

No. 40802

**United States of America
and
France**

Agreement between the United States Nuclear Regulatory Commission (USNRC) and the Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA) regarding the nuclear qualification of polymer base materials (with appendix). Bethesda, 23 April 1982 and Fontenay-aux-Roses, 14 May 1982

Entry into force: *14 May 1982 by signature, in accordance with article 7*

Authentic texts: *English and French*

Authentic text (appendix): *English*

Registration with the Secretariat of the United Nations: *United States of America, 1 December 2004*

**États-Unis d'Amérique
et
France**

Accord entre la Commission de réglementation nucléaire des États-Unis (USNRC) et le Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA) concernant la qualification nucléaire des matériaux à base de polymères (avec appendice). Bethesda, 23 avril 1982 et Fontenay-aux-Roses, 14 mai 1982

Entrée en vigueur : *14 mai 1982 par signature, conformément à l'article 7*

Textes authentiques : *anglais et français*

Texte authentique (appendice) : *anglais*

Enregistrement auprès du Secrétariat des Nations Unies : *États-Unis d'Amérique, 1er décembre 2004*

[ENGLISH TEXT — TEXTE ANGLAIS]

AGREEMENT BETWEEN THE UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION (USNRC) AND THE COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE (CEA) REGARDING THE NUCLEAR QUALIFICATION OF POLYMER BASE MATERIALS

The Contracting Parties:

Whereas the United States Nuclear Regulatory Commission (hereinafter USNRC) and the Commissariat à l'Energie Atomique (hereinafter CEA) have a mutual interest in cooperation in the field of light water reactor safety research; and

Whereas the USNRC and the CEA have cooperated for several years in the field of light water reactor safety research, originally under the technical exchange arrangement signed between the United States Atomic Energy Commission and the CEA, then under the new technical exchange arrangement (hereinafter referred to as the NRC-CEA LWR arrangement) signed on September 12, 1980; and

Whereas, subject to the availability of appropriated funds, the USNRC is sponsoring at the SANDIA LABORATORIES a program of safety research on nuclear qualification of materials in LOCA conditions.

Whereas the CEA is implementing a program of safety research on nuclear qualification of polymer base materials.

Whereas the USNRC and the CEA have expressed their intention to implement their collaboration on a program of qualification of materials.

Have Agreed as follows:

Article 1. Objective

1.1. The USNRC and the CEA, in accordance with the provisions of this agreement and subject to applicable laws, regulations and national policy in force in their respective countries, will join together for research in a Qualification program, as described in Appendix A, or as amended.

1.2. The research program is intended to determine the influence of testing conditions, during reference accident simulation tests (LOCA) performed in a sequential or simultaneous way (accidental thermal hydraulic, chemical and/or irradiation conditions). The CEA has set up the CESAR test facility in the Saclay Research Center in order to submit polymer samples to various conditions applied sequentially or simultaneously during reference accident simulation tests. This facility, along with the Sandia LICA facility, will be utilized for performing tests on an equal volume of samples coming from both parties.

1.3. The technical work program set forth in Appendix A constitutes the base program to be carried out by Sandia for the USNRC and by CEA.

Article 2. Scope of Agreement

2.1. The USNRC will provide the necessary personnel, specimens, equipment and services to carry out the qualification program as described in Appendix A, or, as amended, subject to the availability of appropriated funds.

2.2. The CEA will provide the necessary personnel, specimens, equipment and services to carry out the Qualification program as described in Appendix A, or, as amended, subject to the availability of appropriated funds.

2.3. Each party will have access to all the experimental data and may send representatives to visit or participate in the program by the assignment of personnel at the relevant facilities of the other party.

2.4. A final report will be prepared under the responsibility of U.S. and French co-authors, for unrestricted publication. Other publications under this program will mention this collaboration. Progress reports and interim reports will be prepared by each party and distributed to the other.

2.5. Each party will bear the costs of his own participation and, in addition, will be responsible for shipping all specimens going to the other party.

Article 3. Program Management

3.1. Each party shall appoint an official representative who shall be responsible for approving and scheduling the work to be performed under the Qualification program. The official representatives will meet as needed or at least approximately annually to review the status of work performed under this agreement and to recommend revisions for improving and developing the cooperation.

Article 4. Exchange and Use of Information

The parties agree that the provisions on exchange and use of information set forth in Article 5 of the above-referenced NRC-CEA LWR arrangement shall apply for this agreement.

Article 5. Disputes

Any dispute between the USNRC and CEA concerning the application or interpretation of this Agreement that is not satisfactorily settled by negotiation between the representatives or other agreed mode of settlement shall be referred to the Administrators, designated under the NRC-CEA LWR arrangement, for resolution.

Article 6. Patents

The Parties agree that the provisions on patents set forth in Article 6 of the above-referenced NRC-CEA LWR arrangement shall apply for this Agreement.

Article 7. Final Provisions

7.1. This Agreement shall enter into force upon signature of the parties and shall remain in force for a period of three years.

7.2. Either party may withdraw from the present Agreement after providing the other party written notice of withdrawal six months prior to the next anniversary date of the Agreement.

Done in duplicate, in the English and French languages, each equally authentic.

United States Nuclear Regulatory Commission:

BY: WILLIAM J. DIRCKS

Title: Executive Director for Operations

Date : April 23, 1982

For the Commissariat à l'Energie Atomique

BY: P. TANGUY

Title: Director of Nuclear Protection and Safety Institute

Date : May 14th, 1982

APPENDIX A

PLAN FOR A COOPERATIVE PROGRAM BETWEEN THE NRC AND THE CEA FOR THE NUCLEAR QUALIFICATION OF POLYMER BASE MATERIALS

REFERENCE ACCIDENT SIMULATION TESTS (LOCA)

EFFECTS OF SEQUENTIAL AND SIMULTANEOUS TESTS ON POLYMER PROPERTIES

1. PURPOSE

This study is intended to determine the influence of testing conditions on the behavior of polymer base materials during reference accident simulation tests (LOCA) performed in a sequential or simultaneous manner (accidental thermodynamic, chemical and irradiation test).

2. REASON FOR CHOICE OF PROGRAM

Investigations carried out in connection with the nuclear qualification study group revealed striking synergistic effects on certain polymers, by differences in oxygen consumption and changes in mechanical properties when ageing, temperature and irradiation stresses are applied simultaneously rather than sequentially.

The geographic distribution and types of nuclear qualification test equipment in France and the United States generally fulfill the requirements of equipment qualification testing codes by using a sequential application of stresses.

It is important to determine the respective influence of stress application conditions on polymer behavior when accidental thermodynamic, chemical and irradiation test conditions are applied sequentially or simultaneously during reference accident simulation tests (LOCA).

For this purpose, the CEA has set up the CESAR test installation, which is equipped with the technical capabilities enabling it to perform both types of accident simulation tests.

3. PROPOSED PROGRAM

A selection of polymer materials used in the construction of equipment installed in PWR reactors, the study of whose behavior can provide maximum information, will be distributed in two equal parts, corresponding to an American selection and a French selection.

3.1. CHOICE OF POLYMERS OF U. S. ORIGIN

3.1.1 Elastomers

Ethylene - propylene copolymer (EPR) composition #1 in the form of cable insulator.

Ethylene - propylene copolymer (EPR) composition #2 in the form of cable insulator.

Chemically cross-linked polyolefin (CLPO) composition #1 in the form of cable insulator.

Chemically cross-linked polyolefin (CLPO) composition #2 in the form of cable insulator.

TEFZEL - composition #1 in the form of fluoropolymer cable insulator.

TEFZEL - composition #2 in the form of fluoropolymer cable insulator.

Hypalon - chlorosulfonated polyethylene in the form of cable jacket.

Chlorinated polyethylene in the form of cable jacket.

3.1.2 Thermoplastics

A selection of U.S. materials will be made and be provided for consideration at a later time. Testing would be by mutual agreement.

3.1.3 Thermosets

A selection of U. S. materials will be made and be provided for consideration at a later time. Testing would be by mutual agreement.

3.2 CHOICE OF POLYMERS: FRENCH PROPOSAL

3.2.1 Elastomers

Ethylene-propylene copolymer (EPR) in the form of cable insulator.

Chemically cross-linked polyethylene (PRC) in the form of cable insulator.

Hypalon chlorosulfonated polyethylene in the form of cable insulator.

Ethylene propylene polymer of a monomer in the form of cable insulator.

Ethylene-propylene copolymer (EPR) in the form of gaskets and dumbbells.

Vamac acrylic polyethylene copolymer in the form of gaskets and dumbbells.

3.2.2 Thermoplastics

Phenylene polysulfide (PPS) in the form of dumbbells and connector sockets.

Polydiallylphthalates in the form of connector sockets and dumbbells.

3.2.3 Thermosets

Thermosetting silicon in the form of dumbbells and connector sockets.

Epoxy resin in the form of microcontact fillers.

3.3 REFERENCE ACCIDENT SIMULATION TESTS

Reference accident simulation tests will be performed on:

- Virgin samples
- Samples that have undergone ageing phases corresponding to the simulation of the normal operation of a PWR reactor.

Pre-ageing must represent the simulation of normal operation of a PWR reactor over forty years of operation. Three series of normal operation simulation pre-ageing sequences will be performed in accordance with the following phases:

- (a) Simulation of thermal ageing followed by the irradiation simulation phase.
- (b) Simulation of the irradiation phase followed by the thermal ageing phase.
- and (c) Simultaneous irradiation and thermal ageing (for U.S. samples only).

The choice of thermal ageing temperatures in accordance with the chemical composition of the polymers, the temperature during the irradiation tests, the integrated dose, and the dose rates are as specified below unless revised by mutual agreement.

French specimen ageing conditions:

(a) Accelerated thermal ageing

The temperature of thermal ageing will be either 120°C, 140°C, or 160°C in accordance with the chemical composition of the polymers for a period of 10 days (240 hours) for sequentially aged specimens.

(b) Ageing irradiation

Gamma ray irradiation of cobalt 60 to an integrated dose of 25 Mrad($\pm 5\%$) at a temperature of both 70°C and 28°C and a dose rate of 0.1 Mrad/hr ($\pm 50\%$) in air for sequentially aged specimens.

U.S. specimen ageing conditions:

(a) Accelerated thermal ageing

The temperature of thermal ageing will be 120°C for a period of 15 days (360 hours) for sequentially aged specimens.

(b) Ageing irradiation

Gamma ray irradiation of cobalt 60 to an integrated dose of 25 Mrad ($\pm 15\%$) at a temperature of both 28°C and 70°C and a dose rate of 70 Krad/hr ($\pm 50\%$) in air for sequentially aged specimens. Specimens aged simultaneously (thermal plus irradiation) will all be at a temperature of 120°C and a dose rate of 70 Krad/hr ($\pm 50\%$) in air to an integrated dose of 25 Mrad ($\pm 15\%$).

3.4 ACCIDENTAL THERMODYNAMIC TESTS

(Reference accident, LOCA)

On virgin or pre-aged samples, it is important to determine the respective influence of the stress application conditions of the accidental thermodynamic, chemical and irradiation tests, on the changes in the properties of these polymers, using sequential and simultaneous modes.

3.4.1. Sequential tests

The tests include two sequences, an accidental thermodynamic and chemical part and an irradiation part.

These two tests may be applied to French polymers in a different order:

- the thermodynamic test followed by irradiation test,
- irradiation test followed by thermodynamic test.

The U.S. polymer samples will all follow the order:

- irradiation test followed by thermodynamic test.

The French samples will be tested according to the following conditions:

- Gamma ray irradiation of cobalt 60 in air, at a dose of 60 Mrad ($\pm 15\%$) with a dose rate of 0.3 Mrad/hr ($\pm 50\%$) at a temperature of both 28°C and 70°C when the thermodynamic test follows the irradiation test and a temperature of 70°C when the irradiation test follows the thermodynamic test.

- Thermodynamic conditions according to the profile given in Figures 1 and 2¹ attached to Appendix A. The duration of the tests will be about 200 hours, corresponding to a first thermal shock followed by a second thermal shock and then the test cycle described by the curve.

The U.S. samples will be tested according to the following conditions:

- Gamma ray irradiation of cobalt 60 in air, at a dose of 60 Mrad ($\pm 15\%$) with a dose rate of 0.3 Mrad/hr ($\pm 50\%$) at a temperature of bath 28°C and 70°C.
- Thermodynamic conditions according to the profile given in Figures 1 and 2 attached to Appendix A. The duration of the tests will be about 200 hours, corresponding to a first thermal shock followed by a second thermal shock, and then the test cycle described by the curve. The test of U. S. samples will be repeated using both air and nitrogen as inert gas for injection along with the steam.

3.4.2. Simultaneous tests

These tests will be performed by simultaneously applying the stresses listed below and will be conducted in the containment of the Poseidon irradiator:

- Thermodynamic conditions according to the profile given in Figures 1 and 2 attached to Appendix A. The duration of the tests will be about 200 hours, corresponding to a first thermal shock followed by a second thermal shock, and then the test cycle described by the curve. The test will include simultaneously gamma ray irradiation of cobalt 60 in air at a dose of 60 Mrad ($\pm 15\%$) and a dose rate of 0.3 Mrad/hr ($\pm 50\%$).

The test in the case of the U.S. samples will be run using both air and nitrogen additions to the steam during thermodynamic conditions.

3.5 POST-ACCIDENT

The tests will be performed in an oven at a temperature of 100°C with relative humidity of 100% for ten days, on all the samples.

4. MEASUREMENTS

To determine the behavior of the materials during the different test phases, the following measurements will be taken:

- on virgin materials,
- on materials between the thermal ageing and irradiation ageing phases,
- on materials at the end of normal operation simulation tests,
- on materials at the end of the accident irradiation,
- on materials at the end of the post LOCA test cycle.

Measurements

- Mechanical properties

Determination of the break stress and elongation at break.

Measurements taken on elastomers (table sheaths, dumbbells and table insulators).

Bend test on cable sheaths. (French samples only)

1. Not printed.

Determination of residual deformation in compression, on O-rings. (French samples only)

- Electrical properties (French samples only)

Measurements of insulation resistance on cable insulators, connector sockets and filler resins.

Measurements of dielectric rigidity on the same samples.

Measurements of dielectric breakdown on the same samples.

5. DISTRIBUTIONS OF TASKS

The overall test program will be conducted in close cooperation between the French and American parties. Technical meetings will be arranged between the parties to specify the number of samples and finalize the test program. After agreement each party will supply samples in adequate numbers.

The American party will perform the normal operation simulation tests in the United States on all the samples (American and French).

The French party will perform the accidental thermodynamic tests and post-accident tests on all the samples on the Poseidon irradiation and CESAR test facilities in France.

The measurement of sample properties will be taken by the American party for the American samples and by the French party for the French samples.

A number of samples will be exchanged in order to calibrate the French and American measurement instruments.

Both parties will exchange the technical and scientific information necessary for performance of the tests.

A final Report will be prepared, under the responsibility of the American and French co-authors, for unrestricted publication.

We propose scheduling the tests over a period of three years.

[FRENCH TEXT — TEXTE FRANÇAIS]

ACCORD ENTRE LA COMMISSION DE RÉGLEMENTATION NUCLÉAIRE
DES ÉTATS-UNIS (USNRC) ET LE COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE
ATOMIQUE (CEA CONCERNANT LA QUALIFICATION NUCLÉAIRE
DES MATÉRIAUX À BASE DE POLYMERES

Les Parties Contractantes :

Attendu que la Commission de Réglementation Nucléaire des Etats-Unis (ci-dessous désignée sous le sigle USNRC) et le Commissariat à l'Energie Atomique (ci-dessous désigné sous le sigle CEA) ont un intérêt mutuel à coopérer dans le domaine de la recherche en matière de sûreté des réacteurs à eau légère; et

Attendu que la USNRC et le CEA coopèrent depuis de nombreuses années dans le domaine de la recherche en matière de sûreté des réacteurs à eau légère, à l'origine, en vertu de l'accord d'échange technique signé entre la Commission à l'Energie Atomique des Etats-Unis et le CEA, puis, en vertu du nouvel accord d'échange technique (ci-dessous désigné l'"accord NRC-CEA sur les réacteurs à eau ordinaire", signé le 12 septembre 1980 et

Attendu que, sous réserve de la mise en place des budgets appropriés, l'USNRC commande un programme de recherche en matière de sûreté, dans le cadre des LABORATOIRES SANDIA, en ce qui concerne la qualification des matériaux placés sous condition LOCA;

Attendu que le CEA met en oeuvre un programme de recherche en matière de sûreté concernant la qualification nucléaire des matériaux à base de polymères;

Attendu que l'USNRC et le CEA ont exprimé leur intention d'engager une collaboration dans le cadre d'un programme de qualification de matériaux

SONT CONVENUS DE CE QUI SUIT :

Article 1. Objet

1.1 L'USNRC et le CEA, conformément aux dispositions du présent accord et sous réserve des lois, règlements et de la politique nationale en vigueur dans leur pays respectif, joindront leurs efforts en matière de recherche relative à l'établissement d'un programme de qualification décrit à l'Annexe A, ou tel qu'il sera modifié par avenant.

1.2 Le programme de recherche est destiné à déterminer les effets provenant des conditions d'essais, lors du déroulement des essais de référence en matière de simulation d'accident (LOCA), réalisés de façon isolée ou simultanée (accident thermique-hydraulique, chimique et/ou sous des conditions d'irradiation). Le CEA a aménagé l'installation d'essai "CESAR", au Centre de Recherches Nucléaires de SACLAY, en vue de soumettre, à l'occasion d'essais de référence en matière de simulation d'accident, des échantillons de polymères à diverses épreuves isolées ou simultanées. Cette installation, ainsi que l'installation LICA de SANDIA, seront utilisées pour effectuer des essais sur un nombre égal d'échantillons en provenance des deux parties.

1.3 Le programme de travail technique énoncé à l'Annexe A constitue le programme de base devant être effectué par SANDIA pour l'USNRC et par le CEA.

Article 2. Etendue du Présent Accord

2.1 L'USNRC procurera le personnel nécessaire, les échantillons, les équipements et les services nécessaires à la réalisation du programme de qualification tel que décrit à l'Annexe A, ou modifié par avenant, sous réserve de la mise en place des budgets appropriés.

2.2 Le CEA procurera le personnel nécessaire, les échantillons, les équipements et les services nécessaires à la réalisation du programme de qualification tel que décrit à l'Annexe A, ou modifié par avenant, sous réserve de la mise en place des budgets appropriés.

2.3 Chacune des parties aura accès à toutes les données relatives aux expérimentations et pourra envoyer, sous forme de détachement de personnel, des représentants qui participeront au programme ou qui effectueront des visites dans les installations de l'autre Partie.

2.4 Un rapport définitif sera préparé sous la responsabilité conjointe des rédacteurs français et américains, en vue d'une libre publication. Toutes les autres publications ayant trait audit programme mentionneront cette collaboration. Les rapports d'avancement des travaux et les rapports provisoires seront préparés par chacune des parties et communiqués à l'autre.

2.5 Chacune des parties supportera les coûts de sa participation et, en outre, sera responsable de l'expédition des échantillons envoyés à l'autre partie.

Article 3. Direction du Programme

3.1 Chaque partie devra nommer un représentant officiel qui sera responsable de l'approbation et de la planification des travaux à exécuter dans le cadre du programme de Qualification. Les représentants officiels se rencontreront lorsque cela apparaîtra nécessaire et, au moins, environ une fois par an, afin d'examiner le déroulement des travaux dans le cadre du présent accord et de recommander des modifications visant à améliorer et à développer la coopération.

Article 4. Echange et Usage des Connaissances

Les parties sont d'accord pour que les dispositions relatives à l'échange et à l'usage des connaissances, fixées à l'Article 5 de l'accord NRC/CEA sur les réacteurs à eau ordinaire précité, s'appliquent au présent accord.

Article 5. Litiges

Tout litige entre l'USNRC et le CEA relatif à l'exécution et à l'interprétation du présent accord qui n'aurait pas reçu de solution satisfaisante, après négociation entre les représentants des parties, ou par tout autre moyen de règlement accepté par elles, devra être soumis pour règlement aux administrateurs désignés en vertu de l'accord NRC/CEA sur les réacteurs à eau ordinaire.

Article 6. Brevets

Les -parties acceptent que les dispositions relatives aux brevets, fixées à l'Article 6 de l'accord NRC/CEA sur les réacteurs à eau ordinaire, s'appliquent au présent accord.

Article 7. Dispositions finales

7.1 Le présent accord entrera en vigueur dès sa signature par les parties et restera en vigueur pendant trois (3) ans.

7.2 Chacune des parties pourra se retirer du présent accord après avoir adressé à l'autre partie notification écrite de son désir de se retirer six (6) mois avant la prochaine date anniversaire du présent accord.

Fait en double exemplaire, en langue française et en langue anglaise, chaque exemplaire faisant également foi.

Pour la Commission de Réglementation Nucléaire des Etats-Unis :

PAR : WILLIAM J. DIRCKS

Titre: Directeur Exécutif des Opérations

Date : June 23, 1982¹

Pour le Commissariat à l'Énergie Atomique :

PAR : P. TANGUY

Titre : Directeur de l'Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire

Date : 14 Mai 1982

1. La première date de signature du texte anglais par les États-Unis, le 23 avril 1982, est considérée la date officielle de l'Accord.

[TRANSLATION - TRADUCTION]

APPENDICE A

PLAN DE PROGRAMME DE COOPÉRATION ENTRE LE NRC ET LA CEA POUR
LA QUALIFICATION NUCLÉAIRE DE MATÉRIAUX À BASE DE POLYMÈRE

ESSAIS DE SIMULATION DE L'ACCIDENT DE RÉFÉRENCE (LOCA)

EFFETS D'ESSAIS SÉQUENTIELS ET SIMULTANÉS SUR LES PROPRIÉTÉS DE
POLYMÈRES

1. OBJET

Cette étude a pour objet de déterminer l'influence des conditions d'essai sur le comportement des matériaux à base de polymères pendant des essais de simulation de l'accident de référence (LOCA) effectués de manière séquentielle ou simultanée (essai thermodynamique, essai chimique et essai d'irradiation).

2. RAISON DU CHOIX DU PROGRAMME

Les recherches faites en relation avec le groupe d'étude de la qualification nucléaire ont révélé des effets synergiques frappants sur certains polymères, par des différences dans la consommation d'oxygène et des changements dans les propriétés mécaniques lorsque des contraintes de vieillissement, de température et d'irradiation sont appliquées simultanément plutôt que séquentiellement.

La distribution géographique et les types de matériaux pour les essais de qualification nucléaire en France et aux Etats-Unis d'Amérique remplissent généralement les conditions des codes d'essai pour la qualification du matériel par l'application séquentielle de contraintes.

Il est important de déterminer l'influence respective des conditions d'application des contraintes sur le comportement des polymères lorsque des conditions accidentelles d'essais thermodynamiques, d'essais chimiques et d'essais d'irradiation sont appliquées séquentiellement ou simultanément pendant les essais de simulation de l'accident de référence (LOCA).

A cette fin, le CEA a mis en place l'installation d'essai CESAR qui est dotée de capacités techniques lui permettant d'effectuer les deux types de simulation d'accidents.

3. PROGRAMME PROPOSÉ

Un ensemble choisi de matériaux polymères employés dans la construction du matériel installé dans les réacteurs à eau pressurisée et dont le comportement est étudié peut fournir une information maximale est divisé en deux parties égales représentant un lot ayant son origine aux Etats-Unis d'Amérique et un lot ayant son origine en France.

3.1. LOT DE POLYMÈRES AYANT LEUR ORIGINE AUX ÉTATS-UNIS
D'AMÉRIQUE

3.1.1. Elastomères

Copolymère éthylène-propylène composition n 1 sous forme d'isolant de câble

Copolymère éthylène-propylène composition no 2 sous forme d'isolant de câble

Polyoléfine chimiquement réticulée composition no 1 sous forme d'isolant de câble

Polyoléfine chimiquement réticulée composition n 1 sous forme d'isolant de câble

TEFZEL - composition n 1 sous forme d'isolant de câble au fluoropolymère

TEFZEL - composition no 1 sous forme d'isolant de câble au fluoropolymère

Hypalon - Polyéthylène hypalo-chlorosulfoné sous forme d'enveloppe de câble

Polyéthylène chloré sous forme d'enveloppe de câble

3.1.2. Thermoplastiques

Un lot de matériaux ayant leur origine aux Etats-Unis d'Amérique sera constitué et soumis à examen ultérieurement. Les essais se feront selon un accord mutuel.

3.1.3. Thermoformés

Un lot de matériaux ayant leur origine aux Etats-Unis d'Amérique sera constitué et soumis à examen ultérieurement. Les essais se feront selon un accord mutuel.

3.2. LOT DE POLYMÈRES : PROPOSITION FRANÇAISE

3.2.1. Elastomères

Copolymère éthylène - propylène sous forme d'isolant de câble.

Polyéthylène chimiquement réticulé sous forme d'isolant de câble.

Polyéthylène chlorosulfoné hypalon sous forme d'isolant de câble.

Polymère éthylène - propylène d'un monomère sous forme d'isolant de câble.

Copolymère éthylène - propylène sous forme de joints ou soupapes.

Copolymère polyéthylène acrylique Vamac sous forme de joints ou soupapes

3.2.2. Thermoplastiques

Polysulfure phénylène sous forme de soupapes et raccords de connecteurs Polydial-lylphthalates sous forme de raccords de connecteurs et soupapes

3.2.3. Thermoformés

Silicone thermoformé sous forme de soupapes raccords de connecteurs

Résine époxy sous forme de charges pour microcontacts

3.3. ESSAIS DE SIMULATION DE L'ACCIDENT DE RÉFÉRENCE

Les essais de simulation de l'accident de référence seront effectués sur :

- des échantillons vierges
- des échantillons qui ont été soumis à des phases de vieillissement correspondant à la simulation de l'exploitation normale d'un réacteur à eau pressurisée.

Le pré-vieillissement représente la simulation de l'exploitation normale d'un réacteur à eau pressurisée au cours de quarante ans d'exploitation. Trois séries de séquences de prévieillissement d'une simulation d'exploitation normale auront lieu suivant les phases suivantes :

- a) simulation de vieillissement thermique suivie par la phase de simulation de l'irradiation.
- b) simulation de la phase d'irradiation suivie par la phase de vieillissement thermique.
- et c) simultanément irradiation et vieillissement thermique (uniquement pour les échantillons des Etats-Unis d'Amérique).

Les températures pour le vieillissement thermique selon la composition chimique des polymères, la température pendant les essais d'irradiation, la dose intégrée et les débits de dose sont choisis selon ce qui est spécifié ci-après à moins de modification apportée d'un commun accord.

Conditions de vieillissement des échantillons ayant leur origine en France :

a) Vieillissement thermique accéléré

Pour le vieillissement thermique, la température sera de 120°C, 140°C ou 160°C, selon la composition chimique des polymères pendant une période de 10 jours (240 heures) pour des échantillons vieillis séquentiellement.

b) Vieillissement par irradiation

L'irradiation gamma au cobalt 60 à concurrence d'une dose intégrée de 25Mrad ($\pm 15\%$) à des températures de 70° et 28° et un débit de dose de 0,1 Mrad/heure ($\pm 50\%$) dans l'air pour des échantillons vieillis séquentiellement.

Conditions de vieillissement des échantillons ayant leur origine aux Etats-Unis d'Amérique :

a) Vieillissement thermique accéléré

Pour le vieillissement thermique, la température sera de 120°C pendant une période de 15 jours (240 heures) pour des échantillons vieillis séquentiellement.

b) Vieillissement par irradiation

L'irradiation gamma de cobalt 60 à concurrence d'une dose intégrée de 25Mrad ($\pm 15\%$) à des températures de 28° et 70° et un débit de dose de 70 Krad/heure ($\pm 50\%$) dans l'air pour des échantillons vieillis séquentiellement. Pour les échantillons vieillis simultanément (vieillissement thermique plus irradiation), la température sera de 120° et le débit de dose de 70 Krad/heure ($\pm 50\%$) dans l'air à concurrence d'une dose intégrée de 25Mrad ($\pm 15\%$).

3.4. ESSAIS THERMODYNAMIQUES ACCIDENTELS

(Accident de référence, LOCA)

Sur des échantillons vierges ou pré-vieillis, il est important de déterminer l'influence respective des conditions d'application des contraintes pour les essais thermodynamiques, les essais chimiques et les essais d'irradiation accidentelle sur les changements des propriétés de ces polymères, selon des modes séquentiels et simultanés.

3.4.1. Essais séquentiels

Les essais incluent deux séquences, une partie thermodynamique et chimique accidentelle et une partie d'irradiation.

Ces deux essais peuvent être appliqués aux polymères français dans un ordre différent :

- l'essai thermodynamique suivi par l'essai d'irradiation,
- l'essai d'irradiation suivi de l'essai thermodynamique.

Les échantillons de polymères originaires des Etats-Unis d'Amérique suivront l'ordre ci-après :

- essai d'irradiation suivi de l'essai thermodynamique.

Les échantillons français subiront des essais dans les conditions suivantes :

- Irradiation aux rayons gamma au cobalt 60 dans l'air, à une dose de 60Mrad ($\pm 15\%$) avec un débit de dose de 0,3Mrad/heure ($\pm 50\%$) à des températures de 28°C et 70°C lorsque l'essai thermodynamique suit l'essai d'irradiation et une température de 70°C lorsque l'essai d'irradiation suit l'essai thermodynamique.

-Conditions thermodynamiques suivant le profil donné par les figures 1 et 2 jointes à l'appendice A¹. La durée des essais sera d'environ 200 heures, correspondant à un premier choc thermique suivi par un deuxième choc thermique et ensuite par le cycle des essais décrit par la courbe.

Les échantillons ayant leur origine des Etats-Unis d'Amérique dans les conditions suivantes :

- irradiation gamma de cobalt 60 dans l'air, à une dose de 60 Mrad ($\pm 15\%$) avec un débit de dose de 0,3 Mrad/heure ($\pm 50\%$) à des températures de 28°C et 70°C.

- conditions thermodynamiques suivant le profil donné par les figures 1 et 2 jointes à l'appendice A. La durée des essais sera d'environ 200 heures, correspondant à un premier choc thermique suivi par un deuxième choc thermique et ensuite par le cycle des essais décrit par la courbe. L'essai des échantillons ayant leur origine aux Etats-Unis d'Amérique sera répété avec à la fois de l'air et de l'azote comme gaz inerte injecté en même temps que la vapeur.

3.4.2. Essais simultanés

Ces essais auront lieu par application simultanément des contraintes énumérées ci-après et seront effectués à l'intérieur du confinement de l'irradiateur Poséidon :

- Conditions thermodynamiques selon le profil donné dans les figures 1 et 2 à l'appendice A. La durée des essais sera d'environ 200 heures, correspondant à un premier choc thermique suivi par un deuxième choc thermique, puis le cycle d'essai décrit par la courbe. L'essai inclura simultanément une irradiation gamma au cobalt 60 dans l'air à une dose de 60 Mrad ($\pm 15\%$) avec un débit de dose de 0,3 Mrad/heure ($\pm 50\%$).

Dans le cas des échantillons ayant leur origine aux Etats-Unis d'Amérique, les échantillons seront effectués avec addition d'air et d'azote à la vapeur dans la phase thermodynamique.

3.5. SITUATION POSTÉRIEURE À L'ACCIDENT

Les essais seront effectués dans un four à une température de 100°C avec une humidité relative de 100% pendant dix jours, sur tous les échantillons.

4. MESURES

1. Non imprimée.

Pour déterminer le comportement des matériaux pendant les différentes phases d'essai, les mesures seront faites :

- sur des matériaux vierges,
- sur des matériaux entre la phase de vieillissement thermique et celle de vieillissement par irradiation,
- sur des matériaux à la fin des essais de simulation d'exploitation normale
- sur des matériaux à la fin de l'irradiation accidentelle,
- sur des matériaux à la fin du cycle d'essai postérieur à l'accident par perte de liquide de refroidissement

Mesures

- Propriétés mécaniques

Détermination des essais de rupture et de l'élongation à la rupture

Mesures effectuées sur des élastomères (gainés de câble, soupapes et isolants de câble)

Test de courbure sur des gainés de câble. (Uniquement sur les échantillons ayant leur origine en France)

Détermination de la déformation résiduelle au cours de la compression, sur des anneaux o (Uniquement sur les échantillons ayant leur origine en France)

- Propriétés électriques ((Uniquement sur les échantillons ayant leur origine en France)

Mesure de la résistance de l'isolation sur des isolants de câble, raccords de connecteurs et résines de joints

Mesures de la rigidité diélectrique sur les mêmes échantillons.

Mesures de la panne diélectrique sur les mêmes échantillons.

5. RÉPARTITION DES TÂCHES

Le programme d'ensemble des essais sera mis en oeuvre en coopération étroite entre la partie française et la partie des Etats-Unis d'Amérique. Des réunions techniques seront organisées entre les parties pour préciser le nombre d'échantillons et finaliser le programme d'essais. Après accord, chaque partie fournira des échantillons en nombres adéquats.

La partie des Etats-Unis d'Amérique effectuera les essais de simulation en exploitation normale aux Etats-Unis d'Amérique sur tous les échantillons (ayant leur origine en France ou aux Etats-Unis d'Amérique).

La partie française effectuera les essais thermodynamiques en condition d'accident et les essais post-accidents sur tous les échantillons dans les installations d'irradiation Poséidon et les installations d'essais CESAR en France.

La mesure des propriétés des échantillons sera effectuée par la partie des Etats-Unis d'Amérique sur les échantillons ayant leur origine dans ce pays et par la partie française sur les échantillons ayant leur origine en France.

Un certain nombre d'échantillons seront échangés en vue de l'étalonnage des instruments de mesure de la France et des Etats-Unis d'Amérique.

Les deux parties échangeront les renseignements techniques et scientifiques nécessaires pour effectuer les essais.

Un rapport final sera établi, sous les ordres des co-auteurs des deux parties, pour être publié sans restriction.

Nous proposons d'échelonner les essais sur une période de trois ans.