



Fondation  
de Recherche  
pour l' Aéronautique  
& l' Espace

**3<sup>e</sup> appel à propositions - 15 décembre 2006**

## **Autonomie des systèmes aéronautiques et spatiaux**

### **Motivation**

Le concepteur des véhicules aéronautiques et spatiaux de demain doit répondre à des exigences de sûreté de fonctionnement, de robustesse et d'efficacité opérationnelle de plus en plus grandes; il doit également prendre en compte la complexité croissante des environnements de fonctionnement (encombrement aérien par exemple), des équipements embarqués et des fonctions opérationnelles requises. Ces deux pressions se conjuguent pour motiver une demande de plus en plus forte vers davantage d'autonomie.

L'autonomie d'un système recouvre des capacités de collection et de fusion des données issues d'un environnement variable et évolutif, d'interprétation de situations, de prise de décisions en fonction des objectifs assignés, de supervision et de conduite des actions décidées. Elle se situe nécessairement dans un contexte d'interaction : avec l'environnement, avec d'autres systèmes (autres véhicules, contrôle aérien, etc.) et avec l'opérateur. En effet, l'autonomie n'est pas à interpréter dans la suppression du rôle de l'opérateur humain, à bord ou au sol. Elle fait remonter son rôle des boucles de contrôle de bas niveau, vers les boucles interactives de planification, de supervision et de décision. Elle lui fournit les moyens de conduire sûrement et efficacement la mission du véhicule aéronautique ou spatial.

La notion d'autonomie soulève des problèmes scientifiques et techniques à divers niveaux:

- Au niveau de l'engin autonome lui-même, dans des fonctions et/ou des phases de vol particulières, pour réduire la charge cognitive du pilotage, pour accroître la sûreté de fonctionnement et l'efficacité opérationnelle du véhicule ; dans ce cas, les principaux problèmes sont liés à l'analyse de situation, aux processus de décision et de conduite des actions.
- Au niveau de l'interaction coopérative de l'engin autonome avec son environnement, ce qui peut inclure la formalisation des « modalités » (croyances, connaissances, intentions, obligations, permissions, interdictions) ainsi que le partage des rôles avec le ou les opérateurs humains.
- Au niveau de la sûreté de fonctionnement, de la robustesse et de la validation des performances du système autonome.

## Thèmes de l'appel à propositions

Cet appel à propositions de la Fondation de Recherche pour l'Aéronautique et l'Espace porte sur l'étude et le développement d'approches et de techniques nécessaires pour l'autonomie des systèmes aéronautiques et spatiaux. A titre d'exemples, les applications envisagées concernent aussi bien les drones et systèmes de drones que le système de transport aérien, les sondes planétaires ou le vol spatial en formation. La Fondation soutiendra des projets originaux sur cette thématique générale, tout particulièrement sur un ou plusieurs des thèmes suivants :

### 1. Conception et validation de systèmes sûrs et robustes

- Architectures embarquées génériques à performances certifiées; architectures matérielles (réseaux, bus, processeurs), architectures fonctionnelles (supervision, FDIR, fusion de données, décision, interfaces avec les autres systèmes).
- Développement et utilisation de méthodes formelles pour la preuve de logiciels critiques, pour la preuve de sûreté de fonctionnement, pour l'évaluation de performances.
- Etude de la robustesse des méthodes de validation vis-à-vis des imperfections de modélisation (fautes de conception, fautes accidentelles).
- Etude de la robustesse des systèmes vis-à-vis de maladdresses ou d'actes de malveillance.
- Détermination de procédures de contrôle à partir des spécifications de propriétés.

### 2. Interprétation et décision

- Fusion de données et interprétation de situations pour l'autonomie: modélisation des informations et des requêtes de fusion, modèles et algorithmes pour l'interprétation de situations.
- Diagnostic, détection d'anomalies, reconfiguration (FDIR) : modèles de fonctionnement nominaux et perturbés, surveillance de l'état global, « diagnosticabilité », détection d'anomalies, pronostic, reconfiguration, repli.
- Mouvement et conduite autonome du vol dans l'espace et le temps en mode nominal et dégradé : planification de mouvements 4D, suivi de trajectoires dans un environnement dynamique (en contexte ATM, ATC), détection de risque de collision, évitement automatique, décollage, atterrissage et mouvement au sol automatiques, vol en formation, robots.
- Décision embarquée : représentation de problèmes de décision en contexte incertain et dynamique, décision distribuée, en temps contraint (prise en compte de fonctions d'utilité, de coût et de risque, des ressources et des actions possibles pour réaliser une mission, planification, contrôle d'exécution, re-planification).

### 3. Interaction et coopération

- Interface opérateur/système : suivi temps réel, analyse et interprétation de l'activité des opérateurs, media d'interaction, environnement de réalité augmentée, gestion dynamique de l'interface en fonction de l'activité et de la charge de travail en fonction de la performance
- Coopération et décision distribuée : approche « système de systèmes », protocoles sûrs de coordination, partage des rôles systèmes/humains, gestion des aléas de communication, supervision interactive, planification interactive, décision interactive.