS
NEMA 107 ANSI C93.1-1990	Radio Interference Voltage test	Hall 420 kV 11/28/00	8-12	With electromagnetic unit
CEI 60 694 §6.3 et 38/249/CDV (Projet CEI 60044-5 ed1.0) §8.10	Radio Interference Voltage test	Hall 420 kV 11/28/00	14-16	With electromagnetic unit
CEI 60358 éd. 2 §7 et §8	Capacitance and capacitor losses (tangent δ) measurement before dielectric tests	Hall 420 kV 11/29/00	18	Electromagnetic unit disconnected
CEI 60186 §50 et Am. 2 §18	Full and chopped impulse test on capacitor voltage dividers	Hall 420 kV 30/11/00	20-22	With electromagnetic unit
CEI 60358 éd. 2 §9.2.2 et CEI 60186 Am. 2 §14	Wet power frequency whistand test of the capacitor voltage divider	Hall 420 kV 04/12/00	24-26	Without electromagnetic unit
CEI 60358 éd. 2 \$7 et \$8	Capacitance and capacitor losses (tangent δ) measurement after dielectric tests	Hall 420 kV 05/12/00	. 18	Without electromagnetic unit

# VERIFICATION DU NIVEAU DES PERTURBATIONS RADIOELECTRIQUES selon NEMA 107 et ANSI C93.1-1990

#### 1 - Conditions d'essai

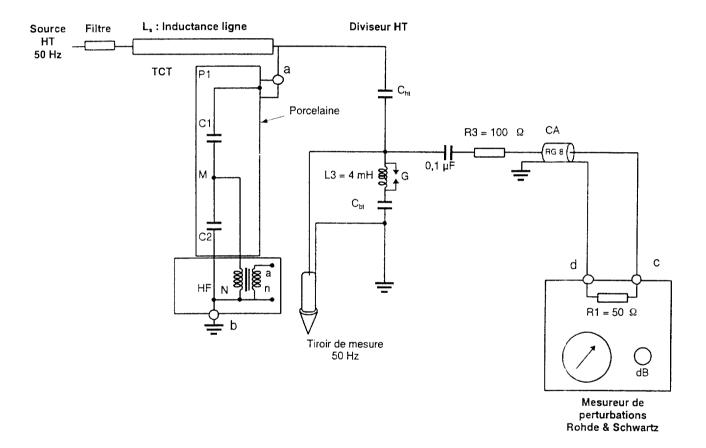
Aucune correction pour conditions atmosphériques n'est appliquée. Les essais sont effectués sur l'appareil complet.

La fréquence de mesure est de 1 MHz (Mesureur Rhode & Schwartz).

La procédure d'essai ainsi que les conditions d'essais sont définies ci dessous.

#### 2 - Schéma de principe

Il est conforme aux figures 3.1 et 3.3.a de la NEMA 107.



#### 3 - Procedure d'essai:

Afin de répondre aux exigences du projet de norme 60044-5 Ed. 1.0 §8.10, des paliers de tension et des mesures supplémentaires (soulignés) ont été ajoutés à ceux définis par la CEI 60694 §6.3.

La tension appliquée à l'objet est augmentée jusqu'à 1,5 Um/√ 3 (212,2 kV). Cette valeur est maintenue 30 secondes, puis la tension est réduite à 1,1 Um/√ 3 (155,6 kV).

La tension d'essai de 1,1 Um/√ 3 (155,6 kV), est appliquée à l'objet pendant au moins 5 minutes -<u>une</u> mesure du niveau des perturbations radioélectriques devant être effectuée au bout de 30 secondes- et est ramenée par paliers jusqu'à 0,3 Um/√ 3 (42,4 kV), puis augmentée de nouveau par paliers jusqu'à la valeur initiale et finalement réduite par paliers jusqu'à 0,3 Um/√ 3.

A chaque palier une mesure du niveau des perturbations radioélectriques est effectuée et les niveaux tels qu'ils sont enregistrés pendant la dernière série de descente de tension sont notés en fonction de la tension appliquée. La courbe ainsi obtenue est la caractéristique de perturbation radioélectrique de l'appareil essayé.

Les mesures ont lieu pour des paliers de tension égaux à 0,1 Um/√ 3 (14.1 kV).



# RADIO INTERFERENCE VOLTAGE MEASUREMENT according to NEMA 107 and ANSI C93.1-1990

#### 1 - Test conditions:

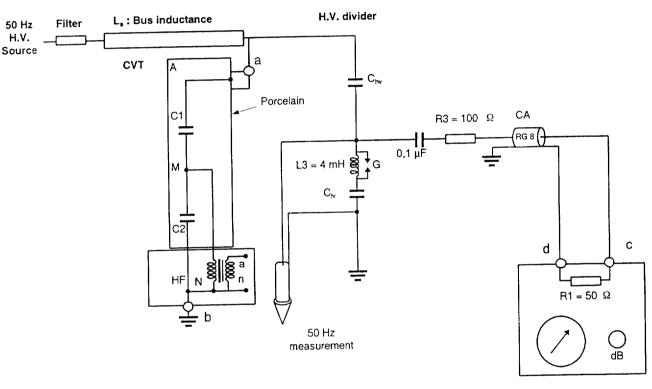
No correction for atmospheric conditions is applied. Tests are performed on whole apparatus.

The measurement frequency is 1 MHz (Rhode & Schwartz meter).

Tests are performed by applying the following conditions and procedure.

#### 2 - Measuring circuit

It is according to the NEMA 107 figure 3.1 and 3.3.a.



Rohde & Schwartz RIV meter

#### 3 - Test procedure:

To fulfil the CEI 60044-5 Ed1.0 §8.10 standard draft, voltage steps and measurements (underscored) have been added to those defined in CEI 60694 §6.3.

The voltage applied to the apparatus is rised until 1,5 Um/ $\sqrt{3}$  (212.2 kV). This value is maintened for 30 seconds, then the voltage is decreased to 1.1 Um/ $\sqrt{3}$  (155.6 kV).

The test voltage 1.1 Um/ $\sqrt{3}$  (155.6 kV) is applied to the aparatus for at least 5 minutes – a RIV level measurement shall be performed after 30 seconds– and decreased by steps down to 0.3 Um/ $\sqrt{3}$  (42.4 kV), then raised again by steps to the initial value and finally decreased by steps to 0.3 Um/ $\sqrt{3}$ .

At each step a radio interference measurement is taken and the radio interference level, as recorded during the last series of voltage reduction, are plotted versus the applied voltage; the curve so obtained is the radio influence characteristic of the apparatus under test.

Measurements are performed with voltage step equals to 0.1 Um/ $\sqrt{3}$  (14.1 kV).

#### 3.1 Mesure de l'atténuation due au circuit d'essai

Cette mesure est à réaliser avant chacun des essais décrits § 3.2 et § 3.3.

Une tension alternative de 100 mV eff. - son amplitude doit être au moins égale à dix fois le bruit ambiant mesuré par le mesureur de perturbation lorsqu'il est raccordé à la sortie du générateur de signaux - à 1 MHz est appliquée :

- Entre la borne haute tension de l'appareil en essai et la terre  $\Rightarrow E_{cd} (\mu V)$
- A l'entrée du mesureur ⇒ E<sub>ab</sub> (μV)

Le facteur P de RIV du circuit est donné par le rapport  $P = \frac{E_{cd}}{E_{ab}}$ .

#### 3.2 Mesure du niveau du bruit de fond

Les niveaux de RIV sont enregistrés (appareil en essai déconnecté) pour chacun des paliers de tension. Le facteur P est appliqué à chacune des mesures.

#### 3.3 Mesure des perturbations radioélectriques dues à l'objet en essai

L'appareil est connecté et un nouveau facteur d'atténuation est mesuré. Le niveau de bruit de fond est mesuré. Les niveaux de RIV sont enregistrés pour chacun des paliers de tension.

Le niveau de perturbations radioélectrique est déduit des valeurs mesurées à l'aide des relations suivantes :

(1) Niveau réel (dB
$$\mu$$
V) =  $\frac{\text{Valeur lue (dB}\mu\text{V})}{P}$ 
(2) Niveau réel ( $\mu$ V) = 10 20

Note : L'appareil de mesure donne 0 dB pour 1  $\mu V$ 



## 3.1 Test circuit attenuation measurement

This measurement is performed before each test described in § 3.2 and § 3.3.

An AC voltage of 100 mV r.m.s. –its amplitude must be at least ten time the ambiant level, wich is measured by the radio noise meter when tuned to the output of the signal generator–, 1 MHz is applied:

- Between high voltage terminal of the object under test and earth  $\Rightarrow$   $E_{cd}$  ( $\mu$ V)
- At the meter input  $\Rightarrow E_{ab} (\mu V)$

The circuit RIV factor (P) is deduced by ratio  $P = \frac{E_{cd}}{E_{ab}}$ .

## 3.2 Ambiant noise measurement

RIV levels are recorded (apparatus under test disconnected) for each voltage step. P factor is applied to each measurement.

# 3.3 Mesurement of radioelectric disturbances due to the tested object

Apparatus under test is now connected and a new attenuation factor is measured. Background level is recorded. RIV levels are recorded for each voltage step:

Radioelectric disturbances level is deduced from the measured values by the following relations:

(1) Real level (dB
$$\mu$$
V) = Read value (dB $\mu$ V)
$$\frac{P}{P}$$
(2) Real level ( $\mu$ V) = 10

Note : the meter gives 0 dB for 1  $\mu V$ 

#### 4 Spécifications

La tension de RIV maximale est de 250  $\mu$ V (ANSI C93.1-1990 Table 4) Le niveau du bruit de fond doit être inférieur de moitié à la limite spécifiée ci dessus. On doit avoir P  $\geq$  0,2 (NEMA §3.2.5).

#### 5 Resultats

#### 5.1 Facteur de RIV du circuit (appareil déconnecté)

Signal injecté: 100 mV - 1 MHz

 $E_{cd} = 21.38 \text{ mV}$   $E_{ab} = 98.86 \text{ mV}$   $P = \frac{E_{cd}}{E_{ab}} = 0.216$ 

# 5.2 Mesure du niveau du bruit de fond (appareil déconnecté)

Tension	Valeur lue	Niveau réel	
(kV eff)	sans atténuation (dBµV)	(dBµV) voir <sup>(1)</sup>	(μV) voir <sup>(2)</sup>
155,6	-3,5	-16,2	0,15
141,5	-3,5	-16,2	0,15
127,3	-3,5	-16,2	0,15
113,2	-3,5	-16,2	0,15
99,0	-3,5	-16,2	0,15
84,9	-3,5	-16,2	0,15
70,7	-3,5	-16,2	0,15
56,6	-3,5	-16,2	0,15
42,4	-3,5	-16,2	0,15

# Le niveau de bruit de fond est inférieur aux limites spécifiées.

# 5.3 Facteur de RIV du circuit (appareil connecté)

Signal injecté: 100 mV - 1 MHz

 $E_{cd} = 18.6 \text{ mV}$   $E_{ab} = 88.1 \text{ mV}$   $P = \frac{E_{cd}}{E_{ab}} = 0.211$ 

#### 5.4 Mesure du niveau de RIV du à l'appareil

Tension	Valeur lue	Nive	au réel
(kV eff)	sans atténuation (dBµV)	(dBµV) voir (1)	(μV) voir <sup>(2)</sup>
155,6	-3,5	-16,2	0,15
141,5	-3,5	-16,2	0,15
127,3	-3,5	-16,2	0,15
113,2	-3,5	-16,2	0,15
99,0	-3,5	-16,2	0,15
84,9	-3,5	-16,2	0,15
70,7	-3,5	-16,2	0,15
56,6	-3,5	-16,2	0,15
42,4	-3,5	-16,2	0,15



#### 4 Specifications

Maximum RIV voltage is 250  $\mu$ V (ANSI C93.1-1990 Table 4) Ambiant level must be lower by half than the limit mentioned above. P should be higher than 0.2 (NEMA §3.2.5).

#### 5 Results

## 5.1 Circuit RIV factor (apparatus disconnected)

Applied signal: 100 mV - 1 MHz

 $E_{cd} = 21.38 \text{ mV}$  Eab = 98.86 mV  $P = \frac{E_{cd}}{E_{ab}} = 0.216$ 

# 5.2 Ambiant level measurement (apparatus disconnected)

Voltage	Read value	Real	level
(kV r.m.s.)	without attenuation (dBµV)	(dBµV) see (1)	(μV) see <sup>(2)</sup>
155.6	-3.5	-16.2	0.15
141.5	-3.5	-16.2	0.15
127.3	-3.5	-16.2	0.15
113.2	-3.5	-16.2	0.15
99.0	-3.5	-16.2	0.15
84.9	-3.5	-16.2	0.15
70.7	-3.5	-16.2	0.15
56.6	-3.5	-16.2	0.15
42.4	-3.5	-16.2	0.15

# Ambiant level is below specified limits

## 5.3 Circuit RIV factor (apparatus connected)

Applied signal: 100 mV - 1 MHz

 $E_{cd} = 18.6 \text{ mV}$   $E_{ab} = 88.1 \text{ mV}$   $P = \frac{E_{cd}}{E_{ab}} = 0.211$ 

# 5.4 Measurement of RIV due to the tested object

Voltage	Read value	Real level	
(kV eff)	without attenuation (dBµV)	(dBµV) see <sup>(1)</sup>	(μV) see <sup>(2)</sup>
155.6	-3.5	-16.2	0.15
141.5	-3.5	-16.2	0.15
127.3	-3.5	-16.2	0.15
113.2	-3.5	-16.2	0.15
99.0	-3.5	-16.2	0.15
84.9	-3.5	-16.2	0.15
70.7	-3.5	-16.2	0.15
56.6	-3.5	-16.2	0.15
42.4	-3.5	-16.2	0.15

The tested apparatus shows a radio interference level below specified limits.

# VERIFICATION DU NIVEAU DES PERTURBATIONS RADIOELECTRIQUES suivant CEI 60 694 §6.3 et 38/249/CDV (Projet CEI 60044-5 ed1.0) §8.10

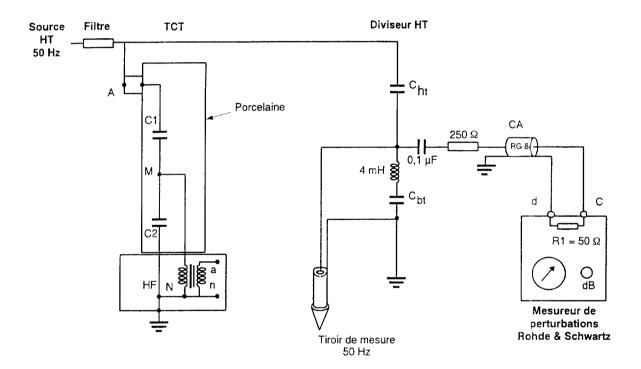
#### 1 - Conditions d'essai

Les essais sont effectués sur l'appareil complet et aucune correction pour conditions atmosphériques n'est appliquée.

La procédure d'essai ainsi que les conditions d'essais sont définies dans les publications CISPR 16 et 18 de la CEI.

La fréquence de mesure est de 500 kHz (Mesureur Rhode & Schwartz).

#### 2 - Schéma de principe



#### 3 - Procédure d'essai

#### 3.1 Mesure de l'atténuation du circuit d'essai

Un signal impulsionnel calibré est appliqué entre la borne haute tension de l'objet et la tere, puis à l'entrée du mesureur. On en déduit l'atténuation (Att) du circuit d'essais par différence des niveaux mesurés.

#### 3.2 Mesures des perturbations radioélectriques dues a l'objet en essai

Afin de permettre une comparaison avec les mesures effectuées selon la NEMA 107, les tensions appliquées sont celles de la CEI 60694 §6.3.

La tension d'essai de 1,1 Um/√ 3 ( 155,6 kV), est appliquée à l'objet pendant au moins 5 minutes et est ramenée par paliers jusqu'à 0,3 Um/√ 3 ( 42,4 kV), puis augmentée de nouveau par paliers jusqu'à la valeur initiale et finalement réduite par paliers jusqu'à 0,3 Um/√ 3. A chaque palier une mesure du niveau des perturbations radioélectriques est effectuée et les niveaux tels qu'ils sont enregistrés pendant la dernière série de descente de tension sont notés en fonction de la tension appliquée. La courbe ainsi obtenue est la caractéristique de perturbation radioélectrique de l'appareil essayé.

L'appareil n'a pas été soumis à d'autres essais diélectriques dans les 2 heures qui précèdent le présent essai.

Les mesures ont lieu pour des paliers de tension égaux à 0,1 Um/√ 3 (14,1 kV).



# RADIO INTERFERENCE VOLTAGE MEASUREMENT according to IEC 60 694 §6.3 and 38/249/CDV (Draft CEI 60044-5 ed1.0) §8.10

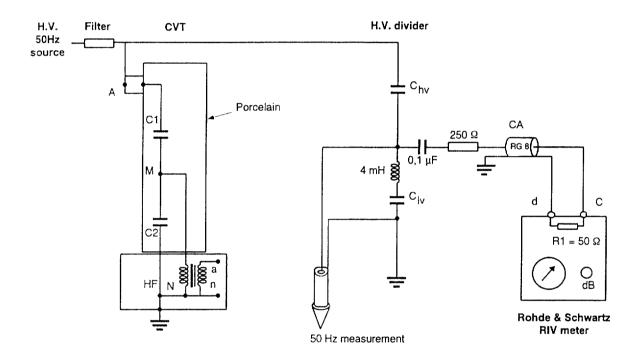
#### 1 - Test conditions:

Tests are performed on whole apparatus and no correction for atmospheric conditions is applied.

Test procedure and condition are specified in IEC's standards CISPR 16 and 18.

The measurement frequency is 500 kHz (Rhode & Schwartz meter).

#### 2 - Measuring circuit



#### 3 - Test procedure:

#### 3.1 Test circuit attenuation measurement

A calibrated impulse signal is applied between high voltage terminal of the object and earth, then at the input of the RIV meter. The attenuation (Att) is given by the difference between measured levels.

#### 3.2 Measurements of radioelectric disturbances due to the tested object

In order to allow a comparison with measurements performed according to NEMA 107, applied voltages are those defined in IEC 60694 §6.3.

The test voltage 1.1 Um/ $\sqrt{3}$  (155.6 kV) is applied to the aparatus for at least 5 min and decreased by steps down to 0.3 Um/ $\sqrt{3}$  (42.4 kV), then raised again by steps to the initial value and finally decreased by steps to 0.3 Um/ $\sqrt{3}$  (42.4 kV). At each step a radio interference measurement is taken and the radio interference level, as recorded during the last series of voltage reduction, are plotted versus the applied voltage; the curve so obtained is the radio influence characteristic of the apparatus under test.

No other dielectrical tests were performed in the 2 hours former this test.

Measurements are performed with voltage step equals to 0.1 Um/ $\sqrt{3}$  (14.1 kV).

#### 4 Spécifications

La tension de RIV maximale est de 2500 μV (CEI 60694 §6.3) et le niveau du bruit de fond doit être inférieur de moitié à cette limite.

#### 5 Resultats

#### 5.1 Conditions d'essai

Conditions atmosphériques pendant l'essai :

Tempéraure (°C)	20,5
Pression (mb)	1005
Humidité relative (%)	60,2

Essai réalisé sur un appareil propre et sec

#### 5.2 Résultats

Essai n°	1
Atténuation du circuit (dB)	20,7

Tension	Valeur lue	Niveau réel	
(kV eff)	sans atténuation (dBµV)	(dBµV)	(μV)
	İ	voir (1)	voir (2)
155,6	-3,5	32,8	43,5
141,5	-3,5	32,8	43,5
127,3	-3,5	32,8	43,5
113,2	-3,5	32,8	43,5
99,0	-3,5	32,8	43,5
84,9	-3,5	32,8	43,5
70,7	-3,5	32,8	43,5
56,6	-3,5	32,8	43,5
42,4	-3,5	32,8	43,5

## L'appareil essayé présente un niveau de perturbations radioélectriques inférieur aux limites spécifiées

Le niveau des perturbations radioélectriques présenté dans les résultats se déduit des valeurs relevées sur le mesureur par les relations suivantes :

La norme impose une impédance de la branche de 300  $\Omega$  et celle d'entrée du mesureur est de 50  $\Omega$ , d'où :

(1) Niveau en dB aux bornes de 300  $\Omega$  = valeur mesurée + Att + 15,56 dB

(2) Niveau en  $\mu$ V aux bornes de 300  $\Omega$  = 6 x 10

Le facteur 6 est dû au rapport (300/5) de l'impédance sur laquelle le niveau de perturbation est demandé et l'impédance sur laquelle on fait la mesure (20log6 = 15,56).

Il n'y a pas d'autre facteur de correction dû au passage dBμV → μV puisque l'appareil de mesure utilisé (Rhode & Schwartz) donne 0dB pour 1 µV.

L'atténuation Att du circuit correspond à la différence entre les valeurs lues sur le mesureur pour un même signal injecté aux bornes du TCT d'une part, et à l'entrée du mesureur de RIV d'autre part.



#### 4 Spécifications

The maximal RIV voltage is 2500  $\mu$ V (CEI 6 4.3) and the background level should be lower than half of this limit.

#### 5 Results

#### 5.1 Test conditions

Atmospheric conditions during test:

Temperature (°C)	20.5
Pression (mb)	1005
Relativ humidity (%)	60.2

Test have been performed on a clean and dry apparatus

#### 5.2 Results

Test n°	1
Circuit attenuation (dB)	20.7

Voltage	Read value	Real level	
(kV eff)	without attenuation (dBµV)	(dBµV)	(μV)
		see (1)	see (2)
155.6	-3.5	32.8	43.5
141.5	-3.5	32.8	43.5
127.3	-3.5	32.8	43.5
113.2	-3.5	32.8	43.5
99.0	-3.5	32.8	43.5
84.9	-3.5	32.8	43.5
70.7	-3.5	32.8	43.5
56.6	-3.5	32.8	43.5
42.4	-3.5	32.8	43.5

The tested apparatus shows a radio interference level below specified limits.

The RIV level as shown in results is deduced from the values readed on the meter by the following relations :

Standard sets branch impedance of and the meter input one is 50  $\Omega$ , that makes:

 $^{(1)}$  Level in dB to 300  $\Omega$  terminals = readed value + Att + 15.56 dB

(2) Level in μV to 300  $\Omega$  terminals = 6 x  $\frac{Att + Read \ value}{20}$ 

6 factor is due to (300/50) ratio of the impedance on wich RIV level is asked and the impedance on wich measurement is performed (20log6 = 15.56).

There are no other correction factor due to conversion  $dB\mu V \rightarrow \mu V$  as the measurement device used (Rhode & Schwartz) gives 0dB for 1  $\mu V$ .

The attenuation value (Att) is given by the difference between readed value on the meter for the same signal applied to CVT terminals on one hand and to RIV meter input on the other hand.

# MESURE DE LA CAPACITE ET DU FACTEUR DE DISSIPATION DIELECTRIQUE TANGENTE δ AVANT ET APRES ESSAIS DIELECTRIQUES (suivant CEI 60358 éd. 2 §7 et §8)

#### 1 - Conditions d'essai

L'appareil est posé sur un support de 2 m de hauteur. La borne HF ainsi que la cuve sont mis à la terre via le pont de mesure de capacité et tangente δ.

La cuve contenant l'élément électromagnétique est remplacée par une cuve non appareillée contenant de l'huile.

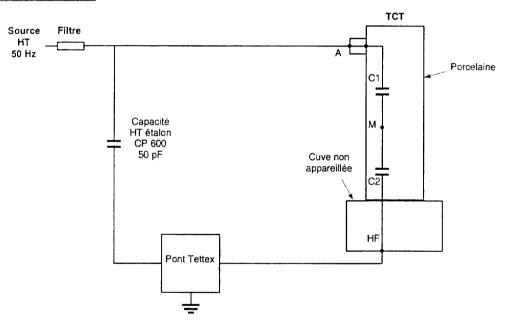
Cet essai est réalisé à température ambiante, avant puis après les essais diélectriques (essais 50 Hz et chocs de foudre).

#### 2 - Procédure d'essai

#### $U_{pg} = 220 \text{ kV} / \sqrt{3} (127 \text{ kV}).$

Les essais sont réalisés à la fréquence nominale et à une tension de 0,1  $U_{PR}$  puis à  $U_{PR} \pm 10$  %. On relève dans ces conditions, la valeur de la capacité et la valeur de la tangente de l'angle de perte.

#### 3 - Schéma du circuit d'essai



#### 4 Spécifications

La capacité mesurée ne doit pas différer de la valeur nominale de plus de - 5% ou +10 %.

S'il existe une différence entre les 2 mesures (avant et après les essais diélectriques), cette différence ne doit pas être telle qu'elle puisse indiquer le claquage d'un ou plusieurs éléments.

$$0.95 \text{ Cn} \le C \le 1.1 \text{ Cn} \Rightarrow 4180 \text{ pF} \le C \le 4840 \text{ pF}$$
Tg  $\delta \le 5.10\text{E}-3$ 

#### 5 -Résultats

	Temperature	Tension (kV)	C (pF)	Tgδ	Réalisé le
Avant essais diélectriques	20,3	12,7	4598	7,79.10E-4	29/11/00
Après essais diélectriques	20,7	12,7	4600	8,70.10E-4	04/12/00
		127	4600	7,66.10E-4	
Incertitudes de mesures	± 0,6°C	± 3%	± 0,5 % de C mesurée (pontTettex)	± 0,5 10 <sup>-4</sup> (pont Tettex)	

Les valeurs de C et Tg  $\delta$  sont conformes aux spécifications.



# CAPACITANCE AND CAPACITOR LOSSES TANGENT δ MEASUREMENT BEFORE AND AFTER DIELECTRICAL TESTS (according to CEI 60358 ed. 2 §7 et §8)

#### 1 - Test conditions

The apparatus under test is installed on a 2 meters high frame. The HF terminal and the tank are earthed together through the capacitance and tangent d measurement bridge.

A full oil tank is placed instead of the electromagnetic unit tank.

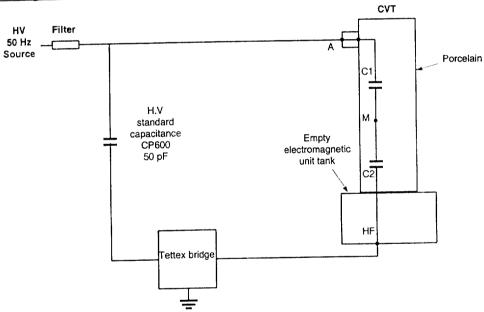
This test is performed at ambient temperature, before and after dielectric tests (lightning impulses and 50 Hz tests).

## 2 - Test procedure .

## $U_{PR} = 220 \text{ kV} / \sqrt{3} (127 \text{ kV})$

Tests are realized at nominal frequency and at a voltage of  $0.1~U_{PR}$  and then  $U_{PR} \pm 10~\%$ . In this conditions, capacitance and dielectric dissipation factor are recorded

#### 3 - Test circuit diagram



## 4 - Specifications

The measured capacitance shall not differ from rated value by more than - 5% or +10%.

If a difference exists between the 2 measurements (before and after dielectrical tests), this difference should not indicate a puncture of one or more elements.

$$0.95 \ Cn \le C \le 1.1 \ Cn \Rightarrow 4180 \ pF \le C \le 4840 \ pF$$
 $Tg \ \delta \le 5.10E-3$ 

#### 5 - Results

	Temperature	Voltage (kV)	C (pF)	Тдδ	Performed the
Before dielectrial tests	20.3	12.7	4598	7.79,10E-4	11/29/00
After dielectrical tests	20.7	12.7	4600	8.70 <b>,10E-4</b>	12/04/00
		127	4600	7.66 <b>.</b> 10E-4	
Measurement accuracy	± 0.6°C	± 3%	± 0.5 % of measured C (Tettex bridge)	± 0.5.10 <sup>-4</sup> (Tettex bridge)	

C and Tg  $\delta$  values agree with specifications.

# ESSAI AUX CHOCS DE FOUDRE PLEINS ET COUPÉS DU DIVISEUR DE TENSION CAPACTIF (suivant CEI 60186 § 50 ; CEI 60186 Amendement 2 §18)

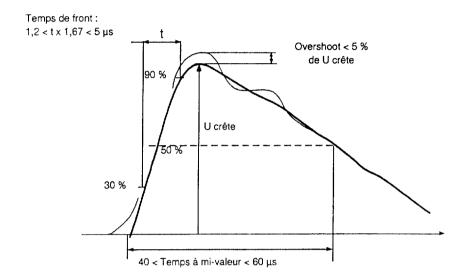
#### 1. Conditions d'essai

L'appareil est posé sur un support. L'essai est réalisé sur l'appareil complet.

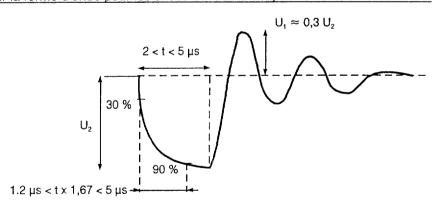
Des chocs de foudre ont été appliqués entre la borne A et la terre. Les bornes N, n, HF ainsi que la cuve, sont réunies entre elles et reliées à la terre.

Aucune correction pour conditions atmosphériques n'est appliquée.

Tolérances sur la forme d'onde pour les chocs de foudre pleins (d'après CEI 60186 2 dédition 1987 §50) :



Tolérances sur la forme d'onde pour les chocs de foudre coupés -CEI 60186 Amendement 2 § 18 :



Nota :  $U_1$  doit être inférieur à 30% de  $U_2$ . Cet ajustement peut être réalisé en ajoutant une résistance (R < 10  $\Omega$ ) entre l'appareil en essai et l'éclateur à sphères commandé.



# FULL AND CHOPPED IMPULSE TEST ON CAPACITOR VOLTAGE DIVIDER (according to IEC 60186 § 50; IEC 60186 Amendment 2 §18)

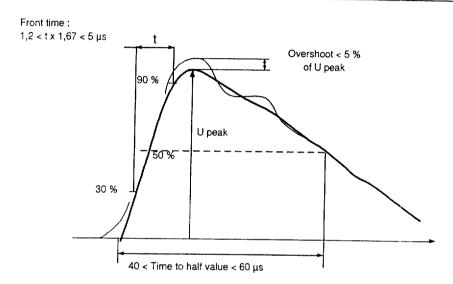
#### 1. Test conditions

The apparatus is on a frame. Test is performed on whole apparatus.

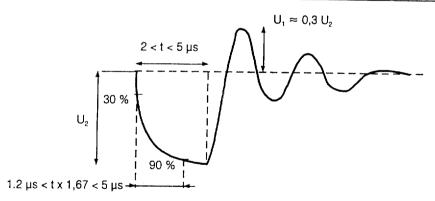
Lightning impulses have been applied between terminal A and earth. N, n, HF terminals as well as the tank are connected together and linked to earth.

No correction for atmospheric condition is applied.

Tolerance on the waveform for full lightning impulse (according to IEC 60186 2 Ed. 1987 §50):

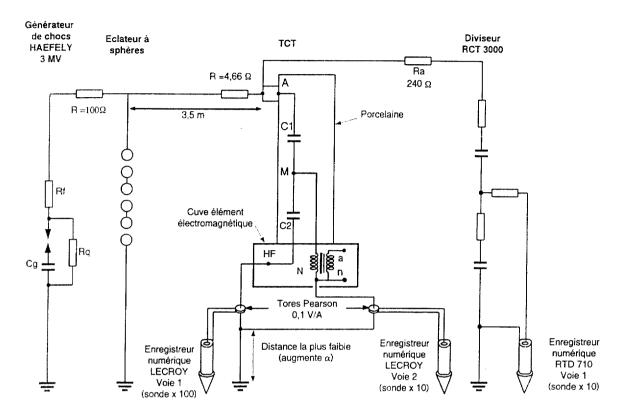


Tolerance on the waveform for chopped lightning impulse -CEI 60186 Amendement 2 § 18 :



Nota:  $U_1$  must be lower than 30% of  $U_2$  value. This level adjustment can be obtained by adding a resistor (R< 10  $\Omega$ ) between the apparatus under test and the triggered sphere chopping gap.

#### 2. Schéma de principe



#### 3 - Procedure d'essai:

Cet essai est une combinaison les essais aux chocs de foudre pleins -selon CEI 60186 2 édition 1987 §50 et CEI 60186 Am. 2 §13- et coupés -selon CEI 60186 Amendement 2 1995-09 § 18.

La tension de tenue assignée au choc de foudre vaut U<sub>essai</sub> = 1050 kV.

#### Polarité positive :

- Un choc plein de référence à 60 % de U<sub>essai</sub> (630 kV).
- 15 chocs pleins à U<sub>essai</sub> (voir oscillogrammes page 29).

#### Polarité négative :

- Un choc plein de référence à 60 % de U<sub>essai</sub> (630 kV).
- Un choc plein à U<sub>essai</sub>.
- Deux chocs coupés à 1,15 U<sub>essai</sub> (1207 kV) (voir oscillogramme page 30).
- Un choc plein de référence à 60 % de U<sub>essai</sub> (630 kV).
- 14 chocs pleins à U<sub>essai</sub> (voir oscillogrammes page 31).

#### 4 Spécifications

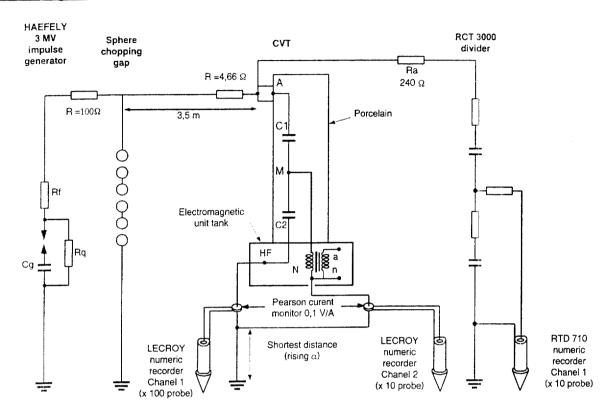
Pas plus de deux amorçages par polarité at aucune perforation interne sont permis.

#### 5 -Résultats

Aucune variation des formes d'onde n'a été observée entre le premier et le dernier enregistrement. Aucun contournement interne ou externe ne s'est produit.



#### 2. Circuit diagram



#### 3 - Test procedure:

This test is a combination between full -according to IEC 60186 2<sup>nde</sup> Ed. 1987 §50 and IEC 60186 Am. 2 §13- and chopped lightning impulses -according to IEC 60186 Amendement 2 1995-09 § 18.

The rated lightning impulse withstand voltage is  $U_{test} = 1050 \text{ kV}$ .

#### Positive polarity:

- A full reference lightning impulse at 60 % of U<sub>test</sub> (630 kV).
- 15 full impulses at U<sub>test</sub> (see oscillograms page 29).

#### Negative polarity:

- A full reference lightning impulse at 60 % of  $U_{\text{test}}$  (630 kV).
- One full impulse at U<sub>test</sub>.
- Two chopped impulses at 1.15 U<sub>test</sub> (1207 kV) (see oscillogram page 30).
- A full reference lightning impulse at 60 % of U<sub>test</sub> (630 kV).
- 14 full impulses at U<sub>test</sub> (see oscillograms page 31).

#### 4 - Specifications

No more than two flashovers per polarity and no internal perforation are allowed.

#### 5 - Results

No waveform variations was noticed between first and last recording. No internal or external flashover happened during the test.

# ESSAIS DIELECTRIQUES 50 HZ ET SOUS PLUIE DU DIVISEUR DE TENSION CAPACITIF (suivant CEI 60358 éd. 2 §9.2.2 et CEI 60186 Am. 2 §14)

## 1 - Conditions d'essai.

L'appareil est posé sur un châssis de 2 m de hauteur. La cuve contenant l'élément électromagnétique est remplacée par une cuve non appareillée contenant de l'huile.

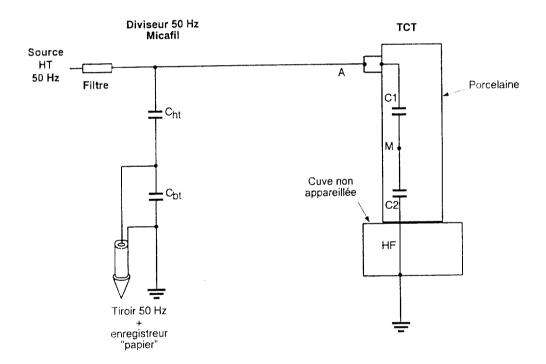
#### 2 - Procédure d'essai

Caractéristiques d'aspertion : voir page suivante.

Une tension sinusoïdale 50 Hz de valeur efficace de 460 kV (TCT 245 kV) est appliquée durant 1 minute entre la borne A et la masse. La cuve et la borne HF sont reliées à la masse.

Les corrections pour conditions atmosphériques sont appliquées. On enregistre la tension appliquée pendant toute la durée de l'essai.

#### 3 - Schéma de principe.



#### 4 Spécifications

Aucune décharge disruptive n'est permise.

#### 5 -Résultats

Aucune décharge disruptive n'a été observée.



# WET POWER FREQUENCY WITHSTAND TEST OF CAPACITOR VOLTAGE DIVIDER (according to IEC 60358 éd. 2 §9.2.2 and CEI 60186 Am. 2 §14)

#### 1 - Test conditions.

The apparatus under test is installed on a 2 meters high frame. A full oil tank is used instead of the electromagnetic unit tank.

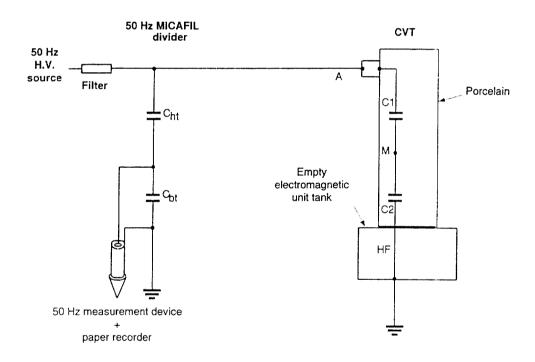
#### 2 - Test procedure

Precipitation conditions: see next page.

A 50 Hz sinusoidal voltage of **460 kV** r.m.s.(CVT 245 kV) is applied during 1 minute between A terminal and the earth. The tank and HF terminal are earthed together.

Atmospheric correction factor is applied. Applied voltage is recorded during whole test.

#### 3 - Circuit diagram



#### 4 Specifications

No disruptive discharge is allowed.

#### 5 -Results

No disruptive discharge was noticed.

# ESSAIS DIELECTRIQUES 50 HZ ET SOUS PLUIE DU DIVISEUR DE TENSION CAPACITIF (suivant CEI 60358 éd. 2 §9.2.2 et CEI 60186 Am. 2 §14)

#### Caractéristiques d'aspertion

Les caractéristiques d'aspersion sont réalisées selon la publication CEI 60060-1 § 9.1 .

Les mesures sont réalisées en effectuant des balayages verticaux (1 m d'amplitude) sur l'appareil en essai.

Température ambiante : 19,3°C

PARAMETRES RELEVEES	VALEURS MESUREES		VALEURS SPECIFIEES
TAUX D'ASPERSION MOYEN (mm/mn)	Bas	Haut	
- Composante horizontale	1,3	1,4	1 à 2
- Composante verticale	1,8	1,6	1 à 2
ECARTS MAXI (mm/mn) entre chaque mesure et par rapport à la valeur moyenne : - Composante horizontale - Composante verticale	0,2 0,5		± 0,5 ± 0,5
TEMPERATURE DE L'EAU (°C)	17,6		TEMPERATURE AMBIANTE ± 15
RESISTIVITE DE L'EAU A 20°C	97µS / cm		$100\pm15$ ( $\Omega m$ ) ou $100^{+18}_{-13}$ ( $\mu S/cm$ )



# WET POWER FREQUENCY WITHSTAND TEST OF CAPACITOR VOLTAGE DIVIDER (according to IEC 60358 éd. 2 §9.2.2 and IEC 60186 Am. 2 §14)

## Precipitation conditions:

The tests were performed according to IEC 60060-1 publication § 9.1.

Measurements consisted of vertical movements (1m length :) on the apparatus under test.

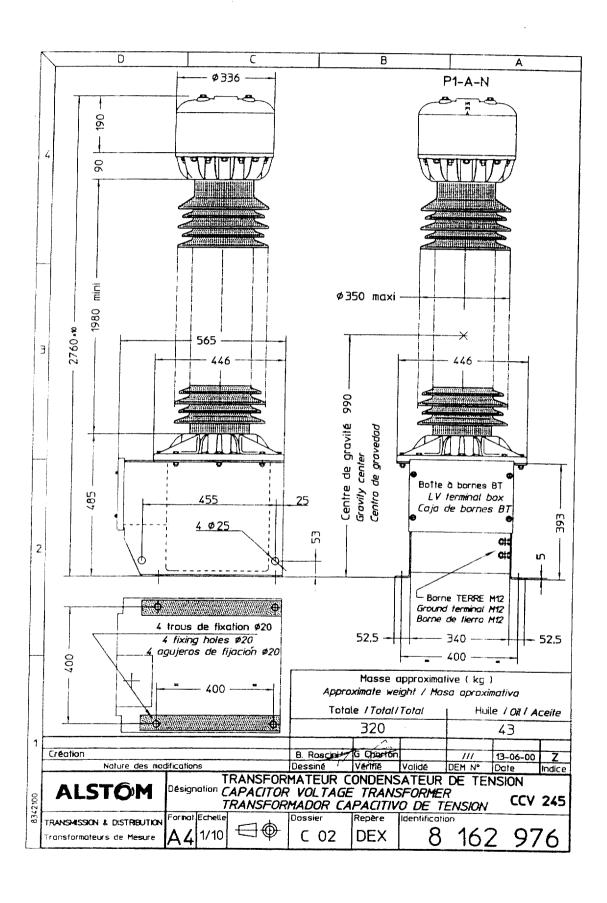
Ambient temperature: 19.3 °C

RECORDED PARAMETERS	MEASURED VALUES		SPECIFIED VALUES
AVERAGE PRECIPITATION RATE (mm/mn)	Тор	Bottom	
- Horizontal components	1.3	1.4	1 à 2
- Vertical components	1.8	1.6	1 à 2
LIMIT VALUES (mm/mn) for any individual measurement: - Horizontal component - Vertical component	0.2 0.5		± 0.5 ± 0.5
TEMPERATURE OF WATER (°C)	17.6		AMBIENT TEMPERATURE ± 15
RESISTIVITY OF WATER AT 20°C	97 μS/cm		$100\pm15(\Omega m)\mathrm{cr}100^{+18}_{-13}(\mu\mathrm{S/cm})$

# ANNEXE 1 / APPENDIX 1

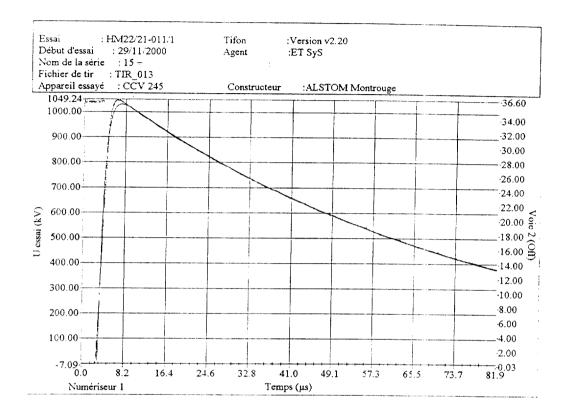


#### PLAN DE L'APPAREIL / APPARATUS PLAN





# FORME D'ONDE CHOC PLEIN POLARITÉ POSITIVE / FULL POSITIV POLARITY IMPULSE WAVE SHAPE



Numériseur 1, voie 1 (U essai), dépouillement : Onde de foudre, polarité Positive

Valeur d'essai = 1049.24 kV Temps de queue = 54.94 µs

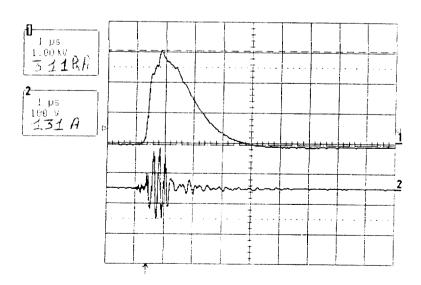
Valeur de crete = 1049.24 kV Temps de front = 2.58 µs Fréquence dominante = 305.18 kHz Rd générateur = 0.84

Temps de front = 2.58 µs

Ampl. de l'overshoot = 1.84 %

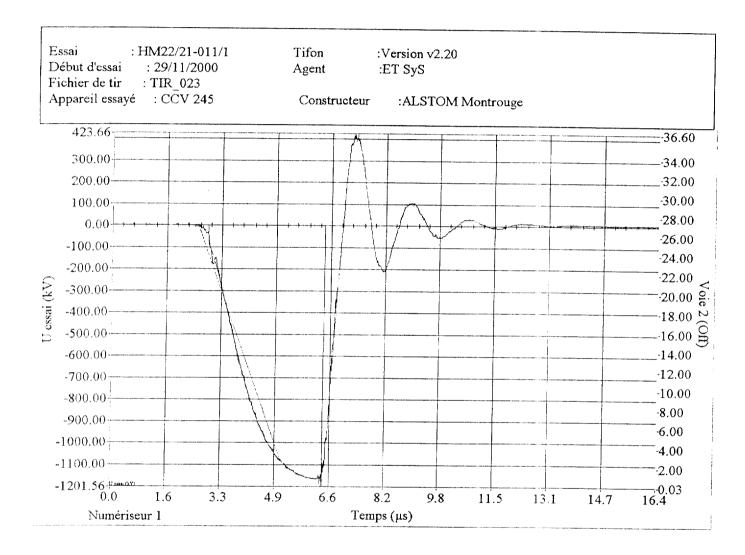
Durée de l'overshoot = 2.40 µs

# ENREGISTREMENTS DES COURANTS / CURRENTS RECORDS





# FORME D'ONDE CHOC COUPE POLARITÉ NEGATIVE / CHOPPED NEGATIV POLARITY IMPULSE WAVE SHAPE



Numériseur 1, voie 1 (U essai), dépouillement : Onde de foudre, polarité Négative

Valeur d'essai = 1201.56 kV

Valeur de crete = 1201.56 kV

Temps de front =  $2.83 \mu s$ 

 $Ve/Tf = 424.61 \text{ kV/}\mu\text{s}$ 

Temps à la coupure = 3.78 μs

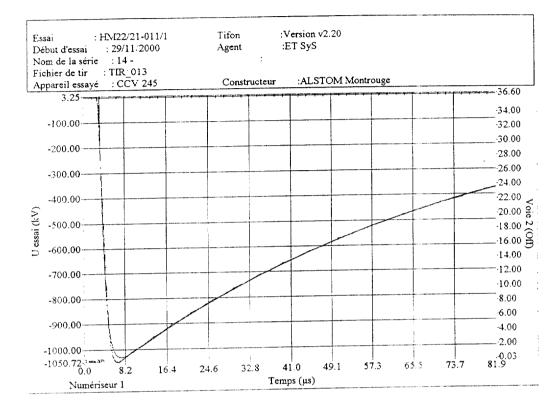
Tension à la coupure = 1201.56 kV

Raideur de la coup. =  $1372.20 \text{ kV/}\mu\text{s}$  Durée de la coupure =  $0.53 \mu\text{s}$ 

Premier rebond = 17.82 %



# FORME D'ONDE CHOC PLEIN POLARITÉ NÉGATIVE / FULL NEGATIV POLARITY IMPULSE WAVE SHAPE



Numériseur 1, voie 1 (U essai), dépouillement : Onde de foudre, polarité Négative

Valeur d'essai = 1050.72 kV

Temps de queue = 54.08 μs Ampl de l'overshoot = 1.86 % Valeur de orete = 1050.72 kV Temps de front = 2.59 μs Fréquence dominante = 317.38 kHz Rd générateur = 0.83 Durée de l'overshoot = 2.51 µs

# ENREGISTREMENTS DES COURANTS / CURRENTS RECORDS

