

RAPPORT D'ACTIVITÉ 2002

R
Recherche
D
Développement
P
Prospective



CREE, Chambre Romande d'Énergie Électrique



DÉVELOPPEMENT DU PROJET ATQ

Du bruit contre le bruit



LOUIS POUYAT,
IAV Engineering



VINCENT CHRITIN,
IAV Engineering

Réduire le bruit par le bruit : tel est l'objectif du programme de recherche Active Transformer Quieting (ATQ). Testée sur les transformateurs électriques de puissance, cette méthode tient ses promesses. 2002 a été mise à profit pour développer un nouveau contrôleur.

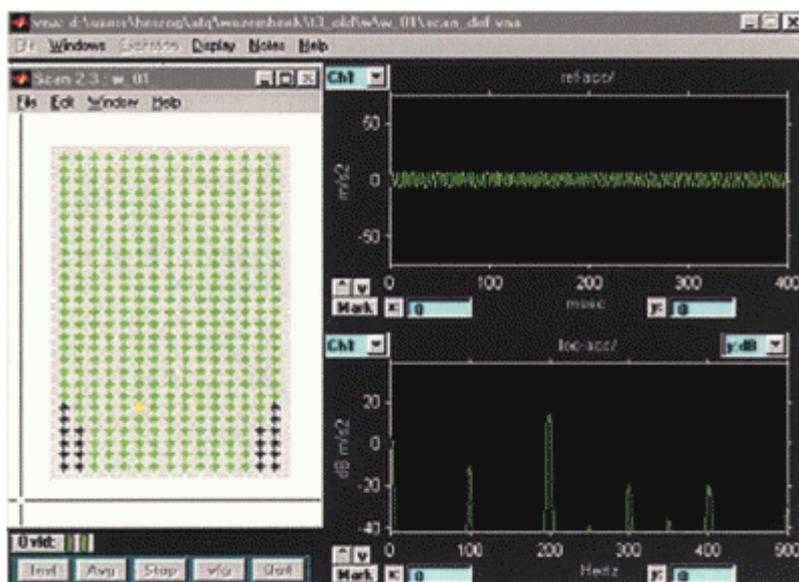
Le système ATQ est utilisé aux Etats-Unis depuis le début des années 90. Son principe est de neutraliser le bourdonnement des transformateurs en émettant une onde acoustique en opposition de phase avec l'onde générée par la vibration d'une installation technique. Il en résulte une annulation du champ sonore dans une proportion qui dépend de la fidélité avec laquelle le champ initial est synthétisé.

Encore fallait-il l'adapter aux exigences du marché et des réglementations européennes. Ce qui a suscité le projet initial ATQ1, réalisé dans le cadre du Laboratoire d'électromagnétisme et d'acoustique de l'EPFL, en collaboration avec des partenaires industriels suisses et étrangers et avec l'appui financier de la Commission RDP-CREE et du Fonds PSEL.

CNRS1, et reprenant les fonctionnalités du projet précédent ATQ1, a été développé l'an dernier par Marc Nicollerat, du Laboratoire d'électronique industrielle (LEI) de l'EPFL, en coordination avec Julien Hubin et Benjamin Genevay, de la société IAV Engineering. Un premier prototype a été réalisé, avec un contrôle systématique de chaque étage. A commencer par la mise en forme des signaux microphones, avec la protection EMC, la pré-amplification, le filtrage passe-bande (mise en cascade de cellules de Sallen & Key ou «filtre d'état»), l'amplification programmable et le filtrage passe-bas. Les autres étages sont formés du bloc d'alimentations, de l'amplificateur Classe D et du détecteur de phase

Le nouveau contrôleur s'articule autour de l'architecture de la carte «DAVID», développée par le LEI, et qui permet de contrôler six raies fréquentielles (100 à 600 Hz), alors que la technologie actuelle ne permet de contrôler que deux raies (100 et 200 Hz).

L'intégration des différents étages de mise en forme du signal ne fait intervenir que des composants standard. La mise en oeuvre d'amplificateurs de Classe D entraîne une réduction importante des coûts, du fait de la suppression des actuateurs piézoélectriques. Il devient ainsi possible d'utiliser des amplificateurs de plus faible puissance, à quoi s'ajoute une réduction importante de l'encombrement du contrôleur. Les différents programmes non documentés d'ATQ1 ont fait l'objet de tests intensifs. Ces travaux ont permis à la société IAV Engineering d'accroître ses compétences dans plusieurs domaines : mesure d'une cuve de transformateur avec du matériel SigLab, modélisation du rayonnement acoustique d'une



Mesure de la déformée vibratoire d'une cuve

Un nouveau contrôleur, basé sur le cahier des charges rédigé par Philippe Herzog, du LMA-

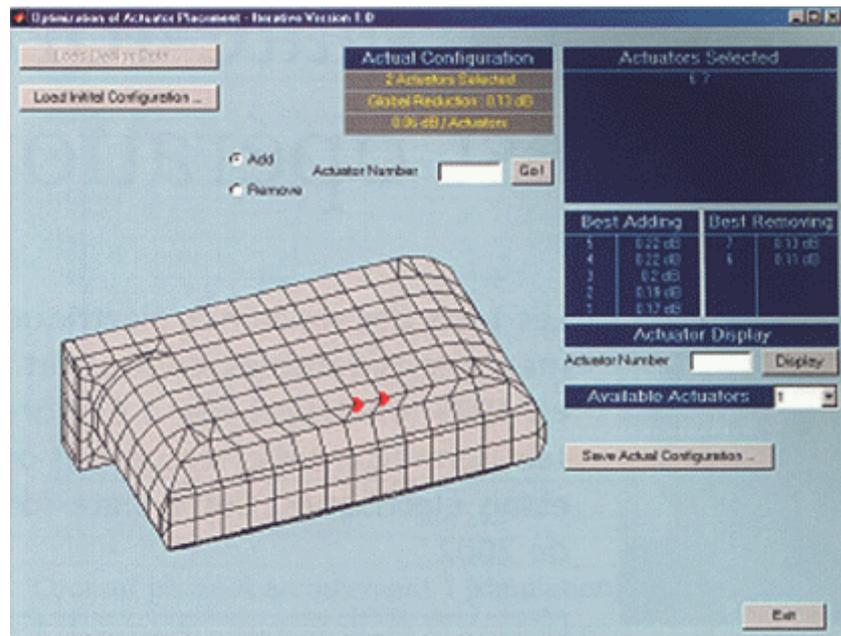
cuve par la mise en oeuvre des programmes de simulation Matlab et Ideas, ainsi que l'optimisation du positionnement des actuateurs acoustiques en fonction de performances de réduction de bruit au moyen d'un programme de calcul itératif basé sur Matlab.

A partir des matériels ATQ existants, on a procédé à la reconstitution en laboratoire d'un système de réduction de bruit basé sur l'ancienne technologie, avec deux microphones de contrôle, des convertisseurs in-box A/D, une carte DSP, des convertisseurs out-box D/A, une carte tacho de synchronisation, une alimentation analogique, un amplificateur de puissance et deux haut-parleurs de contrôle.

D'autre part, une source de bruit perturbateur a été simulée au moyen d'un générateur fréquentiel et d'un moniteur actif. Cette expérience a permis de réaliser un gain global de réduction de bruit de 9,4 dB, qui correspond à une atténuation de 11,6 dB de l'harmonique à 100 Hz et de 5,3 dB de l'harmonique à 200 Hz.

PUBLICATIONS

- 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 Geräuschkämmung 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.



Positionnement des actuateurs acoustiques

- *Rapport intermédiaire*, 1999, projet CTI n° 3628.1.
- *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.

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