

Annexe : Description des attendus propres à chaque thématique

Les trois thématiques d'intérêt pour le ministère des armées sont les suivantes :

- Reconstitution de trajectoires de satellites incomplètes
- Détection du comportement anormal d'un satellite
- Identification des caractéristiques d'un satellite par sa trajectoire

Reconstitution de trajectoires de satellites incomplètes

Le projet a pour objet la réalisation d'un démonstrateur technologique d'un système de reconstitution des tronçons manquants dans la trajectoire d'un satellite.

La problématique principale est la gestion de trajectoires « particulières », le système devant être capable de reconstituer non seulement les mouvements orbitaux classiques (chute libre), mais aussi des mouvements plus rares (changement d'orbite par exemple). L'utilisation de technologies à base d'intelligence artificielle est fortement recommandée.

Il est attendu au titre de ce projet :

- La constitution d'une base de données conséquente de trajectoires de satellites sur une période suffisante, en utilisant des données commerciales ou publiques de surveillance spatiale¹. Cette base devra :
 - Comprendre un mélange de satellites militaires et civils, dont a minima ceux (déclarés) de l'OTAN
 - Inclure des mouvements rares.
 - Optionnellement permettre à des outils de l'enrichir à partir de sources ouvertes bien identifiées
- Un outil de reconstitution des tronçons manquants dans une même trajectoire pouvant reconstituer un large panel de mouvements différents (durée, type).
- Le choix et la spécification d'un ou plusieurs cas d'usage et du cadre d'application de l'outil, notamment en termes de type d'orbites traités (LEO et/ou MEO et/ou GEO).
- Des métriques de performances permettant d'évaluer concrètement les reconstitutions selon plusieurs critères (caractère vraisemblable de la proposition, correspondance avec les tronçons existants), ainsi qu'un protocole expérimental rigoureux.
- La formulation de recommandations sur l'observation et la précision des restitutions des trajectoires et manœuvres pour traiter au mieux le problème.

Votre proposition ne doit pas :

- Etre en mesure de reconstituer uniquement des mouvements orbitaux classiques.

¹ Quelques options : LeoLabs, Space-Track, GEOTracker (ArianeGroup), WeTrack (Safran)

- Etre seulement un outil avec des règles expertes;
- Fournir un démonstrateur dont l'ergonomie ou les temps des calculs empêchent de démontrer sa plus-value ;
- Etre une nouvelle soumission à l'identique d'une précédente proposition faite à l'AID ou au ministère des Armées, sans modification ;
- Etre une simple étude bibliographique de l'état de l'art ;
- Apporter des solutions non-techniques ou dont l'apport de valeur est négligeable par rapport aux pratiques existantes ;
- Etre une simple exploitation de produits sur étagère existants (même si leur utilisation n'est pas proscrite) sans développement complémentaire ;
- Etre une simple juxtaposition/superposition de données.

Détection du comportement anormal d'un satellite

Le projet a pour objet la réalisation d'un démonstrateur technologique d'un système de détection en temps réel de changement anormaux dans la trajectoire d'un satellite.

Deux des principales problématiques sont la capacité du système à justifier pourquoi un comportement est détecté comme anormal, et sa rapidité car il doit être en mesure d'être appliqué simultanément et en temps réel à un grand nombre d'objets. L'utilisation de techniques d'intelligence artificielle et plus spécifiquement d'apprentissage non supervisé est fortement recommandée.

Il est attendu au titre de ce projet :

- La constitution d'une base de données conséquente de trajectoires de satellites sur une période suffisante, en utilisant des données commerciales ou publiques de surveillance spatiale². Cette base devra :
 - Comprendre un mélange de satellites militaires et civils, dont a minima ceux (déclarés) de l'OTAN.
 - Comprendre des débris spatiaux.
 - Comprendre des manœuvres variées.
 - Optionnellement permettre à des outils de l'enrichir à partir de sources ouvertes bien identifiées
- Un outil en mesure de détecter, caractériser et proposer pour alerte des manœuvres (taux d'accélération, évolution de différence d'altitude) et comportements (approche non coopérative) non conventionnels.
- Le choix et la spécification d'un ou plusieurs cas d'usage et du cadre d'application de l'outil, notamment en termes de type d'orbites traités (LEO et/ou MEO et/ou GEO).
- La formulation de recommandations sur l'observation et la précision des restitutions des trajectoires et manœuvres pour traiter au mieux le problème.

Votre proposition ne doit pas :

- Etre seulement un outil avec des règles expertes;

² Quelques options : LeoLabs, Space-Track, GEOTracker (ArianeGroup), WeTrack (Safran)

- Fournir un démonstrateur dont l'ergonomie ou les temps des calculs empêchent de démontrer sa plus-value ;
- Etre une nouvelle soumission à l'identique d'une précédente proposition faite à l'AID ou au ministère des Armées, sans modification ;
- Etre une simple étude bibliographique de l'état de l'art ;
- Apporter des solutions non-techniques ou dont l'apport de valeur est négligeable par rapport aux pratiques existantes ;
- Etre une simple exploitation de produits sur étagère existants (même si leur utilisation n'est pas proscrite) sans développement complémentaire ;

Identification des caractéristiques d'un satellite par sa trajectoire

Le projet a pour objet la réalisation d'un démonstrateur technologique d'un système d'identification des caractéristiques d'un satellite, comme son système de propulsion, sa masse, son modèle, ses stations de contrôle ou sa nationalité. L'objectif est d'exploiter la littérature source ouverte (ex : Wikipédia) pour constituer une base de données des caractéristiques des satellites artificiels terrestres, et de les croiser avec les trajectoires observées pour permettre une identification automatique.

Une problématique importante est la gestion de la « nouveauté » (nouveaux types de propulseurs, nouveaux modèles), dont la prise en compte devra pouvoir être réalisée sans redéveloppement. Les technologies à base d'intelligence artificielle sont donc fortement recommandées.

Il est attendu au titre de ce projet :

- La constitution d'une base de données conséquente de satellites et de leurs caractéristiques. Cette base devra :
 - Comprendre un mélange de satellites militaires et civils, dont a minima ceux (déclarés) de l'OTAN
 - Optionnellement permettre à des outils de l'enrichir à partir de sources ouvertes bien identifiées
 - Contenir une décomposition type/marque/modèle/système de propulsion/autre caractéristique d'intérêt lorsque l'information est disponible
 - Pouvoir être mise à jour par un opérateur, dans ses champs comme dans sa structure
- La collecte de données de trajectoires de satellites sur une période suffisante, en utilisant des données commerciales ou publiques de surveillance spatiale³.
- Un outil d'identification des caractéristiques d'un satellite selon cette base, en fonction de sa trajectoire, pouvant répondre à plusieurs niveaux de précision dans l'identification selon la performance atteignable.

³ Quelques options : LeoLabs, Space-Track, GEOTracker (ArianeGroup), WeTrack (Safran)

- Le choix et la spécification d'un ou plusieurs cas d'usage et du cadre d'application de l'outil, notamment en termes de type d'orbites traités (LEO et/ou MEO et/ou GEO).
- La prise en compte et la gestion de nouveaux types de satellites non vus durant l'apprentissage.
- Des métriques de performances permettant d'évaluer concrètement l'identification, selon plusieurs critères (temps d'observation, civil/militaire, niveau de classification, etc), ainsi qu'un protocole expérimental rigoureux
- La formulation de recommandations sur l'observation et la précision des restitutions des trajectoires et manœuvres pour traiter au mieux le problème.

Votre proposition ne doit pas :

- Etre seulement un outil de modélisation des orbites ou des manœuvres orbitales
- Etre seulement un outil avec des règles expertes;
- Nécessiter de redéveloppement lors de l'ajout/suppression de nouvelle catégorie ;
- Fournir un démonstrateur dont l'ergonomie ou les temps des calculs empêchent de démontrer sa plus-value ;
- Etre une nouvelle soumission à l'identique d'une précédente proposition faite à l'AID ou au ministère des Armées, sans modification ;
- Etre une simple étude bibliographique de l'état de l'art ;
- Apporter des solutions non-techniques ou dont l'apport de valeur est négligeable par rapport aux pratiques existantes ;
- Etre une simple exploitation de produits sur étagère existants (même si leur utilisation n'est pas proscrite) sans développement complémentaire ;
- Etre une simple juxtaposition/superposition de données.