



## ENERGINE

# Système de micro-cogénération à cylindrée variable

T. Cartigny, M. Doubs, P. Ranc

ASSYSTEM – FEMTO-ST ENERGIE



**Mercredi 3 février 2016 - PARIS**

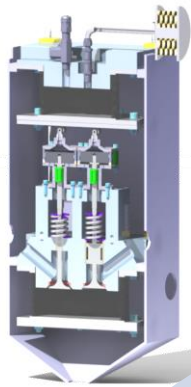


**Journée mini/micro cogénération CNAM Paris 2016**  
**Système de micro-cogénération à cylindrée variable**

T. Cartigny, M. Doubs, P. Ranc

# I. Introduction

## 1. Historique du projet



# ANANKE

2008  
Naissance  
du projet et  
1<sup>er</sup> concept

2011  
Modélisation  
Fabrication  
Dépôt de  
brevet

2012  
Thèse CIFRE  
« Détendeur de  
M.A.C.E. type  
ERICSSON »

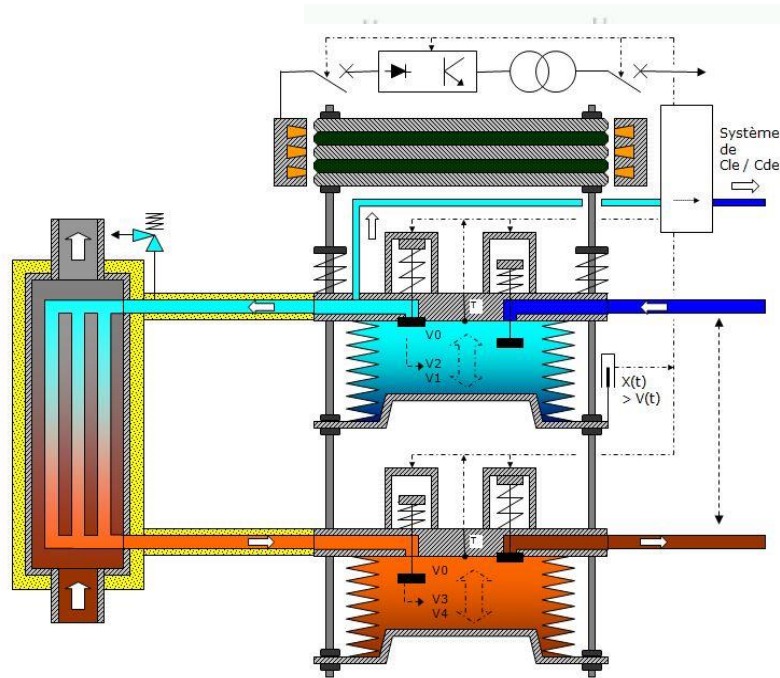
2015  
GPNI  
Thèse CIFRE  
« Compresseur  
de M.A.C.E. type  
ERICSSON »

2016  
Création de Ananké  
Commercialisation  
et industrialisation du  
moteur



# 1. Introduction

## 2. Une technologie innovante



Un nombre de pièce **réduit**

Energie thermique disponible

**18 kW**



Energie en sortie

**3,3 kW électriques**  
**13 kW thermiques**

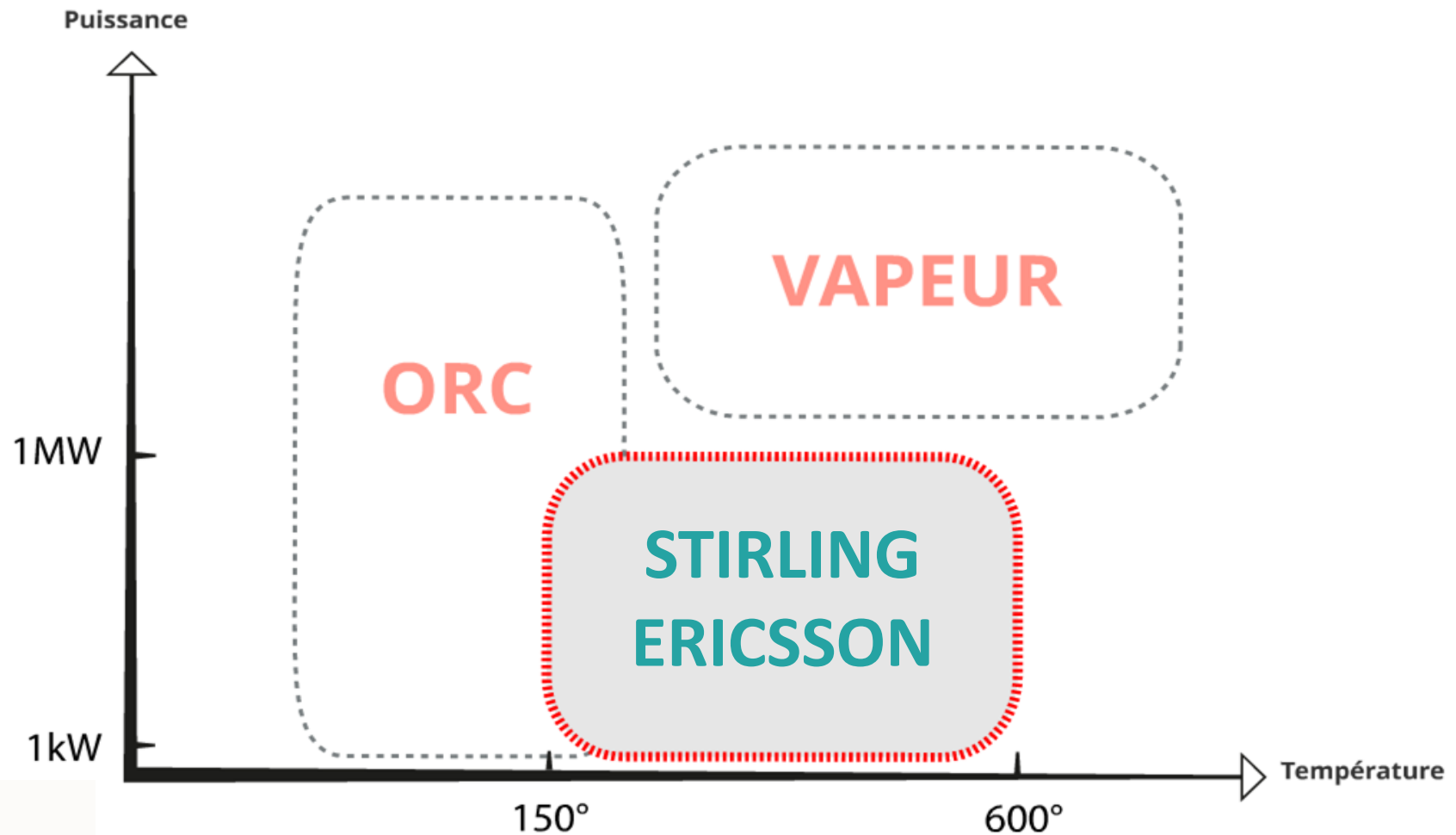
Ratio électrique sur chaleur : **25%**

Rendement estimé **90%**

Une **cylindrée variable** permettant d'adapter la puissance fournie et/ou à la demande de puissance de l'utilisateur

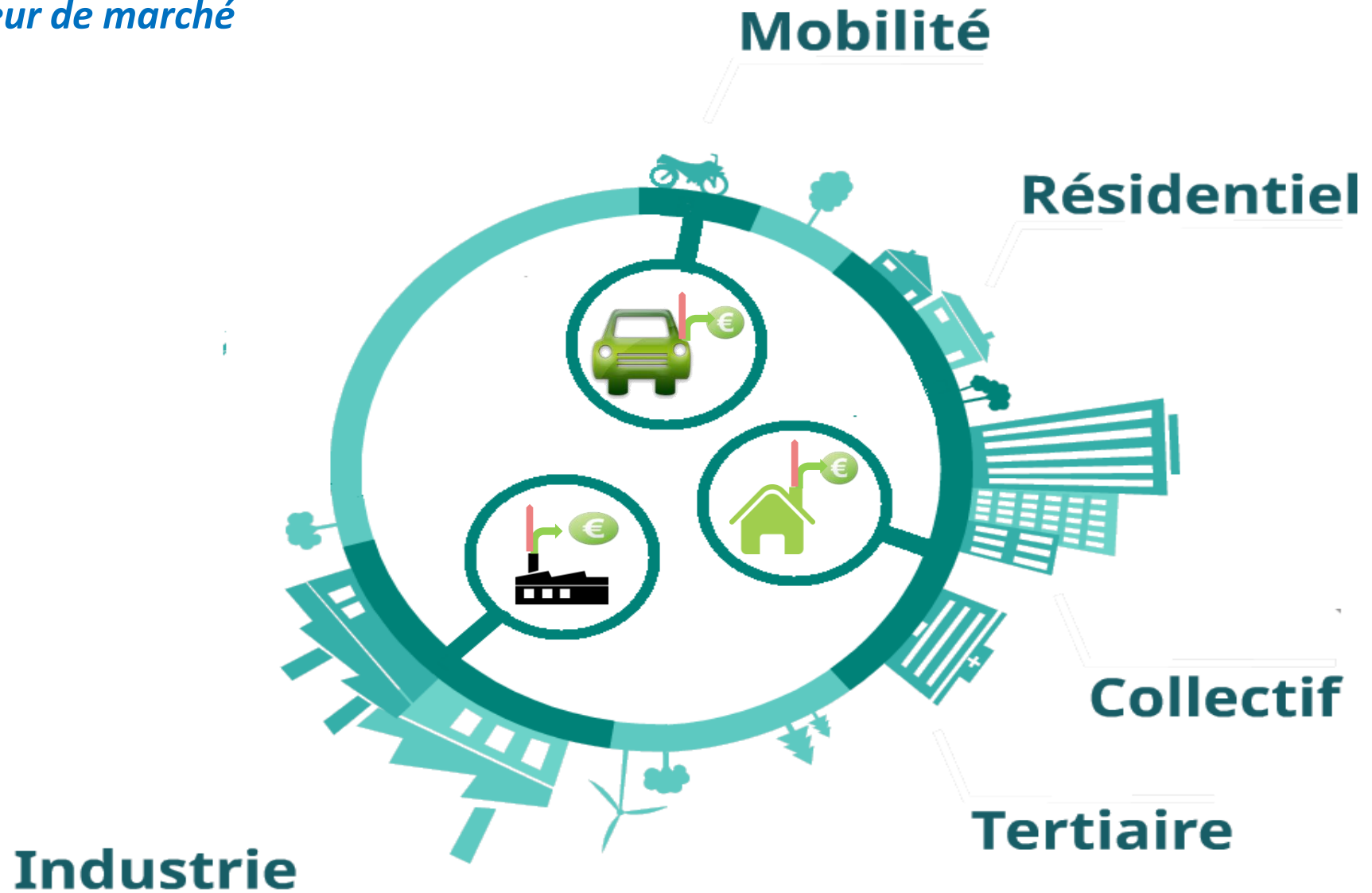
# 1. Introduction

## 3. Une technologie complémentaire



# I. Introduction

## 4. Secteur de marché



# 1. Introduction

## 5. L'équipe du projet



**Thibaut Cartigny**

Responsable innovation  
Responsable du projet Energie



**François Lanzetta**

Directeur FEMTO-ST/ENERGIE  
Directeur de thèse



**Equipe Assystem**

Maxime Mille  
Philippe Pasteur  
Jean-Luc Mauvais  
...



**Equipe Femto-ST**

Philippe Nika  
Eric Gavignet  
Guillaume Laves  
Frédéric Dubas



**Mathieu Doubs**

Doctorant  
Etudes sur la détente de la machine



**Pierre Ranc**

Doctorant  
Etudes sur la compression de la machine



# II. Le projet Energine

## 1. Moteur Ericsson

### Cycle théorique

ERICSSON (JOULE-BRAYTON)

Diagramme PV

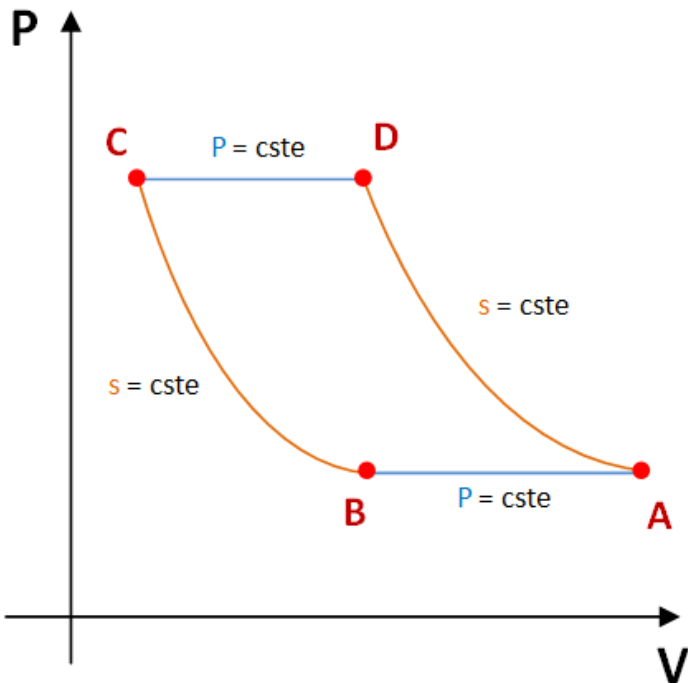
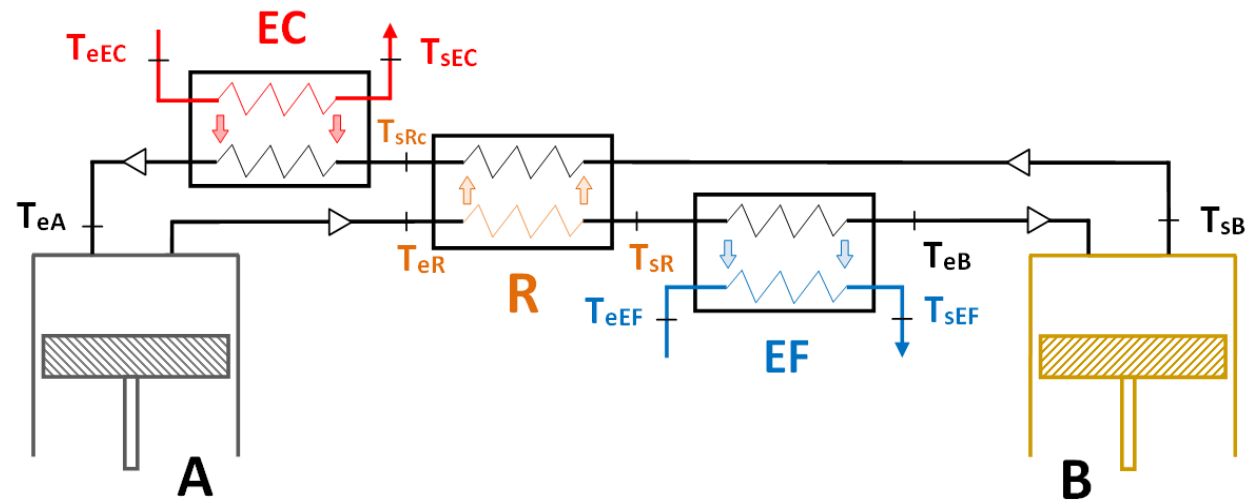
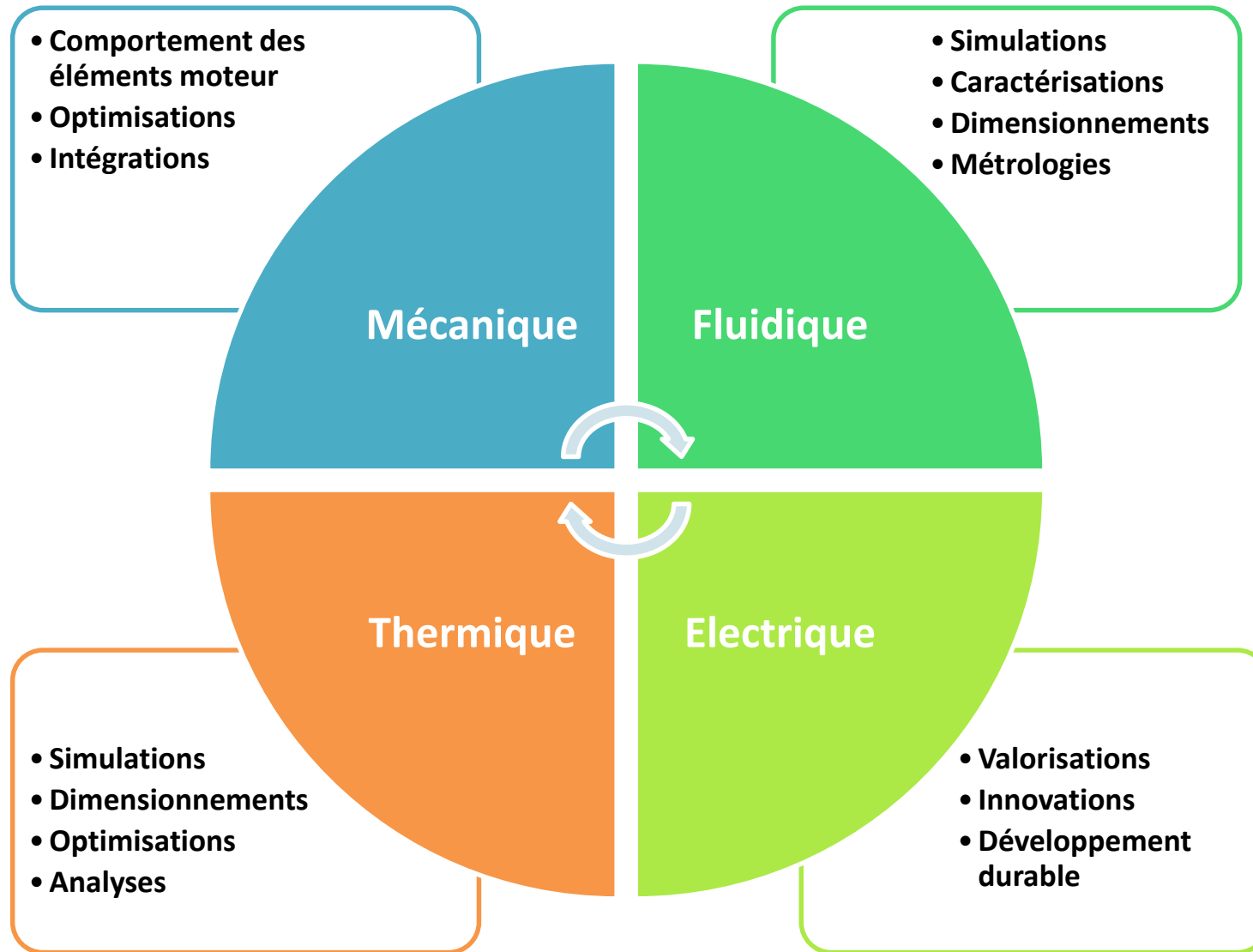


Schéma de principe



# II. *Projet EnerGINE*

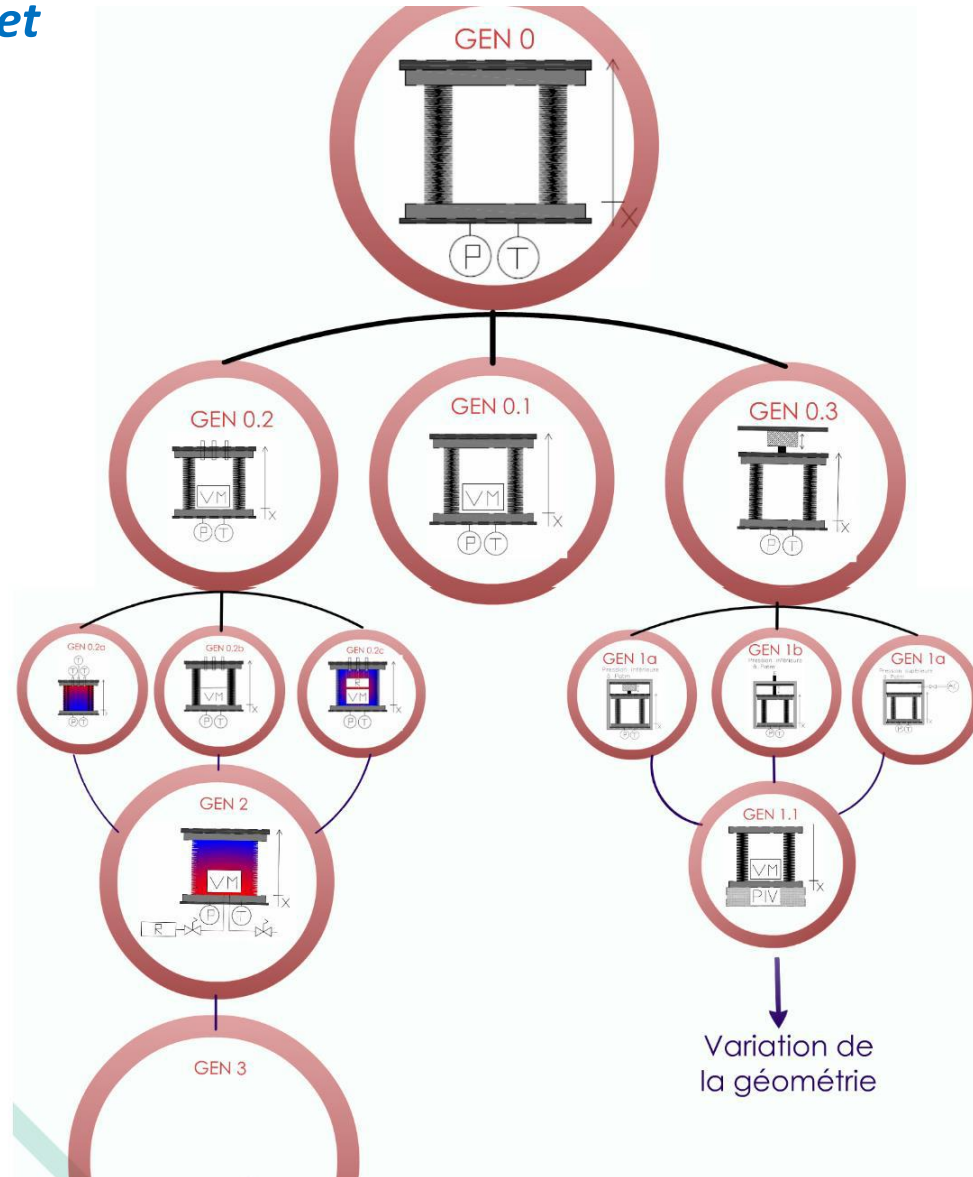
## 2. *Un projet multi-physiques*





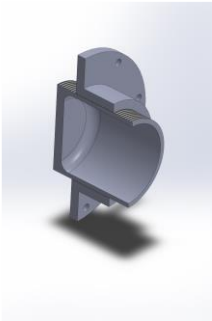
# II. Le projet Energine

## 3. Avancées du projet

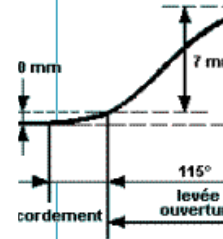


## II. Le projet Energine

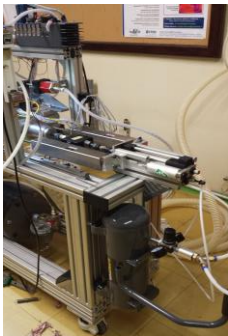
### 3. Avancées du projet



Systeme  
anti-volume mort



Loi de commande  
des soupapes  
Ex : Fonction de Fabius



Modification  
système de rappel  
Ressorts → Air comprimé



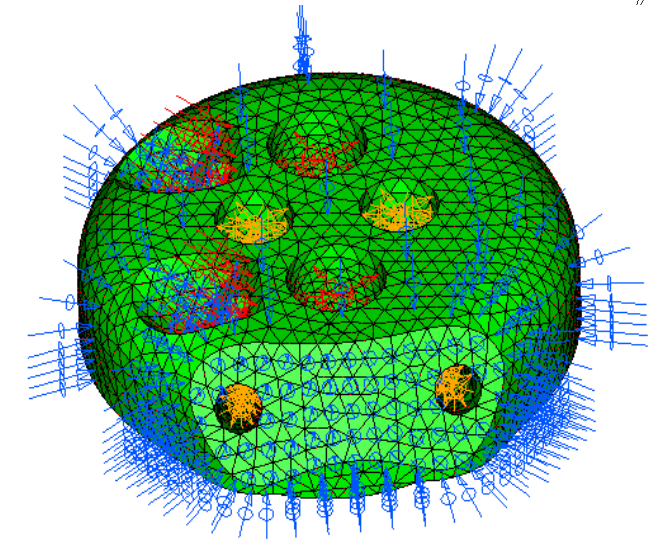
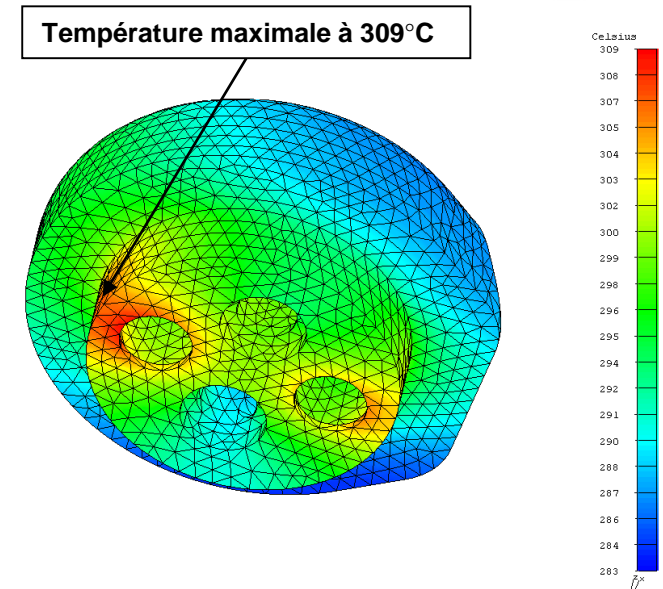
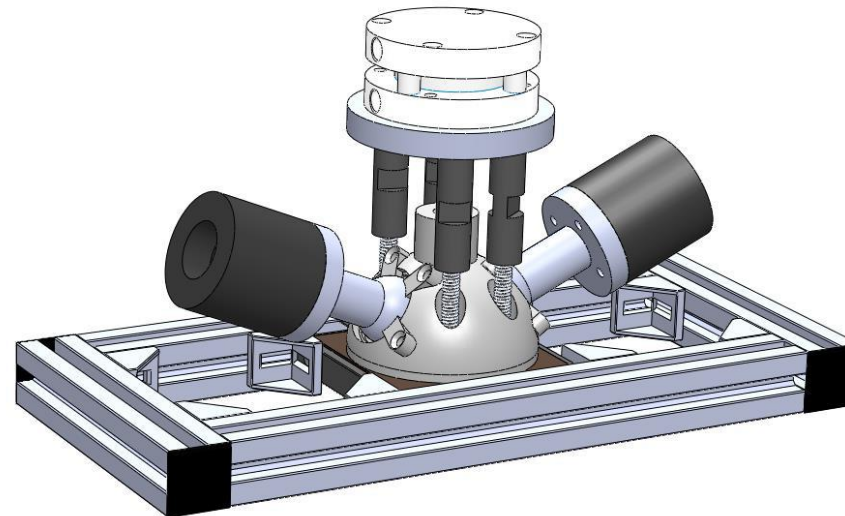
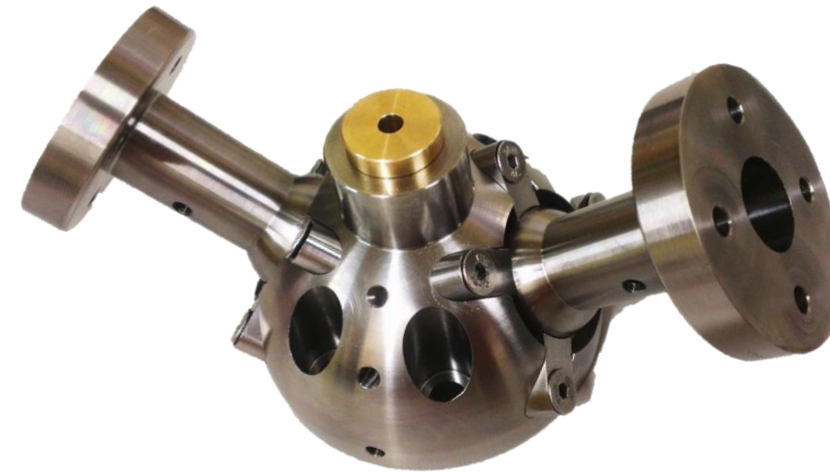
Réchauffeur  
électrique V6

## II. Projet Energine

### 4. Eventail des travaux conduits

Mécanique

- Calculs de structure
- Réalisations culasses expérimentales



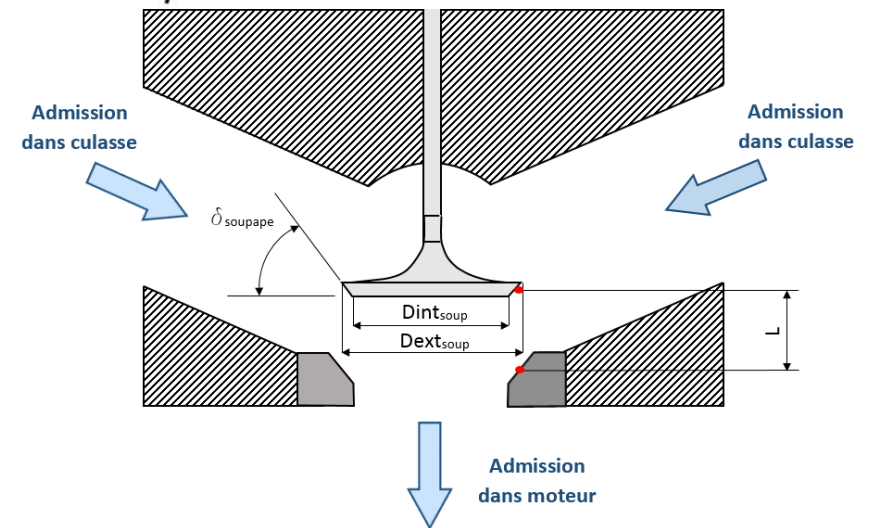
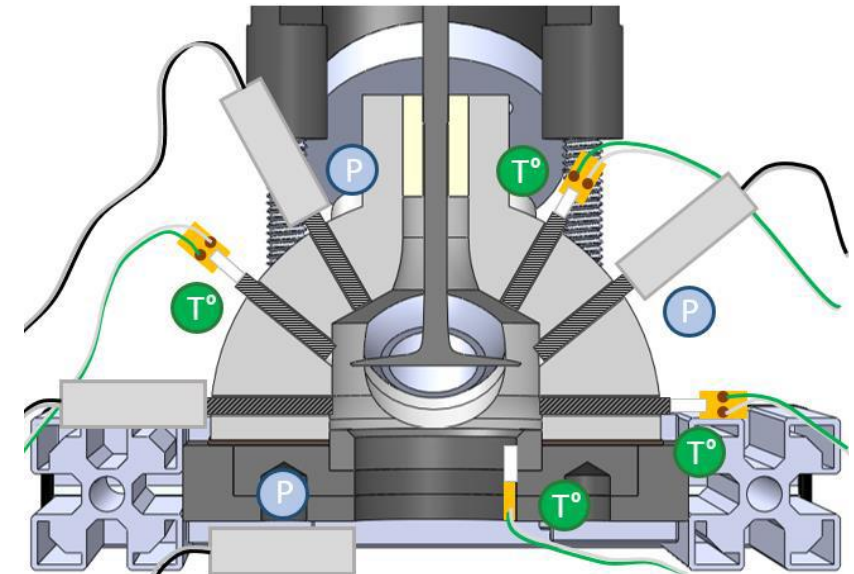
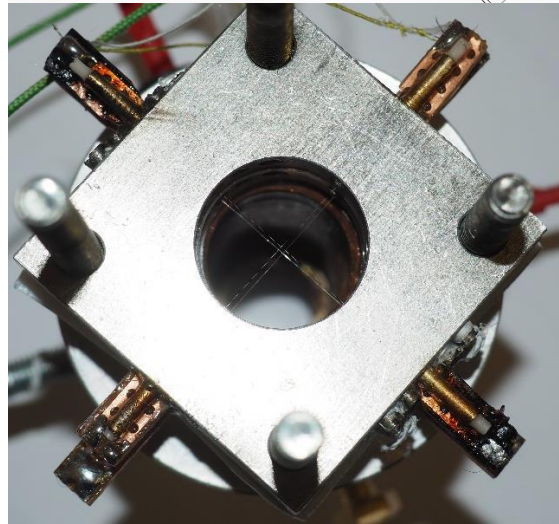
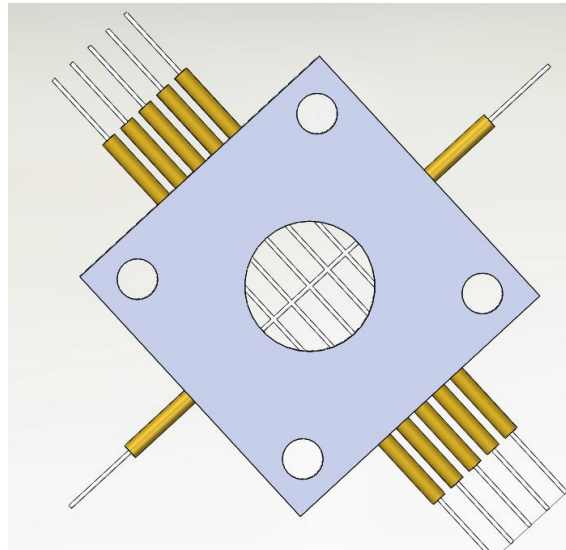
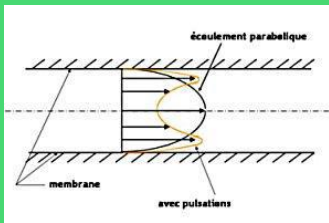
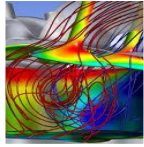


# II. Projet Energine

## 4. Eventail des travaux conduits

Fluidique

- Simulations numériques
- Débitmètrie
- Analyse des écoulements



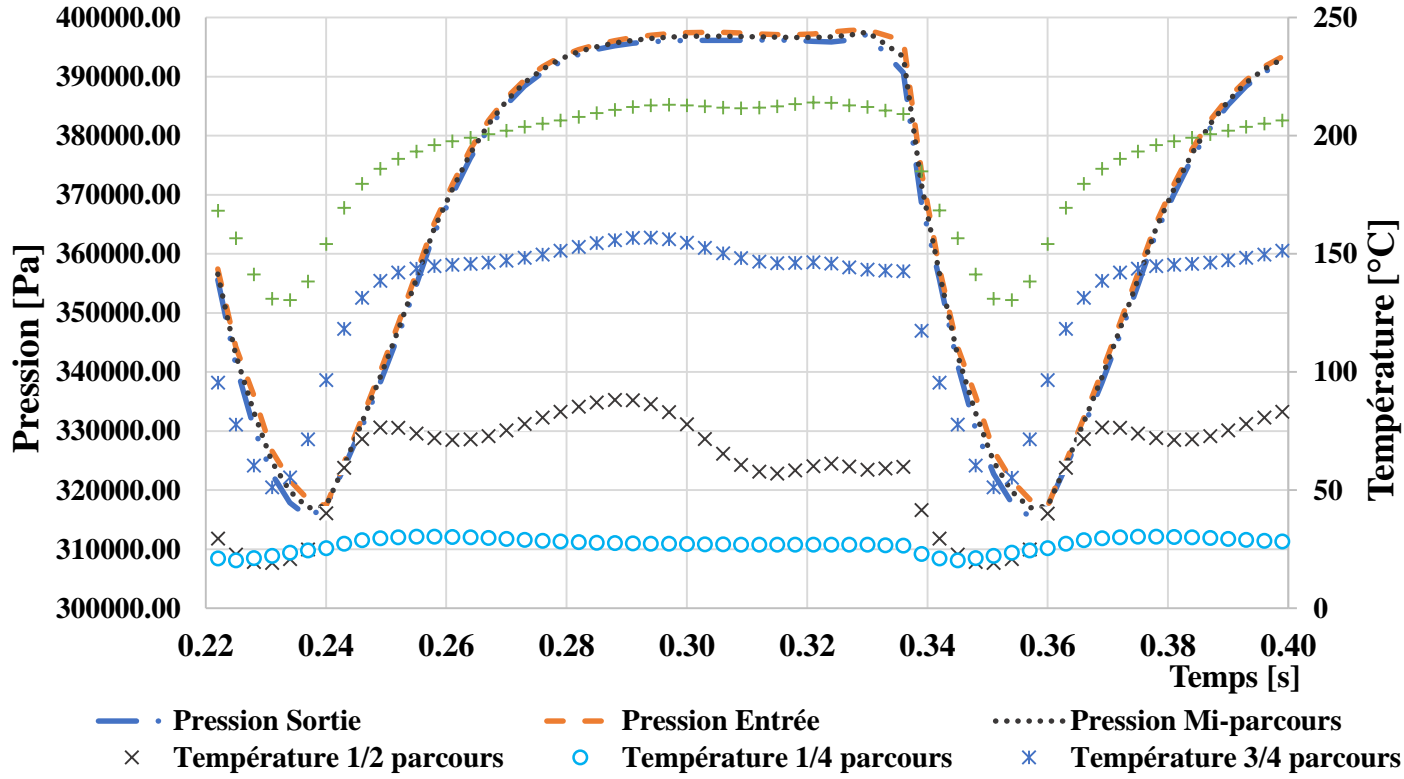
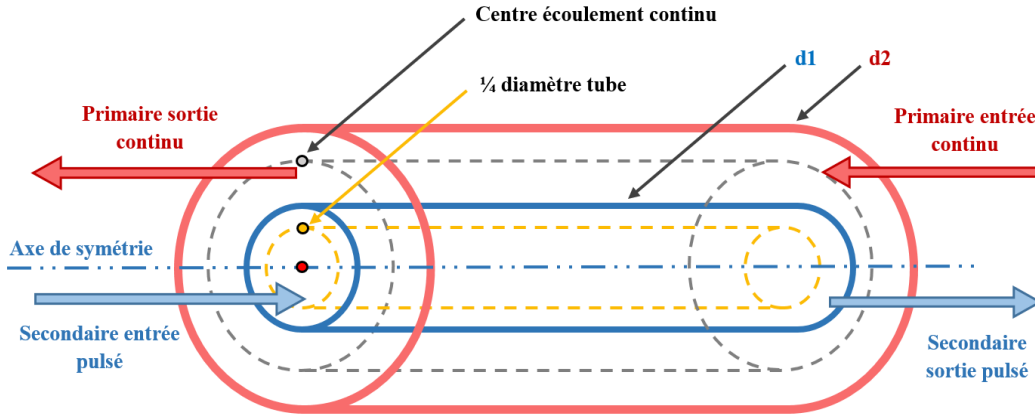
# II. Projet EnerGINE

## 4. Eventail des travaux conduits



Thermique

- Métrologie fine de température ( $\mu$ thermocouple)
- Imagerie infrarouge
- Calcul de coefficient d'échange

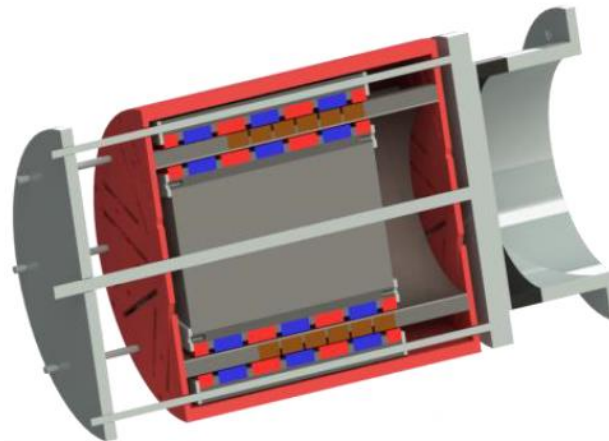
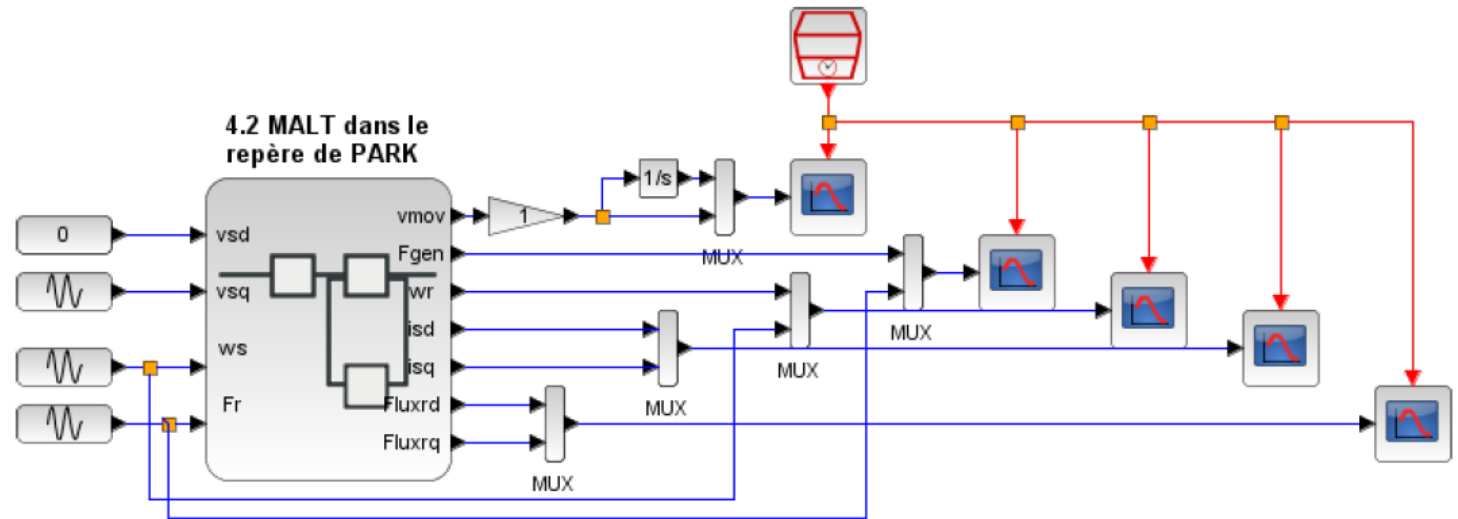


## II. Projet Energine

### 4. Eventail des travaux conduits

Electricité

- Simulation et étude expérimentale d'une génératrice linéaire asynchrone
- Etude et réalisation d'une génératrice à aimant permanent



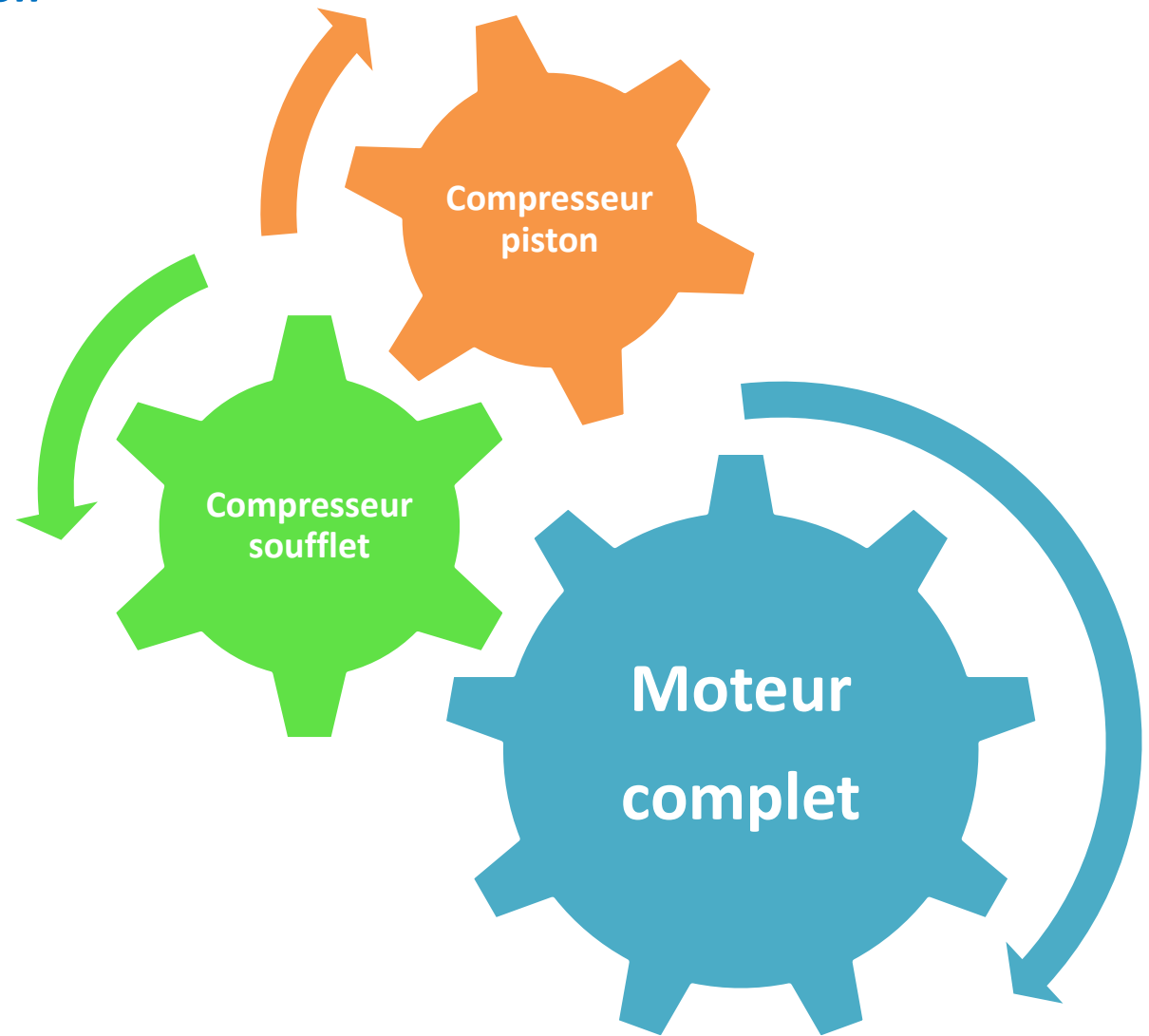
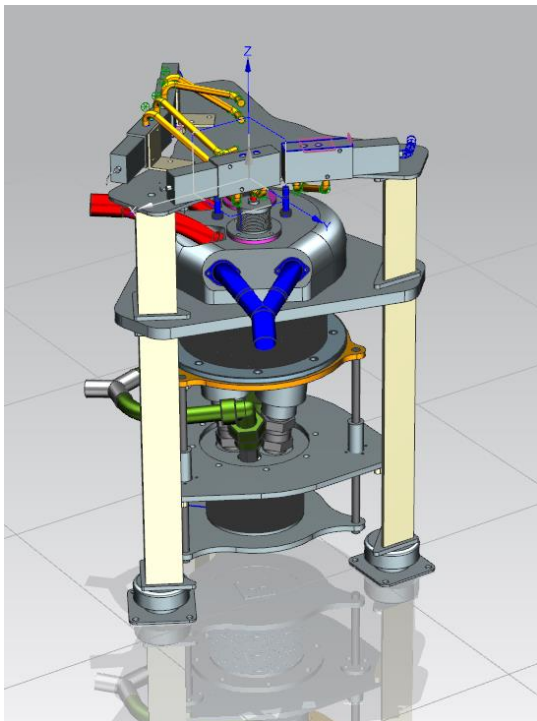
- *Générateur synchrone tubulaire*
- *Puissance 1 kW*
- *Rendement  $\eta > 90\%$*
- *Force de denture faible à vide*



## II. Projet Energine

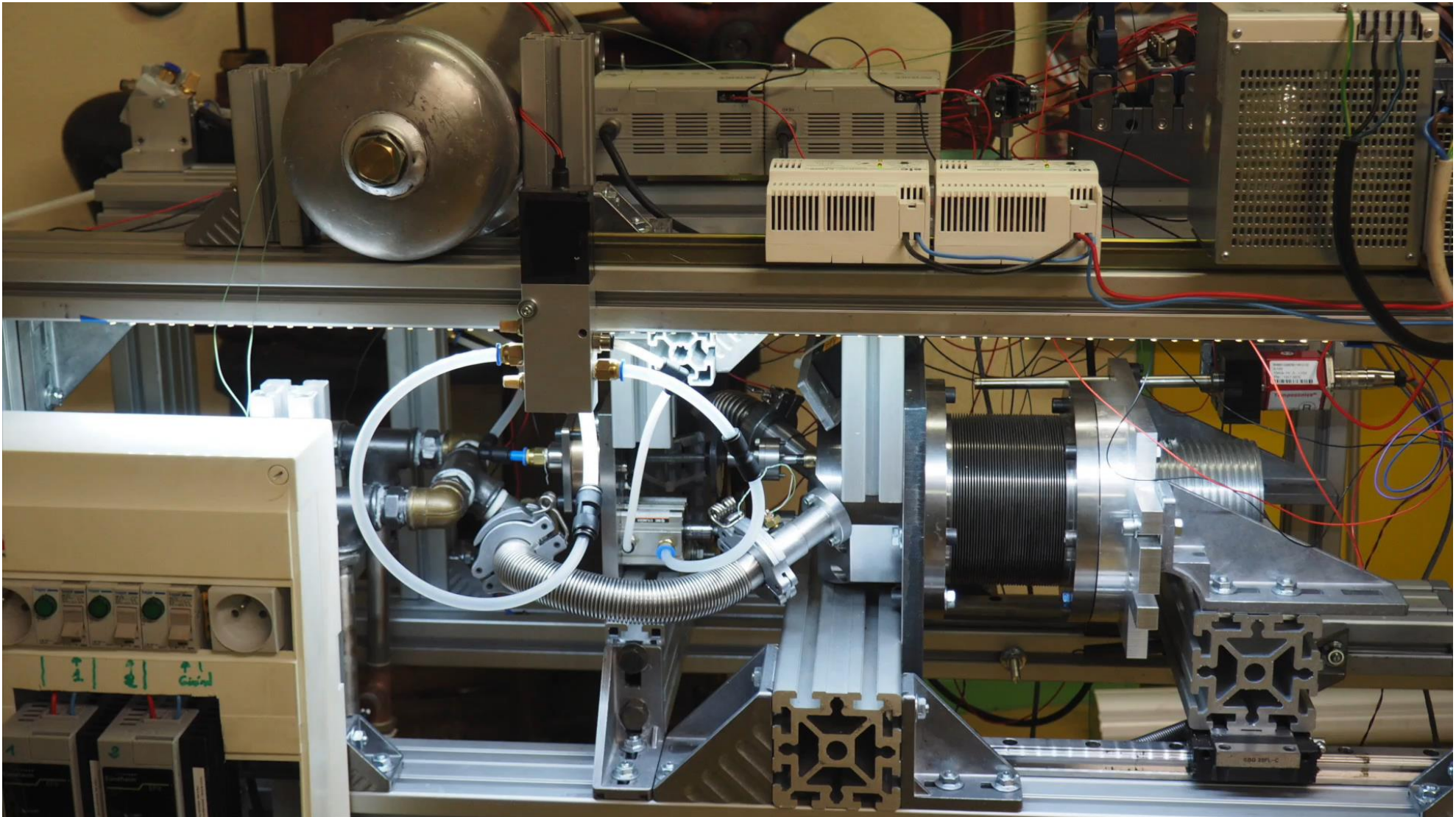
### 5. Etude de l'enceinte de compression

- Début thèse : Octobre 2015
- Banc d'essai compresseur à piston rotation en cours
- Publication ISEC 2016



## II. Projet Energine

### 5. Vidéo de l'enceinte de détente



## II. *Projet Energine*

### 6. *Conclusions / Perspectives*



Complexification simulations numériques échangeurs

Simulations numériques écoulements compresseur

Expérimentations sur banc moteur (compresseur linéaire)

Montage génératrice électrique linéaire

Expérimentation moteur complet