



DOCUMENT CHANGE REQUEST

DCR number 290

Changes required for: Qualification

Originator: Philippe Baviere

Date: 2006/10/11

Date sent: 2006/10/11

Organisation: CNES

Status: IMPLEMENTED

Title: Crystal Units in Metal Holder, based on type T807, Frequency range:4.0-140MHz.

Number: 3501/001

Issue: 1

Other documents affected:

3501/002-2, 3501/008-1, 3501/009-1, 3501/011-1, 3501/012-1, 3501/018-1, 3501/019-1

Page:

Add a new Appendix A for manufacturer C-MAC

Paragraph:

Add a new Appendix A for manufacturer C-MAC

Original wording:

Proposed wording:

Add Appendix A
Agreed Deviations for C-MAC

Items affected
Para 4.2.2 (Deviations from Final Production Tests(Char II))

Description of Deviations
Para 9.3 Shock : Shall not be performed


Justification:

This appendix was suggested in comments when DCR 200 has been rejected.

The DCR is restricted to the suppression of shocks during Final Production Tests at C-MAC to the ESCC qualified Crystal Units.

The quality system and the test during VOQ are garant for the production : see the attachments :

- Procedure d'Organisation des qualifications
- Programme de qualification de la pate P200
- Rapport de qualification ESCC P200
- Complement de qualification de la pate P200

| |
|--|
| Attachments: |
| RDQ-016-01.pdf, 2-QLT-005-03.pdf, 3-PDQ-016-01.pdf, 2003-04_Rap_Qualif_ESCC_P200.pdf, null |
| Modifications: |
| N/A |
| Approval signature: |
|  |
| Date signed: |
| 2006-10-11 |



Frequency Products

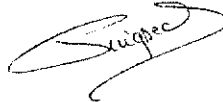

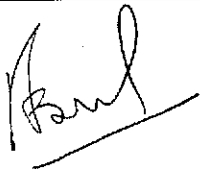

Réf : RDQ-011-01 issue 02

Date : 07/04/03

Page : 1 / 16

RESULTATS DE LA QUALIFICATION DU SPOTTAGE A LA P200 DES RESONATEURS HC37 (3CV, 8/100)

VERIFICATION - APPROBATION

| ROLE | FONCTION | NOMS | SIGNATURE | DATE |
|---------------------|----------|--------------|---|--------------|
| Rédacteur | QLT | F. PUIGSECH |  | 07-Mars-03 |
| Examineur technique | RES | T. SOUBIROUS |  | 08-Mars-03 |
| Examineur Qualité | QLT | P. BUNEL |  | 23-Avril-03 |
| Approbateur | RES | J. LAMBOLEY |  | 18- Avril-03 |



Frequency Products

CNES

Département Assurance Qualité
Composants
18, avenue Edouard Belin
31 055 Toulouse

A l'attention de Monsieur BAVIERE

N/Réf : 04/713FP

Argenteuil le 09 février 04

Monsieur,

Suite à l'information que nous vous avons transmise en début d'année concernant le scellement des résonateurs spatiaux, nous vous confirmons que depuis le 06/01/2004 nous avons introduit la pâte à sceller P200 dans notre fabrication pour améliorer les performances en vieillissement.

Dans le domaine des OCXO professionnels de haute performance en vieillissement, depuis plus d'un an C-MAC utilise cette pâte.

La pression résiduelle avec la P200 est meilleure que celle obtenue avec la H20F1.

H20F1 : 1 mbar

P200 : 10-4 à 10-5 mbar

En annexe, nous vous transmettons les résultats des essais mécaniques et climatiques réalisés sur des résonateurs fabriqués selon le PID 3-QLT-005/02 ainsi que les résultats de DPA effectuées sur deux pièces issues de ces essais (rapport SERMA AF04-0224).

Niveaux des essais :

Chocs : ½ Sinus, 100g, 18 chocs

Sinus : 20g, 2000Hz, 10 cycles, 1 oct/mn

Cycles Thermiques : -55 °C à 125°C, 10VRT, + 90VRT (100VRT cumulés)

La révision du PID 3-QLT-005/02 sera faite à l'issue de la VOQ planifiée fin 2004.

Nous restons à votre disposition pour tous renseignements complémentaires.

Meilleures Salutations.

Francine PUIGSECH
Service Qualité

Copie :

Jacques LAMBOLEY

Pierre POULIAN



C-MAC Frequency Products - S.A.S. au capital de 375.250 F - SIREN 569 815 038 RCS PONTOISE - APE 321B - FR 61 569 815 038

44, Avenue de la Glacière / BP 165 / 95105 ARGENTEUIL cedex - FRANCE / Tél. : 33 (0)1 39 98 36 00

FAX : Direction 33 (0)1 39 98 36 90 - Commercial 33 (0)1 39 98 36 50 - Achats 33 (0)1 39 98 36 40 - Autres services 33 (0)1 39 98 36 60

internet homepage : <http://cfpwww.com> - internet e-mail : cfp@france.cfpwww.com

C-MAC

CHOCS

| N° | Avant chocs (22/12/03) | | | Après chocs 100 g (05/01/04) | | | Sanction | |
|--------|---------------------------|--------|----------|---------------------------------|--------|----------|-------------|-------------|
| | Fn (Hz) | L (mH) | R (ohms) | Fn (Hz) | L (mH) | R (ohms) | delta f / f | delta R / R |
| 034153 | 45238350.9 | 12.28 | 17.9 | 45238346.3 | 12.29 | 17.9 | -1.02E-07 | 0% |
| 034165 | 45238291.0 | 12.14 | 15.9 | 45238288.7 | 12.16 | 15.9 | -5.08E-08 | 0% |
| 034166 | 45238279.2 | 11.98 | 18.4 | 45238278.4 | 11.99 | 18.4 | -1.77E-08 | 0% |
| 034167 | 45238251.1 | 12.25 | 16.5 | 45238246.4 | 12.26 | 17.5 | -1.04E-07 | 6% |
| 034168 | 45238332.9 | 11.96 | 15.6 | 45238328.6 | 11.96 | 15.6 | -9.51E-08 | 0% |
| | | | | | | | | |
| 034154 | 53846418.6 | 9.59 | 21.4 | 53846419.1 | 9.60 | 21.1 | 9.29E-09 | -1% |
| 034159 | 53846444.8 | 9.30 | 18.6 | 53846441.1 | 9.31 | 18.5 | -6.87E-08 | -1% |
| 034160 | 53846417.5 | 9.53 | 18.9 | 53846415.6 | 9.54 | 18.8 | -3.53E-08 | -1% |
| 034161 | 53846408.4 | 9.91 | 19.9 | 53846408.6 | 9.91 | 19.8 | 3.71E-09 | -1% |
| | | | | | | | | |
| N° | Avant chocs (31/10/03) | | | Après chocs 100 g (05/01/04) | | | Sanction | |
| | Fn (Hz) | L (mH) | R (ohms) | Fn (Hz) | L (mH) | R (ohms) | delta f / f | delta R / R |
| 034151 | 72300067.1 | 18.13 | 50.1 | 72300066.8 | 18.14 | 50.2 | -4.15E-09 | 0% |
| 034154 | 72300007.6 | 17.07 | 47.2 | 72300012.2 | 17.12 | 47.5 | 6.36E-08 | 1% |
| 034158 | 72300011.1 | 16.95 | 47.9 | 72300017.0 | 16.96 | 48.1 | 8.16E-08 | 0% |
| | (23/12/03) | | | (06/01/04) | | | | |
| 034153 | 74714090.6 | 15.90 | 48.5 | 74714089.0 | 15.87 | 48.5 | -2.14E-08 | 0% |
| 034154 | 74714084.8 | 16.02 | 48.5 | 74714080.3 | 16.01 | 48.6 | -6.02E-08 | 0% |
| 034156 | 74714116.7 | 15.88 | 48.0 | 74714122.2 | 15.89 | 48.5 | 7.36E-08 | 1% |
| 034157 | 74714201.1 | 15.83 | 48.9 | 74714199.7 | 15.83 | 49.0 | -1.87E-08 | 0% |
| 034159 | 74714224.1 | 16.25 | 49.1 | 74714227.9 | 16.26 | 49.1 | 5.09E-08 | 0% |
| 034160 | 74714317.2 | 15.73 | 48.1 | 74714317.6 | 15.72 | 48.1 | 5.35E-09 | 0% |

| N° | Avant Vibrations Sinus 20g 05/01/04 | | | Après Vibrations Sinus 20g 08/01/04 | | | Sanction | |
|--------|--|--------|----------|--|--------|----------|-------------|-------------|
| | F _n (Hz) | L (mH) | R (ohms) | F _n (Hz) | L (mH) | R (ohms) | delta f / f | delta R / R |
| 034153 | 45238346.3 | 12.29 | 17.9 | 45238348.3 | 12.30 | 17.9 | 4.42E-08 | 0% |
| 034165 | 45238288.7 | 12.16 | 15.9 | 45238290.7 | 12.16 | 15.9 | 4.42E-08 | 0% |
| 034166 | 45238278.4 | 11.99 | 18.4 | 45238280.0 | 12.01 | 18.5 | 3.54E-08 | 1% |
| 034167 | 45238246.4 | 12.26 | 17.5 | 45238249.3 | 12.26 | 16.4 | 6.41E-08 | -6% |
| 034168 | 45238328.6 | 11.96 | 15.6 | 45238331.3 | 11.97 | 15.6 | 5.97E-08 | 0% |
| 034154 | 53846419.1 | 9.60 | 21.1 | 53846422.0 | 9.62 | 21.1 | 5.39E-08 | 0% |
| 034159 | 53846441.1 | 9.31 | 18.5 | 53846447.2 | 9.32 | 18.5 | 1.13E-07 | 0% |
| 034160 | 53846415.6 | 9.54 | 18.8 | 53846421.2 | 9.56 | 18.7 | 1.04E-07 | -1% |
| 034161 | 53846408.6 | 9.91 | 19.8 | 53846415.8 | 9.95 | 19.8 | 1.34E-07 | 0% |


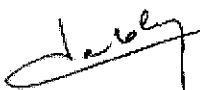
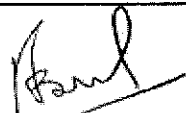

| N° | Avant Vibrations Sinus 20g 05/01/04 | | | Après Vibrations Sinus 20g 08/01/04 | | | Sanction | |
|--------|--|--------|----------|--|--------|----------|-------------|-------------|
| | F _n (Hz) | L (mH) | R (ohms) | F _n (Hz) | L (mH) | R (ohms) | delta f / f | delta R / R |
| 034151 | 72300066.8 | 18.14 | 50.2 | 72300068.1 | 18.16 | 50.3 | 1.80E-08 | 0% |
| 034154 | 72300012.2 | 17.12 | 47.5 | 72300010.5 | 17.16 | 47.4 | -2.35E-08 | 0% |
| 034158 | 72300017.0 | 16.96 | 48.1 | 72300018.1 | 17.01 | 48.1 | 1.52E-08 | 0% |
| | (06/01/04) | | | | | | | |
| 034153 | 74714089.0 | 15.87 | 48.5 | 74714089.1 | 15.91 | 48.6 | 1.34E-09 | 0% |
| 034154 | 74714080.3 | 16.01 | 48.6 | 74714082.3 | 16.04 | 48.6 | 2.68E-08 | 0% |
| 034156 | 74714122.2 | 15.89 | 48.5 | 74714122.0 | 15.92 | 48.4 | -2.68E-09 | 0% |
| 034157 | 74714199.7 | 15.83 | 49.0 | 74714203.7 | 15.86 | 49.1 | 5.35E-08 | 0% |
| 034159 | 74714227.9 | 16.26 | 49.1 | 74714225.6 | 16.27 | 49.2 | -3.08E-08 | 0% |
| 034160 | 74714317.6 | 15.72 | 48.1 | 74714319.3 | 15.74 | 48.2 | 2.28E-08 | 0% |

| N° | Avant VRT 08/01/04 | | Après 10 VRT -55 +125 °C 12/01/04 | | | | Après 100 VRT -55 +125 °C 15/01/04 | | | | Sanction après 10 VRT | | Sanction après 100 VRT | |
|--------|-----------------------|--------|--------------------------------------|---------------------|--------|----------|---------------------------------------|--------|----------|--|--------------------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | F _n (Hz) | L (mH) | R (ohms) | F _n (Hz) | L (mH) | R (ohms) | F _n (Hz) | L (mH) | R (ohms) | | delta f / f | delta R / R | delta f / f | delta R / R |
| 034153 | 45238348.3 | 12.30 | 17.9 | 45238346.8 | 12.33 | 17.9 | 45238339.8 | 12.31 | 17.9 | | -3.32E-08 | 0% | -1.55E-07 | 0% |
| 034165 | 45238290.7 | 12.16 | 15.9 | 45238290.4 | 12.18 | 15.9 | 45238281.8 | 12.17 | 15.9 | | -6.63E-09 | 0% | -1.90E-07 | 0% |
| 034166 | 45238280.0 | 12.01 | 18.5 | 45238280.3 | 10.02 | 18.5 | 45238276.2 | 12.01 | 18.6 | | 6.63E-09 | 0% | -9.06E-08 | 1% |
| 034167 | 45238249.3 | 12.26 | 16.4 | 45238249.5 | 12.29 | 17.7 | 45238245.7 | 12.26 | 16.0 | | 4.42E-09 | 8% | -8.40E-08 | -10% |
| 034168 | 45238331.3 | 11.97 | 15.6 | 45238333.5 | 11.99 | 15.6 | 45238329.8 | 11.98 | 15.6 | | 4.86E-08 | 0% | -8.18E-08 | 0% |
| 034154 | 53846422.0 | 9.62 | 21.1 | 53846414.5 | 9.62 | 21.1 | 53846405.3 | 9.61 | 21.1 | | -1.39E-07 | 0% | -1.71E-07 | 0% |
| 034159 | 53846447.2 | 9.32 | 18.5 | 53846443.4 | 9.33 | 18.6 | 53846436.0 | 9.32 | 18.5 | | -7.06E-08 | 1% | -1.37E-07 | -1% |
| 034160 | 53846421.2 | 9.56 | 18.7 | 53846416.5 | 9.57 | 19.0 | 53846403.7 | 9.56 | 19.0 | | -8.73E-08 | 2% | -2.38E-07 | 0% |
| 034161 | 53846415.8 | 9.95 | 19.8 | 53846409.3 | 9.96 | 19.7 | 53846383.5 | 9.94 | 19.9 | | -1.21E-07 | -1% | -4.79E-07 | 1% |

| N° | Avant VRT 08/01/04 | | Après 10 VRT -55 +125 °C 12/01/04 | | | | Après 100 VRT -55 +125 °C 15/01/04 | | | | Sanction après 10 VRT | | Sanction après 100 VRT | |
|--------|-----------------------|--------|--------------------------------------|---------------------|--------|----------|---------------------------------------|--------|----------|--|--------------------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | F _n (Hz) | L (mH) | R (ohms) | F _n (Hz) | L (mH) | R (ohms) | F _n (Hz) | L (mH) | R (ohms) | | delta f / f | delta R / R | delta f / f | delta R / R |
| 034151 | 72300068.1 | 18.16 | 50.3 | 72300059.1 | 18.18 | 50.4 | 72300058.0 | 18.19 | 50.5 | | -1.24E-07 | 0% | -1.52E-08 | 0% |
| 034154 | 72300010.5 | 17.16 | 47.4 | 72300010.5 | 17.18 | 47.4 | 72300007.5 | 17.18 | 47.5 | | 0.00E+00 | 0% | -4.15E-08 | 0% |
| 034158 | 72300018.1 | 17.01 | 48.1 | 72300016.0 | 17.02 | 48.3 | 72300008.2 | 17.02 | 48.2 | | -2.90E-08 | 0% | -1.08E-07 | 0% |
| 034153 | 74714089.1 | 15.91 | 48.6 | 74714087.0 | 15.90 | 48.6 | 74714092.1 | 15.91 | 48.8 | | -2.81E-08 | 0% | 6.83E-08 | 0% |
| 034154 | 74714082.3 | 16.04 | 48.6 | 74714079.9 | 16.06 | 48.7 | 74714080.3 | 16.08 | 48.9 | | -3.21E-08 | 0% | 5.35E-09 | 0% |
| 034156 | 74714122.0 | 15.92 | 48.4 | 74714120.2 | 15.92 | 48.3 | 74714117.7 | 15.94 | 48.5 | | -2.41E-08 | 0% | -3.35E-08 | 0% |
| 034157 | 74714203.7 | 15.86 | 49.1 | 74714198.4 | 15.87 | 49.2 | 74714190.9 | 15.89 | 49.7 | | -7.09E-08 | 0% | -1.00E-07 | 1% |
| 034159 | 74714225.6 | 16.27 | 49.2 | 74714222.5 | 16.28 | 49.3 | 74714220.7 | 16.30 | 49.4 | | -4.15E-08 | 0% | -2.41E-08 | 0% |
| 034160 | 74714319.3 | 15.74 | 48.2 | 74714318.3 | 15.81 | 48.2 | 74714313.0 | 15.75 | 48.3 | | -1.34E-08 | 0% | -7.09E-08 | 0% |

PROGRAMME DE QUALIFICATION
DE LA PATE A P200
POUR LE SCHELLEMENT DES RESONATEURS
QAS ET QHS SPATIAUX

VERIFICATION - APPROBATION

| ROLE | FONCTION | NOMS | SIGNATURE | DATE |
|---------------------|----------|--------------|---|------------|
| Rédacteur | QLT | F. PUIGSECH |  | 24-Déc-03 |
| Examineur technique | RES | J. LAMBOLEY |  | 24-Déc-03 |
| Examineur Qualité | QLT | P. BUNEL |  | 05-Janv-04 |
| Approbateur | RES | V. CANDELIER |  | 06-Janv-04 |

SOMMAIRE

| | | |
|------|---|---|
| I | Objet de la procédure..... | 3 |
| II | Domaine d'application..... | 3 |
| III | Documents de référence/documents applicables..... | 3 |
| IV | Véhicules Test..... | 3 |
| V | Filières d'essais | 4 |
| VI | Essais | 4 |
| VI.1 | Essais Mécaniques | 4 |
| VI.1 | Essais Climatiques..... | 5 |
| VII | Conclusion..... | 5 |

I Objet de la procédure

Le présent programme de qualification a pour objectif de valider la pâte P200 afin d'améliorer les performances en vieillissement des résonateurs QAS et QHS pour application spatiale.

Les essais définis dans ce programme permettent de vérifier l'aptitude technologique des résonateurs dans un environnement sévéré.

II Domaine d'application

Ce programme s'applique aux QAS et QHS spatiaux de C-MAC FREQUENCY PRODUCTS site d'Argenteuil, fabriqués selon les PID 3-QLT-005/02.

III Documents de référence/documents applicables

| | |
|--------------------|---|
| 1-MAQ-001 : | Manuel qualité de C-MAC Frequency Products |
| 2-QLT-005 : | Procédure d'organisation des qualifications |
| 2-QLT-003 : | Procédure de traitement des non conformité |
| 4-QLT-002 : | Liste des documents applicables |
| 4-QLT-009 : | Suivi de qualification |
| PID 3-QLT-011/01 : | PID Résonateurs QAS Spatiaux |
| PID 3-QLT-012/01 : | PID Résonateurs QHS Spatiaux |

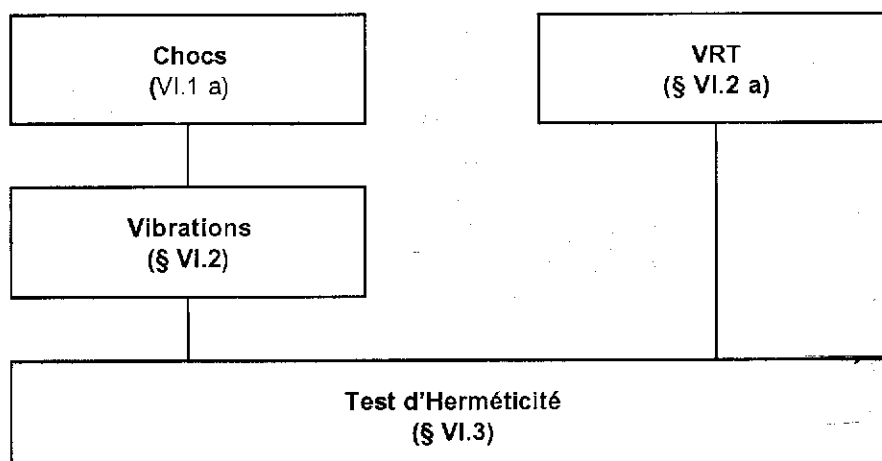
IV Véhicules Test

5 résonateurs minimum par filière et fabriqués selon le PID spatial QAS ou QHS.

V Filières d'essais

Essais Mécaniques

Essais Climatiques



VI Essais

VI.1 Essais Mécaniques

VI.1 a) Chocs

| | | |
|----------------|-------------|-----------------|
| Forme : | ½ sinus | |
| Accélération : | 300g, 1000g | Durée : 1 ms |
| Accélération : | 2000g | Durée : > 0.5ms |

Nombre de chocs : 18 totaux (3 chocs dans chacune des 2 directions des 3 axes)

Avant et après chaque essai, mesure de la fréquence de la résistance de résonance à la température de référence spécifiée par la table 1.

Sanction :

| |
|------------------|
| DF/F < +/- 2 E-8 |
| DR/R < +/- 10% |

VI.1 b) Vibrations Aléatoires

Spectre (091881):

| Fréquence (Hz) | F1 | F2 | F3 | F4 | F5 | F6 | F7 |
|-------------------|----------|-----|------------|-----|-----|-----|-------------|
| | 20 | 100 | 270 | 300 | 400 | 600 | 2000 |
| Dens g^2/Hz | | 0,7 | 0,7 | | | 7 | |
| Pente | 3 dB/oct | | + 9 dB/oct | | | | - 15 dB/oct |

Nb g. eff. : 45grms

Nombre d'axes : 3

X

Durée : 2 min/axe

Avant et après l'essai, mesure de la fréquence de la résistance de résonance à la température de référence spécifiée par la table 1.

Sanction :
 $DF/F < +/- 2 E-8$
 $DR/R < +/- 10\%$

VI.1 Essais Climatiques

VI.1 a) VRT Variation rapide de température

Nombre de cycles : 50, 100 et 300 cycles (soit 450 cumulés)

Températures extrêmes : - 40°C, 100°C

Durée du palier : 30 minutes

Changement de palier : < 30secondes

Avant et après chaque essai mesure de la fréquence de la résistance de résonance à la température de référence spécifiée par la table 1.

Sanction :
 $DF/F < +/- 2 E-7$
 $DR/R < +/- 10\%$

VII Conclusion

L'ensemble des résultats sera analysé et consigné sous forme de rapport. Les documents de traçabilité et les enregistrements seront archivés et consultables à la qualité.

A l'issue de la qualification et après examen du rapport par les représentants engineering et qualité statueront sur le prononcé de qualification.

LISTE DE DIFFUSION

| SERVICE | NBRE D'EX | DESTINATAIRES/POINTS DE DIFFUSION |
|----------------------|-----------|-----------------------------------|
| FABRICATION PRODUITS | 1 | Général |
| RESONATEURS | 1 | Général |
| QUALITE | 1 | Général |
| PRODUITS R & D | | |
| ACHATS | | |
| COMMERCE | | |
| | | |
| | | |

JOURNAL DES MODIFICATIONS

| N° DE VERSION | NATURE des MODIFICATIONS | DATE DE DIFFUSION |
|---------------|--|-------------------|
| 1 | DMD N°: M-03-909 Création du document | 24-Déc-03 |
| | | |
| | | |



Frequency Products

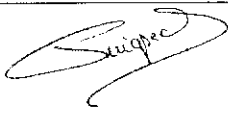
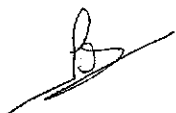
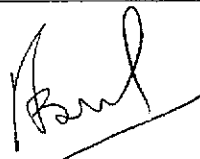
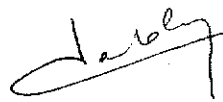
Réf : RDQ-011-01 issue 02

Date : 07/04/03

Page : 1 / 16

RESULTATS DE LA QUALIFICATION DU SPOTTAGE A LA P200 DES RESONATEURS HC37 (3CV, 8/100)

VERIFICATION - APPROBATION

| ROLE | FONCTION | NOMS | SIGNATURE | DATE |
|---------------------|----------|--------------|--|--------------|
| Rédacteur | QLT | F. PUIGSECH |  | 07-Mars-03 |
| Examineur technique | RES | T. SOUBIROUS |  | 08-Mars-03 |
| Examineur Qualité | QLT | P. BUNEL |  | 23-Avril-03 |
| Approbateur | RES | J. LAMBOLEY |  | 18- Avril-03 |



Frequency Products

Réf : RDQ-011-01 issue 02

Date : 07/04/03

Page : 2 / 16

SOMMAIRE

| | |
|---|----|
| I Objet de la qualification | 3 |
| II Documents de référence/documents applicables | 3 |
| III Véhicules tests. | 3 |
| IV Résultats | 3 |
| a) Electriques | 3 |
| b) DPA | 4 |
| c) Essais complémentaires : Test d'arrachement | 4 |
| V Conclusion | 4 |
| VI ANNEXE 1 : Résultats électriques | 5 |
| VII ANNEXE 2 : Résultats de DPA | 7 |
| VIII ANNEXE 3 : Résultats des tests d'arrachement | 13 |
| IX ANNEXE 4 : Mesures continues et Vieillissement | 13 |



Frequency Products

Réf : RDQ-011-01 issue 02

Date : 07/04/03

Page : 3 / 16

I Objet de la qualification

La qualification a pour objectif de valider une nouvelle pâte de scellement la polyimide P200.

La tenue mécanique et les performances électriques sont vérifiées conformément au programme de qualification 3-PDQ-011/01.

A titre comparatif, les essais définis dans le programme ont été menés sur des résonateurs spottés à l'Ablestick (pâte qualifiée).

II Documents de référence/documents applicables

Norme ISO 9001 version 2000

1-MAQ-001 : Manuel Qualité de C-MAC FREQUENCY PRODUCTS

2-QLT-005 : Procédure d'organisation des qualifications

3-PDQ-011/01 : Programme standard de qualification du spottage des résonateurs

III Véhicules tests.

Résonateurs issus de la fabrication.

Article : 33266

Fréquence : 10HMz

Boîtier : HC37

Ressorts : 3CV 8/100 ruban de Nickel

Ablestick 84 - ILMISNB lot 962141 valide jusqu'au 7/06/03, (bacs 2002 26B, 2002 26C, 2002 26DZ).

P200 – Epotecny lot 220906 valide jusqu'au 06/03/03, (bac 2002 35EZ).

IV Résultats

a) Electriques

Les paramètres motionnels de chacun des résonateurs ont été mesurés avant et après chaque essai.

Les critères sont les suivants :

$DF < +/- 5 \cdot 10^{-7}$

$DR/R < +/- 10\%$

Les essais aux limites de type 2 ne sont pas sanctionnés.

Résultats détaillés en annexe 1

Synthèse :

| Essais type 1 (sanctionnés) | Ablestick | P200 |
|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------|
| Type 1 : Chocs (500g +1000g) | 1 rejet / 10 (DF/F 1.10-6ap. 500g) | 0 rejet /10 |
| Type 1 : Vibrations (20g + 40g) | 0 rejet /10 | 0 rejet /10 |
| Type 1 : VRT (100 cycles) | 1 rejet /10 (pièce HS) | 0 rejet /10 |
| Type 2 : Chocs (500g +1000g +2000g) | 0 défaut / 5 | 0 défaut / 5 |
| Type 2 : Vibrations (20g + 40g + 40g) | 0 défaut / 5 | 0 défaut / 5 |

Ce document est propriété de C-MAC Frequency Products et ne peut être diffusé ou reproduit à un organisme extérieur sans son autorisation.



Frequency Products

Réf : RDQ-011-01 issue 02

Date : 07/04/03

Page : 4 / 16

b) DPA

Résultats détaillés annexe 2

Synthèse des résultats des DPA

| TESTS | ABLESTICK | Polyimide P200 |
|-----------------------------------|-----------------------------|------------------------|
| Chocs (500g + 1000g) | 1 / 5 (fissure) | 2 / 5 (décollement) |
| * Chocs (500g + 1000g + 2000g) | 3 / 5 (décollement) | 0 / 5 |
| Vibrations (20g + 40g) | 0 / 5 | 1 / 5 (décollement) |
| * Vibrations (20g + 40g + 40g) | 0 / 5 | 0 / 4 |
| 100 VRT (- 55°C, 100°C) | 5 / 10 (fissure) | 0 / 10 |
| Bilan | 9 / 30 (dont 6 fissures) | 3 / 29 (0 fissure) |

Electriquement tous les résonateurs spottés à la P200 sont conformes aux critères spécifiés, tandis que deux résonateurs spottés à l'ablestick sont hors spécification (dont une pièce HS) après les essais de type 1.

Pour la polyimide P200 les DPA n'ont révélé aucune fissure au niveau du scellement, seuls de légers décollements ont été constatés. Ces mêmes pièces ont subi avec succès les essais de type 2 (essais aux limites) selon les critères de type 1.

c) Essais complémentaires : Test d'arrachement

Résultats annexe 3

d) Mesures continues et vieillissement

Mesures continues, 80% de rendement pour les lots 6 (Ablestick) et 86% pour les lots 8 (P200) :

Les courbes de vieillissement des lots 8 sont "plus propres" que celles des lots 6. On observe des inversions de pente sur quelques pourcentages de pièces des lots 8. La courbe démarre en positif puis devient négative, (valeur typique de 1 à 2 E-09), ce phénomène se produit autour de 20 jours.

Résultats annexe 4

V Conclusion

Au vu des résultats, la qualification de la pâte P200 pour le scellement des résonateurs HC37 (3CV, 8/100) est prononcée.



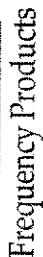
Frequency Products

Réf : RDQ-011-01 issue 02
Date : 07/04/03
Page : 5 / 16

VI ANNEXE 1 : Résultats électriques

Ablestick

| Mesures initiales | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-----------|------|----|-------------------------------|------|----|--------------------------------|------|----|-------------|-------------|
| n° réso | fréquence | self | R | fréquence | self | R | fréquence | self | R | delta f / f | delta R / R |
| | | | | après 50 VRT -55..... + 125°C | | | après 100 VRT -55..... + 125°C | | | | |
| A63 | 9999952.4 | 1408 | 66 | 9999952.4 | 1409 | 66 | 9999952.0 | 1410 | 66 | -4.00E-08 | 0 |
| A72 | 9999954.1 | 1389 | 65 | 9999953.6 | 1391 | 65 | 9999953.3 | 1391 | 65 | -8.00E-08 | 0 |
| B20 | 9999953.4 | 1402 | 66 | 9999952.8 | 1404 | 66 | 9999952.7 | 1404 | 66 | -7.00E-08 | 0 |
| B27 | 9999956.1 | 1386 | 66 | 9999956.0 | 1388 | 65 | 9999956.0 | 1386 | 65 | -1.00E-08 | -2 |
| B37 | 9999955.0 | 1398 | 67 | HS | HS | HS | HS | HS | HS | #VALEUR! | #VALEUR! |
| A13 | 9999954.9 | 1346 | 63 | 9999954.0 | 1346 | 63 | 9999954.0 | 1346 | 63 | -9.00E-08 | 0 |
| B17 | 9999954.5 | 1280 | 64 | 9999953.8 | 1280 | 63 | 9999953.9 | 1281 | 63 | -6.00E-08 | -2 |
| A08 | 9999953.6 | 1247 | 63 | 9999952.3 | 1249 | 63 | 9999952.3 | 1250 | 63 | -1.30E-07 | 0 |
| B42 | 9999956.6 | 1343 | 69 | 9999955.1 | 1346 | 68 | 9999955.0 | 1343 | 68 | -1.60E-07 | -1 |
| A55 | 9999951.1 | 1343 | 65 | 9999950.2 | 1347 | 65 | 9999949.9 | 1347 | 65 | -1.20E-07 | 0 |
| | | | | après choc 500 g | | | après choc 1000 g | | | delta f / f | delta R / R |
| A18 | 9999951.1 | 1293 | 62 | 9999950.5 | 1296 | 62 | 9999950.5 | 1295 | 62 | -6.00E-08 | 0 |
| A36 | 9999951.3 | 1319 | 66 | 9999950.6 | 1321 | 67 | 9999950.5 | 1321 | 66 | -8.00E-08 | 0 |
| A41 | 9999956.0 | 1301 | 69 | 9999956.4 | 1300 | 67 | 9999956.4 | 1300 | 68 | 4.00E-08 | -1 |
| A48 | 9999956.6 | 1262 | 65 | 9999956.8 | 1263 | 65 | 9999956.8 | 1263 | 65 | 2.00E-08 | 0 |
| A28 | 9999953.9 | 1270 | 65 | 9999954.3 | 1269 | 66 | 9999954.2 | 1270 | 65 | 3.00E-08 | 0 |
| B19 | 9999956.0 | 1413 | 75 | 9999955.7 | 1412 | 74 | 9999955.7 | 1412 | 74 | -3.00E-08 | -1 |
| B30 | 9999955.0 | 1286 | 66 | 9999954.0 | 1287 | 66 | 9999954.0 | 1287 | 66 | -1.00E-07 | 0 |
| B38 | 9999956.1 | 1330 | 64 | 9999955.8 | 1331 | 64 | 9999955.7 | 1332 | 64 | -4.00E-08 | 0 |
| A52 | 9999966.5 | 1456 | 74 | 9999956.2 | 1456 | 74 | 9999956.3 | 1455 | 74 | -1.02E-06 | 0 |
| A07 | 9999954.4 | 1400 | 72 | 9999954.5 | 1400 | 72 | 9999954.5 | 1398 | 72 | 1.00E-08 | 0 |
| | | | | après vibrations 20 g | | | après vibrations 40 g | | | delta f / f | delta R / R |
| B22 | 9999954.0 | 1249 | 62 | 9999952.6 | 1249 | 62 | 9999952.4 | 1249 | 62 | -1.60E-07 | 0 |
| B11 | 9999956.2 | 1402 | 70 | 9999955.5 | 1402 | 70 | 9999955.5 | 1402 | 70 | -7.00E-08 | 0 |
| B01 | 9999955.8 | 1352 | 78 | 9999956.5 | 1353 | 82 | 9999956.7 | 1352 | 82 | 9.00E-08 | 5 |
| B17 | 9999955.8 | 1328 | 68 | 9999955.7 | 1327 | 67 | 9999955.7 | 1327 | 67 | -1.00E-08 | -1 |
| A09 | 9999952.8 | 1407 | 74 | 9999952.8 | 1406 | 74 | 9999952.9 | 1405 | 73 | 1.00E-08 | -1 |
| A19 | 9999955.8 | 1462 | 74 | 9999955.9 | 1461 | 74 | 9999955.9 | 1462 | 74 | 1.00E-08 | 0 |
| A65 | 9999954.4 | 1334 | 70 | 9999954.8 | 1335 | 69 | 9999954.8 | 1334 | 69 | 4.00E-08 | -1 |
| B12 | 9999950.5 | 1256 | 65 | 9999950.3 | 1256 | 65 | 9999950.4 | 1256 | 65 | -1.00E-08 | 0 |
| A44 | 9999957.2 | 1322 | 67 | 9999957.5 | 1320 | 67 | 9999957.5 | 1321 | 67 | 3.00E-08 | 0 |
| A61 | 9999954.2 | 1299 | 71 | 9999954.0 | 1298 | 71 | 9999954.1 | 1298 | 71 | -1.00E-08 | 0 |
| | | | | après choc 2000 g | | | après vibrations 40 g | | | delta f / f | delta R / R |
| | | | | 9999950.4 | 1293 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |



P200

Ce document est propriété de C-MAC Frequency Products et ne peut être diffusé ou reproduit à un organisme extérieur sans son autorisation.

VII ANNEXE 2 : Résultats de DPA

Note : 1 métallisation inférieure – 2 : point milieu – 3 : métallisation supérieure
Inspection Gx25 to Gx40

Après Chocs (500g + 1000g)

Ablestick

| SN | Ressort | Observations | Résistivité |
|-----------|---------|---|-------------|
| A36500621 | 1 | Dessous : Amorce de fissure ne débouchant pas sur les côtés | 0.2 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| | 3 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.55 |
| A41501756 | 1 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.4 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| | 3 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.6 |
| A48501763 | 1 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.35 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| | 3 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.50 |
| B30500692 | 1 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.30 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| | 3 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.50 |
| A52501767 | 1 | Côtés : Bulle importante | 0.4 |
| | 2 | Côtés : Petite bulle sur un côté | |
| | 3 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.4 |

Polyimide P200

| SN | Ressort | Observations | Résistivité |
|-----------|---------|---|-------------|
| A35501447 | 1 | Dessous : Bulle importante | 0.3 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| | 3 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.5 |
| A56501467 | 1 | Dessus : Spottage insuffisant Dessous : Quantité de spot limite faible Côtés : Quantité de spot limite faible | 1 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| | 3 | Dessous : Petit décollement (côté lame) | 2 |
| B05501494 | 1 | Dessus, dessous et côtés : Spottage insuffisant, la pâte ne remplit pas l'intervalle entre la lame et le ressort | 1.2 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS quantité de spot limite faible | |
| | 3 | Dessous : Décollement (côté lame), la fissure ne débouche pas sur les côtés | 3.3 |
| A45501456 | 1 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.4 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| | 3 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.5 |
| A02501414 | 1 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.35 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| | 3 | Côtés : Bulle, spottage qui s'effrite au niveau de la bulle | 0.4 |



Frequency Products

Réf : RDQ-011-01 issue 02

Date : 07/04/03

Page : 8 / 16

Chocs (500g + 1000g +2000g)**Abelstick**

| SN | Ressort | Observations | Résistivité |
|-----------|---------|---|-------------|
| A28501744 | 1 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.2 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| | 3 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.5 |
| B19501812 | 1 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.4 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| | 3 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.4 |
| B38500700 | 1 | Dessus et côté : RAS Dessous : <u>léger décollement</u> au niveau du contact ressort et lame | 0.4 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| | 3 | <u>Amorce de décollement</u> sur le dessus et dessous et fissure débouchant sur le côté | 0.6 |
| A18500803 | 1 | <u>Décollement</u> sur le bord ne débouchant pas sur le côté | 0.3 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| | 3 | <u>Décollement</u> côté lame non métallisée | 0.7 |
| A07501723 | 1 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.3 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| | 3 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.4 |

Polyimide P200

| SN | Ressort | Observations | Résistivité |
|-----------|---------|--|-------------|
| A52501463 | 1 | Dessus, dessous et côtés : RAS (+ coulée de spot) | 0.2 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS (avec présence de bulles) | |
| | 3 | Petite amorce de décollement sous le dessous | 0.7 |
| A15501427 | 1 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.4 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| | 3 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.6 |
| A71501482 | 1 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.25 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS (avec présence de petits trous) | |
| | 3 | Un point de spottage supérieur, mais de fissure, ni décollement. | 0.6 |
| A23501435 | 1 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.5 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| | 3 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.7 |
| A72501483 | 1 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.4 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| | 3 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.4 |



Frequency Products

Réf : RDQ-011-01 issue 02

Date : 07/04/03

Page : 9 / 16

Après Vibrations (20g + 40g)**Ablestick**

| SN | Ressort | Observations | Résistivité |
|-----------|---------|--|-------------|
| A61501776 | 1 | Dessous : spottage faible | 0.4 |
| | 2 | Dessous : Spottage insuffisant | |
| | 3 | Côtés : Retrait dû au manque de spottage Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| B22500684 | 1 | Dessous : Bulle | 0.25 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.5 |
| | 3 | Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| B12501805 | 1 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.5 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| | 3 | Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| B11501804 | 1 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.4 |
| | 2 | Dessus et dessous : Spottage insuffisant | 0.4 |
| | 3 | Côtés : Manque de spot sur un côté Dessous : Quantité de spot limite faible Côtés : Retrait de la pâte qui suit le ressort | |
| A19501735 | 1 | Dessous : Spottage insuffisant | 0.3 |
| | 2 | Dessous : Spottage insuffisant | 0.45 |
| | 3 | Dessous : Spottage insuffisant | |

Polyimide P200

| SN | Ressort | Observations | Résistivité |
|------------------------|---------|---|-------------|
| A14501426 | 1 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.5 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.5 |
| | 3 | Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| A60501478 A67501478 | 1 | Dessus et dessous : Quantité de spottage limite faible Côtés : Pas de spot sur un côté (manque 80%) | 1.3 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : Quantité de spottage limite faible | 2 |
| | 3 | Dessus : Spottage insuffisant Dessous et côtés : Quantité de spottage limite faible | |
| A07501419 | 1 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.5 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.6 |
| | 3 | Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| A50501461 | 1 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.4 |
| | 2 | Dessus : bulle au centre Dessous et côtés : RAS | 0.6 |
| | 3 | Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| B01501490 | 1 | Dessous : <u>Petit décollement</u> du spot au niveau de la lame | 0.2 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 1 |
| | 3 | Dessus : Quantité de spottage limite faible Dessous : <u>Petit décollement</u> du spot au niveau de la lame (contact difficile pour la mesure de la résistivité) Côtés : RAS | |



Frequency Products

Réf : RDQ-011-01 issue 02

Date : 07/04/03

Page : 10 / 16

Après Essais aux limites
Vibrations (20g + 40g + 40g)

Abelstick

| SN | Ressort | Observations | Résistivité |
|-----------|---------|---|-------------|
| A90501725 | 1 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.2 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| | 3 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.3 |
| B17501810 | 1 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.2 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| | 3 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.4 |
| A44501759 | 1 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.3 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| | 3 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.45 |
| A65501780 | 1 | Un point de spotting, mais pas de fissure, ni de décollement. | 0.2 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| | 3 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.3 |
| B01501794 | 1 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.2 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| | 3 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.45 |

Polyimide P200

| SN | Ressort | Observations | Résistivité |
|-----------|---------|---------------------------------|-------------|
| A29501441 | 1 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.3 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| | 3 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.45 |
| A19501431 | 1 | Léger décollement | 0.5 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| | 3 | Léger décollement sur le dessus | 0.7 |
| A78501489 | | Pièce cassée à l'ouverture | |
| A05501417 | 1 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.2 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| | 3 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.5 |
| A21501433 | 1 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.2 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| | 3 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.6 |

Après 100 VRT (- 55°C, 125°C Méthode à 2 Chambres)

Ablestick

| SN | Ressort | Observations | Résistivité |
|-----------|---------|---|-------------|
| B37501372 | | Glissement de la lame (probablement lors du montage) => spottage décentré par rapport au ressort | |
| | 1 | Léger décollement sur le ressort. Une bulle » dans le spottage. Manque de spot sur le dessus Pas de fissure | 0.26 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| | 3 | Dessous : Fissure qui coure vers l'extérieur | 0.54 |
| B20501355 | 1 | Dessous : Fissure ne débordant pas vers l'extérieur | 0.30 |
| | 2 | Dessus : Spottage faible Dessous : Petite fissure | |
| | 3 | Dessous : Petite fissure qui ne remonte pas sur les côtés | 0.60 |
| A8501266 | 1 | Dessus : Présence d'une tâche sur le spottage (charge en argent # ?) | 0.2 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| | 3 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.5 |
| B27501362 | 1 | Dessus : Spottage déséquilibré, manque de spot sur un bord | 0.25 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| | 3 | Dessous : Manque de spot sur un bord | 0.40 |
| B425076 | 1 | Dessous et côtés RAS | 0.2 |
| | 2 | Côtés : Léger retrait de la pâte sur 1 côté | |
| | 3 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.5 |

polyimide P200

| SN | Ressort | Observations | Résistivité |
|-----------|---------|---|-------------|
| A41501452 | 1 | Dessus, dessous, côtés : RAS | 0.4 |
| | 2 | Dessus, dessous, côtés : RAS | |
| | 3 | Dessus, dessous, côtés : RAS | 1 |
| A24501436 | 1 | Dessus : Couverture de spot touchant la métallisation Dessous et côtés : RAS | 0.2 |
| | 2 | Dessus : Bulle au milieu Dessous et côtés : RAS | |
| | 3 | Dessus, dessous, côtés : RAS | 0.5 |
| A57501468 | 1 | Dessus, dessous, côtés : RAS | 0.4 |
| | 2 | Dessus, dessous, côtés : RAS | |
| | 3 | Dessous : Petite bulle | 0.4 |
| A0150413 | 1 | Dessous : Spottage faible | 0.4 |
| | 2 | Dessus : Spottage trop faible Dessous : Particule de spot sur la lame (mauvaise adhérence) | |
| | 3 | Dessous : 2 bulles | 0.5 |
| A13501425 | 1 | Dessus, dessous et côté : RAS | 0.5 |
| | 2 | Dessus, dessous et côté : RAS | |
| | 3 | Dessus, dessous et côté : RAS | 0.4 |



Frequency Products

Réf : RDQ-011-01 issue 02

Date : 07/04/03

Page : 12 / 16

Suite

Après 100 VRT (- 55°C, 125°C Méthode à 2 Chambres)

Abelstick

| SN | Ressort | Observations | Résistivité |
|-----------|---------|--|-------------|
| A55500639 | 1 | Fissure dessous débouchant sur le côté | 0.2 |
| | 2 | Amorce de fissure dessous | |
| | 3 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.7 |
| A72501329 | 1 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.2 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| | 3 | Fissure dessous débouchant sur le côté | 0.4 |
| B17501352 | 1 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.2 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| | 3 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.4 |
| A63501320 | 1 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.3 |
| | 2 | Fissure dessus | |
| | 3 | Amorce de fissure dessous | 0.4 |
| A13501271 | 1 | Dessous léger retrait du spottage | 0.2 |
| | 2 | Dessous léger retrait du spottage | |
| | 3 | Fissure dessous débouchant sur le côté | 0.5 |

Polyimide P200

| SN | Ressort | Observations | Résistivité |
|-----------|---------|---|-------------|
| A75501486 | 1 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.3 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| | 3 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.6 |
| A77501488 | 1 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.3 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| | 3 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.55 |
| A28501440 | 1 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.3 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| | 3 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.5 |
| A03501415 | 1 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.2 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| | 3 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.6 |
| A22501434 | 1 | Dessous, petit trou dû à une bulle dans le spottage | 0.2 |
| | 2 | Dessus, dessous et côtés : RAS | |
| | 3 | Dessus, dessous et côtés : RAS | 0.4 |

VIII ANNEXE 3 : Résultats des tests d'arrachement**Mesures de résistance de la liaison métallisation - spot - ressort***10 MHZ SC P/3 embase 150336 3 CV 8/100°*

| | | |
|-------------|----------------------|-----------|
| Ablestic | Résistance moyenne : | 0.95 ohms |
| (10 pieces) | Ecart type : | 0.22 ohms |

| | | |
|-------------|----------------------|-----------|
| P200 | Résistance moyenne : | 1.23 ohms |
| (10 pieces) | Ecart type : | 0.30 ohms |
| Lot 220906 | | |

| | | |
|-------------|----------------------|-----------|
| P200 | Résistance moyenne : | 0.66 ohms |
| (10 pieces) | Ecart type : | 0.12 ohms |
| Lot 221118 | | |

Mesures de tenue mécanique de la liaison métallisation - spot - ressort*10 MHZ SC P/3 embase 150336 3 CV 8/100°*

| | | |
|-------------|-----------------|---------|
| Ablestic | Tenue moyenne : | 0.30 Kg |
| (10 pieces) | Ecart type : | 0.04 Kg |

| | | |
|-------------|----------------------|---------|
| P200 | Résistance moyenne : | 0.40 Kg |
| (10 pieces) | Ecart type : | 0.07 Kg |
| Lot 220906 | | |

| | | |
|-------------|----------------------|---------|
| P200 | Résistance moyenne : | 0.41 Kg |
| (10 pieces) | Ecart type : | 0.10 Kg |
| Lot 221118 | | |

Inspection visuelle de la liaison métallisation-spot-ressort après destruction*10 MHZ SC P/3 embase 150336 3 CV 8/100°*

| | |
|-------------|---|
| Ablestic | Rupture du spot au milieu |
| (10 pieces) | (tenue sur l'or ,sur le quartz , sur le ressort) |

| | |
|-------------|---|
| P200 | Rupture du spot au milieu |
| (10 pieces) | (tenue sur l'or ,sur le quartz , sur le ressort) |
| Lot 220906 | |

| | |
|-------------|---|
| P200 | Rupture du spot au milieu |
| (10 pieces) | (tenue sur l'or ,sur le quartz , sur le ressort) |
| Lot 221118 | |

IX ANNEXE 4 : Mesures Continues et Vieillessement

Lot 6 Ablestick: Mesures continues

| fiche suiveuse | article | Nbre pièces mesurées | Nbre pièces bonnes | Rendement |
|----------------|---------|----------------------|--------------------|-------------|
| 32.02.49.15 | 84149 | 26 | 21 | 0.81 |
| 32.02.49.18 | 84149 | 24 | 18 | 0.75 |
| 32.02.49.20 | 84149 | 20 | 13 | 0.65 |
| 32.02.51.33 | 84150 | 26 | 22 | 0.85 |
| 32.02.51.61 | 84150 | 27 | 23 | 0.85 |
| 32.02.51.63 | 84150 | 28 | 20 | 0.71 |
| 32.02.52.83 | 84151 | 21 | 17 | 0.81 |
| 32.03.01.01 | 84124 | 8 | 6 | 0.75 |
| 32.03.01.08 | 84125 | 3 | 2 | 0.67 |
| 32.03.01.13 | 84149 | 32 | 29 | 0.91 |
| TOTAL | | 215 | 171 | 0.80 |

Lot 8 P200: Mesures continues

| fiche suiveuse | article | Nbre pièces mesurées | Nbre pièces bonnes | Rendement |
|----------------|---------|----------------------|--------------------|-------------|
| 32.02.49.61 | 84150 | 10 | 8 | 0.80 |
| 32.02.49.75 | 84149 | 18 | 17 | 0.94 |
| 32.02.51.36 | 84150 | 7 | 5 | 0.71 |
| 32.02.51.39 | 84150 | 8 | 7 | 0.88 |
| 32.02.51.45 | 84149 | 13 | 11 | 0.85 |
| 32.02.51.46 | 84149 | 15 | 12 | 0.80 |
| 32.02.51.47 | 84149 | 15 | 13 | 0.87 |
| 32.02.51.50 | 84149 | 27 | 23 | 0.85 |
| 32.02.51.65 | 84150 | 26 | 24 | 0.92 |
| 32.02.51.66 | 84150 | 23 | 20 | 0.87 |
| 32.02.51.67 | 84150 | 36 | 31 | 0.86 |
| 32.02.52.88 | 84124 | 13 | 11 | 0.85 |
| 32.02.52.89 | 84124 | 14 | 13 | 0.93 |
| 32.03.01.03 | 84125 | 6 | 6 | 1.00 |
| 32.03.01.04 | 84125 | 9 | 7 | 0.78 |
| 32.03.01.05 | 84125 | 9 | 7 | 0.78 |
| 32.03.01.06 | 84125 | 14 | 12 | 0.86 |
| 32.03.02.04 | 84125 | 14 | 11 | 0.79 |
| TOTAL | | 277 | 238 | 0.86 |

Lot 8 P200: Vieillissement

| fiche suiveuse | article | durée (jours) | nbre pièces | < 1E-09 | < 2E-09 | < 3E-09 | mauvaises |
|-------------------|---------|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|
| 32.03.09.02 | LGO4149 | 11 | 27 | 9 | 17 | 24 | 3 |
| 32.03.06.11 | LGO4149 | 24 | 30 | 9 | 21 | 28 | 2 |
| 32.03.05.42 | LGO4151 | 20 | 33 | 14 | 21 | 28 | 33 |
| 32.03.05.41 | LGO4151 | 24 | 34 | 11 | 24 | 32 | 2 |
| 32.03.01.41 | JLAP200 | 50 | 43 | 17 | 25 | 41 | 2 |
| 32.03.01.40 | JLAP200 | 50 (1/2) + 6 (1/2) | 62 | 14 | 26 | 53 | 9 |
| 32.03.01.11 | 84125 | 30 | 34 | 20 | 27 | 32 | 2 |
| 32.02.52.86 | LGO4124 | 25 | 29 | 10 | 19 | 25 | 4 |
| 32.02.48.01 | LGO3837 | 70 | 31 | 20 | 27 | 28 | 3 |
| 32.02.44.02 | LGO4150 | 20 | 30 | 1 | 9 | 25 | 5 |
| 32.02.41.28 | Z4150 | 110 | 23 | 7 | 18 | 19 | 4 |
| TOTAL | | | 376 | 132 | 234 | 335 | 69 |
| rendements | | | | 0.35 | 0.62 | 0.89 | |



Frequency Products

Réf : RDQ-011-01 issue 02

Date : 07/04/03

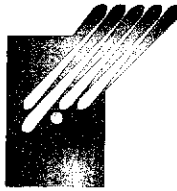
Page : 16 / 16

LISTE DE DIFFUSION

| SERVICE | DESTINATAIRES/POINTS DE DIFFUSION |
|---------------------------------------|-----------------------------------|
| RESSOURCES HUMAINES | |
| SERV. CLIENTS-VENTES-MARKETING & APP. | |
| DIRECTION | |
| FINANCES & SYSTEMES D'INFO | |
| FABRICATION PRODUITS | Général |
| RESONATEURS | Général |
| QUALITE | Général |
| PRODUITS R & D | Général |
| ACHATS | |

JOURNAL DES MODIFICATIONS

| N° DE VERSION | NATURE des MODIFICATIONS | DATE DE DIFFUSION |
|---------------|--------------------------|-------------------|
| 1 | Création | 05/12/02 |
| 2 | DMD n° M-03-710 | 20-Nov-00 |
| 3 | | |
| 4 | | |



SERMA TECHNOLOGIES

**DESTRUCTIVE PHYSICAL ANALYSIS
OF 45.238231 MHz AND 74.713915 MHz
QUARTZ CRYSTALS FROM C-MAC
DATE CODE 0341
REPORT AF04-0224 – JANUARY 23, 2004**

This analysis was performed for :

**C-MAC frequency Products SAS
44, avenue de la Glacière
B.P. 165
95105 ARGENTEUIL CEDEX**

Performed by : J. VASCONCELOS

Approved by : JM. ETCHARREN



Serma Technologies est un laboratoire indépendant dont le système qualité satisfait aux critères des normes ISO 9002 et EN 45001.

A ce titre, un certain nombre d'informations générales relatives aux conditions expérimentales des analyses / essais et au contenu des rapports doit être mentionné.

Serma Technologies is an independent laboratory which operates in conformance to requirements specified in the standards ISO 9002 and EN 45001.

For this purpose, general information related to experimental conditions of analyses / experiments and to content of the report have to be mentioned.

RAPPORT D'ESSAI - OBJETS SOUMIS A ESSAI /
REPORT / OBJECTS SUBMITTED TO ANALYSIS

Il est important de noter que le rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

It is important to notice that the report concerns only the objects submitted to analysis.

REPRODUCTION / REPRODUCTION

Ce rapport ne doit pas être reproduit partiellement sans l'approbation écrite du laboratoire d'essai.

This report cannot be partially reproduced without the laboratory written authorisation.

INCERTITUDE DE MESURE /
ACCURACY STATEMENT

Electriques : Les grandeurs électriques, sauf indications contraires, ne sont données qu'à titre indicatif et ne sont utilisées que pour mettre en évidence le bon ou le mauvais fonctionnement d'un composant.

Electrical : *Electrical values, except in specific cases which would be mentioned, are only given as an indication of the good or wrong functioning of a component.*

Dimensionnelles : Les données dimensionnelles présentées dans ce rapport ont été relevées sur des photographies qui peuvent ou non figurer dans ce rapport. En tenant compte de toutes les incertitudes de mesures (révélation chimique, imprécisions de mesure, étalonnage de nos équipements ...), nous avons estimé les valeurs ci-dessous :

Dimensional : *The dimensional data reported in this analysis have been determined through photographs which may or may not appear in this report. Given all the measure inaccuracy (chemical revelation, measure imprecision, equipment calibration...), we have provided value estimations in the table below :*

| MESURE MEASUREMENT | INCERTITUDE ACCURACY STATEMENT |
|---|-----------------------------------|
| MICROSCOPIE OPTIQUE OPTICAL MICROSCOPY | ± 5 % ± 5 % |
| MICROSCOPIE ELECTRONIQUE (MEB) ELECTRONIC MICROSCOPY (SEM) | ± 5 % ± 5 % |

Les mesures des profondeurs de jonction, ainsi que les valeurs inférieures à 0,2 µm, sont données à titre indicatif seulement.

The junction depth measurements as well as values less than 0.2 µm are given just as an indication.

INTRODUCTION

Two quartz crystals, manufactured by C-MAC, were supplied to the laboratory for destructive physical analysis (D.P.A.).

The parts are issued from P200 attach crystal material qualification.

Samples identifications :

| Components type | Quartz crystal 45.238231 MHz | Quartz crystal 74.713915 MHz |
|------------------|---|---|
| Date code | 0341 | 0341 |
| Serial number | 67 | 57 |
| External marking | C-MAC 45.238231 MHz 750522/022 B B-67 0341 | C-MAC 74.713915 MHz 750522/022 A B-57 0341 |

CONCLUSION

* The parts were acceptable according to the specification.

No defect was seen in crystal attach material.

ANALYSE SUMMARY

| ANALYSIS | SPECIFICATION | SHEET | SANCTION | |
|---|--------------------|----------|----------|--------|
| | | | S/N 57 | S/N 67 |
| Internal inspection | ESA/SCC 2043501 | 5 to 8 | P | P |
| Crossection and optical and SEM inspections | - | 9 and 10 | | R |

P : pass

F : Fail

R : Realized.

Notes : The SEM magnifications are estimated and are given for indication.

RESULTS

Note : An external view of the two samples is given in Figure 1.

INTERNAL INSPECTION

- Overviews of the quartz assembly after delidding are shown in Figure 2. Quartz centering was good.
- No chipout was found at crystal edges. The integrity of quartz metallization layers was good, no lack was observed.
- Details of the assembly are shown in Figures 3 to 5. Support to quartz crystal attachment was good. No problem was found at support to lead interface and lead positioning in the sealing glass was good on the two samples.
- The quartz attach material was free of defects. No decohesion and no crack was present.

CROSSECTION WITH OPTICAL AND SEM INSPECTIONS

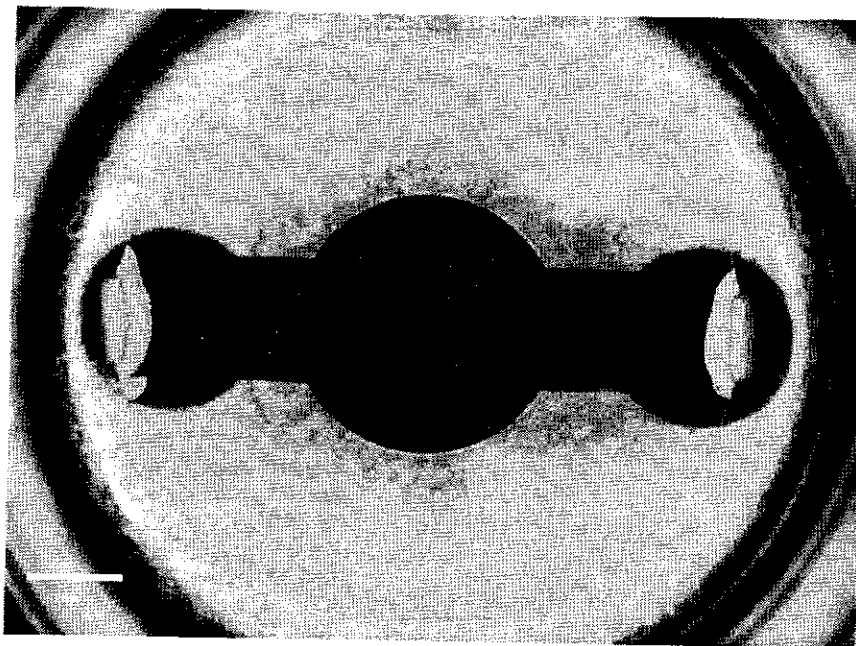
- One part S/N 67 was sectioned. Views of the sectioned part are shown in Figures 6 and 7.
- The internal structure of the support to quartz attachment appeared correct.
- A void was present in one quartz attach, Figure 6.
- The integrity of the quartz attach was good. The interfaces with the quartz crystal or with the support were good.



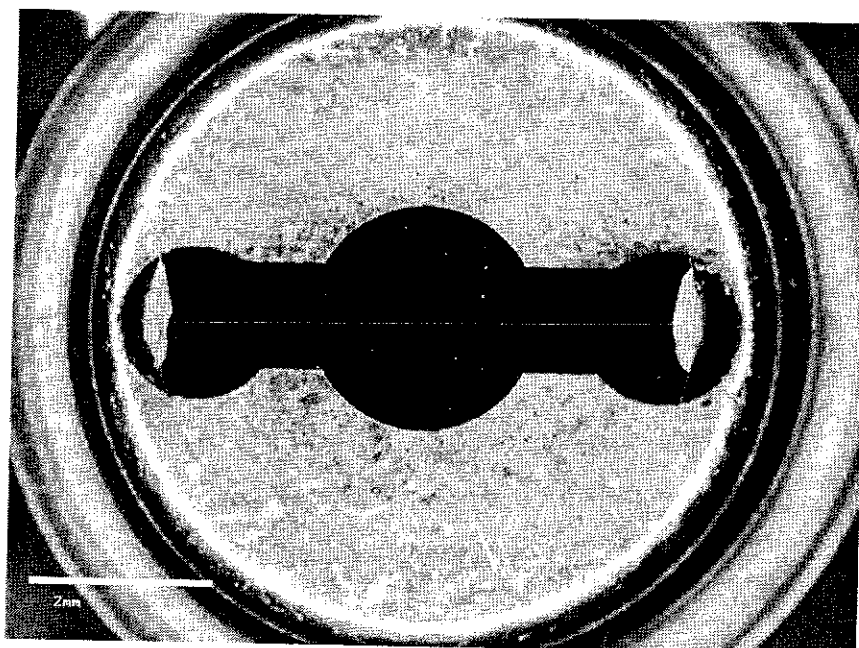
S/N 67

S/N 57

Figure 1. External view of the two parts, mag $\approx 5X$.



S/N 57



S/N 67

Figure 2. Optical internal views of the two parts after delidding.
Top : mag $\approx 15X$; bottom : mag $\approx 13X$.

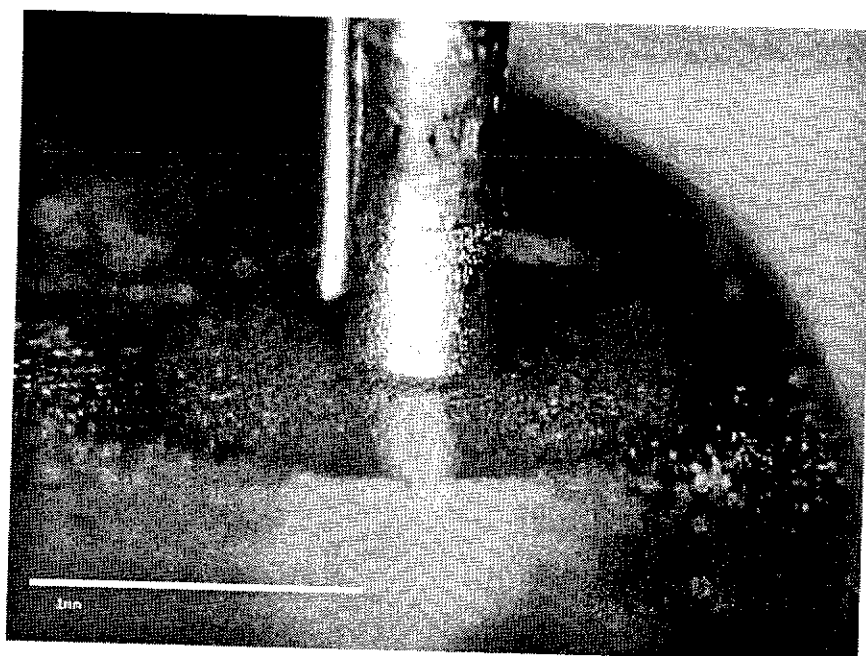
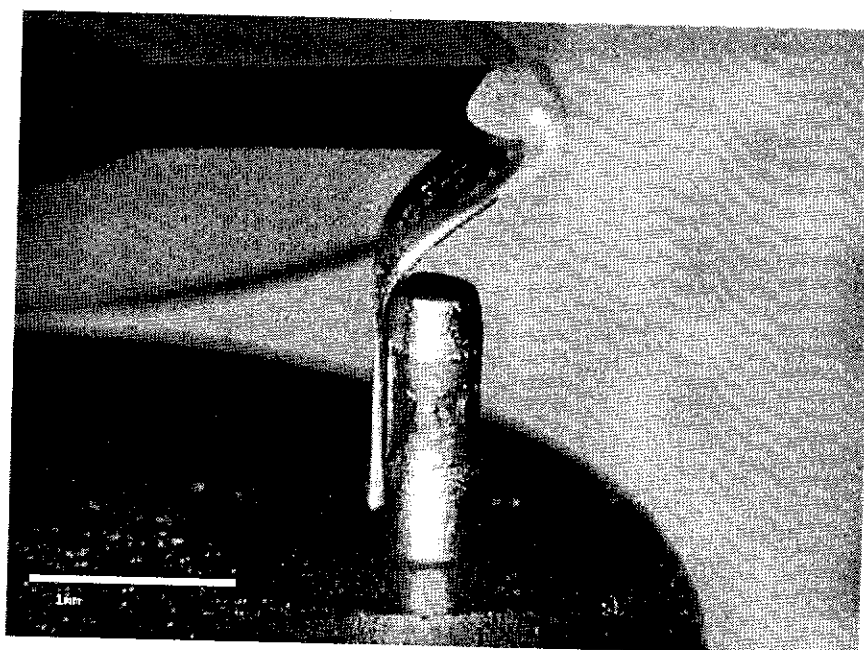
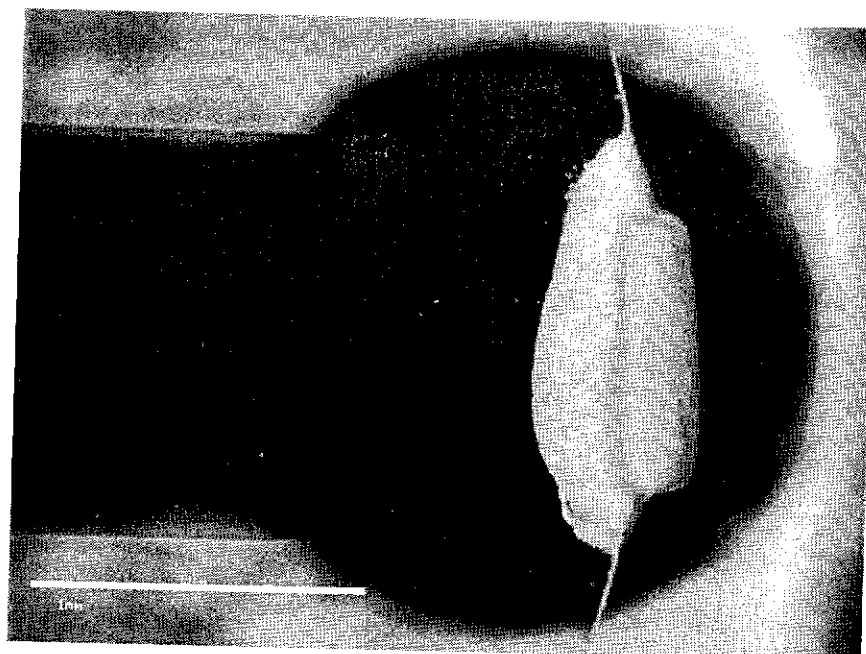


Figure 3. Detailed optical views of a typical sample after delidding, S/N 57.
 Top : mag $\approx 45X$; center : mag $\approx 29X$; bottom : mag $\approx 45X$.

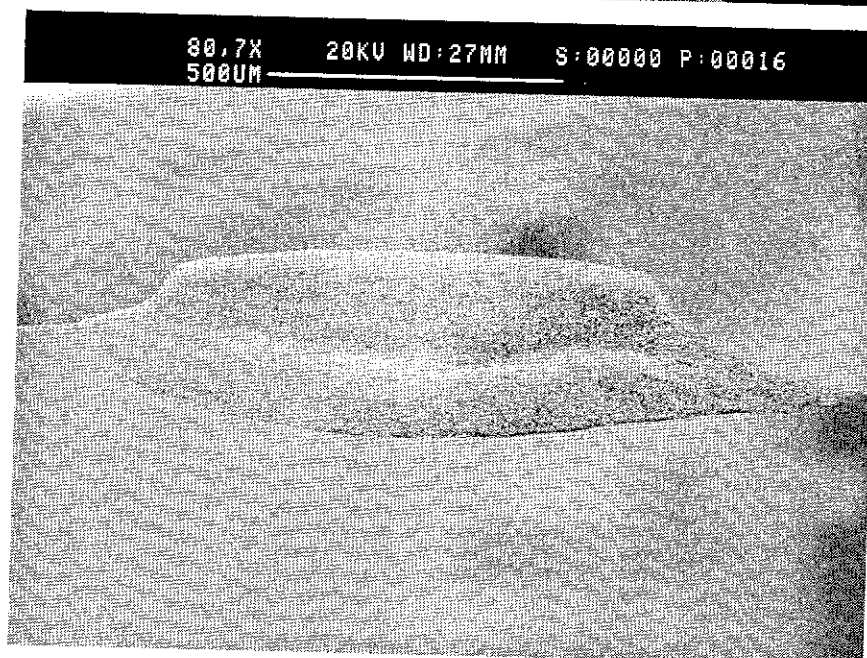
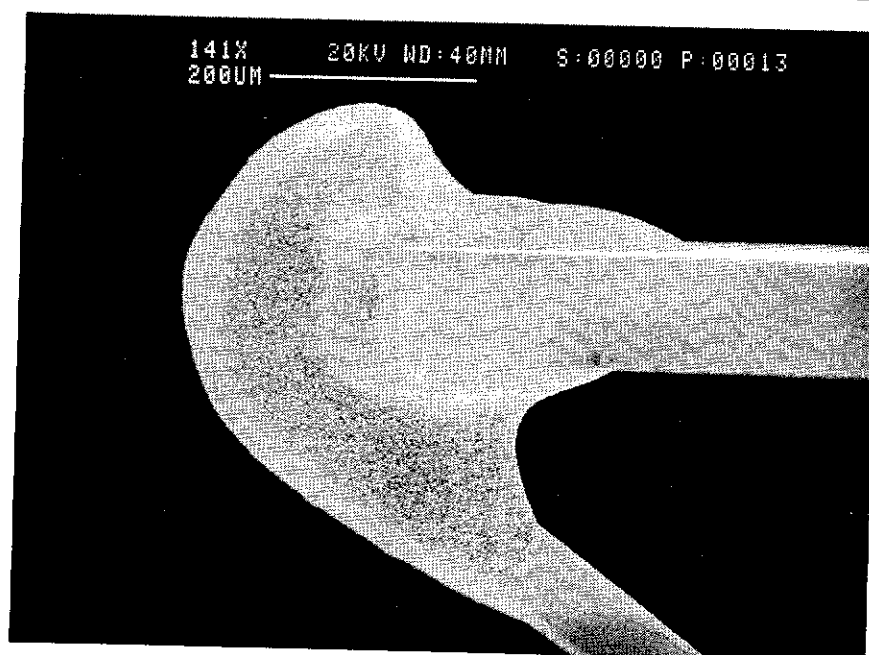
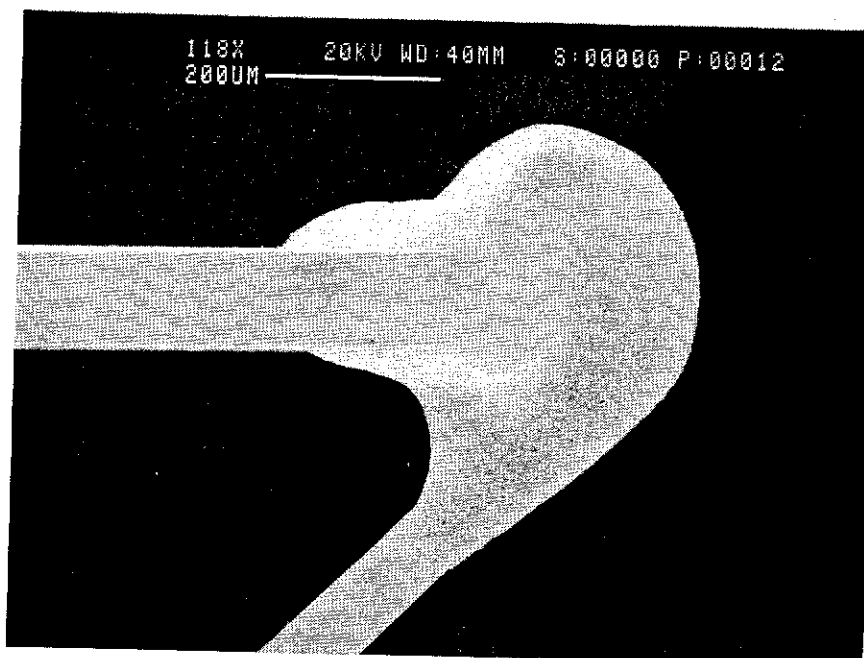


Figure 4. SEM details of support to quartz attachment, S/N 57.
Top : mag 118X ; center : mag 141X ; bottom : mag 80.7X.

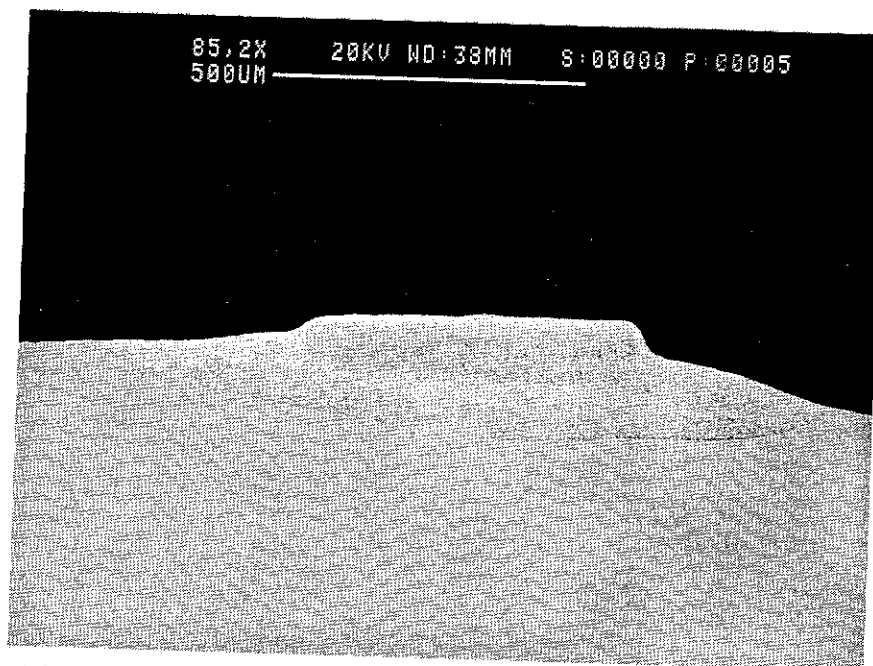
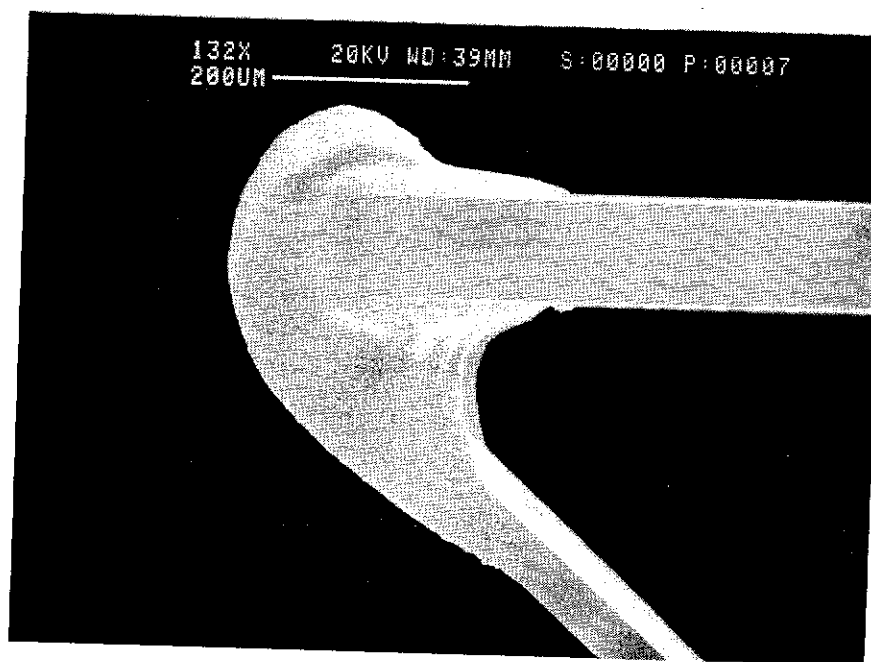
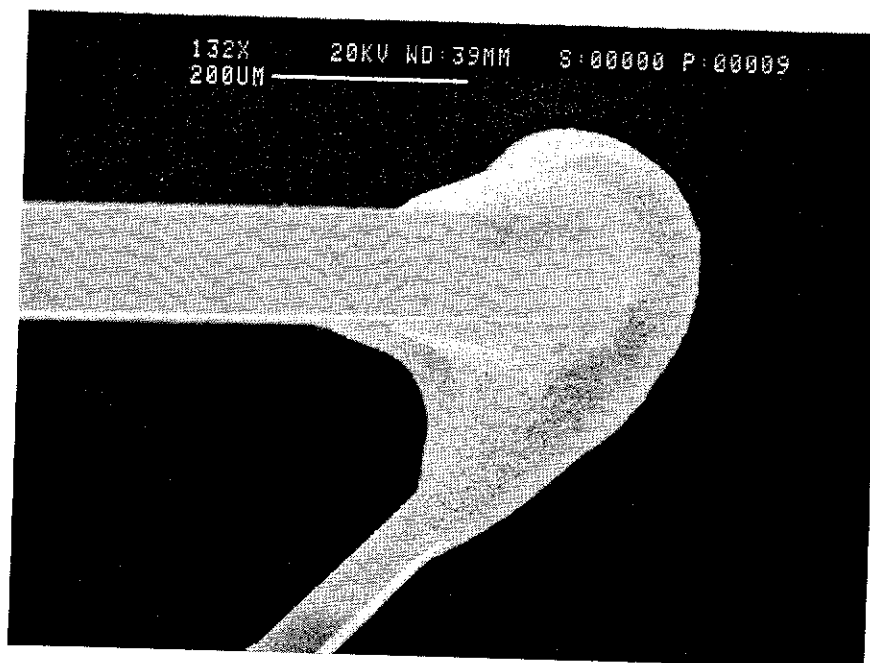
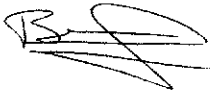
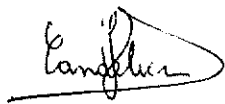

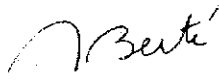
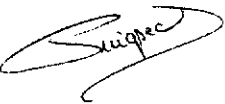
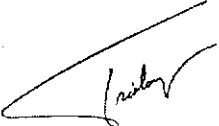


Figure 5. SEM details of support to quartz attachment, S/N 67.
Top and center : mag 132X ; bottom : mag 85.2X.

PROCEDURE D'ORGANISATION DES QUALIFICATIONS

VERIFICATION - APPROBATION

| ROLE | FONCTION | NOMS | SIGNATURE | DATE |
|---------------------|----------|--------------|--|-----------|
| Rédacteur | QLT | B. DOUCIN |  | 17 May-02 |
| Examineur technique | R&D | V. CANDELIER |  | 3 Jun-02 |
| Examineur technique | RES | J. LAMBOLEY |  | 5 Jun-02 |
| Examineur technique | ACH | M. BERTE |  | 3 Jun-02 |
| Examineur Qualité | QLT | F. PUIGSECH |  | 3 Jun-02 |
| Approbateur | M&A | C. TRIALOUP |  | 3 Jun-02 |



Frequency Products

Service Qualité

Réf : 2-QLT-005/03

Date : 17-May-02

Page : 2/8

Applicable le : 07-Jun-02

SOMMAIRE

| | | |
|-------|---|---|
| I | Objet de la procédure..... | 3 |
| II | Domaine d'application..... | 3 |
| III | Définitions, vocabulaire..... | 3 |
| IV | Documents de référence/documents applicables..... | 3 |
| V | Organisation..... | 4 |
| V.A | Elaboration du programme..... | 4 |
| V.A.1 | Logigramme..... | 4 |
| V.A.2 | Commentaires..... | 5 |
| V.B | Déroulement de la qualification..... | 5 |
| V.C | Rapport..... | 6 |
| VI | Identification, classement et archivage..... | 7 |

I Objet de la procédure

Cette procédure définit les règles d'organisation et les dispositions prises par C-MAC Frequency Products en vue d'assurer la qualification des produits conçus et réalisés par le site d'Argenteuil.

II Domaine d'application

Cette procédure s'applique à tout élément (procédé, méthode, composant, sous ensemble, sous-traitance...), nouveau ou faisant l'objet d'une modification significative devant être validée. Elle concerne également la reconduction périodique de qualification des produits standards.

La qualification des fournisseurs de C-MAC Frequency Products s'inscrit également dans la description de ce processus.

La qualification du personnel est décrite dans la procédure 2-FOR-002.

III Définitions, vocabulaire

Qualification (ISO8402) : Processus démontrant qu'une entité est capable de répondre aux exigences spécifiées. Les qualifications permettent de valider et de reconnaître qu'un procédé, une méthode, un composant ou un sous-ensemble possèdent les qualités requises à satisfaire une fonction déterminée.

IV Documents de référence/documents applicables

1-MAQ-001 : Manuel qualité de C-MAC Frequency Products

2-QLT-003 : Procédure de traitement des non conformités

3-PDQ-xxx : Programmes de qualification

I Objet de la procédure

Cette procédure définit les règles d'organisation et les dispositions prises par C-MAC Frequency Products en vue d'assurer la qualification des produits conçus et réalisés par le site d'Argenteuil.

II Domaine d'application

Cette procédure s'applique à tout élément (procédé, méthode, composant, sous ensemble, sous-traitance...), nouveau ou faisant l'objet d'une modification significative devant être validée. Elle concerne également la reconduction périodique de qualification des produits standards.

La qualification des fournisseurs de C-MAC Frequency Products s'inscrit également dans la description de ce processus.

La qualification du personnel est décrite dans la procédure 2-FOR-002.

III Définitions, vocabulaire

Qualification (ISO8402) : Processus démontrant qu'une entité est capable de répondre aux exigences spécifiées. Les qualifications permettent de valider et de reconnaître qu'un procédé, une méthode, un composant ou un sous-ensemble possèdent les qualités requises à satisfaire une fonction déterminée.

IV Documents de référence/documents applicables

1-MAQ-001 : Manuel qualité de C-MAC Frequency Products

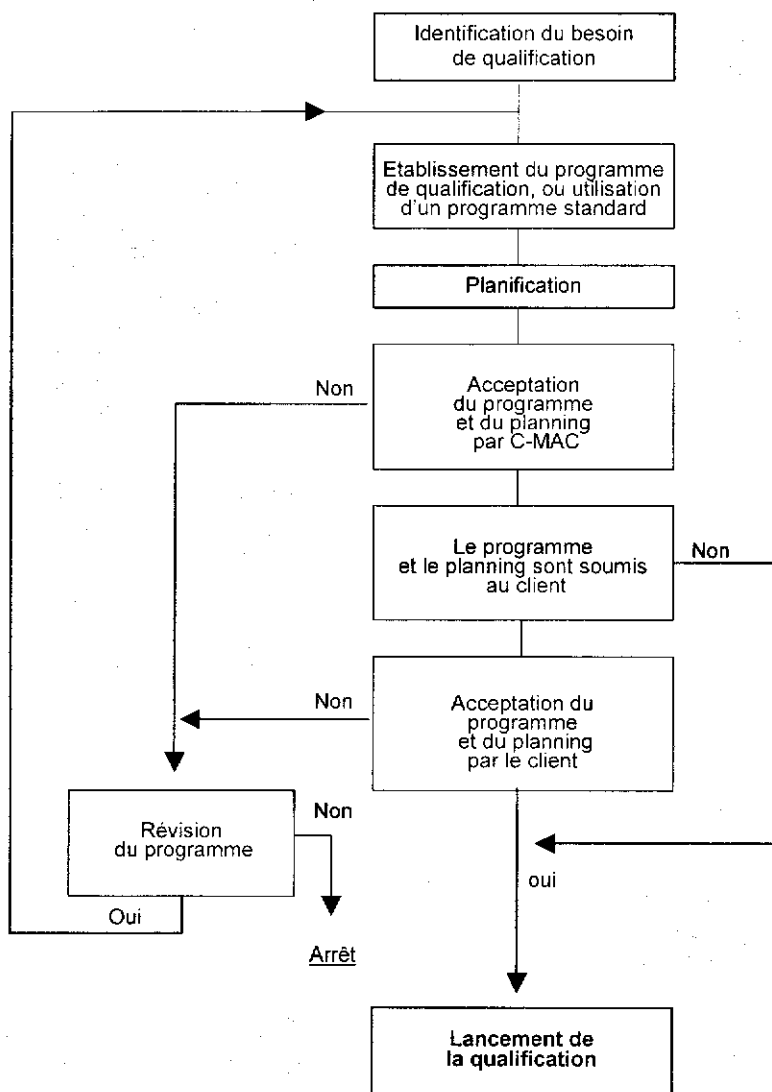
2-QLT-003 : Procédure de traitement des non conformités

3-PDQ-xxx : Programmes de qualification

V Organisation

V.A Elaboration du programme

V.A.1 Logigramme



V.A.2 Commentaires

La définition et l'application d'un programme de qualification se font en fonction des critères suivants :

- nouveau design, nouveau procédé
- nouvelle technologie (électronique, matériau, composant,)
- nouveau fournisseur (produit « critique », activité spatiale, contrat,....)
- après un arrêt de fabrication dont le processus est qualifié,
(*> 6 mois spatial, > 1 an professionnel*)
- toute modification significative de produit ou de procédé devant être validée

Un programme de qualification est alors initialisé sous la responsabilité de l'ingénieur du domaine concerné. Il sera suivi et validé par ce dernier, ainsi que par un représentant Qualité.

Pour les produits standards, la qualification est reconduite tous les deux ans sur la base d'un programme générique.

Le document définissant la qualification à mener est le plan ou programme de qualification. Il est codifié (3-PDQ-xxx selon les règles définies dans le § VI).

Après établissement du programme de qualification, celui ci est validé par le responsable de la qualification, et si besoin, passe par une étape de validation/approbation par le Client.

Il existe un programme standard de qualification (3PDQ001) pour la gamme de base des produits standards (CFPO-x).

V.B Déroulement de la qualification

Avant de commencer la qualification, le Responsable de la qualification doit s'assurer que toutes les exigences spécifiées dans le programme sont prises en compte, telles que :

1/ s'assurer que tous les documents et moyens sont réservés,

2/ s'assurer que les véhicules tests sont définis et réalisés dans l'état décrit dans le plan de qualification,

3/ établir les fiches de traçabilité des différents éléments constituant les pièces de test

4/ établir les fiches suiveuses. Elles doivent comporter au minimum les renseignements suivants :

- référence au plan de qualification
- identification/marquage des véhicules tests et méthodes de référence ou de mesures
- séquences des essais, mesures, contrôles (en fonction du déroulement spécifié dans le plan)
- types des matériels utilisés pour les tests
- durée et niveau des essais (pour les essais d'endurance)
- visa des opérateurs ayant réalisé les tests et date d'exécution

Après chaque essai, la conformité au plan de qualification doit être vérifiée. En cas d'anomalie, la **procédure de traitement des non conformités code 2-QLT-003** est déclenchée.

V.C Rapport

L'ensemble des résultats est analysé par rapport aux performances spécifiées. Ces résultats sont présentés sous forme de rapport. Il contient au minimum les éléments suivants :

- I) Rappel de l'objet de la qualification, des documents applicables et de référence*
- II) Rappel du déroulement de la qualification et des critères de sanction*
- III) Présentation synthétique des résultats par essai (sous forme de matrices, de tableaux ou courbes)*
- IV) Synthèse et traitement des non conformités, des défaillances et des anomalies*
- V) Conclusion sur les résultats par essai, ou par filière d'essais et conclusion générale quant à la qualification.*

En fin de qualification, les véhicules tests identifiés sont conservés en l'état sous la responsabilité du service Qualité, sur une base de deux ans, ainsi que les documents de traçabilité et d'enregistrements qui sont consultables. Les représentants initialement désignés statuent sur le prononcé de la qualification, qui est intégré dans le rapport. Le rapport est consultable sur le réseau, et le statut « qualifié » est reporté dans le registre des rapports de qualification, accessible sur le réseau. Les programme de qualification, ainsi qu'un registre correspondant sont également consultables sur le réseau.

VI Identification, classement et archivage

Chaque qualification est réalisée à C-MAC Frequency Products selon un Programme de Qualification identifiée par un N° chronologique : 3-PDQ-xxx/01, 01 indiquant l'issue de document. Les compléments au programme de qualification sont indicés par une lettre (A, B...), ex : 3-PDQ-xxxA/01.

Le rapport de qualification RDQ-xxx-yyy inclut dans sa référence le n° du programme auquel il se réfère (xxx), et son propre n° de chronologie (yyy) par rapport à l'ensemble des rapports basés sur le même programme. Les compléments au rapport sont indicés par une lettre : RDQ-xxx-yyyA, etc...

Les qualifications réalisées par les clients seront enregistrées de la même façon, pour autant que leur résultat nous soit communiqué. Dans ce cas, un descriptif des essais menés pour la qualification sera rédigé par C-MAC, sous référence 3-PDQ-xxx, et l'ensemble des informations sera enregistré comme un rapport de qualification, code RDQ-xxx-yyy

En l'absence de tout document de validation d'une qualification par un client, la commande du produit par le client tient lieu de rapport de qualification.

L'ensemble des documents correspondant est classé au service Qualité par ordre chronologique. L'archivage est d'un minimum de 2 ans, sauf exigence contractuelle.



Frequency Products

Service Qualité

Réf : 2-QLT-005/03

Date : 17-May-02

Page : 8/8

Applicable le : 07-Jun-02

LISTE DE DIFFUSION

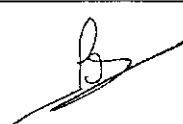
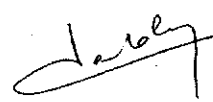
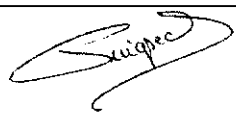

| SERVICE | NBRE D'EX | DESTINATAIRES/POINTS DE DIFFUSION |
|--------------------------------|-----------|-----------------------------------|
| RESSOURCES HUMAINES | 0 | |
| SERV. CLIENTS-MARKETING & APP. | 1 | Général |
| DIRECTION | 1 | Général |
| FINANCES & SYSTEMES D'INFO. | 0 | Général |
| FABRICATION PRODUITS | 1 | Général |
| RESONATEURS | 1 | Général |
| QUALITE | 1 | Général |
| PRODUITS R & D | 1 | Général |
| ACHATS | 1 | Général |

JOURNAL DES MODIFICATIONS

| N° DE VERSION | NATURE des MODIFICATIONS | DATE DE DIFFUSION |
|---------------|--|-------------------|
| 1 | Création | 05-Oct-98 |
| 2 | DMD N°01-0053 Adaptation aux évolutions des procédures | 15-Apr-01 |
| 3 | DMD N°02-423 Simplification de la procédure Suppression de 4QLT009 | 07-Jun-02 |

COMPLEMENT DE QUALIFICATION DE LA PATE P200 POUR LES RESONATEURS SPATIAUX EN LISTE ESCC

VERIFICATION - APPROBATION

| ROLE | FONCTION | NOMS | SIGNATURE | DATE |
|---------------------|----------|--------------|--|------------|
| Rédacteur | RES | T. SOUBIROUS |  | 30/05/2004 |
| Examineur technique | ER | J. LAMBOLEY |  | 30/05/2004 |
| Examineur Qualité | QLT | F. PUIGSECH |  | 30/05/2004 |
| Approbateur | ER | J. LAMBOLEY |  | 30/05/2004 |

SOMMAIRE

| | |
|--|----------|
| I Objet de la qualification | 3 |
| II Documents de référence/documents applicables | 3 |
| III Véhicules tests. | 3 |
| IV Tests et Résultats EN Environnement Mécaniques | 3 |
| IV.1 Chocs | 4 |
| IV.2 Vibrations | 4 |
| IV.3 VRT : Variations Rapides de température..... | 4 |
| IV.4 DPA : « Destructive Physical Analysis..... | 5 |
| V Tests et Résultats d'Endurance | 5 |
| V I Stockage statique à 105°C | 5 |
| VI Conclusion | 5 |

I OBJET DE LA QUALIFICATION

Ce complément de qualification a pour objectif de valider la pâte polyimide P200 dans un environnement sévéré pour application spatiale afin d'améliorer les performances en vieillissement des résonateurs. La pâte P200 est qualifiée et utilisée dans le domaine professionnel depuis décembre 2002.

II DOCUMENTS DE REFERENCE/DOCUMENTS APPLICABLES

| | |
|------------------------|--|
| 1-MAQ-001 : | Manuel qualité de C-MAC Frequency Products |
| 2-QLT-005 : | Procédure d'organisation des qualifications |
| 2-QLT-003 : | Procédure de traitement des non conformité |
| 4-QLT-002 : | Liste des documents applicables |
| ESCC 3501 : | Quartz Crystals Units ESCC Generic specification |
| PID 3-QLT-005/02 : | PID Résonateurs Spatiaux |
| IEC Publication N° 68: | «Basic Environmental Testing Procedures |
| ESCC 2043501 : | Internal Visual Inspection of Quartz Crystals Units |
| 3-RDQ-011-01 : | Résultats de qualification du spottage à la P200 des résonateurs HC37 (3CV, 8/100) |

III VEHICULES TESTS.

Résonateurs fabriqués selon le PID spatial

45.238231 MHz (P3), 750522/022 Var B, art C-MAC 20793, date code 0341

53.846315 MHz (P3), 750522/022 Var B, art C-MAC 20794 date code 0341

72.299860 MHz (P5), 750522/022 Var A, art C-MAC 20792, date code 0341

74.713915 MHz (P5), 750522/022 Var A, art C-MAC 20799, date code 0341

IV TESTS ET RESULTATS EN ENVIRONNEMENT MECANIQUES

Les paramètres motionnels de chacun des résonateurs ont été mesurés avant et après chaque essai.

Les critères sont les suivants :

DF/< +/-1 10⁻⁶

DR/R < +/- 10% ou DR < 1 Ohms

IV.1 Chocs

Test

Norme: IEC 68-2.27 Test Ea
Forme : $\frac{1}{2}$ sinus
Accélération : 980m/s² (100g)
Durée : 6ms
Nombre de chocs : 18 total (3 chocs dans chacune des 2 directions des 3 axes)

Résultats : Annexe 1

Résultats conformes aux critères spécifiés

IV.2 VIBRATIONS

Test

Norme: IEC 68-2.6 Test Fc
Plage de fréquence : 10 to 2000Hz
Déplacement : 1.5mm peak de 10Hz à la fréquence de coupure
Accélération : 196 m/s² (20g) de la fréquence de coupure à 2000 Hz
Axes : 3 perpendiculaires
Durée : 10 cycles par axes
Balayage : 1 octave/minute

Résultats : Annexe 2

Résultats conformes aux critères spécifiés

IV.3 VRT : VARIATIONS RAPIDES DE TEMPERATURE

Test

Norme : IEC 68-2.14 Test Na
Nombre de cycles : 10 et 90 cycles (soit 100 cumulés)
Températures extrêmes : - 55°C, 125°C
Durée du palier : 15 minutes
Changement de palier : < 30secondes

Résultats : Annexe 3

Résultats conformes aux critères spécifiés

IV.4 DPA : « DESTRUCTIVE PHYSICAL ANALYSIS »

Analyse physique réalisée sur deux résonateurs ayant subi les tests de la filière environnement mécanique.

Résultats : Annexe 5 (Rapport Serma AF04-0224 -23/01/04)

Résultats conformes aux critères spécifiés.

V TESTS ET RESULTATS D'ENDURANCE

VI STOCKAGE STATIQUE A 105°C

Avant le stockage et après 500, 1000 et 2000 heures mesure de la fréquence de la résistance de résonance à la température de référence spécifiée par la table 1, les critères sont les suivants :

À 1000 heures : $DF/F < +/- 2.5 E-6$
 $DR/R > +/- 10\%$ ou $DR < +/- 1 \text{ Ohm}$

À 2000 heures $DF/F < +/- 3 E-6$
 $DR/R > +/- 10\%$ ou $DR < +/- 1 \text{ Ohm}$

Résultats : Annexe 4

La durée du stockage à 105°C a été de 2736 Heures au lieu de 2000Heures .

Les résonateurs issus de la filière mécaniques ont été soumis au test d'endurance à 105°C.

Nous ne notons pas de différence entre les résultats des pièces issues de la filière mécaniques et les résultats des pièces réservées en exclusivité au test d'endurance à 105°C.

Résultats conformes aux critères spécifiés.

VI CONCLUSION

Au vu des résultats la qualification est prononcée.

Nota :

Dans le cadre d'une commande client, pour les résonateurs spécifiés à 1 ppm sur 20 ans, un test de 2000 heures sur oscillateurs à la température du point d'inversion est planifiée au second trimestre 2004. Les résultats de ce test feront l'objet d'une révision du document.

ANNEXE 1 : Résultats Chocs

| N° | Avant chocs (22/12/03) | | | Après chocs 100 g (05/01/04) | | | Résultats | |
|--------|---------------------------|--------|----------|---------------------------------|--------|----------|-------------|-------------|
| | Fn (Hz) | L (mH) | R (ohms) | Fn (Hz) | L (mH) | R (ohms) | delta f / f | delta R / R |
| 034153 | 45238350.9 | 12.28 | 17.9 | 45238346.3 | 12.29 | 17.9 | -1.02E-07 | 0% |
| 034165 | 45238291.0 | 12.14 | 15.9 | 45238288.7 | 12.16 | 15.9 | -5.08E-08 | 0% |
| 034166 | 45238279.2 | 11.98 | 18.4 | 45238278.4 | 11.99 | 18.4 | -1.77E-08 | 0% |
| 034167 | 45238251.1 | 12.25 | 16.5 | 45238246.4 | 12.26 | 17.5 | -1.04E-07 | 6% |
| 034168 | 45238332.9 | 11.96 | 15.6 | 45238328.6 | 11.96 | 15.6 | -9.51E-08 | 0% |
| 034154 | 53846418.6 | 9.59 | 21.4 | 53846419.1 | 9.60 | 21.1 | 9.29E-09 | -1% |
| 034159 | 53846444.8 | 9.30 | 18.6 | 53846441.1 | 9.31 | 18.5 | -6.87E-08 | -1% |
| 034160 | 53846417.5 | 9.53 | 18.9 | 53846415.6 | 9.54 | 18.8 | -3.53E-08 | -1% |
| 034161 | 53846408.4 | 9.91 | 19.9 | 53846408.6 | 9.91 | 19.8 | 3.71E-09 | -1% |
| N° | Avant chocs (31/10/03) | | | Après chocs 100 g (05/01/04) | | | Résultats | |
| | Fn (Hz) | L (mH) | R (ohms) | Fn (Hz) | L (mH) | R (ohms) | delta f / f | delta R / R |
| 034151 | 72300067.1 | 18.13 | 50.1 | 72300066.8 | 18.14 | 50.2 | -4.15E-09 | 0% |
| 034154 | 72300007.6 | 17.07 | 47.2 | 72300012.2 | 17.12 | 47.5 | 6.36E-08 | 1% |
| 034158 | 72300011.1 | 16.95 | 47.9 | 72300017.0 | 16.96 | 48.1 | 8.16E-08 | 0% |
| | (23/12/03) | | | (06/01/04) | | | | |
| | Fn (Hz) | L (mH) | R (ohms) | Fn (Hz) | L (mH) | R (ohms) | delta f / f | delta R / R |
| 034153 | 74714090.6 | 15.90 | 48.5 | 74714089.0 | 15.87 | 48.5 | -2.14E-08 | 0% |
| 034154 | 74714084.8 | 16.02 | 48.5 | 74714080.3 | 16.01 | 48.6 | -6.02E-08 | 0% |
| 034156 | 74714116.7 | 15.88 | 48.0 | 74714122.2 | 15.89 | 48.5 | 7.36E-08 | 1% |
| 034157 | 74714201.1 | 15.83 | 48.9 | 74714199.7 | 15.83 | 49.0 | -1.87E-08 | 0% |
| 034159 | 74714224.1 | 16.25 | 49.1 | 74714227.9 | 16.26 | 49.1 | 5.09E-08 | 0% |
| 034160 | 74714317.2 | 15.73 | 48.1 | 74714317.6 | 15.72 | 48.1 | 5.35E-09 | 0% |

ANNEXE 2 : Résultats Vibrations

| N° | Avant Vibrations Sinus 20g 05/01/04 | | | Après Vibrations Sinus 20g 08/01/04 | | | Résultats | |
|--------|--|--------|----------|--|--------|----------|-------------|-------------|
| | Fn (Hz) | L (mH) | R (ohms) | Fn (Hz) | L (mH) | R (ohms) | delta f / f | delta R / R |
| 034153 | 45238346.3 | 12.29 | 17.9 | 45238348.3 | 12.30 | 17.9 | 4.42E-08 | 0% |
| 034165 | 45238288.7 | 12.16 | 15.9 | 45238290.7 | 12.16 | 15.9 | 4.42E-08 | 0% |
| 034166 | 45238278.4 | 11.99 | 18.4 | 45238280.0 | 12.01 | 18.5 | 3.54E-08 | 1% |
| 034167 | 45238246.4 | 12.26 | 17.5 | 45238249.3 | 12.26 | 16.4 | 6.41E-08 | -6% |
| 034168 | 45238328.6 | 11.96 | 15.6 | 45238331.3 | 11.97 | 15.6 | 5.97E-08 | 0% |
| 034154 | 53846419.1 | 9.60 | 21.1 | 53846422.0 | 9.62 | 21.1 | 5.39E-08 | 0% |
| 034159 | 53846441.1 | 9.31 | 18.5 | 53846447.2 | 9.32 | 18.5 | 1.13E-07 | 0% |
| 034160 | 53846415.6 | 9.54 | 18.8 | 53846421.2 | 9.56 | 18.7 | 1.04E-07 | -1% |
| 034161 | 53846408.6 | 9.91 | 19.8 | 53846415.8 | 9.95 | 19.8 | 1.34E-07 | 0% |

| N° | Avant Vibrations Sinus 20g 05/01/04 | | | Après Vibrations Sinus 20g 08/01/04 | | | Résultats | |
|------------|--|--------|----------|--|--------|----------|-------------|-------------|
| | Fn (Hz) | L (mH) | R (ohms) | Fn (Hz) | L (mH) | R (ohms) | delta f / f | delta R / R |
| 034151 | 72300066.8 | 18.14 | 50.2 | 72300068.1 | 18.16 | 50.3 | 1.80E-08 | 0% |
| 034154 | 72300012.2 | 17.12 | 47.5 | 72300010.5 | 17.16 | 47.4 | -2.35E-08 | 0% |
| 034158 | 72300017.0 | 16.96 | 48.1 | 72300018.1 | 17.01 | 48.1 | 1.52E-08 | 0% |
| (06/01/04) | | | | | | | | |
| 034153 | 74714089.0 | 15.87 | 48.5 | 74714089.1 | 15.91 | 48.6 | 1.34E-09 | 0% |
| 034154 | 74714080.3 | 16.01 | 48.6 | 74714082.3 | 16.04 | 48.6 | 2.68E-08 | 0% |
| 034156 | 74714122.2 | 15.89 | 48.5 | 74714122.0 | 15.92 | 48.4 | -2.68E-09 | 0% |
| 034157 | 74714199.7 | 15.83 | 49.0 | 74714203.7 | 15.86 | 49.1 | 5.35E-08 | 0% |
| 034159 | 74714227.9 | 16.26 | 49.1 | 74714225.6 | 16.27 | 49.2 | -3.08E-08 | 0% |
| 034160 | 74714317.6 | 15.72 | 48.1 | 74714319.3 | 15.74 | 48.2 | 2.28E-08 | 0% |

ANNEXE 3 : Résultats Cycles Thermiques

| N° | Avant VRT 08/01/04 | | | Après 10 VRT -55 +125 °C 12/01/04 | | | Après 100 VRT -55 +125 °C 15/01/04 | | | Résultats après 10 VRT | | Résultats après 100 VRT | |
|--------|-----------------------|--------|----------|--------------------------------------|--------|----------|---------------------------------------|--------|----------|---------------------------|-------------|----------------------------|-------------|
| | F _n (Hz) | L (mH) | R (ohms) | F _n (Hz) | L (mH) | R (ohms) | F _n (Hz) | L (mH) | R (ohms) | delta f / f | delta R / R | delta f / f | delta R / R |
| 034153 | 45238346.3 | 12.30 | 17.9 | 45238346.8 | 12.33 | 17.9 | 45238339.8 | 12.31 | 17.9 | -3.32E-08 | 0% | -1.55E-07 | 0% |
| 034165 | 45238290.7 | 12.16 | 15.9 | 45238290.4 | 12.18 | 15.9 | 45238281.8 | 12.17 | 15.9 | -6.63E-09 | 0% | -1.90E-07 | 0% |
| 034166 | 45238280.0 | 12.01 | 18.5 | 45238280.3 | 10.02 | 18.5 | 45238276.2 | 12.01 | 18.6 | 6.63E-09 | 0% | -9.06E-08 | 1% |
| 034167 | 45238249.3 | 12.26 | 16.4 | 45238249.5 | 12.29 | 17.7 | 45238245.7 | 12.26 | 16.0 | 4.42E-09 | 8% | -8.40E-08 | -10% |
| 034168 | 45238331.3 | 11.97 | 15.6 | 45238333.5 | 11.99 | 15.6 | 45238329.8 | 11.98 | 15.6 | 4.86E-08 | 0% | -8.18E-08 | 0% |
| 034154 | 53846422.0 | 9.62 | 21.1 | 53846414.5 | 9.62 | 21.1 | 53846405.3 | 9.61 | 21.1 | -1.39E-07 | 0% | -1.71E-07 | 0% |
| 034159 | 53846447.2 | 9.32 | 18.5 | 53846443.4 | 9.33 | 18.6 | 53846436.0 | 9.32 | 18.5 | -7.06E-08 | 1% | -1.37E-07 | -1% |
| 034160 | 53846421.2 | 9.56 | 18.7 | 53846416.5 | 9.57 | 19.0 | 53846403.7 | 9.56 | 19.0 | -8.73E-08 | 2% | -2.38E-07 | 0% |
| 034161 | 53846415.8 | 9.95 | 19.8 | 53846409.3 | 9.96 | 19.7 | 53846383.5 | 9.94 | 19.9 | -1.21E-07 | -1% | -4.79E-07 | 1% |

| N° | Avant VRT 08/01/04 | | | Après 10 VRT -55 +125 °C 12/01/04 | | | Après 100 VRT -55 +125 °C 15/01/04 | | | Résultats après 10 VRT | | Résultats après 100 VRT | |
|--------|-----------------------|--------|----------|--------------------------------------|--------|----------|---------------------------------------|--------|----------|---------------------------|-------------|----------------------------|-------------|
| | F _n (Hz) | L (mH) | R (ohms) | F _n (Hz) | L (mH) | R (ohms) | F _n (Hz) | L (mH) | R (ohms) | delta f / f | delta R / R | delta f / f | delta R / R |
| 034151 | 72300068.1 | 18.16 | 50.3 | 72300059.1 | 18.18 | 50.4 | 72300058.0 | 18.19 | 50.5 | -1.24E-07 | 0% | -1.52E-08 | 0% |
| 034154 | 72300010.5 | 17.16 | 47.4 | 72300010.5 | 17.18 | 47.4 | 72300007.5 | 17.18 | 47.5 | 0.00E+00 | 0% | -4.15E-08 | 0% |
| 034158 | 72300018.1 | 17.01 | 48.1 | 72300016.0 | 17.02 | 48.3 | 72300008.2 | 17.02 | 48.2 | -2.90E-08 | 0% | -1.08E-07 | 0% |
| 034153 | 74714089.1 | 15.91 | 48.6 | 74714087.0 | 15.90 | 48.6 | 74714092.1 | 15.91 | 48.8 | -2.81E-08 | 0% | 6.83E-08 | 0% |
| 034154 | 74714082.3 | 16.04 | 48.6 | 74714079.9 | 16.06 | 48.7 | 74714080.3 | 16.08 | 48.9 | -3.21E-08 | 0% | 5.35E-09 | 0% |
| 034156 | 74714122.0 | 15.92 | 48.4 | 74714120.2 | 15.92 | 48.3 | 74714117.7 | 15.94 | 48.5 | -2.41E-08 | 0% | -3.35E-08 | 0% |
| 034157 | 74714203.7 | 15.86 | 49.1 | 74714198.4 | 15.87 | 49.2 | 74714190.9 | 15.89 | 49.7 | -7.09E-08 | 0% | -1.00E-07 | 1% |
| 034159 | 74714225.6 | 16.27 | 49.2 | 74714222.5 | 16.28 | 49.3 | 74714220.7 | 16.30 | 49.4 | -4.15E-08 | 0% | -2.41E-08 | 0% |

ANNEXE 4 : Stockage à 105°C

| n° réso | T0 : Le 19/01/04 | | | T0 + 500H: Le 9/02/04 | | | T0 + 1000H: Le 01/03/04 | | | T0 + 1536H: Le 23/03/04 | | | T0 + 1752H: Le 1/04/04 | | | T0 + 2736H: Le 13/05/04 | | |
|---------|------------------|-------|------|-----------------------|-------|------|-------------------------|-------|------|-------------------------|-------|------|------------------------|-------|------|-------------------------|-------|------|
| | fréquence | self | R | fréquence | self | R | fréquence | self | R | fréquence | self | R | fréquence | self | R | fréquence | self | R |
| 034151 | 72300058.0 | 18.19 | 50.5 | 72300035.1 | 18.16 | 50.3 | 72300036.6 | 17.98 | 49.5 | 72300033.7 | 17.98 | 49.5 | 72300048.2 | 17.93 | 49.3 | 72300044.5 | 18.08 | 50.1 |
| 034154 | 72300007.5 | 17.18 | 47.5 | 72299982.6 | 17.12 | 47.3 | 72299975.5 | 16.98 | 46.5 | 72299971.7 | 17.03 | 46.6 | 72299981.5 | 16.92 | 46.3 | 72299973.2 | 17.07 | 47 |
| 034158 | 72300008.2 | 17.02 | 48.2 | 72299986.8 | 16.98 | 48.2 | 72299983.9 | 16.84 | 47.4 | 72299980.3 | 16.83 | 47.5 | 72299993.3 | 16.77 | 47.3 | 72299985.5 | 16.92 | 48 |
| 034153 | 74714092.1 | 15.91 | 48.8 | 74714085.6 | 15.86 | 48.5 | 74714089.0 | 15.75 | 47.8 | 74714089.2 | 15.74 | 48 | 74714106.3 | 15.73 | 47.7 | 74714101.0 | 15.86 | 48.3 |
| 034154 | 74714080.3 | 16.08 | 48.9 | 74714059.2 | 15.03 | 48.6 | 74714055.8 | 15.85 | 47.8 | 74714055.5 | 15.92 | 48 | 74714087.8 | 15.82 | 47.6 | 74714057.8 | 15.95 | 48.2 |
| 034155 | 74714117.7 | 15.94 | 48.5 | 74714097.2 | 15.93 | 48.3 | 74714096.9 | 15.77 | 47.3 | 74714094.9 | 15.79 | 47.8 | 74714105.9 | 15.72 | 47.4 | 74714085.8 | 15.85 | 47.7 |
| 034159 | 74714220.7 | 16.30 | 49.4 | 74714194.3 | 16.24 | 49.2 | 74714181.8 | 16.07 | 48.2 | 74714172.8 | 16.08 | 48.3 | 74714184.4 | 16.01 | 48.2 | 74714172.3 | 16.17 | 48.8 |
| 034160 | 74714313.0 | 15.75 | 48.3 | 74714295.8 | 15.79 | 48.3 | 74714295.2 | 15.93 | 47.5 | 74714292.3 | 15.86 | 47.6 | 74714305.8 | 15.60 | 47.4 | 74714300.4 | 15.74 | 48 |
| 034153 | 45238339.5 | 12.31 | 17.9 | 45238317.2 | 12.31 | 17.9 | 45238312.3 | 12.21 | 17.6 | 45238309.1 | 12.23 | 17.8 | 45238318.8 | 12.17 | 17.6 | 45238316.0 | 12.28 | 17.8 |
| 034155 | 45238281.8 | 12.17 | 15.9 | 45238273.4 | 12.15 | 15.9 | 45238270.5 | 12.04 | 15.6 | 45238273.6 | 12.08 | 15.6 | 45238282.6 | 11.99 | 15.5 | 45238279.9 | 12.11 | 15.8 |
| 034156 | 45238276.2 | 12.01 | 18.6 | 45238265.4 | 11.98 | 18.6 | 45238270.1 | 11.88 | 18.4 | 45238265.8 | 11.92 | 18.5 | 45238276.9 | 11.83 | 18.2 | 45238272.9 | 11.96 | 18.6 |
| 034158 | 45238329.8 | 11.98 | 15.6 | 45238317.8 | 11.97 | 15.5 | 45238319.6 | 11.86 | 15.2 | 45238317.5 | 11.90 | 15.3 | 45238327.9 | 11.80 | 15.1 | 45238324.6 | 11.93 | 15.4 |
| 034154 | 53846405.3 | 9.61 | 21.1 | 53846395.6 | 9.61 | 21.1 | 53846389.7 | 9.50 | 20.8 | 53846394.3 | 9.54 | 20.9 | 53846413.1 | 9.47 | 20.7 | 53846411.5 | 9.56 | 21.2 |
| 034159 | 53846436.0 | 9.32 | 18.5 | 53846424.7 | 9.31 | 18.4 | 53846414.5 | 9.21 | 18.1 | 53846420.6 | 9.25 | 18.2 | 53846434.4 | 9.17 | 17.8 | 53846436.2 | 9.27 | 18.2 |
| 034160 | 53846403.7 | 9.56 | 19 | 53846387.3 | 9.55 | 18.9 | 53846385.9 | 9.45 | 18.5 | 53846388.6 | 9.50 | 18.6 | 53846399.9 | 9.40 | 18.4 | 53846394.4 | 9.51 | 18.7 |
| 034161 | 53846383.5 | 9.94 | 19.9 | 53846369.5 | 9.93 | 19.9 | 53846370.3 | 9.82 | 19.5 | 53846378.6 | 9.86 | 19.7 | 53846389.7 | 9.78 | 19.4 | 53846390.4 | 9.88 | 19.8 |
| 034152 | 74714105.4 | 15.81 | 48.9 | 74714070.2 | 15.86 | 48.7 | 74714058.3 | 15.69 | 47.8 | 74714063.4 | 15.73 | 47.9 | 74714078.8 | 15.65 | 47.7 | 74714075.6 | 15.77 | 48.9 |
| 034161 | 74714264.6 | 16.91 | 51.7 | 74714264.0 | 16.89 | 51.6 | 74714260.9 | 16.70 | 50.8 | 74714255.9 | 16.74 | 50.9 | 74714269.0 | 16.63 | 50.7 | 74714261.1 | 16.80 | 51.7 |
| 034151 | 53846504.8 | 9.44 | 18.5 | 53846479.6 | 9.42 | 18.6 | 53846478.8 | 9.32 | 18.1 | 53846485.6 | 9.35 | 18.2 | 53846497.1 | 9.29 | 18 | 53846501.0 | 9.39 | 18.3 |
| 035152 | 53846363.5 | 9.74 | 18.9 | 53846332.6 | 9.72 | 18.9 | 53846333.3 | 9.60 | 18.4 | 53846338.4 | 9.65 | 18.6 | 53846351.0 | 9.55 | 18.4 | 53846355.0 | 9.68 | 18.8 |
| 035153 | 53846327.0 | 3.38 | 18.6 | 53846304.1 | 9.39 | 18.7 | 53846304.5 | 9.25 | 18.2 | 53846305.8 | 9.28 | 18.3 | 53846318.8 | 9.20 | 18 | 53846315.6 | 9.32 | 18.4 |
| 034156 | 45238330.4 | 12.14 | 15.8 | 45238316.8 | 12.11 | 15.7 | 45238319.4 | 12.00 | 15.4 | 45238316.9 | 12.05 | 15.5 | 45238330.0 | 11.95 | 15.3 | 45238325.7 | 12.09 | 15.6 |
| 034161 | 45238302.0 | 12.27 | 16.7 | 45238286.7 | 12.27 | 16.3 | 45238273.3 | 12.14 | 15.9 | 45238276.9 | 12.21 | 16 | 45238282.7 | 12.10 | 15.9 | 45238280.0 | 12.24 | 16.2 |
| 034163 | 45238300.9 | 11.77 | 15.7 | 45238301.1 | 11.78 | 15.6 | 45238305.2 | 11.65 | 15.6 | 45238307.7 | 11.69 | 15.6 | 45238320.5 | 11.58 | 15.4 | 45238299.8 | 11.72 | 16.4 |

| n° réso | T0 + 500H: Le 9/02/04 | | T0 + 1000H: Le 01/03/04 | | T0 + 1536H: Le 23/03/04 | | T0 + 1752H: Le 1/04/04 | | T0 + 2736H: Le 13/05/04 | |
|---------|-----------------------|----------|-------------------------|----------|-------------------------|----------|------------------------|----------|-------------------------|----------|
| | DF/F (10-6) | DR/R (%) | DF/F (10-6) | DR/R (%) | DF/F (10-6) | DR/R (%) | DF/F (10-6) | DR/R (%) | DF/F (10-6) | DR/R (%) |
| 034151 | -0.32 | -0.4% | -0.30 | -2.0% | -0.34 | -2.0% | -0.14 | -2.4% | -0.19 | -0.8% |
| 034154 | -0.34 | -0.4% | -0.44 | -2.1% | -0.50 | -1.9% | -0.36 | -2.6% | -0.47 | -1.1% |
| 034158 | -0.30 | 0.0% | -0.29 | -1.7% | -0.39 | -1.5% | -0.21 | -1.9% | -0.31 | -0.4% |
| 034153 | -0.09 | -0.6% | -0.04 | -2.1% | -0.04 | -1.7% | 0.19 | -2.3% | 0.12 | -1.0% |
| 034154 | -0.28 | -0.6% | -0.33 | -2.3% | -0.33 | -1.9% | -0.17 | -2.7% | -0.30 | -1.4% |
| 034155 | -0.27 | -0.4% | -0.28 | -2.5% | -0.31 | -1.5% | -0.16 | -2.3% | -0.43 | -1.7% |
| 034159 | -0.35 | -0.4% | -0.52 | -2.5% | -0.64 | -2.3% | -0.49 | -2.5% | -0.65 | -1.2% |
| 034160 | -0.23 | 0.0% | -0.24 | -1.7% | -0.28 | -1.5% | -0.10 | -1.9% | -0.17 | -0.6% |
| 034153 | -0.50 | 0.0% | -0.61 | -1.7% | -0.68 | -0.6% | -0.46 | -1.7% | -0.53 | -0.6% |
| 034155 | -0.19 | 0.0% | -0.25 | -1.9% | -0.18 | -1.9% | 0.02 | -2.5% | -0.04 | -0.6% |
| 034156 | -0.24 | 0.0% | -0.13 | -1.1% | -0.23 | -0.5% | 0.02 | -2.2% | -0.07 | 0.0% |
| 034168 | -0.27 | -0.6% | -0.23 | -2.6% | -0.27 | -1.9% | -0.04 | -3.3% | -0.11 | -1.3% |
| 034154 | -0.16 | 0.0% | -0.29 | -1.4% | -0.20 | -1.0% | 0.14 | -1.9% | 0.12 | 0.5% |
| 034159 | -0.19 | -6.5% | -0.40 | -2.2% | -0.29 | -1.6% | -0.03 | -3.9% | 0.00 | -1.6% |
| 034160 | -0.28 | -6.5% | -0.33 | -2.7% | -0.28 | -2.1% | -0.07 | -3.2% | -0.17 | -1.6% |
| 034161 | -0.24 | 0.0% | -0.25 | -2.0% | -0.09 | -1.0% | 0.12 | -2.5% | 0.13 | -0.5% |
| 034152 | -0.47 | -0.4% | -0.63 | -2.3% | -0.56 | -2.1% | -0.36 | -2.5% | -0.40 | 0.0% |
| 034161 | -0.41 | -0.2% | -0.45 | -1.8% | -0.52 | -1.6% | -0.34 | -2.0% | -0.45 | 0.0% |
| 034151 | -0.47 | 0.5% | -0.48 | -2.2% | -0.36 | -1.6% | -0.14 | -2.7% | -0.07 | -1.1% |
| 035152 | -0.57 | 0.3% | -0.56 | -2.7% | -0.47 | -1.6% | -0.23 | -2.7% | -0.16 | -0.5% |
| 035153 | -0.43 | 0.5% | -0.42 | -2.2% | -0.39 | -1.6% | -0.15 | -3.3% | -0.21 | -1.1% |
| 034156 | -0.30 | -0.6% | -0.31 | -2.6% | -0.30 | -1.9% | -0.01 | -3.2% | -0.10 | -1.3% |
| 034161 | -0.34 | -2.4% | -0.63 | -4.9% | -0.55 | -4.3% | -0.27 | -4.9% | -0.49 | -3.0% |
| 034163 | 0.00 | -0.6% | 0.10 | -0.6% | 0.15 | -0.6% | 0.27 | -1.9% | -0.02 | 4.4% |

ANNEXE 5 : Rapport DPA

Référence : SERMA AF04-0224

LISTE DE DIFFUSION

| SERVICE | DESTINATAIRES/POINTS DE DIFFUSION |
|---------------------------------------|-----------------------------------|
| RESSOURCES HUMAINES | |
| SERV. CLIENTS-VENTES-MARKETING & APP. | |
| DIRECTION | |
| FINANCES & SYSTEMES D'INFO | |
| FABRICATION PRODUITS | Général |
| RESONATEURS | Général |
| QUALITE | Général |
| PRODUITS R & D | Général |
| ACHATS | |

JOURNAL DES MODIFICATIONS

| N° DE VERSION | NATURE des MODIFICATIONS | DATE DE DIFFUSION |
|---------------|--------------------------|-------------------|
| 1 | Création | 30/05/2004 |
| | | |
| 3 | | |
| 4 | | |

SERMA TECHNOLOGIES

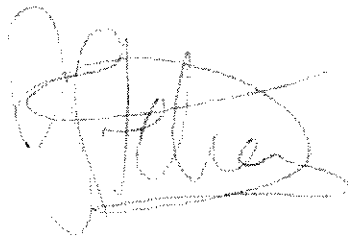
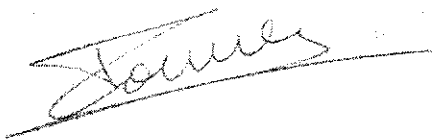
**DESTRUCTIVE PHYSICAL ANALYSIS
OF 45.238231 MHz AND 74.713915 MHz
QUARTZ CRYSTALS FROM C-MAC
DATE CODE 0341
REPORT AF04-0224 – JANUARY 23, 2004**

This analysis was performed for :

**C-MAC frequency Products SAS
44, avenue de la Glacière
B.P. 165
95105 ARGENTEUIL CEDEX**

Performed by : J. VASCONCELOS

Approved by : JM. ETCHARREN



Siège Social
30, avenue Gustave Eiffel
33608 PESSAC Cedex (France)

Tel : 33(0)55 57 27 06 88 - Fax : 33(0)5 57 20 06 98 - <http://www.serma.com>
S.A. Etcharren et Compagnie (France) capital de 2 301 071 € - 5751 050 712 825 03388 - 0005 495 101 2

Serma Technologies est un laboratoire indépendant dont le système qualité satisfait aux critères des normes ISO 9002 et EN 45001.

A ce titre, un certain nombre d'informations générales relatives aux conditions expérimentales des analyses / essais et au contenu des rapports doit être mentionné.

Serma Technologies is an independent laboratory which operates in conformance to requirements specified in the standards ISO 9002 and EN 45001.

For this purpose, general information related to experimental conditions of analyses / experiments and to content of the report have to be mentioned.

RAPPORT D'ESSAI - OBJETS SOUMIS A ESSAI /

REPORT / OBJECTS SUBMITTED TO ANALYSIS

Il est important de noter que le rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

It is important to notice that the report concerns only the objects submitted to analysis.

REPRODUCTION / REPRODUCTION

Ce rapport ne doit pas être reproduit partiellement sans l'approbation écrite du laboratoire d'essai.

This report cannot be partially reproduced without the laboratory written authorisation.

INCERTITUDE DE MESURE /

ACCURACY STATEMENT

Electriques : Les grandeurs électriques, sauf indications contraires, ne sont données qu'à titre indicatif et ne sont utilisées que pour mettre en évidence le bon ou le mauvais fonctionnement d'un composant.

Electrical : Electrical values, except in specific cases which would be mentioned, are only given as an indication of the good or wrong functioning of a component.

Dimensionnelles : Les données dimensionnelles présentées dans ce rapport ont été relevées sur des photographies qui peuvent ou non figurer dans ce rapport. En tenant compte de toutes les incertitudes de mesures (révélation chimique, imprécisions de mesure, étalonnage de nos équipements ...), nous avons estimé les valeurs ci-dessous :

Dimensional : The dimensional data reported in this analysis have been determined through photographs which may or may not appear in this report. Given all the measure inaccuracy (chemical revelation, measure imprecision, equipment calibration ...), we have provided value estimations in the table below :

| MESURE MEASUREMENT | INCERTITUDE ACCURACY STATEMENT |
|---|-----------------------------------|
| MICROSCOPIE OPTIQUE OPTICAL MICROSCOPY | $\pm 5 \%$ $\pm 5 \%$ |
| MICROSCOPIE ELECTRONIQUE (MEB) ELECTRONIC MICROSCOPY (SEM) | $\pm 5 \%$ $\pm 5 \%$ |

Les mesures des profondeurs de jonction, ainsi que les valeurs inférieures à 0.2 μm , sont données à titre indicatif seulement.

The junction depth measurements as well as values less than 0.2 μm are given just as an indication.

INTRODUCTION

Two quartz crystals, manufactured by C-MAC, were supplied to the laboratory for destructive physical analysis (D.P.A.).

The parts are issued from P200 attach crystal material qualification.

Samples identifications :

| Components type | Quartz crystal 45.238231 MHz | Quartz crystal 74.713915 MHz |
|------------------|---|---|
| Date code | 0341 | 0341 |
| Serial number | 67 | 57 |
| External marking | C-MAC 45.238231 MHz 750522/022 B B-67 0341 | C-MAC 74.713915 MHz 750522/022 A B-57 0341 |

CONCLUSION

* The parts were acceptable according to the specification.

No defect was seen in crystal attach material.

ANALYSE SUMMARY

| ANALYSIS | SPECIFICATION | SHEET | SANCTION | |
|---|--------------------|----------|----------|--------|
| | | | S/N 57 | S/N 67 |
| Internal inspection | ESA/SCC 2043501 | 5 to 8 | P | P |
| Crossection and optical and SEM inspections | - | 9 and 10 | | R |

P : pass

F : Fail

R : Realized.

Notes : The SEM magnifications are estimated and are given for indication.

RESULTS

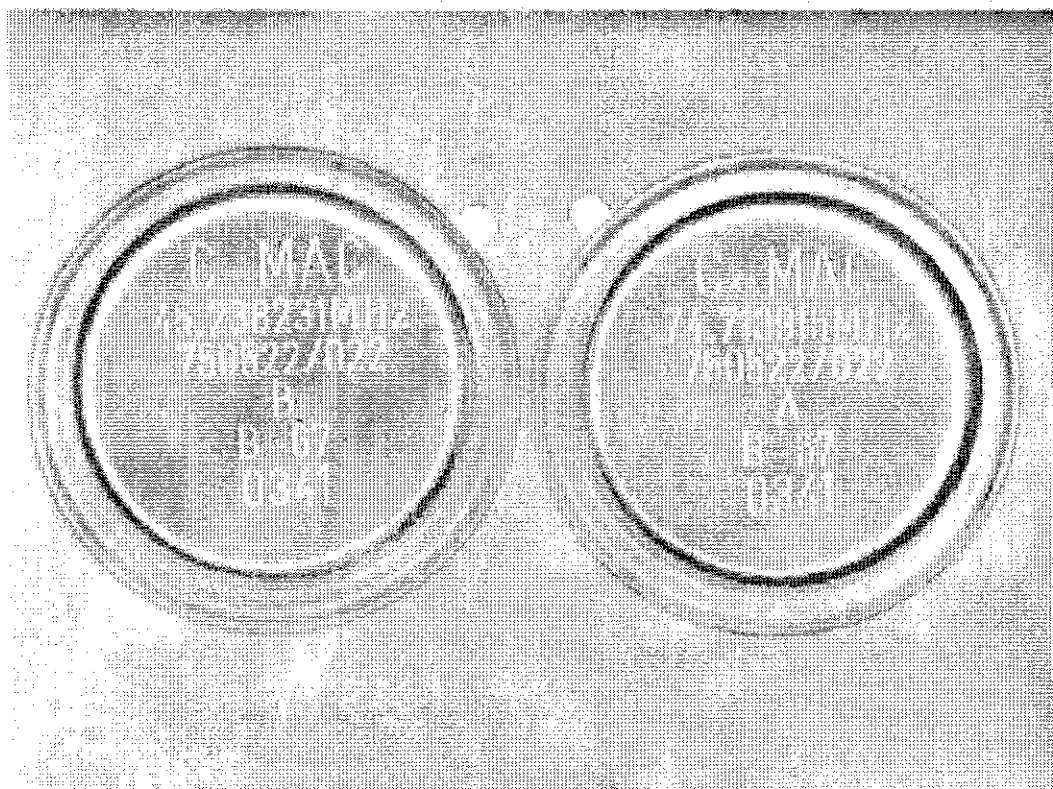
Note : An external view of the two samples is given in Figure 1.

INTERNAL INSPECTION

- Overviews of the quartz assembly after delidding are shown in Figure 2.
Quartz centering was good.
- No chipout was found at crystal edges.
The integrity of quartz metallization layers was good, no lack was observed.
- Details of the assembly are shown in Figures 3 to 5.
Support to quartz crystal attachment was good.
No problem was found at support to lead interface and lead positioning in the sealing glass was good on the two samples.
- The quartz attach material was free of defects. No decohesion and no crack was present.

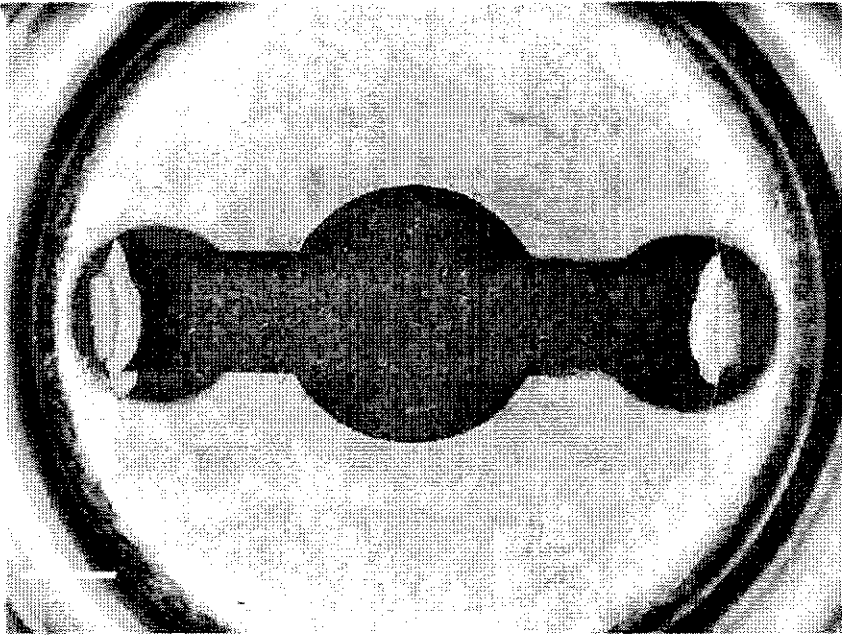
CROSSECTION WITH OPTICAL AND SEM INSPECTIONS

- One part S/N 67 was sectioned.
Views of the sectioned part are shown in Figures 6 and 7.
- The internal structure of the support to quartz attachment appeared correct.
- A void was present in one quartz attach, Figure 6.
- The integrity of the quartz attach was good. The interfaces with the quartz crystal or with the support were good.

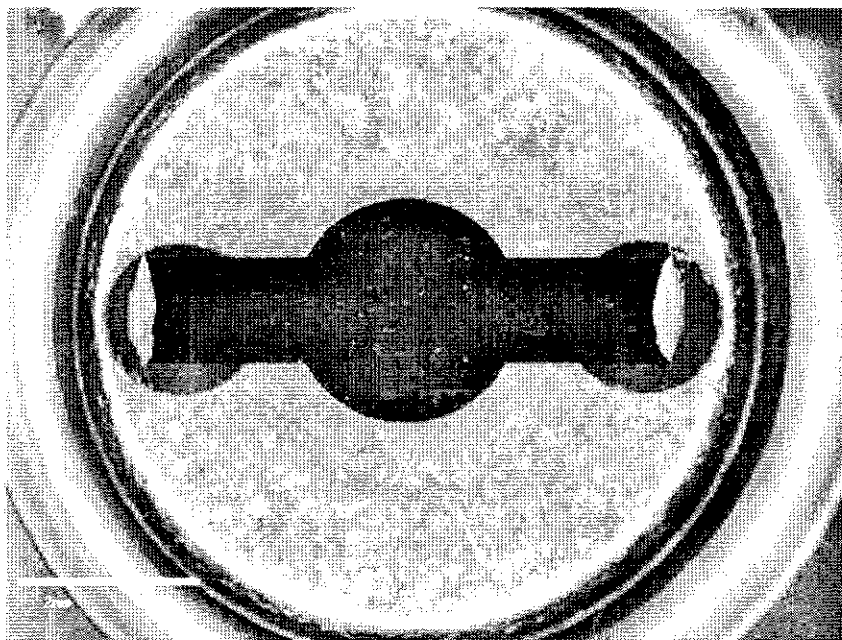


S/N 67

S/N 57



S/N 57



S/N 67

Figure 2. Optical internal views of the two parts after delidding.
Top : mag $\approx 15X$; bottom : mag $\approx 13X$.

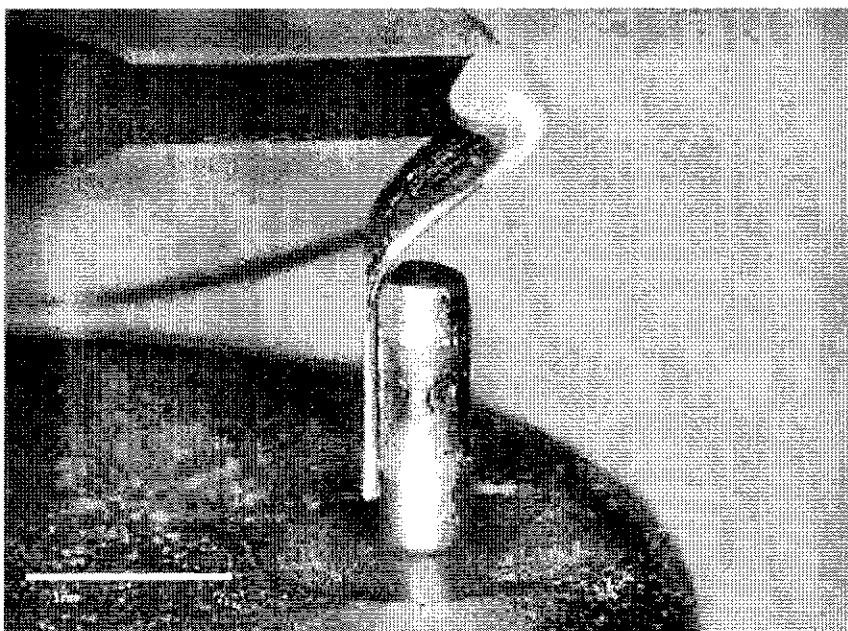
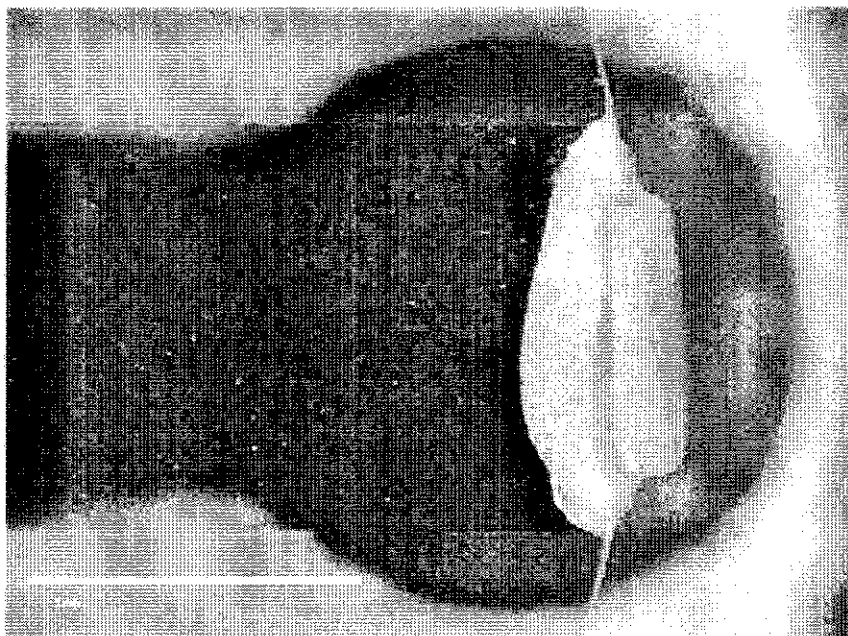


Figure 3. Detailed optical views of a typical sample after delidding, S/N 57.
Top : mag $\approx 45X$: center : mag $\approx 29X$: bottom : mag $\approx 45X$.

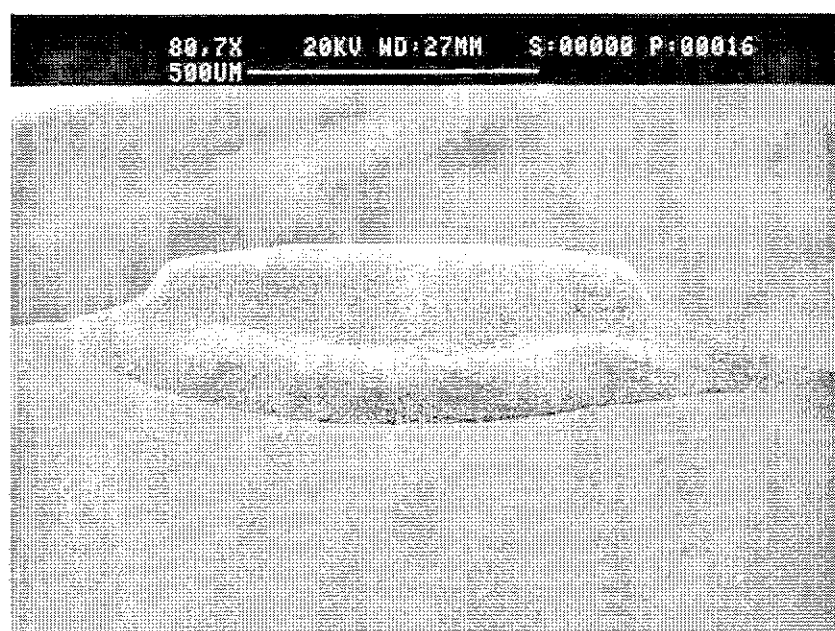
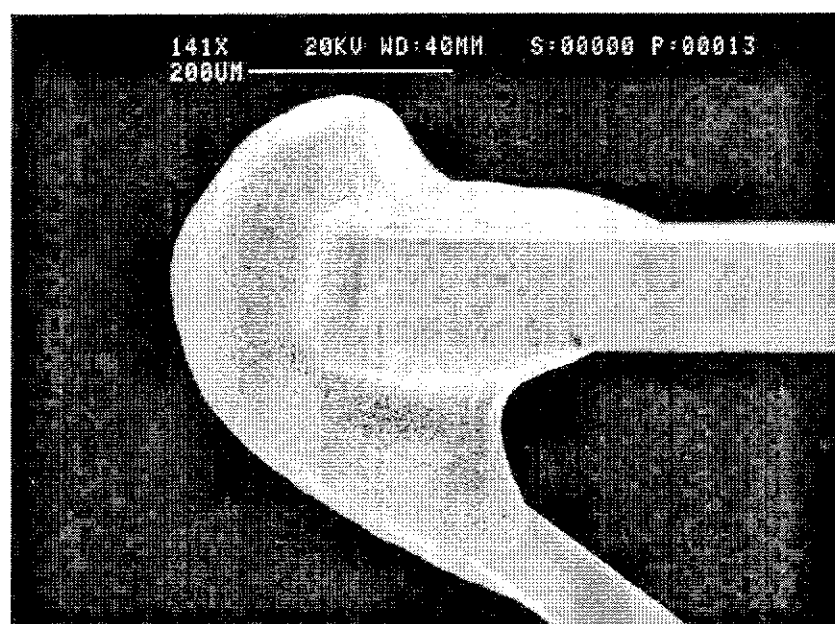
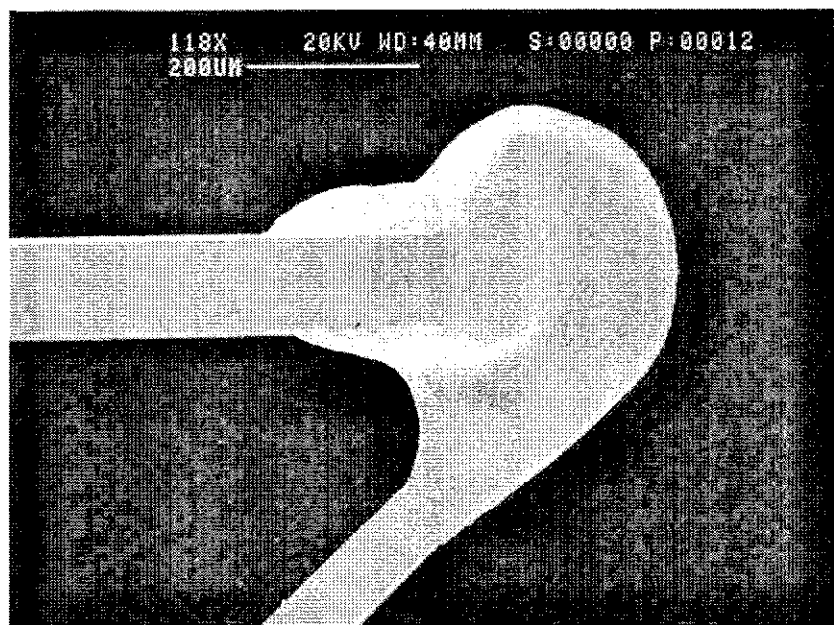


Figure 4. SEM details of support to quartz attachment, S/N 57.
Top : mag 118X ; center : mag 141X ; bottom : mag 80.7X.

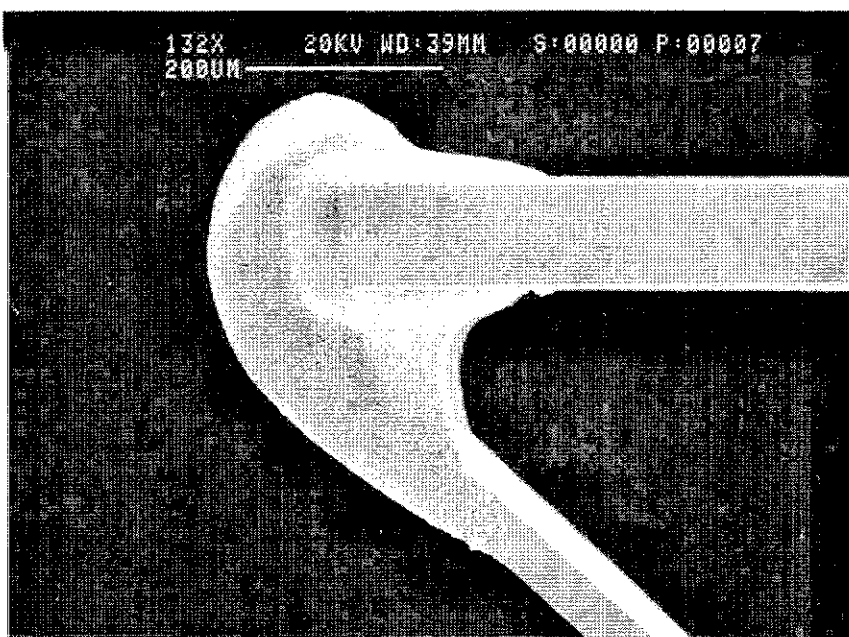
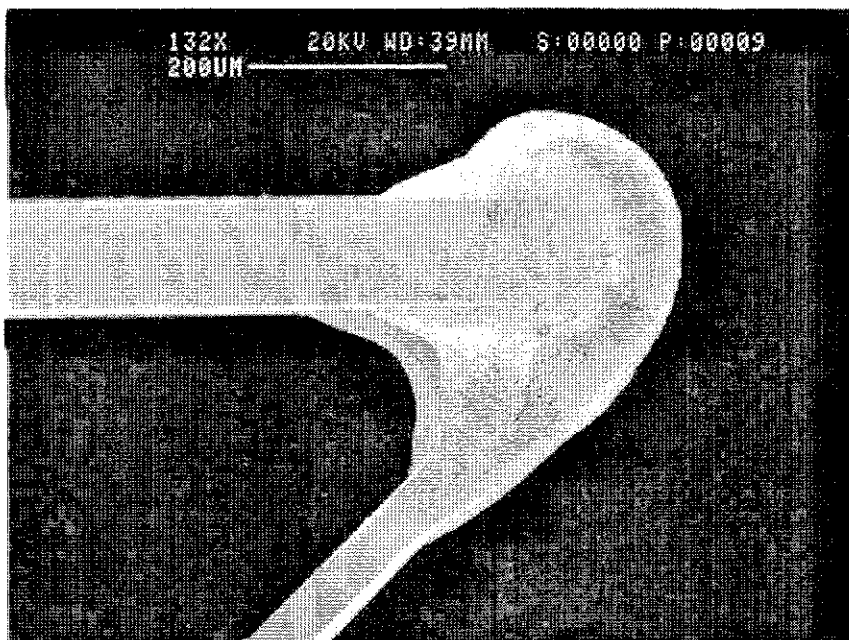


Figure 5. SEM details of support to quartz attachment, S/N 67.
Top and center : mag 132X ; bottom : mag 85.2X.

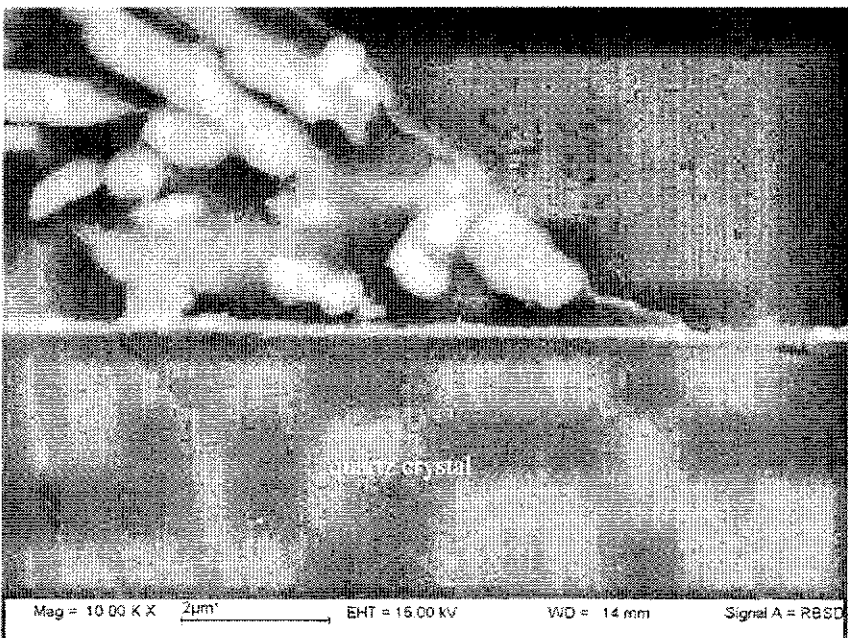
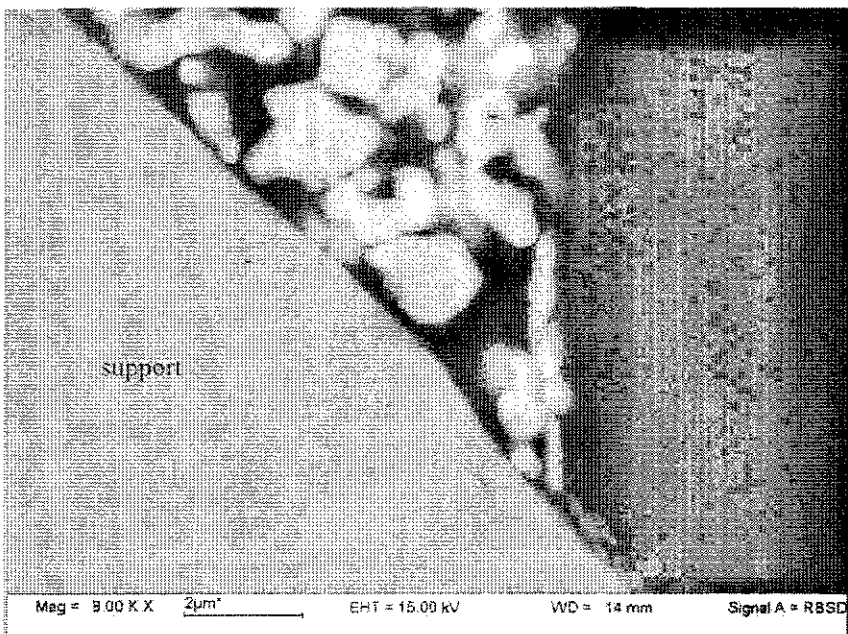
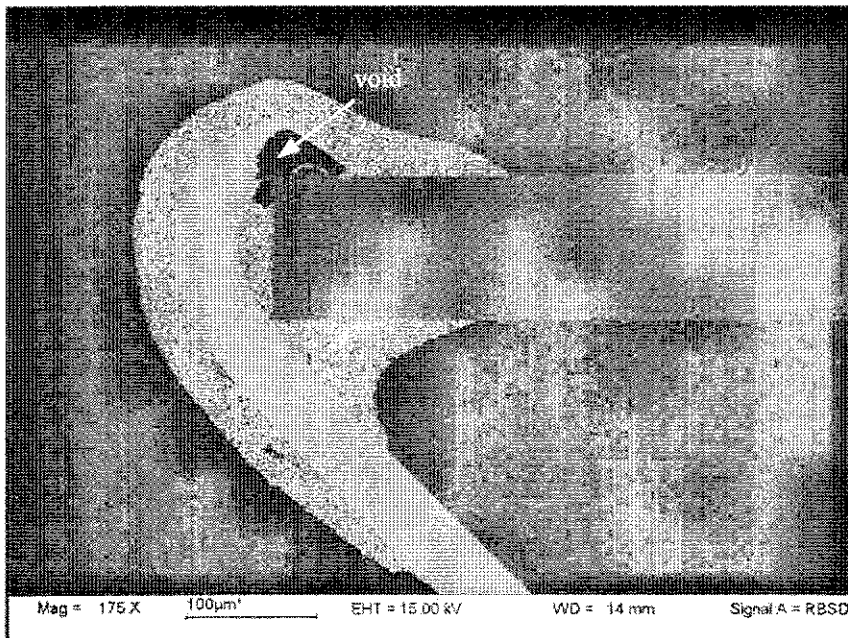


Figure 6. SEM views of support to quartz attachment in section, S/N 67.
Top : mag 175X ; center : mag 8000X ; bottom : mag 10000X.

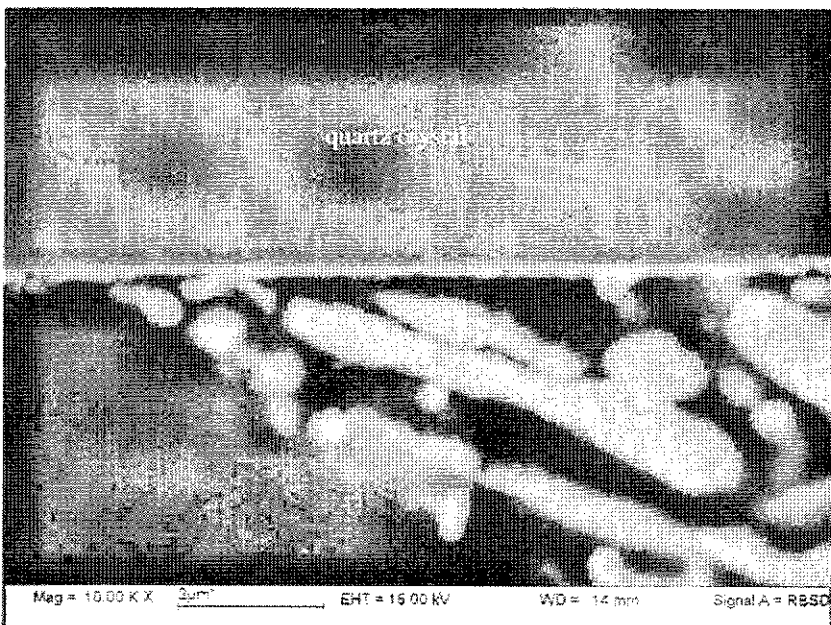
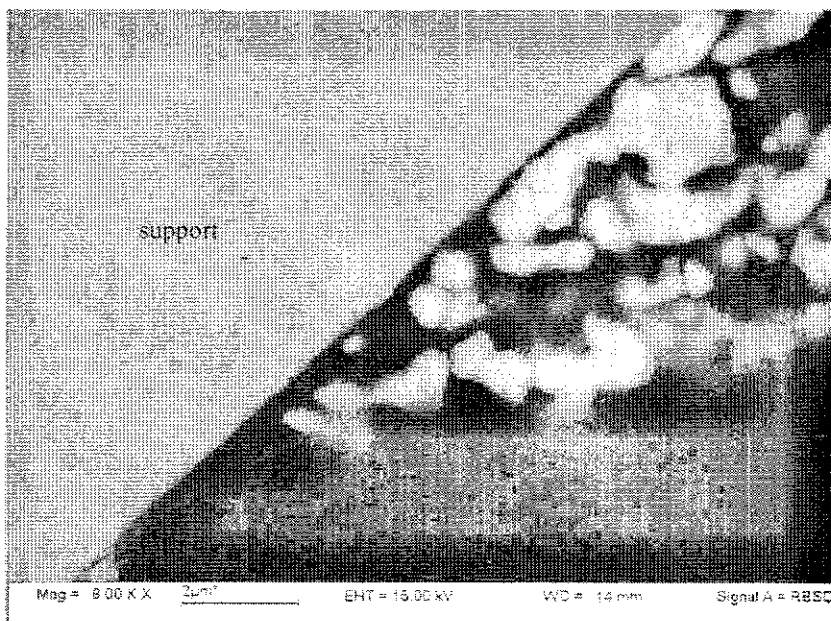
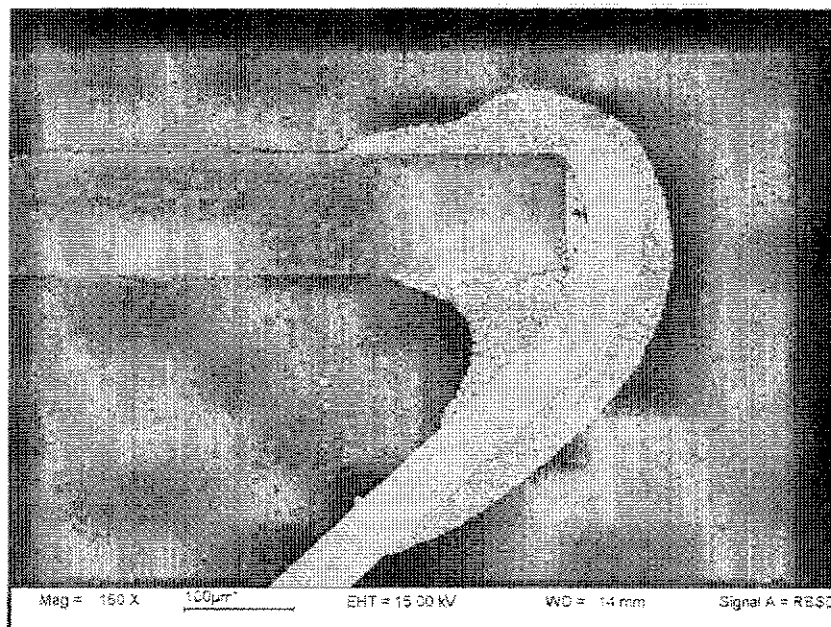
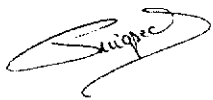
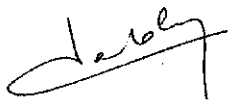




Figure 7. SEM views of support to quartz attachment in section, S/N 67.
Top : mag 150X ; center : mag 8000X ; bottom : mag 10000X.

PROGRAMME DE QUALIFICATION
DE LA PATE A P200
POUR LE SCHELLEMENT DES RESONATEURS SPATIAUX
EN LISTE QPL ESCC

VERIFICATION - APPROBATION

| ROLE | FONCTION | NOMS | SIGNATURE | DATE |
|---------------------|----------|-------------|---|-----------|
| Rédacteur | QLT | F. PUIGSECH |  | 18-Déc-03 |
| Examineur technique | RES | J. LAMBOLEY |  | 23-Déc-03 |
| Examineur Qualité | QLT | P. BUNEL |  | 23-Déc-03 |
| Approbateur | RES | J. LAMBOLEY |  | 23-Déc-03 |

SOMMAIRE

| | | |
|------|---|---|
| I | Objet de la procédure | 3 |
| II | Domaine d'application..... | 3 |
| III | Documents de référence/documents applicables..... | 3 |
| IV | Véhicules Test | 3 |
| V | Filières d'essais | 4 |
| VI | Essais | 5 |
| VI.1 | Chocs..... | 5 |
| VI.2 | Vibrations..... | 5 |
| VI.3 | VRT : Variations Rapides de température..... | 5 |
| VI.4 | Vieillessement..... | 6 |
| VI.5 | Test d'Herméticité..... | 6 |
| VI.6 | Mesures Electriques | 6 |
| VI.7 | DPA..... | 6 |
| VII | Conclusion | 6 |

I Objet de la procédure

Le présent programme de qualification a pour objectif de valider la pâte P200 afin d'améliorer les performances en vieillissement des résonateurs spatiaux.

Les essais définis dans ce programme permettent de vérifier l'aptitude technologique des résonateurs dans un environnement sévéré. Ces essais sont définis par similarité à partir des choix technologiques retenus pour le professionnel et à partir des essais décrits en Chart IV de la spécification ESCC 3501.

II Domaine d'application

Ce programme s'applique aux résonateurs spatiaux de C-MAC FREQUENCY PRODUCTS site d'Argenteuil, fabriqués selon le PID 3-QLT-005/02.

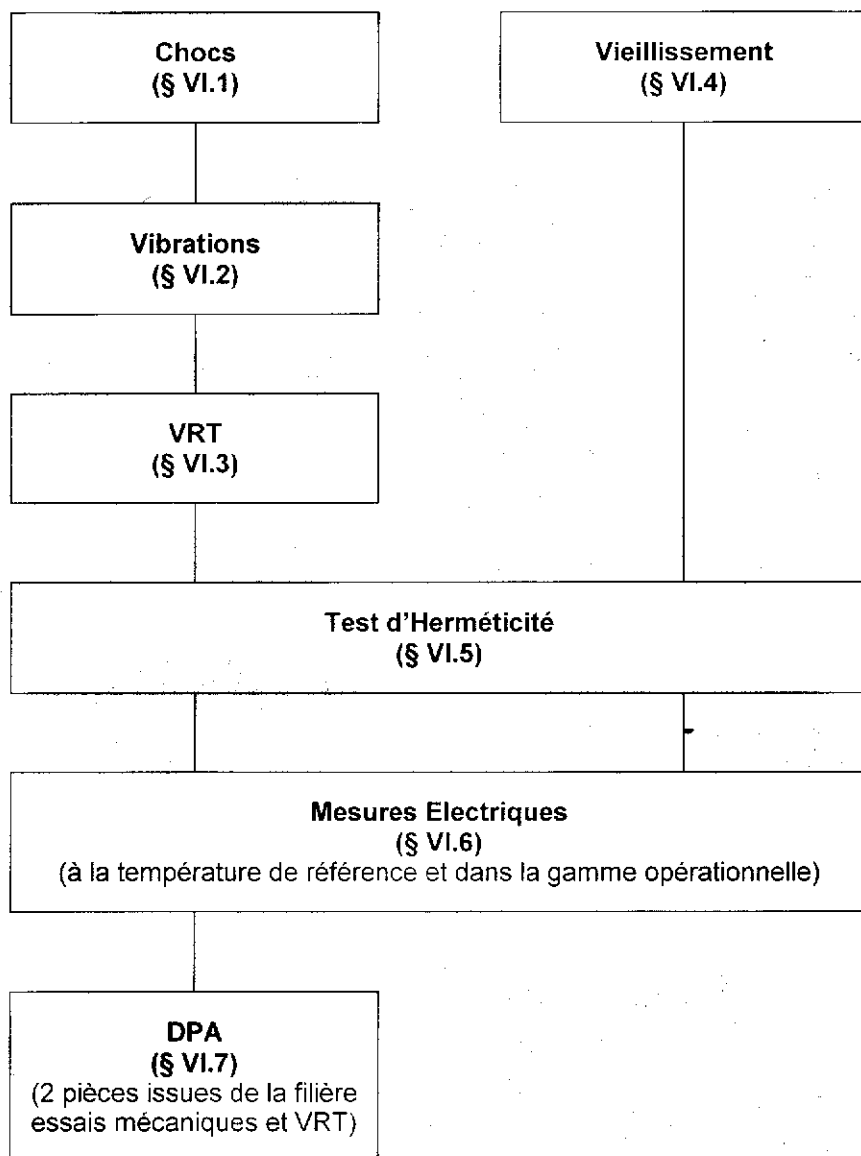
III Documents de référence/documents applicables

| | |
|------------------------|--|
| 1-MAQ-001 : | Manuel qualité de C-MAC Frequency Products |
| 2-QLT-005 : | Procédure d'organisation des qualifications |
| 2-QLT-003 : | Procédure de traitement des non conformité |
| 4-QLT-002 : | Liste des documents applicables |
| 4-QLT-009 : | Suivi de qualification |
| ESCC 3501 : | Quartz Crystals Units ESCC Generic specification |
| PID 3-QLT-005/02 : | PID Résonateurs Spatiaux |
| IEC Publication N° 68: | «Basic Environmental Testing Procedures |
| ESCC 2043501 : | Internal Visual Inspection of Quartz Crystals Units |
| 3-RDQ-011-01 : | Résultats de qualification du spottage à la P200 des résonateurs HC37 (3CV, 8/100) |

IV Véhicules Test

10 résonateurs minimums par filière, fabriqués selon le PID spatial.

V Filières d'essais



VI Essais

VI.1 Chocs

IEC 68-2.27 Test Ea

Forme : $\frac{1}{2}$ sinus
Accélération : 980m/s² (100g)
Durée : 6ms
Nombre de chocs : 18 totaux (3 chocs dans chacune des 2 directions des 3 axes)

Avant et après l'essai mesure de la fréquence de la résistance de résonance à la température de référence spécifiée par la table 1.

Sanction : DF/F < +/- 1 E-6
DR/R > +/- 10% ou DR < +/- 1 Ohm

VI.2 Vibrations

IEC 68-2.6 Test Fc

Plage de fréquence : 10 to 2000Hz
Déplacement : 1.5mm peak de 10Hz à la fréquence de coupure
Accélération : 196 m/s² (20g) de la fréquence de coupure à 2000 Hz
Axes : 3 perpendiculaires
Durée : 10 cycles par axes
Balayage : 1 octave/minute

Avant et après l'essai mesure de la fréquence de la résistance de résonance à la température de référence spécifiée par la table 1.

Sanction : DF/F < +/- 1 E-6
DR/R > +/- 10% ou DR < +/- 1 Ohm

VI.3 VRT : Variations Rapides de température

IEC 68-2.14 Test Na

Nombre de cycles : 10 et 90 cycles (soit 100 cumulés)
Températures extrêmes : - 55°C, 125°C
Durée du palier : 15 minutes
Changement de palier : < 30secondes

Avant et après l'essai mesure de la fréquence de la résistance de résonance à la température de référence spécifiée par la table 1.

Sanction : DF/F < +/- 2 E-6
DR/R > +/- 10% ou DR < +/- 1 Ohm

VI.4 Vieillessement

- 1) Pour les résonateurs spécifiés à 1 ppm sur 20 ans le vieillissement est fait sur oscillateurs tests à la température du point d'inversion.

Durée 2000 heures

Une mesure par jour de la fréquence

Sanction : Comparaison des résultats de vieillissement avec ceux obtenus avec des résonateurs scellés à la H20F1

- 2) Autre cas : Stockage statique à 105°C

Avant le stockage et après 500, 1000 et 2000 heures mesure de la fréquence de la résistance de résonance à la température de référence spécifiée par la table 1.

Sanction :

À 1000 heures

$DF/F < +/- 2.5 E-6$

$DR/R > +/- 10\%$ ou $DR < +/- 1 \text{ Ohm}$

À 2000 heures

$DF/F < +/- 3 E-6$

$DR/R > +/- 10\%$ ou $DR < +/- 1 \text{ Ohm}$

VI.5 Test d'Herméticité

IEC 68-2-17 Test Qk sévérité 1000 heures, (FIF 350)

VI.6 Mesures Electriques

Mesures des paramètres électriques conformément à la table 1 (ou STC) des résonateurs aux températures de référence et opérationnelles.

VI.7 DPA

Analyse destructive conformément aux critères définis par la spécification ESCC 2043501.

VII Conclusion

L'ensemble des résultats sera analysé et consigné sous forme de rapport. Les documents de traçabilité et les enregistrements seront archivés et consultables à la qualité.

A l'issue de la qualification et après examen du rapport par les représentants engineering et qualité statueront sur le prononcé de qualification.

LISTE DE DIFFUSION

| SERVICE | NBRE D'EX | DESTINATAIRES/POINTS DE DIFFUSION |
|----------------------|-----------|-----------------------------------|
| FABRICATION PRODUITS | | |
| RESONATEURS | 1 | Général |
| QUALITE | 1 | Général |
| PRODUITS R & D | | |
| ACHATS | | |
| COMMERCE | | |
| | | |
| | | |

JOURNAL DES MODIFICATIONS

| N° DE VERSION | NATURE des MODIFICATIONS | DATE DE DIFFUSION |
|---------------|--|-------------------|
| 1 | DMD N°: M-03-906 Création du document | 20-Déc-03 |
| | | |
| | | |