

**APPEL A COMPETENCES**  
**Mesure de température de peau des sondes**  
**testées en souffleries givrantes et en**  
**souffleries sèches**

Relatif au projet de recherche  
**DIGISONDE**

**THALES AVS France**



**Contrat : 2021-99**

**Client : DGAC**

## Suivi des évolutions

ENREGISTREMENT DES MODIFICATIONS			
Révision	Date	Auteur	Modification
000	29/06/2022	S.JUILLAGUET	Première Version
001			
002			

	NOM - Prénom	Rôle	Signature
<b>Thales AVS</b>	MATHERON SEBASTIEN	IPT Leader DIGISONDE	<p>X</p> <hr/> <p>Sébastien Matheron IPT Leader</p>

## **TABLE DES MATIERES**

---

1. Introduction.....	4
2. Description .....	5
3. Déroulement du projet.....	8

## 1. INTRODUCTION

---

Ce document constitue un appel à compétences réalisé par THALES AVS France dans le cadre du projet de recherche DIGISONDE « Système AnémoBaroClinométrique et Température (ABCT) ». Il s'intègre dans le Flux#4 de ce projet qui consiste à définir pour les aéronefs de la décennie 2030 les nouvelles technologies permettant de préparer les solutions ABCT du futur.

A noter que ce document ne constitue en aucun cas un engagement à se lier contractuellement avec un partenaire

<b>Titre de l'appel</b>
Mesure de température de peau des sondes testées en souffleries givrantes et en souffleries sèches
<b>Date de publication de l'appel / Date de clôture de l'appel</b>
15 Juillet 2022 / 18 septembre 2022
<b>Personnes à contacter</b>
<b>Projet</b> : Sébastien MATHERON ( <a href="mailto:sebastien.matheron@fr.thalesgroup.com">sebastien.matheron@fr.thalesgroup.com</a> )
<b>Technique</b> : Jean-Philippe PINEAU ( <a href="mailto:jean-philippe.pineau@fr.thalesgroup.com">jean-philippe.pineau@fr.thalesgroup.com</a> )

## 2. DESCRIPTION

### Contexte

Le marché des senseurs anémométriques s'inscrit dans un contexte fortement contraint:

- Marché mondial actuellement dual (Thales et un équipementier majeur américain)
- Besoin de compétitivité accru dans le domaine civil
- Enjeu de souveraineté européen pour le marché militaire.

Dans cet environnement, Thales ambitionne de se doter de la future génération de sondes numériques de type clinométrique (sonde d'incidence ou AOA), anémobarométrique (Sondes de pression totale et statique) et température (TAT) répondant aux nouveaux besoins de certification de givrage (conformité à la norme ASTM F3120 pour les avions certifiés selon CS23, AS5562 et équivalent pour les avions certifiés selon CS25) et assurant un niveau de performance (Précision, poids, volume, consommation et coût) hautement concurrentiel.

### Connaissances et limitations

Afin de résister aux conditions extrêmement sévères de givre que l'on peut observer en vol (et qui sont définies dans le standard AS5562 pour les sondes de pression et AS6838 pour les sondes angulaires), les sondes anémométriques utilisent un système de réchauffage interne qui assure une protection contre les effets du givre qu'il soit de forme cristalline (liquéfaction permanente des cristaux de glace) ou liquide empêchant ainsi l'accrétion sur la surface fonctionnelle des sondes.

En terme d'ordre de grandeur, il faut compter une puissance de réchauffage typique d'environ 300W pour un tube Pitot. La température de la sonde est alors maintenue dans un domaine entre ~ 20°C et 300°C dépendant des conditions externes.

La connaissance de la température de paroi de la sonde dans toutes les conditions de fonctionnement (nominales et extrêmes) est un enjeu majeur dans le cadre du développement de nouvelles sondes numériques. Lors des essais en soufflerie, cette information doit permettre de connaître localement la performance réelle du système de réchauffage et ainsi de pouvoir agir dessus et améliorer les performances pour chaque type de sonde. En fonction de la typologie de la sonde, la localisation de ces points de mesure peut être différente : nez et trou de purge pour une sonde Pitot, girouette et pied pour une sonde d'incidence AOA mais aussi le mat pour la sonde Pitot et la sonde de température TAT.

Aujourd'hui différentes solutions ont été mises en œuvre mais elles ne sont que palliatives et ne résolvent que partiellement la problématique :

- Ajout de capteur de température au sein même de la structure des sondes (ex thermocouples que l'on vient intégrer à l'intérieur de la sonde)
- Utilisation de caméra thermique pour caractériser la Température en des points précis (sur les sondes AOA)

La complexité pour réaliser une telle mesure réside dans les paramètres suivants :

- Nécessité de faire une mesure locale à l'endroit où on veut réchauffer (nez, arrière du tube, mat, plaque d'interface selon le type de sonde)
- Besoin d'un moyen de mesure non intrusif, c'est-à-dire un moyen qui :
  - D'une part ne va pas perturber la mesure

- D'autre part permet de garantir que, en présence du capteur de mesure, la sonde qui subit les essais formels en qualification environnementale, reste bien représentative de la série en terme de comportement lors des essais en conditions givrantes tout particulièrement
- Tenir compte de l'environnement de mesure, pour lequel, en soufflerie givrante, la mesure risque d'être polluée par le givre et/ou les gouttes d'eau
- La couleur naturelle de certaines sondes (en l'occurrence la sonde Pitot) ne permet pas de faire une mesure correcte de la température avec une caméra thermique
  - Enfin quelle que soit la solution de mesure retenue, il est indispensable de caractériser la précision de la mesure obtenue pour pouvoir évaluer les marges lors des tests.

### Objectif du projet de recherche

Compte tenu des contraintes identifiées décrites dans le paragraphe précédent, le projet doit se focaliser sur la recherche de principes de mesure de la température de paroi d'une sonde Pitot (cf schéma ci-dessous) aux endroits déterminants pour le réchauffage.



A titre d'exemple, une des solutions à évaluer serait d'étudier la mise en place de points d'intérêt de « peinture noire » sur la Pitot à des endroits judicieusement choisis et d'utiliser une caméra thermique pour réaliser la mesure.

L'étude consisterait alors à définir :

- Le type de peinture que l'on doit pourrait utiliser favorisant la mesure
- La forme et la localisation des points de peinture permettant d'optimiser la performance en regard des attendus de besoin de dégivrage (nez, trou de purge et mat)
- L'impact de l'instrumentation mise en œuvre sur le comportement global en température de la sonde
- Le type de mesure que l'on peut réaliser en terme de technologie de caméra thermique

Puis à évaluer la précision que l'on pourrait atteindre sur la mesure de température dans les conditions environnementales requises

Un second volet de l'étude serait de regarder de manière plus large les solutions envisageables (autres technologies, autres types de points d'intérêt, autres moyens de mesures, ...) en étendant la cible, en plus de la Pitot, à la sonde d'incidence AOA.

D'autres solutions pourraient être d'utiliser une peinture thermo sensible (changeant de couleur en fonction de la température) ; ou toute autre solution.

L'ensemble des études proposées devront faire appel à la fois à une analyse théorique et de recherche mais aussi à une approche pratique et expérimentale poussée.

**Niveau de Maturité Technologique (TRL)**

Le niveau de maturité technologique devra être évalué pour la ou des solution(s) proposées avec une cible à 3\* pour la solution retenue (essais de mesures de température en soufflerie givrante).

\* Une cible à 5 serait un plus

**Compétences requises et outils associés**

- Thermique, Thermographie
- Aérodynamique
- Caméra Thermique, Rayonnement infra-rouge, Optique
- Instrumentation, Mesure de rayonnement (Métrologie)
- Matériaux, revêtements de surface

### 3. DEROULEMENT DU PROJET

#### Planning du projet

Date de notification du projet : T0 : 01/10/2022 (suite à la sélection)  
Durée du projet : 18 mois (Fin Avril 2024)

#### Déroulement du projet

Pour répondre à l'objectif, la structuration projet serait basée sur:

- Un rappel de l'état de l'art des moyens et techniques de mesure envisageables
- Une étude de la solution à base de caméra thermique et d'ajout de « cibles » de peinture noires sur la Pitot:
  - Approche théorique
  - Approche expérimentale avec des maquettages et des essais sur les solutions envisagées
- Une étude de solution(s) alternative(s)

Pour réussir ce challenge, le partenaire peut s'appuyer sur des technologies ou des moyens disruptifs.

Thales fera appel à ses spécialistes pour assurer son support tout au long de l'étude au travers de:

- Sa connaissance propre du sujet relativement aux technologies mises en œuvre
- Sa compétence technique sur les exigences aéronautiques (environnementales notamment)

De plus, Thales pourra fournir des maquettes de sondes si cela s'avère nécessaire.

Enfin un échange régulier devra être mis en place pour partager les avancées techniques durant l'exécution du projet

#### Jalons de livraison

T0 + 3 : Note technique sur l'état de l'art  
T0 + 12 : Note d'étude théorique des solutions proposées  
T0 + 18 : Evaluation de la ou des solutions retenues

#### Remarques

Dans la réponse, chaque partenaire doit présenter, outre la logique de développement technique pour répondre à la question posée, mais aussi une estimation du budget nécessaire pour conduire cette activité

D'autre part, pour l'ensemble des travaux réalisés au travers du projet, le partenaire sélectionné devra respecter les clauses de confidentialité établies au préalable.