

Science and Technology Plan



15-MAY-2023

Final

Controlled by: AARO
CUJ Category: OPSEC
Dissemination Control: FEDCON
POC: AARO, 703-697-3726

Contents

(U) Executive Summary	3
(U) Organizational Mission	3
(U) Objective	4
(U) Technical Approach	4
(U) Scientific Analysis	4
(U) AARO Sensor Development	8
(U) Patterns of Life	9
(U) Data Repository	10
(U) AARO S&T Team Structure	10
(U) S&T Support Process	11
(U) Measures of Effectiveness	11



Table des matières

- **(U) Résumé exécutif** 3
 - **(U) Mission organisationnelle** 3
 - **(U) Objectif** 4
 - **(U) Approche technique** 4
 - **(U) Analyse scientifique** 8
 - **(U) Développement des capteurs AARO** 8
 - **(U) Modèles de vie** 9
 - **(U) Référentiel de données** 10
 - **(U) Structure de l'équipe S&T de l'AARO** 10
 - **(U) Processus de support S&T** 11
 - **(U) Mesures d'efficacité** 11
-

(U) Executive Summary

(U) The All-domain Anomaly Resolution Office (AARO) Science and Technology (S&T) team's Science Plan provides a clear understanding of the pathway to overcome the existing technological challenges with collecting robust, quality sensor data regarding anomalous object relevant data. This plan identifies both non-materiel processes and materiel solutions which will yield technological improvements for collecting anomalous object relevant data. The execution of the tasks outlined in this plan will support improved data analyses for the scientific Department of Defense (DoD) and Intelligence Communities (IC), which in turn, will inform warfighters, decision makers, policy makers, acquisition and other key stakeholders with relevant information regarding Unidentified Anomaly Phenomena (UAP).

(CUI) The Science Plan incorporates activities to baseline the State-of-the-Art (SOTA) in sensor systems and small unmanned system (s-UAS¹) platforms available within the DoD, IC, Research and Development (R&D) organizations, Academia and Commercial Industry. Additionally, the relevant motion and appearance properties of naturally occurring objects such as meteors, large birds, ball lightning, bird murmurations, etc. will be catalogued to support hypotheses testing and data analysis. The sensor baseline will assess the detection ranges for both man-made and natural objects with size, shape, characterization and composition relevant to reports collected thus far. The platform baseline will provide the performance limits of SOTA s-UAS in terms of platform speed, station keeping ability, propulsion technology, flight control, etc. in order to define 'normal' object motion characteristics from 'anomalous' behaviors as well as the characterization of these known objects in our detection systems. Together, these baselines will directly support the design and development of a persistent collection capability tailored for the AARO mission.

(U) To achieve the objectives outlined in this plan, AARO expects to collaborate with and enlist the support of scientists and engineers across the DoD and IC, National Laboratories, Federally Funded Research and Development Centers (FFRDCs), University Affiliated Research Centers (UARCs), and Industry. Where possible, AARO will augment its persistent monitoring capability with existing capabilities of the National Reconnaissance Office (NRO), National Geospatial-intelligence Agency (NGA), the National Oceanic Atmospheric and Administration (NOAA) and Federal Aviation Administration (FAA), which will increase the metadata available to help with improved context of UAP events. Furthermore, AARO will utilize Modeling and Simulation (M&S) tools for evaluating object motion characteristics in the undersea, air and space domains, or any combination thereof, to support the examination and resolution of hypotheses that could explain observed, anomalous behaviors.

(U) Organizational Mission

(CUI) AARO's mission is to synchronize efforts across the Department of Defense, and with other U.S. federal departments and agencies, to detect, identify and attribute objects of interest in, on or near military installations, operating areas, training areas, special use airspace and other areas of interest, and, as necessary, to mitigate any associated threats to safety of operations and national security. Unregistered and unrecognized objects operating in these areas with characteristics that appear to exceed the known SOTA pose (i) potential range safety issues due to unpredictable motion and trajectories; and (ii) concern regarding leap-ahead adversarial technical capabilities. Resolving actual or apparent anomalous object activity is critical to mitigate

¹ (CUI) s-UAS as defined in the context of this work will include unmanned powered aircraft, drones, balloons, rockets, missiles, unmanned surface vessels, unmanned underwater vessels, and small satellites among other systems to be determined.

Résumé exécutif

L'équipe Science et Technologie (S&T) de l'All-domain Anomaly Resolution Office (AARO) fournit une compréhension claire du chemin à suivre pour surmonter les défis technologiques existants liés à la collecte de données robustes et de qualité sur la détection et l'identification d'objets. Ce plan identifie à la fois des processus immatériels et des solutions matérielles qui permettront des améliorations technologiques pour collecter des données pertinentes sur des objets anormaux. L'exécution des tâches de ce plan soutiendra des analyses de données améliorées pour le Département de la Défense (DoD) et les Communautés du Renseignement (IC), ce qui, à son tour, informera les combattants, les décideurs, les responsables des politiques, les responsables des acquisitions et d'autres parties prenantes ayant besoin d'informations pertinentes sur les Phénomènes Aériens Non Identifiés (UAP).

Le plan scientifique intègre des activités visant à établir l'état de l'art (State-Of-The-Art, SOTA) en matière de capteurs et de petits systèmes aériens sans pilote (s-UAS¹) disponibles au sein du DoD, des IC, **des organisations de recherche et développement (R&D), du milieu universitaire et de l'industrie commerciale**. **De plus, les propriétés pertinentes et l'apparence des objets naturellement présents, tels que les oiseaux, la foudre en boule, les vols d'oiseaux massifs, etc., seront catalogués pour soutenir les essais et l'analyse des capteurs. La ligne de base des capteurs sera utilisée pour détecter et différencier les objets naturels de taille, de forme, de caractérisation et de composition comparables aux objets signalés jusqu'à présent.**

La ligne de base des plateformes fournira des limites de performance des s-UAS SOTA en termes de vitesse de la plateforme, de capacité de maintien de la position, de technologie de propulsion, de contrôle de vol, etc., afin de différencier les caractéristiques des objets « normaux » des comportements « anormaux », ainsi que de caractériser ces objets connus dans nos systèmes de détection. Ensemble, ces bases permettront directement la conception et le développement d'une capacité de collecte persistante adaptée à la mission AARO.

Pour atteindre les objectifs décrits dans ce plan, l'AARO s'attend à collaborer avec et à solliciter le soutien de scientifiques et d'ingénieurs à travers le DoD et les IC, les laboratoires nationaux, les centres de recherche et de développement financés par le gouvernement (FFRDCs), les centres de recherche affiliés aux universités (UARCs) et l'industrie. Dans la mesure du possible, l'AARO renforcera ses capacités de surveillance persistantes grâce aux capacités existantes du **Bureau national de reconnaissance (NRO)**, de l'Agence nationale de **géospatial-renseignement (NGA)**, de l'**Administration nationale des océans et de l'atmosphère (NOAA)** et de

l'Administration fédérale de l'aviation (FAA), ce qui augmentera la disponibilité des données pour aider à une meilleure compréhension des événements liés aux UAP. En outre, l'AARO utilisera des **outils de modélisation et de simulation (M&S)** pour évaluer les caractéristiques des objets dans les domaines aériens et spatiaux, ou dans une combinaison de ces domaines, **afin de soutenir l'examen et la résolution des hypothèses pouvant expliquer les comportements anormaux observés.**

(U) Objective

(U) The AARO S&T team will establish a Science Plan in order to develop and test, as practicable, scientific theories that:²

- a. (CUI) Account for characteristics and performance of unidentified anomalous phenomena that exceed the known SOTA in science or technology, including in the areas of propulsion, aerodynamic control, signatures, structures, materials, sensors, countermeasures, weapons, electronics, and power generation.
- b. (U) Provide the foundation for potential future investments to replicate or otherwise better understand any such advanced characteristics and performance.

(U) Technical Approach

(U) To achieve the above stated objectives, the AARO S&T team has identified four major tasks that must be completed.

- Perform Scientific Analysis
- Develop a Persistent Sensor System of Systems
- Capture Patterns of Life for Anomalous Events
- Provide a Data Management Architecture and Storage System

(U) S&T Process

The S&T Team will establish a process that serves the AARO mission and produces quality outputs that address S&T Team objectives. Shown in Figure 1, the S&T support process consists of four distinct steps, each of which maps to the four major tasks described in the Technical Approach and is the responsibility of a specific division within the S&T Team. The Science Division will perform scientific analysis of data sets from the analytics team; the Sensors Division will develop and identifying sensor system and capabilities for detecting, tracking, characterizing and mitigating objects of unknown origins, and analysis of new emergent technology; The Data Management Division will include the structure of data management, data architecture, enable automation and build AI/ML solution. Examples of specific outputs produced by this process include sensor, quality data, and heat maps and refined data products available to the AARO. Additionally, the Science Division will provide deep-dive, physics-based analyses at the behest of the AARO Analytics Team. Underpinning the entire S&T support process is continuous accountability to Measures of Effectiveness, enabling timely, relevant feedback to the S&T divisions to alter or improve any processes as needed, and to AARO leadership to help convey return on investment.

² The James M. Inhofe National Defense Authorization Act for Fiscal Year 2023.

(U) Objectif

L'équipe S&T de l'AARO mettra en place un **Plan Scientifique** afin de développer et tester, autant que possible, des théories scientifiques qui permettront de :

a. **(CUI)** Prendre en compte les caractéristiques et performances des **phénomènes anormaux non identifiés** qui **dépassent l'état de l'art (SOTA)** connu en **science** ou en **technologie**, notamment dans les domaines suivants :

- **propulsion,**
- **contrôle aérodynamique,**
- **signatures,**
- **structures,**
- **matériaux,**
- **capteurs,**
- **contre-mesures,**
- **armes,**
- **électronique,**
- **production d'énergie.**

b. **(U)** Fournir une **base scientifique** permettant d'orienter **d'éventuels investissements futurs** pour **répliquer** ou mieux comprendre ces caractéristiques avancées et leurs performances.

(U) Approche technique

Afin d'atteindre les objectifs mentionnés ci-dessus, l'équipe S&T de l'AARO a identifié **quatre tâches majeures** devant être accomplies :

- ✓ **Effectuer une analyse scientifique approfondie**
 - ✓ **Développer un système persistant de capteurs interconnectés**
 - ✓ **Capturer des "modèles de vie" ("Patterns of Life") pour les événements anormaux**
 - ✓ **Fournir une architecture et un système de stockage des données**
-

(U) Processus S&T

L'équipe **S&T** établira un processus qui **soutient la mission de l'AARO** et produit des résultats exploitables conformes aux objectifs de l'équipe S&T.

✦ Organisation du processus :

- Comme illustré dans la **Figure 1**, le processus S&T repose sur **quatre grandes tâches de soutien**, chacune correspondant aux **quatre tâches techniques identifiées**.
- Chaque tâche est sous la responsabilité **d'une division spécifique** au sein de l'équipe S&T.

✦ Rôle des divisions :

- **Division Science** → Effectue l'analyse scientifique à partir des données collectées.
- **Division Capteurs** → Développe et améliore les systèmes de détection, en s'appuyant sur l'identification et la caractérisation des capteurs existants et émergents.
- **Division Gestion des Données** → Assure l'**automatisation des flux de données** et construit **des solutions basées sur l'IA et l'apprentissage automatique**.

✦ Données et analyses :

- Des **exemples de sorties analytiques** produites par ce processus incluent :
 - la **qualité et l'exactitude des données**,
 - l'analyse des événements signalés et leur vérification,
 - l'étude des performances des capteurs.
- L'**AARO analysera en continu ces données** afin d'optimiser les processus et d'améliorer les capacités de détection et d'identification des UAP.

✦ Amélioration continue :

- Un suivi constant des **mesures d'efficacité** sera mis en place.
- **Retour d'expérience en temps réel** → chaque processus pourra être **révisé** si nécessaire.
- La **direction de l'AARO** recevra des **conseils continus** pour optimiser le **retour sur investissement** du programme.

 **Note de bas de page :** ²*La loi James M. Inhofe sur l'autorisation de la défense nationale pour l'année fiscale 2023.*

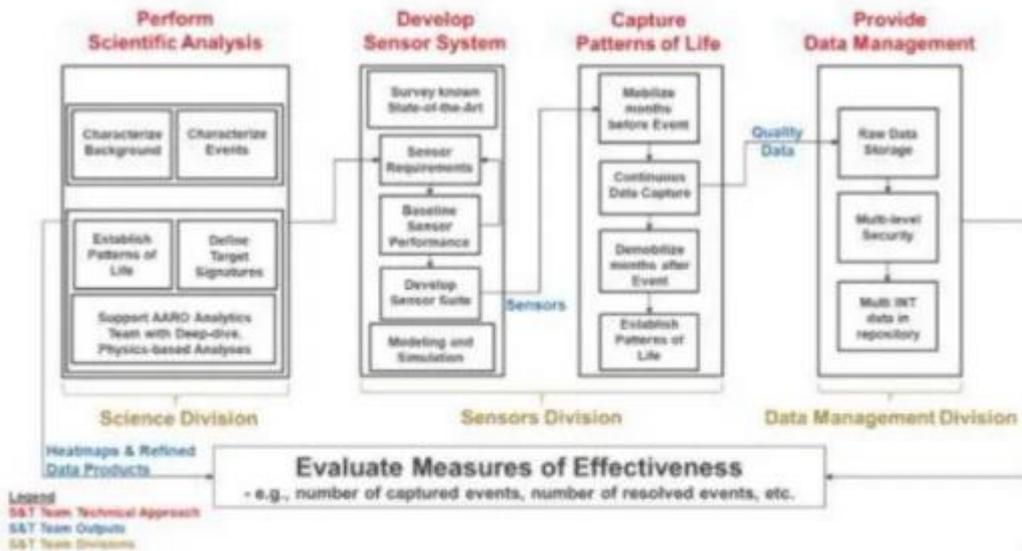


Figure 1 (U) S&T Process

5 / 11

**(U) Scientific Analysis****(CUI) Academic Engagement**

To understand the nature of physics, S&T will engage and work with the Academic scientific community to better understand scientific theories and develop a baseline using a peer reviewed and measurable process to support the identification of signatures and indications of advanced technology. A complete list of academic partners will be cataloged and updated periodically.

(CUI) Materials Exploitation & Evaluation

With respect to discovered materials, The Department of Energy Oakridge National Laboratory (ORNL) will lead all investigative material characterization. As AARO's lead science laboratory, ORNL will conduct extensive evaluation and characterization of discovered material to identify compound and origin of material by using isotopic analysis.

(U) Science Analytics

(CUI) Scientific Analysis provides the foundation for most of the S&T activities that will be performed. The primary analyses to be conducted include (i) creating an s-UAS platform baseline that details the SOTA performance and limits in the areas of propulsion, flight controls, aerodynamic control, material types, electromagnetics signatures and other relevant properties; (ii) cataloging the relevant motion properties of naturally occurring objects such as meteors, large birds, ball lightning, bird murmurations, etc. in order to support hypotheses testing and data analysis; these two surveys will be used to create and populate a 'Target Parametrics' table that attempts to capture the key object parameters and the anticipated values and/or limits, see example in **Error! Reference source not found.**; (iii) creating a survey of Consumer-off-the-Shelf (COTS) and Government-off-the-Shelf (GOTS) sensor technology; and (iv) conducting a literature search of open and closed sources to include patents, conference proceedings, journal papers, theses/dissertations, government R&D lab internal papers, and IC reports.

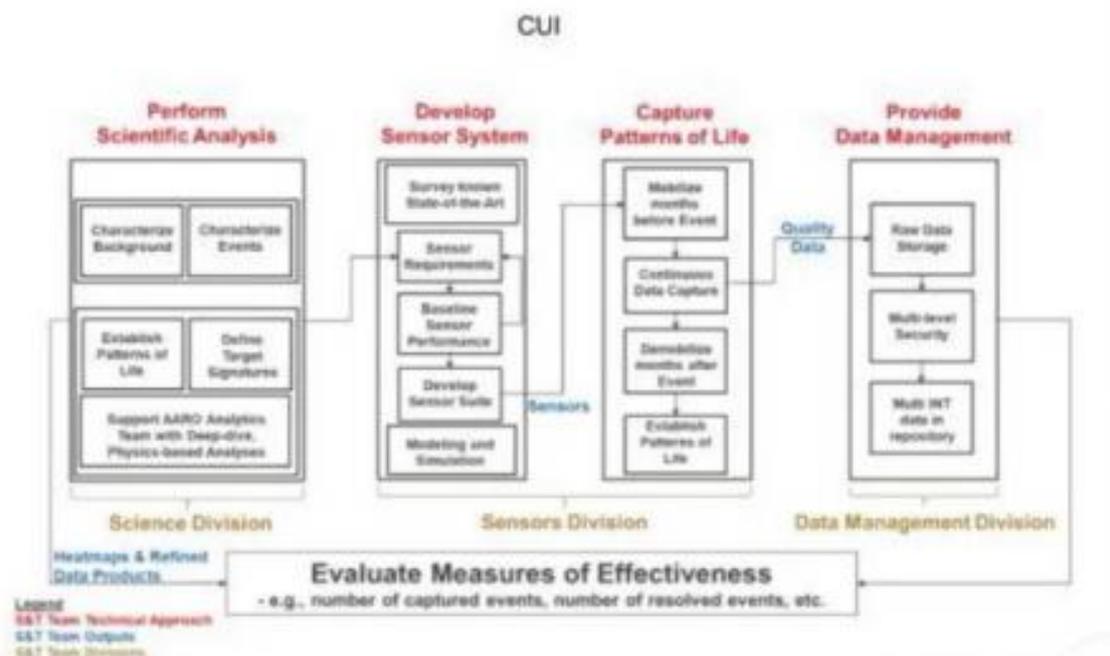


Figure 1 (U) S&T Process

(U) Analyse scientifique

(CUI) Engagement académique

Pour mieux comprendre la nature de la physique, l'équipe Science et Technologie (S&T) collaborera avec la communauté scientifique académique afin de mieux comprendre les théories scientifiques existantes et de développer une approche basée sur un processus évalué par les pairs et mesurable, visant à soutenir l'identification de signatures et d'indicateurs de technologies avancées. Une liste complète des partenaires académiques sera cataloguée et mise à jour périodiquement.

(CUI) Exploitation et évaluation des matériaux

Concernant les matériaux découverts, le Département de l'Énergie, via le laboratoire national d'Oak Ridge (ORNL), dirigera l'analyse des caractéristiques matérielles. En tant que laboratoire principal de l'AARO sur ce sujet, l'ORNL mènera des évaluations et des caractérisations approfondies des matériaux découverts pour identifier la composition chimique et l'origine des matériaux en utilisant l'analyse isotopique.

(U) Analyse scientifique

L'Analyse scientifique constitue la base de la plupart des activités S&T qui seront entreprises. Celles-ci incluent notamment :

1. **Création d'une ligne de base pour les s-UAS – Définir les performances** de référence **et les limites des systèmes s-UAS en termes de propulsion, de contrôle de vol, de comportement aérodynamique** et d'autres paramètres pertinents.
 2. **Caractérisation des objets naturels** – Analyser et cataloguer les propriétés des objets naturellement présents dans l'environnement, tels que les oiseaux, la **foudre en boule** et les vols massifs d'oiseaux, afin de mieux supporter les tests et l'analyse des capteurs.
 3. **Création d'une bibliothèque de signatures de détection** – Élaborer une base de données de signatures spectrales, thermiques et autres qui pourraient être utilisées pour différencier les objets connus des phénomènes anormaux.
 4. **Création d'une bibliothèque de sources de référence** – Compiler et analyser les références techniques et scientifiques pertinentes (articles, conférences, brevets, thèses et documents internes de R&D) afin d'alimenter les analyses futures.
 5. **Évaluation des performances des capteurs** – Examiner l'utilisation des capteurs COTS (Commercial-Off-The-Shelf) en fonction des paramètres définis et en tirer des recommandations pour les futures capacités de détection.
-

H ₀ : Group 1, Rotary-Wing UAS		H ₀ State-of-the-Art		H ₁ : UAP Under Test
Parameter	Description	Minimum	Maximum	Observed Values
Morphology	Morphological characteristics (e.g. odd shape, atypical orientation, sphere/oval/cylindrical)	Multi-rotor, multi-arm, ... representative characteristics	Same as minimum	Spherical
Size	Observed size (in meters)	0.145	2.29	1
Altitude	Observed altitude (in feet AGL)	0	19685	30000
Acceleration (linear)	Observed linear acceleration (in m/s ²)	See parametric chart		TBD
Acceleration (radial)	Observed radial acceleration (in m/s ²)	See parametric chart		UNK
Relative Ground Speed	Observed speed (in m/s)	0	21	63
Visible Exhaust Signature	Observed exhaust signature (e.g. Thermal, Ionic/None)	No	Yes	No
Radar Signature	Observed radar cross section (in dBsm)	VAL	VAL	6 / 11
Optical (Visible Colors)	Observed color (e.g. White, Silver, Translucent)	Any color in visible spectrum	Same as minimum	Translucent
Emissions	Observed emissions (e.g. frequencies, kHz, MHz, GHz)	VAL	VAL	UNK
Heat Signature	Observed heat signature (in °C)	VAL	VAL	0
Material Type	Observed material(s)	Plastic, list more	Same as minimum	UNK

Groupe 1 : UAS à voilure tournante

Paramètre	Description	État de l'art (H₀) – Minimum	État de l'art (H₀) – Maximum	UAP testé (H₁) – Valeurs observées
Morphologie	Caractéristiques morphologiques (ex : forme inhabituelle, orientation atypique, sphère/ovale/cylindrique)	Multi-rotor, multi-bras, etc.	Même que le minimum	Sphérique
Taille	Taille observée (en mètres)	0.145	2.29	1
Altitude	Altitude observée (en pieds AGL)	0	19 685	30 000
Accélération (linéaire)	Accélération linéaire observée (en m/s²)	Voir graphique paramétrique		TBD
Accélération (radiale)	Accélération radiale observée (en m/s²)	Voir graphique paramétrique		INCONNU (UNK)
Vitesse au sol relative	Vitesse observée (en m/s)	0	21	63
Signature d'échappement visible	Signature d'échappement observée (ex : thermique, ionique/aucune)	Non	Oui	Non
Signature radar	Section efficace radar observée (en dBsm)	VAL	VAL	
Optique (couleurs visibles)	Couleur observée (ex : blanc, argent, translucide)	Toute couleur du spectre visible	Même que le minimum	Translucide
Émissions	Émissions observées (ex : fréquences, kHz, MHz, GHz)	VAL	VAL	INCONNU (UNK)

Paramètre	Description	État de l'art (H₀) – Minimum	État de l'art (H₀) – Maximum	UAP testé (H₁) – Valeurs observées
Signature thermique	Signature thermique observée (en °C)	VAL	VAL	0
Type de matériau	Matériau(x) observé(s)	Plastique, liste plus longue	Même que le minimum	INCONNU (UNK)
Médium	Médium d'opération observé (ex : Air, Espace, Eau, Transmédium)	Air, Transmédium	Même que le minimum	Air

	Operating medium (e.g. Air, Space, Water, Transmedium)	Transmedium	minimum	
--	--	-------------	---------	--

Table 1. (U) Example Target Parametrics table. Used to bind expected properties of State-of-the-Art man-made unmanned systems as well as naturally occurring objects (Table is CUI).

(U) The table above gives an example of the SOTA for Group 1, Rotary UAS technology. The known object characteristics and performance parameters are listed in the column labeled "H₀ State-of-the-Art." For a reported UAP event, the UAP characteristics and performance parameters will be recorded in column "H₁: UAP Under Test" of which a hypothetical example is given. By comparing H₁ to H₀, it will be easy to determine if the UAP exceeds the SOTA for this known target type, and if so, quantify by how much. Associated with each table will be a series of parametric plots that display the object characteristics for all known object types. An example of a parametric chart for known objects, H₀ and a hypothetical H₁ example is given in Figure . As seen in the figure, the hypothetical UAS has a size comparable to a Group 1 UAS, but is capable of traveling at speeds exceeding Group 2 UAS – this would indicate that the UAP is "anomalous." This comparison and quantification will be repeated for the other UAP parametrics against known man-made target types and naturally occurring phenomena. The goal is to determine if the reported UAP events truly represent anomalous objects or not. Quantification of the comparison of H₁ to H₀ can also be used to classify or identify those objects that do not turn out to be truly anomalous.

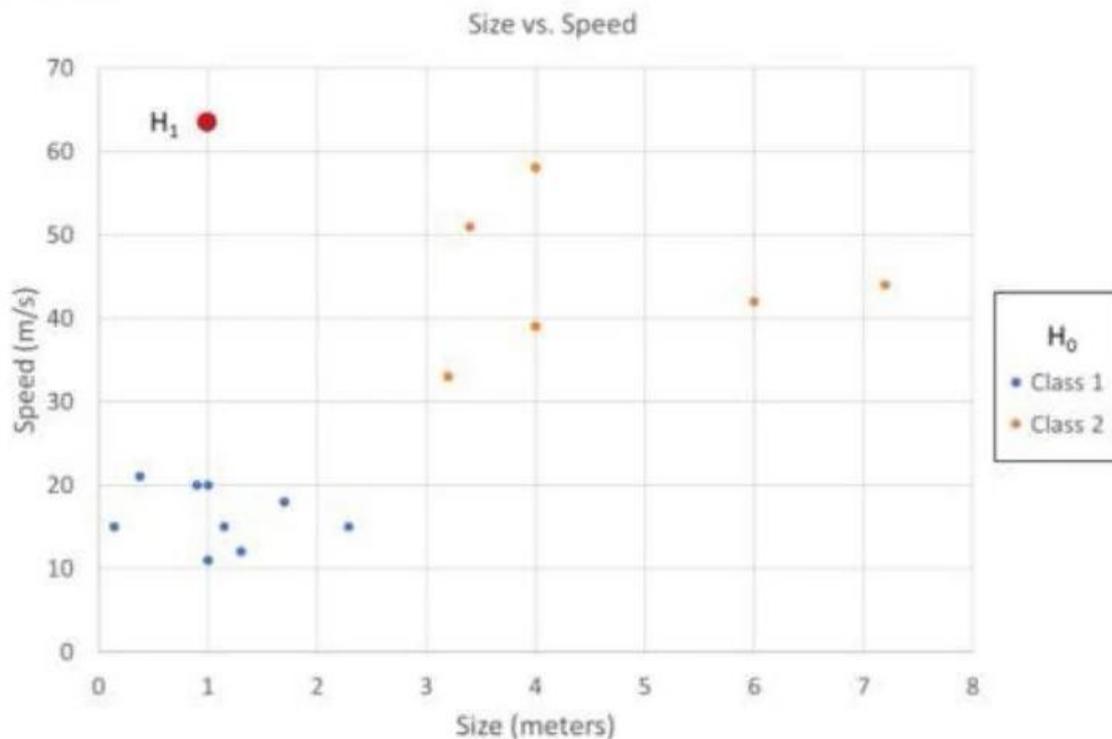


Figure 2: (U) Parametric plot of maximum UAS speed versus UAS size for known UAS systems, H₀. The observed

	medium (e.g. Air, Space, Water, Transmedium)	Transmedium	minimum	
--	--	-------------	---------	--

Tableau 1. (U) Exemple de tableau des paramètres cibles

Utilisé pour comparer les propriétés attendues des systèmes sans pilote de pointe (State-of-the-Art, SOTA), qu'ils soient d'origine humaine ou naturelle.

Le tableau ci-dessous donne un exemple du SOTA pour la technologie des UAS rotatifs du Groupe 1.

✦ Organisation du tableau

- Les caractéristiques et paramètres de performance des objets connus sont listés dans la colonne " H_0 : État de l'art".
- Lorsqu'un événement UAP est signalé, ses caractéristiques et paramètres de performance sont consignés dans la colonne " H_1 : UAP en test".

En comparant H_1 à H_0 , il devient facile de déterminer si l'UAP dépasse les limites du SOTA pour ce type d'objet connu et, si c'est le cas, de quantifier l'écart.

👉 Chaque tableau sera accompagné de graphiques paramétriques affichant les caractéristiques des objets connus sous différentes formes.

Exemple d'analyse

- Un graphique paramétrique illustre un objet connu H_0 et un objet hypothétique H_1 (illustré en Figure X).
- L'UAS hypothétique a une taille comparable à un UAS du groupe 1.
- Mais il est capable de se déplacer à des vitesses supérieures à celles d'un UAS du groupe 2.
- Cela indiquerait que l'UAP est "anormal".

✦ Objectif final

✅ Cette comparaison et quantification sera répétée pour d'autres paramètres des UAP, en les confrontant aux cibles artificielles connues et aux phénomènes naturels répertoriés.

✅ Déterminer si les événements UAP signalés représentent réellement des objets anormaux ou non.

✅ La quantification de l'écart entre H_1 et H_0 permettra également d'identifier les objets qui ne sont finalement pas anormaux.

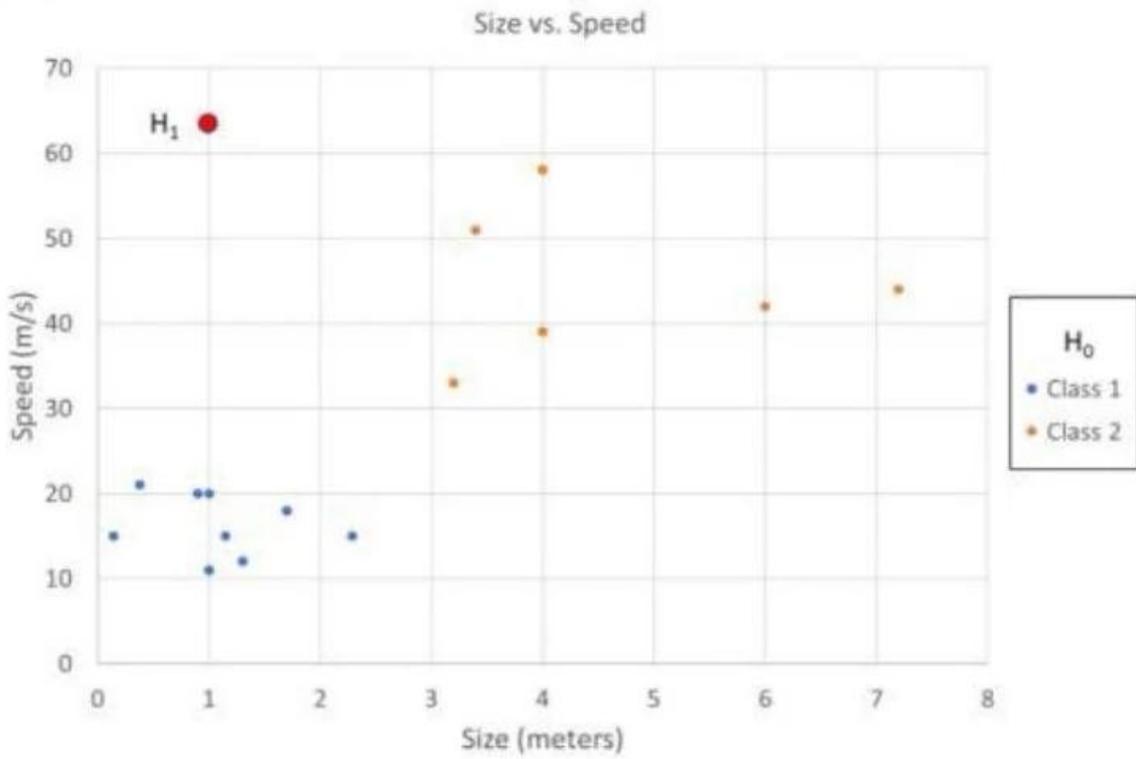


Figure 2: (U) Parametric plot of maximum UAS speed versus UAS size for known UAS systems, H_0 . The observed

speed for a hypothetical UAP, labeled H1, shows that its speed vs size performance characteristic is 'anomalous.' Charts like these will be used to help identify and quantify whether a UAP is truly anomalous.

Building on the SOTA object baselines established as described above, next a mapping of COTS and GOTS sensor technology to the target parametric will be performed. This will identify which sensor modalities are needed to measure the various parametrics, and determine if improvements must be made in order to be able to capture the parametrics of new targets over the full range of expected values. This information will inform the sensor development tasks as discussed in the next section.

(CUI) Additionally, the S&T team will support other AARO teams as needed. In particular, the S&T team will provide the AARO Analytics Team with deep-dive, physics-based analyses as needed. The in-depth analysis will utilize the collected sensor data (in conjunction with AARO sensor data, if applicable), knowledge of sensor system capabilities, sensor models (if available), and other ancillary information to extract target parametric of the observed anomalous objects. The analysis will include an outward look for coincidental metadata to include weather, flight logs, interviews, overhead, ATC radar, beacon information, and so forth, if available. Target model(s) for known man-made and natural objects that may represent the source of the anomalous event (e.g. balloons, birds, etc.) will be used to perform hypotheses testing in an effort to recreate the data observations. This may include modeling and simulation (M&S) of sensor/target collections over various geometries/scenarios in attempt to replicate the observed data. If known objects and target parametrics are unable to account for the data, additional hypotheses testing of other target materials, motions, shapes, and sensor/target geometries will be developed and explored parametrically in attempt to replicate observed data. From simulated combinations certain scenarios may be ruled in or out based on their likelihood of explaining the data. Finally, in an effort to classify and/or identify the UAP, the results will be compared with target parametric in the AARO target repository, described below, in order to identify commonalities or differences.

(U) AARO Sensor Development

(U) The AARO Sensor Development task builds off the results of the Scientific Analysis task as outlined above and is included in two (2) stages: (i) a quick-reaction capability which is an assembly for a UAP detection capability from COTS and GOTS sensors within a 3 to 6 month timeframe and (ii) a dedicated AARO capability, which will address the full UAP parametric and be a robust, persistent solution available within a 6 to 12 month timeframe.

(U) The Quick-Reaction Capability (QRC) is a reactionary short 3 to 6 month effort to develop a UAP detection capability. This sensor system will be assembled from available COTS and GOTS sensors. Every effort will be made to utilize existing inventory within the Government and its collaboration partners. This is necessary due to the current long lead times for procuring, assembling and testing new equipment.

(U) A Dedicated AARO Sensor Capability (DASC), will incorporate additional sensors with customized sensing modalities and abilities (as applicable). This capability will be a persistent sensor system for deployment to future test events and/or areas of interest. The S&T team will work with the Analytics team to develop a solid understanding of the factors that enabled UAP events to be resolved or what data or sensor characteristics were lacking that prevented the resolution of UAP events. These factors and limitations combined with the SOTA baselines and target parametric from the Scientific Analysis task will define the sensor requirements for this dedicated capability. The design and development process for the DASC will occur in parallel with the development of the QRC sensor and new capability will be spiraled in as technology becomes available. The resultant DASC system must contain enough measurement fidelity and metadata to support quantitative assessment of atypical targets of interest, evaluate target parametric, and help with object identification/classification.

(U) Analyse et développement des capteurs

En s'appuyant sur les bases d'objets SOTA établies précédemment, la prochaine étape consiste à cartographier les capteurs COTS et GOTS pour les aligner sur les paramètres cibles.

 **Objectifs de cette cartographie :**

- Identifier quelles modalités de capteurs sont nécessaires pour mesurer les différents paramètres.**
 - Déterminer si des améliorations sont requises afin de capturer les paramètres des nouvelles cibles sur toute la plage des valeurs attendues.**
 - Orienter les tâches de développement des capteurs, comme décrit dans la prochaine section.**
-

(CUI) Soutien aux autres équipes AARO

L'équipe S&T apportera son soutien aux autres équipes de l'AARO selon les besoins.

 **Analyse approfondie**

- **L'équipe S&T fournira à l'équipe Analytics de l'AARO des analyses détaillées basées sur la physique, si nécessaire.**
- **L'analyse exploitera les données des capteurs collectées, en combinaison avec :**
 - **Les capteurs de l'AARO**
 - **Les capteurs commerciaux et gouvernementaux (COTS et GOTS)**
 - **La connaissance des performances des systèmes de capteurs**
 - **Les modèles de capteurs existants, si disponibles**
 - **D'autres informations auxiliaires pour extraire les paramètres cibles des objets anormaux observés.**

 **Sources et méthodologie d'analyse**

- **L'analyse intégrera des métadonnées contextuelles, incluant :**
 - **Conditions météorologiques**
 - **Journaux de vol**

- Interviews
- Surveillance aérienne
- Données radar ATC
- Informations sur les balises de signalisation
- Des modèles cibles seront utilisés pour tester des hypothèses et recréer les données observées, en prenant en compte :
 - Objets naturels connus (ex. oiseaux, ballons, etc.)
 - Objets artificiels connus

Tests hypothétiques et modélisation

- La modélisation et simulation (M&S) sera utilisée pour tester différentes configurations capteurs/cibles sur plusieurs scénarios géométriques.
- Si les objets connus et leurs paramètres ne permettent pas d'expliquer les données, d'autres hypothèses seront explorées :
 - Nouveaux matériaux
 - Différents mouvements et trajectoires
 - Autres configurations capteurs/cibles

Validation et classification des UAP

- Certains scénarios seront écartés ou confirmés selon leur capacité à expliquer les données.
 - Enfin, pour classifier et/ou identifier un UAP, les résultats seront comparés aux paramètres cibles archivés dans le référentiel AARO, afin d'identifier des similitudes ou des différences.
-

(U) AARO Sensor Development

(U) The AARO Sensor Development task builds off the results of the Scientific Analysis task as outlined above and is included in two (2) stages: (i) a quick-reaction capability which is an assembly for a UAP detection capability from COTS and GOTS sensors within a 3 to 6 month timeframe and (ii) a dedicated AARO capability, which will address the full UAP parametric and be a robust, persistent solution available within a 6 to 12 month timeframe.

(U) The Quick-Reaction Capability (QRC) is a reactionary short 3 to 6 month effort to develop a UAP detection capability. This sensor system will be assembled from available COTS and GOTS sensors. Every effort will be made to utilize existing inventory within the Government and its collaboration partners. This is necessary due to the current long lead times for procuring, assembling and testing new equipment.

(U) A Dedicated AARO Sensor Capability (DASC), will incorporate additional sensors with customized sensing modalities and abilities (as applicable). This capability will be a persistent sensor system for deployment to future test events and/or areas of interest. The S&T team will work with the Analytics team to develop a solid understanding of the factors that enabled UAP events to be resolved or what data or sensor characteristics were lacking that prevented the resolution of UAP events. These factors and limitations combined with the SOTA baselines and target parametric from the Scientific Analysis task will define the sensor requirements for this dedicated capability. The design and development process for the DASC will occur in parallel with the development of the QRC sensor and new capability will be spiraled in as technology becomes available. The resultant DASC system must contain enough measurement fidelity and metadata to support quantitative assessment of atypical targets of interest, evaluate target parametric, and help with object identification/classification.

(U) Développement des capteurs AARO

Le développement des capteurs AARO s'appuie sur les résultats des tâches d'analyse scientifique mentionnées ci-dessus et comprend deux étapes clés :

1. **Une capacité de réaction rapide** – Un système capable de répondre à un incident UAP en utilisant une combinaison de capteurs commerciaux et gouvernementaux disponibles, avec un délai de 3 à 6 mois.
2. **Une capacité dédiée de capteurs AARO** – Un système plus avancé conçu pour le suivi et l'étude des UAP sur le long terme, avec un délai de développement de 6 à 12 mois ou plus.

(U) Capacité de réaction rapide (QRC)

La **capacité de réaction rapide (QRC)** est un effort à court terme (3 à 6 mois) visant à développer un ensemble de capteurs de détection UAP basés sur des capteurs COTS et GOTS disponibles. Chaque effort de QRC devra maximiser l'utilisation des stocks existants détenus par le gouvernement et ses partenaires. Cette approche est nécessaire pour réduire le temps requis pour l'acquisition, l'intégration et l'exploitation des capteurs.

(U) Capacité dédiée des capteurs AARO (IASC)

La **capacité dédiée des capteurs AARO (IASC)** intégrera des capteurs supplémentaires et des capacités avancées, selon les besoins.

Cette capacité sera un **système de surveillance persistant** destiné à soutenir l'examen et l'analyse des futures observations et zones d'intérêt. L'équipe S&T, avec l'équipe d'analyse, développera une compréhension plus approfondie des exigences en matière de détection des UAP en analysant les données collectées par les capteurs QRC.

Les données et résultats des capteurs QRC seront exploités pour :

- identifier les limitations des capteurs existants,
- définir les paramètres et exigences des capteurs futurs,
- et soutenir les développements futurs.

Les améliorations basées sur l'évaluation de la QRC et les nouvelles capacités seront mises en œuvre dans la capacité dédiée.

Le système final utilisera **une combinaison de capteurs fixes et mobiles** pour surveiller les zones d'intérêt potentielles, extraire des paramètres cibles et aider à l'identification et la classification des objets observés.

CUI

(U) In parallel to the characterization of existing sensor systems and those under development, the AARO S&T team will undertake a modeling and simulation (M&S) effort in order to model and define known objects and utilize these objects models within various simulation scenarios to measure and analyze sensor output including simulated imagery. The results will equip operators with known effects of previous unidentified objects and enable operators to train with various modalities of a given object variant. Moreover, the M&S outputs will provide additional analytic data points for improved UAP analysis and resolution.

(U) Sensor Calibration

An integrated test plan will be used to calibrate the performance parameters of a variety of sensors to detect potential unidentified aerial phenomena. A complete list of sensors to be benchmarked are provided in the integrated test plan and will include ground, maritime, satellite, mobile and airborne-sensors as further detailed in the test plan. Figure 3 highlights test matrix and characteristics that will be used for calibration test at operational facilities, the first of which begins in May 2023 with continued test and evaluations throughout the fiscal year and beyond.

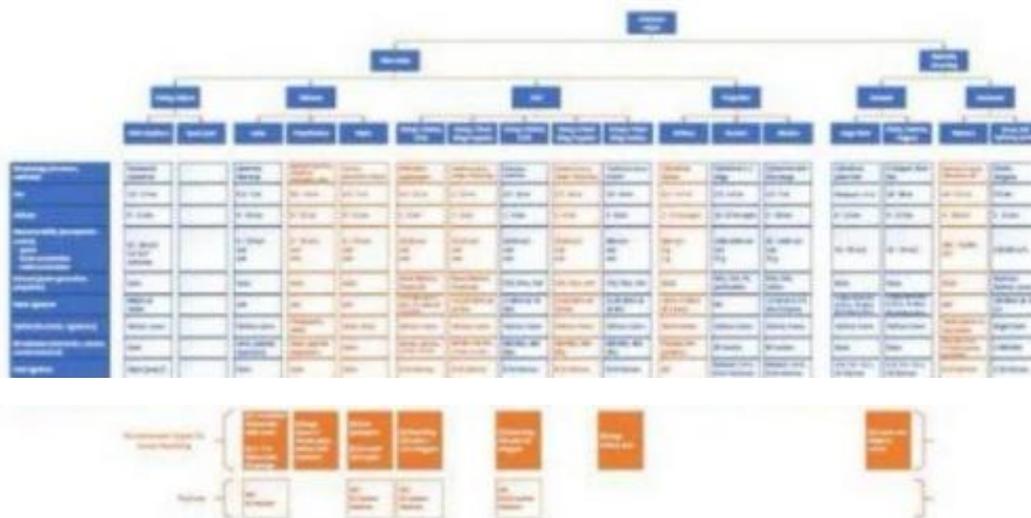


Figure 3 Calibration Test Matrix

(U) En parallèle à la caractérisation des systèmes de capteurs existants et de ceux en cours de développement, l'équipe AARO S&T entreprendra un effort de modélisation et de simulation (M&S) afin de modéliser et définir des objets connus, et d'utiliser ces modèles d'objets dans divers scénarios de simulation pour mesurer et analyser les sorties des capteurs, y compris les images simulées. Les résultats permettront aux opérateurs de comprendre les effets connus des objets non identifiés précédents et de s'entraîner avec différentes modalités d'une variante d'objet donnée. De plus, les résultats des simulations fourniront des points de données analytiques supplémentaires pour améliorer l'analyse et la résolution des PAN (Phénomènes Aériens Non Identifiés).

(U) Calibration des capteurs

Un plan de test intégré sera utilisé pour calibrer les paramètres de performance d'une variété de capteurs afin de détecter d'éventuels phénomènes aériens non identifiés. Une liste complète des capteurs à tester est incluse dans le plan de test intégré et comprendra des capteurs terrestres, maritimes, satellitaires, mobiles et aéroportés, comme détaillé dans le plan de test. La figure 3 met en évidence la matrice de test et les caractéristiques qui seront utilisées pour les tests de calibration dans des installations opérationnelles, le premier débutant en mai 2023 avec des tests et évaluations continus tout au long de l'exercice fiscal et au-delà.

(U) Patterns of Life

(U) The Patterns of Life task applies the DASC system developed in AARO Sensor Development task in order to identify and prioritize anomalous activity hotspots. The DASC will be designed for independent use and/or integrated with existing systems at National Security Areas. Early deployments of the DASC will be leveraged to ensure in-field performance meets design. The major tasks in this thrust include: (i) decoupling collection bias of future registry of anomalous events through long term collections; (ii) collecting test data using the DASC to assess its performance against design and the demonstrate to collect UAP data; (iii) incorporating other available data sets and intel to provide additional metadata for analysis and correlation with DASC data; and (iv) developing and testing out procedures for identifying and reporting occurrences of UAP.

(U) To establish patterns of life, additional testing of the DASC is required. The current registry of

CUI

9

CUI

anomalous events is strictly collection biased, and to remove this bias additional long term data collections are needed. The AARO S&T team will review DoD test range schedules for upcoming test events, and then identify two or three opportunities that AARO can leverage to deploy its DASC pre-event, during event and post-event to look for anomalous activity. This should remove the uncertainty of where the UAP activity increases during DoD test events or whether it persists pre- and post- test event. Additionally, the team will ascertain whether or not other non-DoD range assets, e.g. FAA radar, BMD radar, etc., provide concurrent coverage of the test area(s); if so, the team will work to obtain datasets for analysis. Leveraging partner capabilities of organizations such as the NRO, NGA, and NOAA for co-located overhead long-term monitoring of the test area(s) will also be explored. Further deployments of DASC and gathering of data from persistent sensors with concurrent coverage areas will be compiled analyzed to identify activity hotspots.

(U) Modèles de vie ("Patterns of Life")

La tâche **Modèles de vie** applique le système **DASC** développé dans le cadre du développement des capteurs AARO afin d'**identifier et prioriser les zones d'activité anormale**.

Le **DASC** pourra être utilisé indépendamment ou intégré aux systèmes existants dans les zones de sécurité nationale.

Les premiers déploiements du **DASC** permettront d'assurer la conception de tests de performance sur le terrain.

Les principales tâches de cette initiative comprennent :

1. **Réduction du biais de collecte des données** dû à la rareté des observations, en **corrélant les événements connus avec des tendances historiques**.
2. **Collecte de données sur les activités spatiales et aériennes** pour améliorer la conception et le déploiement des capteurs afin de détecter les UAP.
3. **Intégration de jeux de données disponibles et d'analyses** pour enrichir les métadonnées et améliorer la corrélation avec les données du **DASC**.
4. **Développement et test de nouvelles procédures pour mieux identifier et prévoir** l'occurrence des **UAP**.

👉 **Pour établir des modèles de vie, des tests supplémentaires du DASC sont nécessaires.**

L'enregistrement actuel des événements anormaux est biaisé par la collecte de données, et pour éliminer ce biais, des collectes de données supplémentaires sur le long terme sont nécessaires.

L'équipe **S&T de l'AARO** examinera les **calendriers des plages de tests du DoD** pour les événements de test à venir.

Elle identifiera ensuite **deux ou trois opportunités** que l'AARO pourra exploiter afin de déployer le **DASC** :

- **avant l'événement,**
- **pendant l'événement,**
- **et après l'événement,**

dans le but d'identifier une **activité anormale**.

Objectifs

- ✓ Réduire l'incertitude quant à l'**augmentation de l'activité UAP** lors des événements de test du DoD.
- ✓ Déterminer si cette activité **persiste avant et après** l'événement de test.
- ✓ Vérifier si d'autres systèmes de surveillance **non-DoD** (par ex. radar FAA, radar BMD) peuvent **assurer une couverture simultanée** de la zone de test.
- ✓ Travailler à **obtenir des ensembles de données** pour analyse.

L'équipe exploitera également les **capacités des partenaires** (NRO, NGA, NOAA) pour assurer une **surveillance conjointe et continue** des zones de test.

✦ **Les déploiements supplémentaires du DASC** et la collecte de données issues des **capteurs fixes** seront **analysés** afin d'**identifier les points chauds d'activité anormale**.

(U) Data Repository

(U) The Data Management Architecture and Storage System is a lynchpin for the Science Plan to be successful. The S&T and Analytics teams will be able to access and utilize UAP data and findings from the various dedicated collection events as well as UAP reporting and data gathered through the Services' reporting processes. The data repository is to act as a current and historical resource, where the incorporation of new information, materials, capabilities, etc., can be applied to analyze and resolve unidentified targets. The development of Standard Operating Procedures (SOP) to ensure maximum fidelity, maintain data integrity, and segregation of data at the appropriate classification levels will be required.

(U) AARO S&T will develop a data storage capability to house raw sensor data, metadata, analysis products and a repository for target parametric. This will include a data storage archive and retrieval capability for all historical and future collections. The data repository will contain target parametric for unidentified targets, resolved/identified targets; as well as test data for surrogate targets, RF chamber tests, radar cross section data, finished AARO data products and others as needed. We will leverage our lead science laboratory, ORNL to house our servers, which will allow multiple users/client applications to interact with the database simultaneously. The data repository will be available to cleared DOD/IC/DOE analysis, scientists, engineer consistent with legislative we direction.³ Additional detail is provided in the S&T Data Repository Plan, which is in draft and continuously updated as additional information is discovered.

(U) AARO S&T Team Structure

(U) AARO S&T Team structure. The AARO S&T Team is led by the S&T Team Lead. The team has three divisions, Sensors, Science, and Data Management. Division Lead. The team also includes a Science Advisor such as NASA, DOE, FFRDC, and Academia that provides technical and programmatic expertise to the S&T Team Lead as well as to the other AARO Divisions.

(U) The AARO S&T Team will consist of a multidisciplinary group of scientists and engineer Team areas of expertise will span a wide variety of subjects to support all S&T. Shown in Figure 4, the S&T team will maintain the following areas of expertise: physics; material science and engineering; aeronautics, maritime, space; autonomous systems; technology; imagery/video analysis; data management systems, multi-level security (MLS); and sensors / remote sensing research, development and engineering. To achieve and maintain expertise across these areas, the S&T Team will collaborate and enlist the support of scientists and engineers across the DoD and IC, National Laboratories, Federally Funded Research and Development Centers (FFRDCs), University Affiliated Research Centers (UARCs), and Industry.

³ The James M. Inhofe National Defense Authorization Act for Fiscal Year 2023.

(U) Référentiel de données ("Data Repository")

L'**architecture et le stockage des données** sont des éléments clés du plan scientifique.

Le succès du projet dépendra fortement de l'**accès aux données dédiées et aux données collectées**, notamment :

- **les données des capteurs de l'AARO,**
- **les signatures UAP,**
- **les tendances d'activité,**
- **les trajectoires,**
- **et les observations historiques.**

L'ensemble de ces données doit être organisé et géré efficacement pour permettre une **analyse et une récupération efficaces.**

L'**AARO mettra en place un référentiel de stockage des données**, permettant d'**héberger** :

- les données brutes des capteurs,
- les données des capteurs traitées,
- les modèles,
- et les analyses obtenues grâce à ces données.

Les bases de données seront consolidées au sein d'une **infrastructure dédiée et sécurisée**, permettant la collaboration entre les experts.

Le **Laboratoire National d'Oak Ridge (ORNL)** sera **chargé de l'hébergement** des données techniques liées aux matériaux potentiels récupérés, ainsi que des analyses et des résultats d'évaluation.

Des **protocoles d'analyse standardisés (SOP)** seront établis pour assurer :

- une **vérification approfondie,**
- une **fiabilité optimale,**
- et une **identification correcte** des objets non identifiés.

 L'**AARO** développera également une **base de données dédiée ("ODBI")** pour **stocker toutes les signatures et métadonnées associées.**

 **Si un objet ou matériau inconnu est découvert, il sera ajouté à l'ODBI.**

(U) Structure de l'équipe S&T de l'AARO

L'équipe S&T de l'AARO est dirigée par le responsable de l'équipe S&T et est divisée en trois sections :

1. **Capteurs**
2. **Science**
3. **Gestion des données**

Chaque section a un responsable de division.

L'équipe comprend également un **conseiller scientifique** issu d'organismes tels que :

- **la NASA,**
- **le Département de l'Énergie (DOE),**
- **les centres de recherche fédéraux (FFRDCs),**
- **et le milieu universitaire.**

Ce conseiller apporte son **expertise technique et stratégique** au responsable de l'équipe S&T et aux autres divisions de l'AARO.

L'équipe **S&T de l'AARO** est composée d'un **groupe pluridisciplinaire** de scientifiques et d'ingénieurs.

Leurs domaines d'expertise comprennent :

- **physique atmosphérique,**
- **science et ingénierie des matériaux,**
- **aéronautique,**
- **maritime,**
- **espace,**
- **autonomie,**
- **technologie de propulsion,**
- **analyse et systèmes vidéo/imagerie,**
- **gestion des données,**
- **sécurité multi-niveaux (MLS),**
- **capteurs/téledétection,**

- **développement et ingénierie.**

⚡ Pour renforcer et maintenir ces expertises, l'équipe S&T collaborera avec des scientifiques et ingénieurs du DoD, des Communautés du renseignement (IC), des laboratoires nationaux, des FFRDCs, des UARCs et de l'industrie.

CUI

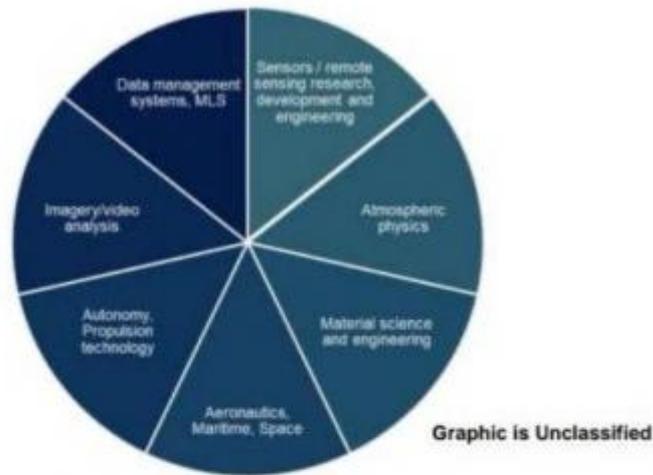


Figure 4: (U) AARO S&T Team Areas of Expertise

(U) Measures of Effectiveness

Measures of Effectiveness will hold the S&T Team accountable for its performance over time. Example measures of effectiveness include tracking of captured and reported events, number of resolved and unresolved events, number of backgrounds characterized, number of signatures derived and/or captured, number of multi-INT signatures established, number of patterns of life established, number of deep-dive analyses provided to the AARO Analytics Team, sensor-system deployment lead time, sensor system reliability and up-time, amount of captured data, number of data requests to the Data Management team, and number of fulfilled data requests by the Data Management team.

(U) Mesures d'efficacité

Les mesures d'efficacité permettront de responsabiliser l'équipe S&T quant à sa performance au fil du temps.

Des exemples de mesures d'efficacité incluent le suivi des événements capturés et signalés, le nombre d'événements résolus et non résolus, le nombre de contextes caractérisés, le nombre de signatures dérivées et/ou capturées, le nombre de signatures multi-INT établies, le nombre de schémas de vie identifiés, le nombre d'analyses approfondies fournies à l'équipe d'analyse AARO, le délai de déploiement des systèmes de capteurs, la fiabilité et le temps de fonctionnement des systèmes de capteurs, la quantité de données capturées, le nombre de demandes de données adressées à l'équipe de gestion des données et le nombre de demandes de données satisfaites par cette équipe.
