



LES RENDEZ-VOUS FIABILITE DU CFF



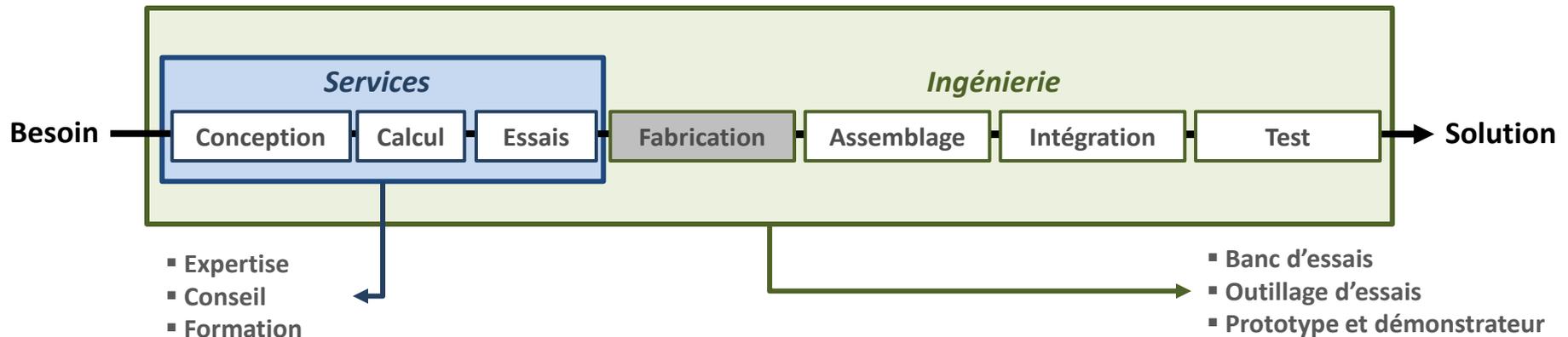
CRIOS : une solution de refroidissement à base de matériaux à changement de phase



➤ Notre mission: **Accompagner nos clients pour l'innovation dans le transport**
Aéronautique - Spatial – Défense



➤ Nos compétences : **Concepteur et testeur (mécanique, fluide et thermique)**



➤ Nos spécialités :

Organes moteur
Assemblage et essais
(pompe, vanne, conduit, échangeur thermique)

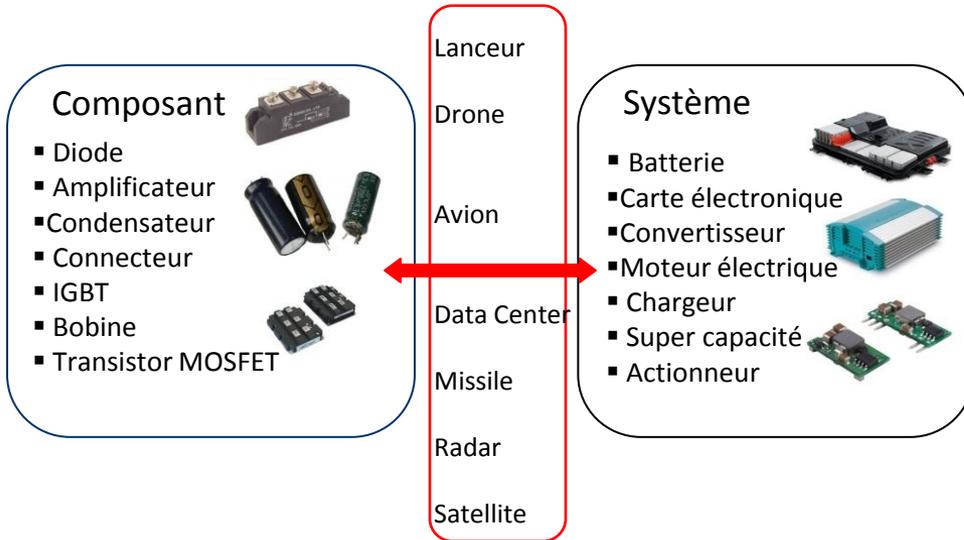


Système de refroidissement
Prototypes et essais thermiques
(MCP, Spraycooling, plaque froide,...)

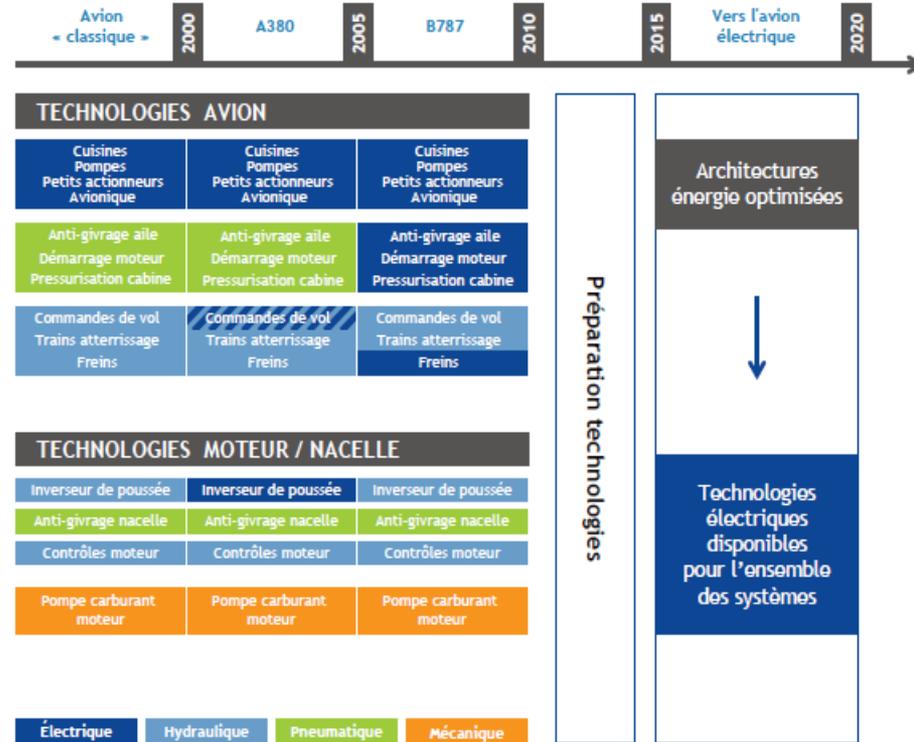


Le monde des transports (aéronautique, automobile...) se dirige vers le 100% électrique.

- Augmentation de la puissance électrique embarquée → augmentation du besoin en refroidissement
- Environnement des équipements de plus en plus sévère (températures, accélération, humidité, ...)
- Demande de haute fiabilité



L'ÉVOLUTION DES ARCHITECTURES D'AVION



Le besoin des industriels :

Développer de nouvelles solutions de refroidissement autonomes et à faible coût énergétique et permettant d'évoluer en environnement sévère. → C'est l'enjeu du projet CRIOS.

CRIOS est un système de refroidissement à base de MCP pour l'électronique embarquée fonctionnant en environnement sévère (températures extrêmes, chocs, vibrations)

CRIOS est constitué de :

- Un composant électronique (source chaude)
- Un MCP (absorbe la chaleur)
- Une structure dissipatrice (transfère la chaleur vers le MCP)
- Une enveloppe (isole thermiquement le système de l'extérieur)

Un système conçu et testé pour un cas industriel

➤ Composant qui dissipe 30W pendant 30 s et devant être maintenu entre 72°C et 120°C.

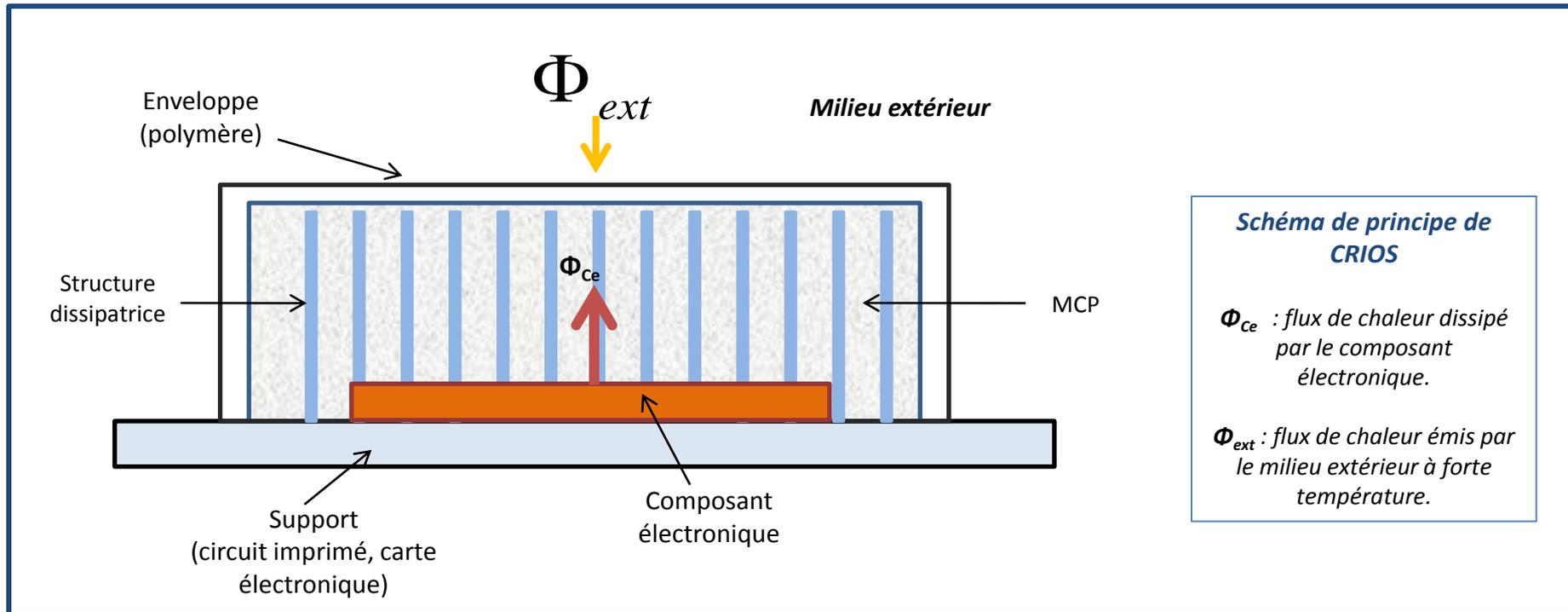


Schéma de principe de CRIOS

Φ_{Ce} : flux de chaleur dissipé par le composant électronique.

Φ_{ext} : flux de chaleur émis par le milieu extérieur à forte température.

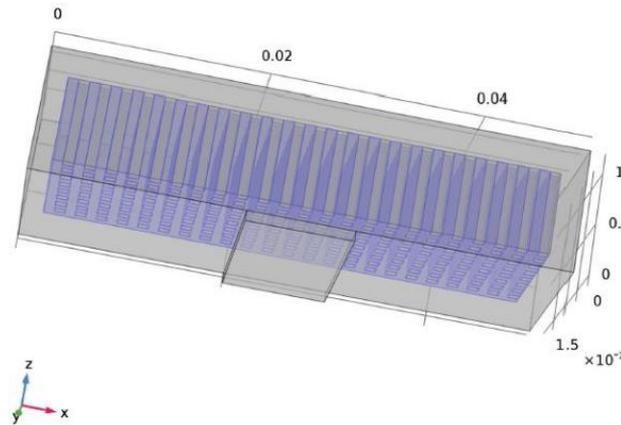
Paramètres :

- Outil : COMSOL Multiphysics
- Solveur : PARDISO
- Géométrie : 3D
- 80 000 mailles

- Modélisation stationnaire
- Modélisation des phase solide, liquide et du changement d'état

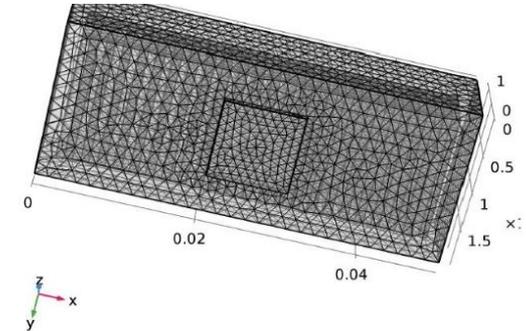
Configuration :

- MCP : Acide oxalique
- Structure dissipatrice : Ailettes en aluminium
- Enveloppe métallique (2 mm)
- Temps de calcul : 1h
- Solveur : PARDISO



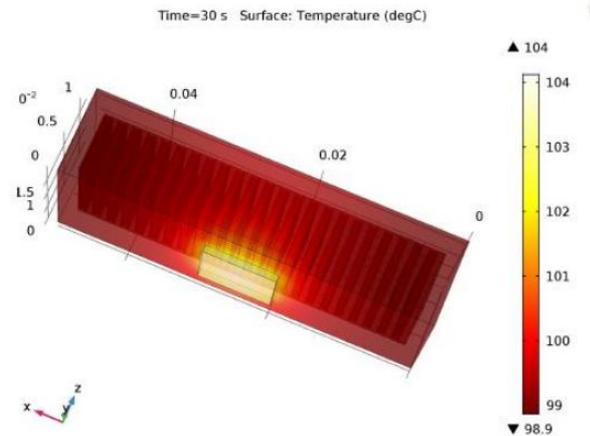
Géométrie du système

Maillage de la géométrie

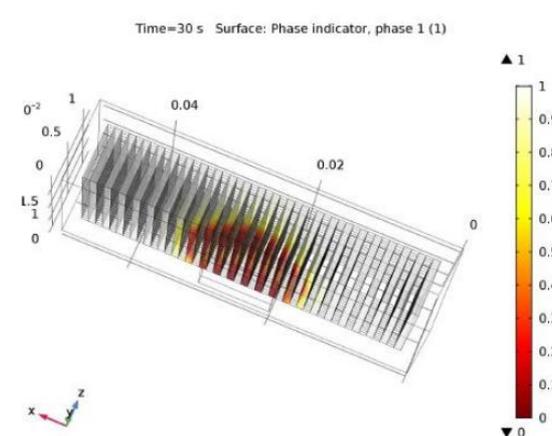


76.120 mailles

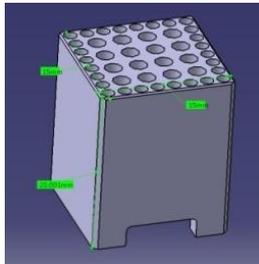
Température (°C)



Indicateur de phase liquide



1^{ère} phase : Conception, réalisation et tests d'éprouvette de tests



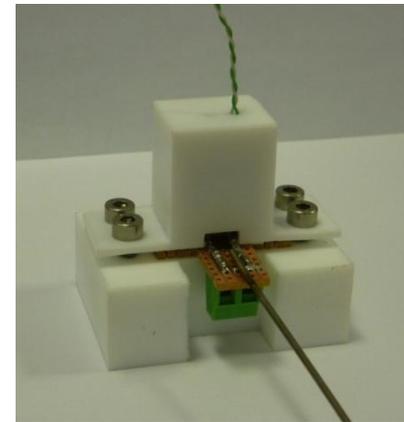
CAO de la structure dissipatrice de l'éprouvette de tests



Structure dissipatrice à 44 trous

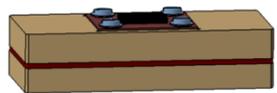


Structure dissipatrice à poche centrale

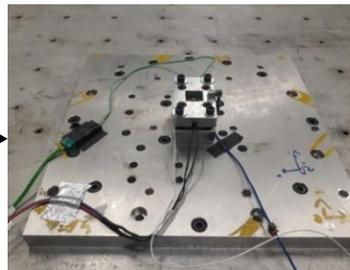


Eprouvette de tests

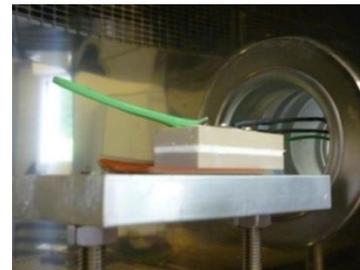
2^{ème} phase : Conception, réalisation et tests du système CRIOS



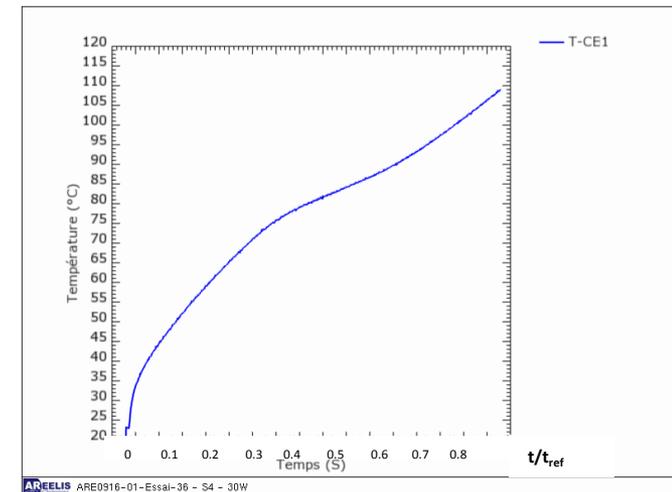
Modèle CAO du système CRIOS



Essais de vibrations du système CRIOS

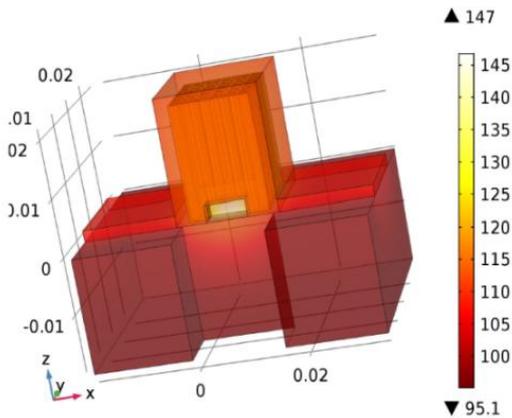


Essais thermiques du système CRIOS
T_{amb} -55°C – +200°C



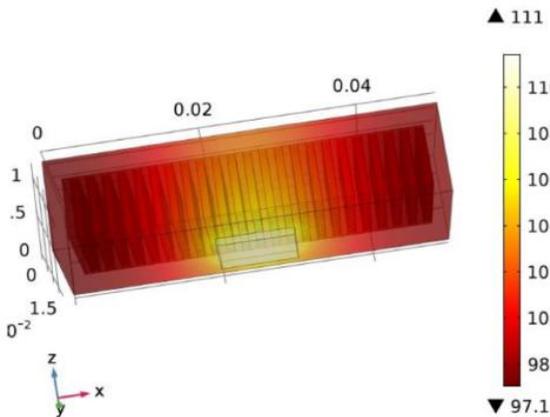
Variation de la température du composant électronique pour une puissance dissipée de 30W (T_{amb} : 20°C)

Time=420 s Surface: Temperature (degC)

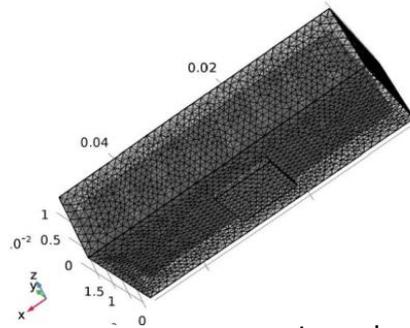


Modèle numérique pour l'éprouvette de tests

Time=30 s Surface: Temperature (degC)

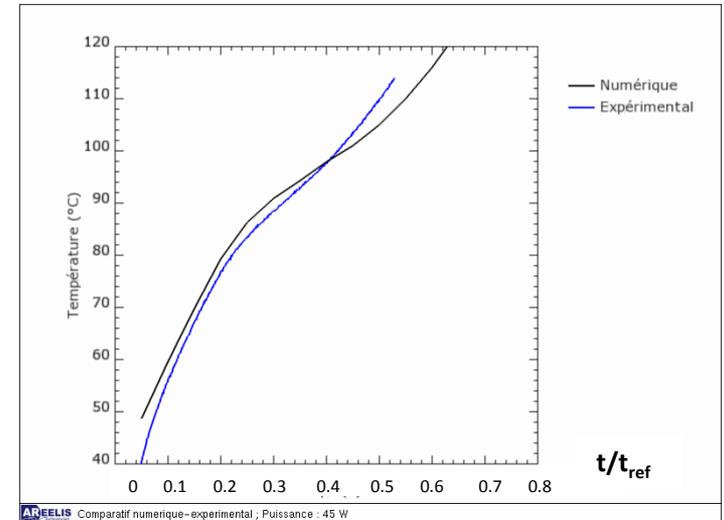


Modèle numérique pour le système CRIOS



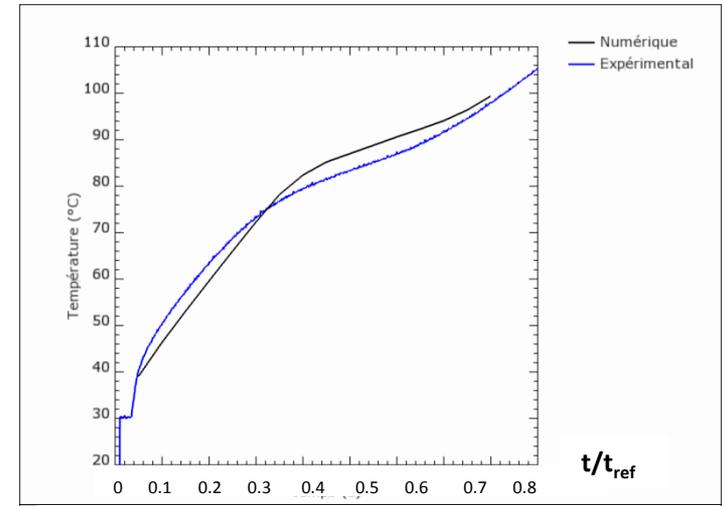
Maillage du système CRIOS

Comparaison numérique/expérimental de la température du composant électronique en fonction du temps



AREELIS Comparatif numérique-expérimental ; Puissance : 45 W

Puissance de chauffe : 45 W



AREELIS Comparatif numérique-expérimental ; Puissance : 30 W

Puissance de chauffe : 30W

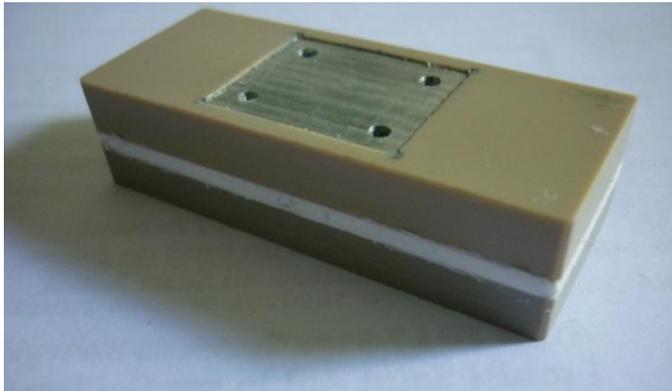
Les limites de la modélisation numérique actuelle

- Vibrations non modélisées
- Chocs et rampes thermiques non modélisés (modifications des paramètres en cours d'essai)
- Informations incomplètes sur certains constituants (composition précise du composant électronique)
- Modèle théorique approximatif pour la détermination de la capacité thermique du MCP lors du changement d'état
- Transferts thermiques par radiations non modélisés (émissivité des matériaux non connues)

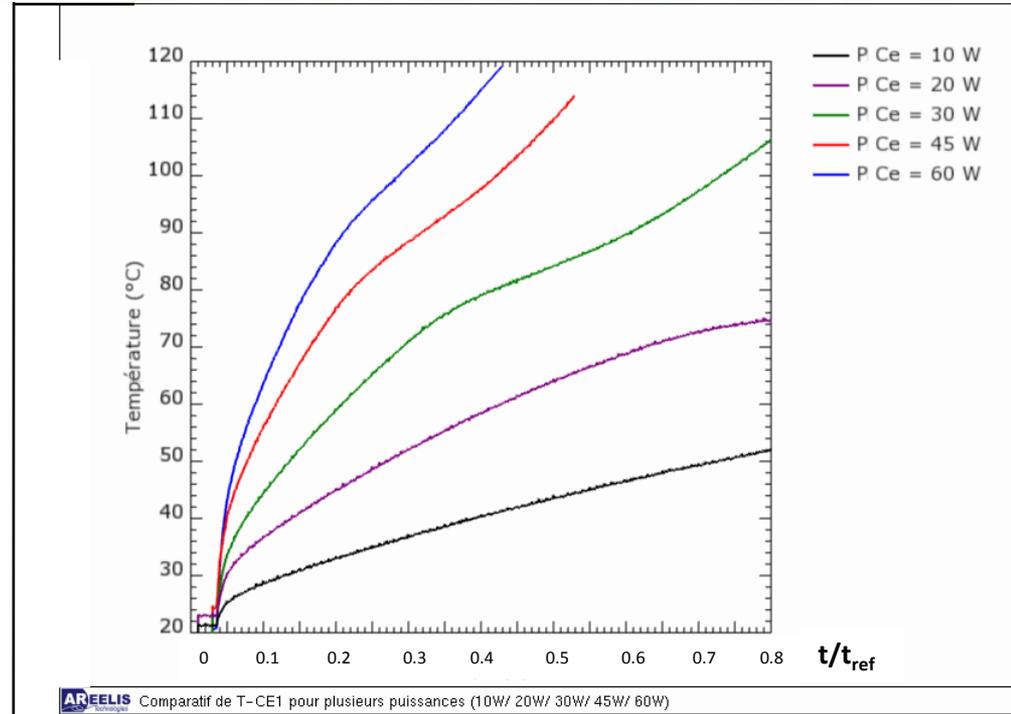
Les limites des essais expérimentaux

- Difficulté pour connaître la puissance thermique réellement dissipée
- Manque d'informations sur les modifications internes du système (état de la recristallisation et disposition du MCP, détériorations)
- Difficultés expérimentales (capteurs, conditions d'essais, tenu en état du dispositif CRIOS,...)

→ **Bonne correspondance entre les prévisions des calculs numériques et les résultats d'essais expérimentaux (températures maximales , tendance des courbes) malgré les limites constatées dans chaque cas.**



Modèle expérimental CRIOS



Résultats

	Puissance	Temps de chauffe	T ^{t_{ure}} initiale	T ^{t_{ure}} finale
Objectif	30 W	30 s	72°C	<120°C
CRIOS	30 W	30 s	72°C	85.5°C
CRIOS (maximum)	60 W	30 s	72°C	119°C

Courbes de températures pour différentes puissances

Le recalage des calculs numériques à l'aide des résultats expérimentaux a permis d'implémenter le modèle numérique de CRIOS

CRIOS :

- Objectif technologique atteint (cas industriel)
- Stocke jusqu'à près de 2 kJ en phase transitoire (30s)
- Fonctionne en milieu à haute température (200°C)
- Fonctionne en conditions vibratoires

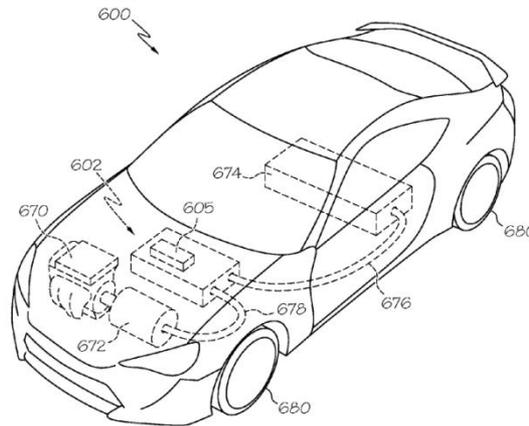


Refroidissement des super-capacités utilisés dans les bus électriques et hybrides



Refroidissement des diodes d'actionneurs de train d'atterrissage.

Refroidissement des transistors en régime transitoire, pour les véhicules hybrides ou tout-électriques.



- 670: moteur thermique
- 672: moteur électrique
- 602: circuit de puissance
- 605: module d'électronique de puissance (→composant électronique & MCP)
- 674: batterie

Autres applications : convertisseurs, moteurs électriques, batteries ...

▶ Transports terrestres

➤ Véhicules électriques/hybrides :

- Batteries
- Freinage régénératif avec stockage d'énergie
- Résistances électriques
- Super condensateurs
- Systèmes d'ouverture/fermeture des portes à l'arrêt



Supercapacités

▶ Bâtiment/ Ambiance thermique

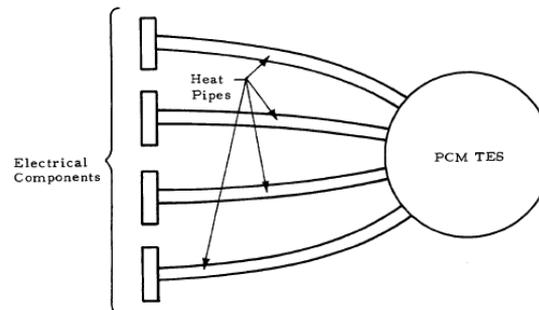
➤ Bâtiment à énergie positive:

- Stockage de chaleur dans les murs
- Panneaux à MCP

▶ Spatial

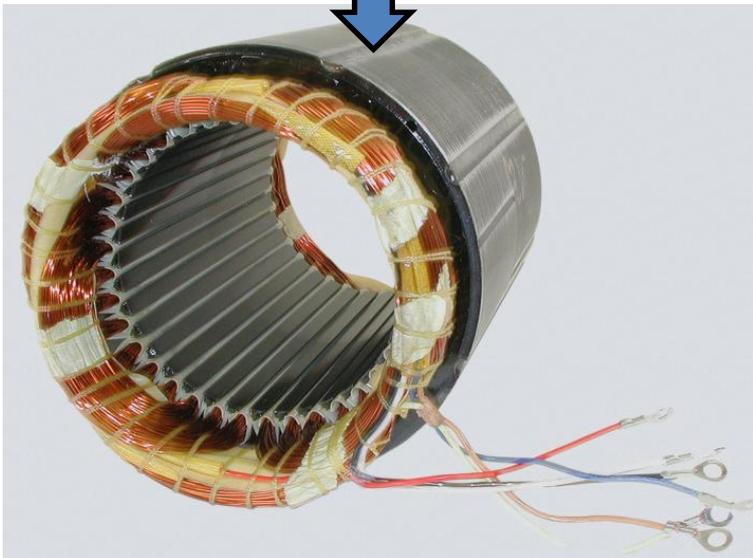
➤ Lanceurs et satellites:

- Ordinateur de bord d'équipement spatial
- Panneaux solaires pour satellites
- Systèmes couplés caloducs-MCP

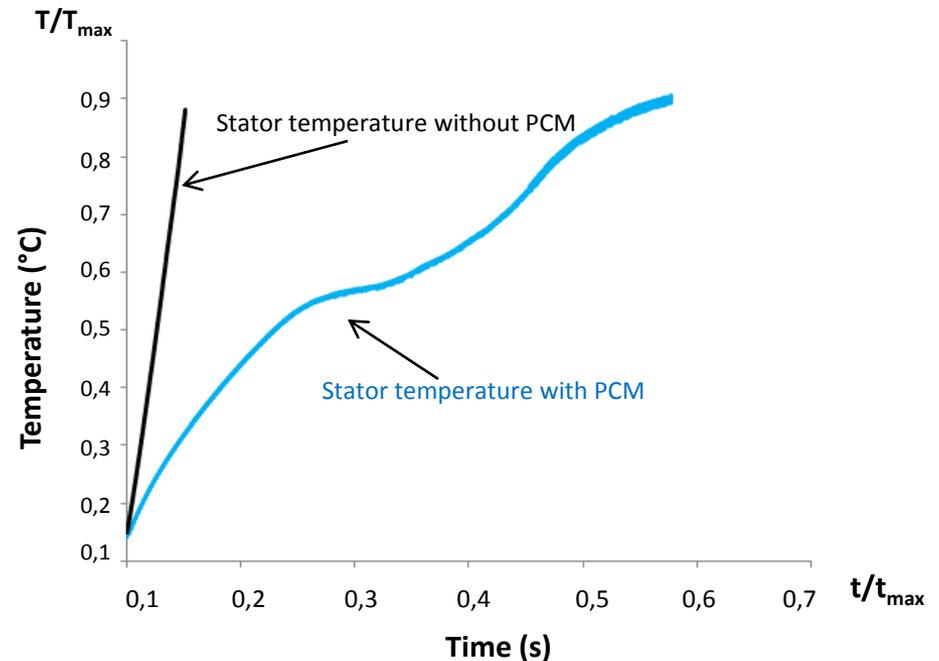


Rover lunaire équipé d'un ordinateur de bord refroidi par MCP

→ MCP protecteur pour moteurs électriques



- Applications : Moteurs électriques à haute puissance (moteurs hybrides)
- MCP intégré dans une résine au sein des bobines
- Durant la phase de puissance le MCP absorbe la chaleur excédentaire
- Le MCP revient à son état initial quand la phase de pic de puissance est passée.





AREELIS Technologies

02 32 95 14 14

areelis@areelis.com

www.areelis.fr

Technopole du Madrillet

675 Avenue Isaac Newton 76800 St Etienne du Rouvray

Merci pour votre attention