

Toledo le 14 septembre 2023 – Tous droits réservés

Il s'agit d'une traduction qui peut contenir des erreurs.

La source se trouve ici

https://science.nasa.gov/science-pink/s3fs-public/atoms/files/UAP%20Independent%20Study%20Team%20-%20Final%20Report_0.pdf

NASA

UNIDENTIFIED ANOMALOUS PHENOMENA

Rapport de l'équipe d'étude indépendante

Membres de l'équipe d'étude indépendante sur les phénomènes anormaux non identifiés de la NASA

Chair

Dr. David Spergel
Simons Foundation

Designated Federal Official

Dr. Daniel Evans
NASA Headquarters

Panelists

Dr. Anamaria Berea Capt. Scott Kelly, USN, Ret. George Mason University NASA Astronaut, Ret.

Dr. Federica Bianco
University of Delaware

Dr. Matt Mountain
Association of Universities
for Research and Astronomy

Dr. Reggie Brothers
AE Industrial Partners

Mr. Warren Randolph
Federal Aviation Administration

Dr. Paula Bontempi
University of Rhode Island

Dr. Walter Scott
Maxar Technologies

Dr. Jennifer Buss
Potomac Institute of Policy Studies

Dr. Joshua Semeter
Boston University

Dr. Nadia Drake
Science Journalist

Dr. Karlin Toner
Federal Aviation Administration

Mr. Mike Gold
Redwire Space

Dr. Shelley Wright Dr. David Grinspoon
University of California, San Diego Planetary Science Institute

TABLE DES MATIERES

- 3** RÉSUMÉ EXÉCUTIF
- 7** AVANT-PROPOS
- 9** INTRODUCTION
- 11** RÉPONSES À L'ÉNONCÉ DE LA TÂCHE
- 21** CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES
- 23** REMERCIEMENTS
- 24** PRODUITS DU TRAVAIL : DISCUSSION



Group Photo: Members of the NASA Unidentified Anomalous Phenomena Independent Study Team.



Il s'agit d'un type d'éclair connu sous le nom de "sprite rouge", un phénomène qui a rarement été photographié dans cette région. Certains orages produisent des sprites, mais la plupart n'en produisent pas. Crédit photo : Stephane Vetter (TWAN)

La NASA est en excellente position pour contribuer aux études de l'UAP dans le cadre plus large de l'ensemble du gouvernement.

RÉSUMÉ EXÉCUTIF

L'étude des phénomènes anormaux non identifiés (PAN) offre une opportunité scientifique unique qui exige une approche rigoureuse et fondée sur des preuves. Pour relever ce défi, il faudra des méthodes d'acquisition de données nouvelles et robustes, des techniques d'analyse avancées, un cadre de rapport systématique et une réduction de la stigmatisation des rapports. La NASA, avec sa grande expertise dans ces domaines et sa réputation mondiale d'ouverture scientifique, est en excellente position pour contribuer aux études UAP dans le cadre plus large de l'ensemble du gouvernement dirigé par le All-domain Anomaly Resolution Office (AARO).

La NASA dispose d'une variété de moyens d'observation de la Terre et de l'espace, existants et prévus, ainsi que de vastes archives de données historiques et actuelles, qui devraient être directement exploitées pour comprendre l'UAP. Bien que la flotte de satellites d'observation de la Terre de la NASA n'ait généralement pas la résolution spatiale nécessaire pour détecter des objets relativement petits tels que les UAP, leurs capteurs de pointe peuvent être directement utilisés pour sonder l'état des conditions terrestres, océaniques et atmosphériques locales qui coïncident dans l'espace et dans le temps avec les UAP initialement détectés par d'autres méthodes. Les moyens de la NASA peuvent donc jouer un rôle essentiel en déterminant directement si des facteurs environnementaux spécifiques sont associés à certains comportements ou événements signalés par les UAP.

Ensuite, l'industrie commerciale américaine de la télédétection offre un mélange puissant de satellites d'observation de la Terre qui fournissent des images à une résolution spatiale de plusieurs mètres, ce qui correspond bien aux échelles spatiales typiques des UAP connus. Bien que chaque point de la Terre ne bénéficie pas d'une couverture constante à haute résolution, le groupe d'experts estime néanmoins que ces constellations commerciales pourraient offrir un complément puissant à la détection et à l'étude des UAP en cas de collecte coïncidente.

À l'heure actuelle, l'analyse des données UAP est entravée par un mauvais étalonnage des capteurs, l'absence de mesures multiples, le manque de métadonnées des capteurs et l'absence de données de référence. Il est essentiel de faire un effort concerté pour améliorer tous les aspects, et l'expertise de la NASA devrait être exploitée de manière globale dans le cadre d'une stratégie robuste et systématique d'acquisition de données dans le cadre de l'ensemble du gouvernement.

Pour aller de l'avant, la NASA devrait contribuer à une approche globale, à l'échelle du gouvernement, de la collecte des données futures. Il est primordial de détecter les UAP à l'aide de capteurs multiples et bien calibrés, et la NASA pourrait éventuellement tirer parti de son expertise considérable dans ce domaine pour utiliser des données multispectrales ou hyperspectrales dans le cadre d'une campagne rigoureuse d'acquisition de données.

Le groupe d'experts estime que l'intelligence artificielle (IA) et l'apprentissage machine (ML) sont des outils essentiels pour identifier les événements rares, y compris potentiellement les PAN, dans de vastes ensembles de données. Cependant, ces techniques puissantes ne fonctionneront que sur des données bien caractérisées, recueillies dans le respect de normes rigoureuses. La vaste expérience de la NASA dans l'application de techniques de calcul et d'analyse de données de pointe devrait donc être mise à profit pour fournir une assistance essentielle. Une fois de plus, la collecte, la conservation et la distribution appropriées des données sont primordiales ; la NASA, avec son expérience de premier plan dans ces domaines, est bien placée pour jouer un rôle de premier plan.

L'engagement du public est également un aspect essentiel de la compréhension de l'UAP. Le groupe d'experts voit plusieurs avantages à augmenter les efforts de collecte de données en utilisant des techniques modernes de

crowdsourcing, y compris des applications libres basées sur des smartphones qui recueillent simultanément des données d'imagerie et d'autres métadonnées de capteurs de smartphones provenant de plusieurs observateurs citoyens dans le monde entier. La NASA devrait donc étudier la viabilité du développement ou de l'acquisition d'un tel système de crowdsourcing dans le cadre de sa stratégie. Par ailleurs, le groupe d'experts constate qu'il n'existe actuellement aucun système normalisé pour établir des rapports civils sur les PAN, ce qui se traduit par des données éparses et incomplètes dépourvues de protocoles de curation ou de vérification. La NASA devrait jouer un rôle essentiel en aidant l'AARO à développer ce système fédéral.

La perception négative qui entoure le signalement des PAN constitue un obstacle à la collecte de données sur ces phénomènes. L'implication même de la NASA dans l'UAP jouera un rôle essentiel dans la réduction de la stigmatisation associée à la déclaration de l'UAP, qui conduit presque certainement à l'attrition des données à l'heure actuelle. La confiance que le public accorde depuis longtemps à la NASA, qui est essentielle pour communiquer les résultats de ces phénomènes aux citoyens, est cruciale pour déstigmatiser les rapports sur les PAN. Les processus scientifiques utilisés par la NASA encouragent la pensée critique ; la NASA peut montrer au public comment aborder au mieux l'étude des PAN, en utilisant des rapports transparents, des analyses rigoureuses et l'engagement du public.


Enfin, la menace que représente l'UAP pour la sécurité de l'espace aérien américain est évidente. Le groupe d'experts estime que le système de rapports sur la sécurité aérienne (ASRS), que la NASA administre pour la FAA, constitue une voie particulièrement prometteuse pour une intégration plus poussée dans un cadre systématique et fondé sur des données probantes pour l'UAP. Ce système de signalement confidentiel et volontaire destiné aux pilotes, aux contrôleurs aériens et à d'autres professionnels de l'aviation reçoit environ 100 000 signalements par an. Bien qu'il n'ait pas été conçu à l'origine pour la collecte de données sur les PAN, une meilleure exploitation de ce système pour les rapports sur les PAN des pilotes professionnels permettrait de disposer d'une base de données essentielle qui serait précieuse pour les efforts déployés par l'ensemble du gouvernement afin de comprendre les PAN. De son côté, la longue histoire de partenariat entre la NASA et la FAA devrait être mise à profit pour étudier comment des techniques d'analyse avancées en temps réel pourraient être appliquées aux futures générations de systèmes de gestion du trafic aérien (ATM).

CADRE DE RECOMMANDATIONS

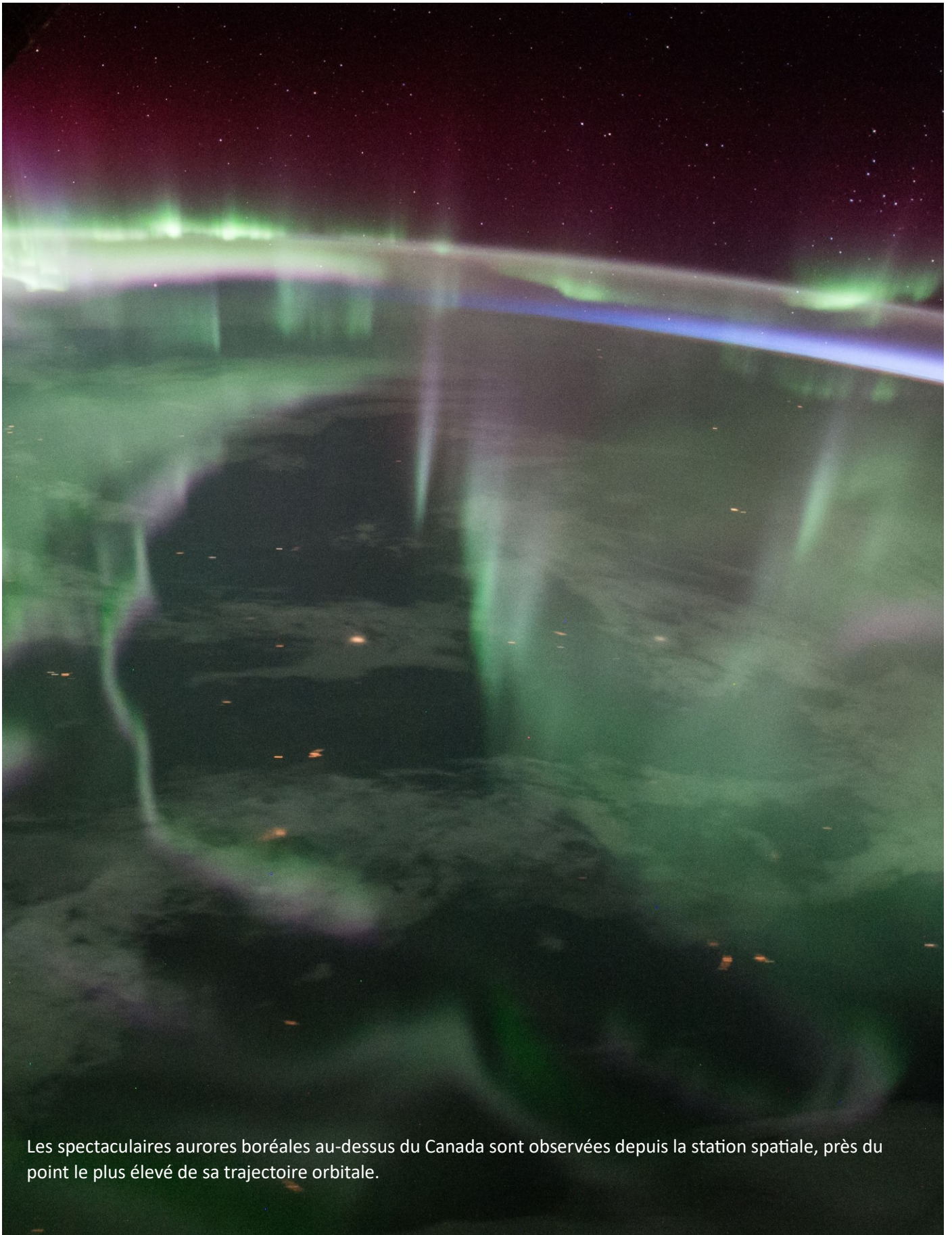
Bien que l'AARO dirige la réponse pangouvernementale à l'UAP, le groupe d'experts recommande que la NASA joue un rôle essentiel dans ce cadre. La NASA devrait tirer parti de ses capacités et de son expertise de base pour déterminer si elle doit jouer un rôle de premier plan ou de soutien dans la mise en œuvre d'une recommandation donnée.

ORGANISATION DE CE RAPPORT

Le présent rapport est organisé comme suit. Nous présentons une réponse systématique aux huit éléments de charge qui constituaient les termes de référence que la NASA a fournis à l'équipe d'étude indépendante, suivie d'un ensemble détaillé de conclusions et de recommandations. Ces réponses découlent d'une série de rapports de sous-groupes que l'équipe a examinés dans leur intégralité lors de la réunion publique du 31 mai 2023, et qui sont tous inclus en tant que produits de travail vers la fin du présent rapport, dans un souci de transparence publique.

A photograph showing the curvature of the Earth from space, with a bright blue and orange horizon line against a black background, representing an orbital sunrise.

Un lever de soleil orbital photographié par un membre de l'équipage d'Expedition 40 à bord de la Station spatiale internationale.



Les spectaculaires aurores boréales au-dessus du Canada sont observées depuis la station spatiale, près du point le plus élevé de sa trajectoire orbitale.

AVANT-PROPOS

Les phénomènes anormaux non identifiés (PAN) constituent l'un des plus grands mystères de notre planète. Des objets qui ne peuvent être identifiés comme des ballons, des avions ou des phénomènes naturels connus ont été observés dans le monde entier, mais les observations de haute qualité sont limitées. La nature de la science est d'explorer l'inconnu, et les données sont le langage que les scientifiques utilisent pour découvrir les secrets de notre univers. Malgré de nombreux témoignages et images, l'absence d'observations cohérentes et détaillées signifie que nous ne disposons pas actuellement de l'ensemble des données nécessaires pour tirer des conclusions scientifiques définitives au sujet de l'UAP.

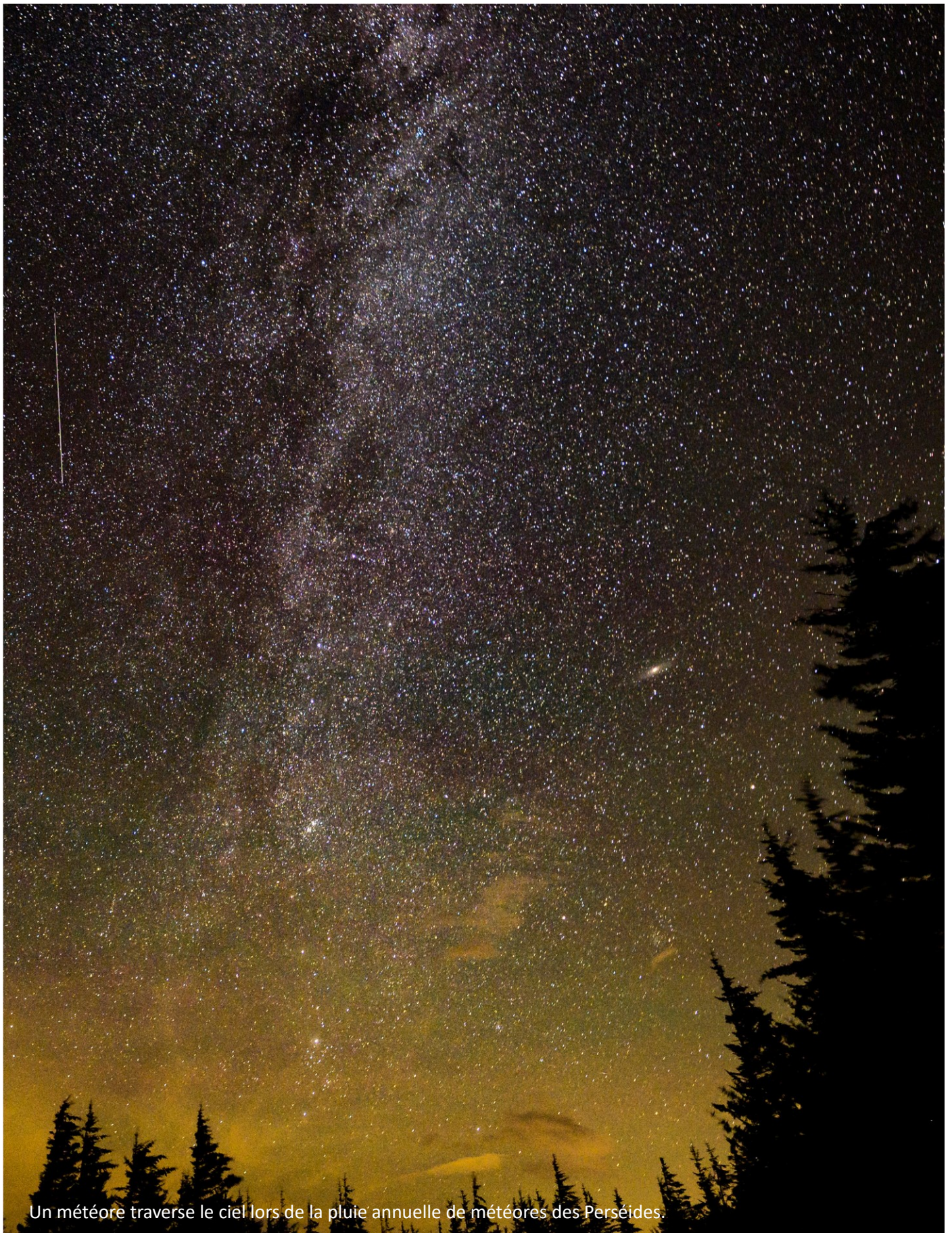
À la NASA, nous utilisons des données et des outils scientifiques pour explorer l'inconnu dans l'atmosphère et l'espace. En juin 2022, la NASA a mis en place une équipe d'étude externe indépendante chargée de trouver un moyen d'utiliser nos données et nos ressources en libre accès pour aider à faire la lumière sur la nature de l'UAP à venir. À l'instar d'une équipe de pairs, la NASA fait appel à des équipes d'étude indépendantes dans le cadre de son processus scientifique. Ces équipes fournissent à l'agence des conseils externes et un réseau élargi de points de vue d'experts scientifiques réputés.

L'équipe d'étude indépendante de l'UAP de la NASA est composée de 16 experts issus de divers horizons dans les domaines de la science, de la technologie, des données, de l'intelligence artificielle, de l'exploration spatiale, de la sécurité aérospatiale, des médias et de l'innovation commerciale. Ils ont été chargés d'identifier les données disponibles sur les UAP et de rédiger un rapport décrivant une feuille de route sur la manière dont la NASA peut utiliser ses outils scientifiques pour obtenir des données utilisables afin d'évaluer et de catégoriser la nature des UAP à l'avenir. Il ne s'agit pas d'un examen des incidents antérieurs liés à l'UAP.

Nous remercions les membres de l'équipe d'étude indépendante de l'UAP pour leur participation à l'étude et pour leur contribution à l'avancement de la compréhension de l'UAP par notre pays. Alors que nous sommes encore en train d'évaluer le rapport et les conclusions et recommandations de l'équipe, la Direction de la mission scientifique de la NASA et l'Agence s'engagent à maintenir un canal clair et ouvert pour la communication et les ressources avec le Bureau de résolution des anomalies dans tous les domaines (AARO) du ministère de la Défense, afin de soutenir son approche pangouvernementale de la compréhension et de la résolution des cas d'UAP. La NASA nomme un directeur de la recherche sur les PAN afin de centraliser les communications et de tirer parti des ressources et de l'expertise étendues de la NASA pour s'engager activement dans l'initiative des PAN à l'échelle de l'ensemble du gouvernement. Cette personne veillera également à ce que les vastes capacités analytiques de l'agence, y compris sa maîtrise de la gestion des données, de l'apprentissage automatique et de l'intelligence artificielle, soient mises au service de l'effort unifié du gouvernement en matière d'UAP.

À la NASA, nous sommes attachés à l'ouverture, à la transparence et à l'intégrité scientifique, qui constituent un élément central de nos activités. En mettant en place cette équipe d'étude indépendante, la NASA a obtenu des perspectives externes importantes de la part d'experts de premier plan dans notre pays sur la façon dont nous pouvons utiliser nos ressources pour faire progresser l'étude des données UAP et explorer l'inconnu dans l'air et l'espace pour le bénéfice de tous.

Dr. Nicola Fox, Associate Administrator, Science Mission Directorate



Un météore traverse le ciel lors de la pluie annuelle de météores des Perséides.

INTRODUCTION

Récemment, de nombreux témoins crédibles, souvent des aviateurs militaires, ont rapporté avoir vu des objets qu'ils ne reconnaissaient pas au-dessus de l'espace aérien américain. La plupart de ces événements ont été expliqués depuis, mais un petit nombre d'entre eux ne peuvent être immédiatement identifiés comme des phénomènes naturels ou d'origine humaine connus. Ces événements sont désormais collectivement désignés sous le nom de "phénomènes anormaux non identifiés" (UAP¹).

Une partie essentielle de la mission de la NASA consiste à explorer l'inconnu en utilisant le processus rigoureux de la méthode scientifique. Il s'agit d'examiner nos hypothèses et nos intuitions, de collecter des données de manière transparente et diligente, de reproduire les résultats, de rechercher une évaluation indépendante et, enfin, de parvenir à un consensus scientifique sur la nature d'un événement. La méthode scientifique nous incite à résoudre les problèmes en évaluant de manière impartiale nos propres idées, en acceptant de nous tromper et en suivant les données.

Il est de plus en plus évident que la majorité des observations de PAN peuvent être attribuées à des phénomènes ou à des événements connus. Lorsqu'il s'agit d'étudier ces phénomènes, notre principale difficulté réside dans le fait que les données nécessaires pour expliquer ces observations anormales n'existent souvent pas ; cela inclut les rapports de témoins oculaires, qui peuvent être intéressants et convaincants, mais qui ne sont pas reproductibles et ne contiennent généralement pas les informations nécessaires pour tirer des conclusions définitives sur la provenance d'un PAN. Pour comprendre les UAP, il est donc essentiel de disposer d'un cadre scientifique rigoureux, fondé sur des preuves et des données.

Le présent rapport propose une vision de la manière dont la NASA pourrait contribuer à la compréhension du phénomène et dont l'approche de l'agence complétera les efforts déployés par l'ensemble du gouvernement pour comprendre les UAP.

1 - Au moment où cette étude a été lancée, le Congrès a défini les UAP comme des phénomènes aériens non identifiés. Après le début de cette étude, le terme UAP a été redéfini comme Phénomènes Anormaux Non Identifiés.



Un ballon météorologique s'envole dans le ciel après avoir été lâché de la station météorologique de Cap Canaveral, en Floride.

CONSTATATION

La flotte de satellites d'observation de la Terre de la NASA devrait jouer un rôle de soutien important pour déterminer les conditions environnementales qui coïncident avec l'UAP.

CONSTATATION

Il est essentiel de noter le rôle central que joue la conservation de données structurées dans un cadre rigoureux et fondé sur des preuves pour mieux comprendre l'UAP.

RÉPONSES À L'ÉNONCÉ DE LA TÂCHE

Quels types de données scientifiques actuellement collectées et archivées par la NASA ou d'autres entités gouvernementales civiles devraient être synthétisées et analysées afin de faire la lumière sur la nature et les origines des phénomènes anormaux non identifiés (PAN) ?

La NASA dispose de divers moyens d'observation de la Terre et de l'espace, existants et prévus, ainsi que de vastes archives de données historiques et actuelles, qui devraient être utilisés pour relever les défis de la détection et/ou de la compréhension des PAN. La flotte de satellites d'observation de la Terre de la NASA est celle qui recueille le plus de données sur le système terrestre, mais elle n'a généralement pas la résolution spatiale nécessaire pour détecter des objets relativement petits tels que les UAP. Ils devraient néanmoins jouer un rôle de soutien important pour déterminer les conditions environnementales qui coïncident avec la présence d'UAP. Par exemple, les capteurs avancés des missions Terra et Aqua devraient être directement utilisés pour sonder rétroactivement l'état des conditions terrestres, océaniques et atmosphériques locales qui coïncident, dans l'espace et dans le temps, avec les UAP initialement détectés par d'autres méthodes. Ainsi, la NASA peut aider à déterminer si des facteurs environnementaux spécifiques sont associés aux propriétés ou aux occurrences de PAN signalées.

D'autres capacités civiles prometteuses peuvent être utilisées pour examiner les PAN. Des moyens tels que le réseau de radars Doppler NEXRAD (160 radars météorologiques exploités conjointement par la FAA, l'U.S. Air Force et le National Weather Service) ou les satellites géostationnaires opérationnels pour l'étude de l'environnement seront essentiels pour distinguer les objets intéressants de l'encombrement aérien. En outre, les prochaines études du grand ciel réalisées par des télescopes terrestres tels que l'observatoire Vera C. Rubin apporteront un complément puissant à la recherche d'objets anormaux au-delà de l'atmosphère terrestre.

La NASA possède également une expérience considérable en matière de radar à synthèse d'ouverture (SAR), qui peut fournir des images de la Terre d'une résolution angulaire beaucoup plus élevée et confirmer les mouvements et les changements à la surface. Le groupe d'experts estime que les futurs satellites d'observation de la Terre basés sur le SAR sont particulièrement prometteurs, comme la mission NISAR (NASA-ISRO Synthetic Aperture Radar), réalisée en partenariat avec l'Organisation indienne de recherche spatiale (Indian Space Research Organization). L'excellente résolution de NISAR fournira des données radar précieuses qui pourraient s'avérer cruciales pour l'examen direct des UAP, en plus de leur contexte environnemental. Les systèmes SAR permettront également de valider, grâce aux signatures Doppler qu'ils produisent, toute propriété véritablement anormale, telle qu'une accélération rapide ou des manœuvres à grande vitesse.

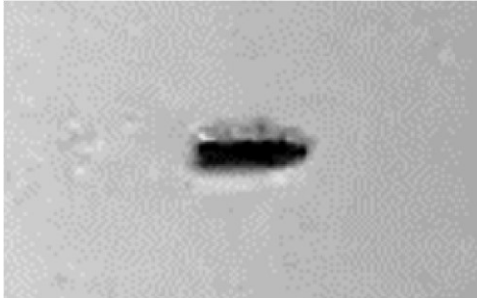
Les données de l'UAP ne sont pas structurées en fonction des métadonnées et ne sont pas optimisées pour une analyse scientifique systématique. C'est là que la NASA - avec son expertise de premier plan en matière de conservation, d'archivage et de distribution de grands volumes de données - peut jouer un rôle clé. L'adhésion de la NASA aux principes de données FAIR (Findability, Accessibility, Interoperability and Reusability) lors de la création de référentiels de données curatées permet aux scientifiques et aux citoyens scientifiques de procéder à l'exploration des données et à des analyses significatives. En outre, en raison de l'absence d'un système global de

collecte des rapports UAP civils, il existe des incohérences dans la manière dont les données sont collectées, traitées et conservées. L'application de la rigueur de la NASA aux protocoles de données UAP sera en fin de compte essentielle pour une compréhension détaillée de ces phénomènes.

South Asian Object (Image 1)

Images prises par un MQ-9 d'un objet non identifié en Asie du Sud présentant un sillage atmosphérique apparent ou une cavitation. Le Bureau de résolution des anomalies tous domaines a ensuite estimé qu'il s'agissait probablement d'un avion commercial. La cavitation est probablement un artefact de capteur résultant de la compression vidéo.

L'apparition d'informations visuelles du ministère américain de la défense (DoD) n'implique pas ou ne constitue pas une approbation du DoD.



CONSTATATION

L'industrie américaine de la télédétection commerciale offre un mélange puissant de capteurs d'observation de la Terre qui ont le potentiel collectif de résoudre directement les événements UAP.

Quels types de données scientifiques actuellement collectées et détenues par des organisations à but non lucratif et des entreprises devraient être synthétisées et analysées afin de faire la lumière sur la nature et les origines de l'UAP ?

L'industrie américaine de la télédétection commerciale offre un mélange puissant de capteurs d'observation de la Terre qui ont le potentiel collectif de résoudre directement les événements de l'UAP. Par exemple, les constellations de satellites commerciaux fournissent des images à une résolution spatiale de plusieurs mètres, ce qui correspond bien aux échelles spatiales typiques des PAN connus. En outre, la cadence temporelle élevée offerte par les réseaux commerciaux de télédétection peut augmenter considérablement la probabilité de fournir une couverture rétroactive des événements UAP qui sont initialement observés par d'autres moyens. La limite de ces données est qu'à tout moment, la majeure partie de la surface de la Terre n'est pas couverte par des satellites commerciaux à haute résolution - pour un événement UAP particulier, nous devons avoir la chance d'obtenir des observations à haute résolution à partir de l'espace.

Par ailleurs, le groupe d'experts salue les efforts déployés par le secteur privé et la communauté universitaire américaine pour utiliser un ou plusieurs capteurs terrestres peu coûteux capables de surveiller de vastes zones du ciel. Ces capteurs, qui pourraient être rapidement déployés dans les zones d'activité connue des UAP, pourraient jouer un rôle clé dans l'établissement des tendances dites "d'activité", ainsi que des caractéristiques physiques des UAP elles-mêmes.

CONSTATATION

La normalisation des informations collectées par le biais d'un étalonnage bien conçu permettra de mener une enquête scientifique rigoureuse sur l'UAP. L'expérience de la NASA dans ce domaine sera essentielle.

CONSTATATION

La NASA devrait tirer parti de son expertise considérable dans ce domaine pour éventuellement utiliser des données multispectrales ou hyperspectrales dans le cadre d'une campagne rigoureuse.

Une fois de plus, cependant, un étalonnage solide des données est vital, et ici encore la NASA peut jouer un rôle consultatif important. Le processus d'étalonnage garantit que les informations recueillies par les capteurs et les instruments sont précises, fiables et dépourvues d'erreurs ou de biais systématiques. Dans le cas des études sur les UAP, où les données proviennent souvent d'instruments qui ne sont pas spécifiquement conçus pour détecter de tels objets, un bon étalonnage devient encore plus crucial. Les métadonnées, qui fournissent des informations contextuelles telles que le type de capteur, les coordonnées du fabricant, les caractéristiques du bruit et l'heure d'acquisition, doivent être présentes simultanément pour permettre une caractérisation précise d'un UAP potentiel et du capteur lui-même. En effet, il a été démontré que plusieurs PAN apparents étaient des artefacts du capteur une fois que l'étalonnage approprié et l'examen minutieux des métadonnées ont été appliqués. Bien qu'il s'agisse d'un investissement substantiel, la normalisation des informations collectées par le biais d'un étalonnage bien conçu permettra de mener une enquête scientifique rigoureuse sur les UAP. L'expérience de la NASA dans ce domaine sera essentielle.

Quels autres types de données scientifiques la NASA devrait-elle collecter pour améliorer les possibilités de compréhension de la nature et des origines de l'UAP ?

Pour améliorer notre compréhension de l'UAP, la NASA devrait contribuer à une approche globale de la collecte de données dans le cadre plus large de l'ensemble du gouvernement pour comprendre l'UAP. Il est primordial de détecter les UAP à l'aide de capteurs multiples et bien calibrés, et la NASA devrait tirer parti de son expertise considérable dans ce domaine pour utiliser éventuellement des données multispectrales ou hyperspectrales dans le cadre d'une campagne rigoureuse visant à acquérir des données supplémentaires sur les futures UAP. En outre, les prochains relevés du ciel à grande échelle, rendus possibles par les moyens fédéraux au sol, notamment l'observatoire Vera C. Rubin, permettront de collecter de grandes quantités de données, qui pourront être directement utilisées pour rechercher des objets anormaux au-delà de l'atmosphère terrestre.

Les signatures de données sont vastes et les théories qui prédisent de nouvelles signatures aident à guider nos recherches. Il est impératif de fixer des seuils de preuve clairs pour éviter les erreurs, en particulier avec les méthodes automatisées. En outre, les futurs capteurs spécialement conçus pour la détection des UAP devraient être conçus pour s'adapter à des échelles de temps de l'ordre de la milliseconde afin d'améliorer la détection. Les systèmes d'alerte devraient détecter et partager rapidement et uniformément les informations transitoires.

Le groupe d'experts note qu'à l'heure actuelle, la collecte de données sur les UAP est entravée par les problèmes d'étalonnage des capteurs et par le manque de métadonnées. En bref, l'étalonnage garantit la fiabilité et la précision des données recueillies à l'avenir, tandis que la collecte de métadonnées - telles que l'heure, le lieu et les modes d'observation des capteurs - permet de s'assurer que les facteurs contextuels et environnementaux d'un événement UAP enregistré sont bien pris en compte dans le processus de collecte des données.

CONSTATATION

L'expertise de la NASA devrait être pleinement exploitée dans le cadre d'une stratégie solide et systématique en matière de données dans le cadre de l'ensemble du gouvernement.

Les données sont connues. Ces deux éléments permettent à leur tour des analyses systématiques des événements UAP et, surtout, l'élimination des faux positifs dus aux artefacts des capteurs. Un effort concerté pour améliorer ces deux aspects sera vital lors de la collecte des données futures, et l'expertise de la NASA

devrait être exploitée dans le cadre d'une stratégie de données solide et systématique dans le cadre de l'ensemble du gouvernement.

Le groupe d'experts voit également plusieurs avantages à augmenter les efforts potentiels de collecte de données en utilisant des techniques modernes de crowdsourcing, y compris des applications libres basées sur des smartphones qui recueillent simultanément des données d'imagerie et d'autres données de capteurs de smartphones de la part de plusieurs observateurs citoyens. La NASA devrait donc étudier la viabilité du développement ou de l'acquisition d'un tel système de crowdsourcing dans le cadre d'une future stratégie de données.

Comme indiqué ci-dessus, la flotte de satellites d'observation de la Terre de la NASA doit également jouer un rôle clé dans la collecte de données futures sur les conditions environnementales coïncidant avec les observations d'UAP. Malgré l'inadéquation de la résolution spatiale entre la génération actuelle de satellites et les événements UAP typiques, la collecte et l'analyse des données satellitaires futures nous permettront sans aucun doute de mieux comprendre les facteurs environnementaux typiques associés aux UAP. Les futures missions, telles que le système de satellites NOAA/NASA Geostationary Extended Observations (GeoXO), fourniront des données encore plus robustes qui s'avéreront importantes pour l'analyse de l'UAP. La NASA devrait également exploiter les capteurs qui élargissent sa portée d'observation, notamment en pénétrant plus profondément dans l'océan ou aux interfaces air/mer.

Ensuite, les efforts de collecte en radioastronomie et en astronomie optique, conçus pour la recherche de technosignatures, devraient être étendus de l'atmosphère terrestre à l'ensemble du système solaire. En outre, les programmes concernant les objets géocroiseurs (NEO) disposent également d'importantes collections de données sur les phénomènes proches de l'atmosphère terrestre, ce qui constitue un réservoir inexploité de données permettant de caractériser les phénomènes naturels et les anomalies. La NASA devrait envisager d'intégrer ces éléments dans le cadre d'une stratégie solide en matière de données futures.

Enfin, l'implication même de la NASA dans la collecte de données futures jouera un rôle important dans la réduction de la stigmatisation associée aux rapports UAP, qui conduit très probablement à l'attrition des données à l'heure actuelle. La confiance que le public accorde depuis longtemps à la NASA, qui est essentielle pour communiquer les résultats de ces phénomènes aux citoyens, est cruciale pour déstigmatiser les rapports sur les PAN et la recherche scientifique. Les processus scientifiques utilisés par la NASA encouragent la pensée critique ; la NASA peut montrer au public comment aborder un sujet, tel que les PAN, en appliquant des rapports transparents et des analyses rigoureuses lors de l'acquisition de données futures.

Objet au Moyen-Orient

Images prises par un MQ-9 d'un objet argenté ressemblant à une sphère au Moyen-Orient. En raison du manque de données, l'objet n'a pas été identifié.

L'apparition d'informations visuelles du ministère américain de la défense (DoD) n'implique pas ou ne constitue pas une approbation du DoD.



CONSTATATION

L'IA et la ML, combinées à la vaste expertise de la NASA, devraient être utilisées pour étudier la nature et les origines de l'UAP.

Quelles sont les techniques d'analyse scientifique actuellement en cours de production qui pourraient être utilisées pour évaluer la nature et l'origine des PAU ? Quels types de techniques d'analyse devraient être développés ?

L'intelligence artificielle (IA) et l'apprentissage machine (ML) se sont révélés être des outils essentiels pour identifier des occurrences rares dans de vastes ensembles de données. Ces méthodes, combinées à la vaste expérience et à l'expertise de la NASA, devraient être utilisées pour étudier la nature et les origines de l'UAP en examinant des données provenant de sources telles que les satellites et les systèmes radar. Cependant, l'efficacité de l'IA et de la ML dans l'étude de l'UAP dépend essentiellement de la qualité des données utilisées pour former l'IA et dans les analyses ultérieures. À l'heure actuelle, l'analyse de l'UAP est davantage limitée par la qualité des données que par la disponibilité des techniques. Par conséquent, il est plus prioritaire d'obtenir des données de meilleure qualité que de développer de nouvelles techniques d'analyse.

Une fois que l'AARO et d'autres agences, y compris la NASA, auront accumulé un vaste catalogue de données de référence, celles-ci pourront être utilisées pour entraîner les réseaux neuronaux afin qu'ils puissent caractériser les écarts par rapport à la normale. Le groupe d'experts estime que les techniques standard appliquées couramment en astronomie, en physique des particules et dans d'autres domaines scientifiques peuvent être adaptées à ces analyses.

Lorsqu'il s'agit de détecter des anomalies - telles que les PAN - dans des ensembles de données, il existe deux approches. La première consiste à construire un modèle qui représente les caractéristiques attendues du signal, puis à rechercher des correspondances par rapport à ce modèle. La seconde approche consiste à utiliser un modèle des propriétés de l'arrière-plan et à rechercher tout ce qui s'écarte de ce modèle. Le groupe d'experts note que la première approche est difficile car nous ne disposons pas d'une description cohérente des caractéristiques physiques de l'UAP. La deuxième approche

CONSTATATION

La NASA, grâce à son expertise en matière d'étalonnage, de gestion et d'analyse avancée des données, est bien placée pour jouer un rôle central dans ces efforts.

L'approche de la recherche, en revanche, nécessite une compréhension de ce qui est considéré comme normal et connu dans une zone de recherche donnée, qui peut ensuite être distingué de ce qui est inhabituel et inconnu. L'AARO a déjà commencé cette tâche en étudiant ce que les phénomènes "normaux", tels que les reflets solaires ou les ballons, représentent pour les détecteurs militaires. Le programme d'étalonnage systématique des observations "normales" est une étape essentielle avant de commencer à rechercher l'anormal.

Une troisième voie potentielle d'analyse scientifique consiste à recouper les vastes bases de données de la NASA avec les lieux et les heures des événements UAP signalés. Une fois qu'une liste exhaustive des rapports UAP sera disponible, le groupe d'experts considère qu'il s'agit d'une méthode prometteuse pour les analyses futures. Là encore, l'expertise de la NASA en matière d'IA et de ML lui permettra d'apporter une contribution de premier plan.

Pour toute analyse scientifique, y compris l'analyse UAP, il est essentiel que les données utilisées pour l'IA et la ML soient collectées selon des normes rigoureuses. Les données doivent être collectées à l'aide d'instruments calibrés et adaptés à leurs cas d'utilisation respectifs, accompagnés de métadonnées pour faciliter l'étalonnage et la compréhension du contexte. La conservation et l'intégration correctes des données sont également essentielles pour permettre l'analyse scientifique. Pour établir une compréhension de base, il est également nécessaire d'examiner des événements connus à l'aide d'instruments calibrés avec précision. La NASA, grâce à son expertise en matière d'étalonnage, de gestion et d'analyse avancée des données, est bien placée pour jouer un rôle central dans ces efforts au sein du cadre pangouvernemental d'évaluation de l'UAP.

Compte tenu des facteurs susmentionnés, quelles contraintes physiques fondamentales peuvent être imposées à la nature et aux origines de l'UAP ?

Les observations faites à ce jour sur les PAN ne sont pas cohérentes et ne présentent pas les mêmes caractéristiques. Par conséquent, il est difficile de leur imposer des contraintes physiques à l'heure actuelle, ce qui motive fortement le cadre rigoureux et fondé sur des données probantes présenté dans ce rapport. Les contraintes physiques les plus fortes ne concernent pas les événements anormaux mais les événements conventionnels : nous connaissons la gamme de vitesses et d'accélération que peuvent atteindre les plates-formes, drones, ballons et avions les plus modernes. Les écarts par rapport à ce comportement, comme toute observation bien caractérisée de vitesses et d'accélération en dehors de cette plage, sont scientifiquement intéressants pour l'évaluation et l'analyse de l'UAP. Le groupe d'experts souligne qu'il est essentiel de déterminer clairement les distances pour comprendre et corroborer tout événement anormal de grande vitesse et de forte accélération, un fait confirmé par les conclusions de l'AARO selon lesquelles la grande majorité des PAN ont des explications prosaïques.

CONSTATATION

Le groupe d'experts considère qu'il est possible d'imposer des contraintes physiques aux PAN, ainsi qu'une série de natures et d'origines plausibles.

CONSTATATION

Grâce à son expertise de premier plan en matière de conservation et d'organisation des données, la NASA est bien placée pour donner des conseils sur les meilleures méthodologies pour établir des référentiels de données sur l'espace aérien civil.

Si le cadre pangouvernemental de compréhension des PAN - dans lequel la NASA joue un rôle crucial - devait mettre en œuvre la majorité des mesures prescrites ci-dessus, le groupe d'experts considère que l'imposition de contraintes physiques aux PAN, ainsi que la série de natures et d'origines plausibles, sont à portée de main. Si tous les événements non identifiés se déplacent à des vitesses et à des accélérations conventionnelles, cela indique probablement une explication conventionnelle de ces événements. Des preuves convaincantes d'accélération et de vitesses anormales vérifiées indiqueraient des explications potentiellement nouvelles pour les PAN.

Quelles sont les données de l'espace aérien civil relatives aux UAP qui ont été collectées par les agences gouvernementales et qui sont disponibles pour analyse afin a) d'informer les efforts visant à mieux comprendre la nature et les origines des UAP, et b) de déterminer le risque des UAP pour l'espace aérien national (NAS) ?

Les agences gouvernementales, y compris la FAA, recueillent des données sur l'espace aérien civil qui peuvent être analysées pour détecter les UAP. Ces données comprennent les informations obtenues des tours de contrôle du trafic aérien et des systèmes radar. Il est toutefois essentiel de noter que ces données ne sont pas toujours optimisées ou adaptées à une analyse scientifique rigoureuse de l'UAP. Les observations sont presque toujours effectuées de manière fortuite à l'aide d'instruments qui ne sont pas spécifiquement conçus pour détecter des objets ; en outre, il manque souvent des informations contextuelles cruciales sous la forme de métadonnées. Bien que les données de l'espace aérien civil aient été utilisées par l'AARO pour faciliter l'analyse de cas isolés d'UAP, il est peu probable que le vaste corpus de ces données permette une compréhension globale de la taille, du mouvement ou de la nature des UAP.

En outre, il n'existe actuellement aucun système fédéral normalisé pour l'établissement des rapports civils sur les PAN. Alors que l'AARO est en train de mettre en place un mécanisme systématique pour les rapports d'UAP des militaires et des services de renseignement, les directives actuelles de la FAA demandent aux citoyens souhaitant signaler des UAP de contacter les forces de l'ordre locales ou une ou plusieurs organisations non gouvernementales. En conséquence, la collecte de données est rare, non systématique et ne fait l'objet d'aucun protocole de curation ou de contrôle.

Une fois de plus, la NASA peut apporter une aide importante aux efforts déployés par l'ensemble du gouvernement pour comprendre les PAN. Grâce à son expertise de premier plan en matière de conservation et d'organisation des données, la NASA est bien placée pour donner des conseils sur les meilleures méthodologies pour établir des référentiels de données sur l'espace aérien civil.

CONSTATATION

L'utilisation du système de rapports sur la sécurité aérienne pour les rapports sur les UAP des pilotes professionnels permettrait de disposer d'une base de données essentielle.

Quels sont les protocoles de signalement actuels et les systèmes d'acquisition de données de gestion du trafic aérien (ATM) qui peuvent être modifiés pour obtenir des données supplémentaires sur les UAP passés et futurs ?

Il est clair pour le groupe d'experts qu'il est essentiel d'établir un cadre et un référentiel de données plus solides et plus systématiques pour les comptes rendus d'UAP. Cela s'applique en particulier aux rapports civils sur les UAP : les lignes directrices actuelles de la FAA suggèrent que les citoyens souhaitant signaler des UAP contactent les forces de l'ordre locales ou une ou plusieurs organisations non gouvernementales, ce qui n'est pas suffisant pour tirer des conclusions scientifiques. Bien que ces rapports de témoins oculaires soient souvent intéressants et convaincants, ils ne suffisent pas à eux seuls à tirer des conclusions définitives sur les UAP. Par conséquent, leur corroboration efficace dans le cadre d'un rapport solide et d'un suivi basé sur des données recueillies de manière systématique (y compris le système ATM) peut constituer un outil utile pour comprendre les PAN.

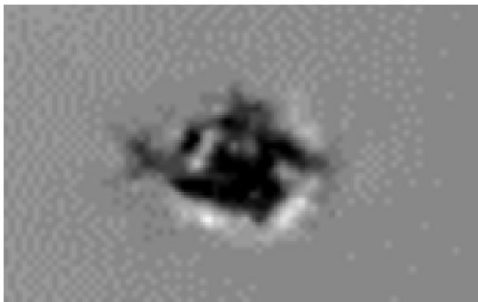
Le système de rapports sur la sécurité aérienne (ASRS) de la NASA, que la NASA administre pour la FAA, constitue une voie particulièrement prometteuse pour une intégration plus poussée dans un cadre systématique fondé sur des données probantes. Il s'agit d'un système confidentiel, volontaire et non punitif qui reçoit les rapports de sécurité des pilotes, des contrôleurs aériens, des répartiteurs, du personnel de cabine, des opérateurs au sol, des techniciens de maintenance et des opérateurs d'UAS, et qui constitue une source de données unique pour les nouveaux problèmes de sécurité des UAS. L'ASRS reçoit des rapports décrivant des accidents évités de justesse,

des dangers, des violations et des incidents liés à la sécurité. Avec 47 ans de rapports confidentiels sur la sécurité, l'ASRS a reçu plus de 1 940 000 rapports, soit une moyenne d'environ 100 000 par an. Les rapports proviennent de tous les aspects des opérations aériennes. Bien que le système se trouve à la NASA Ames et implique des employés de la NASA, le programme ASRS est uniquement financé par la FAA et ne fait pas partie de l'activité aéronautique de la NASA. Bien qu'il n'ait pas été conçu à l'origine pour la collecte des UAP, l'exploitation de ce système pour la déclaration des UAP des pilotes commerciaux permettrait de disposer d'une base de données essentielle qui serait précieuse pour les efforts déployés par l'ensemble du gouvernement pour comprendre les UAP, et c'est là que la NASA devrait fournir une assistance technique.

Objet d'Asie du Sud (Image 2)

Image prise par un MQ-9 d'un objet non identifié en Asie du Sud avec un sillage atmosphérique apparent ou une cavitation, évalué plus tard comme un avion commercial probable par le Bureau de résolution des anomalies tous domaines. La cavitation est probablement un artefact de capteur résultant de la compression vidéo.

L'apparition d'informations visuelles du ministère américain de la défense (DoD) n'implique pas ou ne constitue pas une approbation du DoD.



CONSTATATION

Le partenariat solide entre la NASA et la FAA sera essentiel pour concevoir les futurs systèmes de gestion du trafic aérien afin d'acquérir des données sur les UAP.

Quelles améliorations potentielles des futurs efforts de développement de l'ATM peuvent être recommandées pour acquérir des données concernant les futurs UAP signalés afin de contribuer aux efforts visant à mieux comprendre la nature et l'origine des UAP ?

L'expérience approfondie de la NASA en matière de recherche et de développement d'outils de gestion du trafic aérien, ainsi que son partenariat solide avec la FAA, seront essentielles pour concevoir les futurs systèmes ATM afin d'acquérir des données sur les UAP. Actuellement, les instruments de surveillance ne sont pas conçus pour détecter les objets anormaux, et les métadonnées associées sont souvent absentes. La NASA devrait commencer par développer de nouveaux concepts et idées pour les systèmes ATM, qui permettent à ces systèmes de contribuer à l'effort visant à mieux comprendre l'UAP.

La NASA devrait tirer parti de son expertise en examinant et en démontrant les techniques de détection passive. La NASA devrait également envisager des plateformes qui incluent de nouveaux types de données telles que des données d'imagerie et même des données multispectrales ou hyperspectrales. De son côté, la NASA pourrait mener des recherches pour déterminer si des algorithmes d'apprentissage automatique pourraient être incorporés dans les futurs systèmes de gestion du trafic aérien afin de détecter et d'analyser les UAP en temps réel. Cette recherche représenterait une entreprise complexe dont le résultat pourrait permettre une collecte substantielle et systématique de données UAP ainsi qu'une caractérisation solide de l'arrière-plan. Une fois de plus, l'expérience et l'expertise de la NASA dans ces domaines lui permettraient d'apporter une aide essentielle à l'identification et à l'évaluation de nouveaux systèmes de sécurité.



Cette image de la navette spatiale STS-100 de la NASA montre des tourbillons de von Karman qui se forment naturellement dans les nuages près de l'île de Rishiri-to au Japon, causés par une atmosphère stable et peu nuageuse qui s'écoule au-dessus d'un obstacle élevé.

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES

Nous recommandons que la NASA joue un rôle de premier plan dans les efforts déployés par l'ensemble du gouvernement pour comprendre l'UAP en tirant parti de sa vaste expertise pour contribuer à une approche globale, fondée sur des données probantes et ancrée dans la méthode scientifique. Nous recommandons en particulier que la NASA utilise ses moyens d'observation de la Terre existants et prévus pour sonder les conditions environnementales locales associées à l'UAP qui sont initialement détectées par d'autres moyens. Ce faisant, la NASA peut directement vérifier si certains facteurs environnementaux coïncident avec des PAN connus. Nous recommandons également à la NASA d'étudier la possibilité de renforcer sa collaboration avec l'industrie commerciale américaine de télédétection, qui offre de puissantes constellations de satellites d'observation de la Terre à haute résolution.

À l'heure actuelle, la détection de l'UAP se fait souvent par hasard, grâce à des capteurs qui n'ont pas été conçus ou calibrés à cette fin et qui ne disposent pas de métadonnées complètes. Si l'on ajoute à cela un archivage et une conservation incomplets des données, cela signifie que l'origine de nombreux UAP reste incertaine. L'importance de la détection des UAP à l'aide de plusieurs capteurs bien calibrés est donc primordiale, et nous recommandons donc que la NASA tire parti de son expertise considérable dans ce domaine pour utiliser éventuellement des données multispectrales ou hyperspectrales dans le cadre d'une campagne rigoureuse d'acquisition de données.

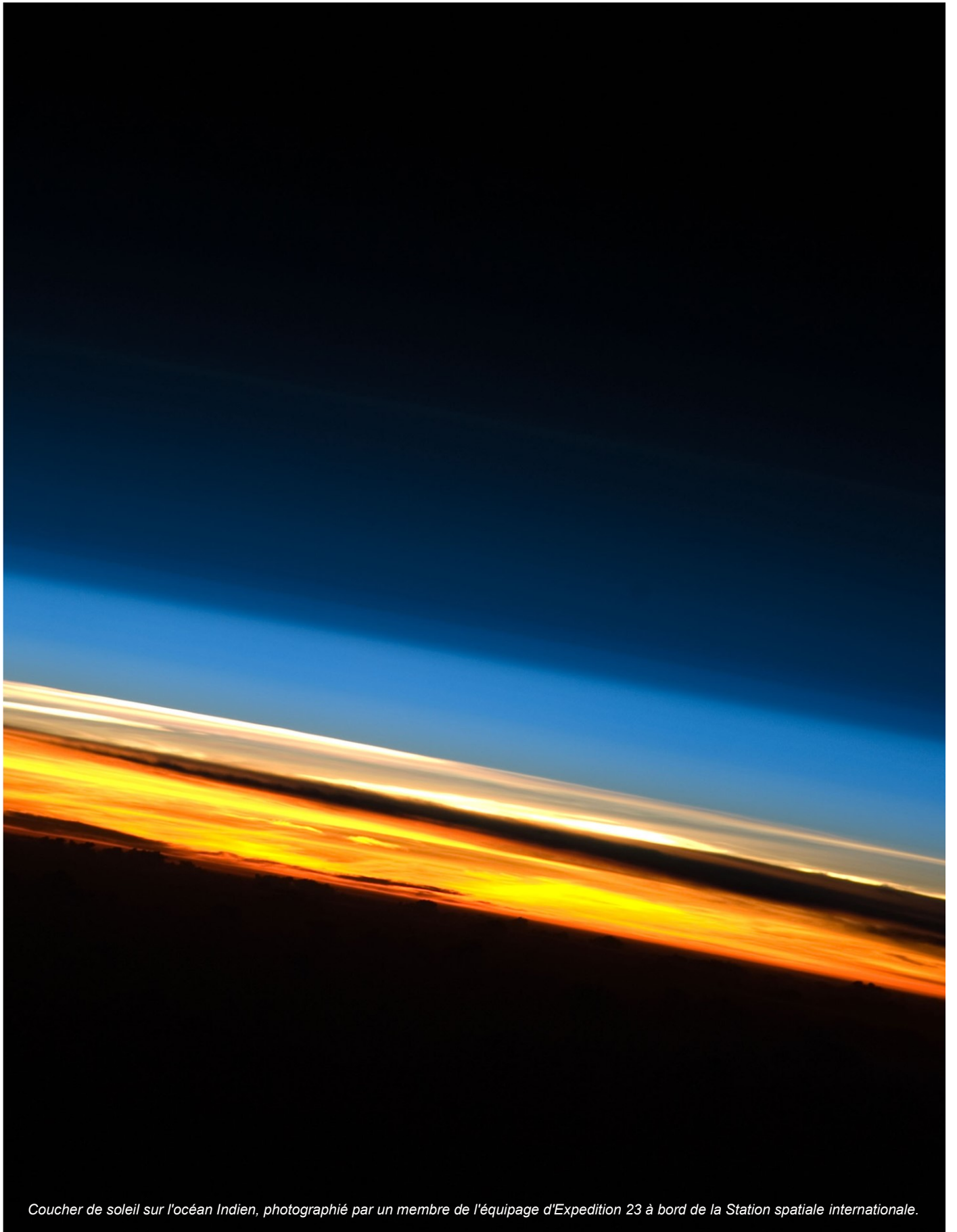
Par ailleurs, le groupe d'experts estime que des techniques sophistiquées d'analyse des données, y compris l'intelligence artificielle et l'apprentissage automatique, doivent être utilisées dans le cadre d'une campagne complète de détection des UAP, lorsqu'elles sont associées à une collecte systématique des données et à une conservation solide. Nous recommandons que l'expertise de la NASA dans ces domaines clés soit mise au service de l'effort pangouvernemental en matière d'UAP.

Le groupe d'experts estime que l'engagement du public dans l'effort visant à mieux comprendre les UAP sera vital. La NASA, en prêtant son nom aux études sur les PAN, contribue déjà à réduire la stigmatisation associée à la déclaration. En outre, nous recommandons que la NASA explore la viabilité du développement ou de l'acquisition d'un système de crowdsourcing, tel que des applications libres basées sur les smartphones, pour recueillir des données d'imagerie et d'autres données de capteurs de smartphones de plusieurs observateurs citoyens dans le cadre d'un effort plus large pour recueillir plus systématiquement les rapports publics sur les UAP.

Enfin, nous recommandons de mieux exploiter le système de rapports sur la sécurité aérienne (ASRS) pour les rapports UAP des pilotes commerciaux, qui constitue une base de données essentielle pour les efforts déployés par l'ensemble du gouvernement pour comprendre l'UAP. La longue histoire de partenariat de l'Agence avec la FAA devrait également être mise à profit pour étudier comment les techniques d'analyse avancées en temps réel pourraient être appliquées aux futures générations de systèmes de gestion du trafic aérien (ATM).

En conclusion, la NASA est particulièrement bien placée pour contribuer à une approche solide et systématique de l'étude de l'UAP, en poursuivant sa mission d'avancement des connaissances scientifiques, de l'expertise technique et de l'exploration. En tenant compte des recommandations ci-dessus, et en fonction des priorités budgétaires, la NASA devrait tirer parti de ses capacités et de son expertise de base pour déterminer si elle devrait jouer un rôle de premier plan ou de soutien dans la mise en œuvre d'une recommandation donnée. Le

positionnement du rôle de la NASA devrait en outre être situé dans le contexte de l'approche plus large de l'ensemble du gouvernement pour comprendre l'UAP.



Coucher de soleil sur l'océan Indien, photographié par un membre de l'équipage d'Expedition 23 à bord de la Station spatiale internationale.

Remerciements

La compilation de ce rapport a été une tâche considérable, rendue possible uniquement grâce aux efforts collectifs d'une équipe de professionnels dévoués. Nous aimerions prendre un moment pour reconnaître et exprimer notre gratitude à ceux qui ont joué un rôle déterminant dans cette entreprise.

En premier lieu, notre profonde reconnaissance va à la NASA pour son soutien et son engagement inébranlables. Nous sommes profondément reconnaissants à l'administrateur de la NASA, le sénateur Bill Nelson, pour son approche visionnaire, qui a reconnu l'importance de la participation de la NASA à cette initiative.

Daniel Evans, notre responsable fédéral désigné, a fait preuve d'un leadership et d'une orientation exceptionnels tout au long de cette étude. Notre gratitude s'étend à l'administrateur associé du Science Mission Directorate, le Dr Nicky Fox, et à son prédécesseur, le Dr Thomas Zurbuchen, pour leurs précieux conseils. En outre, une mention spéciale doit être faite à la division des sciences de la Terre de la NASA pour avoir gracieusement accueilli cette activité dans le cadre du comité consultatif des sciences de la Terre.

Traitant les demandes des médias avec finesse et professionnalisme, Katherine Rohloff, l'attachée de presse de l'UAP de la NASA, a été un pilier essentiel de notre stratégie de communication. Son dévouement à assurer une communication précise et efficace de nos résultats au public est digne d'éloges.

Nous remercions sincèrement le Dr Sean Kirkpatrick, directeur de l'AARO. Son expertise et sa collaboration ont été inestimables, enrichissant notre compréhension et fournissant une base solide pour le travail de notre commission.

Enfin, le personnel des services de soutien à la recherche et à l'éducation de la NASA (NRESS) a été le héros méconnu dans les coulisses, veillant à ce que chaque détail logistique soit méticuleusement pris en compte. Nous tenons à exprimer notre sincère gratitude à Renée Atkins et Sharon Smallwood pour leur dévouement et leur soutien indéfectible.

À tous ceux qui ont été mentionnés et aux innombrables autres personnes qui ont contribué en coulisses, nous exprimons notre plus profonde gratitude. Votre engagement, votre expertise et votre passion ont été le moteur de ce rapport et nous vous en sommes profondément reconnaissants.

PRODUITS DU TRAVAIL : DISCUSSION

Les réponses du panel aux huit éléments du mandat, ainsi que les recommandations et conclusions générales du panel, sont toutes issues d'une série de rapports de sous-panels que l'ensemble de l'équipe a examinés dans leur intégralité lors de la réunion publique qui s'est tenue le 31 mai 2023. Ces rapports sont inclus dans la présente section dans un souci de transparence.

L'UAP dans un contexte scientifique

Le 9 juin 2022, la NASA a annoncé la réalisation d'une étude indépendante sur les phénomènes anormaux non identifiés (PAN), visant à déterminer comment l'Agence pourrait aborder la question sur le plan scientifique. Récemment, de nombreux témoins crédibles, souvent des aviateurs militaires, ont rapporté avoir vu des objets qu'ils ne reconnaissaient pas au-dessus de l'espace aérien américain. La plupart de ces événements ont depuis été expliqués, mais un petit nombre d'entre eux ne peuvent être immédiatement identifiés comme des phénomènes naturels ou d'origine humaine connus. Ces événements sont désormais collectivement désignés sous le nom d'UAP. Mais ces objets sont-ils réels ou s'agit-il d'artefacts de capteurs ? Constituent-ils une menace pour la sécurité aérospatiale ? Constituent-ils une menace pour la sécurité nationale des États-Unis ? S'agit-il de phénomènes naturels inconnus ? De quoi d'autre s'agit-il ?

Le présent rapport décrit plusieurs approches que la NASA pourrait adopter si elle décidait de s'attaquer à la question de l'UAP.

L'exploration de l'inconnu est un élément essentiel de la mission de la NASA. Souvent, l'aspect le plus passionnant de l'exploration est la découverte de phénomènes inexpliqués. Après la découverte, l'étape suivante de l'exploration de l'inconnu consiste à appliquer des approches scientifiques rigoureuses pour comprendre une observation. Il s'agit d'examiner nos hypothèses et nos intuitions, de collecter des données de manière transparente et diligente, de reproduire les résultats, de rechercher une évaluation indépendante et, enfin, de parvenir à un consensus scientifique sur la nature d'un événement. C'est Thomas Jefferson qui, dans une lettre de 1808, écrivait : "Un millier de phénomènes se présentent chaque jour que nous ne pouvons expliquer, mais lorsque des faits sont suggérés, sans analogie avec les lois de la nature qui nous sont encore connues, leur véracité nécessite des preuves proportionnelles à leur difficulté".

Aujourd'hui, nous résumons la conclusion de Jefferson en disant que "les affirmations extraordinaires nécessitent des preuves extraordinaires". C'est particulièrement vrai lorsqu'il s'agit d'affirmations susceptibles de modifier profondément la façon dont nous percevons notre place dans le cosmos. Au fil des millénaires, nous avons mis au point des instruments de plus en plus puissants pour étudier l'univers et, chaque fois que nous avons regardé le ciel - ou notre planète - d'une manière différente, nous avons observé des phénomènes surprenants et déroutants qui, au départ, défiaient toute explication.

Par exemple, en 1967, Jocelyn Bell-Burnell, étudiante diplômée en astrophysique, a découvert une source radio cosmique pulsante. Ses impulsions étaient si régulières - comme un tic-tac d'horloge - qu'elles ont d'abord semblé d'origine artificielle. Mais elle a fini par découvrir que cet objet cosmique à la périodicité déconcertante était une étoile à neutrons en rotation rapide : un pulsar. Aujourd'hui, les scientifiques connaissent des milliers de pulsars, et ils peuvent exploiter leur rotation semblable à celle d'une horloge pour tout étudier, de la physique nucléaire aux ondes gravitationnelles produites par la collision de trous noirs supermassifs. Dans les années 1960, des satellites ont également détecté de mystérieux sursauts gamma. Ceux-ci ont d'abord semblé être la preuve d'essais nucléaires clandestins datant de la guerre froide. Aujourd'hui, les astronomes savent que ces explosions extrêmement énergétiques sont provoquées par l'effondrement cataclysmique et la mort d'étoiles massives, ainsi que par la collision violente des corps stellaires.

La science a également résolu des mystères beaucoup plus proches de nous, notamment les mécanismes à l'origine de la bioluminescence et des "sprites" atmosphériques scintillants - de magnifiques éclairs lumineux

orange-rouge signalés depuis plus de cent ans, mais qui n'ont été expliqués scientifiquement que récemment. Les étapes cruciales de la compréhension de ces événements ont été la collecte systématique de données, le test rigoureux des hypothèses, le développement de nouvelles techniques d'observation pour étudier les inconnues, et une discussion scientifique ouverte et transparente.

La méthode scientifique nous incite à résoudre les problèmes en évaluant rigoureusement nos propres idées, en acceptant de nous tromper et en suivant les données en territoire inconnu, où qu'elles nous mènent. Comme l'a écrit Carl Sagan dans *Le monde hanté par les démons*, "la science nous amène à comprendre comment le monde est, plutôt que comment nous voudrions qu'il soit".

La science est un processus qui révèle la réalité plutôt que de la sculpter, aussi insatisfaisante ou déroutante soit-elle.

Cela inclut la question de savoir si les UAP ont une origine extraterrestre. Il existe un continuum intellectuel entre l'hypothèse que des civilisations extraterrestres lointaines pourraient produire des technologies détectables et la recherche de ces technologies plus près de chez nous. Mais dans la recherche d'une vie au-delà de la Terre, la vie extraterrestre elle-même doit être l'hypothèse de dernier recours, la réponse à laquelle nous nous tournons seulement après avoir écarté toutes les autres possibilités. Comme l'a dit Sherlock Holmes, "une fois que l'on a éliminé l'impossible, tout ce qui reste, aussi improbable soit-il, doit être la vérité".

À ce jour, dans la littérature scientifique évaluée par les pairs, il n'existe aucune preuve concluante suggérant une origine extraterrestre pour les PAU. En ce qui concerne les PAN, le problème est que les données nécessaires pour expliquer ces observations anormales n'existent souvent pas ; cela inclut les rapports de témoins oculaires, qui peuvent être intéressants et convaincants, mais qui ne sont pas reproductibles et ne contiennent généralement pas les informations nécessaires pour tirer des conclusions définitives sur la provenance d'un phénomène.

Ce rapport propose une vision de la manière dont la NASA pourrait contribuer à la compréhension des phénomènes et comment l'approche de l'agence pourrait compléter les efforts d'autres entités fédérales. Le Congrès a fait de l'AARO (All-domain Anomaly Resolution Office) du ministère de la défense l'organisation fédérale chef de file pour la résolution de ces anomalies. La NASA, qui met l'accent sur la recherche scientifique ouverte, peut compléter le travail de l'AARO.

Les sections suivantes mettent en évidence les informations fournies au panel, ainsi que nos conclusions, au cours des sept mois d'enquête.

Quel est le rôle de la NASA ?

La NASA est une agence à vocation scientifique qui se consacre à l'exploration et à la compréhension de l'air et de l'espace. Cette mission consiste notamment à s'attaquer à des phénomènes inconnus, que ce soit aux confins de l'univers ou plus près de chez nous, ainsi qu'ici sur Terre. Depuis plus de 60 ans, l'Agence se concentre sur l'astronomie, l'astrophysique et l'aéronautique ; elle utilise également des moyens spatiaux pour étudier les systèmes aquatiques, atmosphériques, cryosphériques et terrestres de notre planète.

Grâce à la longue histoire de la NASA en matière de recherche spatiale (et basée dans l'espace), l'Agence a accumulé un arsenal scientifique solide et rigoureux pour étudier les observations inexplicables, ce qui sera crucial pour l'étude de l'UAP. L'Agence dispose d'une variété de moyens existants et prévus, ainsi que d'une mine de données historiques et actuelles, qui pourraient être utilisés pour relever les défis de la détection et/ou de la compréhension de l'UAP. La recherche de la NASA utilise également un large éventail de méthodes d'observation et d'analyse, à l'aide de capteurs calibrés, d'analyses de données avancées, de modélisation et d'outils de calcul et de visualisation de données de pointe. Ainsi, les missions, les données et l'expertise technique de la NASA en matière de science et d'ingénierie pourraient contribuer à l'étude et à la compréhension des PAN signalés.

Le groupe d'experts a examiné comment les missions, les données, l'expérience ou les études existantes et/ou prévues de la NASA pourraient contribuer à la compréhension de l'UAP en utilisant des observations satellitaires et suborbitales globales. Les découvertes scientifiques, les résultats et les bases de données de la NASA sont publics. D'ores et déjà, de nombreuses archives de données provenant des satellites de la NASA et des agences spatiales étrangères partenaires sont accessibles à tous, ce qui garantit la transparence et permet la participation des citoyens scientifiques.

Dans le domaine des sciences de la Terre, la mission principale de la NASA est de comprendre et de protéger notre planète. Les missions d'observation radiométrique passive de la Terre, telles que les satellites Terra et Aqua de la NASA, utilisent actuellement une série de capteurs qui recueillent des informations sur les terres, les océans, l'atmosphère et d'autres composants de la Terre. Ces ensembles de données pourraient aider à identifier les caractéristiques météorologiques, océaniques et autres caractéristiques environnementales coïncidant avec les observations de l'UAP. De nouvelles missions d'observation de la Terre, telles que NISAR (NASA-ISRO Synthetic Aperture Radar), un partenariat avec l'Organisation indienne de recherche spatiale, fourniront des données radar précieuses qui pourraient être utiles pour examiner les PAN directement, en plus de leur contexte environnemental.

Ces nouvelles observations s'inscrivent dans un contexte historique. Depuis plus de 50 ans, les séries chronologiques mondiales recueillies par la NASA (avec des partenaires tels que la National Oceanic and Atmospheric Administration [NOAA]) ont permis aux chercheurs d'examiner les tendances au sein des systèmes terrestres et entre leurs différentes composantes. Ces séries de données à long terme aident les scientifiques à mieux comprendre l'évolution de la Terre, tout en identifiant la variabilité naturelle et anthropique du système terrestre. La connaissance de cette ligne de base permet aux chercheurs de détecter et d'examiner l'environnement terrestre à la recherche d'anomalies. Parmi les exemples d'anomalies d'origine naturelle figurent des événements tels que la prolifération d'algues nuisibles, les ouragans et les typhons, les modifications du courant-jet, les sécheresses et les incendies, ainsi que la bioluminescence dans les océans. La compréhension des origines de ces phénomènes à grande échelle est au cœur de la mission de la NASA dans le domaine des sciences de la Terre.

La NASA a une longue expérience réussie de partenariat avec d'autres agences fédérales. Dans le cadre de l'étude de l'UAP, l'établissement d'une liaison NASA/AARO constituera une étape importante dans la mise en place d'une coopération inter-agences.

Outre les programmes de recherche en sciences de la Terre de l'Agence, la NASA soutient également des programmes en astrobiologie. Certains de ces programmes étudient la vie dans des environnements extrêmes sur Terre, avec l'hypothèse que ces organismes et ces conditions pourraient être analogues à des environnements habitables ailleurs dans l'univers. D'autres programmes étudient la possibilité de l'existence d'une vie extraterrestre.

Dans le domaine de l'astrophysique et des sciences spatiales, la NASA s'attache à comprendre l'univers. La recherche d'anomalies dans l'air et dans l'espace conduira probablement à de nouvelles découvertes ; certaines pourraient révéler une physique entièrement nouvelle, tandis que d'autres seront intéressantes et importantes même si leurs explications relèvent de la physique conventionnelle. En astrophysique temporelle, les chercheurs s'intéressent de plus en plus à l'identification d'événements inhabituels et transitoires. Aux longueurs d'onde radio, cela inclut la découverte récente des sursauts radio rapides, que les astronomes ont encore du mal à comprendre. Récemment, la plupart des innovations ont été réalisées en combinant des informations provenant de plusieurs observatoires fonctionnant à différentes longueurs d'onde électromagnétiques, des télescopes radio et optiques au sol aux télescopes à rayons ultraviolets et gamma dans l'espace, et même avec différents messagers : les neutrinos et les ondes gravitationnelles. Les observatoires disposant d'une couverture étendue du

ciel et d'une couverture temporelle dense sont idéaux pour repérer les objets proches de la Terre ayant des mouvements propres importants et les phénomènes dont l'évolution temporelle est anormale. Par exemple, le programme de coordination de la défense planétaire de la NASA vise à exploiter les ressources de recherche astrophysique de la NASA et de ses partenaires pour identifier et classer les objets géocroiseurs, tels que les astéroïdes, qui se déplacent rapidement dans le ciel.

Outre ses nombreux partenariats fédéraux et internationaux, la NASA est également capable de tirer parti de partenariats publics et privés, par exemple en travaillant avec des partenaires commerciaux pour les données des satellites d'observation de la Terre.

Ces collaborations pourraient déboucher sur de nouvelles technologies utiles à l'observation et à la compréhension de l'UAP. Les partenaires, y compris d'autres agences fédérales telles que la NOAA et l'Administration fédérale de l'aviation (FAA), peuvent collecter des données qui pourraient aider à comprendre l'UAP. De plus, la NASA a de solides antécédents en matière de collaboration internationale, ce qui pourrait être bénéfique, car l'étude de ces phénomènes profiterait d'une coopération mondiale et d'un partage des données. Compte tenu de l'expérience de la NASA en matière de projets et de missions scientifiques à long terme, l'Agence est bien équipée pour mener à bien l'étude approfondie et continue que l'étude de l'UAP nécessitera probablement.

De nombreux scientifiques et aviateurs considèrent que l'étude des UAP est au mieux "marginale". Le panel a entendu un témoignage de première main sur le type de stigmatisation qui peut découler du signalement des UAP, ce qui conduit presque certainement à l'attrition des signalements.

Récemment, le DoD a commencé à encourager les aviateurs militaires à divulguer les anomalies qu'ils rencontrent, ce qui a entraîné une augmentation significative des rapports sur les PAN : Entre le 5 mars 2021 et le 30 août 2022, le DoD a reçu un total de 247 nouveaux rapports UAP, selon une analyse publiée par l'Office of the Director of National Intelligence (ODNI) en 2022. En revanche, 263 rapports avaient été déposés au cours des 17 années précédant mars 2021. Sean Kirkpatrick a indiqué lors de la réunion publique de ce groupe d'experts que l'AARO a désormais recueilli plus de 800 événements signalés. Ce chiffre inclut les données de la FAA. L'AARO et l'ODNI estiment que l'augmentation observée du taux de signalement est en partie due à une meilleure compréhension des menaces éventuelles que les UAP peuvent représenter - soit en tant que risques pour la sécurité des vols, soit en tant que plates-formes de collecte potentielles de l'adversaire. Elle est également due à la réduction de la stigmatisation qui entoure le signalement des UAP.

La stigmatisation négative qui affecte les taux de signalement influence également l'étude des PAN (Phénomènes Aériens Non identifiés). Lors d'un témoignage devant la Commission du Commerce, de la Science et de la Technologie du Sénat le 15 février 2023, l'administrateur par intérim de la FAA a été interrogé sur le processus de signalement civil des ballons. L'administrateur, qui est également pilote, a indiqué que les protocoles et les signalements de ballons pourraient être irréguliers. Ainsi, même si de tels rapports sont encouragés, il existe toujours des obstacles au signalement des observations. Par exemple, comment ou où quelqu'un devrait-il faire un rapport ? Le rapporteur sera-t-il cru ou ridiculisé ? Une action sera-t-elle entreprise pour comprendre l'événement ?

La NASA pourrait jouer un rôle important dans la destigmatisation du processus de signalement des PAN. La confiance publique de longue date de la NASA, essentielle pour communiquer au public les découvertes sur ces phénomènes, est également cruciale pour destigmatiser le signalement des PAN. Les processus scientifiques utilisés par la NASA encouragent la pensée critique et le scepticisme ; dans ce cadre, il ne devrait y avoir aucune acceptation crédule de rapports peu probables avec des explications improbables. La NASA peut montrer au public comment aborder un sujet, tel que les PAN, en appliquant un signalement transparent et des analyses rigoureuses.

De plus, la marque NASA est fiable, mondiale et positive, représentant la science, la curiosité et la réalisation technologique face à l'adversité. La NASA sert d'exemple de professionnalisme et de leadership dans l'avancement technologique. Le logo de la NASA suffit à susciter l'intérêt et la crédibilité ; des études sur des sujets autrefois marginaux sont passées au mainstream lorsque la NASA s'est impliquée. Des exemples notables de l'implication de la NASA dans la vie publique incluent des slogans tels que "La NASA est avec vous lorsque vous volez", qui promeuvent la sécurité aérienne. À leur tour, tous les avions commerciaux américains et toutes les tours de contrôle aériennes américaines sont équipés de technologies soutenues par la NASA.

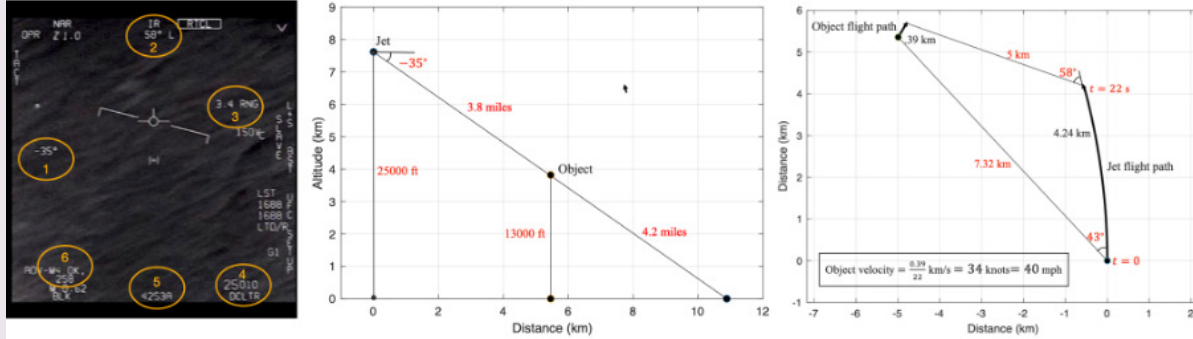
L'annonce publique par la NASA de la composition de son équipe d'étude indépendante sur les PAN a suscité de l'intérêt et a entraîné des réactions positives et négatives. Au moins un scientifique membre de l'équipe d'étude a signalé avoir reçu des courriers haineux de la part de collègues en raison de sa participation. D'autres ont été ridiculisés et critiqués sur les réseaux sociaux. Les membres de l'équipe d'étude ont également fait état de connaissances de première main de collègues à qui il a été conseillé de s'éloigner de la recherche dans des domaines tels que les technosignatures extraterrestres, ce qui pourrait nuire à leur crédibilité scientifique et à leur potentiel de promotion. Ces expériences confirment davantage la stigmatisation négative associée à l'étude de phénomènes inhabituels ou inexplicables. De telles critiques, émanant soit de détracteurs soit de partisans de l'hypothèse extraterrestre, sont contraires à la méthode scientifique, que la NASA a toujours promue et continuera à promouvoir de manière objective et ouverte.

En tant qu'agence fédérale, la NASA peut rendre plus sûr pour les chercheurs l'exploration des données dans le domaine de l'aérospatiale civile en commençant ce travail au sein de l'Agence elle-même. La NASA peut examiner comment les données civiles sont partagées, étudier comment la déclaration peut être encouragée et aider à mobiliser la communauté. Par exemple, la NASA peut rassembler la communauté spatiale civile en demandant des informations, en organisant des conférences, en proposant des défis majeurs et d'autres activités.

De nombreux partenaires fédéraux, étatiques, locaux, privés, nationaux et internationaux collectent des données et des observations qui pourraient être pertinentes pour comprendre les PAN. Par exemple, le potentiel de la NASA à étudier l'univers est renforcé grâce à des partenariats avec d'autres agences, telles que la National Science Foundation (NSF) et le Department of Energy (DoE), qui construisent actuellement des installations comme l'Observatoire Vera C. Rubin qui générera des données pouvant être utiles pour comprendre les PAN dans l'espace. La capacité de la NASA à étudier la Terre est renforcée grâce à des partenariats avec la NSF, qui soutient la recherche en Antarctique. L'Antarctique est un environnement exceptionnel pour la collecte de météorites. Avec son faible niveau d'activité humaine, c'est un environnement peu "encombré" pour identifier les anomalies. De tels espaces aériens peu occupés peuvent offrir un environnement à faible bruit de fond pour les recherches sur les PAN ; cependant, il n'est pas clair si le fait de limiter la recherche géographiquement exclurait leur présence, ou si les phénomènes environnementaux pourraient également être une source importante de bruit dépendant de la localisation.

Le partenariat fédéral entre l'AARO et la NASA fournit déjà une base pour un examen collaboratif des événements liés aux PAN. De plus, la NASA et l'AARO devraient impliquer d'autres agences, selon les besoins et si cela est approprié.

Un événement PAN bien connu est la vidéo "GoFast", enregistrée par les aviateurs de la marine depuis l'USS Theodore Roosevelt. Une image fixe de cette vidéo est montrée dans la figure ci-dessous, où la caméra infrarouge s'est verrouillée sur un petit objet au centre. La vidéo donne l'impression d'un objet filant au-dessus de l'océan à une grande vitesse. Cependant, l'analyse des informations numériques affichées révèle une interprétation moins extraordinaire.



Les numéros encadrés dans l'image fournissent les informations nécessaires pour estimer l'altitude et la vitesse de l'objet. Ces informations comprennent (1) l'angle d'élévation de la caméra (négatif = vers le bas), (2) l'angle azimutal de la caméra, (3) la portée cible en milles nautiques, (4) l'altitude de l'aéronef en pieds, (5) la référence temporelle en secondes et (6) la vitesse indiquée en nœuds. En utilisant les éléments 1, 3 et 4, plus un peu de trigonométrie, nous calculons que l'objet est à une altitude de 13 000 pieds et à 4,2 miles de l'océan derrière lui (voir le panneau central). Étant donné que la vitesse au sol de l'aéronef est d'environ 435 mph, nous pouvons conclure que l'impression de mouvement rapide est en partie due à la haute vélocité du capteur, associée à l'effet de parallaxe.

Nous pouvons utiliser d'autres informations de l'affichage pour fixer certaines limites à la véritable vitesse de l'objet. Cette analyse est résumée dans le panneau de droite, qui représente une vue aérienne de la rencontre pendant un intervalle de 22 secondes. Le jet inclinait à gauche d'environ 15° pendant ce temps, ce qui correspond à un rayon de virage approximatif de 16 kilomètres. Nous connaissons la portée et l'orientation de l'objet au début ($t=0s$) et à la fin ($t=22s$). En utilisant la vitesse aérienne vraie (TAS) calculée et un peu plus de trigonométrie, nous trouvons que l'objet s'est déplacé d'environ 390 mètres pendant cet intervalle de 22 secondes, ce qui correspond à une vitesse moyenne de 40 mph. Il s'agit d'une vitesse de vent typique à 13 000 pieds.

Notre calcul a négligé les effets du vent sur l'aéronef, et il y a donc une incertitude dans ce résultat. Mais l'analyse révèle que l'objet n'a pas besoin de se déplacer à une vitesse extraordinaire. Notez également que l'objet apparaît brillant contre un océan sombre pour ces paramètres d'affichage. Cela indique que l'objet est plus froid que l'océan. Il n'y a donc aucune preuve de chaleur produite par un système de propulsion. Cela renforce davantage la conjecture que l'objet dérive probablement avec le vent. La disponibilité de données supplémentaires permettrait de conclure plus fermement sur la nature de cet objet.

Vidéo originale GoFast, publiée par le Département de la Défense :

<https://www.navair.navy.mil/foia/documents>

Les agences fédérales américaines qui pourraient soutenir l'effort pour comprendre les PAN (Phénomènes Aériens Non identifiés) incluent le DoD (Département de la Défense), le Département d'État, la FAA (Administration Fédérale de l'Aviation), le Département du Commerce (DoC) et les principales agences au sein du DoC, y compris la NOAA (Administration Océanique et Atmosphérique Nationale), l'Institut National des Normes et de la Technologie, et le Bureau de Gestion de l'Énergie Océanique, ainsi que le DoE (Département de l'Énergie) et la NSF (Fondation Nationale pour la Science).

Données sur les UAP

Statut des données existantes

La NASA collecte une quantité énorme de données en utilisant des équipements hautement calibrés et validés provenant d'une variété d'environnements et de domaines à travers la Terre entière. La NASA pourrait-elle appliquer cette même approche de science rigoureuse aux PAN (Phénomènes Aériens Non identifiés) ?

Avant de pouvoir appliquer la méthode scientifique pour comprendre un phénomène inhabituel, les données pertinentes doivent d'abord répondre aux normes des approches basées sur les données. De nombreuses normes de ce type ont été codifiées au fil du temps, y compris le principe des données FAIR — un acronyme pour Trouvabilité, Accessibilité, Interopérabilité et Réutilisabilité. Nous avons suivi ces principes et d'autres similaires lors de l'examen de l'état actuel des données sur les PAN, et cette analyse a conduit aux conclusions et recommandations de ce rapport.

Les données sur les PAN sont rarement, voire jamais, collectées dans un effort concerté pour comprendre le phénomène ; ce sont généralement des observations fortuites. Souvent, les observations de PAN sont faites à l'aide d'instruments ou de capteurs qui n'ont pas été conçus ou calibrés pour détecter des objets anomaux et pour contraindre leurs paramètres de mouvement. Les métadonnées (type de capteur, fabricant, caractéristiques du bruit, heure d'acquisition, sensibilité de l'instrument, informations sur le stockage des données telles que la profondeur des bits, emplacement du capteur, conditions du capteur telles que la température, caractéristiques d'exposition, etc.) sont souvent absentes, rendant difficile le calibrage et une compréhension approfondie du contexte. Ainsi, il y a peu d'informations associées à de nombreux rapports de PAN non résolus — même si plusieurs rapports sont accompagnés de preuves photographiques ou vidéographiques.

En conséquence, les observations existantes ne sont ni optimisées pour étudier les PAN ni adaptées à une analyse scientifique systématique.

De plus, une grande partie des données collectées par les capteurs militaires ou les satellites de renseignement sont classifiées — souvent à cause de ce que l'imagerie pourrait révéler sur les capacités techniques américaines à nos adversaires, et non à cause de ce qui est réellement dans les images. Bien qu'essentielles pour la sécurité, ces observations classifiées renforcent le sentiment de mystère et de conspiration entourant les PAN et constituent un obstacle à l'enquête scientifique.

Pour de nombreux événements, les données et métadonnées n'ont pas permis une caractérisation concluante de la taille, du mouvement ou de la nature des PAN. Cependant, là où cela a été possible, comme dans la vidéo PAN "GoFast", le comportement apparemment anormal du PAN peut souvent être expliqué par le mouvement de la plateforme capteur.

En revanche, les observations de la NASA sont faites à l'aide d'instruments bien calibrés qui ont été conçus pour leurs cas d'utilisation spécifiques. C'est ainsi que la NASA peut aborder scientifiquement l'étude des phénomènes terrestres et spatiaux.

En science, les données doivent être reproductibles et les hypothèses réfutables — la méthode scientifique fonctionne en analysant systématiquement les données dans le but de réfuter une hypothèse.

En tant que principe général, les données devraient soutenir des mesures capables d'éliminer des explications ou des interprétations spécifiques, nous laissant sans autre choix que d'adopter leur contraire. Dans le cas des PAN, l'hypothèse que nous cherchons à rejeter (ou "hypothèse nulle") est que les PAN ont une phénoménologie conforme à des causes naturelles ou technologiques connues. Les témoignages oculaires devraient être pris en compte avec les données de capteur corroborantes dans l'étude des PAN, car les rapports peuvent révéler des motifs (par exemple, des regroupements dans le temps ou l'emplacement). Cependant, sans données de capteur calibrées pour l'accompagner, aucun rapport ne peut fournir de preuves concluantes sur la nature des PAN ou permettre une étude approfondie de ce qui a été observé. Bien que les témoins puissent être intrinsèquement crédibles, les rapports ne sont pas reproductibles par d'autres et ils ne permettent pas une enquête complète sur les éventuels biais et erreurs cognitives (comme la précision dans la perception ou la méprise causée par des facteurs environnementaux, des erreurs dans le dispositif d'enregistrement, un jugement ou un mauvais jugement de distance ou de vitesse, par exemple). Par conséquent, les rapports à eux seuls ne constituent pas des données pouvant soutenir une analyse répétable et reproductible, et l'hypothèse selon laquelle ce qui a été observé était une manifestation de phénomènes naturels ou technologiques connus ne peut être réfutée.

Collecter des nouvelles données

Les caractéristiques instrumentales des équipements susceptibles de capturer des données PAN sont des informations importantes qui devraient être disponibles pour les chercheurs étudiant les observations. Ceci est essentiel pour une étude basée sur les données des PAN. Ces caractéristiques peuvent inclure des taux d'erreur mesurés en laboratoire (plutôt que rapportés sur le terrain) des capteurs couramment utilisés par les avions civils et militaires ; la modélisation du "ghosting" optique dans les images en raison de la dispersion des éclats solaires et lunaires à l'intérieur du système de caméra ; des éclats solaires ou d'étoiles brillantes provenant des surfaces océaniques ; et les sources de bruit intrinsèques aux capteurs eux-mêmes.

Les plateformes multisensorielles sont importantes pour fournir une image complète d'un événement PAN. Le mouvement d'un objet devrait être enregistré, ainsi que sa forme (données d'imagerie), sa couleur (données multispectrales ou hyperspectrales) et tous ses bruits et autres caractéristiques. Les observations participatives standardisées peuvent également offrir d'importantes informations métadonnées pouvant être utilisées pour filtrer et classer les événements.

Le panel voit un avantage à augmenter les efforts potentiels de collecte de données en utilisant des techniques modernes de crowdsourcing, y compris des applications open-source basées sur des smartphones. L'utilisation de logiciels open-source est conforme à l'engagement de la NASA envers la transparence. À partir de plusieurs observations quasi-simultanées avec des smartphones, les données d'imagerie et sonore pourraient être collationnées et les métadonnées utilisées pour trianguler la position d'un objet et estimer sa vitesse et sa taille.

Une telle base de données pourrait être développée grâce à un partenariat impliquant AARO, la NASA et des partenaires commerciaux. Les données collectées devraient répondre aux normes décrites ci-dessus, donc les développeurs de plateformes devraient se concentrer sur la construction d'une architecture de données qui soutiendrait une telle collecte. La NASA peut utiliser son expérience dans les projets de science citoyenne pour aider à minimiser le bruit des données, les erreurs systématiques et les biais cognitifs liés aux événements observés par l'homme (par opposition aux capteurs).

Une fois qu'un signal anormal est identifié, une nouvelle infrastructure de découverte peut être nécessaire pour le caractériser pleinement. La collecte de données supplémentaires sur un phénomène d'intérêt en évolution rapide est devenue une pratique courante en astrophysique, mais la collecte de ce qui est appelé en astrophysique "données de suivi" nécessite un haut niveau d'automatisation dans la collecte, la réduction, l'analyse (en temps réel) des données de découverte, et la robotisation des installations de suivi. Bien que la NASA ait historiquement ouvert la voie à ce mode d'observation en développant et soutenant le General

Coordinates Network (GCN) qui permet une coordination rapide des observations à partir d'actifs terrestres et spatiaux, la considération du développement d'une telle infrastructure devrait suivre après une planification minutieuse des données de découverte tel qu'esquissé ci-dessus car un tel plan nécessite beaucoup de ressources. Si les études systématiques de ces événements continuent de révéler des anomalies, alors les études futures pourraient envisager d'optimiser un tel système d'observations de suivi.

Curation et Intégration des Données

Il n'existe actuellement aucun système fédéral standardisé pour les rapports civils sur les PAN (Phénomènes Aérospatiaux Non identifiés). Bien que le DoD soit en train de mettre en place un mécanisme systématique pour les rapports militaires sur les PAN, les directives actuelles de la FAA demandent aux personnes souhaitant signaler un PAN de contacter les forces de l'ordre locales ou une organisation non gouvernementale telle que le National UFO Reporting Center. Ceci entraîne une collecte, un traitement, et une curation des données de manière inhomogène.

L'intégration de l'ensemble de données civiles ouvertes de la NASA avec les informations plus ciblées et restreintes du DoD nécessiterait un certain effort. De plus, il existe des opportunités d'intégration des données avec la NOAA. Des outils tels que le réseau radar Doppler NEXRAD (160 radars météorologiques exploités conjointement par la FAA, l'US Air Force et le National Weather Service) ou les satellites opérationnels géostationnaires pourraient être très utiles pour distinguer les objets intéressants des interférences aéroportées.

Les systèmes de télédétection commerciaux pourraient également être une autre source de données pertinentes sur les PAN, car les images à haute résolution et à haute cadence capturées par des constellations de satellites denses pourraient résoudre les événements liés aux PAN. Cependant, l'intégration d'événements anormaux à travers différentes plateformes, y compris les données radar et les satellites commerciaux, est coûteuse.

Outre l'intégration, la curation des données est également une partie importante de l'approche scientifique. Actuellement, l'étude d'un seul événement PAN nécessite beaucoup d'efforts pour récupérer les données (et les métadonnées, quand elles sont disponibles), qui sont actuellement entièrement manuelles. En raison de la mauvaise organisation et curation des données, il n'est pas possible de les automatiser. Des dépôts de données organisés sont nécessaires pour faciliter la récupération automatisée des données PAN et, par conséquent, pour faciliter l'approche scientifique systématique de l'étude des PAN. L'expérience extensive de la NASA en matière de calibration, nettoyage, curation, gestion et distribution des données pourrait être utilisée pour mettre en place des dépôts de données pour l'étude des PAN. Ces dépôts pourraient inclure des données provenant d'actifs de la NASA adaptés à l'étude des PAN, ainsi que des données collectées par le public via des plateformes associées à la NASA.

Des dépôts publics de données PAN permettraient l'exploitation des données par les scientifiques et les citoyens scientifiques. Plusieurs plateformes construites pour analyser les données scientifiques ont conduit à des découvertes scientifiques historiques. Par exemple, Galaxy Zoo, une plateforme qui collecte des données astrophysiques et permet des projets de science citoyenne, a conduit à la découverte de l'étoile de Boyajian, une étoile présentant des fluctuations uniques en luminosité qui a été considérée à un moment donné comme une signature potentielle de technologie extraterrestre. Des années plus tard, il a été compris que le comportement de cette étoile était dû à un disque de comètes perturbé.

Une stratégie encourageant l'analyse citoyenne des données UAP apporterait un élément de transparence au domaine, qui pourrait aider à combattre les préjugés, le scepticisme préconçu et la méfiance envers les autorités. Ouvrir l'analyse à un large public améliorerait également la robustesse : plusieurs équipes concurrentes mais indépendantes, travaillant à résoudre les plus grandes questions de la science, fourniraient une couche de vérification supplémentaire. À titre d'exemple, la découverte inattendue que l'univers s'agrandit à un rythme accéléré (à cause de la force mystérieuse que nous appelons maintenant "énergie noire") est un bon exemple de

la manière dont cela pourrait fonctionner. Dans les années 1990, deux équipes indépendantes ont simultanément trouvé des preuves de l'accélération du cosmos en utilisant des données qui avaient été collectées et analysées indépendamment.

Analyzing UAP Data

Lors de la recherche d'un signal dans des données, les scientifiques doivent souvent le séparer et l'extraire d'un arrière-plan complexe de signaux produits par des phénomènes sans rapport, communément appelés simplement "bruit de fond", bruit ou encombrement. Ainsi, lors de la recherche d'événements rares et inhabituels, une stratégie courante consiste à chercher là où il y a peu de bruit de fond. Par exemple, les expériences sur les neutrinos sont souvent menées sous terre (par exemple, le Laboratoire national du Gran Sasso en Italie, IceCUBE en Antarctique) ; la plupart des particules ne peuvent atteindre ces profondeurs car elles sont absorbées par la Terre. Les chasseurs de météorites ont souvent le plus de succès en Antarctique : toute pierre trouvée sur un glacier est un objet intéressant.

En revanche, l'espace aérien près des sites militaires est un endroit difficile pour rechercher des UAP : les avions humains, les drones, les ballons et autres objets sont tous d'importantes sources de bruit de fond.

Géographiquement, les espaces aériens peu occupés, comme au-dessus du pôle Sud, peuvent offrir un environnement à faible bruit de fond pour les recherches d'UAP. Cependant, les UAP sont mal compris, et il n'est pas clair si limiter géographiquement la recherche exclurait leur présence, ou si les phénomènes environnementaux pourraient également être une source significative de bruit, dépendant de la localisation. Une autre stratégie pour limiter le bruit de fond serait d'examiner les plaques astronomiques pour les satellites avant 1959, date à laquelle Spoutnik, le premier satellite artificiel de la Terre, a été lancé. (Cependant, si quelque chose d'inhabituel était trouvé dans les plaques astronomiques historiques, il serait difficile de vérifier sa nature avec des données supplémentaires, car les archives historiques peuvent être incomplètes, perdues, inextricables, non reproductibles, et aux mieux laborieux à recouper).

5 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0094576522000480>

Heureusement, les techniques analytiques modernes ont amélioré notre capacité à détecter des signaux extrêmement rares au milieu d'un océan de bruits, que ce soit un événement Higgs sur 10^{10} collisions avec le Grand collisionneur de hadrons, ou un petit nombre de photons provenant d'une exoplanète cachée parmi un milliard de photons stellaires. Si le bruit de fond ne peut être réduit, il doit être caractérisé en détail et complètement ; une connaissance détaillée des signatures (morphologiques, spectroscopiques, cinématiques) de tous les événements aériens connus doit être intégrée pour éliminer les détections erronées de phénomènes connus. Cela nécessite une étude approfondie des événements connus avec des instruments précisément calibrés.

Il y a de nombreux ballons et drones dans l'air à chaque instant. Des observateurs peuvent signaler certains de ces objets conventionnels comme des anomalies. Le DoD a déjà la responsabilité de répondre aux alertes concernant les aéronefs inexplicables dans l'espace aérien américain. La NASA pourrait être un partenaire dans la recherche d'événements aérospatiaux en permettant une identification croisée avec des anomalies dans l'environnement Terre-espace. Comme les données de la NASA sont déjà publiques et offertes au monde dans des dépôts bien conservés accessibles par programmation, le portefeuille de l'Agence est conçu pour permettre le croisement avec les données de la NASA et contribuer à cette caractérisation.

Une base de données soutenant la caractérisation des signaux de bruit de fond devrait inclure des informations sur le taux de lancement de ballons (météorologiques, scientifiques, commerciaux, amateurs et militaires - là où cela est permis pour des raisons de sécurité nationale) ; le nombre d'aéronefs dans le ciel à travers les États-Unis

et le monde ; le taux quotidien de lancement de drones dans l'espace aérien américain ; ainsi que les caractéristiques d'apparence et les capacités de mouvement de ces objets.

Il y a deux approches pour détecter des anomalies dans de grands ensembles de données. Si vous cherchez une aiguille dans une botte de foin, une approche consiste à avoir un modèle détaillé des propriétés des aiguilles et à chercher tout ce qui ressemble à une aiguille. L'autre approche est d'avoir un modèle précis des propriétés du foin et de chercher tout ce qui diffère du foin.

Dans la première approche, si l'on connaît le signal à attendre, un modèle (ou des simulations) peut être élaboré pour rechercher ce signal dans de grands ensembles de données. Bien que nous puissions anticiper les types de signaux produits par des systèmes physiques qui respectent les lois connues de la physique, nous ne pouvons pas envisager de manière exhaustive tous les signaux possibles qui pourraient expliquer les UAP, ou qui proviennent de nouvelles technologies ou d'une nouvelle physique (qu'elle soit adverse, extraterrestre, ou un phénomène naturel encore inconnu).

L'approche alternative pour détecter des anomalies nécessite une connaissance profonde et approfondie de ce qui est normal et connu, qui peut ensuite être séparée de ce qui est anormal et inconnu.

L'apprentissage automatique est apparu comme un outil puissant pour la recherche d'événements rares, tels que la création d'un boson de Higgs dans un accélérateur, la détection de types rares de cancer, ou la détection de fraudes par carte de crédit jusqu'aux intrusions dans les infrastructures cybernétiques. L'apprentissage automatique et l'IA peuvent jouer un rôle dans l'étude des UAP, mais pas avant que les données ne répondent aux normes décrites ci-dessus et permettent une caractérisation extensive des signaux connus et anormaux.

Une recommandation sur les méthodologies spécifiques qui devraient être appliquées à ce problème ne peut être donnée à ce stade, car ce choix dépend de la nature des données à analyser. Cette question devrait donc être posée après (ou idéalement en même temps que) les questions concernant les plateformes d'observation des UAP et les dépôts organisés pour les données UAP. Une fois la nature des données établie, la sélection d'algorithmes pour leur analyse peut être achevée.

Cependant, dans le domaine vaste et dynamique de la détection d'anomalies, il est probable que des méthodologies pour étudier les UAP existent déjà ou peuvent être adaptées à partir de méthodes analytiques développées dans d'autres domaines. Le développement de méthodologies entièrement nouvelles sera probablement inutile et même un gaspillage de ressources, bien que l'adaptation des méthodes existantes nécessite encore un certain effort dédié. La NASA pourrait tirer parti de son nom, de sa portée et de sa popularité pour encourager et soutenir un examen approfondi des méthodes existantes de détection d'anomalies dans le contexte de conférences, d'ateliers et de défis de données multidisciplinaires avec des jeux de données fictifs.

Observations en dehors de l'atmosphère de la terre

Même si tous les événements UAP ont des origines conventionnelles, la recherche de signes de vie au-delà de la Terre est une quête scientifique fascinante. Depuis de nombreuses années, les chercheurs en astrobiologie et en SETI, la Recherche d'Intelligence Extraterrestre, se sont concentrés sur le développement des techniques et méthodes nécessaires pour repérer les signatures de la vie dans le cosmos. Pour ce faire, ils doivent d'abord identifier une signature anormale - peut-être quelque chose suggérant la vie - puis déterminer si cette signature a une explication basée sur des phénomènes connus ou si elle révèle une activité biologique ou technologique jusque-là non détectée.

Ces communautés scientifiques soutenues par la NASA ont une expérience pertinente pour déterminer puis communiquer si les observations qui pourraient d'abord sembler extraordinaires justifient réellement de faire des affirmations extraordinaires.

De nombreuses missions scientifiques de la NASA sont, au moins en partie, axées sur la réponse à la question de savoir si la vie existe ailleurs que sur Terre. Ces investigations comprennent des missions à la recherche de biosignatures, peut-être sur Mars ou les lunes glacées en orbite autour de Jupiter et Saturne, ainsi que plus loin, dans les ratios de molécules présentes dans les atmosphères d'exoplanètes.

La recherche de signes de technologie extraterrestre est une extension naturelle de ces investigations. En 2017, Jill Tarter, l'une des pionnières de la recherche scientifique d'intelligence extraterrestre, a inventé le terme "technosignatures" pour saisir l'étendue des technologies qui pourraient être détectables. Aujourd'hui, nous considérons les technosignatures comme les empreintes d'une civilisation avancée de la même manière que nous considérons les sous-produits métaboliques, ou les ratios de gaz atmosphériques, comme les empreintes de la biologie.

La NASA a financé de brèves recherches de technosignatures radio il y a des décennies. Plus récemment, l'agence a financé une étude des technosignatures atmosphériques potentielles sur les exoplanètes; elle a également soutenu une enquête sur la chaleur résiduelle générée par les sphères de Dyson dans les données infrarouges existantes. De telles enquêtes fournissent des données astrophysiques utiles même en l'absence d'une découverte de technosignature. De plus, l'exploration du système solaire offre de multiples possibilités de recherches de technosignatures à des coûts supplémentaires modestes. Ces études pourraient fournir des résultats scientifiquement utiles, qu'elles identifient ou non des technosignatures.

La NASA est l'agence principale pour l'exploration du système solaire. Elle dispose déjà d'un programme actif de détection d'objets dans notre voisinage solaire à l'aide d'installations au sol et spatiales, et elle pourrait tirer parti de ces capacités pour rechercher des objets dans l'espace avec des mouvements ou des trajectoires anormaux. Par exemple, nous sommes capables de lancer des engins spatiaux qui peuvent échapper à l'orbite de la Terre - et même échapper à la gravité du Soleil. Une civilisation plus avancée pourrait être capable de construire des engins pouvant voyager beaucoup plus vite que la vitesse d'évasion de 45 km/s de l'orbite terrestre, ou même les 600 km/s de notre Galaxie. Le voyage interstellaire nécessiterait probablement de telles vitesses et pourrait impliquer des voyages à des vitesses relativistes. La recherche d'objets à haute vitesse se déplaçant à travers notre système solaire est un exemple d'étude à haut risque d'échec/à haute valeur de retour. En plus de rechercher des vitesses anormales dans les nouvelles bases de données ou les bases de données existantes, les programmes de recherche pourraient cibler des objets ayant des courbes de lumière inhabituelles, une accélération, des signatures spectrales, ou d'autres anomalies pertinentes.

Les missions de la NASA actuellement planifiées ou existantes peuvent élargir leur portée pour inclure la recherche de techno-signatures extraterrestres dans les atmosphères planétaires, sur les surfaces planétaires ou dans l'espace proche de la Terre. Ces recherches ne nécessiteraient généralement pas de modifications du matériel ou de l'acquisition de données, mais pourraient simplement nécessiter de nouvelles orientations dans

l'analyse des données. Par exemple, des études à haute sensibilité des points de Lagrange stables Terre-Lune pourraient concevablement trouver des techno-signatures, mais auraient probablement un rendement scientifique élevé, comme la possibilité de trouver des vestiges de la collision qui a formé notre Lune.

À ce stade, il n'y a aucune raison de conclure que les rapports UAP existants ont une source extraterrestre. Cependant, si nous reconnaissons cela comme une possibilité, alors ces objets doivent avoir traversé notre système solaire pour arriver ici. Tout comme la galaxie ne s'arrête pas aux abords du système solaire, le système solaire inclut également la Terre et ses environs. Ainsi, il existe un continuum intellectuel entre les techno-signatures extrasolaires, le SETI du système solaire et la potentielle technologie extraterrestre inconnue opérant dans l'atmosphère terrestre. Si nous reconnaissons la plausibilité de l'une de ces hypothèses, alors nous devrions admettre que toutes sont au moins plausibles.

⁶ Community Report From the Biosignatures Standards of Evidence Workshop - <https://arxiv.org/abs/2210.14293>

⁷ National Academies Independent Review of the Community Report from the Biosignature Standards of Evidence Workshop: Report Series Committee on Astrobiology and Planetary Sciences (2022) - <https://nap.nationalacademies.org/catalog/26621/independent-review-of-the-community-report-from-the-biosignature-standards-of-evidence-workshop>

