



PIE CNRS PR09-3.1.1-1

- **Turbines à Gaz de Petites Cogénérations (TGPC)**
- Période: 2009-2012
- **Objectif : modélisation de la turbine à gaz lors des transitoires**

LML- Laboratoire de Méca&nique de Lille-UMR CNRS 8107

BOIS Gérard: Arts et Métiers ParisTech CER de Lille



Turbines à Gaz de Petites Cogénérations (TGPC) PR09-3.1.1-1

- Dans ce projet, on propose d'insérer une micro turbine dans un système hybride de gestion de l'énergie.
- La micro turbine permet une disponibilité de l'énergie produite, et une souplesse dans son utilisation grâce à un démarrage rapide sans préchauffage.
- L'association des sources renouvelables et de la micro turbine montre une possibilité de supprimer le système de stockage à long terme.

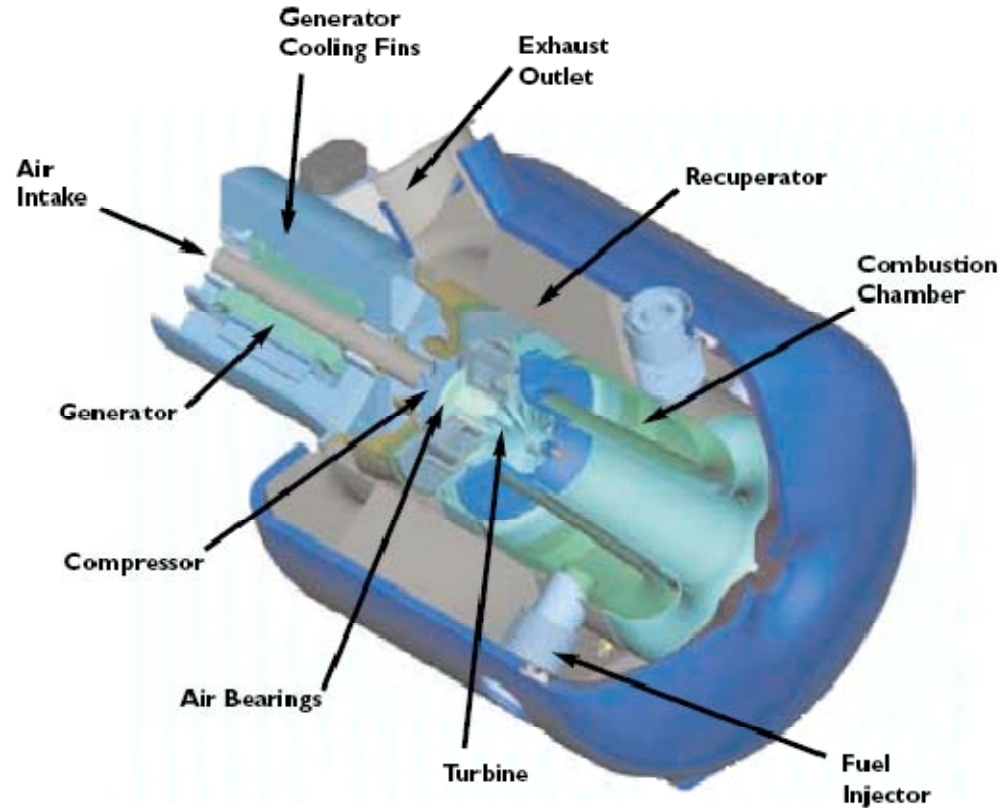


Turbines à Gaz de Petites Cogénérations

- Le système hybride est une autre solution très intéressante. Il permet :
 - Optimisation des sources
 - Fiabilité du système
 - Puissance moins fluctuante
 - Réduction du système de stockage



Turbines à Gaz de Petites Cogénérations



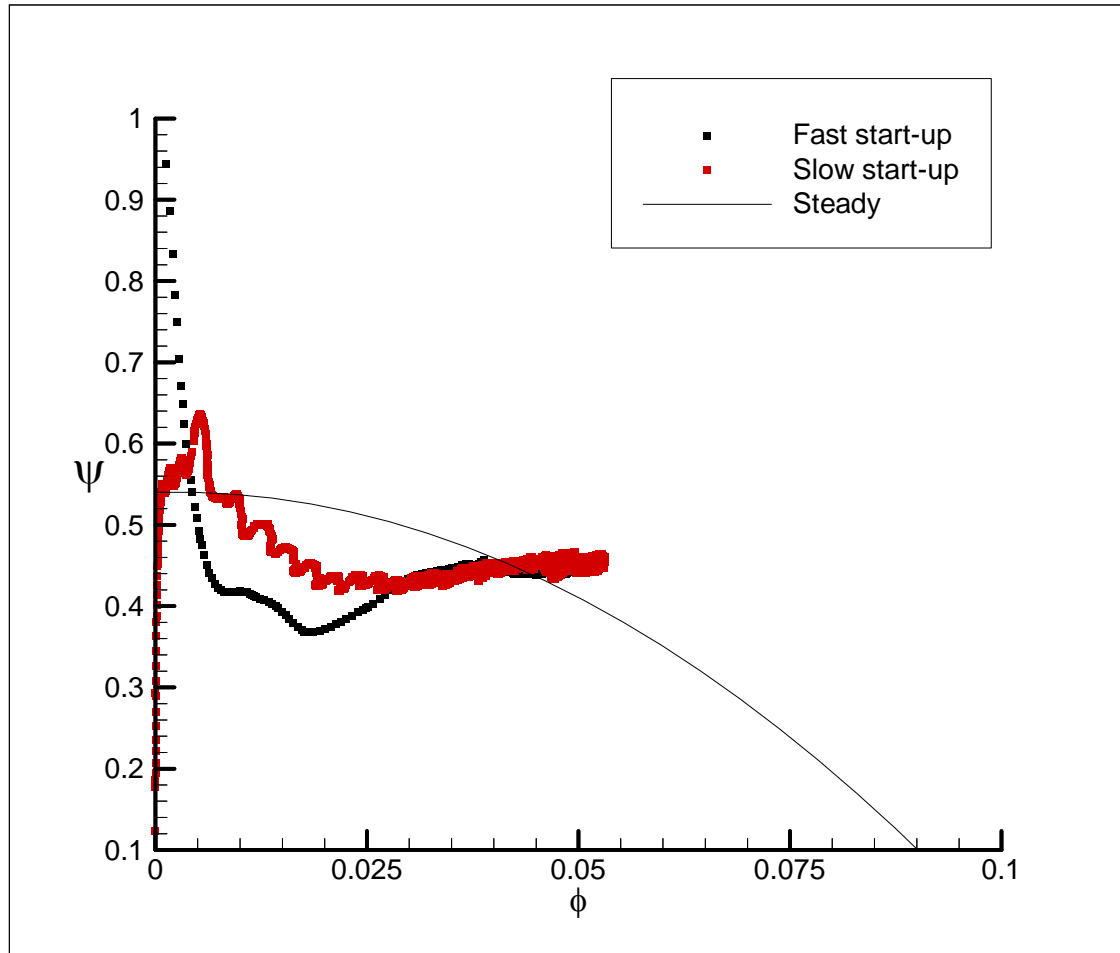


Turbines à Gaz de Petites Cogénérations

- Avantage de la micro turbine :
 - disponibilité de la production d'électricité
 - fonctionnement en îloté possible
 - démarrage rapide sans préchauffage
 - moins polluant
 - moins d'entretien
 - cogénération possible
 - flexibilité en terme de carburant : diesel, gaz naturel, biogaz,...

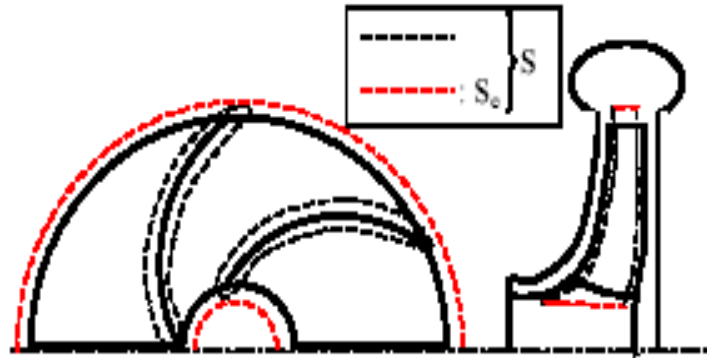


EXPERIENCE TYPE





MODELE



$$\frac{d}{dt} \iiint_V \overrightarrow{OM} \wedge \rho \vec{c} dV = \iiint_V \overrightarrow{OM} \wedge \rho \vec{F} dV + \iint_V \overrightarrow{OM} \wedge \vec{T} dS$$

$$\frac{d}{dt} \iiint_V \rho \left(e + \frac{c^2}{2} \right) dV = \iiint_V \rho \vec{F} \cdot \vec{c} dV + \iint_S \vec{T} \cdot \vec{c} dS + \iint_S \frac{dQ}{dt} dS$$



MODELE Suite

- Hypothèse :
- $\beta(r, \theta, k, t)$
 - $c_r(r, \theta, k, t)$
 - Le fluide incompressible (pour le moment).
 - Les pertes au sein du fluide, pour une vitesse de rotation et un débit fixés, ne dépendent pas du temps.
 - Les effets d'inertie dans les parties fixes sont modélisés par un circuit équivalent

$$H_{tot} = H_{qs} + K_{\omega} \frac{\partial \omega}{\partial t} - \left(K_q + \frac{L_d}{g \cdot S_d} + \frac{L_{vol}}{g \cdot S_{vol}} \right) \frac{\partial Q_v}{\partial t}$$

Total head of the pump

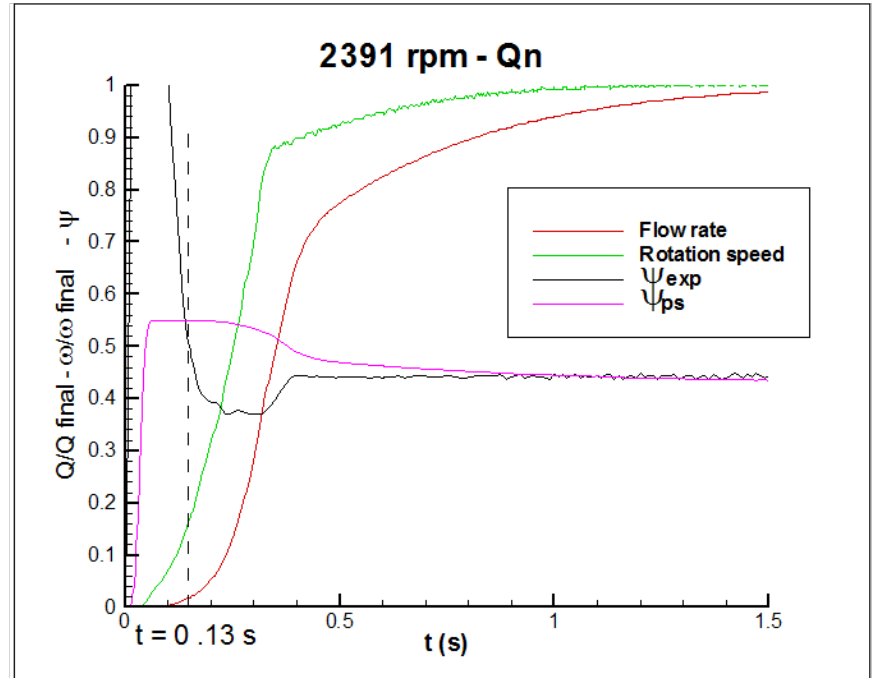
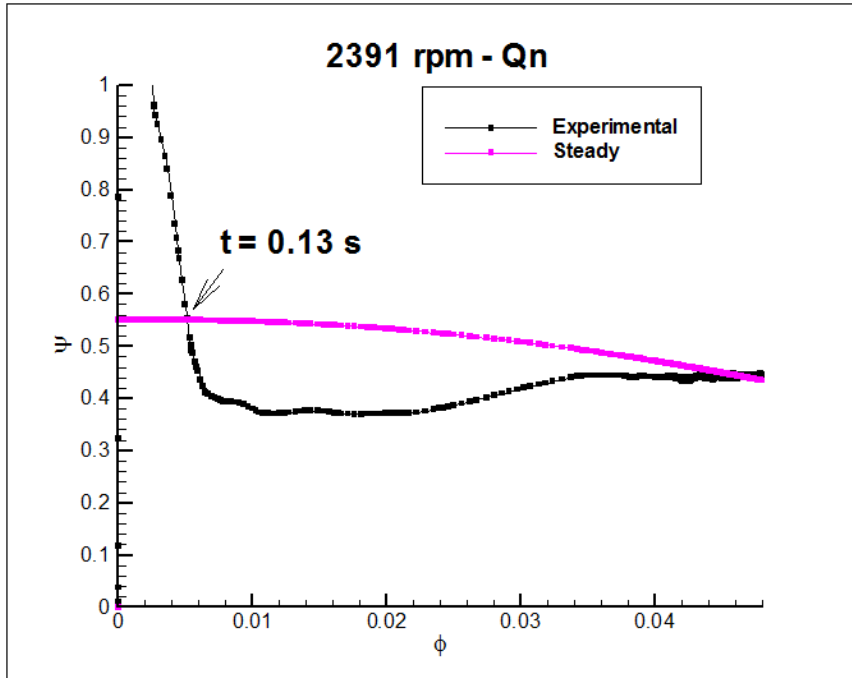
Quasi steady head

Angular acceleration effects

Inertial effects in the rotor, the diffuser and the volute



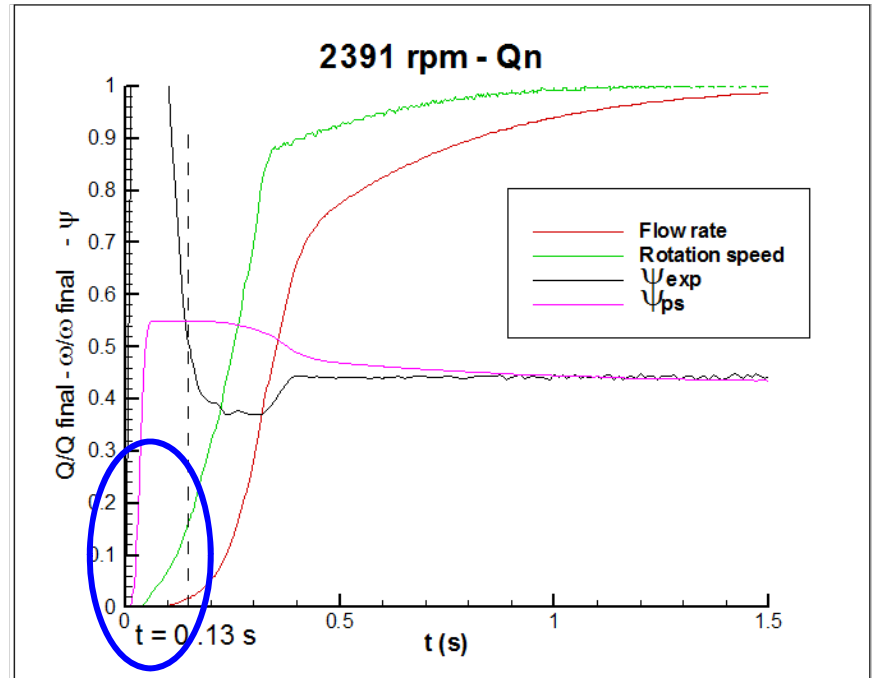
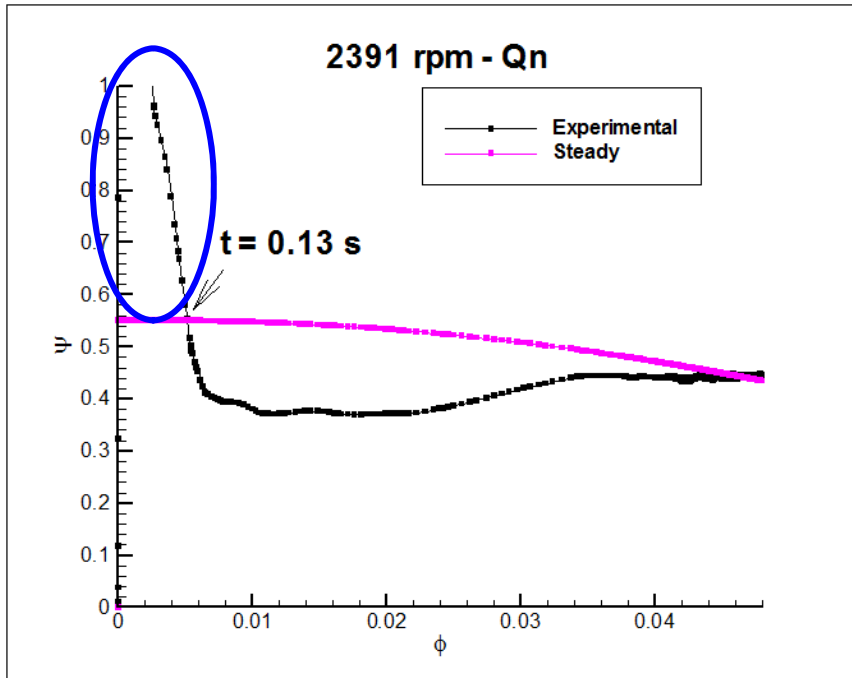
Analyses.



$$H_{tot} = H_{qs} + K_{\omega} \frac{\partial \omega}{\partial t} - \left(K_q + \frac{L_d}{g \cdot S_d} + \frac{L_{vol}}{g \cdot S_{vol}} \right) \frac{\partial Q_v}{\partial t}$$



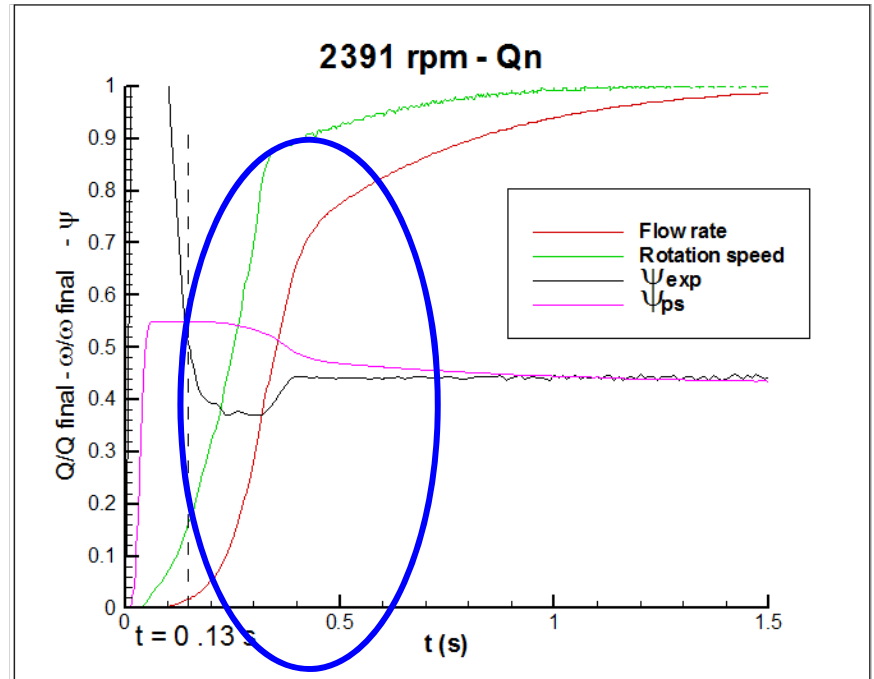
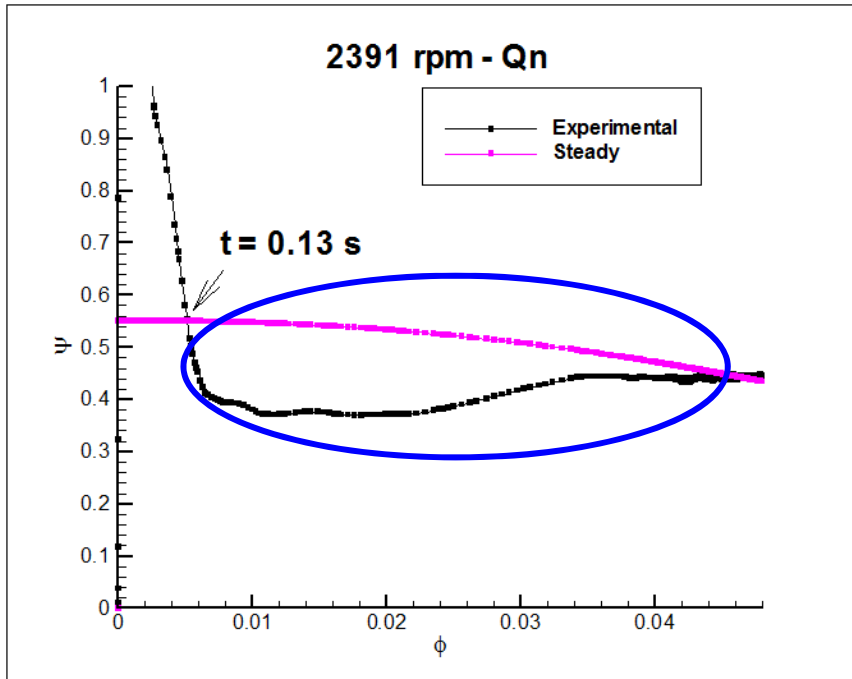
Analyses.



$$H_{tot} = H_{qs} + K_{\omega} \frac{\partial \omega}{\partial t} - \left(K_q + \frac{L_d}{g \cdot S_d} + \frac{L_{vol}}{g \cdot S_{vol}} \right) \frac{\partial Q_v}{\partial t}$$



Analyses.

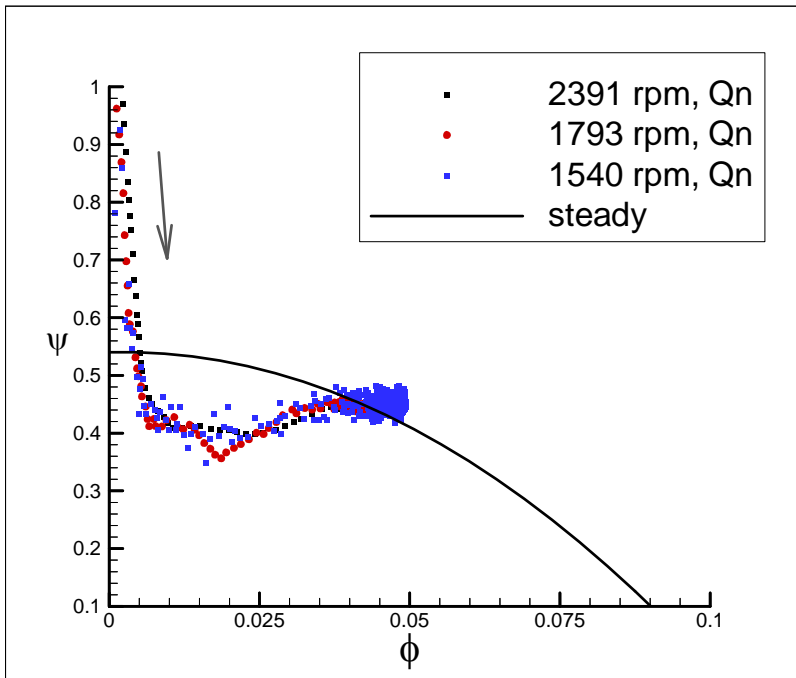


$$H_{tot} = H_{qs} + K_{\omega} \frac{\partial \omega}{\partial t} - \left(K_q + \frac{L_d}{g \cdot S_d} + \frac{L_{vol}}{g \cdot S_{vol}} \right) \frac{\partial Q_v}{\partial t}$$



RESULTATS :

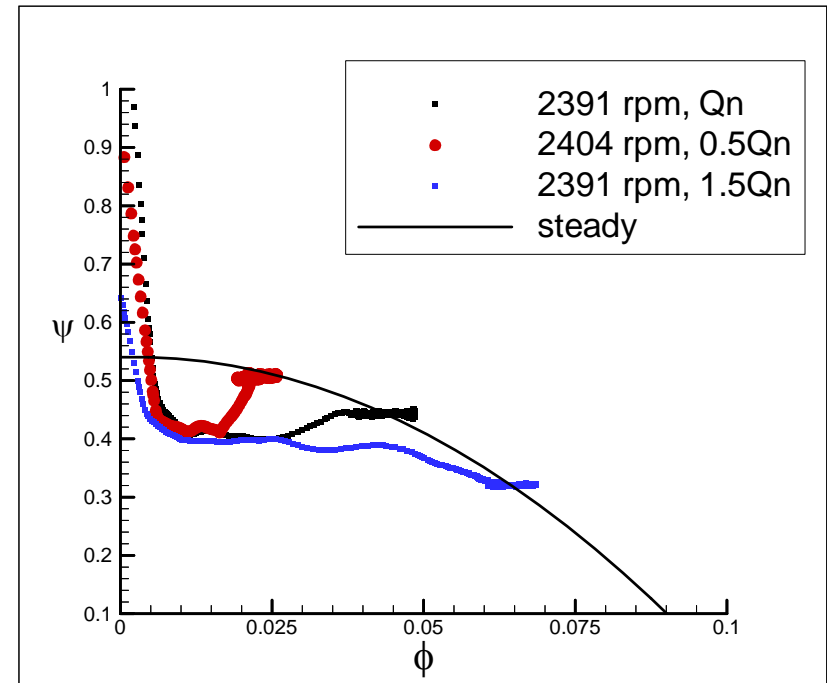
Effet de la vitesse de rotation finale



La vitesse de rotation finale n'affecte pas la courbe de fonctionnement the non-dimensionnal curves.

$$\psi = \frac{gH}{\omega^2 R_2^2} \quad \phi = \frac{Q_v}{\omega^3 R_2^3}$$

Effet du débit final

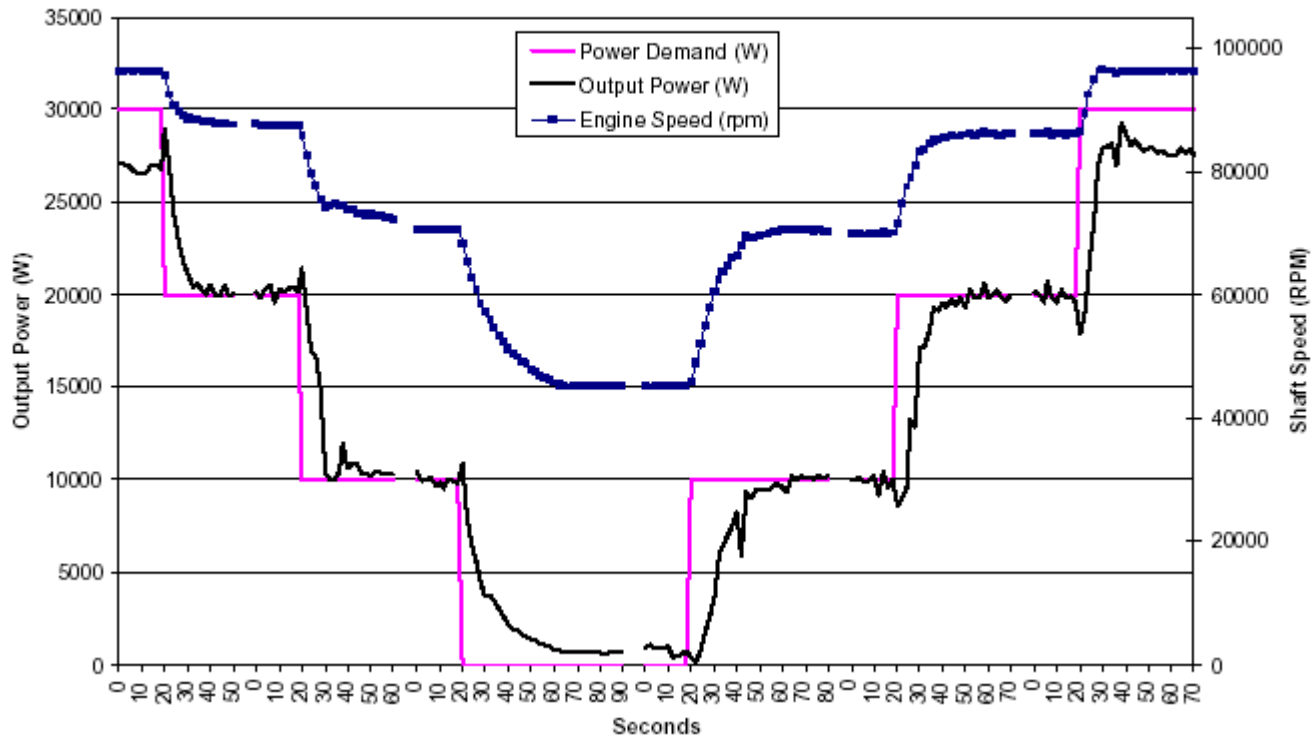


Le debit final n'affecte pas les premiers instants du démarrage .

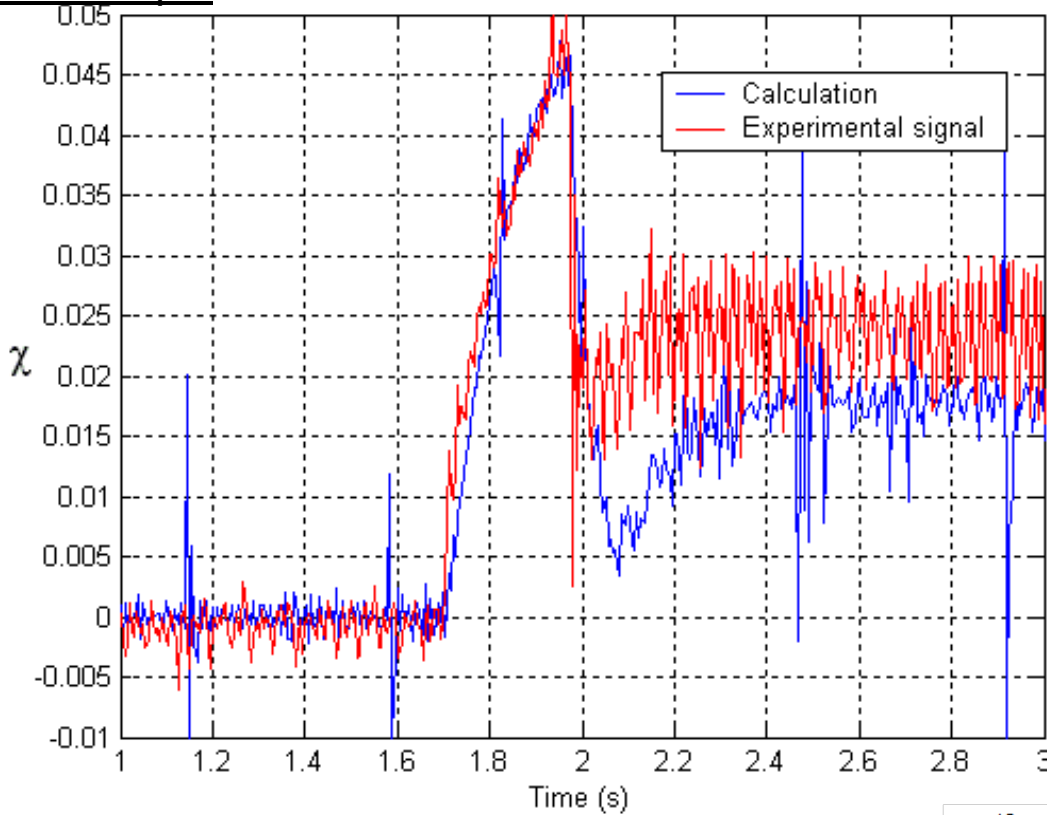


Turbines à Gaz de Petites Cogénérations

Capstone LP Stand-alone Tests
10/25/2001



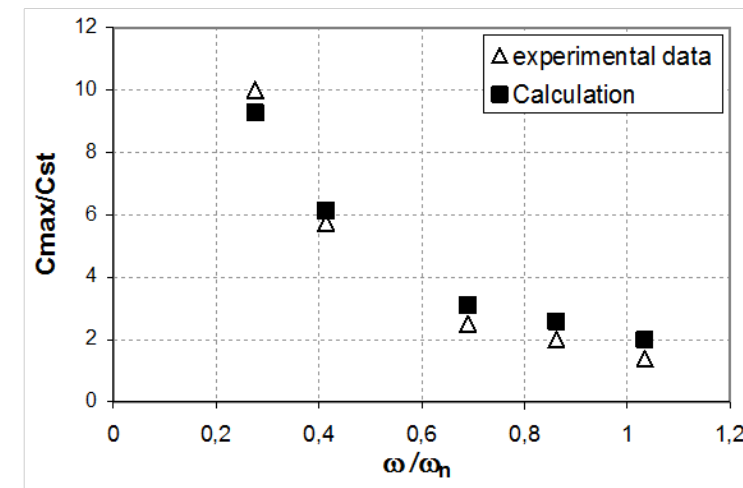
Le saut de couple



Evolution de couple

Bonne cohérence entre le calcul et l'expérience

L'inertie de la ligne d'arbre est responsable du saut de couple pour toutes les vitesses





EXEMPLE

