

### Composition du Réseau :

Plus de 300 chercheurs, ingénieurs et techniciens répartis dans 7 composantes sur les campus du Havre et de Rouen :

### 4 Unités de Recherche :



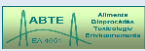
- **Complexe Interprofessionnel en Aérothermochimie, UMR 6614 : CNRS - Université de Rouen- INSA de Rouen**



- **Laboratoire Ondes et Milieux Complexes, UMR 6294: CNRS-Université du Havre**



- **Groupe de Recherche en Electronique et Automatique : EA 3220 Université du Havre**



- **TOXEMAC EA 4651, Université de Rouen**

### 2 Centres de Recherche R&D :



- **CERTAM Centre d'Etudes et de Recherche en Aérothermie Moteurs,**



- **Centre d'Essais Vibro-Acoustique pour l'Automobile, CEVAA**

### 1 Plate forme de Formation :

- **PFT Energie Renouvelable de Fécamp**

## Présentation

Le réseau Energie, créé en 2007 lors de la mise en œuvre de l'actuel Contrat de Projets Etat Région a été constitué sur la base du CNRT « Combustion et Moteur » créé en 1999 par le Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche sur le site du Madrillet. Cette structuration a été marquée par une ouverture thématique sur les énergies renouvelables et la mise en place d'une politique scientifique multidisciplinaire. Les axes de recherche menés dans ce réseau s'inscrivent pleinement dans les priorités du Schéma Régional d'Aménagement du Territoire SRADT (2007-2013) et de la Stratégie Nationale de Recherche et d'Innovation (SNRI). Les recherches sont menées selon trois axes de recherches :

**Axe 1. Amélioration de l'efficacité énergétique des systèmes**

**Axe 2 : Réduction des émissions polluantes, des gaz à effet de serre et des nuisances sonores**

**Axe 3. Energies renouvelables (Biomasse, Eolienne et Hydraulique)**



## Axe 1 : Efficacité Energétique des systèmes

L'énergie constitue aujourd'hui une préoccupation majeure de la société aussi bien en termes d'enjeux stratégiques qu'environnementaux. L'une des spécificités de la Région HN est d'être au carrefour de toutes les énergies disponibles aujourd'hui (fossiles et nucléaires) et celles de demain (biomasse, éolien et hydrolien). Cette position unique dans un bassin industriel stratégique et la proximité de la région Ile de France offrent aux équipes de recherche une position intéressante en termes de partenariats académiques et industriels. A court et à moyen termes, l'amélioration de l'efficacité énergétique des systèmes de production d'énergie, des transports terrestres et aéronautiques ainsi que la propulsion spatiale constituent le fer de lance du réseau Energie. Dans ce domaine, le réseau Energie se positionne comme un acteur incontournable en sciences des écoulements et de combustion ainsi qu'en ingénierie des systèmes propulsifs. La spécificité du pôle du Madrillet dans la R&D en propulsion automobile et plus récemment dans l'Aéronautique et le Spatial ont permis une reconnaissance des équipes à l'échelle européenne et internationale.

Les activités de recherche menées dans cet axe couvrent les thématiques ci-dessous :

- Aérodynamiques interne et externe des systèmes énergétiques ;
- Instabilités des jets viscoélastiques;
- Ecoulements complexes et atomization;
- Efficacité énergétique des moteurs essence et diesels et hybrides ;
- Développement de solutions pour la propulsion automobile ;
- Nouveaux modes de combustion pour la production d'énergie, l'automobile, l'aéronautique et le spatial.

## Axe 2 : Réduction des émissions polluantes, de gaz à effet de serre et des nuisances sonores

La réduction des émissions de gaz à effet de serre et polluantes dans les systèmes de transport et de production d'énergie thermique constituent aujourd'hui un challenge à la fois technologique et sociétal. Le Réseau Energie est reconnu comme un acteur majeur au niveau national sur cette

problématique. Outre le développement de technologies de dépollution à la source ou de post-traitement, le réseau a développé une spécificité unique concernant l'impact de la pollution sur la santé. L'équipe TOXEMAC est reconnue aujourd'hui comme une référence mondiale dans ce domaine. La réduction des nuisances sonores dans les véhicules constitue une compétence majeure du réseau. Les travaux développés se situent dans les axes suivants :

- Diagnostics des émissions polluantes réglementées et non réglementées dans les transports ;
- Développement de technologies de post-traitement des fumées (SCR, FAP, Catalyse, Plasma ... ) ;
- Toxicologie & pollution;
- Qualité de l'air urbain et habitacle ;
- Particules fines et ultrafines;
- Vibrations acoustiques;
- Composants et système sous stress thermo- vibro-mécanique.

## Axe 3. Energies renouvelables (Biomasse, Eolienne et Hydrolienne)

Le Réseau Energie s'est placé d'emblée dans la transition énergétique depuis sa constitution en 2007. L'intégration des compétences sur les machines électriques des équipes du GREAH du Havre et les compétences en gestion des systèmes complexes ainsi que celles sur les écoulements à bulles offrent au Réseau un potentiel original pour développer des travaux qui concernent à la fois les énergies éoliennes et hydroliennes et la valorisation des ressources énergétiques de biomasse (biogaz et biofuel). Ces spécificités se traduisent aujourd'hui par une reconnaissance nationale forte qui se trouve renforcée par les projets régionaux sur l'installation de démonstrateurs d'éoliennes et d'autres ressources énergétiques. Les orientations du réseau sont :

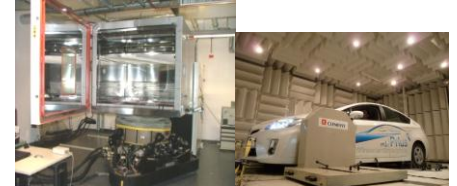
- Gestion de l'énergie alternative et du mix énergétique ;
- Développement de l'énergie éolienne;
- Machines électriques;
- Modélisation des systèmes marins;
- Impact sur les ouvrages marins;
- Signature acoustique des hydroliennes.

## Equipements :

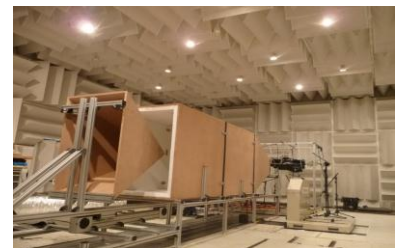
### Banc d'essais R&D Moteurs innovants



### Bancs d'essais Viro-Acoustiques



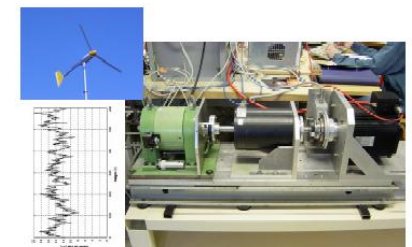
### Banc Aérolitique Acoustique



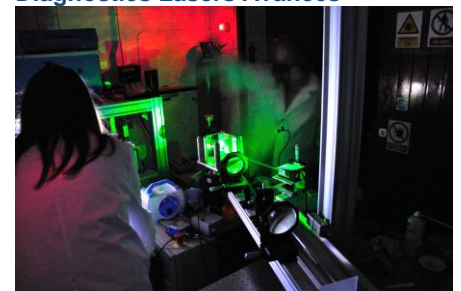
### Motorcycle Dynamic Bench



### Banc Emulateur Eolien



### Diagnostics Lasers Avancés

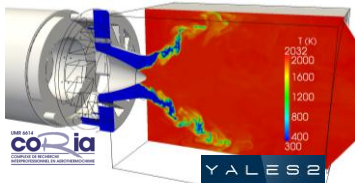




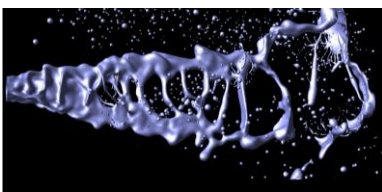
## Projet C-CAAF : Codes de simulation numérique intensifs et expérimentations à haute précision

Le Réseau Energie est impliqué dans le développement de logiciels de modélisation des écoulements turbulents réactifs et diphasiques adaptés aux super-ordinateurs depuis de nombreuses années. Depuis l'avènement des plateformes de calcul massivement parallèles, les outils de modélisation ont été optimisés pour exploiter au mieux la formidable puissance de calcul mise à disposition des chercheurs par le CRIHAN, GENCI (Grand Equipement National de Calcul Intensif) en France et par PRACE (Partnership for Advanced Computing in Europe) en Europe.

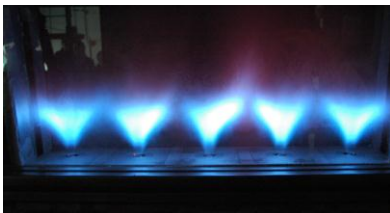
Les équipes du Réseau Energie sont très actives dans l'utilisation et la promotion du super-calcul en France : Présidence d'un comité thématique « Mécanique des fluides, fluides réactifs, fluides complexes » de GENCI et Coordination du Groupement d'Intérêt Scientifique SUCCESS.



Temperature field in mid-plane swirl burner. Mesh size: 12.4 billion tetrahedra. Mesh resolution: 60 microns



Simulation Numérique d'un injecteur automobile par le code ARCHER.



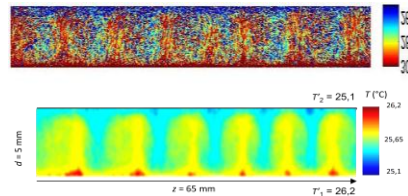
Allumage d'un secteur de chambre de combustion Aéronautique C-CAAF- KIAI FP7

## Projet THETE

Mesure de la température dans un écoulement confiné à l'aide des cristaux liquides thermochromes

L'équipe a développé une technique non intrusive de mesure de champ de température dans un écoulement confiné

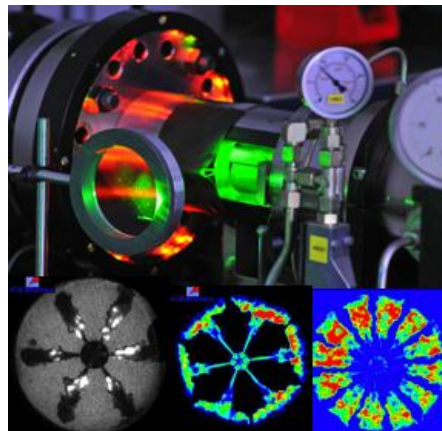
(5 mm) avec un gradient radial de température grâce à l'ensemencement par des cristaux liquides choléstériques dont le pas d'hélice varie en fonction de la température.



Écoulement de Couette-Taylor avec un gradient radial de température, b) Champ de température en présence de vortex

## Nouveaux modes de Combustion Moteurs

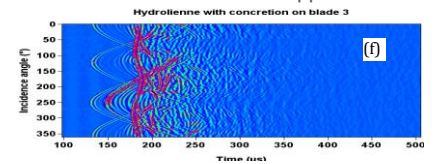
Le CERTAM et le CORIA travaillent en collaboration avec des réseaux et les entreprises nationales et européennes pour développer et mettre au point des systèmes de combustion innovants, économes et propres. Les applications de moteurs ainsi que de brûleurs sont des spécialités des équipes de recherches. L'utilisation des combustibles alternatifs et bio constitue un axe prioritaire. Le projet Smart Engine financé par la Région et le FEDER a permis de réaliser des avancées importantes dans la compréhension des phénomènes multiphysiques d'atomisation, mélange, combustion et émissions polluantes dans les moteurs à hautes performances.



## Projet Rhyno

Les travaux en mécanique des fluides développés au LOMC étaient orientés principalement vers les applications des écoulements de scillage de carènes en collaboration avec Le Bassin des carènes du Val de Rueil.

Deux techniques, optiques et acoustiques ont été mises en œuvre pour caractériser les nuages de bulles en suspension générés par cavitation dans un milieu liquide. Cette expertise acquise dans ce cadre a été fructifiée pour accroître le domaine de compétences dans des applications d'hydroliennes marines. Cet axe de recherche développé depuis plus de deux ans a permis de positionner le Réseau Energie comme un acteur scientifique important dans l'optimisation des hydroliennes grâce à des outils numériques et expérimentaux. Un code de calcul 'VORTEX' a été développé.



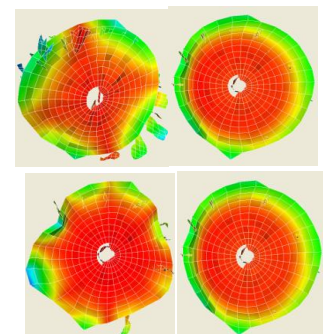
Signature acoustique des sillages d'hydroliennes

## Projet CRERA

Des améliorations dans la conception et le fonctionnement des SEH sont toujours nécessaires pour rendre plus compétitive l'intégration des sources d'énergies alternatives dans le bilan des systèmes globaux de production d'énergie (réseaux décentralisés du futur) ou des applications spécifiques demandant une gestion multicritères et une disponibilité de l'énergie (applications nomades et véhicules). Le projet CRERA ambitionne à développer les Systèmes hybrides multi sources, les principes d'émulation des systèmes, l'optimisation multicritères du système et des composants, la conception de nouvelles génératrices dédiées et la caractérisation de composants de stockage. Le réseau est impliqué dans le pilotage et la réalisation du projet WIN1.

## Vibrométrie Laser 3D

Mesures vibratoires sans contact 3D



Champs vibratoires générés par un système de ventilation d'un véhicule

## Une recherche fondamentale de haut niveau et une démarche de développement de compétitivité et d'innovation technologiques structurée en réseaux.

### Des structures de recherche d'excellence



Une recherche fondamentale d'excellence organisée au sein d'équipes et de laboratoires identifiés comme les acteurs majeurs au niveau national dans leurs domaines : Labex EMC3 et Fédération de Recherche CNRS- EPE 'Energie Propulsion et Environnement'

### Une valorisation structurée à trois niveaux



Labélisé par l'ANR en 2005 puis renouvelé en 2011, les équipes spécialisées dans l'Energie et les systèmes de propulsion du réseau sont reconnues par la qualité et le volume de leurs travaux au niveau national. Ce Label offre aux membres du Carnot une visibilité nationale et européenne équivalente à celle des Franchoffers en Allemagne et bénéficient de moyens supplémentaires pour développer des recherches fondamentales qui leur permettent de garder une avancée scientifique et technique.



Les membres du Réseau Energie ont joué un rôle moteur dans la création du pôle de compétitivité MOVEO et ont contribué à son ancrage en Haute Normandie avec un siège social sur le technopôle du Madrillet. Leur implication est majeure aussi bien dans la définition de la politique de Recherche que dans la gouvernance du pôle.



Les Centres de Recherche Technologique du Réseau Energie sont membres d'un Groupement d'intérêt Economique (GIE EVREST) dont le rôle est de promouvoir les compétences et les plateaux techniques des CRT.

### Chiffres Clés :

- Depuis 2007, plus de 300 publications et communications internationales
- Plus de 170 docteurs soutenus (dont 15 CIFRE)
- 11 congrès et colloques internationaux organisés
- 22 contrats européens :
  - 18 PCRDT ( ATLANTIS, NICE, KIAI, LEMCOTEP, TECC-AE, IMPACT, ... )
  - 4 Interreg
- Plus de 60 programmes ANR, ADEME, FUI, ...
- 8 brevets
- 3 licences de logiciels scientifiques
- Plusieurs contrats cadres de collaboration industrielle.
- Direction et participation à de nombreux GDR-CNRS
- Direction d'un GIS 'SUCCES'

### Distinctions :

- Vincent Moureau Chargé de Recherche CNRS a reçu le 3<sup>ème</sup> Prix Bull Joseph Fourier en 2009 et un IBM faculty award en 2011.
- David Honoré et C. Rottier Prix ADEME 2010, Efficacité Energétique et performance environnementale pour leurs travaux sur la combustion sans flamme.

### Partenariats :

Renault  
PSA  
SNECMA Groupe Safran  
Turbomeca- Groupe Safran  
GDF-Suez  
EDF,  
Valéo  
Continental  
AREVA  
Rhodia  
EADS  
CEA  
INERIS  
TOTAL  
CNES  
IBM  
ONERA  
IFP-EN  
etc....

### Perspectives - vers une transition énergétique réussie en recherche, développement de compétitivité et d'innovations

Le réseau Energie a amorcé le virage énergétique par le développement de l'axe énergie renouvelable et le renforcement des axes 1 et 2 qui traitent conjointement l'efficacité énergétique des systèmes et la réduction des émissions polluantes et de gaz à effet de serre avec une veille sanitaire accrue sur les polluants.

L'effort sera concentré sur les systèmes de transport par l'accompagnement des entreprises partenaires (en automobile, aéronautique et spatial) dans le développement technologique et la compétition internationale.

La question du mix- énergétique prendra une place importante avec un volet stockage de l'énergie par différentes voies notamment la production d'hydrogène à partir de l'énergie éolienne combinée à la capture du CO2 pour sa transformation en combustible.

Les voies de valorisation de la biomasse (déchets ménagers et végétaux) et bio-combustibles de 3<sup>ème</sup> génération seront également renforcés.

Le réseau élargira dans le futur ses compétences vers l'étude des nouvelles techniques moins énergivores de capture et de séquestration du CO2 ainsi que l'hydrolyse. Les aspects liés à la maîtrise des polluants et leurs impacts sur l'environnement et la santé seront encore plus renforcés par des outils d'expertise.

Le réseau s'engagera dans la mise en place de plateformes de recherche à vocation nationale dans les domaines d'activités (Eoliens, Diagnostics avancés, Fluides et Combustion, Environnement, Pollution et santé...)