



# INSTALLATION DE CONTRÔLE MULTITECHNIQUES PAR COURANTS DE FOUCAULTS, MAGNÉTOSCOPIE ET ULTRASONS

## ► de supports-traverses en fonte à graphite sphéroïdal



► Par **Vladimir HUSAREK**, *ex-pdg, Sofranel*,  
**Jean-Gérard CASTEL**, *ex-directeur technique, Sofranel*, et  
**Thierry CHARRIER**, *directeur technique, Srem Technologies*.

### Introduction

De nombreuses pièces mécaniques subissent des contrôles, au moins par prélèvement, pour s'assurer qu'elles sont aptes à remplir leur fonction. Quand ces pièces font partie du système de liaison au sol d'un véhicule, le contrôle doit alors être individuel. Les bras de supports-traverses pour véhicules de tourisme entrent dans cette catégorie.

À l'heure actuelle, ces pièces sont principalement obtenues par fonderie d'alliages d'aluminium<sup>(1)</sup> ou de fonte à graphite sphéroïdal (fonte GS), ou encore par forgeage.

Les alliages d'aluminium permettent de réduire la consommation des véhicules grâce au gain de poids qu'ils apportent. La fonte GS, quant à elle, reste très avantageuse sur le plan économique mais nécessite un contrôle spécifique pour mesurer le "taux de nodularité" du graphite, garant des performances mécaniques recherchées. Outre le "taux de graphite sphéroïdal", ou "taux de nodularité", la bonne tenue en service des pièces exige la surveillance individuelle du taux de perlite et l'absence de défauts de surface ou d'accidents de moulage,

comme le déport ou la déformation d'un noyau.

Pour ne pas trop grever le coût du contrôle, des solutions originales ont dû être imaginées.

### La solution des installations multitechniques

La meilleure solution pour s'assurer par voie non destructive du taux de nodularité (nodularimétrie) d'une pièce en fonte GS consiste à y mesurer la vitesse de propagation d'une onde ultrasonore. Mais d'autres contrôles peuvent être indispensables sur la même pièce. Pour ne pas ralentir la production et donc ne pas augmenter le prix de revient, l'idéal est de pouvoir enchaîner ces contrôles sur une machine unique. Srem Technologies, filiale de la société Sofranel, a travaillé sur ce problème dès la fin des années 1970.

Les installations connues sous le nom générique "Sondex<sup>®</sup>" sont l'aboutissement de ces recherches. C'est la version STH 62, dont la figure 1 montre l'implantation générale, qui va être décrite ici. Réalisée en 2002 pour la fonderie de la Française de mécanique à Douvrin,

elle met en œuvre les procédés par magnétoscopie, courants de Foucault et ultrasons.

Ces contrôles sont complétés par un contrôle de déformation et un contrôle dimensionnel.

### L'installation Sondex<sup>®</sup> STH 62

À l'exception du chargement effectué par un opérateur et de l'observation après magnétisation, qui nécessite un ou deux contrôleurs selon la cadence, cette installation est un système automatisé de contrôles non destructifs multitechniques, dédié au contrôle de pièces en fonte GS (voir figure 2). Outre les supports-traverses, et moyennant quelques aménagements mineurs, elle peut être utilisée pour contrôler des bras de suspension ou des porte-fusées. L'installation STH 62 est conçue pour contrôler des pièces droite et gauche. Elle peut aussi, et de façon totalement indépendante, contrôler simultanément deux types de pièces différents sur la ligne principale et sur la ligne de contrôle magnétoscopique. Pour passer d'un type de pièce à l'autre il suffit de procéder à un changement d'outillage.

(1) Vladimir Husarek et Jean-Gérard Castel, "Une installation automatique de contrôle de pièces de fonderie en alliage d'aluminium par la technique de ressuage", communication préparée pour le séminaire franco-allemand Cofrend/DGZJP à Sarrebrück des 26 et 27/09/02 ; Hommes et fonderie, avril 2003, n° 333, p. 38 à 41.

Figure 1 : implantations générale Sondex STH 62.

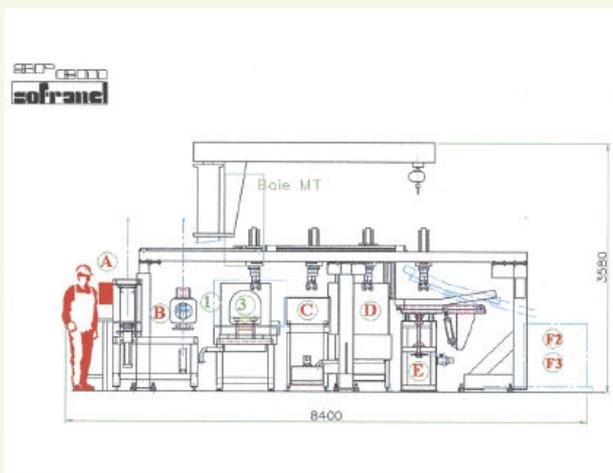
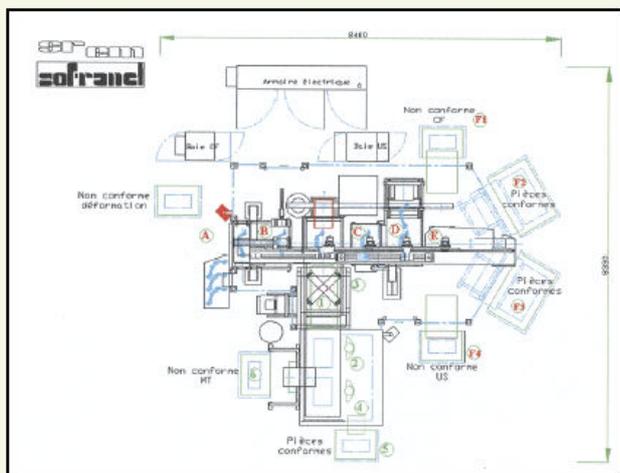


Figure 2 : support de traverse, points de contrôle par ultrasons.

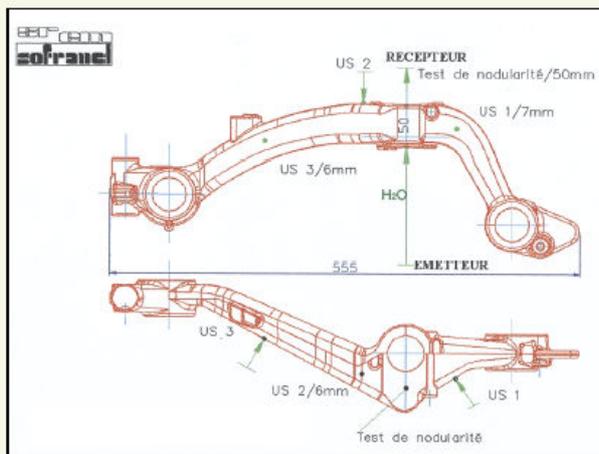
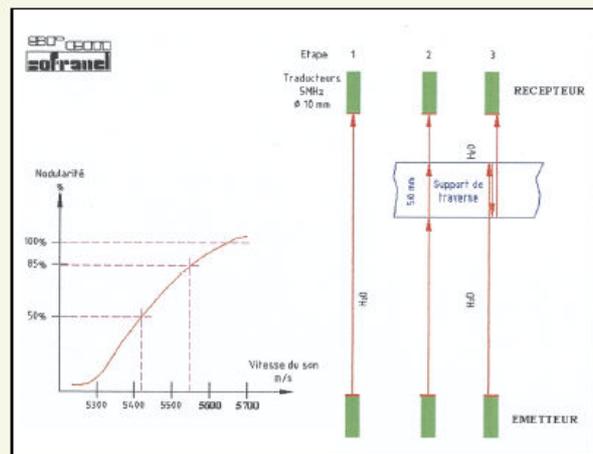


Figure 3 : principe de la nodularimétrie.



### Travail en cycle complet (figure 1)

Dans son cycle complet, l'installation effectue les opérations suivantes, dans l'ordre indiqué, après chargement manuel par l'opérateur au point repéré A :

- contrôle de déformation (gauchissement) (point A) ;
- contrôle par courants de Foucault (point B) ;
- contrôle par magnétoscopie « sans contact » pendant le transfert (point 1) ;
- observation des pièces par opérateur (point B) ;
- phase de désaimantation pendant le transfert (point 3) ;
- contrôle par ultrasons (point C), destiné :
- au contrôle, en trois points, de l'épaisseur de la toile,

- à la mesure de vitesse de propagation servant au contrôle du taux de nodularité (nodularimétrie) ;

- marquage des pièces bonnes (point D) ;
- tri des pièces (point E) et éjection vers l'un des bacs F1 à F4 approprié.

La cadence instantanée de contrôle, lorsque l'ensemble des techniques est utilisé, atteint 300 pièces/heure.

### Travail en cycle partiel

En cas de besoin, l'installation peut n'effectuer qu'une partie seulement des contrôles possibles :

- contrôle sans magnétoscopie (points A, B, C, D, E) ;
- contrôle sans magnétoscopie ni nodularimétrie (points A, B, D, E), dans ces deux cas, seule la ligne principale est alors utilisée ;

- contrôle magnétoscopique seul sur la ligne secondaire (points 1 et 2).

### Travail en mode simultané

Dans ce mode, l'installation contrôle simultanément et indépendamment un type de pièce aux points A, B, (C), D, E et un autre type de pièce en magnétoscopie, uniquement aux points 1 et 2. Cette souplesse inégalée permet à l'installation de s'adapter aux besoins de la production.

### Le contrôle des départs d'usage

Il précède tous les autres, puisque seules les pièces n'ayant pas subi de déformation lors du démoulage subiront les contrôles non destructifs. Les pièces



droite ou gauche sont mises en place par dépose manuelle sur un support correspondant, puis mises en référence à partir des départs d'usinage et verrouillées en position. Elles sont ensuite montées par un système pneumatique vers le plateau supportant les palpeurs mécaniques et la pige. Deux palpeurs contrôlent les départs d'usinage, tandis qu'une pige vérifie le passage de la barre de torsion. Les pièces ayant satisfait au contrôle de déformation sont acheminées par une table de transfert vers les postes de contrôles non destructifs, en commençant par le poste de contrôle par courants de Foucault.

### Le contrôle par courants de Foucault

Ce contrôle est effectué par une bobine encerclante de 240 mm de diamètre à une fréquence de 32 Hz. Il a pour but de déterminer si la pièce est ferritique ou perlitique par définition de fenêtres de tri dans le plan d'impédance. Pour être reconnue "bonne", une pièce doit présenter un taux de perlite inférieur à 25 %. Le lien entre le taux de perlite et le plan d'impédance est défini à partir de pièces de référence dont le taux de perlite est connu.

La méthode retenue pour valider le bon fonctionnement de ce poste est d'effectuer 30 mesures successives sur une pièce de référence avec un intervalle de tolérance de 0,5 %.

Du poste de contrôle par courants de Foucault, un premier portique manipulateur transfère les pièces vers les postes de contrôle par magnétoscopie et de désaimantation.

### Le contrôle par magnétoscopie sans contact et la désaimantation

Ce poste est chargé de mettre en évidence des défauts de surface tels que criques et voiles d'oxydes. Un plateau support escamotable permet de transférer la pièce du premier au second manipulateur sans utiliser le chariot de magnétoscopie sur la ligne principale de contrôle (contrôles des départs d'usinage par courants de Foucault et par ultrasons) Lorsqu'il est en service, ce plateau support libère le chariot de magnéto-

scopie qui peut alors être utilisé pour contrôler, par magnétoscopie uniquement, un autre type de pièce de façon **totale indépendante**.

Dans ce mode de fonctionnement, le poste de magnétoscopie permet une cadence de contrôle de 120 pièces/heure. La magnétisation est du type dit "sans contact", c'est-à-dire par passage de champs multidirectionnels permettant, en une seule opération, de détecter tous les défauts, quelle que soit leur orientation. Le champ magnétique tangentiel sur la pièce est compris entre 3 et 8 kA/m efficaces. L'arrosage, avec une liqueur magnétique à base aqueuse, a lieu pendant l'aimantation. La désaimantation, automatique, est située après le poste d'observation. L'examen est effectué en temps masqué pendant le transfert par un ou deux contrôleurs sous éclairage UVA.

Le bon fonctionnement du poste de magnétoscopie est validé par trente passages successifs d'une pièce piégée dont tous les pièges doivent être mis en évidence à chaque passage.

### Le contrôle par ultrasons

À ce poste, on mesure tout d'abord la vitesse sonore, dont la valeur est ensuite utilisée pour estimer le taux de nodularité (voir figure 3) et calculer trois épaisseurs de toile, afin de vérifier qu'aucun déport ou déformation de noyau ne s'est produit pendant la coulée (voir figure 2). On appelle "nodularimétrie" le contrôle par ultrasons du taux de nodularité de pièces en fonte GS par la mesure de la vitesse de propagation du son. Il s'agit donc d'une évaluation indirecte.

Toutes les mesures sont effectuées en technique par immersion à la fréquence de 5 MHz. Le liquide de couplage, de l'eau avec un additif approprié, est filtré à 100 µm. Il est utilisé en circuit fermé et son niveau dans la cuve est garanti par débordement.

La vitesse du son dans l'eau n'étant pas constante avec la température, plusieurs mesures de temps de vol, avec et sans pièce, entre deux transducteurs montés en vis-à-vis à une distance connue avec précision, sont nécessaires pour éliminer l'influence de ces variations sur les résultats (voir figure 3).

La mesure des épaisseurs de toile, comprises entre 6 et 7 mm, est réalisée de façon classique selon le procédé par écho en mode 2.

Les précisions obtenues sont de 10 m/sec. en mesure de vitesse et de 0,1 mm en mesure d'épaisseur.

### Le poste de marquage

Les pièces bonnes sont marquées individuellement sur le dessus par un perçage de 6 mm de diamètre et de 2 mm de profondeur, afin d'assurer la traçabilité. Ce marquage est visible une fois la pièce montée sur véhicule.

### Le poste de tri et d'éjection

En sortie de machine, les pièces sont triées et évacuées vers l'un des quatre conteneurs par un système à goulotte rotative équipé d'une pelle d'éjection.

Le tri des pièces est effectué selon trois catégories :

- pièces bonnes, pour lesquelles deux conteneurs, **F2** et **F3**, sont prévus :
- 1 conteneur en cours de remplissage,
- 1 conteneur tampon qui permet l'évacuation du conteneur plein et son remplacement par un vide sans arrêter l'installation ;
- pièces non conformes en courants de Foucault, **F1** (taux de perlite < 25 %) ;
- pièces non conformes en taux de nodularité et/ou en épaisseur (contrôle US), conteneur **F4**.

C'est sur le poste de tri E que les pièces sont comptées.

### Conclusion

Cette installation est l'aboutissement de vingt ans d'expérience de Srem dans la réalisation de machines multitechniques. Ce type d'installations, lesquelles exploitent le plus souvent trois procédés de contrôle non destructif : magnétoscopie, courants de Foucault et ultrasons, permet de gagner un temps précieux pour les opérations de contrôle et d'économiser une main d'œuvre importante pour la manipulation des pièces. Cette caractéristique, ajoutée à la possibilité de travailler en mode simultané, leur permet donc de contribuer de façon significative à l'amélioration de la productivité.