

MÉTHODOLOGIE POUR LA SÉCURISATION EN VOL D'UN AÉRONEF SANS AJOUT DE CAPTEUR

Julien Marzat (ONERA-DPRS, Châtillon)

Sous la direction de : Eric Walter (Supélec), Hélène Piet-Lahanier (ONERA), Frédéric Damongeot (ONERA)

Résumé

L'objectif de la thèse est la mise au point d'une *méthodologie de détection de défauts en vol pour un véhicule aéronautique existant*. Ce diagnostic s'appuiera uniquement sur le jeu de capteurs embarqués ainsi que les mesures relevées au cours de l'évolution de l'aéronef. L'idée de base est donc de confronter le comportement réel de l'engin avec celui fourni par un modèle du système basé sur les équations de la physique et/ou une base de connaissances. La méthode développée devra remplir un cahier des charges strict, notamment en ce qui concerne les erreurs de détection et la robustesse aux incertitudes de modélisation et aux erreurs de mesure.

Contexte de l'étude

La sûreté de fonctionnement a toujours été considérée comme une phase essentielle de la conception des systèmes aéronautiques. Toutefois, il est fréquent d'avoir recours à la redondance matérielle (multiplication des équipements) pour assurer la détection de défauts (capteurs ou actionneurs), ce qui engendre une augmentation des coûts et une réduction de l'autonomie du véhicule. Une alternative à cette méthode est l'utilisation de la *redondance analytique*, à savoir l'exploitation de relations existant entre les différentes grandeurs mesurées ou estimées. C'est cette approche qui est privilégiée dans le cadre de la thèse. Les principes de bases de la détection et l'isolation de défauts sont présentés en figure 1.

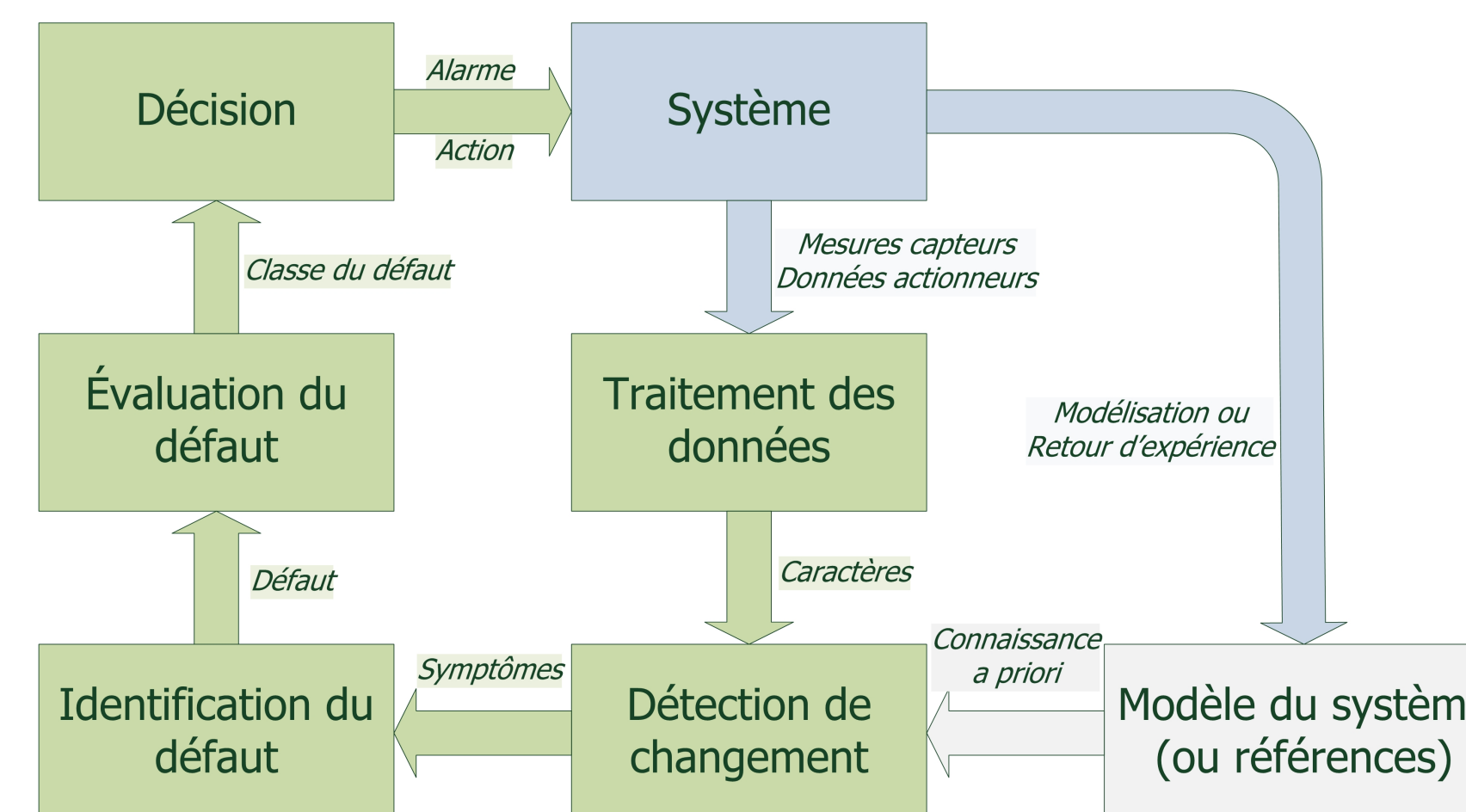
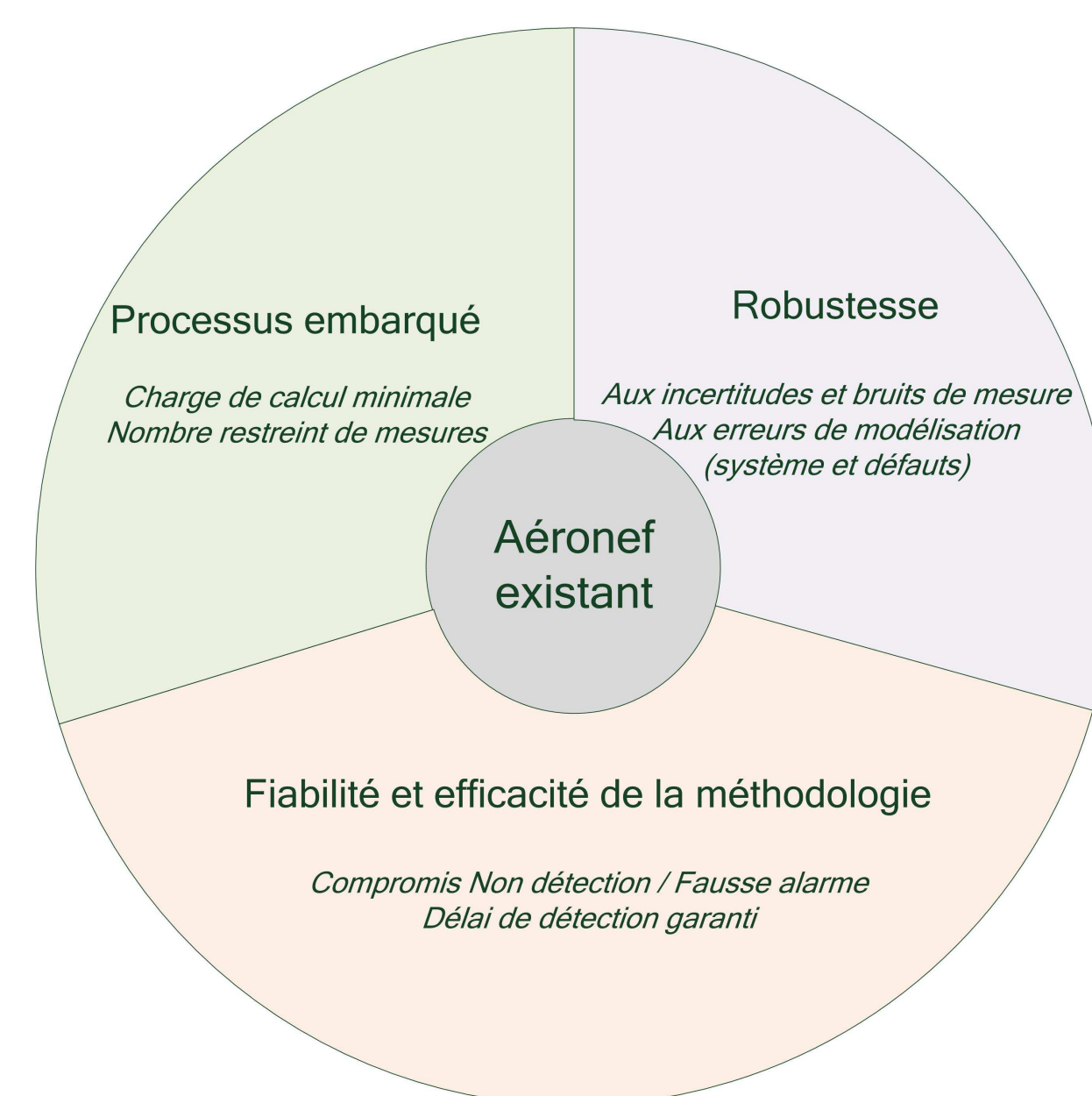


FIGURE 1: Schéma de principe de la détection de défauts

Le problème que l'on se pose est donc de développer une telle méthodologie de diagnostic de défauts capteur et actionneur pour un aéronef donné, en respectant le cahier des charges suivant :



Principales méthodes

Approches à base de modèles

À partir d'une représentation mathématique du système, il s'agit de générer des résidus qui doivent être négligeables en l'absence de défauts et significatifs en leur présence. On peut citer :

- l'estimation d'état déterministe (observateurs) ou stochastique (filtres de Kalman, processus gaussiens, filtrage particulaire)
- l'estimation paramétrique
- l'approche par espace de parité.

Approches par reconnaissance des formes

Cette classe de méthodes est basée sur une connaissance disponible a priori à partir de laquelle il s'agit de déterminer dans quel mode est le système. On peut distinguer :

- les outils statistiques (analyse en composantes principales, K-ppv, arbres de classification)
- les outils connexionistes (réseaux de neurones, séparateurs à vaste marge (SVM),...)

Déroulement envisagé

- Définition d'un modèle de simulation réaliste (de type missile)
- Conception de scénarios cohérents d'anomalies en vol
- Étude approfondie des méthodes
- Validation des approches retenues sur le modèle
- Éventuelle combinaison des meilleures méthodes
- Analyse de la robustesse et réduction de la complexité