

APPROCHE SYSTEME ORIGINAL POUR LE CONTROLE AUTOMATIQUE DES ROUES DE TGV

ORIGINAL SYSTEM APPROACH FOR THE AUTOMATIC INSPECTION OF TGV WHEELS

*S.Graveleau SREM TECHNOLOGIES (La Flèche 72)
O.Cassier SOFRANEL (Sartrouville 78)*

Les systèmes de contrôle non destructifs complexes sont pour la plupart constitués autour d'une base matérielle très spécifique à l'application. Dans le cadre de la rénovation de deux équipements de contrôle ultrasonore de roues de TGV, une approche différente a été mise en œuvre. Elle a consisté à intégrer des systèmes mécaniques, électroniques, automatiques et informatiques en privilégiant l'utilisation d'équipements "standard" et de techniques simples. Le challenge de cette démarche est alors d'imbriquer ensemble des technologies hétérogènes tout en s'assurant d'obtenir un ensemble autonome, cohérent, adapté aux besoins du client et facile d'utilisation. Cette approche présente alors de nombreux avantages en terme de fiabilité, maintenabilité, pérennité, d'évolutivité et de coût de fonctionnement.

Most of complex non-destructive systems are designed with hardware that is very specific to the job. Two ultrasonic testing equipments used for wheels of High Speed Trains (TGV) were in need of refurbishment, and we used a different approach. We included mechanical, electric, fully automatic and computer-driven systems, focusing on using from-the-shelf equipment and simple techniques. Indeed, the problem of such an approach is to combine very different technologies to get a self-sufficient, consistent and easy-to-use equipment that meets the customer's needs. Then, this approach enhances reliability, durability, up-dating and operating costs while easing maintainability.

INTRODUCTION

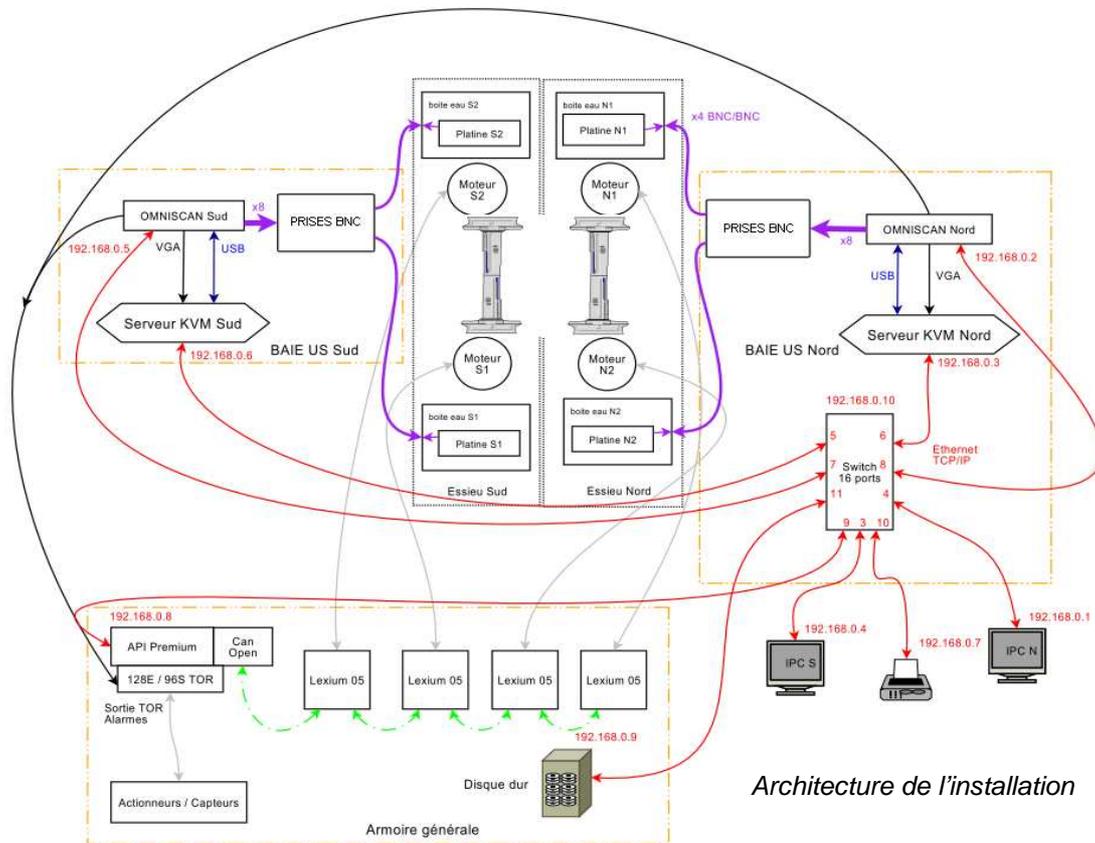
Le contrôle de santé des roues est un contrôle essentiel pour assurer la sécurité de fonctionnement des TGV. La méthode de contrôle non destructif par ultrasons est couramment employée en maintenance pour la recherche d'éventuelles fissures dans les jantes de roues. Ces contrôles peuvent être pratiqués de façon manuelle, mais des installations automatisées sont également disponibles dans les grands centres de maintenance des TGV. Elles permettent de contrôler, bogie après bogie, l'ensemble des roues d'une rame TGV sans avoir à les démonter. Deux de ces installations ont été récemment remises à niveau avec comme motivation l'utilisation d'un appareil ultrasonore standard de type Omniscan connu et validé par l'Agence d'Essais Ferroviaires (AEF) de la SNCF.



Installation automatisée de Villeneuve Saint Georges

DES MACHINES CONSTRUITES AUTOUR D'ÉQUIPEMENTS STANDARD

L'approche système employée lors de la remise à niveau de ces installations s'est voulue originale dans le sens où elle a recherché à utiliser des équipements standard en limitant au maximum les développements matériels et logiciels spécifiques



L'ensemble de la machine s'articule donc autour d'un réseau local informatique Ethernet permettant le dialogue entre les différents équipements.

On y retrouve les principaux équipements suivants :

- Un switch Ethernet manageable
C'est le centre névralgique du système. Il centralise tous les échanges entre les différents équipements. En cas de problème de communication avec un des éléments, un signal d'erreur est remonté à l'automate et un voyant en face avant du Switch permet d'assurer le diagnostic de l'équipement en défaut



- Un serveur de fichier
C'est le système de stockage sécurisé des données de traçabilité. Les données de contrôle sont stockées en base de données. Un rapport de contrôle peut être édité à tout moment en interrogeant la base de données via un site intranet



- Deux appareils de contrôle ultrasonore
L'Omniscan est un appareil de contrôle ultrasonore très répandu sur le marché. Il est ici décliné dans sa version intégrable avec 8 voies ultrasonores conventionnelles. Chaque appareil permet de contrôler un essieu (Nord ou Sud)



- Deux PC tactiles
C'est l'interface Homme-Machine (IHM) du système. Cette interface est doublée à la fois pour des questions d'ergonomie mais également pour des questions de redondance :
Fonctionnement Normal : Essieux Nord => PC Nord
Essieux Sud => PC Sud
Fonctionnement Dégradé : les essieux Nord et Sud sur un seul IPC (Nord ou Sud)



- Deux serveurs KVM (Keyboard, Vidéo, Mouse)
C'est un boîtier relié à l'Omniscan par les prises VGA et USB et permettant de reporter l'image et de prendre le contrôle de celui-ci de manière déportée (via réseau informatique).
- Un Automate
Il assure la commande des différents actionneurs de la machine dans les différents cycles (mode réglage, automatique, maintenance,...)



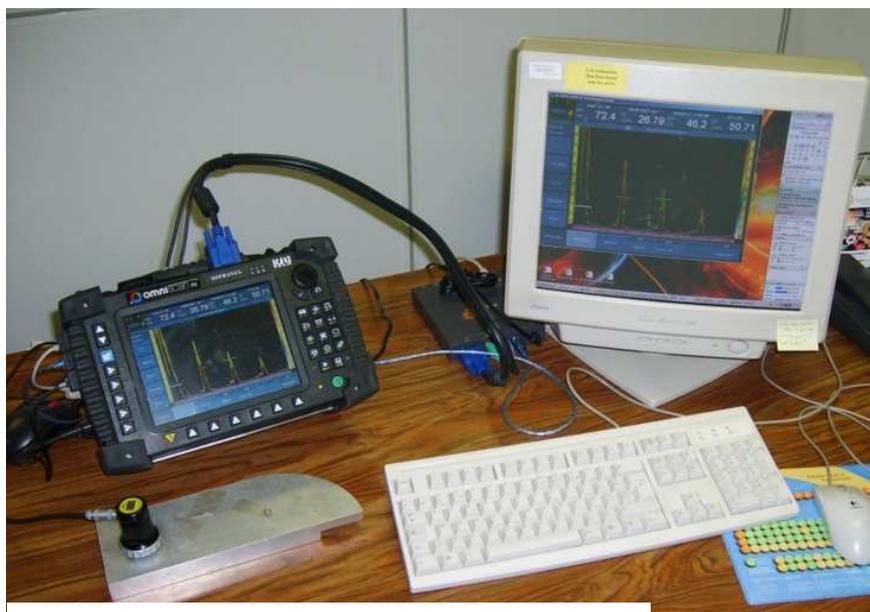
LE CHALLENGE DE L'INTEGRATION

La principale difficulté est bien entendu d'intégrer ces équipements hétérogènes de façon à rendre cela le plus transparent possible pour l'utilisateur. Dans la pratique, l'Interface Homme Machine (IHM) doit être simple d'utilisation et adaptée aux besoins spécifiques du client.



Exemple de pages de l'interface de pilotage

Pour rendre accessible l'interface usuelle de l'appareil de contrôle ultrasonore dans le reste de l'Interface de pilotage (IHM) nous avons utilisé une technique de déport matériel permettant d'envoyer les signaux Ecran, Clavier et Souris sur un réseau Ethernet. Il est ainsi possible de prendre le contrôle de l'appareil par l'intermédiaire d'un ordinateur relié au réseau, et l'utilisateur, grâce à cette solution, contrôle son appareil comme s'il était situé juste devant.



Déport d'image d'un Omniscan via un serveur KVM

Cette solution offre plusieurs avantages :

- L'utilisation de signaux entièrement numériques et standardisés (TCP-IP) permet de déporter l'information de manière fiable, sur une très grande longueur (100m) et à moindre coût.
- L'utilisation de ce déport matériel n'a aucun impact sur les performances de l'Omniscan (ne ralentit pas son fonctionnement)
- Cette solution permet de bénéficier des fonctions de base et de la souplesse du PC (Sauvegarde – impression écran ...).
- Il est possible de centraliser la commande d'un système complexe composé de plusieurs appareils de contrôle ultrasonore sur un seul ordinateur.

Pour faire dialoguer entre eux des équipements non prévus pour à l'origine, nous avons utilisé différentes techniques :

Pour récupérer l'ensemble des informations des appareils de contrôle ultrasonore, nous avons mis en place un programme d'extraction des données enregistrées dans le rapport généré par l'appareil. Ces informations sont ainsi sauvegardées dans une base de données au même titre que d'autres informations liées à l'installation (ref essieux, nom opérateur, date, ...) et peuvent être ainsi combinées pour assurer la traçabilité du contrôle. A tout moment, il est possible, sur un site intranet, d'éditer un rapport global combinant l'ensemble des données collectées.

id_defaut	nom_config	clg_depart	clg_eterdue	clg_pf	clg_tension	clg_gain	clg_mode	clg_vitesse	nom_mes1	val_mes1	nom_mes2	val_mes2	num_groupe
1039	OMNISCAN_SUD_ous	80.73 mm	100.37 mm	750	200 V	21.00 dB	A4(A) (Emetteur & Récepteur)	5890.0 m/s	AS	0.0 %	T (A° - I°)	-- mm	7
1039	OMNISCAN_SUD_ous	82.73 mm	100.37 mm	750	200 V	21.00 dB	A4(A) (Emetteur & Récepteur)	5890.0 m/s	AS	0.0 %	T (A° - I°)	-- mm	6
1039	OMNISCAN_SUD_ous	72.56 mm	100.37 mm	750	200 V	26.00 dB	A4(A) (Emetteur & Récepteur)	5890.0 m/s	AS	0.0 %	T (A° - I°)	-- mm	5
1039	OMNISCAN_SUD_ous	67.47 mm	103.19 mm	750	200 V	24.00 dB	A4(A) (Emetteur & Récepteur)	5890.0 m/s	AS	0.0 %	T (A° - I°)	-- mm	4
1039	OMNISCAN_SUD_ous	82.25 mm	100.37 mm	750	200 V	25.00 dB	A4(A) (Emetteur & Récepteur)	5890.0 m/s	AS	0.0 %	T (A° - I°)	-- mm	3
1039	OMNISCAN_SUD_ous	80.87 mm	100.37 mm	750	200 V	25.00 dB	A4(A) (Emetteur & Récepteur)	5890.0 m/s	AS	0.0 %	T (A° - I°)	-- mm	2
1039	OMNISCAN_SUD_ous	81.84 mm	100.37 mm	750	200 V	26.00 dB	A4(A) (Emetteur & Récepteur)	5890.0 m/s	AS	0.0 %	T (A° - I°)	-- mm	1
1038	OMNISCAN_NORD_ous	80.93 mm	103.19 mm	750	200 V	25.00 dB	A4(A) (Emetteur & Récepteur)	5890.0 m/s	AS	0.0 %	T (A° - I°)	-- mm	8
1038	OMNISCAN_NORD_ous	97.80 mm	100.37 mm	750	200 V	22.00 dB	A4(A) (Emetteur & Récepteur)	5890.0 m/s	AS	0.0 %	T (A° - I°)	-- mm	7
1038	OMNISCAN_NORD_ous	84.76 mm	100.37 mm	750	200 V	23.00 dB	A4(A) (Emetteur & Récepteur)	5890.0 m/s	AS	0.0 %	T (A° - I°)	-- mm	6
1038	OMNISCAN_NORD_ous	74.71 mm	100.37 mm	750	200 V	22.00 dB	A4(A) (Emetteur & Récepteur)	5890.0 m/s	AS	0.0 %	T (A° - I°)	-- mm	5
1038	OMNISCAN_NORD_ous	72.51 mm	103.19 mm	750	200 V	26.00 dB	A4(A) (Emetteur & Récepteur)	5890.0 m/s	AS	0.0 %	T (A° - I°)	-- mm	4
1038	OMNISCAN_NORD_ous	89.86 mm	100.37 mm	750	200 V	23.00 dB	A4(A) (Emetteur & Récepteur)	5890.0 m/s	AS	0.0 %	T (A° - I°)	-- mm	3
1038	OMNISCAN_NORD_ous	90.00 mm	100.37 mm	750	200 V	28.90 dB	A4(A) (Emetteur & Récepteur)	5890.0 m/s	AS	0.0 %	T (A° - I°)	-- mm	2
1038	OMNISCAN_NORD_ous	86.95 mm	100.37 mm	750	200 V	19.00 dB	A4(A) (Emetteur & Récepteur)	5890.0 m/s	AS	0.0 %	T (A° - I°)	-- mm	1
798	OMNISCAN_NORD_ous	86.95 mm	100.37 mm	750	200 V	19.00 dB	A4(A) (Emetteur & Récepteur)	5890.0 m/s	AS	81.2 %	T (A° - I°)	20.32	1
746	OMNISCAN_SUD_ous	82.25 mm	100.37 mm	750	200 V	25.00 dB	A4(A) (Emetteur & Récepteur)	5890.0 m/s	AS	1.280 %	T (A° - I°)	39.22	3
578	OMNISCAN_NORD_ous	80.86 mm	100.37 mm	750	200 V	19.00 dB	A4(A) (Emetteur & Récepteur)	5890.0 m/s	AS	0.0 %	T (A° - I°)	-- mm	1



Contrôle bogie étalon

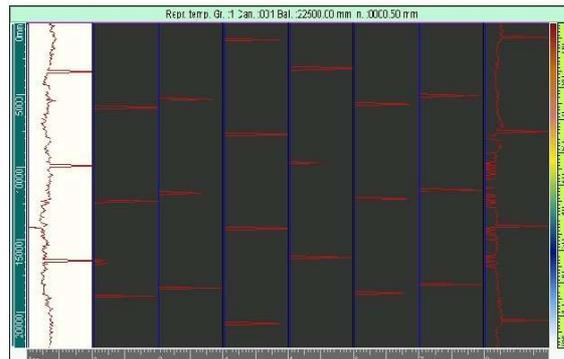
Numéro rame : 2

Numéro essieu : A, B	Type étalonnage : Prise service	Date : 05-03-2008 18:03
Numéro rame : 2	Opérateur : SREMNG	

Essieu A (poste Nord)

Groupe	Config	Départ	Eterdue	PRF	Tension	Gain	Mode	Vitesse
1	OMNISCAN_NORD_ous	80.66 mm	100.37 mm	750	200 V	20.00 dB	E-E (emetteur-emetteur)	5890.0 m/s
2	OMNISCAN_NORD_ous	90.00 mm	100.37 mm	750	200 V	24.00 dB	E-E (emetteur-emetteur)	5890.0 m/s
3	OMNISCAN_NORD_ous	81.49 mm	100.37 mm	750	200 V	20.00 dB	E-E (emetteur-emetteur)	5890.0 m/s
4	OMNISCAN_NORD_ous	82.78 mm	103.19 mm	750	200 V	28.00 dB	E-E (emetteur-emetteur)	5890.0 m/s
5	OMNISCAN_NORD_ous	86.91 mm	100.37 mm	750	200 V	22.00 dB	E-E (emetteur-emetteur)	5890.0 m/s
6	OMNISCAN_NORD_ous	92.89 mm	100.37 mm	750	200 V	19.00 dB	E-E (emetteur-emetteur)	5890.0 m/s
7	OMNISCAN_NORD_ous	90.00 mm	100.37 mm	750	200 V	22.00 dB	E-E (emetteur-emetteur)	5890.0 m/s
8	OMNISCAN_NORD_ous	80.93 mm	103.19 mm	750	200 V	22.00 dB	E-E (emetteur-emetteur)	5890.0 m/s

Sauvegarde en base de données et édition d'un rapport



Pour passer des commandes à l'équipement de contrôle ultrasonore à partir du poste de pilotage (IHM) et permettre ainsi de les combiner avec d'autres actions (mouvement, détection ...) nous avons réalisé des macro-commandes souris/clavier, permettant d'automatiser une séquence complexe normalement réalisée manuellement par l'opérateur. Ces macro-commandes sont exécutées de façon automatique si elles sont liées au séquençement de l'installation ou peuvent être lancées par un bouton du poste de pilotage (Ex : Afficher « Strip-Chart » / Afficher tous les « Ascan » ...).

UNE APPROCHE PRESENTANT CERTAINS AVANTAGES

Un certain nombre d'avantages intéressants découlent de cette conception originale de l'installation :

En premier lieu, l'Omniscan est un équipement de contrôle validé par la SNCF. La connaissance de l'équipement aussi bien au niveau de l'Agence d'Essais Ferroviaires (AEF), que de certains ateliers de maintenance SNCF, facilite la formation et capitalise les connaissances des différents intervenants.

En faisant appel à un équipement de contrôle ultrasonore répandu sur le marché et éprouvé, on fiabilise également le process de contrôle. La technique ultrasonore mise en œuvre reste simple, elle consiste en un sondage radial de la roue par immersion à partir de 4 palpeurs de type "paint brush" disposés sur la largeur de la bande de roulement. Cette technique a été choisie car éprouvée largement et ne nécessitant pas une nouvelle qualification du processus de contrôle ultrasons. De plus, les cadences de contrôle demandées ne nous permettaient pas d'envisager un contrôle Phased Array à un coût raisonnable et respectant l'intégralité du cahier des charges.



Contrôle de la roue par Immersion dans un bac à eau

La relative simplicité de l'installation et son architecture en réseau permettent une maintenance aisée de celle-ci. L'identification d'un équipement en défaut peut s'effectuer par la lecture d'un message d'erreur sur l'IHM et/ou par l'accès sur le switch à une table des problèmes réseau. Après identification de l'équipement source du problème, un diagnostic plus poussé peut être réalisé et le cas échéant l'équipement peut être remplacé par un équipement identique préalablement configuré.

Outil de diagnostic réseau

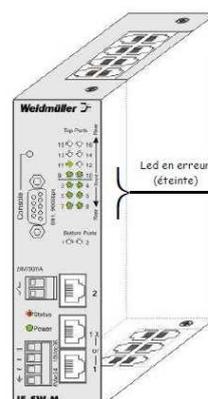


Table des problèmes réseau (voyant "status" rouge)

Led	Appareil en défaut	Choix du mode dégradé
3	Magélis IPC Sud	Initialisation Complète
4	Magélis IPC Nord	Initialisation Complète
5	Boîtier KVM-IP Sud	Initialisation Nord
6	Boîtier KVM-IP Nord	Initialisation Sud
7	Omniscan Sud	Initialisation Nord
8	Omniscan Nord	Initialisation Sud
9	Automate	-----
10	Imprimante	Initialisation complète (Impression impossible)
11	Disque réseau	Initialisation complète (Sauvegarde impossible)

Sous certaines conditions et en cas de besoin (amélioration des caractéristiques, ajout de fonctionnalités...), une mise à niveau d'un des équipements peut être envisagée assurant ainsi l'évolutivité et la pérennité de l'installation.

Pour bon nombre d'équipements critiques, une redondance a été installée directement sur l'installation. Cela permet d'assurer une certaine robustesse de celle-ci même en cas de panne, et de continuer à travailler pendant le remplacement et/ou la réparation de l'équipement. La nature distribuée du réseau informatique Ethernet, qui rend l'ensemble de l'information disponible partout, ainsi que la standardisation des équipements ont grandement facilité les mises en œuvre de ces redondances. Par exemple, l'installation est prévue pour assurer le contrôle complet d'un bogie (deux essieux) en un seul passage, mais en cas de panne ou même d'envoi en étalonnage d'un équipement de contrôle ultrasonore, il est possible de travailler en mode dégradé essieux par essieux. De même, pour une meilleure ergonomie d'utilisation, l'IHM de pilotage a été doublée mais il est tout à fait possible de faire l'ensemble du contrôle avec une seule IHM.



Doublage des postes de pilotage

En fonctionnement normal, la multiplication des équipements permet d'assurer un contrôle très rapide. Les quatre roues d'un bogie peuvent ainsi être contrôlées en moins de 5mn. Bien entendu, en cas de découverte d'une indication, une analyse plus minutieuse devra être réalisée pour assurer sa caractérisation et son enregistrement. Cela est rendu possible par un mode de retour sur défaut.

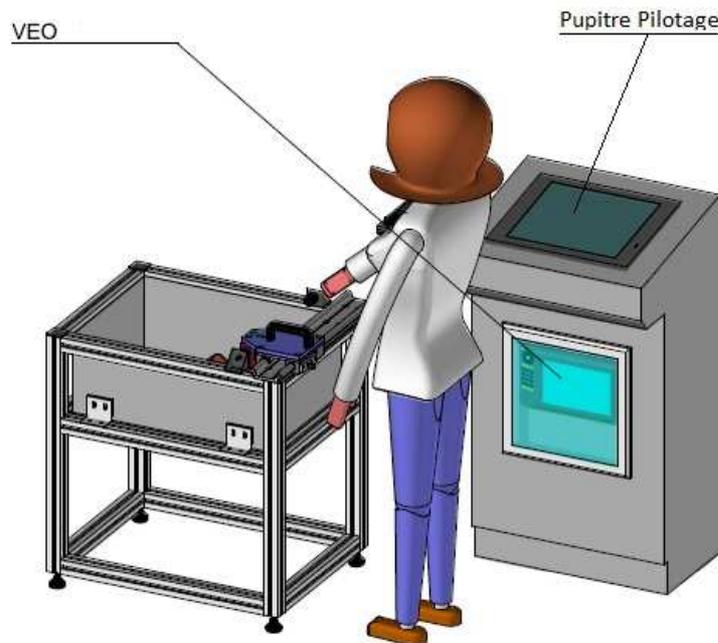
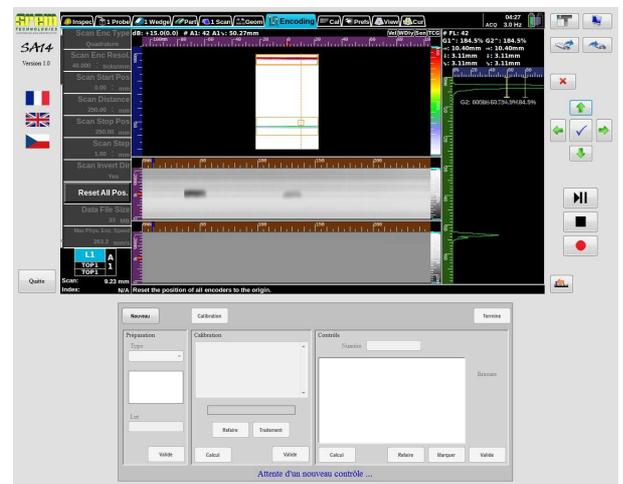
Tout ces éléments que sont la fiabilité du process, la maintenance aisée, la pérennité et la robustesse de l'installation contribuent à optimiser le coût d'investissement et de fonctionnement de l'installation.

EN CONCLUSION : UNE APPROCHE SOUPLE ET ADAPTABLE

Bien entendu, cette approche n'est pas universelle. De par l'impossibilité, ou au moins la grande difficulté de l'intégrateur à agir directement sur les fonctions des équipements standard qu'il utilise, cette approche ne peut pas convenir pour tous types

d'applications. Elle doit être comparée d'un point de vue technique et économique sur chaque critère du client à une approche plus classique intégrant des développements matériels et logiciels spécifiques. Elle est particulièrement adaptée dans le cas où une semi-automatisation et un délai de développement court sont recherchés.

SREM Technologie et SOFRANEL ont également eu l'occasion de mettre en œuvre cette approche dans le domaine militaire pour le contrôle par ultrasons de blocs de propergol solide servant à la propulsion. Nous terminons également actuellement une installation de contrôle ultrasonore phased array en immersion sur de petites pièces. Pour preuve de la souplesse de cette approche dans cette dernière application, le cœur du process ultrasonore est assuré par un appareil de type Sonatest Veo dont l'image est déportée et intégrée dans le logiciel de pilotage de l'équipement suivant le même principe que les machines décrites ici. Dans cette dernière application, l'appareil Veo a été préféré car bénéficiant des dernières avancées technologiques et d'un niveau de performances supérieur aux autres appareils du marché.



Installation de contrôle ultrasonore Phased Array pour petites pièces