

## PROPOSITION de PROJET M2 ISTR

Proposition de sujet pour l'UE PROJET  
 à renvoyer à : [yann.labit@univ-tlse3.fr](mailto:yann.labit@univ-tlse3.fr)

### **ENCADRANT(S) DU PROJET & contacts**

LABIT Yann ([yann.labit@univ-tlse3.fr](mailto:yann.labit@univ-tlse3.fr)), LAAS-CNRS, Equipe SARA et LAUER Michaël ([mlauer@laas.fr](mailto:mlauer@laas.fr)), LAAS-CNRS, Equipe TSF

**THÉMATIQUES DE LA FORMATION CONCERNÉES :** lien avec les enseignements de la formation, compétences théoriques mobilisées lors du projet (robotique, apprentissage, vision, reconnaissance des formes, interaction vocale, estimation, ...)

Sureté de fonctionnement (spécialisation Fiabilité)  
 Commande linéaire avancée (spécialisation Commande)

### **INTITULE DU PROJET : SAFE\_CONTROL**

**MOTS-CLES :** Architecture COM/MON, redondance, sureté de fonctionnement, défaillance, commande, CDVE.

**SUJET & REALISATION ATTENDUE :** description succincte des objectifs et attendus du projet proposé

Aujourd'hui, les avions de ligne sont beaucoup plus complexes que ceux d'il y a une quarantaine d'années :

Les raisons à cette complexité sont les suivantes :

- les architectures issues des modélisations et des essais en soufflerie de plus en plus sophistiqués, se sont affinées ;
- les matériaux utilisés (alliages d'aluminium ou de titane);
- les moteurs utilisant des technologies plus fiables, plus économies et plus faciles à entretenir.

Mais l'apport essentiel est l'introduction de l'électronique embarquée dans tous les systèmes de l'avion, et, au premier chef dans les systèmes critiques des commandes de vol (CDV).

La première apparition de l'électronique dans ce domaine s'est effectuée sur le Concorde en 1976. Mais il s'agissait d'un système analogique. Depuis 1984 (sur l'A320), l'ensemble de ces systèmes critiques permettent de gouverner les avions commandés électroniquement.

Les CDV sont des systèmes de contrôle-commande embarqué, réparti, temps réel et critique, de par les services qu'ils doivent rendre : ils gèrent la trajectoire de l'avion en agissant sur ses gouvernes à partir des consignes données par le pilote.

Installer les CDV avec une sûreté de fonctionnement totale a exigé la mise en place d'une double redondance des systèmes logiciels, du câblage et des calculateurs. L'ensemble de ces redondances est conforté par le fait que chacun des systèmes dupliqués a été conçu et construit par des industriels différents excluant des incidents qui seraient imputables à des fautes initiales de conception.

Les CDVE (donc électriques) pour les avions de ligne chez AIRBUS utilisent deux types de calculateurs numériques autotestables que l'on nomme primaires (PRIM, nombre : 3) et secondaires (SEC, nombre : 3) dans une configuration maître-esclave. Un calculateur SEC agit comme une redondance asymétrique d'un calculateur PRIM dans la mesure où il utilise un matériel différent et des lois de pilotages simples. La figure 1 présente le schéma de principe d'un calculateur de commandes de vol.

## PROPOSITION de PROJET M2 ISTR

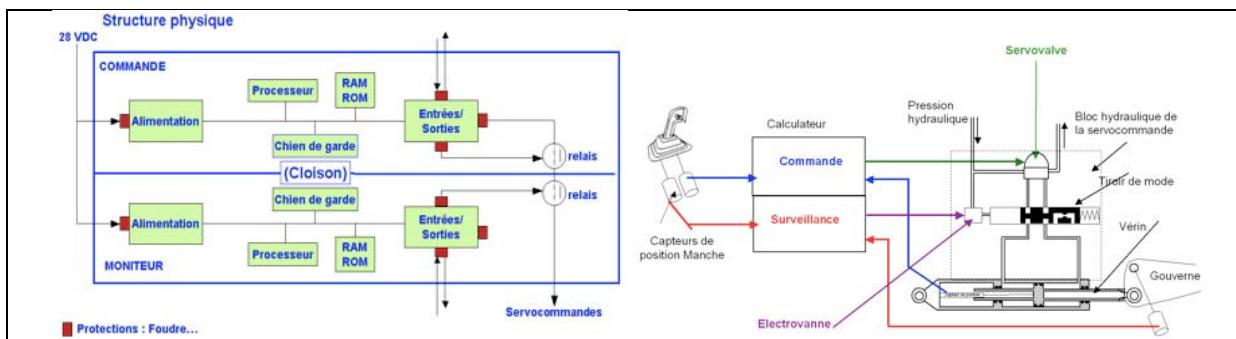


Figure 1 : Schéma simplifié du matériel d'un calculateur CDVE AIRBUS [Thèse Manel SGHAIRI, 2010]

Le fonctionnement est le suivant :

- Une voie COM (commande) élabore les consignes de commande des actionneurs et les émet vers, les actionneurs et vers sa voie MON qui la surveille, mais aussi vers les autres calculateurs.
- Une voie MON (moniteur) élabore les mêmes consignes que COM mais ne fait que surveiller COM, et lève des alarmes vers d'autres systèmes de l'avion.

On retrouve des similitudes d'architectures pour les hélicoptères (toujours chez AIRBUS) comme on peut le voir sur la figure 2.

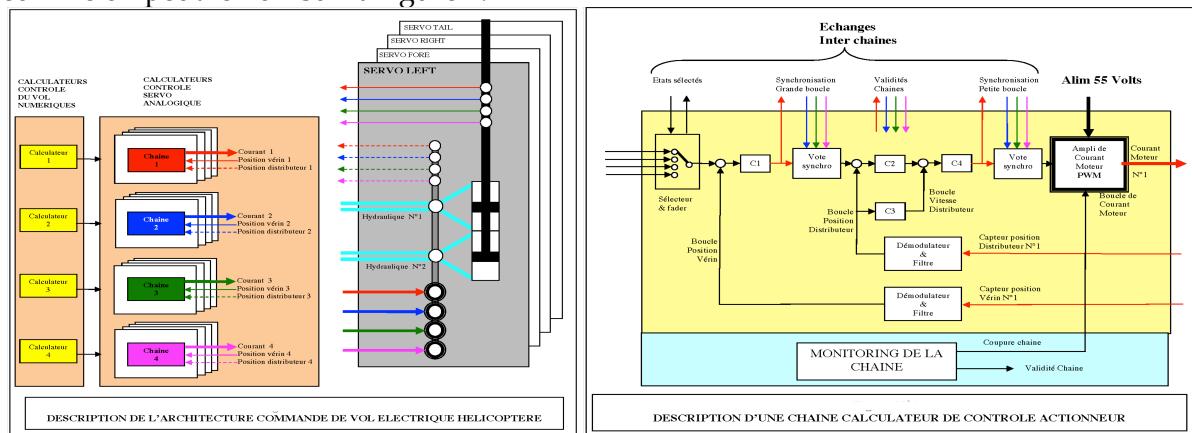


Figure 2 : Schéma de l'architecture CDVE d'hélicoptère type NH90 [AIRBUS, 2010]

Le cahier des charges pour ce projet est le suivant :

- Faire une étude bibliographique sur les architectures de type COM/MON et des diverses possibilités de redondances (matérielles, logicielles).
- Concevoir un simulateur (plusieurs versions seront conçues, testées et validées) pour la commande d'un moteur (ou d'un actionneur qui piloterait un axe d'un avion par exemple) en y intégrant les étapes:

- 1- Une chaîne de contrôle (mise en place d'une commande simple ou avancée) ;
- 2- Une chaîne de monitoring (qui alarme l'utilisateur si défaillance du moteur par exemple) ;
- 3- Ajout de redondance des chaînes de contrôle
- 4- Ajout de redondance des chaînes de monitoring
- 5- Un ou plusieurs systèmes de décision pour désactiver une chaîne défaillante.

Le simulateur sera conçu en langage Matlab et Simulink. Il devra pouvoir être utilisé en prototypage (en commande RTW). Il sera pourvu de moyens de vérification et de décision en cas de pannes. Une interface graphique sera un objectif supplémentaire.

**RESSOURCES NECESSAIRES :** matériel (robot, caméra, micro, ...), logiciels, toolkits, middleware (weka, htk, ROS, ...), localisation du matériel (AIP, salle I, ...)

Matériel : Moteur, carte d'acquisition

## PROPOSITION de PROJET M2 ISTR

Logiciel : Matlab, simulink

Lieu : à définir

**ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE :** le projet doit comporter une partie état de l'art et/ou étude de l'existant qui sera évaluée spécifiquement

Proposition d'articles à étudier en lien avec le sujet ou le domaine.

Liens vers des sites web en lien avec le projet (aspects scientifique et/ou technique) ou toute information utile.

**COMPETENCES TECHNIQUES REQUISES :** éléments techniques ou méthodologiques souhaités (langage de programmation, systèmes d'exploitation, méthodes de gestion de projet, ...)

Méthodes de gestion de projet avec AGILE

Sureté de fonctionnement

Commande linéaire (fréquentiel, espace d'état)

Programmation importante donc méthodes de conception demandées