

Le Centre d'Excellence « Moteurs de Traction »  
ALSTOM TRANSPORT  
ORNANS

Activités de R&D et Partenariat académique et industriel

Didier GIROD

6 octobre 2011



TRANSPORT





Alstom

# Quatre activités principales

93 500 collaborateurs dans 100 pays



Secteur Thermal Power  
Équipements et services  
pour la production d'énergie



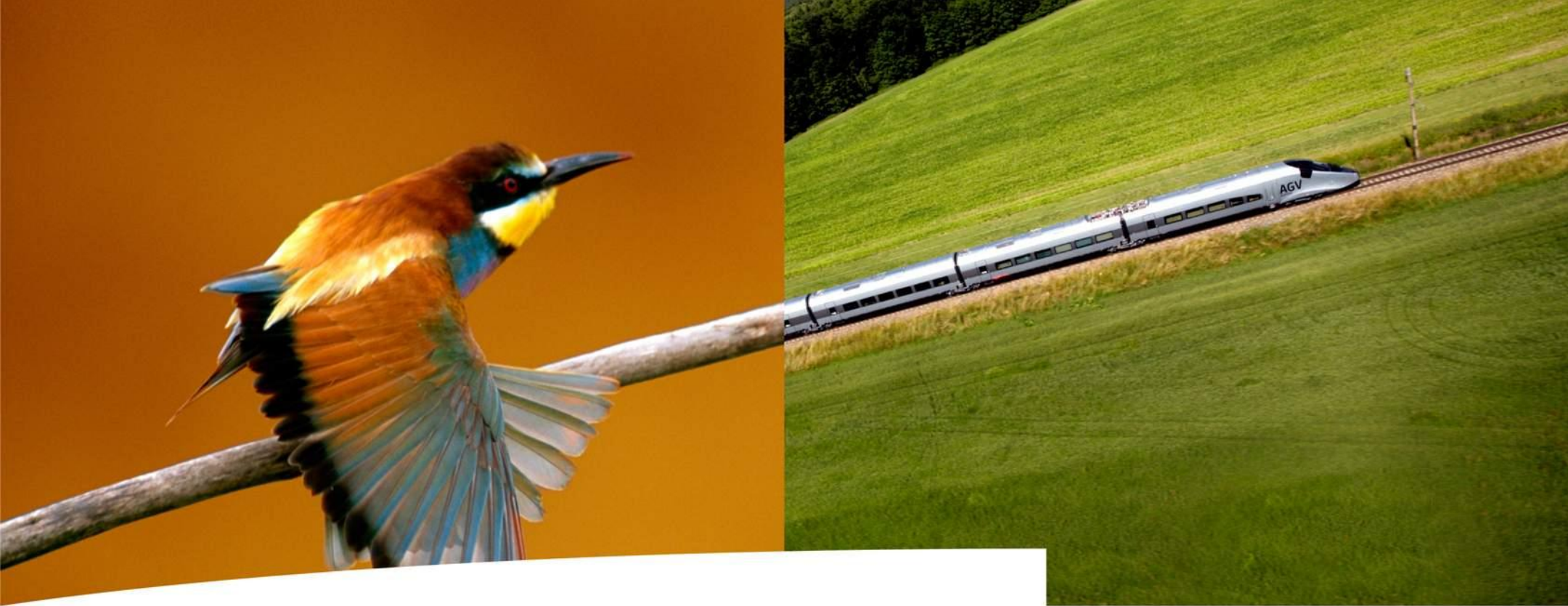
Secteur Renewable Power  
Équipements et services  
pour la production d'énergie



Secteur Grid  
Équipements et services  
pour la transmission d'énergie



Secteur Transport  
Équipements et services  
pour le transport ferroviaire



## Alstom Transport

# Une vaste gamme de produits et services

## Matériel roulant : du tramway à la très grande vitesse



# Une vaste gamme de produits et services

Infrastructure, signalisation, services et maintenance



## SIGNALISATION

**Atlas** : Révolution dans les systèmes de gestion  
“interopérables”

**Urbalis** : Solution souple et performante pour le contrôle  
des transport en commun



## SERVICES ET MAINTENANCE

Gestion complète de la maintenance  
Gestion des pièces détachées  
Modernisation  
Traintracer



## INFRASTRUCTURE

Pose de voies  
Electrification  
Alimentation par le sol  
Equipements électromécaniques

# Conçus dans le respect de l'environnement

AGV Automotrice Grande Vitesse



EMISSIONS DE CO<sub>2</sub> par passager par kilomètre



2,2 gr CO<sub>2</sub>



30 gr CO<sub>2</sub>



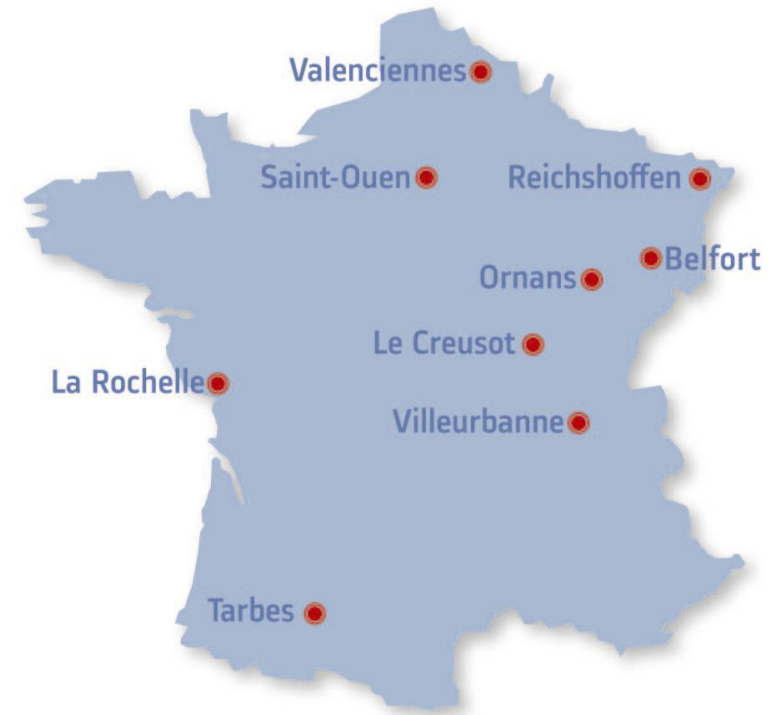
115 gr CO<sub>2</sub>



153 gr CO<sub>2</sub>

# Alstom Transport en France

- 8 500 employés,  
27 000 emplois indirects
- 9 sites industriels
- CA ATSA : 2.5 Md€ dont 1.1 Md€ à l'export
- 80% des achats en France
- 80% de la R&D investis en France



Sites Alstom Transport en France

# Alstom Transport en Franche Comté



Franche-Comté  
Conseil régional



Belfort

- 600 employés
- Site industriel Locomotives et Motrices TGV



Ornans

- 420 employés
- Site industriel moteurs et alternateurs



Besançon/Villersexel

- 70 employés
- Chantier de signalisation de la LGV Rhin-Rhône

TRANSPORT

**ALSTOM**

Site d'Ornans

TRANSPORT



## Les données clés du site d'Ornans



- Effectifs : 420 personnes (Ouvriers 55 %, ATAM 25 %, Cadres 20 %)
- Investissements : 5,7 M€ en 2010 (3,5 M€ en R&D - 2,2M€ industriels)
- 3700 moteurs et alternateurs/an fabriqués
- Superficie: 37000 m<sup>2</sup>
- Membre du pôle de compétitivité des Microtechniques

## Les activités du site d'Ornans



Recherche, développement et fabrication des moteurs de traction



Recherche, développement et fabrication des alternateurs

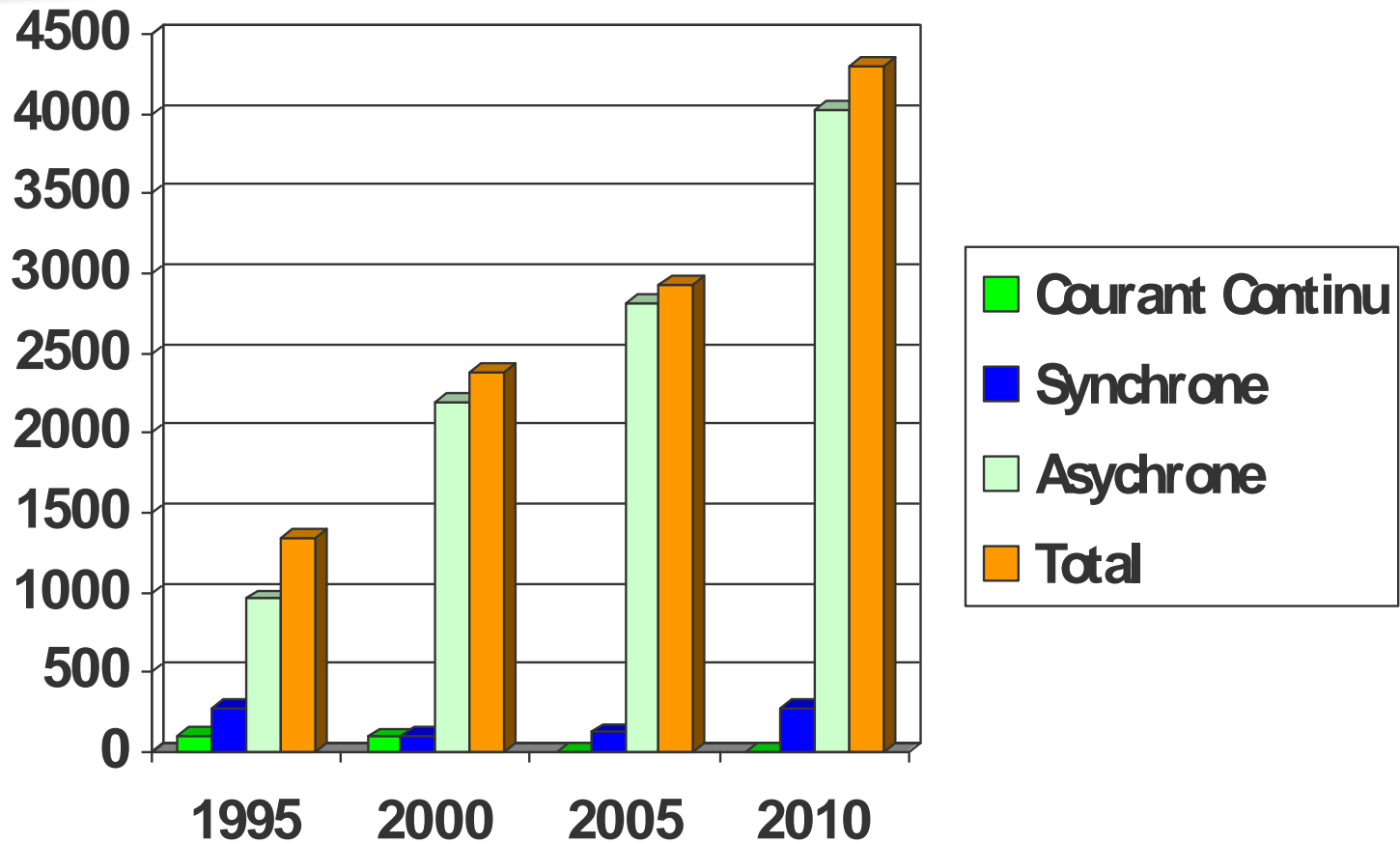


Maintenance et rénovation.

Fourniture de pièces de rechange

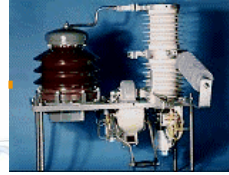
## Production – Évolutions techniques

Production plus que doublée en 15 ans



# Le moteur : un élément de la chaîne de traction

Appareillage  
d'alimentation



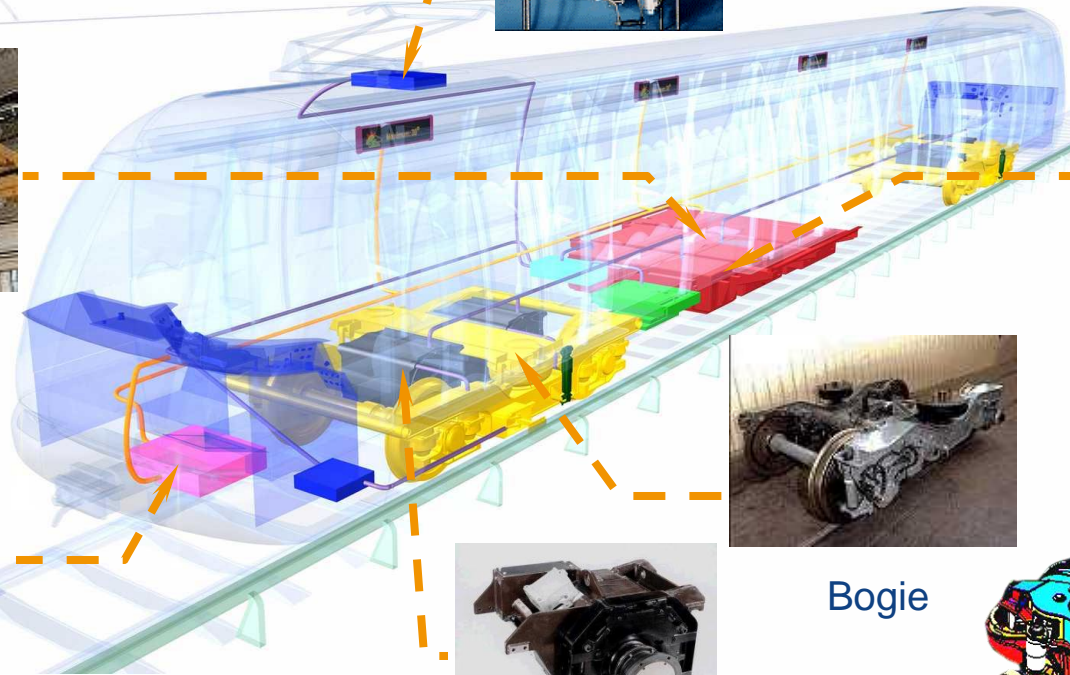
Commande électrique de  
propulsion



Convertisseur  
électronique



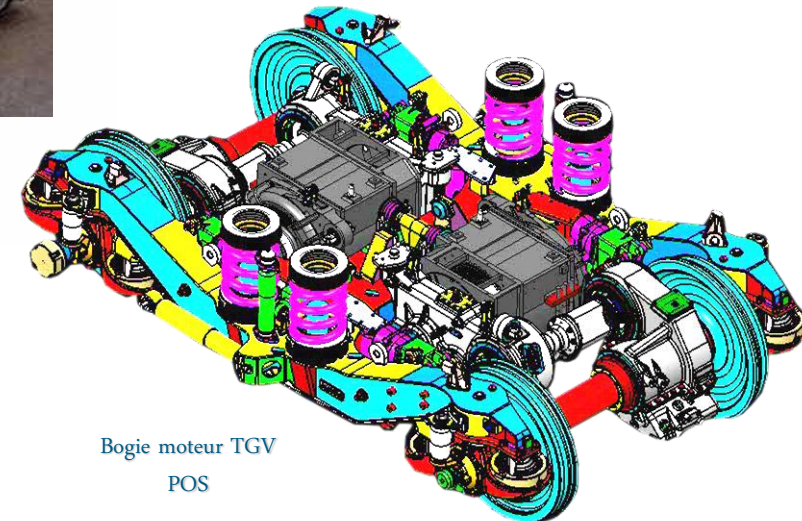
Informatique  
de contrôle



Bogie



Moteur

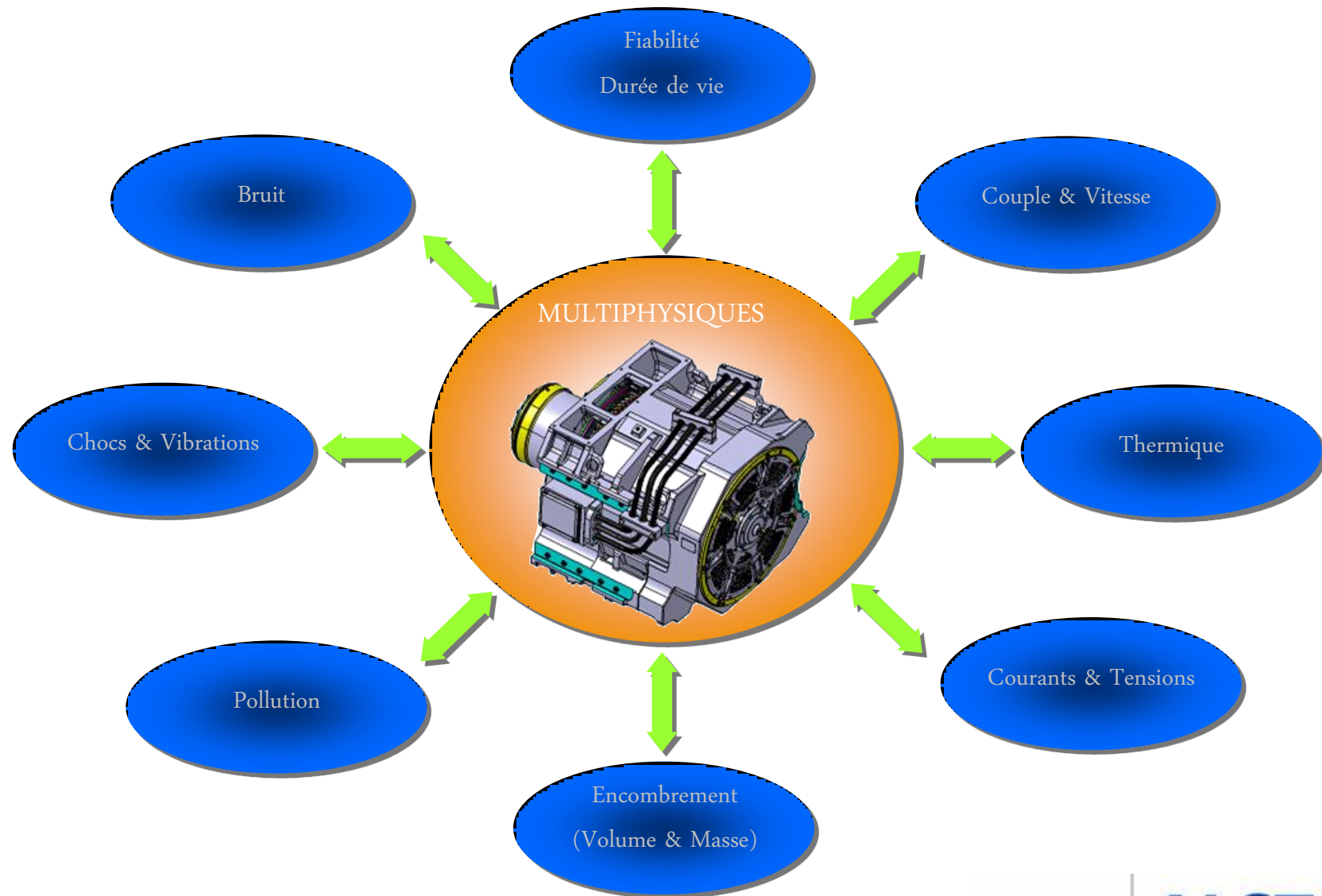


Bogie moteur TGV  
POS

TRANSPORT

ALSTOM

# Le moteur de traction : un composant multiphysiques





Création : avril 2006



SCIENTIFIC PLATFORM  
FOR INNOVATIVE RESEARCH ON  
ELECTRIC MACHINES

**STRATEGIE LIVRE BLANC**

Budget : 3,5 M€ par an

TRANSPORT | **ALSTOM** **COMPETENCES**  
6 INGENIEURS  
+ 5 contrats CIFRES



Collaborations **FRANCE**



Laboratoires **INTERNATIONAUX**

7 **PMEs**



Subventions reçues en 5 ans :  
**2,1 M€**



**INNOVER**

BREVETS : **19**

Publications : **16**

PRODUITS :  
**AGV – TRAM**  
**Volant d'Inertie**

...

**FEDERATEURS**



4 projets  
labellisés



## R&D : gamme des moteurs et alternateurs à aimants permanents

- Réduire le poids et l'encombrement dans les trains

- Ratio puissance/poids multiplié par 4



	<b>1981</b>	<b>1989</b>	<b>1994</b>	<b>2007</b>
	<b>TGV Paris-Sud Est</b>	<b>TGV Atlantique</b>	<b>Eurostar</b>	<b>AGV</b>
<b>Type</b>	<b>C Continu</b>	<b>Synchrone bobiné</b>	<b>Asynchrone</b>	<b>Synchrone aimants permanents</b>
<b>Power, kW</b>	535	1130	1020	<b>1060</b>
<b>Weight, kg</b>	1560	1525	1260	<b>775</b>
<b>Ratio, kW/kg</b>	0,34	0,74	0,81	<b>1,37</b>






- Réduire la consommation d'énergie

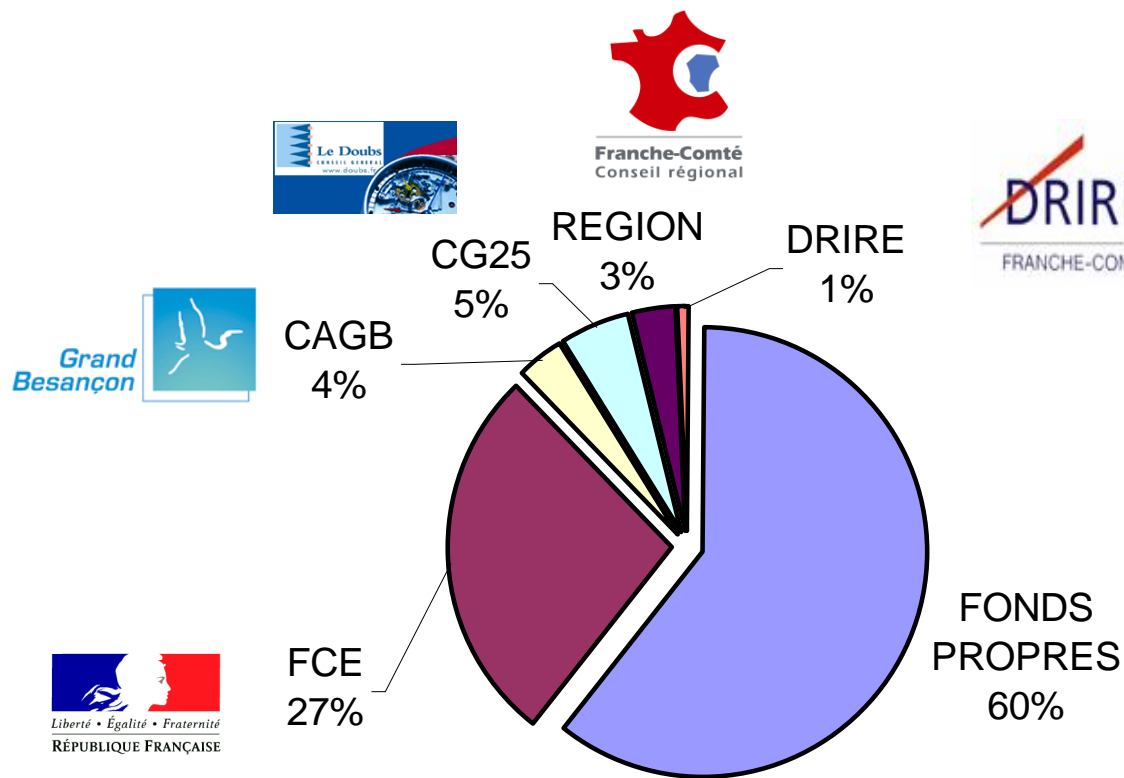
- Rendement amélioré ( 94 % → 98 % )
- Récupération de l'énergie au freinage

# R&D : gamme des moteurs et alternateurs à aimants permanents

- Gagner de nouveaux marchés
  - Très grande vitesse (**AGV**)
  - Transport urbain et périurbain (**Citadis Dualis** tram-train)
  - Transport régional (**Coradia Polyvalent**)
  - Tram court (**Aubagne**)



## AMIMAC ( Apport des Microtechniques dans les MACHines de traction )



### 4 Programmes :

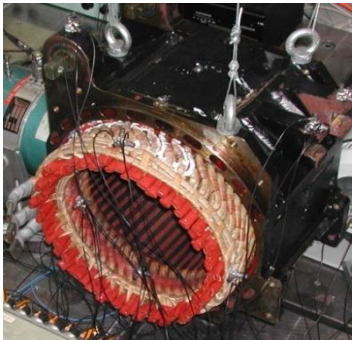
- SEME
- RACER
- FAME
- PERFODEC

### 13 partenaires :

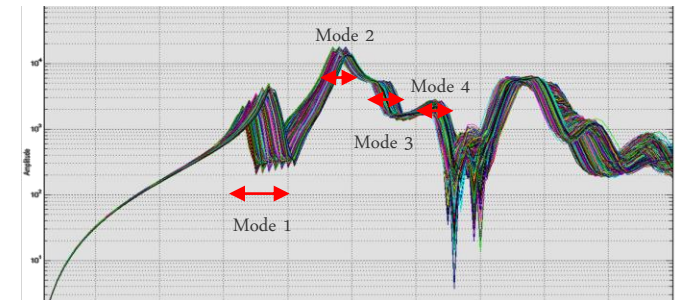
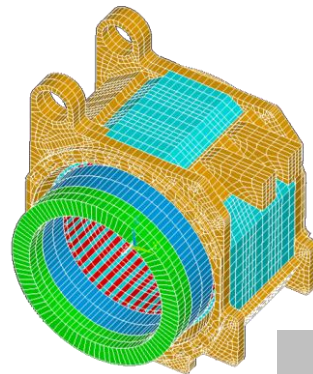
# Programme AMIMAC - SEME

## Objectifs de l'étude

- ❑ Proposer des règles de modélisation génériques "basses fréquences « des stators de moteurs.
- ❑ Identifier les zones les plus influentes sur le comportement dynamique du stator
- ❑ Quantifier l'erreur de prédiction et le niveau de confiance associé



règles  
prédictives et  
génériques



Erreur de prédiction et niveau de confiance

# Programme AMIMAC - RACER

## Objectifs de l'étude

- ❑ Définir les critères de choix d'un traitement de surface anticorrosion
- ❑ Définir et mettre au point une méthodologie d'évaluation, de validation et de contrôle réception des solutions de protection de surface

Deux types de pièces sont concernés :

- *Des pièces de fixations*
- *Des pièces globalement planes*



## Principaux résultats :

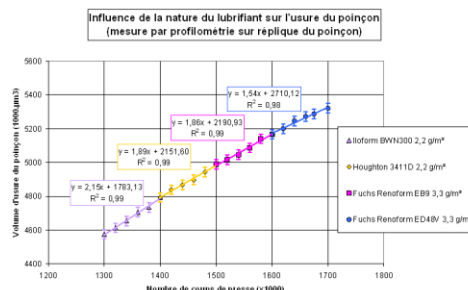
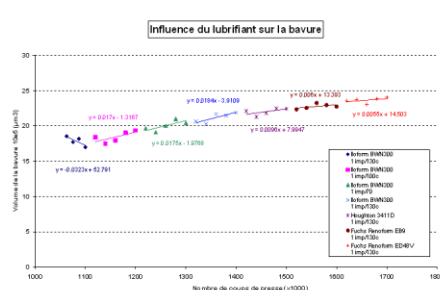
- Recensement et évaluation des méthodes de tests et caractérisation des revêtements anticorrosion
  - ✓ Tests pour évaluation rapide (en comparatif)
  - ✓ Tests pour qualification
  - ✓ Tests pour Contrôles Qualité

## Objectifs de l'étude

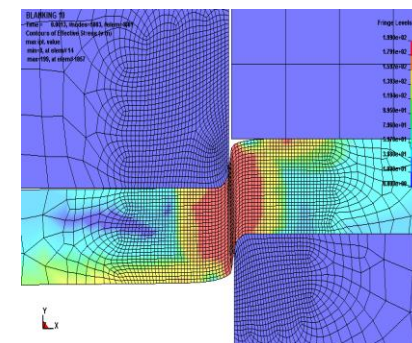
- ❑ Améliorer la productivité et la qualité des pièces en optimisant la tenue à l'usure des éléments de découpe et en intégrant les résultats obtenus dès la conception des outils.
  - Etude de faisabilité
  - Phase expérimentale (campagne d'essais sur presse, mesures en labo.)
  - Développement d'un modèle de simulation numérique
  - Définition de règles technologiques (fiches métier)

## Principaux résultats :

### Essais multi-paramètres et multi-matières

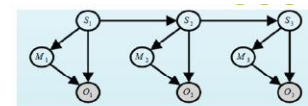


### Outil de simulation

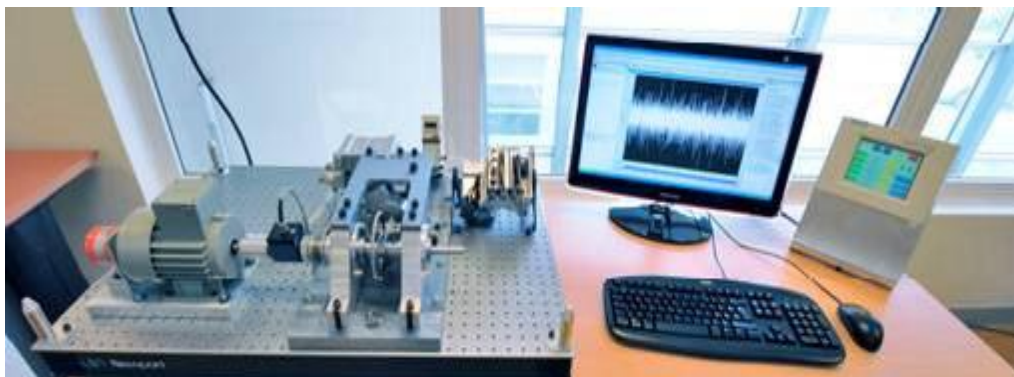
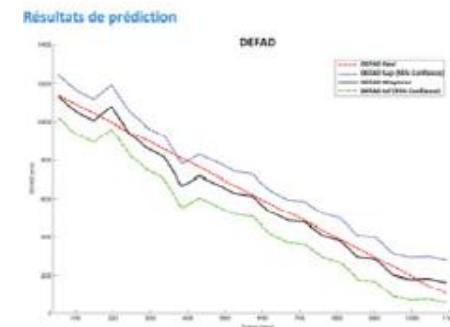


## Objectifs de l'étude

- Modéliser le comportement d'un système physique en dégradation
- Choisir les descripteurs de surveillance
- Prédire l'état futur du système
- Intégrer les conditions de fonctionnement variables
- Calculer la Durée Estimée de Fonctionnement Avant Défaillance (DEFAD)  
et l'intervalle de confiance associé



Réseau bayésien dynamique (intelligence artificielle)

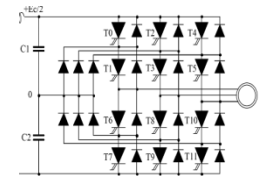


→ Coopération en-cours de construction avec ALSTOM Services

VITFER ( stockage d'énergie par un système de Volant d'Inertie optimisé pour les applications de transport Ferroviaire )

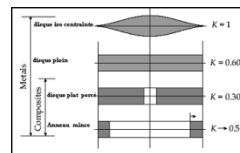


- Chef de projet
- Développement système
- Optimisation onduleur**
- Intégration et Surveillance
- Industrialisation
- Validation système



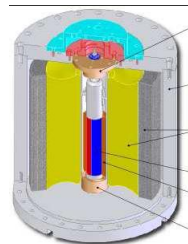
## • Département de Mécanique Appliquée Besançon

- Dynamique du rotor
- Vieillessement des composites



## • Enisys - Belfort

- **Optimisation** et intégration de la **machine électrique**



**SADAC**  
TRANSFORMATION DE MATÉRIAUX COMPOSITES

• Grenoble

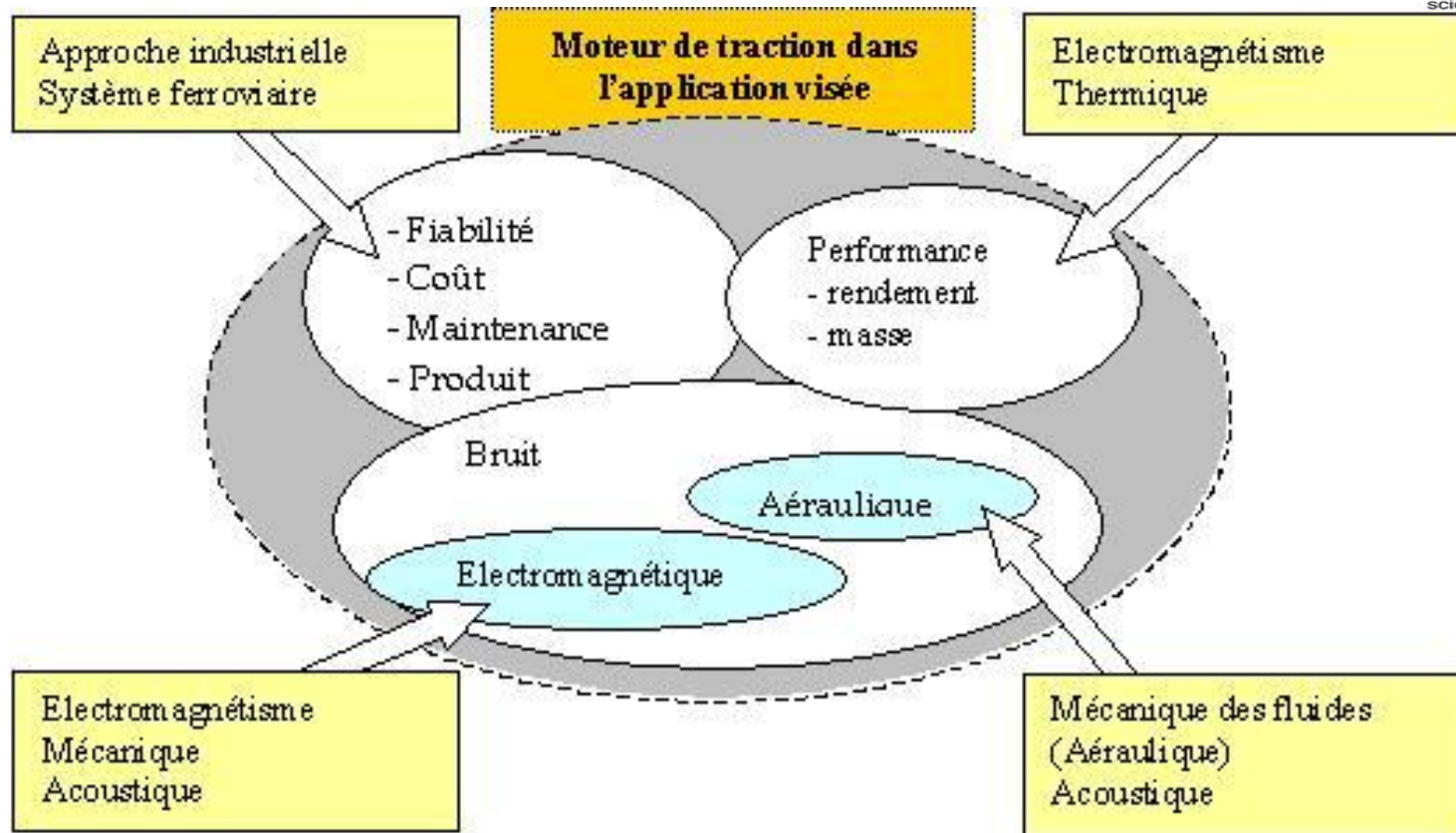
- Enceinte **composite**
- Matériaux

AROMAT ( ARchitecture Optimisée des Moteurs à Aimants permanents pour la Traction ferroviaire )

**Longue distance**



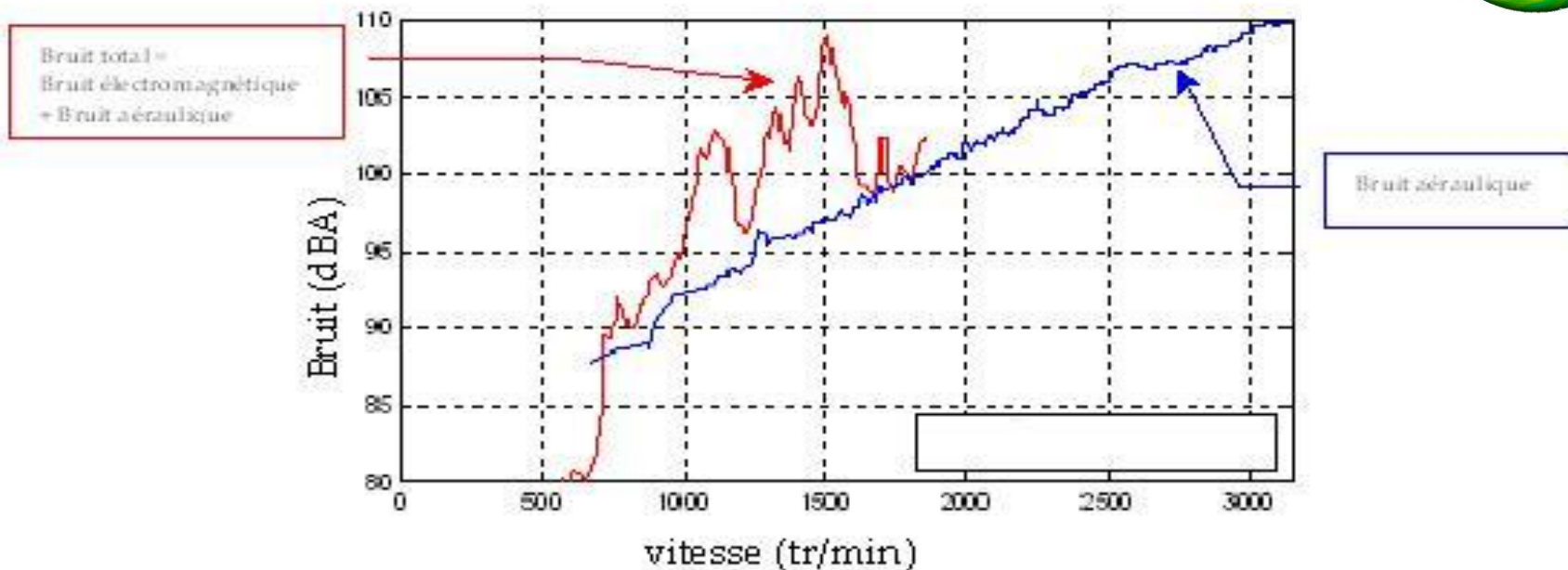
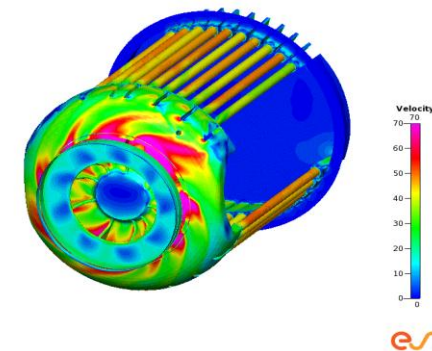
**Courte distance**



# Programme AROMAT

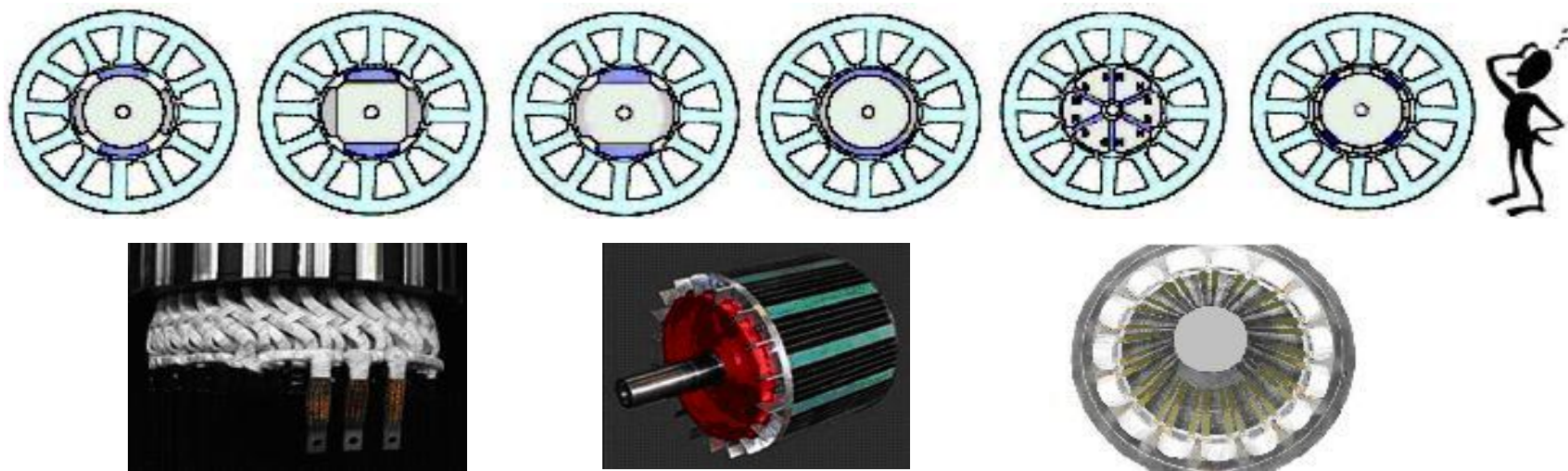
Objectif 1 : réduire de 5 dBA le bruit rayonné (électromagnétique et aéraulique)

	STI 2006	Exigence client 2009	Exigence client >2011
Bruit extérieur	81dB(A)	80dB(A)	77dB(A)



# Programme AROMAT

Objectif 2 : réduire la consommation énergétique et la masse du moteur



- Modélisation et optimisation de nouvelles architectures,
- Choix de nouveaux matériaux,...
- Réduire les pertes électromagnétiques et mécaniques

→ **DEMONSTRATEUR en 2012**

## QUESTIONS / REPOSES

[www.alstom.com](http://www.alstom.com)

TRANSPORT

**ALSTOM**