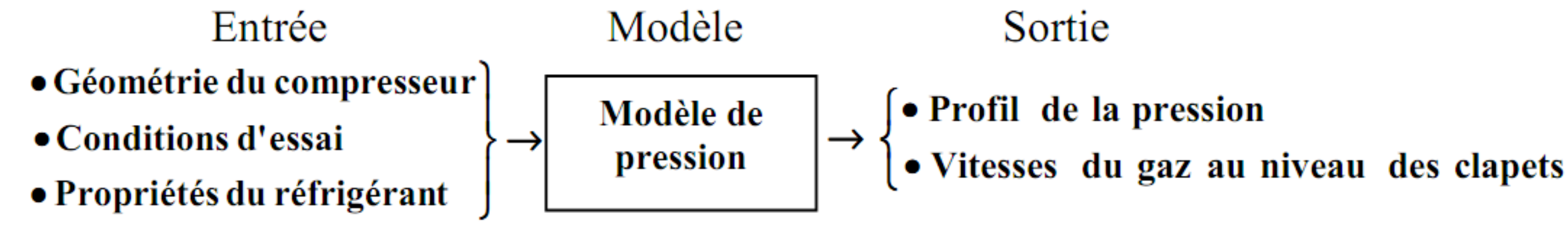


Introduction

Des modèles plus ou moins complets simulant la pression dans un compresseur volumétrique ont été développés au sein de Sanden mais n'ont pas été corrélés avec des mesures in-situ et donc sont peu utilisés dans le cadre du développement de nouveaux compresseurs et / ou de l'amélioration des compresseurs existants.

Deux objectifs ont été définis :

- Construire un modèle donnant les variations de pressions dans un compresseur volumétrique corrélant au mieux les mesures effectuées sur banc d'essai.

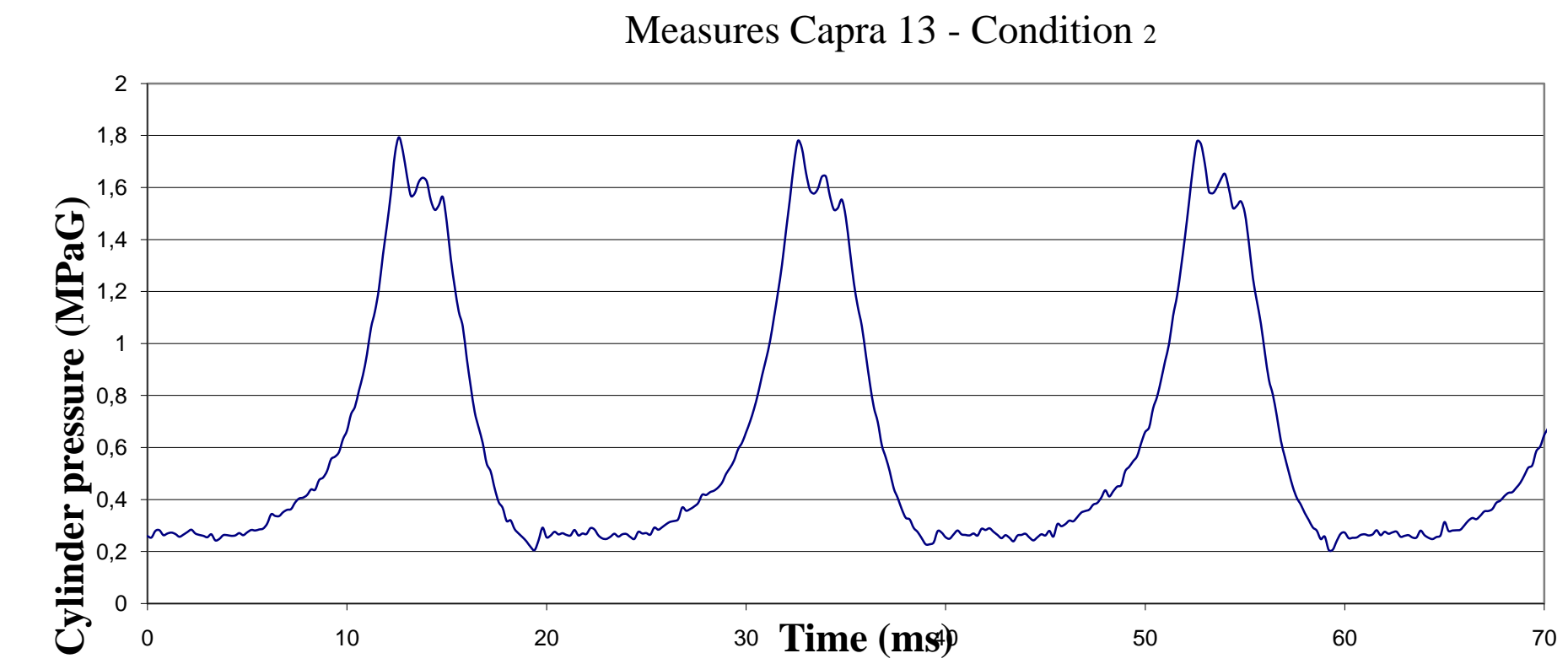


Le modèle fournira le profil de la pression dans un chambre de compression qui permettra d'améliorer le dimensionnement des pièces du compresseurs existants, de développer de nouveaux compresseurs, d'étudier les futurs réfrigérants, etc. Il fournira aussi les vitesses au niveau des deux clapets permettant de faire de l'analyse modale de cavité et donc d'optimiser la forme des culasses par exemple.
 -implémenter le modèle sous MSC ADAMS, un logiciel de simulation numérique de cinématique et de dynamique de systèmes mécaniques.

Mesures

Une série de mesures a été réalisée sur un compresseur à plateau oscillant (compresseur volumétrique à pistons à cylindrée variable) couvrant une très large gamme d'utilisation de celui-ci avec pour réfrigérant le tétrafluoroéthane (R134a).

L'exemple ci-contre donne le profil de la pression dans une chambre de compression correspondant à une utilisation durant le printemps ou l'automne.



Modélisation, simulation et corrélation des variations de pression du tétrafluoroéthane (R134 a) dans une chambre de compression d'un compresseur à plateau oscillant

Hypothèses

- Pas de fuites entre le piston et la paroi du cylindre
- Ecoulement adiabatique, subsonique et unidimensionnel pour le gaz au niveau des clapets
- Echange de chaleur par convection forcée entre le gaz et la paroi
- Clapets d'aspiration et de refoulement non rigides, avec amortissement et de l'inertie et ayant un seul degré de liberté
- Le lubrifiant induit des force de « stiction »

Equations du modèle

L'état thermodynamique du tétrafluoroéthane dans la chambre de compression est déterminé par :

-sa pression P (modèle de Piao)

$$P = P_{crit} \left(\frac{T_r \rho_r}{Z_{crit}} + \sum_{i=1}^{i=8} \left(a_{i1} + \frac{a_{i2}}{T_r} + \frac{a_{i3}}{T_r^2} + \frac{a_{i4}}{T_r^3} + \frac{a_{i5}}{T_r^5} \right) \rho_r^{i+1} \right)$$

-son volume V (défini par la géométrie de la chambre de compression)

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \frac{L}{2} \left(1 - \cos\left(\frac{\pi N}{30} t\right) \right) + V_0$$

-sa masse m (conservation de la masse)

$$\frac{dm}{dt} = q_{m,s} + q_{m,d} \text{ avec } q_{m,s} = \pm C_{D,s} S \rho_s Y_s \sqrt{\frac{2|P_s - P|}{1 - \left(\frac{S}{S_s}\right)^2}} \rho_s \text{ et } q_{m,d} = \pm C_{D,d} S \rho_s Y_s \sqrt{\frac{2|P_d - P|}{1 - \left(\frac{S}{S_s}\right)^2}} \rho_s$$

-sa température T (premier principe de la thermodynamique)

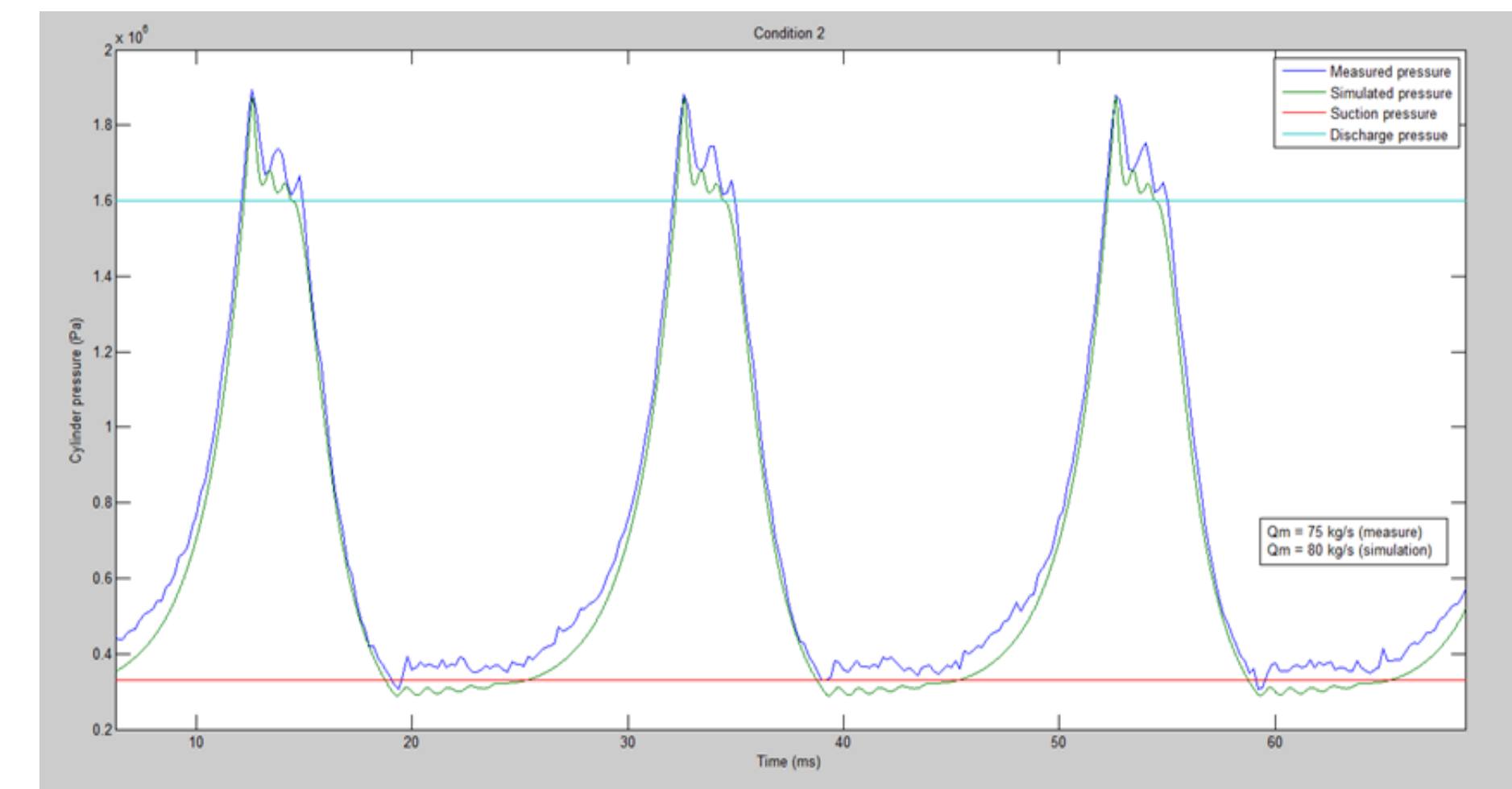
$$\frac{dT}{dt} = \frac{1}{m \left(\frac{\partial h}{\partial T} \right)_s - v \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_s} \left(\frac{dQ}{dt} + q_{m,s} h_s + q_{m,d} h_d - \frac{dm}{dt} h - \left(m \left(\frac{\partial h}{\partial \vartheta} \right)_T - v \left(\frac{\partial P}{\partial \vartheta} \right)_T \right) \left(- \frac{v}{m^2} \frac{dm}{dt} + \frac{1}{m} \frac{dV}{dt} \right) \right)$$

avec $\frac{dQ}{dt} = \lambda S (T_s - T)$

La dynamique des clapets d'aspiration et de refoulement se déduit du principe fondamental de la dynamique :

$$m \frac{d^2 x(t)}{dt^2} + C \frac{dx(t)}{dt} + Kx(t) = \Delta P S_{clapet} + \frac{q^2}{\rho S_{orifice}} + F_{stiction}$$

Résultats de la simulation et de la corrélation



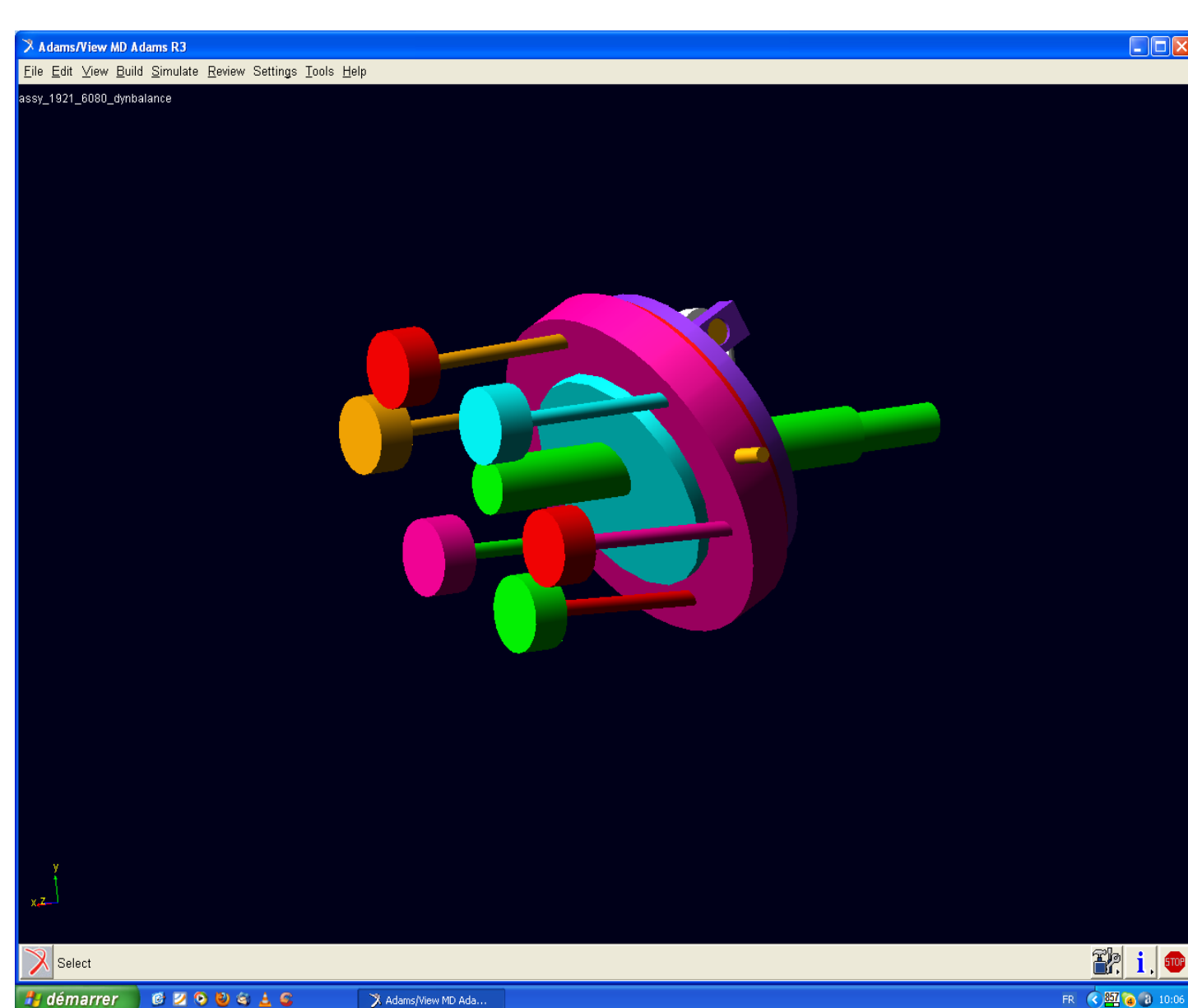
La corrélation a permis de déterminer un certain nombre de paramètres.

Les simulations du modèle fournissent des résultats très proches des mesures.

Implémentation du modèle de pression du tétrafluoroéthane (R134 a) sous MSC ADAMS

Modélisation globale du compresseur à plateau oscillant

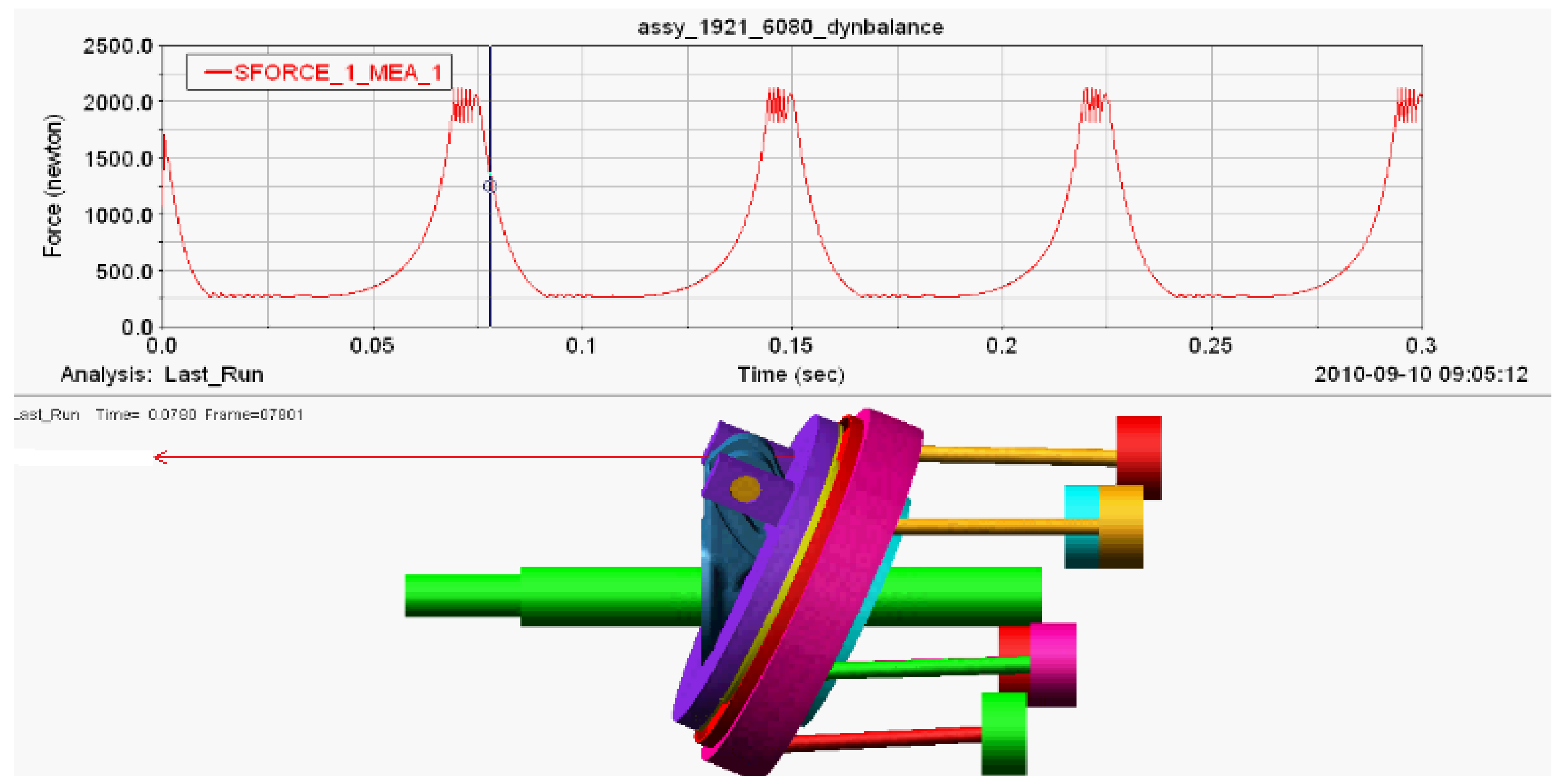
Modèle géométrique du compresseur



+ Modèle des variations de pression dans le compresseur

Modèle global du compresseur à plateau oscillant

Exemple : simulation de la force exercée par le R134a sur un piston



Conclusion et perspectives

• Un nouveau modèle simulant la pression dans un compresseur à plateau oscillant et corrélant d'une manière très satisfaisante les mesures in-situ a été développé. Il a été implémenté sous MSC ADAMS et est utilisé pour l'amélioration des compresseurs existants et le développement de compresseurs.

- Le modèle peut être amélioré :
 - en prenant en compte les fuites entre le piston et le cylindre et au niveau des clapets ;
 - en déterminant par des mesures les coefficients de décharge qui dépendent de la nature de l'écoulement ainsi que de la géométrie à travers laquelle l'écoulement s'effectue.

• Le modèle donne aussi les vitesses du gaz niveau des clapets. Ces données sont très importantes pour faire de l'analyse modale de cavité avec par exemple l'optimisation des culasses des compresseurs.