





SPECIFICATION TECHNIQUE DE BESOIN

Acquisition et installation d'un système de test de stabilité à l'oxydation thermique des carburants constitué d'un appareil de test et d'un cotateur de la norme ASTM D3241 pour le laboratoire d'analyses de l'unité DMPE/CMEI

	Rédacteur	Vérificateurs
Fonction Nom	Ingénieur Y. Melliti	Ingénieur F.Ser/M. Sicard
Visa		

GEN-F24-2 (GEN-SCI-003)

HISTORIQUE

Version Révision	Date de mise en application	Cause et/ou nature de l'évolution
1.0	03/03/2025	Création
2.0	14/03/2025	2 ^{ème} version
3.0	18/03/2025	3 ^{ème} version
4.0	27/06/2025	4 ^{ème} version
5.0	30/09/2025	Révision
6.0	03/11/2025	Suppression LOA pour un achat simple

SOMMAIRE

1	OBJET.....	4
2	DOMAINE D'APPLICATION.....	4
3	DÉFINITIONS ET ABRÉVIATIONS.....	4
4	PRESENTATION DU PRODUIT.....	5
4.1	MISSION.....	5
4.2	PRÉSENTATION FONCTIONNELLE.....	5
5	FOURNITURES ONERA ET IMPLANTATION.....	5
5.1	FOURNITURES ONERA.....	5
5.2	CONTRAINTES D'IMPLANTATION.....	6
6	PRÉSENTATION SOMMAIRE DES EQUIPEMENTS.....	6
6.1	PRINCIPAUX CONSTITUANTS.....	6
7	EXIGENCES.....	7
7.1	EXIGENCES FONCTIONNELLES (APPAREIL D'ESSAI).....	7
7.1.1	Exigences de performances :.....	7
7.1.2	Exigences techniques :.....	7
7.2	EXIGENCES FONCTIONNELLES (APPAREIL DE CONTROLE).....	7
7.2.1	Exigences de performances :.....	7
7.2.2	Exigences techniques :.....	8
7.3	EXIGENCES OPERATIONNELLES.....	8
7.3.1	Exigences sur la garantie.....	8
7.4	EXIGENCES D'INTERFACES :.....	8
7.4.1	Pilotage informatique :.....	8
7.5	CONTRAINTES DE CONCEPTION ET DE RÉALISATION.....	8
7.5.1	Spécifications générales de conception :.....	8
7.6	CONTRAINTES LOGISTIQUES ET DE MISE EN ŒUVRE :.....	8
	VERIFICATIONS ET EPREUVES DE LIVRAISON.....	9
	PRESTATIONS SUPPLEMENTAIRES EVENTUELLES.....	9

1 OBJET

Ce document décrit les spécifications fonctionnelles, opérationnelles et d'interface d'un système de test de stabilité à l'oxydation thermique des carburéacteurs conforme à la norme ASTM D3241.

Dans l'ensemble du document, « **système** » signifie l'ensemble « **appareil d'essai** » + **lecteur de tube**, aussi appelé « **appareil de contrôle** ». Ce système doit répondre à la norme ASTM D3241.

2 DOMAINE D'APPLICATION

La stabilité à l'oxydation des carburéacteurs est l'une des thématiques principales du pôle « caburants » de l'unité CMEI au sein du DMPE. Les appareils utilisés ont pour vocation à fournir des informations sur la conformité des carburants étudiés sur ce point mais aussi à mener des recherches de fond sur les problématiques de formation de dépôts issus de carburants fossiles et alternatifs.

3 DÉFINITIONS ET ABRÉVIATIONS

Abréviation	Définition
ONERA	Office National d'Études et de Recherches Aérospatiales
DMPE	Département Multi-Physique pour l'Énergétique
CMEI	Unité Chimie des Matériaux énergétiques, Émissions et Impact environnemental
EF	Exigence Fonctionnelle Ces exigences correspondent à des fonctionnalités incontournables auxquelles l'installation doit être conforme.
EO	Exigence Opérationnelle Ces exigences permettent le fonctionnement opérationnel sur une durée fixée.
EI	Exigence d'Interface Ces exigences sont reliées au matériel informatique (ordinateur, logiciels...).
EC	Exigence Contrainte/Conception Ces exigences sont reliées aux spécifications générales de conception.
EL	Exigence Logistique Ces exigences sont reliées au transport et à la manutention.
PSE	Prestation Supplémentaire Éventuelle Ajout d'une fonctionnalité supplémentaire non nécessaire au bon fonctionnement de l'installation et ne modifiant pas l'offre de base. Cela peut être vu comme une option pouvant être retenue ou non par l'ONERA. Dans le cas où la fonctionnalité n'est pas retenue, cela ne doit nullement remettre en cause l'offre de base.
FNC	Fiche de Non-Conformité
(P)	Fonction Primordiale Exigence dont l'existence et le niveau ne sont pas négociables.
(M)	Fonction Modulable Fonction importante mais non indispensable pour remplir le contrat

4 PRESENTATION DU PRODUIT

4.1 MISSION

La mission principale du système est l'évaluation de la stabilité à la thermo-oxydation d'un carburéacteur selon la norme ASTM D3241. **Le système est constitué premièrement d'un appareil d'essai.** Lors de l'essai, la stabilité est évaluée par la formation (ou non) d'un dépôt solide à la surface d'un tube cylindrique et la mesure d'une différence de pression ΔP maximale. À l'issue du test, il est récupéré pour cotation visuelle ou mesure quantitative réalisée sur **l'appareil de contrôle ou lecteur de tube constituant le deuxième élément du système.**

4.2 PRÉSENTATION FONCTIONNELLE

Le but premier du système est la réalisation d'un test ASTM D3241. Il s'agit d'un test normalisé permettant d'évaluer la stabilité à l'oxydation d'un carburéacteur par la formation de dépôts sur un tube cylindrique immergé dans écoulement de carburant, puis l'inspection de ce même tube. Lors de l'essai, le carburant circule à la surface du cylindre chauffé. L'appareil d'essai en lui-même comporte donc plusieurs éléments qui seront détaillés ci-contre : le circuit carburant incluant le cylindre de test, plusieurs capteurs de pression débit et température et une partie électronique de pilotage.

Le circuit carburant assure les opérations d'aération (visant à apporter de l'oxygène), prélèvement et circulation (avec les éléments associés tels que des tubulures, une ou plusieurs pompes, amortisseurs de pulsation, filtres...). Le carburant circule autour d'un cylindre en aluminium chauffé qui est l'élément sur lequel la formation de dépôts (due à la thermo-oxydation du carburant) est évaluée.

Les paramètres opératoires qu'il est possible de contrôler sont la température du tube (assurée par des éléments chauffants dans le circuit) et le débit de carburant (assuré par une ou plusieurs pompes). Cela s'accompagne de mesures de pression, de débit et de température par des capteurs associés.

La partie électronique de l'appareil d'essai assure le pilotage des éléments mentionnés précédemment (pompes, éléments chauffants, dispositif de d'aération...) ainsi que l'acquisition des données d'essai en température, pression et débit. Cette partie électronique comprend aussi un écran avec interface utilisateur sur lequel il est possible de configurer diverses méthodes d'essai. Ces méthodes peuvent faire appel à des modèles ou « templates » comportant les conditions d'expérience (température de chauffe du carburant, débit) d'une norme (par exemple ASTM D3241). Il est aussi possible de définir un nouveau modèle manuellement dans lequel les conditions d'expérience seront choisies par l'opérateur. Enfin, cette interface permet d'observer le test en cours (information sur la phase actuelle [dégazage, chauffage, stabilisation du débit, refroidissement], débit, température ou temps restant) et l'exportation de données vers une clé USB ou par câble Ethernet vers un ordinateur du laboratoire.

L'appareil de contrôle permet d'avoir une information quantitative sur l'ampleur du dépôt créé par la thermo-oxydation du carburant. Le tube après essai est disposé dans l'appareil réalisant une mesure de l'épaisseur du dépôt sur plus de 1000 points. L'appareil est ensuite capable de restituer une carte 3D du dépôt à la surface du tube. Il est aussi possible de transférer les résultats de l'appareil de contrôle vers l'appareil d'essai à l'aide d'un câble Ethernet afin d'associer à chaque essai sa cartographie de dépôt formé.

5 FOURNITURES ONERA ET IMPLANTATION

5.1 FOURNITURES ONERA

La fourniture de l'ONERA se limitera à l'alimentation électrique (230 V) de l'appareil et à la fourniture des fluides.

5.2 CONTRAINTES D'IMPLANTATION

La livraison de l'appareil se fait sur le site de Palaiseau au 3^{ème} étage du bâtiment B. Un monte-charge est présent et le plan de l'étage est le suivant (laboratoire B.03.10 d'implantation indiqué en rouge) :



6 PRÉSENTATION SOMMAIRE DES EQUIPEMENTS

6.1 PRINCIPAUX CONSTITUANTS

Le système est composé de deux éléments : un appareil d'essai et un appareil de contrôle.

L'appareil d'essai est constitué d'au moins :

- un système de circulation du carburant incluant tubulures, pompes, filtres, joints, cylindre d'essai ;
- différents capteurs de pression, débit et température ;
- la partie électronique gérant le pilotage de l'appareil et l'affichage d'informations sur des essais en cours ou passés ;

L'appareil de contrôle est constitué d'au moins :

- un châssis.
- une source UV/Visible ou laser.
- une partie détection traitant le signal reçu par la source après interaction avec le dépôt afin d'en déduire son épaisseur.
- une partie électronique pilotant la source, le détecteur et ses parties afférentes (par exemple un éventuel jeu de miroirs).

Si les appareils doivent être pilotés par ordinateur, le logiciel devra être compatible avec un PC déjà présent au laboratoire (voir ci-dessous).

7 EXIGENCES

7.1 EXIGENCES FONCTIONNELLES (APPAREIL D'ESSAI)

Pour satisfaire le besoin, l'appareil d'essai devra réaliser les fonctions techniques qui suivent.

7.1.1 Exigences de performances :

- EF_01 La durée de la phase d'aération peut être configurée jusqu'à 30 minutes (P).
- EF_02 L'appareil est équipé de différents filtres et frittés permettant l'utilisation de carburants sans filtration préalable (P).
- EF_03 L'ensemble du circuit (joints, pompes, tubulures) est compatible chimiquement avec carburants d'aviation fossiles et alternatifs (P).
- EF_04 L'appareil peut mesurer un différentiel de pression entre 0 et au moins 0,99 bar (P).
- EF_05 Le débit de circulation du carburant est ajustable entre : pour la limite basse au plus 0,1 mL/min et pour la limite haute au moins 0,99 mL/min (P).
- EF_06 Il est possible de lancer des essais dont le critère d'arrêt est sur leur durée, jusqu'à 10 heures au moins (P).
- EF_07 Le(s) capteur(s) de température, si il(s) le nécessite(nt), peut (peuvent) être calibré(s) par l'utilisateur sans intervention nécessaire du fabricant (M).
- EF_08 La température d'essai est réglable au moins sur une plage de 120 à 380 °C (P).

7.1.2 Exigences techniques :

- EF_09 Le cylindre test est chauffé à ses deux extrémités (P).
- EF_10 Les deux éléments chauffants sont indépendants (P).
- EF_11 L'appareil permet une phase d'aération du carburant dans un but de reproductibilité des expériences entre différentes provenances ou conditions de stockage des carburants (P).
- EF_12 La phase d'aération peut être désactivée (P).
- EF_13 Le débit du gaz d'aération peut être configuré (M).
- EF_14 Il est possible de changer le gaz utilisé pour l'aération du carburant (M).
- EF_15 Il est possible de définir des méthodes ou « templates » configurables au moins sur : débit de circulation du carburant, température de chauffe du tube, aération ou non du carburant, définir une condition d'arrêt sur une durée d'essai ou un différentiel de pression mesuré (P).
- EF_16 Il existe, préenregistrée dans l'appareil, une méthode conforme à l'ASTM D3241 (P).

7.2 EXIGENCES FONCTIONNELLES (APPAREIL DE CONTROLE)

Pour satisfaire le besoin, l'appareil de contrôle devra réaliser les fonctions techniques qui suivent.

7.2.1 Exigences de performances :

- EF_17 Il est possible de mesurer des épaisseurs de dépôt allant de 0 jusqu'à au moins 1,2 µm (P).
- EF_18 Il est possible de vérifier du bon fonctionnement de l'appareil à l'aide d'un cylindre étalon (M).
- EF_19 Le temps de mesure selon les paramètres de méthode, tout en restant conforme à la norme ASTM D3241, peut descendre jusqu'à 10 minutes ou moins (P).

7.2.2 Exigences techniques :

EF_20 Une mesure de l'appareil de contrôle doit être associée à un fichier de mesure sur l'appareil d'essai afin d'avoir sur un seul et même fichier les résultats de l'essai et les résultats du contrôle. Cela se fait via une liaison wifi ou Ethernet entre les deux appareils (P).

7.3 **EXIGENCES OPERATIONNELLES**

7.3.1 Exigences sur la garantie

EO_01 Le système est garanti pendant au moins un an pièces, main d'œuvre et déplacements (P)

EO_02 Le système est livré avec assez de consommables pour la réalisation de 100 mesures (P).

7.4 **EXIGENCES D'INTERFACES :**

7.4.1 Pilotage informatique :

EL_01 Le système peut fonctionner de manière autonome sans liaison avec un ordinateur (P).

EL_02 Il peut exister un logiciel afin de piloter les appareils par ordinateur, auquel cas il doit être compatible avec un système Optiplex 7010, la licence logiciel est valable à vie pour au moins un ordinateur (M).

7.5 **CONTRAINTES DE CONCEPTION ET DE RÉALISATION**

7.5.1 Spécifications générales de conception :

EC_01 Tous les appareils et l'installation doivent respecter les normes couramment en vigueur sur les lieux de travail et portant sur l'isolement électrique, l'étanchéité, les températures de surface, la protection des parties mobile. (P).

7.6 **CONTRAINTES LOGISTIQUES ET DE MISE EN ŒUVRE :**

• **Transport et manutention :**

EL_01 Le transport et l'installation sur site de l'ensemble des matériels sont à la charge du fournisseur. Pour la manutention sur site, les moyens de levage disponibles à l'ONERA pourront être utilisés. Le fournisseur devra s'assurer que l'ensemble des matériels pourra se mettre en place dans l'environnement prévu (P).

• **Mise en œuvre :**

Sans objet

• **Formation**

EL_02 Une formation pour au moins quatre membres du personnel ONERA sera assurée sur place à l'issue de la réception et de l'installation, cette formation doit pouvoir permettre au personnel ONERA de pouvoir mener des essais, les exploiter, les former aux bonnes pratiques d'utilisations ainsi qu'aux opérations de maintenance courantes (préventives et curatives). Cette formation pourra nécessiter une journée supplémentaire. (P).

• **Documentation support :**

07/11/2025

Propriété de l'ONERA - Reproduction, communication, utilisation
même partielles interdites sans accord écrit préalable

- EL_03 L'appareil sera fourni avec sa documentation complète en français ou, à défaut, en anglais : principes de fonctionnement, maintenance courante, calibration et spécifications (P).
- EL_04 Un document décrira l'ensemble de l'installation et son fonctionnement (P).

VERIFICATIONS ET EPREUVES DE LIVRAISON

- EF_21 Lors de la livraison, en plus de la vérification du bon fonctionnement du système par le titulaire, un essai sur un échantillon type Jet A-1 cokéfiant sera réalisé en présence du personnel ONERA à l'issue de l'installation du système sur site ONERA pour s'assurer des performances du système. (P)

PRESTATIONS SUPPLEMENTAIRES EVENTUELLES

- PSE_01 Extension de garantie de 12 mois pièces main d'œuvre et déplacements par rapport à EO_01 (chiffrage obligatoire).
- PSE_02 Fourniture de consommables pour 100 mesures supplémentaires par rapport à EO_02 (chiffrage obligatoire).