

RAPPORT D'ACTIVITÉ 2003

RDP

Recherche,  
Développement,  
Prospective

CREE

Chambre Romande d'Énergie Électrique



## LE PROJET ATQ PREND FORME

# Echec au bruit des transformateurs



**ERIC VAN LANCKER,**  
IAV Engineering



**VINCENT CHRITIN,**  
IAV Engineering

Le projet Active Transformer Quieting (ATQ) est entré dans une nouvelle phase. Pour réduire le bruit des transformateurs électriques, un groupe de chercheurs universitaires et industriels a lancé en 2003 l'implantation du code logiciel ANC, qui permet de valider l'architecture matérielle en cours de développement.

Dans l'attente du code ANC (Active Noise Control), il a été décidé, d'entente avec l'EPFL et en concertation avec M. Pierre Boss, d'ABB Sécheron, et de M. Charles Garneri, des Electriciens Romands, de valoriser l'ensemble du développement par une application de cartographie acoustique par antennerie BeamForming, dédiée à la caractérisation de l'émission sonore des transformateurs.

Ce choix favorise une meilleure utilisation du matériel disponible, dans le cadre de la réduction du projet initial. La cartographie acoustique permet, dans un premier temps, de diagnostiquer les sources de bruit sur le transformateur, ce qui facilite la création du design d'implantation du produit final, facteur important pour assurer la viabilité économique du projet.

L'application, qui suppose l'utilisation des étages d'entrée et de sortie, ainsi que des transducteurs d'émission et de réception, et d'une communication entre les modules, permet également de tester et de valider l'ensemble des fonctions du système. Elle favorise une démonstration en extérieur de l'ensemble du système avant l'échéance du programme, en simulant, dans une première étape, le rayonnement acoustique d'un transformateur au moyen d'un jeu de

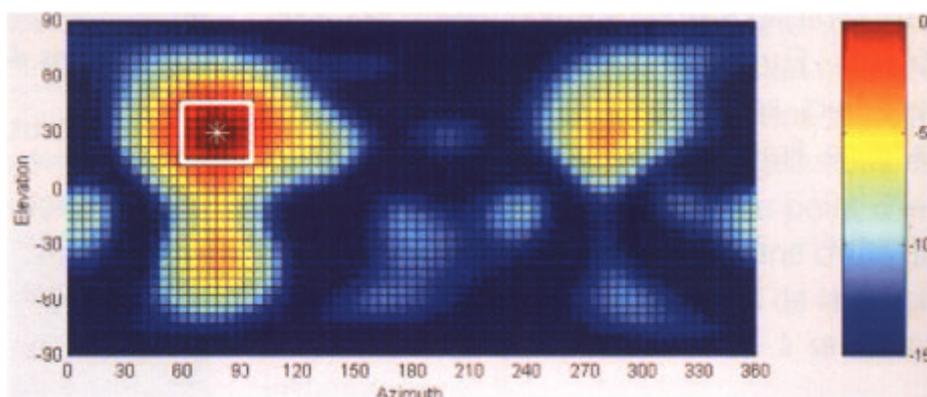
RAD's (Radiating Acoustics Devices), et en utilisant les microphones et la connectique ATQ au niveau de l'antenne.

Sur le plan informatique, des spécialistes ont élaboré et testé une routine de réglage automatique du gain d'amplification de chaque canal au travers d'un circuit programmable. Les différents modules logiciels placés dans la FPGA (Field Programmable Gate Array), et interfaçant le DSP avec le matériel, ont été adaptés en fonction de l'évolution de la configuration matérielle.

Les mois d'avril à juin ont été consacrés au design et développement de la carte d'alimentation et d'amplification. Cette carte double face comprend un bloc «puissance» (2 x 4 ampères sous 15 volts) dédié aux amplificateurs classe D et un bloc «alimentation» des circuits intégrés des quatre cartes (fig. 2). Il a notamment été réalisé le dimensionnement de l'alimentation et la répartition des composants sur plusieurs cartes et leurs interconnexions.

Les composants par canal d'acquisition ont été répartis sur deux cartes (quatre couches) quasiment identiques. Les différences constatées résultent de la position et du rôle des connecteurs présents sur chaque carte.

*Exemple de résultat  
de cartographie du  
rayonnement acoustique  
d'une machine par  
BeamForming (source : IAV).*



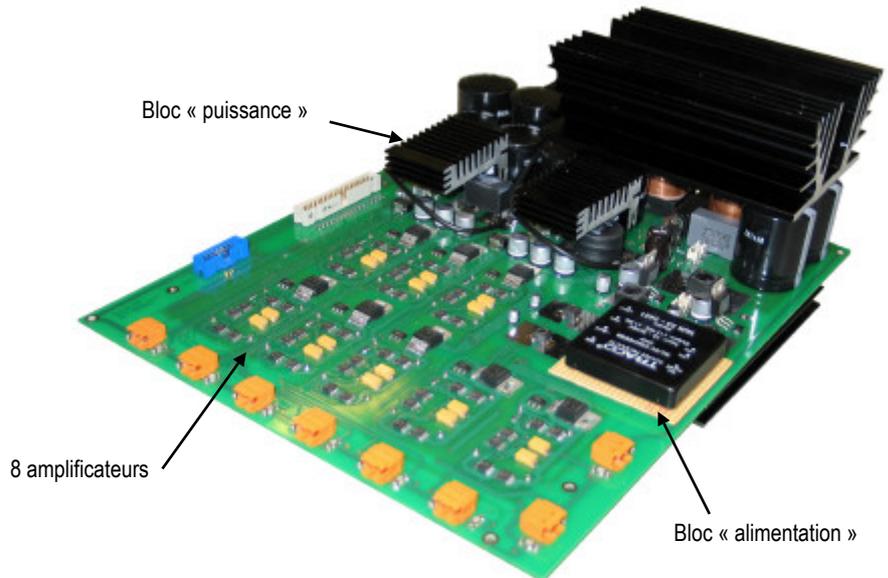
Une attention particulière a été portée aux plans de masse et aux aspects de compatibilité électromagnétique. Trois plans de masse figurent sur la carte: analogique, numérique et entrée/sortie, ce dernier servant de référence aux filtres CEM.

Une fois montée, la carte d'alimentation a subi plusieurs tests de fonctionnement en charge. La fonction de cartographie est réalisée par une antenne de 24 microphones (ATQ 1) pilotée par un algorithme de focalisation d'antenne de type FILTER-SUM et centré sur la fréquence 200 Hz, développé par IAV et dédié à l'application.

Après les essais et la validation de l'application de cartographie acoustique sur une source fictive, l'objectif est de réaliser en 2004, en concertation avec les partenaires du projet, une mesure de démonstration sur un transformateur en service sur un site à convenir. A l'issue de ce test, on pourra éditer une publication qui présente la nouvelle méthode de détermination du rayonnement acoustique des transformateurs, avec la présentation des résultats obtenus sur le site test.

## PUBLICATIONS

- Convention IAV – RDP-CREE du 2/5/2002.
- K. Brungardt et al. : *Aktive Lärmdämmung von Leistungstransformatoren mit Gegenlärm*, Elektrizitätswirtschaft Jg. 97 (1998), H.8, S. 66-69.
- P. Boss et al. : *Utilisation de la technique de contrôle actif pour réduire le bruit des transformateurs de puissance*, 1998 CIGRE Conference, Paris, Rapport 12-301.
- P. Lorin et al.: *Wenn Trafos leiser werden sollen*, *Aktive Geräuschkämpfung von Leistungstransformatoren mit Gegenlärm*, Bulletin SEVNSE 18/98, p. 25-28.
- O. Schevin : *Modèle simplifié du rayonnement acoustique en champ lointain d'une structure vibrante*, accepté pour le Congrès Français d'Acoustique 2000, Lausanne.
- P. Herzog : *Perturbations de l'impédance de rayonnement d'une source compacte*, accepté pour le Congrès Français d'Acoustique 2000, Lausanne.
- *Rapport intermédiaire*, 1998, projet CTI n° 3628.1.
- *Rapport intermédiaire*, 1999, projet CTI n° 3628.1.



Carte d'alimentation et amplificateurs.

- *Rapport final*, 2000, projet CTI n° 3628.1.
- *L'Electricité plus silencieuse*, 1997, Rapport RDP-CREE.
- *Transformateurs plus discrets*, 1998, Rapport RDP-CREE.
- *Transformateurs discrets*, 1999, Rapport RDP-CREE.
- Projet Eureka «Active Transformer Quieting», 2000, Rapport PSEL.
- O. Schevin : *Contribution à l'étude des modes de rayonnement acoustique d'une structure*, Thèse EPFL N°2392 présentée au Département d'Electricité, 2001, Lausanne.
- P. Boss (ABB Sécheron), M. Pompéi (Paulstra SNC), JP. Delon & C. Masson (RTE/CNER), M. Krummen (Service Electricité Lausanne), Ph. Herzog (LMA-CNRS), V. Chritin (IAV Engineering) : *Réduction active des nuisances sonores et vibratoires liées aux transformateurs de puissance*, Actes de la conférence MAT-POST, 2003.

<b>Mandataires responsables :</b>	Eric Van Lanker (IAV Engineering) Vincent Chritin (IAV Engineering)
<b>Correspondant :</b>	Pierre Boss (ABB Sécheron SA)
<b>Durée du projet :</b>	2002-2005
<b>Postes de travail :</b>	5 homme-années
<b>Coût total :</b>	Fr. 970 000.-
<b>Partagé entre :</b>	RDP-CREE Fr. 60 000.- CTI Fr. 250 000.- ABB Sécheron Fr. 80 000.- IAV Engineering Fr. 60 000.-
<b>Recherche de financement :</b>	Fr. 520 000.-