



CEA/LR/DXPL/SCPA  
DO 53      26/03/26

  
26YYAV000132

CAHIER DES CHARGES

RECHERCHE, DEFORMULATION-REFORMULATION  
ET CARACTERISATION DE COLLES, IDENTIFICATION  
D'UN TRAITEMENT DE SURFACE POUR LE PEEK,  
ET REALISATION ET ESSAIS DE LA TENUE MECANIQUE  
D'ASSEMBLAGES COLLES

210 15000 YAV CDC Q26 01 LBC B

EMETTEUR	
NOM	Fabien NONY
FONCTION	Chef du Département XPL
DATE	
SIGNATURE	

Nombre total de pages : 29

**PAS DE TEXTE**

## SOMMAIRE

<b>1.</b>	<b>OBJET .....</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>DESCRIPTION DES ACTIONS A MENER .....</b>	<b>6</b>
2.1	<i>Recherche de colles .....</i>	6
2.2	<i>Caractérisation des colles .....</i>	7
2.3	<i>Choix d'un traitement de surface .....</i>	7
2.4	<i>Description des liaisons collées à caractériser .....</i>	7
2.4.1	<i>Liaison collée avec le PEEK (collage 1) .....</i>	7
2.4.2	<i>Liaison collée avec l'aluminium (collage 2) .....</i>	8
2.5	<i>Déformulation, reformulation, fabrication et conditionnement .....</i>	8
2.6	<i>Enchaînement des postes .....</i>	9
<b>3.</b>	<b>PERIMETRE DE LA PRESTATION .....</b>	<b>10</b>
3.1	<i>Recherche de colles .....</i>	10
3.2	<i>Caractérisation intrinsèque des colles .....</i>	11
3.2.1	<i>Coefficient de dilatation linéique .....</i>	11
3.2.2	<i>Masse volumique .....</i>	11
3.2.3	<i>Essai de traction (phase préliminaire) .....</i>	11
3.2.4	<i>Essai de traction .....</i>	12
3.2.5	<i>Essai de compression .....</i>	12
3.2.6	<i>Essai de DMA .....</i>	13
3.2.7	<i>Documentation .....</i>	13
3.3	<i>Choix d'un traitement de surface pour le PEEK .....</i>	14
3.3.1	<i>Recherche bibliographique .....</i>	14
3.3.2	<i>Essais de caractérisation de l'assemblage collé PEEK / colle / PEEK à 70°C (pour différents traitements de surface du PEEK) .....</i>	15
3.4	<i>Caractérisation d'assemblages collés .....</i>	17
3.4.1	<i>Assemblage collé avec le PEEK (collage 1) .....</i>	17
3.4.2	<i>Assemblage collé avec l'aluminium (collage 2) .....</i>	19
3.5	<i>Déformulation, reformulation, caractérisation, fabrication et conditionnement de colles .....</i>	21
3.5.1	<i>Sous-poste 10-A-1 : déformulation .....</i>	21
3.5.2	<i>Sous-poste 10-A-2 : reformulation .....</i>	21
3.5.3	<i>Sous-poste 10-A-3 : fabrication et conditionnement .....</i>	22
<b>4.</b>	<b>FOURNITURE DES RESULTATS .....</b>	<b>22</b>
<b>5.</b>	<b>CORRESPONDANT CEA/LR .....</b>	<b>23</b>
<b>6.</b>	<b>CLAUSE RSE .....</b>	<b>23</b>
6.1	<i>Livrables .....</i>	23
6.2	<i>Gestion des déchets issus de la prestation .....</i>	24
<b>7.</b>	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>24</b>
<b>8.</b>	<b>ANNEXES .....</b>	<b>25</b>
8.1	<i>Eprouvette d'arrachement .....</i>	25
8.2	<i>Eprouvette de cisaillement à double recouvrement .....</i>	25
8.3	<i>Définition des plaques en aluminium destinées aux éprouvettes de cisaillement à double recouvrement .....</i>	26
	<b>FICHE DOCUMENTAIRE DAM .....</b>	<b>27</b>
	<b>REPERTOIRE DES EVOLUTIONS .....</b>	<b>28</b>
	<b>REDACTION ET VERIFICATION .....</b>	<b>28</b>
	<b>DIFFUSION .....</b>	<b>29</b>

## 1. OBJET

Le présent cahier des charges a pour but de présenter les besoins du CEA/Le Ripault (CEA/LR) en vue de la recherche et la caractérisation de différentes colles, l'identification d'un traitement de surface et/ou promoteur d'adhérence sur le matériau PEEK, la caractérisation de différents assemblages collés et la déformulation-reformulation d'une colle.

De ce fait, le CEA/LR souhaite se tourner vers un prestataire spécialisé dans le domaine de la mise en œuvre, de la déformulation et reformulation, et de la caractérisation de colles et de liaisons collées.

### Contexte :

Le CEA/LR étudie 3 collages :

- le collage d'une coiffe en PEEK sur un dôme en thermoplastique (**collage 1**) ;
- le collage d'une bague en aluminium autour d'une demi-sphère en matériau thermoplastique (**collage 2**) ;
- le collage par immersion d'une demi-sphère en thermoplastique dans un logement en thermoplastique (**collage 3**).

### Les besoins du CEA/LR sont les suivants :

- recherche d'au moins 2 colles pour le **collage 1**, 2 colles pour le **collage 2**, et 1 colle pour le **collage 3**, répondant aux attentes définies ci-après dans le présent document (voir **3.1**) ;
- caractérisation d'au plus 7 colles sélectionnées par le CEA couvrant les 3 collages considérés (les colles identifiées préalablement ne seront pas forcément sélectionnées par le CEA pour les essais de caractérisation) ;
- définition des essais de traction sur la base d'essais préliminaires permettant de statuer sur la manière de réaliser ce type d'essai ;
- identification d'un traitement de surface (chimique, mécanique, ...) et/ou promoteur d'adhérence pouvant être appliqué sur le PEEK pour favoriser son aptitude au collage ; travaux consistant, dans un premier temps, à une recherche bibliographique, et dans un second temps à la réalisation d'essais de caractérisation d'un assemblage collé, afin de fixer le traitement de surface et/ou le promoteur d'adhérence pour la suite de la prestation ;

- caractérisation des liaisons collées suivantes :
  - o PEEK (avec traitement de surface et/ou promoteur d'adhérence) / colle\* (**collage 1**),
  - o aluminium 5083 / colle\*\* (**collage 2**) ;

\* Pour 4 colles au plus

\*\* Pour une colle

L'étude de la liaison collée relative au **collage 3** ne fait pas partie de ce cahier des charges ; cette étude sera conduite par le CEA/LR du fait de la nature des interfaces.

- déformulation, reformulation, fabrication et conditionnement d'une colle.

Le marché se décompose en 10 familles de postes :

Les postes sont désignés de la manière suivante : poste numéro-lettre, le numéro étant la tâche à effectuer et la lettre étant un incrément.

- le poste 1 consiste en une recherche de colles répondant à des critères bien précis ;
- le poste 2 concerne le choix d'un traitement de surface et/ou promoteur d'adhérence devant être appliqué sur le matériau PEEK, pour maximiser la tenue mécanique à l'interface colle/PEEK. Ce choix sera validé par les résultats du lot 6-A ;
- le poste 3 concerne le déroulement des essais de traction ; celui-ci sera figé par le CEA, sur la base des résultats d'essais de traction pour différentes configurations d'essais menés dans ce même lot ;
- les postes 4 et 5 sont relatifs à la caractérisation des colles seules pour différentes températures (-10, +20, +60 et +70°C) ;
- les postes 6 et 7 sont relatifs aux essais de tenue de liaison collée avec le PEEK aux températures de -10, +20, +60 et +70°C ;
- les postes 8 et 9 sont relatifs aux essais de tenue de liaison collée avec l'aluminium aux températures de -10, +20, +60 et +70°C ;
- le poste 10 est composé de plusieurs sous-postes traitant de la déformulation, reformulation, fabrication et conditionnement d'une colle.

On retrouve ci-après un tableau récapitulatif des postes.

Recherche de colle	Poste 1						
Choix traitement de surface	Poste 2						
Définition de l'essai de traction	Poste 3						
Caractérisation colle seule à 70°C et essai de DMA	Poste 4-A	Poste 4-B	Poste 4-C	Poste 4-D	Poste 4-E	Poste 4-F	Poste 4-G
Caractérisation colle seule approfondie (voir détails)	Poste 5-A	Poste 5-B	Poste 5-C	Poste 5-D	Poste 5-E	Poste 5-F	
Caractérisation de la liaison collée avec PEEK à 70°C	Poste 6-A	Poste 6-B	Poste 6-C	Poste 6-D			
Caractérisation de la liaison collée avec PEEK à -10, 20 et 60°C	Poste 7-A	Poste 7-B	Poste 7-C				
Caractérisation de la liaison collée avec Aluminium à -10°C	Poste 8-A						
Caractérisation de la liaison collée avec Aluminium à 20, 60 et 70°C	Poste 9-A						
Déformulation/Reformulation/Fabrication et conditionnement de colles	Poste 10-A						
Déformulation	Sous-poste 10-A-1						
Reformulation	Sous-poste 10-A-2						
Fabrication et conditionnement	Sous-poste 10-A-3						

**Tableau 1 : Récapitulatif des postes**

A la fin de chaque poste, le Titulaire devra fournir un rapport détaillé.

## 2. DESCRIPTION DES ACTIONS A MENER

### 2.1 Recherche de colles

Il s'agit ici, dans un premier temps, de rechercher au moins 2 candidats de colles répondant aux critères recensés en **3.1** vis-à-vis des collages 1 et 2.

Pour chaque colle, un échantillon (4 cartouches d'environ 100 mL, ou conditionnements alternatifs à convenir entre le Titulaire et le CEA) sera envoyé au CEA avant la réalisation des caractérisations par le Titulaire, pour validation préalable de la compatibilité des colles concernées avec les matériaux CEA.

## **2.2 Caractérisation des colles**

Il s'agit ici de déterminer les propriétés intrinsèques des colles. Le CEA se réserve la possibilité de sélectionner jusqu'à 7 colles pour la première phase de caractérisation (essai de traction à +70°C, DMA et mesure du coefficient de dilatation). Pour la seconde phase, le CEA se réserve la possibilité de sélectionner jusqu'à 6 colles, qui seront caractérisées de manière plus approfondie (essais de traction à -10, +20 et +60°C, essais de compression à -10, +20 et +70°C et détermination de la masse volumique).

## **2.3 Choix d'un traitement de surface**

Cette action consiste en une recherche bibliographique des différents traitements de surface (chimique, mécanique, ...) et/ou promoteur d'adhérence pouvant être appliqués sur le PEEK, pour favoriser son aptitude au collage (tenue mécanique). Ce choix devra se justifier vis-à-vis de la tenue mécanique de l'assemblage et de sa durabilité, de la facilité de mise en œuvre et de la durée de vie du traitement avant collage. A l'issue de cette phase prospective, un point sera fait avec le CEA, afin de faire le choix des solutions à retenir ; à noter que la plage de température d'emploi du collage est [-10°C ; 70°C] et que le collage est sollicité en arrachement et en cisaillement.

## **2.4 Description des liaisons collées à caractériser**

### **2.4.1 Liaison collée avec le PEEK (collage 1)**

L'assemblage que le CEA/LR souhaite étudier se compose de deux pièces collées plan sur plan en PEEK. Le CEA se réserve la possibilité de sélectionner jusqu'à 4 colles. L'épaisseur du joint de colle est constante sur l'ensemble du profil et comprise entre 0,2 mm et 0,5 mm, en fonction du type de colle retenu. Afin de favoriser la tenue mécanique de la liaison, un traitement de surface et/ou un promoteur d'adhérence devra être mis en œuvre par le Titulaire sur les substrats en PEEK avant collage. Cela sera défini, suite aux résultats obtenus pour le poste 6-A. Dans le cadre de ce marché, le CEA prendra en charge l'approvisionnement des éprouvettes en PEEK. Le Titulaire devra, quant à lui, approvisionner les colles et réaliser le traitement de surface, l'application du promoteur, le cas échéant, et l'assemblage des différentes éprouvettes. Le CEA/LR demande à ce que toutes les éprouvettes de chaque poste soient assemblées au cours d'une seule et même campagne (même lot de colle, conditions identiques).

#### **2.4.2 Liaison collée avec l'aluminium (collage 2)**

L'assemblage que le CEA/LR souhaite étudier se compose de deux pièces collées plan sur plan en aluminium (EN AW 5083). L'assemblage sera réalisé avec une colle sélectionnée par le CEA/LR. L'épaisseur du joint de colle est constante sur l'ensemble du profil et égale à 0,6 mm. Dans le cadre de ce marché, le CEA prendra en charge la fabrication, ainsi que le traitement de surface des éprouvettes en aluminium (sachant que ce traitement de surface est aujourd'hui figé par le CEA/LR). Le Titulaire devra, quant à lui, approvisionner les colles et réaliser l'assemblage des différentes éprouvettes. Le CEA/LR demande à ce que toutes les éprouvettes de chaque poste soient assemblées au cours d'une seule et même campagne (même lot de colle, conditions identiques).

### **2.5 Déformulation, reformulation, fabrication et conditionnement**

Les objectifs attendus sont les suivants :

- identifier la nature et la proportion des constituants de la colle d'origine ;
- déterminer la structure chimique des polymères, additifs, charges et solvants éventuels ;
- développer une formulation répondant aux mêmes exigences d'usage (viscosité, temps de prise, ...) que la colle d'origine,
- obtenir des performances d'adhérence et de résistance au moins équivalentes à la colle d'origine ;
- le cas échéant, proposer des alternatives plus durables (notamment vis-à-vis de la réglementation REACH).

Il s'agit du poste **10**, qui concernera une colle sélectionnée par le CEA/LR.

## 2.6 Enchaînement des postes

L'enchaînement des postes est le suivant :

Poste	Objet du poste	Actions à mener par poste	t <sub>0</sub>	Echéance
Poste 1	Recherche d'au moins 2 colles selon critères spécifiés (voir détails)	Recherche	Début du marché	t <sub>0</sub> + 2 mois
Poste 2	Identification du traitement de surface adéquat pour le PEEK par recherche bibliographique	Recherche	Début du marché	t <sub>0</sub> + 2 mois
Poste 3	Définition de l'essai de traction	➤ Essais de traction à 70°C	Début du marché	t <sub>0</sub> + 3 mois
Postes 4-A, 4-B, 4-C, 4-D et 4-E	Détermination des propriétés mécaniques de colle à 70 °C et essai de DMA	➤ Mesure du coefficient de dilatation ➤ Essais de traction à 70°C ➤ Essais de DMA	Déclenchement CEA	date de déclenchement + 3 mois
Postes 4-F et 4-G	Détermination des propriétés mécaniques de colle à 70 °C et essai de DMA	➤ Mesure du coefficient de dilatation ➤ Essais de traction à 70°C ➤ Essais de DMA	Déclenchement CEA	date de déclenchement + 3 mois
Postes 5-A, 5-B et 5-C	Détermination des propriétés mécaniques de colle par une étude approfondie	➤ Mesure de la masse volumique ➤ Essais de traction à -10, 20 et 60°C ➤ Essais de compression à -10, 20 et 70°C	Déclenchement CEA	date de déclenchement + 3 mois
Postes 5-D, 5-E et 5-F	Détermination des propriétés mécaniques de colle par une étude approfondie	➤ Mesure de la masse volumique ➤ Essais de traction à -10, 20 et 60°C ➤ Essais de compression à -10, 20 et 70°C	Déclenchement CEA	date de déclenchement + 3 mois
Poste 6-A	Identification du traitement de surface adéquat pour le PEEK par essai sur assemblage collé PEEK / Colle à 70 °C	➤ Essais d'arrachement à 70°C * ➤ Essais de cisaillement double recouvrement à 70°C * *avec différents traitement de surface et /ou promoteur d'adhérence	Déclenchement CEA	date de déclenchement + 3 mois
Poste	Objet du poste	Actions à mener par poste	t <sub>0</sub>	Echéance
Poste 6-B	Caractérisation de la tenue mécanique de l'assemblage collé PEEK / colle à 70°C	➤ Essais d'arrachement à 70°C ➤ Essais de cisaillement double recouvrement à 70°C	Déclenchement CEA	date de déclenchement + 2 mois
Postes 6-C et 6-D	Caractérisation de la tenue mécanique de l'assemblage collé PEEK / colle à 70°C	➤ Essais d'arrachement à 70°C ➤ Essais de cisaillement double recouvrement à 70°C	Déclenchement CEA	date de déclenchement + 2 mois
Poste 7-A	Caractérisation de la tenue mécanique de l'assemblage collé PEEK / colle à -10, 20 et 60 °C	➤ Essais d'arrachement à -10, 20 et 60°C ➤ Essais de cisaillement double recouvrement à -10, 20 et 60°C	Déclenchement CEA	date de déclenchement + 3 mois
Postes 7-B et 7-C	Caractérisation de la tenue mécanique de l'assemblage collé PEEK / colle à -10, 20 et 60 °C	➤ Essais d'arrachement à -10, 20 et 60°C ➤ Essais de cisaillement double recouvrement à -10, 20 et 60°C	Déclenchement CEA	date de déclenchement + 3 mois
Poste 8-A	Caractérisation de la tenue mécanique de l'assemblage collé Aluminium / colle à -10°C	➤ Essais d'arrachement à -10°C ➤ Essais de cisaillement double recouvrement à -10°C	Déclenchement CEA	date de déclenchement + 2 mois
Poste 9-A	Caractérisation de la tenue mécanique de l'assemblage collé Aluminium / colle à 20, 60 et 70°C	➤ Essais d'arrachement à 20, 60 et 70°C ➤ Essais de cisaillement double recouvrement à 20, 60 et 70°C	Déclenchement CEA	date de déclenchement + 3 mois
Poste 10-A	Déformulation, reformulation, caractérisation, fabrication et conditionnement d'une colle	➤ Déformulation de colle ➤ Reformulation de colle ➤ Fabrication et conditionnement de colle	Déclenchement CEA	date de déclenchement + 10 mois

**Tableau 2 : Enchaînement des postes du marché**

### 3. PERIMETRE DE LA PRESTATION

Dans cette partie est décrit le périmètre de la prestation pour les différentes actions énoncées au 2.

#### 3.1 Recherche de colles

Il s'agit ici de rechercher des candidats de colles qui répondent aux critères suivants :

##### **Collage 1 (pour la liaison collée avec le PEEK) :**

- module d'Young compris entre 50 MPa et 200 MPa à 70°C ;
- déformation à rupture supérieure à 10% à 70°C ;
- colle non coulante ;
- température de service comprise entre -10°C et 70°C ;
- pot life supérieur à 15 min ;
- épaisseur 0,2 mm à 0,5 mm ;
- produit qui dégaze peu (voir colles utilisées dans le secteur aéronautique/aérospatial).

##### **Collage 2 (pour la liaison collée avec l'aluminium) :**

- module d'Young inférieur à 5 MPa à 70°C ;
- déformation à rupture supérieure à 40% à 70°C ;
- colle à viscosité importante (application sur une paroi inclinée à 70°C) ;
- température de service comprise entre -10°C et 70°C ;
- pot life supérieur à 25 min ;
- épaisseur 0,4 mm à 0,8 mm ;
- produit qui dégaze peu (voir colles utilisées dans le secteur aéronautique/aérospatial).

Ces critères de recherche de colles sont relatifs au **poste 1**.

##### **Collage 3 (liaison collée entre deux thermoplastiques) :**

- module d'Young inférieur à 5 MPa à 70°C ;
- déformation à rupture supérieure à 30% à 70°C ;
- colle à faible viscosité (collage par immersion) ;
- température de service comprise entre -10°C et 70°C ;
- pot life supérieur à 15 min ;
- épaisseur 0,06 mm à 0,1 mm ;
- produit qui dégaze peu (voir colles utilisées dans le secteur aéronautique/aérospatial).

## **3.2 Caractérisation intrinsèque des colles**

Il s'agit ici de la caractérisation intrinsèque des colles proposées par le CEA/LR. L'approvisionnement des colles, ainsi que la réalisation des éprouvettes, est à la charge du Titulaire.

### **3.2.1 Coefficient de dilatation linéique**

Nous demandons au Titulaire de réaliser une mesure du coefficient de dilatation linéique sur la plage de température [-10 ; 100]°C suivant la norme ISO 11359-2 (novembre 2021) « Plastiques – Analyse thermomécanique (TMA) – Partie 2 : détermination du coefficient de dilatation thermique linéique et de la température de transition vitreuse ». Cette mesure sera réalisée sur 5 échantillons différents.

### **3.2.2 Masse volumique**

Nous demandons au Titulaire de réaliser une mesure de la masse volumique de colle réticulée, conformément à la norme NF EN ISO 1183-1 « Plastiques – Méthodes de détermination de la masse volumique des plastiques non alvéolaires – Partie 1 : méthode par immersion, méthode du pycnomètre en milieu liquide et méthode par titrage ».

Cette mesure sera réalisée sur 3 échantillons différents.

### **3.2.3 Essai de traction (phase préliminaire)**

Pour les essais de traction, il est demandé au Titulaire de piloter les essais à vitesse de déformation imposée. Le Titulaire proposera une géométrie d'éprouvette permettant :

- de mesurer tout au long de l'essai la déformation vraie et la contrainte vraie,
- de localiser la striction dans la zone de mesure.

La géométrie de l'éprouvette, ainsi que le mode opératoire de ces essais, devront être validés par une comparaison des résultats obtenus sur une éprouvette, dont la géométrie et le mode opératoire sont fixés par la norme NF EN ISO 527-2.

Afin de valider la géométrie et le mode opératoire proposé, les conditions suivantes sont retenues :

- essai à 70°C
- vitesse de déformation imposée à  $10^{-4} \text{ s}^{-1}$  jusqu'à 5 % de déformation.

Ces essais sont à réaliser sur 3 éprouvettes. Il s'agit ici des travaux du **poste 3**. A l'issue de cette comparaison, le CEA validera ou non la géométrie d'éprouvette retenue.

### **3.2.4 Essai de traction**

Comme stipulé en **3.2.3**, nous demandons de réaliser des essais de traction à vitesse de déformation imposée sur une géométrie d'éprouvette proposée par le Titulaire et préalablement validée par le CEA.

On distinguera 2 types d'essais :

- 3 essais (par température) en traction lente avec une vitesse de déformation imposée à  $10^{-5} \text{ s}^{-1}$  jusqu'à 25% de déformation et aux températures de -10, 20, 60 et 70°C,
- 5 essais (par température) en traction avec une vitesse de déformation imposée à  $10^{-4} \text{ s}^{-1}$  jusqu'à 60% de déformation et aux températures de -10, 20, 60 et 70°C.

Le Titulaire mettra en place l'instrumentation adéquate pour mesurer et acquérir : le temps, la température, le déplacement de la traverse (cette valeur sera corrigée en retranchant la déformation de la traverse), la force et la déformation vraie. Le Titulaire déterminera les grandeurs suivantes : la contrainte vraie, le coefficient de Poisson et le module d'Young.

Les éprouvettes seront testées après un temps de réticulation de la colle d'au moins 10 jours à 20°C. Il est interdit de réaliser une réticulation en température. Par ailleurs, chaque éprouvette sera stabilisée au minimum 45 minutes en température dans l'enceinte thermique avant le début de l'essai.

### **3.2.5 Essai de compression**

La caractérisation en compression de la colle devra suivre les recommandations de la norme NF EN ISO 604 « Plastiques – Détermination des propriétés en compression ».

Ces essais seront réalisés avec une vitesse de déformation imposée à  $10^{-5} \text{ s}^{-1}$  jusqu'à l'effet « tonneau » (flambement de l'éprouvette).

Le Titulaire mettra en place l'instrumentation adéquate pour mesurer et acquérir : le temps, la température, le déplacement de la traverse (cette valeur sera corrigée en retranchant la déformation de la traverse) et la force et la déformation vraie. Le Titulaire déterminera les grandeurs suivantes : module de compression et la contrainte vraie.

Ces essais seront réalisés aux températures suivantes : -10°C, 20°C et 70°C.

Pour chaque température, le Titulaire réalisera 5 essais de répétabilité.

Les éprouvettes seront testées après un temps de réticulation de la colle d'au moins 10 jours à 20 °C. Il est interdit de réaliser une réticulation en température. Par ailleurs, chaque éprouvette sera stabilisée au minimum 45 minutes en température dans l'enceinte thermique avant le début de l'essai.

### **3.2.6 Essai de DMA**

Nous demandons de réaliser un essai de DMA avec un balayage en température entre [-50°C ; 150°C], afin de déterminer la température de transition vitreuse. Le balayage en température doit être cyclé avec des phases de maintien en température. Les détails du cyclage seront fixés par le CEA, le cycle durera moins de 24h. Cette mesure sera répétée 3 fois et devra suivre la norme ISO 11359-2 « Plastiques – Analyse thermomécanique (TMA) – **Partie 2 : détermination du coefficient de dilatation linéique et de la température de transition vitreuse** ».

**Le Titulaire mettra en place l'instrumentation adéquate pour mesurer et acquérir : la température de transition vitreuse  $T_g$ , l'évolution des modules  $E'$ ,  $E''$  et  $\tan\delta$ .**

**Nous demandons au Titulaire de réaliser un 2<sup>ème</sup> essai de DMA à la température ambiante avec un balayage fréquentiel. Cette plage fréquentielle sera fonction des moyens du Titulaire. A l'issue de ces essais, nous demandons au Titulaire de déterminer une courbe maîtresse d'équivalence temps/température.**

### **3.2.7 Documentation**

A l'issue des différentes caractérisations, le Titulaire remettra au CEA un rapport d'essai en intégrant a minima les éléments ci-dessous :

- processus précis suivi par le Titulaire pour réaliser les différentes éprouvettes ; notons que le Titulaire devra s'assurer de l'absence de bulles dans l'éprouvette avant essai ;
- le numéro du/des lot(s) de colle utilisé(s) avec la date de péremption ;
- une présentation des dispositifs d'essais, les moyens de mesure utilisés ;
- les photographies des montages d'essais et des éprouvettes après essais ;
- les résultats obtenus sous la forme de graphiques :
  - coefficient de dilatation en fonction de la température ;

- contrainte vraie en fonction de la déformation vraie et force en fonction du déplacement de la traverse pour les essais de traction et de compression ;
- module réel, module imaginaire,  $\tan\delta$  en fonction de la température pour les essais de DMA ;
- les données chiffrées suivantes sous forme de tableaux :
  - valeurs du coefficient de dilatation pour chaque température (par pas de 10°C) ;
  - dans le cas des essais de traction : le module d'Young et le coefficient de Poisson ;
  - dans le cas des essais de compression : le module de compression ;
  - dans le cas de la DMA : température de transition vitreuse.

Associé à ce document, le Titulaire remettra au CEA l'ensemble des données brutes et des données post-traitées au format Excel, ainsi que les différentes photographies.

### **3.3 Choix d'un traitement de surface pour le PEEK**

Le CEA cherche ici à identifier un traitement de surface à appliquer sur le PEEK. Il s'agit d'un travail en 2 temps :

- recherche bibliographique des différents traitements de surface et/ou promoteur d'adhérence ;
- réalisation d'essais, afin de tester les solutions identifiées dans la recherche bibliographique et de caractériser l'assemblage collé **PEEK / colle / PEEK** (poste **6-A**).

A l'issue de cette phase, le traitement de surface et/ou promoteur d'adhérence sera fixé par le CEA.

#### **3.3.1 Recherche bibliographique**

Il s'agit de réaliser une recherche bibliographique des différents traitements de surface (chimique, mécanique, ...) et/ou promoteur d'adhérence pouvant être appliqué sur le PEEK pour favoriser son aptitude au collage. Ce choix devra se justifier vis-à-vis de :

- la tenue mécanique de l'assemblage : on recherche ici à maximiser la tenue mécanique de l'assemblage en cisaillement et en arrachement, et ceci sur la plage thermique [-10°C ; 70°C] ;
- sa durabilité : la durée de vie du collage est de 30 ans ;

- la durée de vie du traitement avant collage : on considère que la durée entre le traitement de surface et le collage peut atteindre 5 mois. En revanche, l'application d'un promoteur d'adhérence peut être réalisée juste avant collage. Si un traitement présente une durée de vie avant collage inférieure à 5 mois, mais propose de réelles performances mécaniques sur l'assemblage, des moyens peuvent être déployés au CEA, afin de réaliser le traitement dans le temps imparti.

A l'issue de cette phase prospective, un point sera fait avec le CEA, afin de convenir du choix des candidats à retenir ; idéalement pour la suite de l'étude, le CEA souhaiterait retenir 3 traitements de surface et un promoteur d'adhérence.

### ***3.3.2 Essais de caractérisation de l'assemblage collé PEEK / colle / PEEK à 70°C (pour différents traitements de surface du PEEK)***

Le CEA souhaite étudier la tenue mécanique en arrachement et en cisaillement d'éprouvettes collées **PEEK / colle / PEEK** à 70°C ; cela pour plusieurs configurations de traitement de surface, avec ou sans promoteur d'adhérence sur le PEEK. On considèrera 3 traitements de surface (sélectionnés à l'issue de **3.3.1**) nommés TS1, TS2 et TS3, avec ou sans promoteur d'adhérence nommé P.

Les éprouvettes d'arrachement (**PEEK / colle / PEEK**) devront être réalisées selon la norme NF EN 15870 « Adhésifs – détermination de la résistance en traction des joints bout à bout » ; notamment les demi-éprouvettes auront une longueur de 40 mm et un diamètre de 25 mm. Le collage des deux demi-éprouvettes sera réalisé sur toute la surface (Ø25 mm).

Les éprouvettes de cisaillement (**PEEK / colle / PEEK**) à double recouvrement devront être réalisées selon la norme ISO 11003-2 « Adhesives – determination of shear behaviour of structural adhesives – Part 2 : tensile test method using thick adherends ».

Pour rappel, le joint de colle pour un assemblage collé avec le PEEK mesure entre 0,2 mm et 0,5 mm d'épaisseur (cette épaisseur sera discutée avec le Titulaire en fonction de la colle utilisée). Une schématisation des éprouvettes d'arrachement et de cisaillement double recouvrement est en annexe de ce document.

Les éprouvettes seront testées à une vitesse de 0,05 mm.min<sup>-1</sup>. Nous demandons de mesurer en continu les données suivantes : temps, déplacement traverse et force avec une acquisition des données de 1 point par seconde.

Dans le cas de l'arrachement, le CEA mettra à la disposition du Titulaire les éprouvettes non traitées. Dans le cas du cisaillement à double recouvrement, le CEA fournira des

plaques. Le Titulaire aura alors la charge du traitement de surface et de l'usinage des éprouvettes collées. Nous demandons de numéroté l'ensemble des éprouvettes collées. Le Titulaire aura en charge de réaliser les traitements de surface, ainsi que d'approvisionner et mettre en œuvre le promoteur d'adhérence.

Le Titulaire devra relever, pour chaque éprouvette testée, en arrachement et en cisaillement :

- le numéro de l'éprouvette ;
- le faciès de rupture selon la norme DIN EN ISO 10365 « Adhésifs – désignation des principaux faciès de rupture » ;
- le déplacement à rupture ;
- la force à rupture, la contrainte à rupture.

Ces essais seront réalisés à la température de 70°C.

Le Titulaire réalisera 7 essais (d'arrachement et de cisaillement double recouvrement) de répétabilité par configuration.

Les éprouvettes collées seront maintenues sous contraintes au moins 24h à température ambiante. Il est interdit d'accélérer la réticulation par augmentation de la température. Les essais seront réalisés après une réticulation de la colle d'au moins 10 jours à température ambiante.

Par ailleurs, chaque éprouvette sera stabilisée au minimum 45 minutes en température dans l'enceinte thermique avant le début de l'essai.

La liste des essais à réaliser est la suivante :

N°	Type d'essai	Température de l'essai	Traitement de surface	Nombre d'essai
1	Arrachement	70°C	N/A	7
2			TS1 <u>ou</u> TS1 + P	7
3			TS2 <u>ou</u> TS2 + P	7
4			TS3 <u>ou</u> TS3+P <u>ou</u> P	7
5	Cisaillement double recouvrement	70°C	N/A	7
6			TS1 <u>ou</u> TS1 + P	7
7			TS2 <u>ou</u> TS2 + P	7
8			TS3 <u>ou</u> TS3+P <u>ou</u> P	7

**Tableau 3 : Liste des essais à réaliser à 70°C  
sur l'assemblage collé PEEK/Colle/PEEK**

L'ensemble des actions décrites précédemment en **3.3.2** sont les actions demandées par le CEA pour le **poste 6-A**.

Pour ce poste, le CEA/LR demande :

- la réalisation des différents essais présentés précédemment ;
- la rédaction d'un rapport d'essais présentant les différents traitements de surface mis en œuvre (moyens utilisés ou sous-traitant et procédures de mise en œuvre), l'ensemble des résultats, ainsi que les procédures d'essais (conditions, paramètres, instrumentation, exploitation des résultats, photos...) ;
- le fichier contenant les mesures expérimentales (date, temps, force, déplacement traverse corrigé, contrainte, déformation) au format Excel.

Suite à l'analyse des résultats et échanges avec le Titulaire, le CEA retiendra un traitement de surface (avec ou sans promoteur d'adhérence).

### **3.4 Caractérisation d'assemblages collés**

#### **3.4.1 Assemblage collé avec le PEEK (collage 1)**

A l'issue du **poste 6-A**, dont le contenu est décrit ci-avant, le traitement de surface (incluant ou non le promoteur d'adhérence) que l'on nommera TSA est fixé. Pour l'étude suivante on considérera l'assemblage collé :

- PEEK + TSA / colle / PEEK +TSA.

Le CEA souhaite étudier la tenue mécanique en arrachement et en cisaillement d'éprouvettes collées à différentes températures (-10, 20, 60 et 70°C).

Les éprouvettes d'arrachement devront être réalisées selon la norme NF EN 15870 « Adhésifs – détermination de la résistance en traction des joints bout à bout » ; notamment les demi-éprouvettes auront une longueur de 40 mm et un diamètre de 25 mm. Le collage des deux demi-éprouvettes sera réalisé sur toute la surface (Ø25 mm).

Les éprouvettes de cisaillement à double recouvrement devront être réalisées selon la norme ISO 11003-2 « Adhesives – determination of shear behaviour of structural adhesives – Part 2 : tensile test method using thick adherends ».

Les plans des plaques et éprouvettes sont fournis en annexe.

Les éprouvettes seront testées à une vitesse de 0,05 mm.min<sup>-1</sup>. Nous demandons de mesurer en continu les données suivantes : temps, déplacement traverse et force avec une acquisition des données de 1 point par seconde.

Pour rappel, le joint de colle pour un assemblage collé avec le PEEK mesure entre 0,2 mm et 0,5 mm d'épaisseur (cette épaisseur sera discutée avec le Titulaire en fonction de la colle utilisée).

La liste des fournitures CEA/LR et du reste à charge du Titulaire est donnée sur le **Tableau 4** ci-dessous ; à noter que l'approvisionnement des colles est à la charge du Titulaire et « traitement de surface » signifie approvisionnement et mise en œuvre du promoteur d'adhérence, le cas échéant, ainsi que réalisation du traitement de surface.

Les éprouvettes ou plaques collées seront maintenues sous contrainte au moins 24h à température ambiante (interdiction d'accélérer cette réticulation par augmentation de la température et les essais seront réalisés après une réticulation de la colle d'au moins 10 jours à température ambiante).

		Fourniture CEA/LR	A la charge du Titulaire
PEEK	Arrachement	➤ Demi-éprouvettes	➤ Traitement de surface des éprouvettes ➤ Collage des éprouvettes
	Cisaillement double recouvrement	➤ Plaques	➤ Traitement de surface des plaques ➤ Collage des plaques ➤ Usinage des éprouvettes

**Tableau 4 : Récapitulatif des fournitures CEA/LR et du reste à charge du Titulaire pour les essais sur la liaison collée avec le PEEK**

Le Titulaire devra indiquer pour chaque éprouvette testée en arrachement et en cisaillement :

- le numéro de l'éprouvette ;
- le faciès de rupture selon la norme DIN EN ISO 10365 « Adhésifs – désignation des principaux faciès de rupture » ;
- le déplacement à rupture ;
- la force à rupture, la contrainte à rupture.

Ces essais seront réalisés aux températures de -10, 20, 60 et 70°C.

Le Titulaire réalisera 7 essais (d'arrachement et de cisaillement double recouvrement) de répétabilité par température.

Par ailleurs, chaque éprouvette sera stabilisée au minimum 45 minutes en température dans l'enceinte thermique avant le début de l'essai.

Pour chaque poste, le CEA/LR demande :

- le numéro des éprouvettes ;
- la réalisation des différents essais présentés précédemment ;

- la rédaction d'un rapport d'essais présentant l'ensemble des résultats, ainsi que les procédures d'essais (conditions, paramètres, instrumentation, exploitation des résultats, photos...) ;
- le fichier contenant les mesures expérimentales (date, temps, force, déplacement traverse corrigé, contrainte, déformation) au format Excel.

### ***3.4.2 Assemblage collé avec l'aluminium (collage 2)***

Pour l'étude suivante on considérera l'assemblage collé :

- aluminium EN AW 5083 / colle / aluminium EN AW 5083.

Le CEA souhaite étudier la tenue mécanique en arrachement et en cisaillement d'éprouvettes collées à différentes températures (-10, 20, 60 et 70°C).

Les éprouvettes d'arrachement devront être réalisées selon la norme NF EN 15870 « Adhésifs – détermination de la résistance en traction des joints bout à bout » ; notamment les demi-éprouvettes auront une longueur de 40 mm et un diamètre de 25 mm. Le collage des deux demi-éprouvettes sera réalisé sur toute la surface (Ø25 mm).

Les éprouvettes de cisaillement à double recouvrement devront être réalisées selon la norme ISO 11003-2 « Adhesives – determination of shear behaviour of structural adhesives – Part 2 : tensile test method using thick adherends ».

Les plans des plaques et éprouvettes sont fournis en annexe.

Les éprouvettes seront testées à une vitesse de 0,05 mm.min<sup>-1</sup>. Nous demandons de mesurer en continu les données suivantes : temps, déplacement traverse et force avec une acquisition des données de 1 point par seconde.

Pour rappel, le joint de colle pour un assemblage collé avec l'aluminium mesure 0,6 mm d'épaisseur.

La liste des fournitures CEA/LR et du reste à charge du Titulaire est donnée sur le **Tableau 5** ci-après ; à noter que l'approvisionnement des colles est à la charge du Titulaire et « traitement de surface » signifie approvisionnement et mise en œuvre du promoteur d'adhérence, le cas échéant, ainsi que réalisation du traitement de surface.

Les éprouvettes ou plaques collées seront maintenues sous contrainte au moins 24h à température ambiante (interdiction d'accélérer cette réticulation par augmentation de la température et les essais seront réalisés après une réticulation de la colle d'au moins 10 jours à température ambiante).

		Fourniture CEA/LR	A la charge du Titulaire
Aluminium	Arrachement	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Demi-éprouvettes</li><li>➤ Traitement de surface des éprouvettes</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Collage des éprouvettes</li></ul>
	Cisaillement double recouvrement	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Plaques</li><li>➤ Traitement de surface des plaques</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Collage des plaques</li><li>➤ Usinage des éprouvettes</li></ul>

**Tableau 5 : Récapitulatif des fournitures CEA/LR et du reste à charge du Titulaire pour les essais sur la liaison collée avec l'Aluminium**

Le Titulaire devra indiquer pour chaque éprouvette testée en arrachement et en cisaillement :

- le numéro de l'éprouvette ;
- le faciès de rupture selon la norme DIN EN ISO 10365 « Adhésifs – désignation des principaux faciès de rupture » ;
- le déplacement à rupture ;
- la force à rupture, la contrainte à rupture.

Ces essais seront réalisés aux températures de -10, 20, 60 et 70°C.

Le Titulaire réalisera 7 essais (d'arrachement et de cisaillement double recouvrement) de répétabilité par température.

Par ailleurs, chaque éprouvette sera stabilisée au minimum 45 minutes en température dans l'enceinte thermique avant le début de l'essai.

Pour chaque poste, le CEA/LR demande :

- le numéro des éprouvettes ;
- la réalisation des différents essais présentés précédemment ;
- la rédaction d'un rapport d'essais présentant l'ensemble des résultats, ainsi que les procédures d'essais (conditions, paramètres, instrumentation, exploitation des résultats, photos...) ;
- le fichier contenant les mesures expérimentales (date, temps, force, déplacement traverse corrigé, contrainte, déformation) au format Excel.

### **3.5 Déformulation, reformulation, caractérisation, fabrication et conditionnement de colles**

Le poste **10-A**, traitant une colle sélectionnée par le CEA/LR, est divisé en 3 sous-postes. Ces sous-postes sont décrits ci-après.

#### **3.5.1 Sous-poste 10-A-1 : déformulation**

L'objet de ce sous-poste est de déterminer les différents composants élémentaires et quantité associée d'une colle sélectionnée par le CEA/LR.

Pour cela, le Titulaire devra :

- mener les différentes analyses physiques nécessaires : viscosité, densité, rhéologie, point de ramollissement ;
- mener les différentes analyses chimiques : FTIR, RMN, GC-MS, LC-MS, TGA/DSC, chromatographie, extraction sélectives...
- déterminer des fractions polymères, plastifiants, stabilisants, charges minérales, solvants, ...

L'approvisionnement de cette colle sera à la charge du Titulaire.

A l'issue de cette prestation, le Titulaire devra remettre au CEA/LR un rapport détaillant :

- l'ensemble de la démarche de déformulation ;
- les analyses, les spectres et leurs interprétations ;
- la composition de la colle : constituants et proportions.

La durée de ce sous-poste est estimée à 2 mois à partir de la date de réception de la colle par le Titulaire.

#### **3.5.2 Sous-poste 10-A-2 : reformulation**

La réalisation de ce sous-poste porte sur la reformulation de la colle précédemment étudiée.

Cette prestation s'accompagne donc :

- de la sélection d'ingrédients équivalents ou alternatives. L'approvisionnement sera à la charge du Titulaire ;
- du développement de prototypes ;
- de l'ajustement des ratios pour atteindre les propriétés cibles ;
- de la vérification par essais des propriétés cibles.

Les propriétés cibles du produit reformulé sont listées ci-après et doivent être comparées à la colle initiale.

Les paramètres à comparer sont :

- densité, conformément à la norme NF EN ISO 1183-1 ;
- pâte thixotrope (ou non suivant le type de colle) ;
- viscosité ;
- pot life ;
- caractéristiques mécaniques de la colle seule à **-10, 20 et 70°C en traction (3.2.4)** ;
- caractéristiques mécaniques de la liaison collée avec le **PEEK ou l'aluminium à -10 ou 70°C en arrachement et cisaillement (3.4)** ;
- essais de DMA, conformément à **3.2** : balayage en température de -50°C à +150°C à la fréquence de 1 Hz pour identifier la température de transition vitreuse ( $T_g$ ) ;
- dureté shore A ;
- température de service entre -10°C et 70°C ;
- autoextinguibilité ;
- validation de la stabilité dans le temps.

Ce point consiste à démontrer que le produit reformulé permet, comme le produit initial, une durée d'emploi de 9 mois, suivant les préconisations de stockage (à l'abri de l'humidité et à une température comprise entre 15 et 25°C dans son emballage d'origine non entamé).

### ***3.5.3 Sous-poste 10-A-3 : fabrication et conditionnement***

Pour ce sous-poste, nous demandons au Titulaire de fabriquer et conditionner chaque colle reformulée. Le besoin CEA est de 30 cartouches de 50 mL par colle reformulée. Chaque cartouche sera étiquetée : produit, n° lot, date limite d'utilisation.

## **4. FOURNITURE DES RESULTATS**

L'ensemble des résultats sera transmis au CEA/LR sous forme de rapports en format papier et informatique (format word). Les mesures expérimentales seront fournies au CEA/LR sous format informatique (fichiers Excel au format « .xlsx »).

Par ailleurs, le CEA/LR demande de prévoir des points de rencontre pour les études associées aux différents postes.

Un point aura lieu juste avant chaque jalon.

## 5. CORRESPONDANT CEA/LR

Le correspondant CEA Le Ripault pour ce marché est :

M. Anthony D'ORLANDI

BP 16

37260 MONTS

Tél : 02.47.34.40.37

anthony.dorlandi@cea.fr

A noter qu'une réunion de lancement sera organisée chez le Titulaire lors du lancement du marché. De plus, durant la réalisation des postes, une visioconférence sera programmée avec le Titulaire tous les 10 jours.

## 6. CLAUSE RSE

### 6.1 Livrables

Tous les documents livrables doivent être mis à disposition de préférence au format dématérialisé et/ou sur supports en papier recyclé ou éco-labellisé garantissant l'usage d'un bois issu de forêts gérées durablement.

Le choix du papier est par ordre de priorité décroissant : papier recyclé, papier éco-labellisé ecolabel européen, NF Environnement, Ange bleu ou équivalent, papier certifié issu de forêts gérées durablement labellisé FSC (Forest Stewardship Council), PEFC (Programme for Endorsement of Forest Certification schemes) ou équivalent, avec un grammage le plus léger possible.

En cas de recours à la reprographie, le mode recto-verso et en noir et blanc est privilégié. Les documents papiers sont limités et le coût de la reproduction est compris dans le forfait global.

Les documents dématérialisés partagés par le titulaire sont compressés autant que possible tout en conservant leur lisibilité.

## **6.2    *Gestion des déchets issus de la prestation***

Le soumissionnaire évalue les différentes possibilités de traitement des déchets selon sa typologie notamment. Le réemploi doit être privilégié.

À partir du diagnostic déchets, le titulaire valide ou à défaut identifie a pour chaque type de déchets les différentes possibilités de traitement. Si le réemploi n'est pas envisageable, la solution retenue devra tenir compte de la hiérarchie des modes de traitement :

- la préparation en vue de la réutilisation ;
- le recyclage ;
- la valorisation matière.

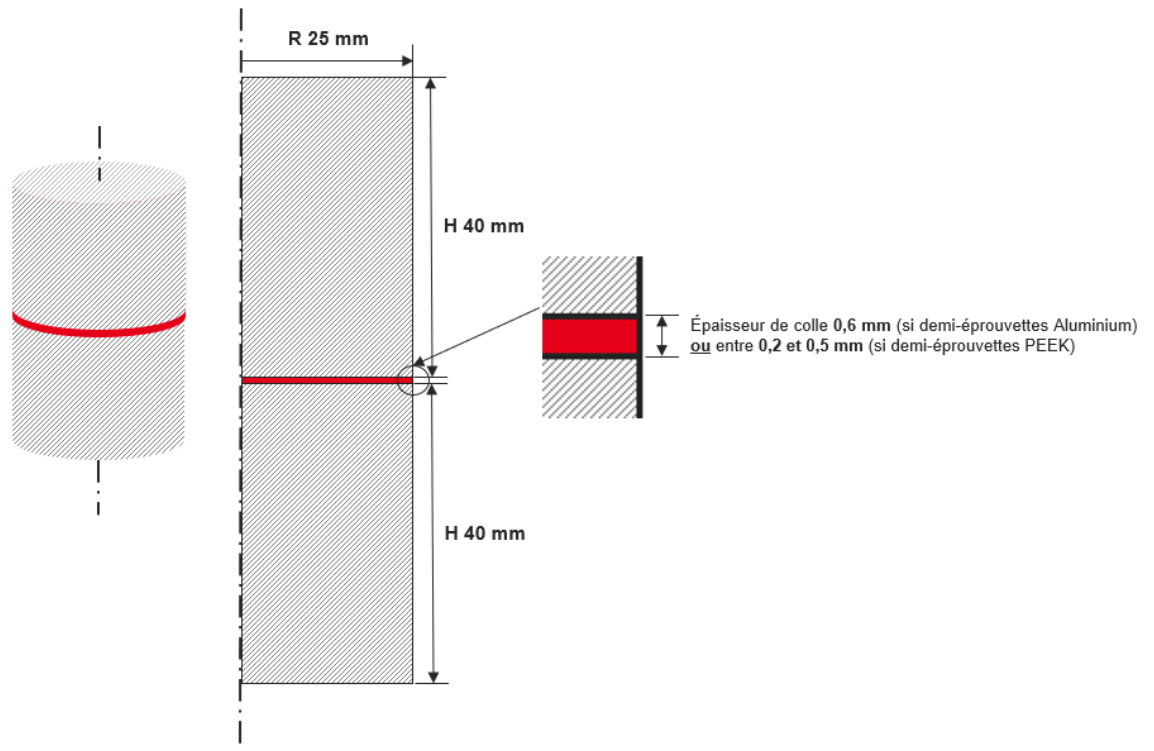
Si aucune de ces possibilités n'est envisageable, l'entreprise pourra proposer la valorisation énergétique, puis en dernier recours l'élimination.

## **7. CONCLUSION**

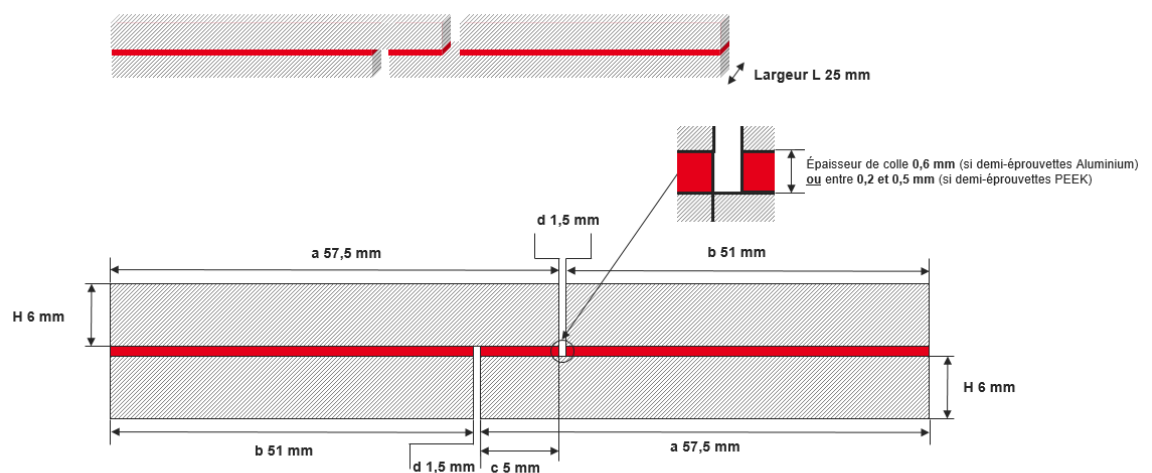
Ce document présente la recherche et la caractérisation de différentes colles, la déformulation, reformulation et la fabrication de colles, l'identification d'un traitement de surface pour le PEEK et sa mise en œuvre et la caractérisation d'assemblages collés que le CEA/LR souhaite sous-traiter à un prestataire extérieur. Cette prestation se décompose en 10 familles de postes, ayant pour but d'identifier des colles et d'en étudier le comportement intrinsèque, ainsi que l'étude d'assemblages collés. A la fin de chaque poste, le Titulaire du marché devra fournir un rapport d'essais présentant l'ensemble des résultats, les procédures d'essais (conditions, paramètres, instrumentation, exploitation des résultats, photos...), ainsi que les données expérimentales au format Excel.

## 8. ANNEXES

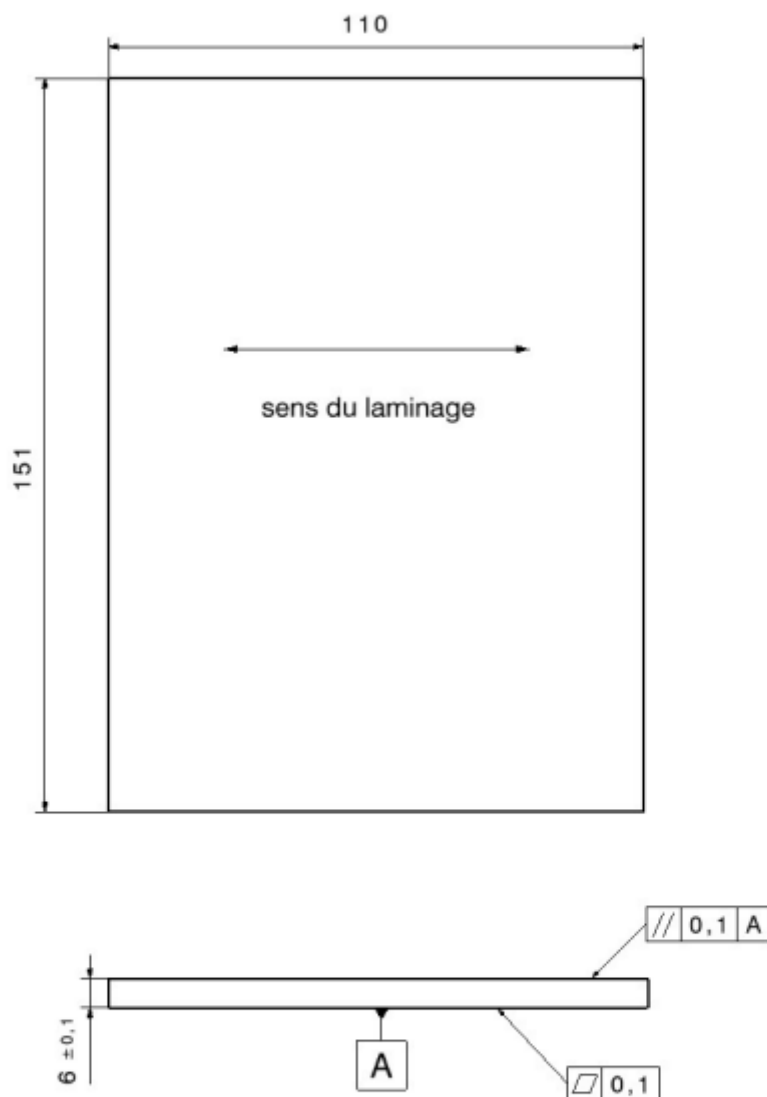
### 8.1 Epreuve d'arrachement



### 8.2 Epreuve de cisaillement à double recouvrement



### 8.3 Définition des plaques en aluminium destinées aux éprouvettes de cisaillement à double recouvrement



Traitement de surface :

- Traitement sur les 2 faces de la plaque
- OAST non-colmatée (2 à 7  $\mu\text{m}$ ) suivant la norme NF EN 4704+
- Primaire de collage SP350
- Les côtes tiennent compte des traitements de surfaces

## FICHE DOCUMENTAIRE DAM

Identification du document				
Origine : CEA/LR/DXPL/SCPA/LBC			Type de document : cahier des charges	
Classif : DO	Ss-classif : /	N° réf : 53	Date : 26/03/2026	CB GCAO : 26YYAV000132
Référence projet (23 caractères) : 210 15000 YAV CDC Q26 01 LBC B				
Référence enregistrement : /				
Auteur(s) : Anthony D'ORLANDI				
Objet : recherche, déformulation-reformulation et caractérisation de colles, identification d'un traitement de surface pour le PEEK, et réalisation et essais de la tenue mécanique d'assemblages collés				
<b>Résumé :</b>  Ce document exprime les besoins du CEA/LR auprès d'un prestataire extérieur vis-à-vis de la recherche, la déformulation-reformulation et la caractérisation de colles, de l'identification d'un traitement de surface pour le PEEK et de sa mise en œuvre, et les essais de tenue mécanique d'assemblages collés.				
Mots clés : assemblage, collage, caractérisation, traitement				
Transmission des connaissances				
Nom du projet :	Intérêt mémoire projet :		Arborescence / classement mémoire projet :	
Gestion du document				
Unité responsable de l'archivage DAM : LR/DXPL/SCPA/EC			Exemplaire à conserver :	
Rubrique du plan de classement :				
Durée de conservation dans l'unité :			Sort à l'issue de ce délai (une seule case à cocher) :  <div><input type="checkbox"/> Transfert au BCA</div> <div><input type="checkbox"/> Elimination</div>	

## REPERTOIRE DES EVOLUTIONS

Edition	Date	Nature de l'évolution	Pages modifiées
A	03/02/26	Version initiale <i>Document CEA/LR/DXPL/SCPA DO 20 du 03/02/2026</i>	/
B	26/03/26	Mise à jour générale	Toutes

## REDACTION ET VERIFICATION

Les personnes ayant contribué à l'élaboration de ce document sont :

NOM - Prénom	Fonction	Rôle	Date - Signature
Anthony D'ORLANDI	Ingénieur LR/DXPL/SCPA/LBC	Rédacteur	
Gilles ROY	Chef du Service CPA	Vérificateur	

La gestion de ce document est de la responsabilité du Service CPA.

Aucune périodicité de revue n'est envisagée.

## DIFFUSION

Mise à disposition dans OBSYS

- ✓ LR/DSAT/SG/BACO ..... M. PETIT
- ✓ LR/DMAT/SDFC/LPA..... F. GARONNE
- ✓ LR/DXPL/ED ..... CA P210
- ✓ LR/DXPL/SDRP/LCPP ..... P. SCOTTE
- ✓ LR/DXPL/SCPA/LBC ..... Y. DEBURCK, M. RAYMOND, A. D'ORLANDI
- ✓ LR/DXPL/SCPA/« pour archivage DAM »
- ✓ LR/DXPL/SCPA/Chrono informatique