

Coordinateur : **NEXTER SYSTEMS**

Partenaires : L2EP, FEMTO-ST, IFSTTAR (ex-INRETS), BATSCAP

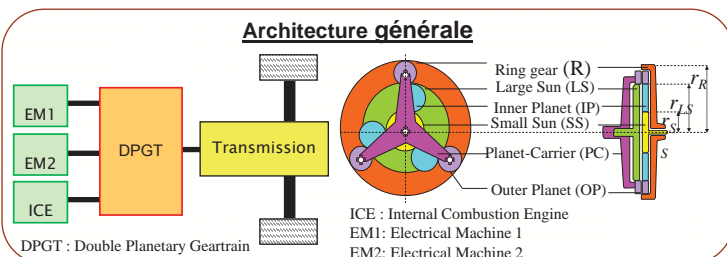
Contexte et Objectifs

Ce projet a pour principal objectifs de sélectionner et de concevoir une architecture hybride économique, vertueuse vis à vis de l'environnement, et compatible des exigences des véhicules lourds spéciaux à usage professionnel.

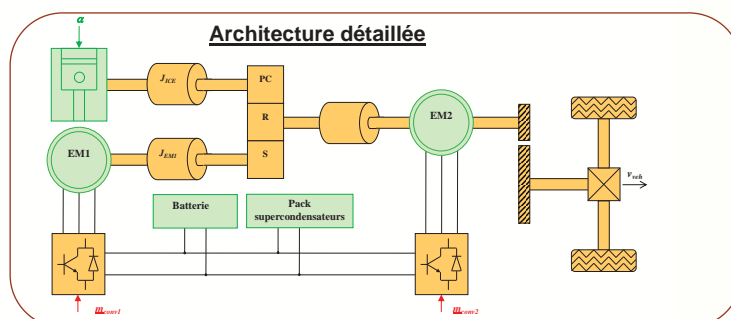
Le véhicule modélisé autorise le « start/stop », le freinage récupératif, le roulage tout électrique à basse vitesse, l'assistance à l'accélération du moteur thermique, la connexion au réseau EDF...

- Augmenter la durée de vie de la batterie par l'association des supercondensateurs au pack batterie et une gestion intelligente du stockage mixte (écrêtage du courant batterie).

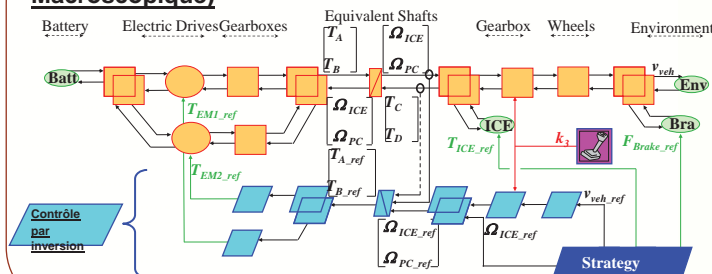
Méthodologie et Résultats



- Réduction de la consommation de carburant et d'émission polluante par :
 - l'utilisation d'un stockage électrique embarqué permettant aussi le freinage récupératif,
 - le fonctionnement du moteur thermique dans ses zones à rendement optimum.
- Conception d'une machine synchrone compacte à haut rendement dont les modes de fonctionnement sont optimisés :
 - mode générateur à fort rendement en régime permanent,
 - mode démarreur du moteur thermique,
 - mode moteur en assistance de la chaîne de traction pour les à-coups de couple de brève durée.



Modélisation REM (Représentation Energétique Macroscopique)



Conclusions et Perspectives

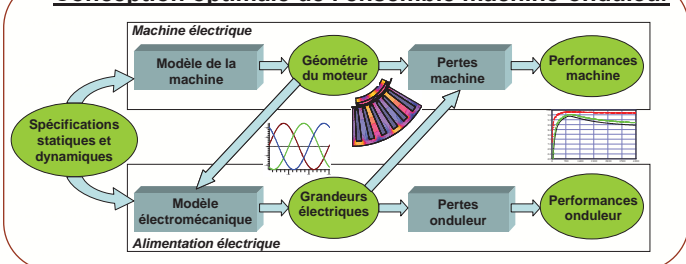
Les différentes alternatives technologiques, ainsi que leur couplage au niveau du système, ont été analysées au travers de simulations et d'évaluations expérimentales locales sur des points nécessitant une acquisition de données.

Outre les performances et la disponibilité du sous-système, on portera une attention particulière à sa compacité, sa durée de vie, son rendement et son coût global de possession.

La réalisation d'un démonstrateur échelle 1 sera proposée dans une seconde phase qui pourra être chiffrée lorsque les éléments de faisabilité seront acquis (24 mois).

Cette seconde phase sera élargie à des partenariats étendus à d'autres prescripteurs.

Conception optimale de l'ensemble machine-onduleur



CONTACTS :

b.petitdidier@nexter-group.fr
alain.bouscayrol@univ-lille1.fr
walter.lhomme@univ-lille1.fr
christophe.espanet@univ-fcomte.fr
daniel.Depernet@utbm.fr
bogdan.vulturescu@ifsttar.fr
laurent.bregeon@batscap.com

Projet CARAVELLE

Catalyseurs 3-voies améliorés pour une application Poids Lourds et Véhicules Légers fonctionnant au gaz naturel

PREDIT-VPE-2007



Coordinateur: GDF SUEZ - Partenaires: IJLRA, UCCS, IRMA, IFPEN, CRMT, PSA, Renault Trucks – Volvo PT, UMICORE

Contexte et Objectifs

L'objectif du projet est de développer un système de post-traitement 3-voies - permettant l'élimination simultanée des HC (principalement du CH_4 dans le cas du GNV), CO et NOx - optimisé pour les véhicules GNV tout en diminuant leur charge en métaux nobles et en limitant le vieillissement dans le temps

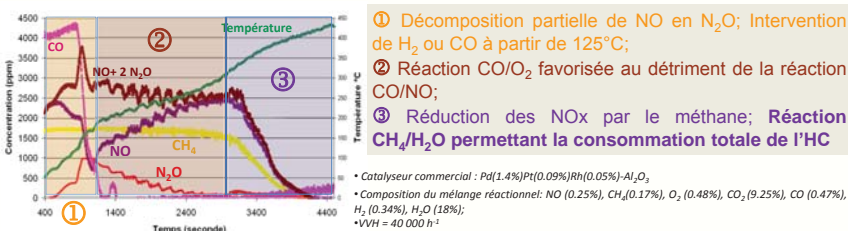
- Enjeux**
- Assurer la pérennité de la filière gaz naturel qui a toujours présenté, du fait des faibles émissions, des atouts environnementaux importants
 - Confronter le gaz naturel comme une alternative intéressante à la diversification énergétique

Méthodologie et Résultats

A la recherche d'une formulation optimisée

1. Etude du mécanisme réactionnel du processus 3-voies GNV

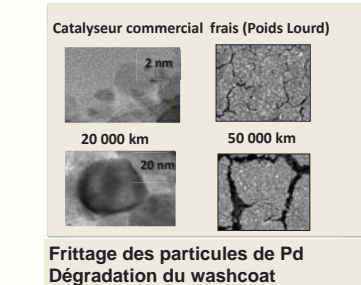
Profil de concentration avec le temps



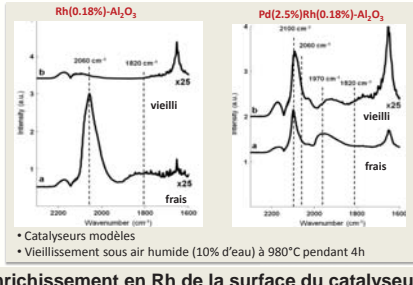
- ① Décomposition partielle de NO en N_2O ; Intervention de H_2 ou CO à partir de 125°C;
 - ② Réaction CO/ O_2 favorisée au détriment de la réaction CO/NO;
 - ③ Réduction des NOx par le méthane; Réaction $\text{CH}_4/\text{H}_2\text{O}$ permettant la consommation totale de l'HC
- Catalyseur commercial : Pd(1.4%)Pt(0.09%)Rh(0.05%)- Al_2O_3
• Composition du mélange réactionnel: NO (0.25%), CH_4 (0.17%), O_2 (0.48%), CO_2 (9.25%), CO (0.47%), H_2 (0.34%), H_2O (18%);
• $\text{VH} = 40\,000\text{ h}^{-1}$

2. Etude de l'impact du vieillissement thermique sur les performances catalytiques

Microscopie Electronique en Transmission

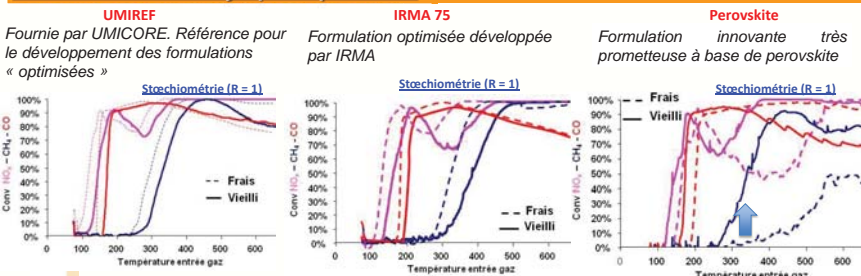


Adsorption de CO suivi par FTIR



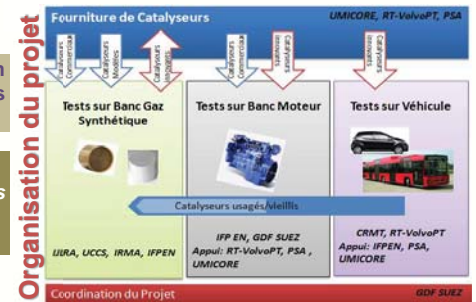
Enrichissement en Rh de la surface du catalyseur

3. Formulations catalytiques optimisées



Conclusions et Perspectives

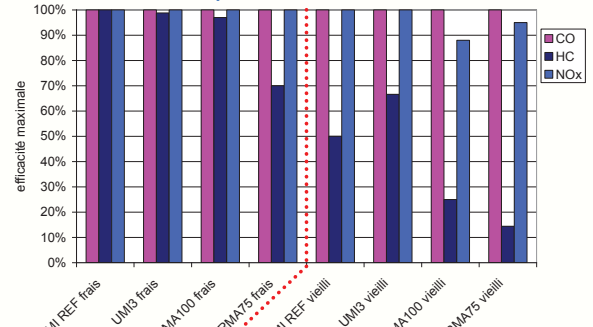
- Mécanisme réactionnel détaillé établi du processus 3-voies GNV avec une approche activité-structure;
 - Identification des phénomènes responsables du vieillissement du catalyseur (frittage des particules de Pd, dégradation du washcoat, enrichissement en Rh de la surface du catalyseur)
 - Optimisation d'une procédure de washcoat sur monolithe céramique
- Application Véhicule Léger :**
- Plus de 30 nouvelles formulations testées \Rightarrow 3 retenues pour les essais Banc Moteur (1 UMICORE, 2 IRMA)
 - Réduction de volume: -23%; Réduction de la charge en métaux nobles: -33% par rapport aux formulations commerciales
 - UMI3 reste le catalyseur le plus prometteur vis-à-vis d'Euro 5
- Application Poids Lourd:**
- 2 catalyseurs (métallique et céramique) testés sur BM (état neuf et après vieillissement accéléré)
 - Catalyseur métallique retenu et testé sur bus
 - Respect de la norme Euro 5-EEV
- Tester les systèmes catalytiques développés pour une application VL et PL avec les prochaines technologies moteur Euro 6
- Les supports de type perovskites restent très intéressants pour une application 3-voies GNV



Efficacité des formulations optimisées sur BM et Véhicule

Formulation pour Véhicule Léger

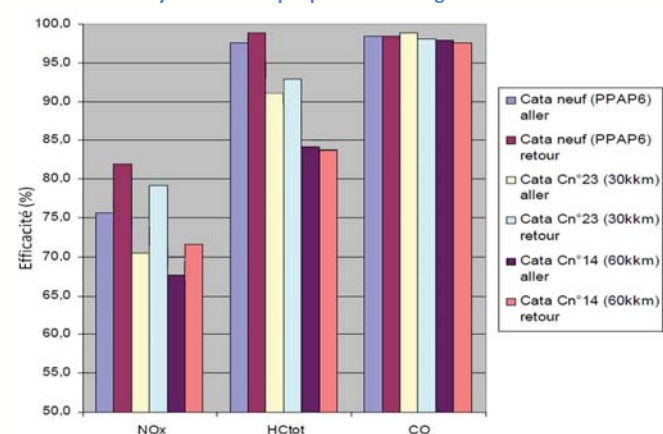
Efficacité des formulations optimisées sur Banc Moteur



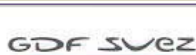
- IRMA100, IRMA 75 et UMI3 très performants à l'état neuf
- UMI3 le plus performant après vieillissement BM \Rightarrow retenu pour test sur véhicule

Formulation pour Poids Lourd

Efficacité du catalyseur métallique pendant roulage sur bus



Contact:
sandra.capela@gdfsuez.com



Coordinateur: IFP Energies Nouvelles
Partenaires: IMFT, CORIA, PSA, Renault

Contexte et Objectifs

Les méthodes actuelles de simulation 3D pour les moteurs à piston permettent la sélection qualitative et à moindre frais, en réduisant au minimum les essais sur banc moteur, des géométries et solutions techniques les plus prometteuses en termes de consommation et d'émissions polluantes. Malgré leur emploi de plus en plus systématique, elles sont limitées à la prédiction de points moteur stables. Or, l'avènement de nouvelles technologies de moteurs à allumage commandé, tels le downsizing ou l'injection directe du carburant, entraîne souvent l'apparition de variabilités cycliques importantes, dont l'étude n'est pas accessible aux méthodes de simulation actuelles. Or, une meilleure maîtrise de ces variabilités est un élément clef pour contribuer à rendre les futurs moteurs à combustion interne plus efficaces et moins polluants.

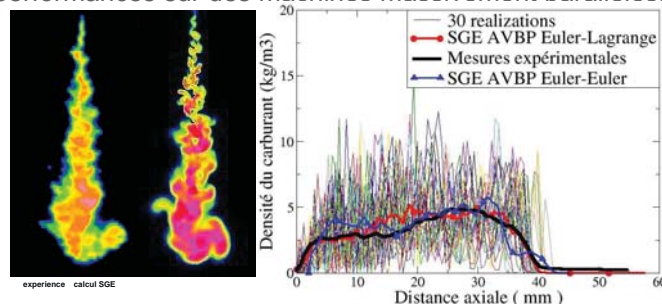
Le précédent projet ANR SGEmac avait permis de développer une méthodologie de simulation de la combustion donnant accès à ces instabilités et basée sur la Simulation aux Grandes Échelles (SGE). Toutefois, ce développement avait été réalisé sur moteurs IIE (injection indirecte d'essence) car les modèles SGE de jet liquide n'étaient pas au point. Le projet SIGLE visait donc à développer ces modèles de jet liquide pour étendre à l'avenir l'utilisation de la SGE aux moteurs IDE.

Méthodologie et Résultats

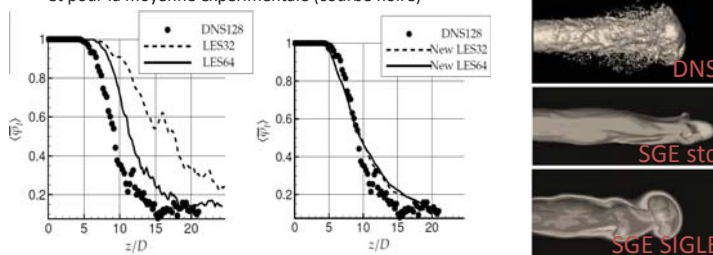
Dans la chambre de combustion, le jet liquide subit une atomisation, une évaporation puis un impact avec la paroi. Le projet SIGLE visait à développer des modélisations SGE pour ces trois phénomènes physiques, avec deux approches complémentaires: l'approche lagrangienne (suivi de gouttes liquides) et eulérienne (résolution sur un maillage des leurs propriétés statistiques). Le but final était de les évaluer par rapport à des expériences en enceinte pressurisée représentatives des conditions moteur IDE.

Par ailleurs, dans leur état actuel, ces deux approches ne permettent pas de reproduire l'atomisation dite primaire du jet qui se déroule dans les premiers millimètres en sortie d'injecteur. C'est pourquoi les conditions en sortie d'injecteur doivent être approximées dans ces calculs, ce qui limite leur potentiel prédictif. Pour cette raison, SIGLE

proposait de développer une modélisation SGE de l'atomisation primaire par approche level-set avec une évaluation basée sur des simulations numériques directes (DNS) afin d'aider à la modélisation de ce phénomène complexe. L'ensemble des modèles développés dans SIGLE ont été implantés dans le code AVBP, co-développé par CERFACS et IFPEN. Ce code a la double caractéristique d'être dédié à la SGE dans des géométries complexes, et de présenter d'excellentes performances sur des machines massivement parallèles.



A gauche: visualisation d'un champ instantané de vapeur de carburant issu d'un injecteur Diesel pour l'expérience et le calcul SGE. A droite: coupe le long de l'axe de l'injecteur de la densité de carburant gazeux pour 30 réalisations SGE, pour leur moyenne (courbe rouge) et pour la moyenne expérimentale (courbe noire)



Fraction volumique de liquide en DNS (résultat de référence), LES standard à gauche et modélisation LES avec prise en compte du spray de sous-maille proposé dans SIGLE

Conclusions et Perspectives

Le résultat principal de SIGLE a été de développer des modélisations SGE diphasiques primordiales pour l'exploitation de cette approche en conditions moteur. Les simulations ont montré que les jets calculés permettent de retrouver le même degré de variabilité tir à tir que dans l'expérience, ce qui indique le fort potentiel de cette approche pour le calcul futur d'instabilités en moteur IDE. Ces résultats représentent une première mondiale du fait que des modélisations avancées et validées sont appliquées en conditions industrielles.

CONTACT :

xxx@xxx.fr

GSM – GROUPEMENT SCIENTIFIQUE MOTEURS (GIE entre PSA, Renault et IFP Energies nouvelles) CORIA, CETHIL

Contexte et Objectifs

Le projet ACTING-CO2 vise à fournir des éléments de compréhension et des outils de développement numériques et expérimentaux nécessaires à la mise au point de technologies pour

- Améliorer le rendement des moteurs allumage commandé
- Limiter les émissions de polluants

Les nouvelles technologies de la combustion (fort downsizing, controlled auto-ignition CAI, injection directe essence IDE) font intervenir de nombreux mécanismes physiques dont la compréhension est nécessaire en vue d'en assurer le contrôle pour une utilisation sur les GMP du futur.

Dans le cas de l'IDE, les verrous adressés au sein de ce projet concernent :

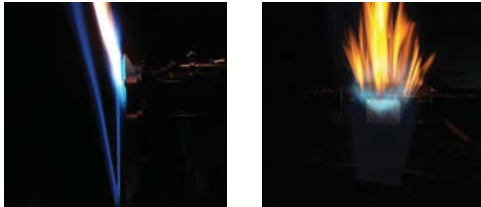
- La compréhension de la combustion proche paroi en présence d'un film liquide et de son impact sur les émissions de suies
- La compréhension et la modélisation de la combustion en milieu stratifié et turbulent

Méthodologie et Résultats

Compréhension des interactions film/paroi et combustion avec dépôt d'un film liquide

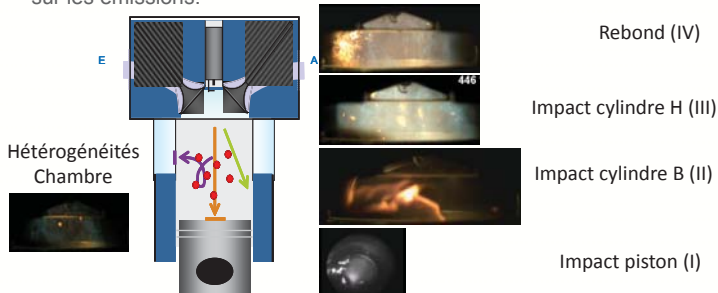
Le CETHIL a mis au point un dispositif expérimental permettant d'étudier les aspects fondamentaux de la formation d'un film liquide et de son évolution en présence d'une flamme.

Visu directe de côté
(à gauche) et de face
(à droite) de
l'interaction flamme
en V / film liquide



...et impact sur les émissions en moteur

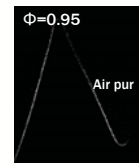
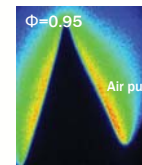
Le GSM met au point une méthodologie de mesure d'un film liquide qui, combinée aux diagnostics optiques et aux mesures de particules à l'échappement, permet de qualifier l'impact des choix technologiques sur les émissions.



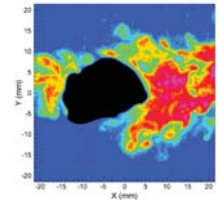
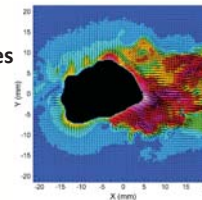
Propagation de flamme en milieu turbulent stratifié

Le CORIA combine, sur un montage expérimental dédié à la combustion stratifiée, des mesures locales et simultanées de vitesses de flamme et de richesses avec un nouveau diagnostic par PLIF OH permettant de caractériser les zones d'extinction locale. Ces mesures permettent de quantifier l'amélioration de la combustion par la stratification de richesse.

Mise au point
PLIF OH



Mesures combinées
PIV – PLIF
en turbulent



Modélisation de la combustion turbulente non prémélangée

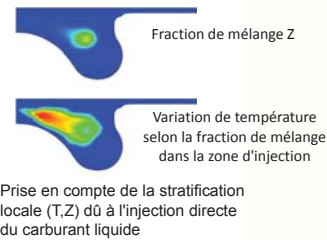
Une modélisation permettant de décrire la combustion dans les milieux turbulents stratifiés a été proposée. Elle repose sur la résolution approchée de l'équation des flammelles de Peters à partir de réacteurs homogènes (RH) tabulés utilisant des mécanismes cinétiques détaillés. L'approche a été adaptée et testée en calculs moteurs.

Equation des flammelles de Peters (2000) pour l'avancement de réaction Y_c :

$$\frac{\partial Y_c}{\partial t} = \dot{\omega}_{Y_c} + \chi \frac{\partial^2 Y_c}{\partial Z^2}$$

Terme de réaction (lu dans la table de RHs en détente)

Terme de diffusion



Conclusions et Perspectives

Un certain nombre d'outils expérimentaux combinant différents diagnostics optiques et techniques de mesures ont été mis en place et peuvent maintenant être exploités pour améliorer notre compréhension des phénomènes complexes intervenant dans les nouvelles technologies envisagées pour la combustion moteur AC.

Des descriptions avancées de la combustion turbulente non prémélangée ont été introduites en vue des calculs moteur dans ces conditions. Les efforts visant à étendre ce type de modélisation dans le cas où flamme de prémélange et flamme non prémélangée coexistent doivent se poursuivre. Par ailleurs, la modélisation de la combustion de film liquide et de la formation / oxydation des suies nécessite des développements futurs s'appuyant sur les enseignements des phases expérimentales de ce projet.

CONTACT :

Brigitte MARTIN - IFPEN
+33 6 77 61 82 97
brigitte.martin@ifpen.fr



SYNERGY

Système d'admission novateur pour des émissions de CO₂ réduites adapté à un groupe motopropulseur Diesel hybride

ANR VTT 2009



Coordinateur : IFP Energies nouvelles

Partenaires ANR : Centrale Nantes, Delphi, Faurecia, Renault, Valeo
+ Honeywell, Mechadyne

Contexte et Objectifs

Afin de poursuivre la réduction de consommation de carburant, i.e. des émissions de CO₂, et simultanément celle des émissions de polluants, le projet SYNERGY évalue des perspectives d'évolutions technologiques pour les moteurs Diesel de faibles cylindrées. Les voies d'innovation privilégiées sont la boucle d'air et l'hybridation.

Pour les véhicules compacts et familiaux représentant une large attente de la clientèle, les objectifs sont de réduire les émissions de CO₂ de l'ordre de 20%, soit une cible de 100 gCO₂/km ou 3,8 l/100km sur un véhicule Renault Scenic, tout en respectant les futures normes d'émissions de polluants.

Méthodologie et Résultats

Par la définition, la mise en œuvre et l'optimisation d'innovations technologiques, le projet SYNERGY vise leur évaluation expérimentale et la recherche d'associations à fort potentiel.

• Boucle d'air innovante

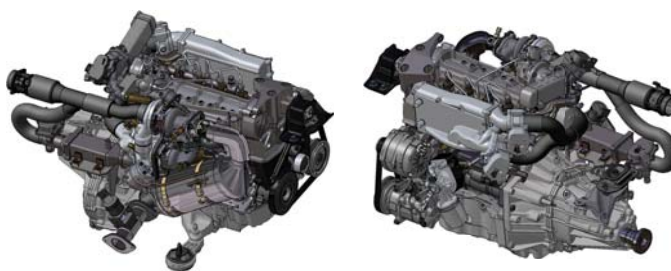
Double-suralimentation favorisant le remplissage du moteur aux charges partielles et le couple à bas régime, associée à une distribution variable, un refroidissement performant des gaz admis et un collecteur échappement mécano-soudé isolé à inertie thermique réduite.

• Mild-Hybridation

Traction électrique de type boost permettant d'assister le moteur thermique lorsque la maîtrise des émissions d'oxyde d'azote est particulièrement critique, afin de favoriser la réduction des émissions de polluants en plus de la réduction de consommation.

Ces avancées s'appuient également sur un système d'injection optimisé, une gestion évoluée de la thermique moteur, **thermomanagement**, et doivent permettre une réduction du régime moteur, **downspeeding**, afin de maximiser les gains CO₂.

Le moteur prototype a été conçu et réalisé dans le cadre d'une collaboration rapprochée entre les partenaires, étant donné la forte imbrication des fonctionnalités et des composants. Le système de combustion a été optimisé au banc d'essais monocylindre pour répondre aux besoins spécifiques du concept.



Les travaux expérimentaux sont actuellement menés sur le multicylindre prototype au banc d'essais moteur. En parallèle, des travaux sont menés au banc d'essais turbocompresseur pour investiguer les phénomènes thermiques et pulsatoires spécifiques au fonctionnement de la double-suralimentation.



Conclusions et Perspectives

Il s'agit actuellement de mettre au point le moteur au banc d'essais multicylindre, afin de pouvoir ensuite optimiser l'architecture et les fonctionnalités mild-hybrides sur une plate-forme d'essais hardware in the loop: stop&start, boost, récupération de l'énergie, gestion de la batterie.

CONTACT :

eric.watel@ifpen.fr



Coordinateur : IFP Energies nouvelles

Partenaires : CETHIL, CORIA, Institut P', Renault

Contexte

Dans les moteurs à allumage commandé (MAC), la flamme est susceptible d'atteindre les parois par endroit dès que 30 % de la charge est consommée
 ⇒ Une proportion élevée de combustible brûle en proche voisinage des parois (Fig. 1). L'approche downsizing aura tendance à augmenter l'interaction entre la zone de combustion (flamme) et les parois.
 ⇒ Quel impact sur la combustion? extinctions de flamme, transferts thermiques, émissions de HC...

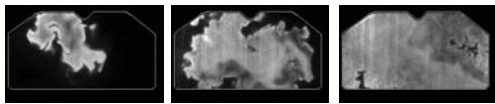


Fig. 1 : Visualisation de la flamme en moteur AC par LIF OH

Le développement des MAC repose de plus en plus sur la simulation 3D numérique. Il est alors primordial de disposer de modèles plus performants et plus prédictifs, validés dans les configurations moteur.

Objectifs

Développer et valider de nouveaux modèles prédictifs de l'interaction flamme-paroi dans les moteurs.

- Prise en compte de l'effet de la flamme (topologie, dégagement d'énergie...) sur le profil de température et sur la prédiction du flux de chaleur pariétal.
- Mise en place d'expériences dédiées à l'évaluation des modèles existants et à la validation de ces nouveaux modèles.

Méthodologie et Résultats

Ce projet repose sur la mise en place d'expériences dédiées à l'évaluation des modèles existants et à la validation de nouveaux modèles nécessitant une forte interaction entre modélisateurs et expérimentateurs (Fig. 2).

Les différentes configurations étudiées augmentent progressivement en niveau de complexité (géométrie simplifiée ⇒ géométrie moteur).

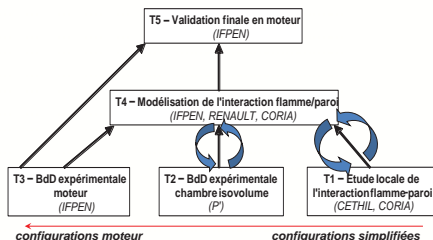
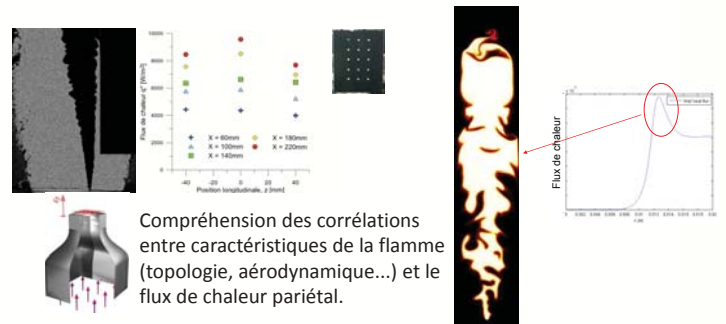
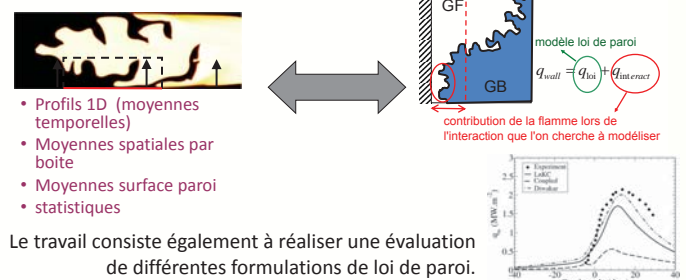


Fig. 2 : Schéma montrant les différentes tâches du projet ainsi que les liens entre chaque tâche.

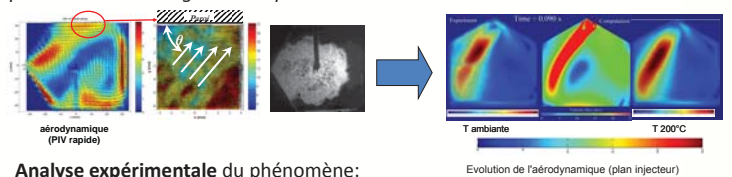
T1 : Base de données (BdD) expérimentales (CETHIL) ⇒ validation de la DNS (CORIA) sur une configuration simplifiée d'une flamme en V.



T1 et T4 : La DNS permet d'évaluer, de valider et d'orienter le développement de nouveaux modèles développés par IFPEN.



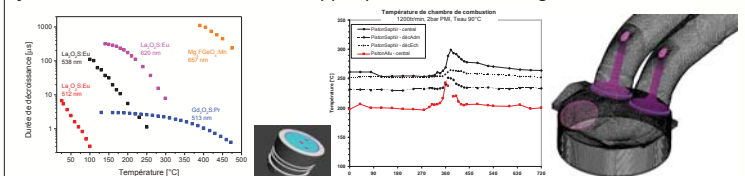
T2 et T4 : Base de données expérimentale en chambre isovolume (Institut P') ⇒ évaluation des modèles existants et validation de nouveaux modèles développés par IFPEN dans une géométrie proche du moteur.



Analyse expérimentale du phénomène:
Caractérisation globale et locale de flamme

Simulation 3D RANS de l'expérience

T3 et T5 : Base de données expérimentale en moteur optique (IFPEN) ⇒ validation finale de nouveaux modèles développés par IFPEN dans une géométrie moteur.



Application d'un diagnostic novateur (phosphorescence) pour mesurer les températures des paroi de la chambre ⇒ outil de validation pour la prédictivité des modèles de flux thermique et conditions aux limites pour les calculs 3D.

Conclusions et Perspectives

Elaboration d'un nouveau modèle en cours.

- Prise en compte de l'effet de la paroi sur la flamme et de l'effet de la flamme sur la paroi ⇒ influence sur le flux thermique.
- Validation de la formulation du nouveau modèle à l'aide de la DNS et validation finale en configuration moteur.

CONTACT :

julian.kashdan@ifpen.fr

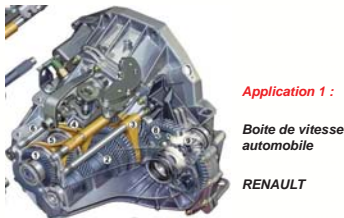
Coordinateur : VIBRATEC

Partenaires : RENAULT / RENAULT TRUCKS

ECOLE CENTRALE DE LYON (LTDS)

Contexte et Objectifs

- ✓ Réduction du bruit émis par les motorisations et les systèmes de transmission de puissance par engrenages
- ✓ Maîtriser la dispersion vibro-acoustique
- ✓ Concevoir des architectures à bas niveaux sonores, robustes en terme de bruit émis (faible incidence de la dispersion sur le bruit émis)
- ✓ Développer les outils méthodologiques associés (logiciel)



Les 2 enjeux scientifiques :

Bruit de Sirènement

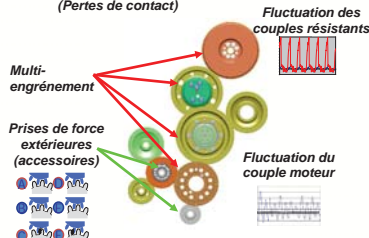
Claquement des dents (Pertes de contact)

1. Source : Erreur Statique de Transmission (EST)

2. Erreur Dynamique de Transmission
Transfert des pignons au carter

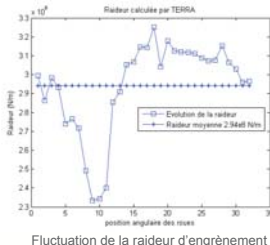
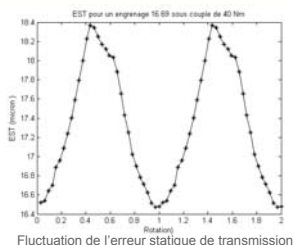
3. Réponse vibratoire du carter

4. Rayonnement acoustique du carter



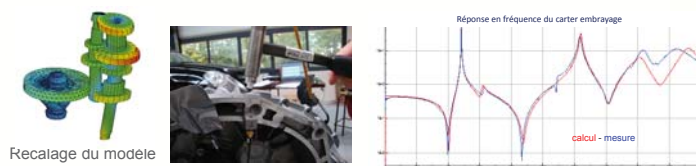
Modélisation du bruit de Sirènement

La première partie de la chaîne de calcul permet d'obtenir les fluctuations de raideur et d'erreur statique de transmission, principale source du bruit. **Préciser les paramètres d'entrée**

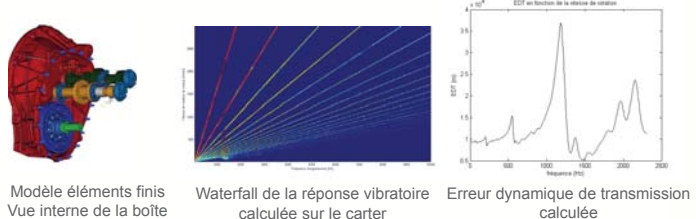


Un peu de place

La deuxième partie des calculs fait intervenir un modèle éléments finis de la boîte complète pour obtenir l'erreur dynamique de transmission, ainsi que la réponse vibratoire des carters. Le modèle éléments finis a été préalablement recalé.

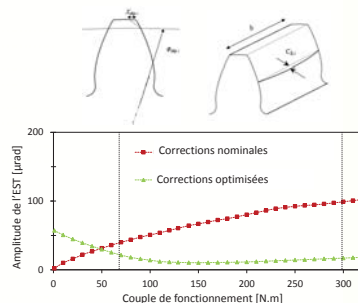


Les résultats de calculs seront ensuite confrontés à des données de mesures pour valider la chaîne de calcul complète.



Minimisation du bruit de sirènement

L'excitation vibratoire est la fluctuation de l'erreur statique de transmission, qui dépend crucialement de la micro-géométrie des dents. A partir d'un algorithme basé sur la méthode des essais partielles, des corrections de dents optimales ont été dégagées, assurant de meilleures performances sur la plage de couple de fonctionnement souhaitée tout en conservant une robustesse vis-à-vis des tolérances de fabrication et de montage.



Prédiction du claquement

Un modèle non-linéaire prenant en compte fluctuations de raideurs d'engrènement et pertes de contact a été établi afin de prédire les conditions de fonctionnement menant au claquement des pignons.



CONTACT :

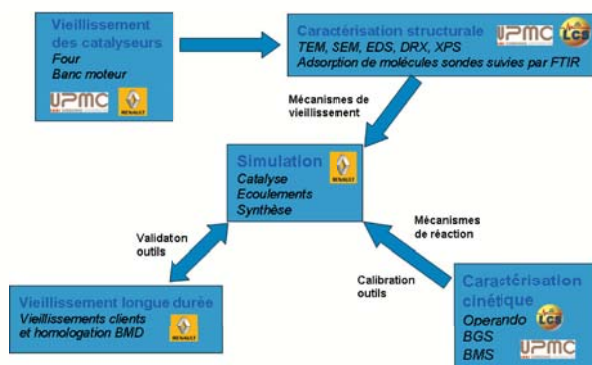
Pascal.bouvet@vibratec.fr

Coordinateur : Renault SAS

Partenaires : Laboratoire de Catalyse et Spectrochimie, Institut Jean le
Rond d'Alembert, Renault SAS

Contexte et Objectifs

Le projet ATMO se positionne dans un contexte européen de diminution des émissions automobiles de CO₂. La compétitivité des technologies Diesel, qui proposent un rendement naturellement meilleur que les moteurs à allumage commandé est menacée du fait du coût lié à la dépollution des oxydes d'azote. Le projet ATMO vise à mieux comprendre les effets de composition et les mécanismes de vieillissement des catalyseurs déNO_x, pour agir favorablement sur leur coût et leur durabilité. Il a pour livrables la mise en place de modèles physiques de catalyseur (composition, vieillissement) et leurs méthodologies expérimentales d'apprentissage ainsi que les outils de dimensionnement intégrant ces modèles.



Méthodologie et Résultats

La première étape du projet consiste à comprendre les liens entre vieillissement et activité catalytique et entre composition du catalyseur et activité catalytique. Cette phase de compréhension effectuée sur une première génération de catalyseurs se traduit par la mise en place de modèles et de leurs méthodologies de paramétrage. La seconde partie du projet consiste à valider les outils mis en place sur une seconde génération de catalyseurs.

Les matériaux sont étudiés à plusieurs échelles.

La structure du catalyseur et les modifications induites par le vieillissement sont suivies par microscopie, EDS, adsorption de molécules sondes suivies par infra-rouge... La détermination des mécanismes de réaction est alimentée par le LCS, dont la méthode Operando permet simultanément l'analyse des espèces à la surface du catalyseur et en phase gazeuse sur des pastilles compactées de catalyseurs. La prédétermination des paramètres cinétiques associés à ces mécanismes est réalisée à partir d'essais réalisés à l'UPMC sur un banc gaz synthétique, au cours desquels la conversion d'un échantillon de catalyseur mis en forme est mesurée dans des conditions maîtrisées. L'UPMC et Renault fournissent ensuite les données de validation des modèles mis en forme par Renault sous la forme d'essais réalisés sur banc moteur. Renault intègre ces modèles dans des outils de dimensionnement des systèmes déNO_x.

A ce stade du projet, les modèles de vieillissement de la 1^{ère} génération de catalyseur sont construits et intégrés aux outils de dimensionnement Renault. Leur validation est prévue pour fin février 2012.

Conclusions et Perspectives

Les capacités techniques mobilisées dans le cadre du projet permettent de faire le lien entre compréhension fondamentale des phénomènes et application industrielle. La diversité des compositions de catalyseurs étudiées dans le projet permet aux partenaires d'approfondir leur connaissance des systèmes de dépollution automobile. Les outils numériques mis en place dans le modèle assurent à Renault la compétitivité de ses systèmes de dépollution. Par ailleurs, les modèles sont partagés afin de faciliter la synthèse entre les résultats obtenus par les partenaires à des échelles et sur des moyens différents, d'ici la fin du projet en octobre 2012.

CONTACT :

pierre.darcy@renault.com



DuraFAP

Durabilité des Filtres à Particules

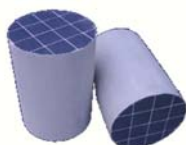
Véhicules pour les Transports Terrestres 2008

Coordinateur : PSA Peugeot-Citroën



Contexte

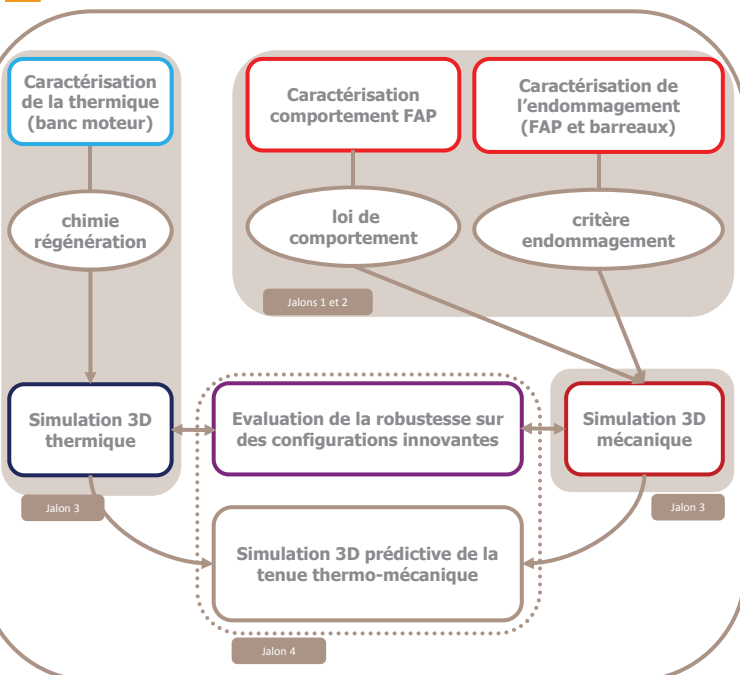
- Réglementaires :
 - Qualité de l'air et émissions particules
 - Gaz à effet de serre
- Tenue en service des FAP



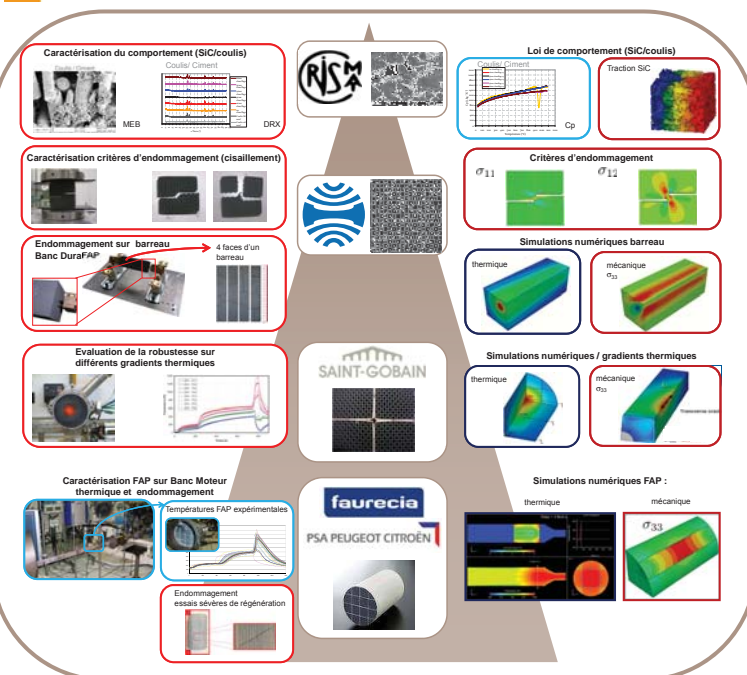
Objectif du projet

- Compréhension et caractérisation des mécanismes d'endommagement
- Modélisations numérique et expérimentale de la tenue thermomécanique
- Nouvelles méthodes de conception et/ou validation

Démarche scientifique



Résultats jalons 1, 2 et 3



Conclusions et Perspectives

Jalons 1 & 2 : validés

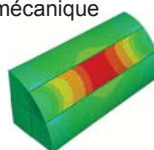
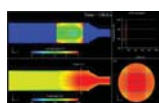
Mise en œuvre d'un banc d'essai simplifié reproduisant l'endommagement sur régénération sévère



Jalon 3 : validé

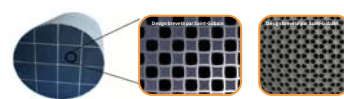
Modélisations numériques :

thermique mécanique



Jalon 4 : mars 2012

Validation de la robustesse des modélisations sur différentes configurations FAP



CONTACT :

PSA Peugeot Citroën
Karine PAJOT / Benoît DELATTRE
01 57 59 29 90 / 84 47
karine.pajot@mpsa.com
benoit.delattre@mpsa.com



MOS i-StARS

Transistor MOS de puissance

Programme VTT Edition 2008

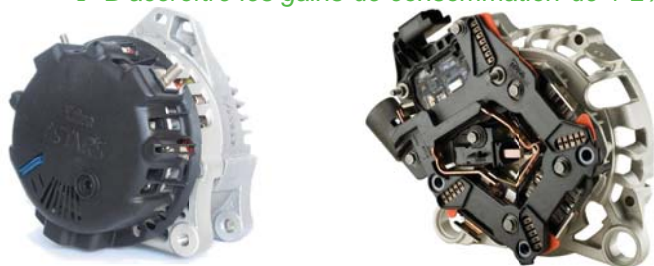
Coordinateur : G.Filloux

Partenaires: VALEO EEM - FREESCALE France - HIREX - CEITECS
LAAS-CNRS - IFSTTAR

Contexte et Objectifs

StARS est un alerno-démarreur, c'est-à-dire un alternateur pouvant démarrer le moteur thermique d'une voiture et permettant de ce fait la fonction stop-start. Il permet de :

- Réduire la consommation et les émissions CO₂ d'environ 15% en cycle urbain.
- Réduire les nuisances sonores au redémarrage
- D'accroître les gains de consommation de 1-2%



StARS est composé d'une machine électrique et de son électronique associée. Le projet i-StARS consiste en l'intégration du boîtier électronique sur l'arrière de la machine tournante.

L'objectif du présent projet est le développement, la validation et la qualification du **transistor MOS de puissance (Métal-Oxyde-Semi-conducteur) spécifique pour i-StARS** :

- Haute température : $T_j > 175^\circ \text{C}$
- Tenue en avalanche : plusieurs millions de cycles
- Faible surface : Intégrable dans une mécatronique
- Haut niveau Qualité-Fiabilité: objectif < 1FIT

Méthodologie et Résultats

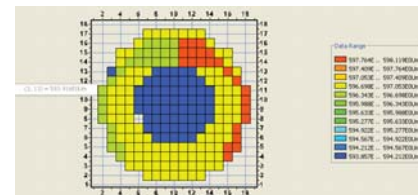
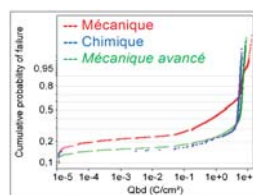
Le projet est réalisé par une **équipe pluridisciplinaire** :

- Valeo Equipements Electriques Moteurs : maîtrise d'œuvre, réalisation et qualification des modules
- Freescale France : fabrication et qualification des MOS
- Hirex : réalisation d'essais de fiabilité
- CEITECS : mise en place « data management » et analyse
- LAAS-CNRS : support semi-conducteur
- IFSTTAR : support assemblage module

Les résultats principaux sur le MOS ont permis d'améliorer la connaissance du phénomène d'avalanche, la maîtrise de fabrication « in silicon » (ex. le dépôt oxide, Bvd, ...) d'un composant à vocation automobile.

La mise en œuvre d'une **traçabilité « à la puce »** des données électriques (MOS et mécatronique) et de celles des procédés de fabrication a permis de répondre aux attentes de qualité - fiabilité.

Cette traçabilité des données et sa gestion permettent, par des algorithmes appropriés, d'identifier des MOS ou modules de puissance atypiques, de les analyser et de mettre en œuvre des actions correctives.



i-StARS intègre une traçabilité complète montante et descendante : **tous les MOS d'une machine sont connus individuellement** en n° de lot, plaquette de silicium et position sur plaquette ainsi qu'en données de tests à tous niveaux.

Des **essais complets de fiabilité** ont été menés avec succès: en cycles de courant, cycles de puissance et cycles d'avalanches répétitives.

Conclusions et Perspectives

La méthodologie de développement du MOS, de sa fabrication et de l'approche qualité (traçabilité complète) permettent d'avoir à disposition un MOS pour alerno-démarreur fiable.

Cette **méthodologie est transposable** sur d'autres composants et projets à vocation automobile tant à motorisation thermique, qu'hybride ou micro-hybride et électrique!

La technologie utilisée permet de répondre aux exigences de **protection de l'environnement**: réduction des émissions de CO₂. Depuis un an de commercialisation environ **10.000 tonnes de CO₂ ont été économisées**.

Un bénéfice transversal est attendu pour les multi-chips modules appelés à se généraliser dans les onduleurs pour le **transport « décarboné »**.

CONTACT :

xxx@xxx.fr

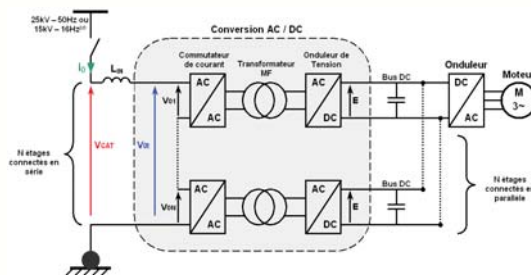


Coordinateur : **LAPLACE** (Toulouse)
Partenaires : **ALSTOM Transport** (Tarbes)
SATIE (Cachan)

Contexte et Objectifs

Dans les chaînes de traction actuelles, la conversion de l'énergie électrique comprend un transformateur abaisseur lourd (plusieurs tonnes) et volumineux (plusieurs m³) travaillant à la fréquence du réseau d'alimentation (50Hz ou 16,7Hz). Pour réduire le volume et le poids de la conversion AC/DC, la fréquence de fonctionnement du transformateur doit être considérablement augmentée. Une structure multiniveaux, basée sur l'association de structures duales permettant d'obtenir des conditions de commutation douce, a été sélectionnée.

L'objectif du projet est la réduction de la masse, du volume et l'augmentation du rendement de la chaîne de conversion d'énergie électrique d'une automotrice alimentée par une caténaire 25kV / 50Hz ou 15kV / 16,7Hz. La finalité du programme est la réalisation et le test à l'échelle 1 (3.6kV / 100A) d'un prototype pré-industriel d'un bloc élémentaire de la nouvelle topologie de conversion AC-DC à isolement galvanique intégré.



Le projet a donc été divisé en 6 grandes parties :

- Tâche 1 : Packaging de composants Carbone de Silicium HT (ALSTOM) : des modules avec Diodes SiC ont été réalisés. Des modules avec composant commandé SiC sont en cours de réalisation.
- Tâche 2 : Mise en œuvre de composants SiC haute tension dans la topologie à commutation douce (LAPLACE & ALSTOM) : Les modules avec Diodes SiC ont été caractérisés. Des drivers spécifiques ont été réalisés.
- Tâche 3 : Alimentation isolée Haute Tension pour les commandes rapprochées (SATIE) : Une boucle Haute Fréquence a été développée pour alimenter les drivers des différents étages.
- Tâche 4 : Etude et réalisation d'un Transformateur Moyenne Fréquence à haut niveau d'isolement (LAPLACE & ALSTOM) : Etude et design de différentes solutions de transformateurs MF.
- Tâche 5 : Refroidissement des modules (ALSTOM) : une étude thermique globale a été effectuée et un système de refroidissement a été choisi.
- Tâche 6 : Design et intégration d'un bloc élémentaire (ALSTOM) : un pré-design du système a été réalisé.

Méthodologie et Résultats

Les défis à relever sont nombreux : réaliser un Transformateur Moyenne Fréquence avec un niveau d'isolement de 60kV_{RMS} / 1min, un refroidissement isolé Haute Tension, la commutation à fréquence élevée des semi-conducteurs HT, la transmission des signaux de commande à l'ensemble des convertisseurs ...

Conclusions et Perspectives

Les premiers résultats montrent que, par rapport à une structure classique, pour une puissance de 2MW prélevée sous 25kV / 50Hz, un gain en masse de 35% est réalisable avec une fiabilité opérationnelle identique et une économie d'énergie (-3,5% sur un parcours type avec LGV soit 0,7MWh par trajet).

CONTACT :

philippe.ladoux@laplace.univ-tlse.fr



SUPERSTORE

Module de **SUPER**condensateurs dédié pour le **STOCK**age d'éneRgiE des applications ferroviaires



Programme VTT Edition 2008

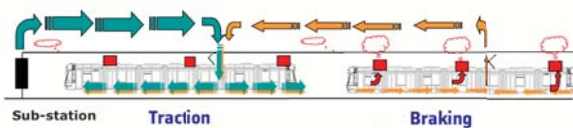
Coordinateur: ALSTOM Transport

Partenaires: batScap - IFSTTAR

Contexte et Objectifs

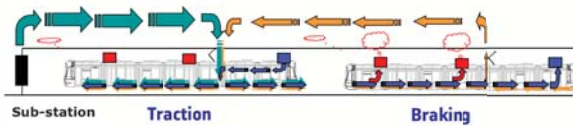
- Améliorer l'efficacité énergétique

Récupération énergie de freinage **SANS**
Système de stockage d'énergie embarqué



Sub-station Traction Braking
Electric Sub-station Recovery Rheostatic losses Grid restitution

Récupération énergie de freinage **AVEC**
Système de stockage d'énergie embarqué



Sub-station Traction Braking
Electric Sub-station ESS discharge Recovery Rheostatic losses ESS recharge Grid restitution

- Suppression de la caténaire



- Maîtriser la fiabilité et la sécurité du système de stockage

De la cellule de grande taille de l'ordre de 10 000 Farads
Du module jusqu'au pack supercondensateurs sous les contraintes Tramway
Par une analyse spécifique de la conception de la cellule
Par un plan d'expérience et de recherche des modes de défaillance
Sur la base des contraintes réelles du système énergétique tramway

Méthodologie et Résultats

Analyse énergétique - Spécification de la cellule

Spécification pack : 1.2 kWh utiles maximales ~ 400V

- ➔ 144 à 168 cellules en série de 10500F à 9000F
- ➔ Durée De Vie estimée ~ 13-14 ans en environnement typique tramway

Choix de la cellule unitaire de référence : 9000F 2.7V

- Gain global en énergie massique (vs 3000F ou 5000F)
- 1 seule branche électrique

Limites possibles identifiées de la cellule de référence en énergie massique et en résistance série (échauffement) :

- ➔ Optimisation de la cellule unitaire proposée

Cellules et Modules réalisés

Cellules de référence 9000F 2.7V



Capacité nominale	9000F
Résistance série	120 µOhms
Tension nominale	2.7V
Puissance à 10s	1.5 kW
Energie contenue	9.1 Wh
Energie massique	6.2 Wh/kg
Energie volumique	7.6 Wh/l

Modules 24*9000F, à base des cellules de référence et instrumentés en température



Un plan d'expérience: fiabilité - robustesse - sécurité

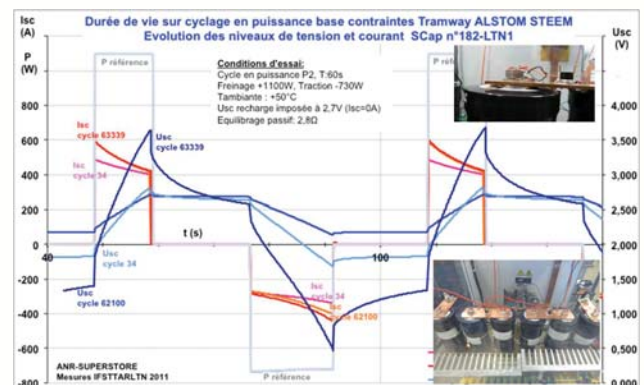
Objectifs : - Identifier, quantifier, modéliser l'influence des conditions réelles de l'usage d'un tramway

Travaux lancés sur les cellules 9000Farads 2.7V :

- Cyclages en puissance basé sur les missions tramway (issus de STEEM)
Premiers essais de ce type, toutes les données connues sont basées sur des cycles en courant
- Comportement calendaire (cas des attentes en station et de fin de ligne)
- Cyclages thermiques sous contraintes calendaires (cas des contraintes combinées thermique et attente au dépôt par exemple)
- Comportement aux court-circuits (cas de défaillances accidentelles, interne au module, interne au bloc, ou du convertisseur)

➔ Premiers résultats de cyclage en puissance sur cellules

➔ Caractérisation en cyclage thermique et calendaire, en cours



Conclusions et Perspectives

- Eléments et modules de supercondensateurs aux performances prometteuses
- Cycle d'usage complexe modélisé et reproduit sur banc de test
- Définition et développement d'un pack spécifique pour Tramway disponible à l'horizon 2013

CONTACT :

marc.diguet@transport.alstom
olivier.caumont@batScap.com
gerard.coquery@ifsttar

TRANSPORT

ALSTOM

batScap

IFSTTAR

ATAC-CONCEPT

Advanced Tiny Auxiliary Converter with Compact and Optimised Natural Cooling for Efficient Power management in Train

VTT Edition 2009



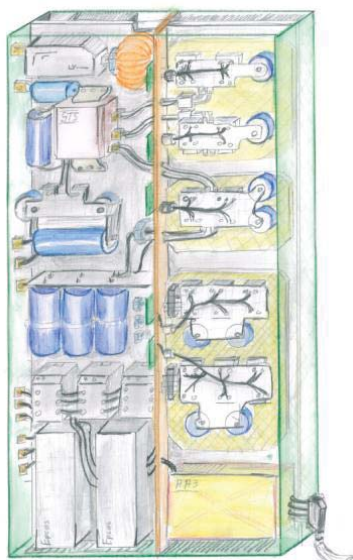
Coordinateur : Alstom Transport Belgium
Partenaires : Alstom Transport Tarbes
Alstom Transport Valenciennes
Tempo (UVHC)

Contexte et Objectifs

Le projet consiste à développer un convertisseur auxiliaire pour le ferroviaire. La fonction de cet équipement électrique est de convertir l'énergie fournie par la caténaire en énergie disponible à bord du train afin d'alimenter les fonctions auxiliaire de traction (compresseur, ventilation d'équipements de traction, charge batterie..) ainsi que les fonctions de confort (climatisation,...).

Cette recherche est orientée vers l'innovation et les ruptures technologiques afin de :

- Réduire la masse de l'équipement
- Réduire l'encombrement
- Réduire le niveau acoustique
- Favoriser les synergies (étude système)



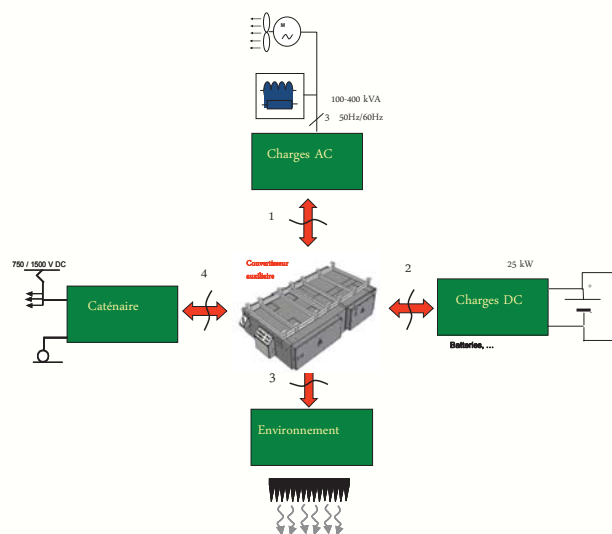
Méthodologie et Résultats

Maîtriser les interfaces du convertisseur auxiliaire est nécessaire à l'innovation :

- La caténaire
- Les charges AC (compresseurs, climatiseurs,...)
- Les charges DC (batteries, électroniques,...)
- L'environnement (thermique, mécanique,...)

Concevoir le convertisseur en réfléchissant en amont à son intégration dans le train permet d'optimiser la fonction « conversion d'énergie » avec une approche système.

L'optimisation des transferts thermiques fait aussi partie de l'étude.



Conclusions et Perspectives

Au niveau de l'intégration, plusieurs synergies possibles ont été identifiées sur les premières plateformes étudiées. Des techniques innovantes de système de refroidissement simulées et expérimentées nous permettront d'améliorer la thermique du convertisseur auxiliaire.

CONTACT :

felice.cardarelli@transport.alstom.com



Thermique
Écoulement
Mécanique
Matériaux
Mise en Forme
Production



UVHC
UNIVERSITÉ DE VALENCIENNES
ET DU HAINAUT-CAMBRESIS

