

Projet FIRST HE : CAELPAL

Conception d'actionneur électrique de forte puissance, tolérant aux pannes, pour applications lanceurs

A. Mortagne¹, M. Guillaume², R. Michel², M. Bekemans², L. Baclin¹, S. Eggermont¹

1 : CERISIC, 2 : Thales Alenia Space Belgium

1) Contexte

Le projet s'insère dans la tendance générale à l'électrification des actionneurs hydrauliques menée dans le cadre des développements Ariane 5 ME et Ariane 6.

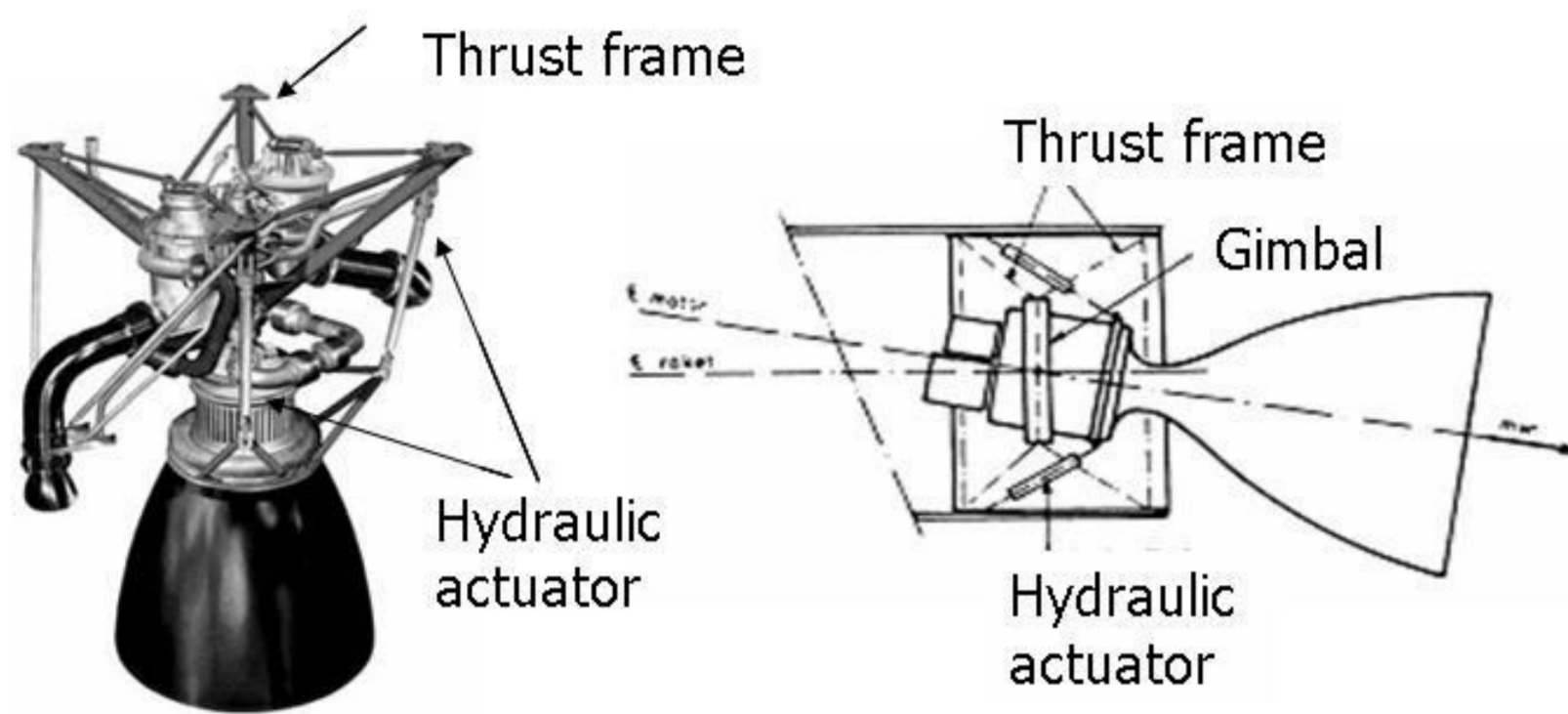


Fig.1 - Système TVC à actionneurs hydrauliques [1].

C'est le système de positionnement de tuyère des propulseurs, plus communément appelé « **Thrust Vector Control** » (TVC) qui est visé dans ce projet FIRST (Fig.1).

Actuellement, le positionnement des tuyères des premiers étages d'Ariane 5 est assuré par des vérins hydrauliques (Fig.1) qui, malgré une efficacité éprouvée, présentent plusieurs inconvénients tant énergétiques et écologiques, que liés à la sécurité.

Le projet CAELPAL se focalise essentiellement sur le système TVC (Fig.3) du 3^{ème} étage d'Ariane 6 (Fig.2) qui présente des pics de puissance de l'ordre de 5 kW.

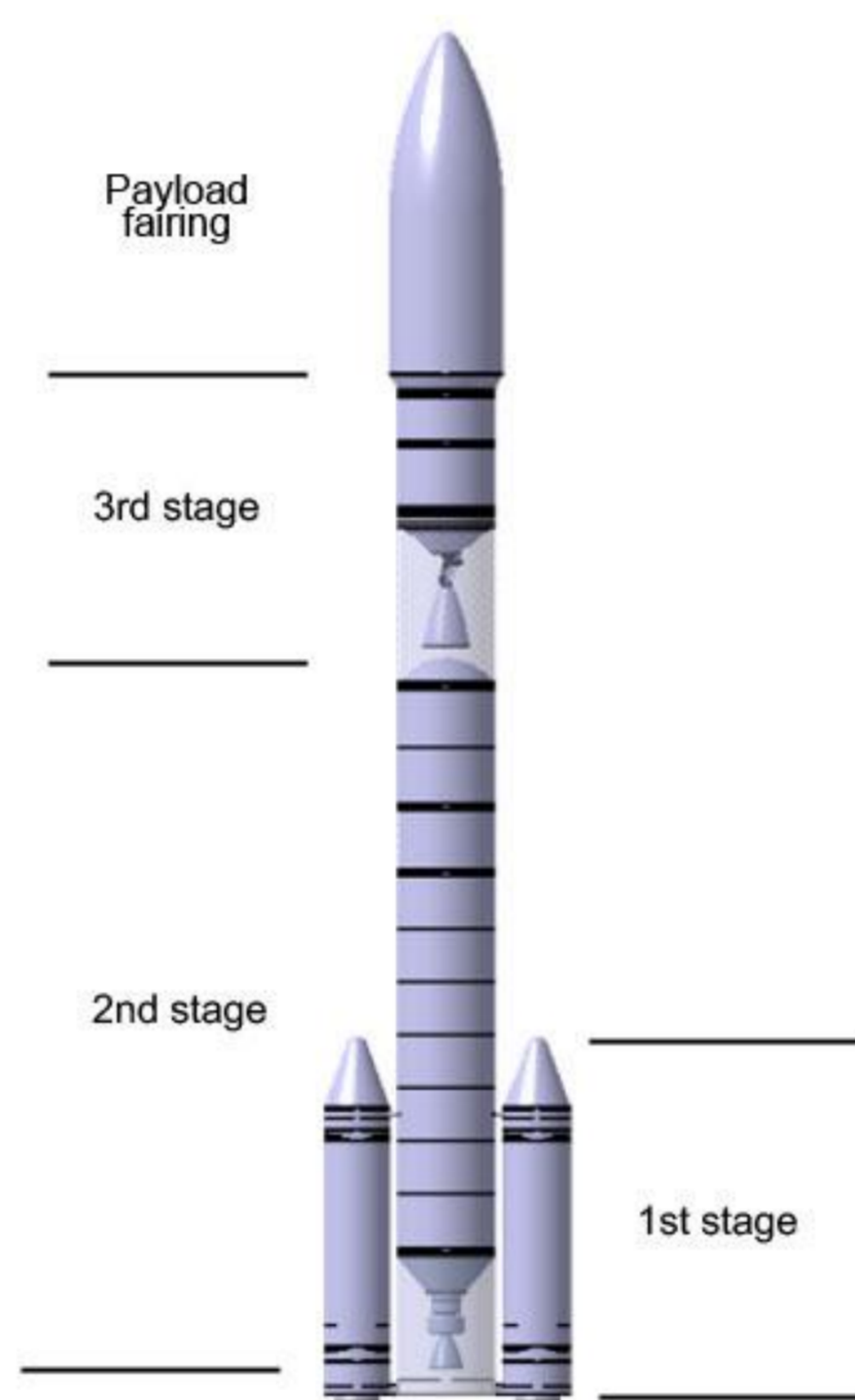


Fig.2 - Architecture du lanceur Ariane 6 dans la configuration A62 [2].

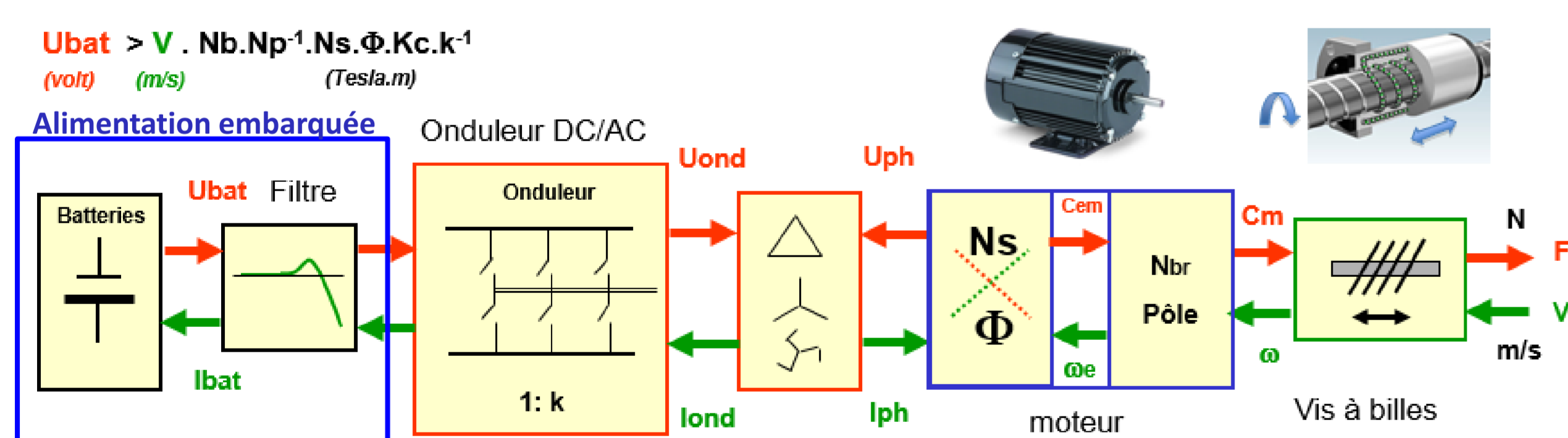


Fig. 3 - Chaîne mécatronique du système TVC à actionneurs électriques [3].

2) Objectifs

- Définition d'une topologie d'alimentation électrique embarquée (Fig.3) concurrentielle permettant de répondre efficacement aux besoins du système TVC;
- optimisation de la topologie en vue de minimiser sa masse, sa complexité et son coût;
- conception orientée « composants commerciaux pris sur étagère » (COTS) tout en garantissant les niveaux de fiabilité requis par le domaine spatial;
- conception tolérante aux pannes par la mise en œuvre des redondances ad hoc;
- élévation du niveau de maturité de la solution retenue à travers, notamment, le développement d'un banc d'essai.

3) Alimentation hybride

Les systèmes TVC ont pour caractéristique de générer des profils de puissance pulsatoires (Fig.4) qui se prêtent particulièrement bien à la mise en œuvre d'une alimentation hybride (Fig.4). Celle-ci conduit au découplage des sources d'énergie et de puissance et à l'optimisation globale de l'alimentation pour le critère massique.

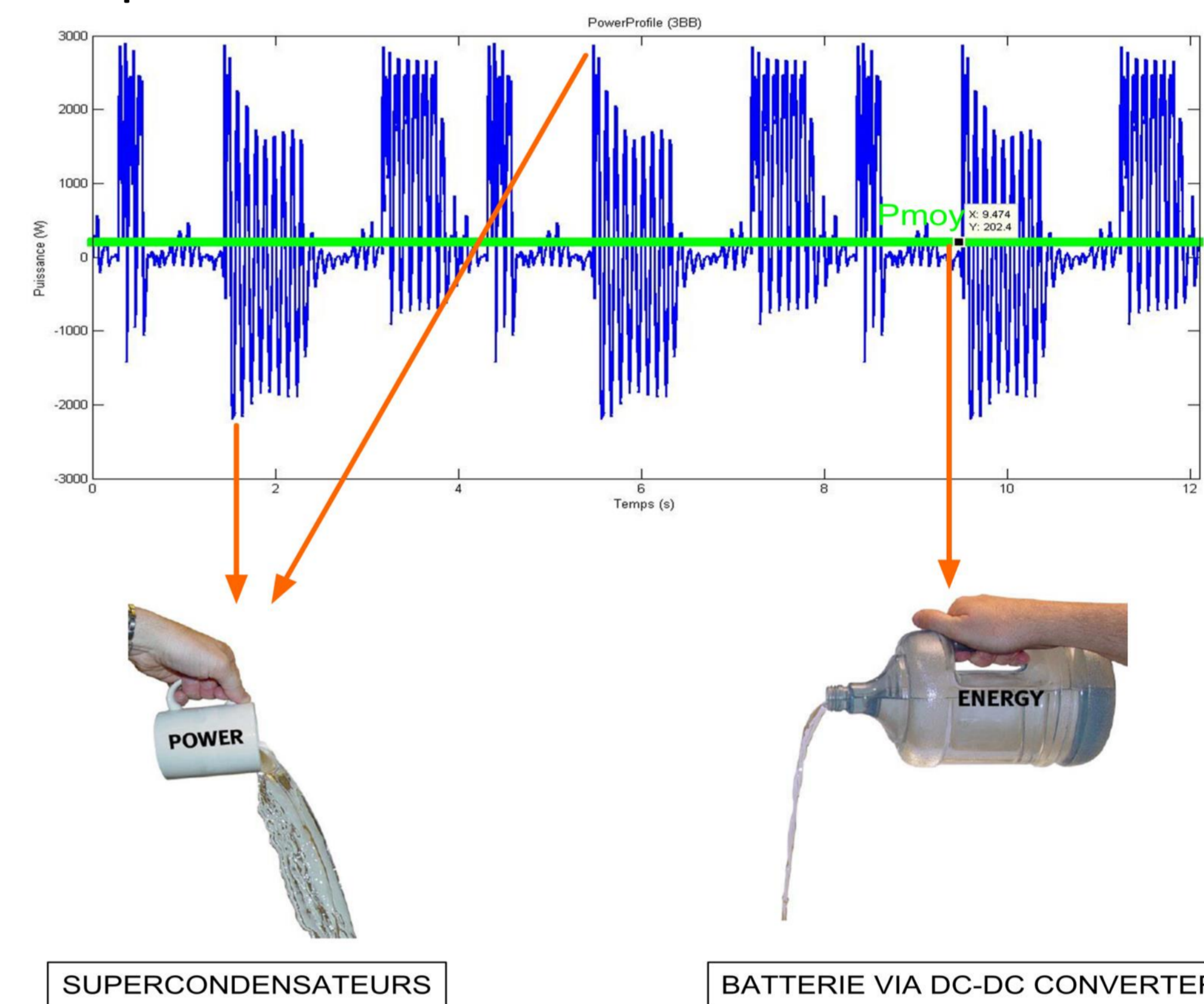


Fig. 4 - Profil de puissance pulsatoire et principe d'une alimentation hybride.

Les batteries électrochimiques, de par leur dynamique relativement lente, sont de bonnes candidates pour matérialiser la source d'énergie. Les supercondensateurs, quant à eux, ont une dynamique plus rapide et une réversibilité en courant qui les destinent, naturellement, à l'apport et la récupération de puissance instantanée. La Fig.5 présente la topologie de l'alimentation hybride envisagée. Le convertisseur DC-DC permet de réaliser l'interface entre le bus DC basse tension et haute tension alimentant les onduleurs qui pilotent les moteurs électriques des vérins.

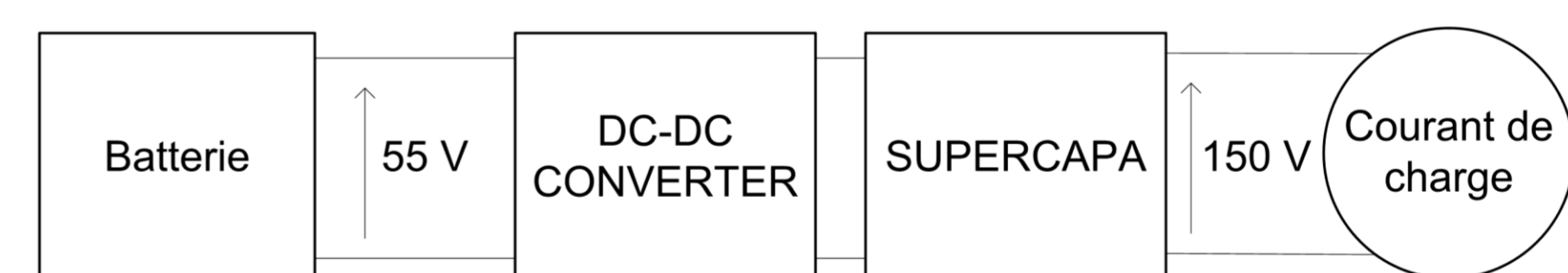


Fig. 5 - Topologie de l'alimentation hybride envisagée.

Les impératifs de haute fiabilité imposent la mise en œuvre de certaines redondances. C'est le cas, notamment, pour le banc de supercondensateurs qui doit être robuste aux circuits ouverts, comme aux courts-circuits. Un système d'interconnexion matriciel (Fig.6) des cellules élémentaires est proposé pour répondre à ces contraintes.

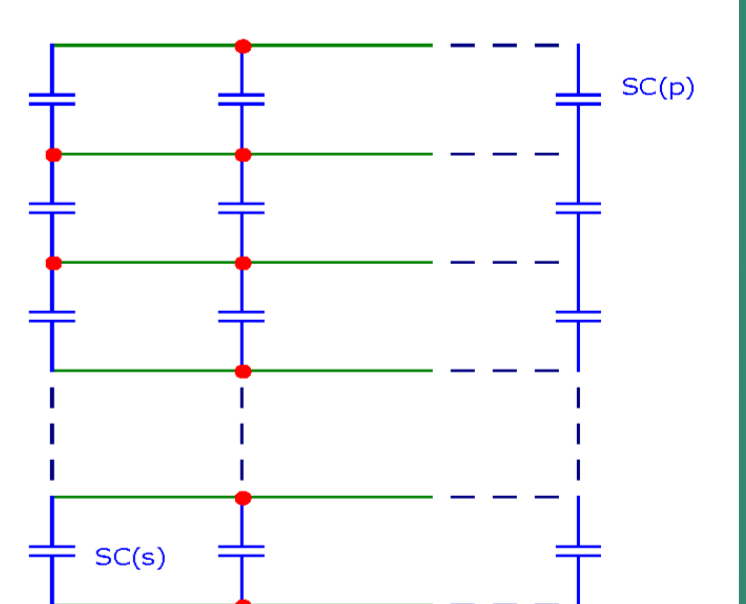


Fig. 6 - Système d'interconnexion matriciel pour le banc de SC.

Références :

- [1] Delft University of Technology (TUDelft). « Liquid rocket systems - Launcher systems » Disponible ici : <http://www.lr.tudelft.nl/en/organisation/departments/space-engineering/space-systems-engineering/expertise-areas/space-propulsion/system-design/analyze-candidates/motor-configurations/liquid-systems/> [25 Février 2015]
 [2] Centre National d'Etudes Spatiales (CNES). « Ariane 6 ». Disponible ici : <http://www.cnes.fr/web/CNES-en/11591-ariane-6.php> [25 Février 2015]
 [3] BEKEMANS, M. « Thales Alenia Space Belgium - AVQ-X HPTVC Brainstorming ».

Contact mail: alexis.mortagne@cerisic.be / laurence.baclin@helha.be / stephanie.eggermont@cerisic.be

Promoteur

Partenaire industriel