

Mesure en magnétoscopie

Ce que disent ou ne disent pas les normes

Il existe un très grand nombre de normes et codes applicables à la magnétoscopie, ainsi que de très nombreuses spécifications constructeurs (aéronautiques, ferroviaires...). Pour le contrôle des conditions d'aimantation, ces normes traitent des aspects mesure de courant et champ magnétique. Elles doivent spécifier des valeurs minimales ou maximales à respecter mais également le type de grandeur mesurée (efficace, moyenne ou crête).

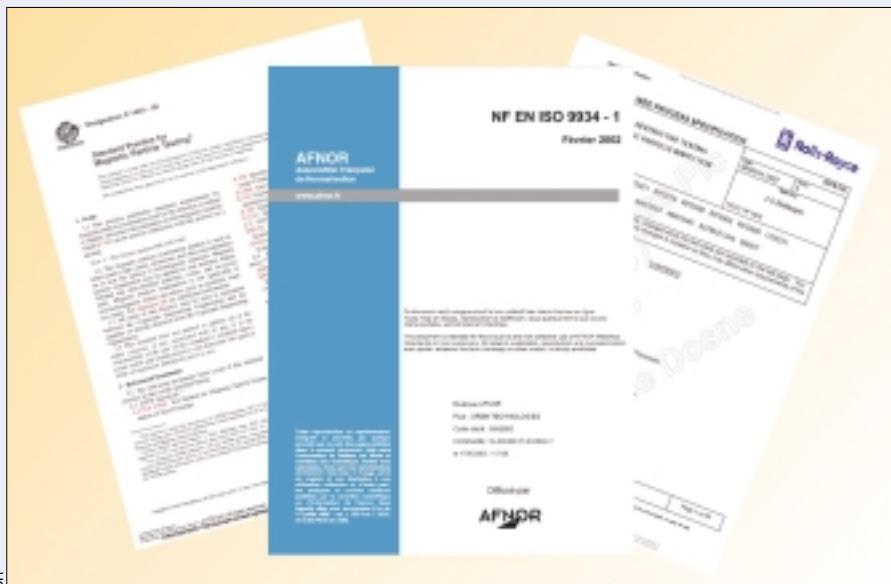
Interprétation des normes

Force est de constater que ces documents ne sont pas toujours très clairs dans leurs explications, ce qui peut être source d'interprétations diverses et de conclusions erronées. Prenons le cas de la norme *ASTM E 1444*, base des audits NADCAP. Elle est assez claire pour la mesure du champ magnétique tangentiel au paragraphe X4.1 intitulé "Measurement of tangential field strength". Elle stipule même les caractéristiques géométriques requises pour le capteur, l'exigence de maintenir verticalement la sonde sur la surface de la pièce, etc. Elle précise également que, si du courant alternatif redressé une alternance

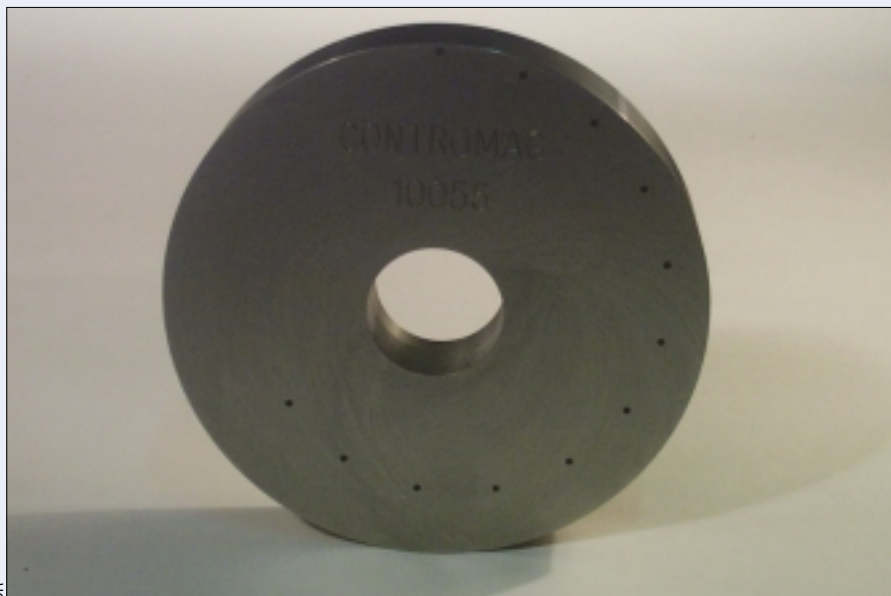
(half-wave rectified alternating current) est utilisé, le mesureur de champ magnétique doit être réglé pour afficher la valeur crête lors du tir. En revanche, elle présente une certaine ambiguïté concernant la mesure du courant électrique d'après ce qui est écrit au paragraphe 6.3.3 "Magnetization current levels". En effet, elle indique que les valeurs de l'intensité du courant électrique mentionnées aux paragraphes 6.3.4 et 6.3.5 sont des valeurs moyennes du courant et elles s'appliquent directement au courant redressé 2 alternances (ful-wave rectified current). Pour les autres types de courant, le manuel de l'opérateur, le fabricant de l'équipement ou le responsable doivent être consultés. Ce type d'information est peu utile pour

les Américains, qui, dans les faits, utilisent presque exclusivement du courant triphasé redressé 2 alternances (trihexaphasé) et pour lequel les valeurs crête efficace et moyenne sont pratiquement identiques. Par contre, en Europe, beaucoup d'équipements, générant un courant monophasé redressé une alternance (RIA) sont utilisés, et dans ce cas les courants crête, efficace et moyens sont très différents ($I_{eff}=1.57* I_{moy} = 0.5* I_{crête}$). Cela pose en particulier des problèmes d'interprétation en ce qui concerne le test de performance de l'équipement avec un Ketos Ring ou un disque SAE-AS 5282 et cette ambiguïté a quelquefois été source de non-conformité NADCAP. Dans le cas d'utilisation de courant redressé une alternance (RIA), en tant que fabricant de l'équipement, nous recommandons de faire les essais en faisant passer dans le conducteur central en cuivre un courant efficace de 1 400 A 2 500 A ou 3 500 A et non un courant crête comme cela est souvent le cas. Il est à noter également qu'en courant alternatif l'utilisation du Ketos Ring n'a pas de sens étant donné que le champ magnétique circule uniquement en surface (effet de peau) et ne permettra donc pas de détecter les défauts internes (seul le 1^{er} trou peu être aperçu).

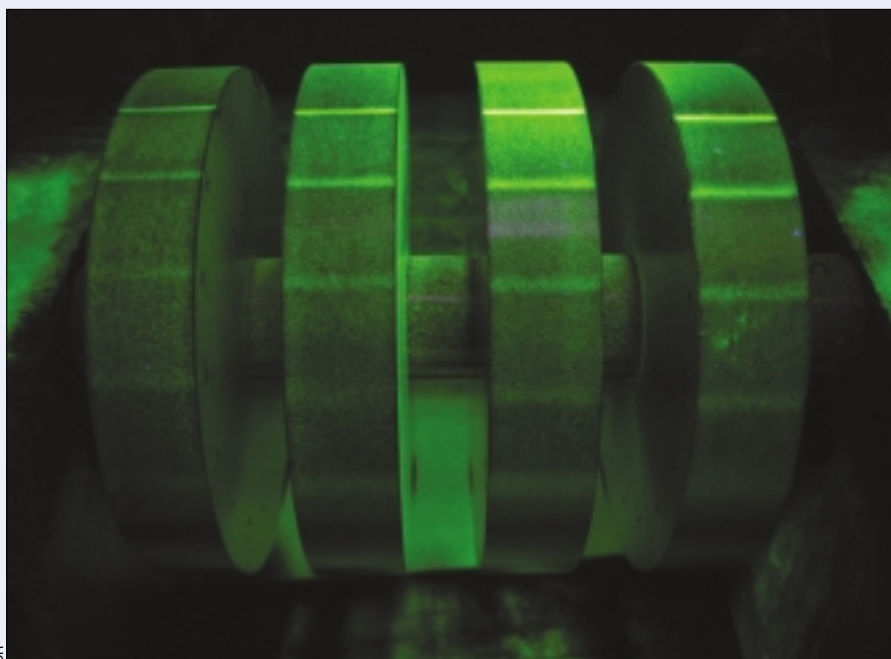
Néanmoins, il ne faut pas perdre de vue que la finalité de ces tests est de s'assurer que les performances du moyen correspondent aux besoins en permettant une bonne détection des défauts réels sur les pièces à contrôler et que ces performances ne dérivent pas dans le temps. D'ailleurs NADCAP n'impose pas obligatoirement l'utilisation de ces témoins normalisés. En effet, dans le questionnaire NADCAP concernant la performance du système, la question suivante est posée au § 6.2.1 : *Un témoin est-il utilisé pour surveiller la performance du système ? (identifiez la méthode applicable utilisée) :*
- Ketos ring AISI 01 ;



Normes, codes et spécificités constructeurs



Ketos ring



Comparaison des signatures sur Ketos ring

TABLE X1.2 Amperage and Hole Indication Requirements for Ketos 01 Tool Steel Rings

Type of Suspension	Amperage FWDC or HWDC ?	Minimum Number of Holes Indicated
Fluorescent Oxide (Wet)	1400	3
	2500	5
	3400	6
Visible Oxides (Wet)	1400	3
	2500	5
	3400	6
Dry Powder	1400	4
	2500	6
	3400	7

Tableau extrait de la norme ASTM E 1444. Exigence de détection sur Ketos ring.

- disque AS 5282 ;
- TP 1-4 ;
- pièce présentant des défauts connus ;
- autre témoin homologué.






De même, si un témoin de type Ketos ring ou disque SAE-AS 5282 est utilisé sur un moyen de contrôle limité à une utilisation en faible puissance (par exemple un générateur de courant de 2000A eff max.), seules les prescriptions relatives à ces faibles puissances doivent être contrôlées (uniquement 1400 A eff sur un générateur de 2000 A eff.)

Normes et évolutions techniques

Les normes et codes utilisés ne sont également pas toujours en phase avec les évolutions technologiques. Par exemple la norme NF EN ISO 9934-1 de février 2002, comme l'ancienne norme NF A 09-590 de juillet 1989, parle principalement du contrôle de l'aimantation dans le cas de champs issus de signaux sinusoïdaux et avec des appareils nécessitant l'utilisation de coefficients de conversion entre les grandeurs. Il est juste spécifié que l'utilisation de courant haché par thyristors requiert des modes opératoires spéciaux ! Actuellement, pratiquement tous les bancs commercialisés possèdent des thyristors. Les mesureurs de champ magnétique ont été les premiers à s'adapter à cette évolution en proposant depuis les années 90 une mesure "Efficace Vraie", "Crête Réelle" et un affichage simultané de trois valeurs (moyenne, efficace et crête).

La sagesse devrait également conduire les fabricants à afficher sur leurs bancs la double valeur "Efficace Vraie" et "Crête Réelle". Cette amélioration permettrait de simplifier la compréhension par les opérateurs et d'éviter de nombreuses erreurs liées à l'utilisation de coefficients de conversion inappropriés. Cette amélioration permettrait également de contrôler facilement le respect de la norme NF EN ISO 9934-3 qui impose un système permettant une mesure avec un rapport de crête (\hat{I}/I_{eff}) > 6 (pour autant, il vaut mieux dans la mesure du possible éviter un contrôle magnéto avec un rapport de crête trop important). Dans ces conditions, il est clair que, sauf cas très particulier, (banc et utilisation de vieux appareils de mesure), l'utilisation de coefficients de conversion ne devrait plus être la règle et devrait même être proscrite.

Tableau 1 - Relation entre les valeurs crête, moyenne et efficace pour diverses formes d'onde courantes

Forme d'onde	Valeur crête	Valeur moyenne	Valeur efficace	Eff/moy
Courant alternatif sinusoïdal 	I	0	$0,707 I$ $(= \frac{I}{\sqrt{2}})$	-
Courant alternatif sinusoïdal redressé 1 alternance 	I	$0,318 I$ $(= \frac{I}{\pi})$	$0,5 I$	1,57
Courant alternatif sinusoïdal redressé 2 alternances 	I	$0,637 I$ $(= \frac{2}{\pi} I)$	$0,707 I$ $(= \frac{I}{\sqrt{2}})$	1,11
Courant triphasé sinusoïdal redressé 1 alternance 	I	$0,826 I$	$0,840 I$	1,02
Courant triphasé sinusoïdal redressé 2 alternances 	I	$0,955 I$ $(= \frac{3}{\pi} I)$		

Légende 5



Affichage simultané des 3 valeurs sur mesureur de champ «Analyse».

également l'ensemble des tailles des pièces qui peuvent être contrôlées. Si l'on part du principe que cette taille varie de 20 à 300 mm de diamètre, cela nous donne une étendue de courant de 125 à 14 000 Â. Dans ces conditions, la précision de la chaîne de mesure (appareil étalon compris) doit descendre jusqu'à 12,5 Â, ce qui ne représente même pas 0,1 % de la pleine échelle. Jusqu'à présent, cette dynamique ne pouvait être obtenue qu'en utilisant plusieurs chaînes de mesure avec toutes les difficultés que cela représente (commutation, étalonnages multiples, risques de pannes...)*

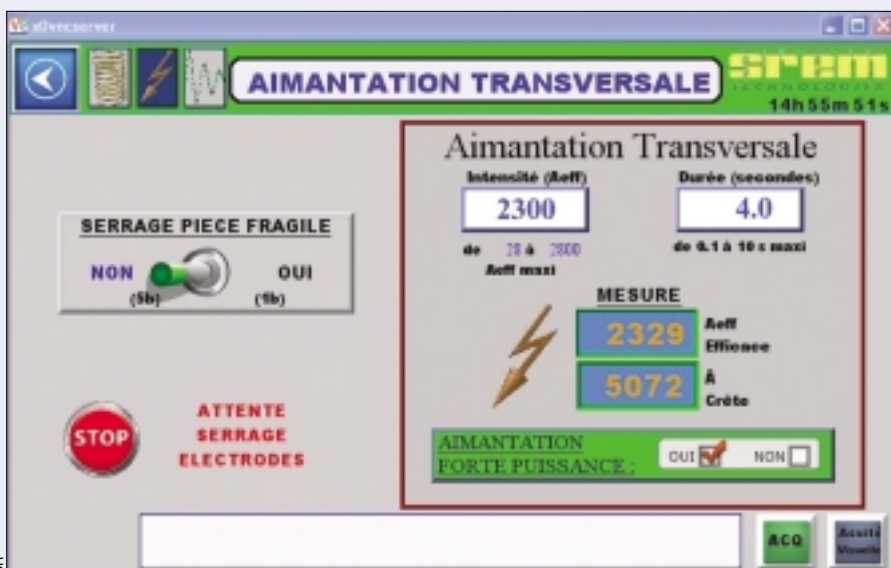
Conclusion

Les normes, codes et spécifications constructeur sont essentielles dans la pratique de la magnétoscopie et permettent d'apporter la rigueur nécessaire à cette méthode de contrôle non destructive largement répandue et éprouvée. Néanmoins ces documents peuvent être parfois source de difficulté dans leur interprétation, leur compréhension et leurs exigences. La solution de simplicité recherchant une application directe de ces documents sans se poser les bonnes questions n'est malheureusement pas toujours acceptable. Il est donc de la responsabilité des fabricants d'équipements d'assurer un accompagnement technique de leur clientèle sur le sujet (explications, nouveaux développements matériels...) ■

Stéphane GRAVELEAU⁽¹⁾

(1) responsable R&D SREM Technologies
* Le nouveau système de mesure développé récemment par SREM Technologies en collaboration avec la société CARMELEC permet à présent de répondre à ce besoin en termes de mesure.

DR



Double affichage crête et efficace sur pupitre de pilotage manuel d'un Contromag.

Normes et contraintes techniques

Il est à noter également que certains documents imposent des contraintes sur la mesure, qui bien que de prime abord simples, peuvent en réalité s'avérer finalement assez délicates à respecter par le fabricant. C'est par exemple le cas de la tolérance de 10 % imposée à la mesure de champ et de courant dans la norme NF EN ISO 9934-1 et ASTM E 1444.

Pour la mesure de champ, cette tolérance s'entend sur l'ensemble de la gamme de

mesure adaptée à un contrôle magnétoscopique qui s'étend en général d'environ 2 000 Â/m à 15 000 Â/m. Cela impose donc une précision de la chaîne de mesure (appareil étalon compris) pouvant descendre à 200 Â/m, ce qui ne représente déjà que 1,3 % de la pleine échelle.

Pour la mesure de courant, les choses sont encore plus complexes. En effet, la gamme de mesure, pour couvrir l'ensemble des besoins de la magnétoscopie, est très vaste car dans ce cas, il faut couvrir l'ensemble de la gamme de mesure de champ (2 000 Â/m < H < 15 000 Â/m), mais