

RUAG L'ICEG en soufflerie

Détermination des charges aérodynamiques en soufflerie

Dr. Claus Zimmermann et Werner Häberli, RUAG Aerospace, Emmen (Suisse),
Daniel Franck et Peter Deeg, Deutsche Bahn AG, DB Systemtechnik, Munich (Allemagne)

Pour déterminer les charges aérodynamiques agissant sur les objets à tester lors d'un essai en soufflerie, on emploie la plupart du temps des balances de force et des balances dynamométriques munies de jauges d'extensométrie. Le métrologue aimerait alors un système de mesure mobile, flexible et autonome lui permettant de mesurer les charges appliquées à la balance, de les enregistrer et de les représenter.

Essai de sécurité pour les véhicules ferroviaires

Pour démontrer la sûreté de véhicules ferroviaires en cas de vent latéral, il est nécessaire de déterminer les grandeurs caractéristiques aérodynamiques de ces véhicules par un essai en soufflerie. Les exigences auxquelles doivent satisfaire le modèle, la technique de mesure et l'exécution de la mesure sont clairement définies dans différents textes. Les données de mesure sont considérées comme faisant partie de l'homologation du véhicule. Pour pouvoir effectuer de tels essais avec une haute précision, une reproductibilité et, autant que possible, indépendamment de la technique de mesure d'un fabricant de tunnels aérodynamiques, la société RUAG Aerospace de Emmen (Suisse) a développé, à la demande de la Deutsche Bahn AG de Munich (Allemagne), un système de mesure composé d'une balance à jauges et permettant le conditionnement du signal, l'acquisition des données et l'analyse des valeurs mesurées. Ce système peut être configuré en dehors du tunnel aérodynamique, quel qu'il soit, pour les modèles les plus divers.

L'intégration de la balance dans le modèle permet d'avoir des bras de levier courts, ce qui garantit une détermination précise des moments. Le fabricant du tunnel aérodynamique n'a alors plus qu'à fournir les principales grandeurs de réglage et de fonctionnement (pression, température, humidité, angle de dérapage) pour la détermination des grandeurs caractéristiques aérodynamiques souhaitées.

Principe de mesure

Les éléments de mesure des balances utilisées sont munis de jauges d'extensométrie placées dans un circuit en pont de Wheatston. Sous les charges aérodynamiques existantes, les pièces munies des points de mesure se déforment dans le domaine élastique de sorte que les ponts de mesure fournissent un signal de tension proportionnel à la force exercée. Selon le type de balance, il est possible de déterminer jusqu'à six composantes de charge dans l'espace (forces F_x , F_y , F_z et moments M_x , M_y et M_z). C'est pourquoi de telles balances sont parfois appelées « balances multi-composantes ». Le rapport entre le signal de sortie électrique et les charges exercées est déterminé à partir du calibrage de la balance.

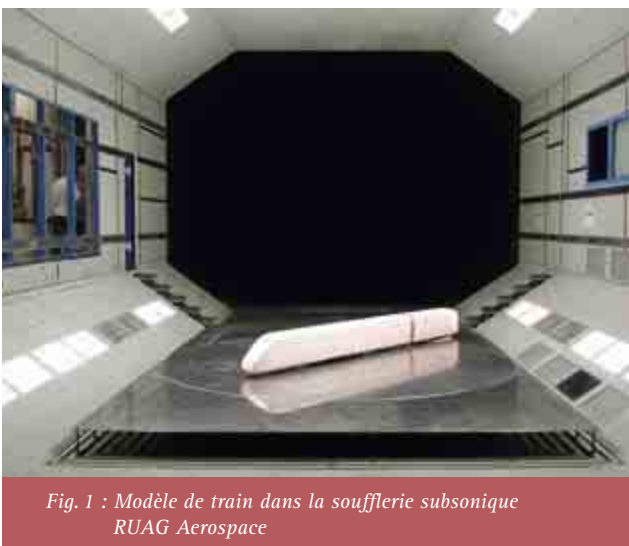


Fig. 1 : Modèle de train dans la soufflerie subsonique
RUAG Aerospace

Le système global (Fig. 2)

Le système global devait satisfaire aux exigences fonctionnelles suivantes :

- Système de mesure indépendant comprenant sensorique, conditionnement de signal et analyse des valeurs mesurées
- Précision, résolution et reproductibilité élevées
- Structure modulaire
- Utilisation simple

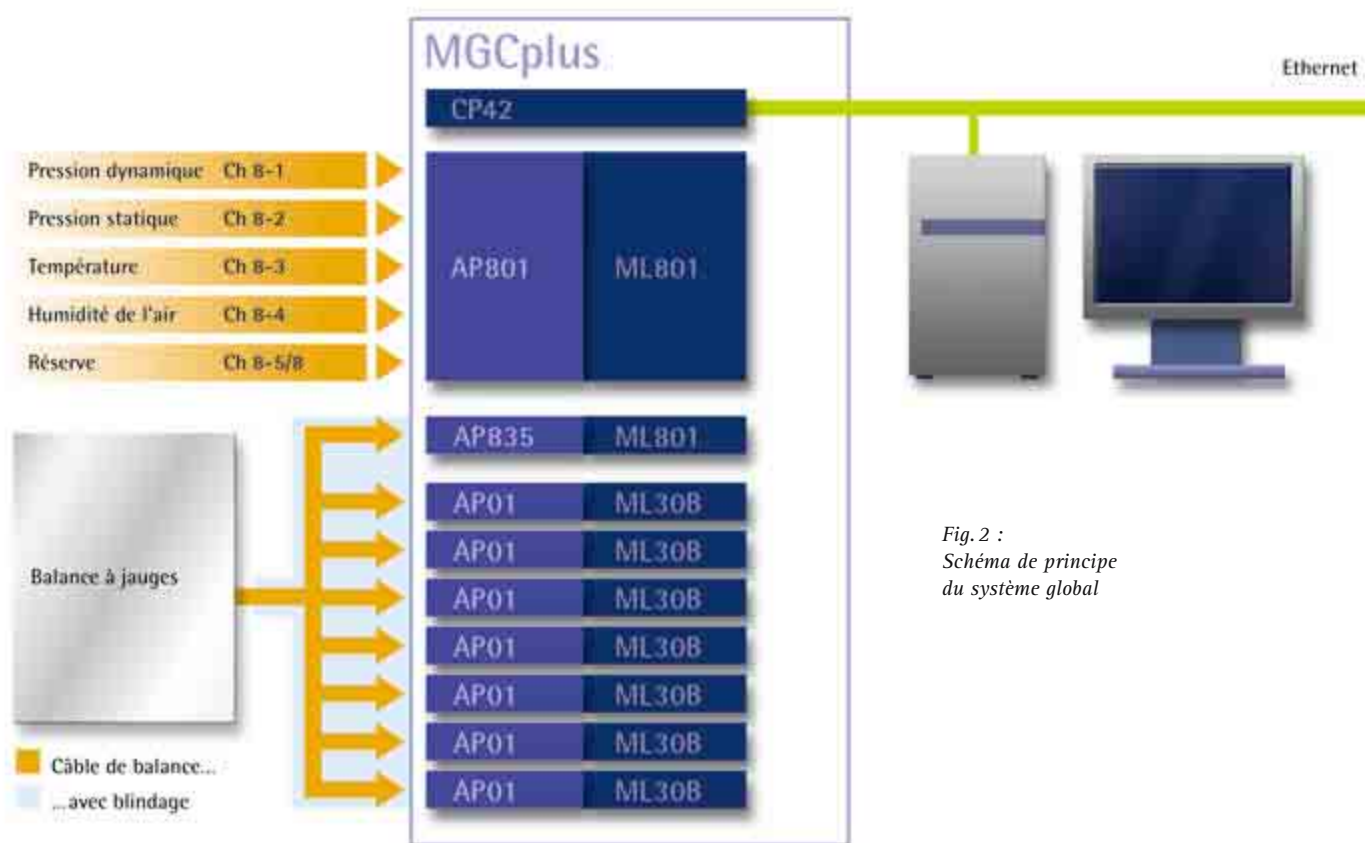


Fig. 2 :
 Schéma de principe
 du système global

Balances de RUAG Aerospace

Au fil des années, RUAG Aerospace a développé toute une famille de balances couvrant les applications les plus diverses en ce qui concerne les exigences géométriques et de charge. Ces balances se caractérisent par leur robustesse, leur sensibilité importante et leur stabilité à long terme.

Les balances de ce type sont composées d'une plaque de support côté soufflerie comportant 7 lames de flexion reliées à leur vis-à-vis côté modèle par des barres articulées. Ces barres articulées sont conçues pour transmettre les forces avec le moins d'interférences possibles. La balance ne possède donc aucune pièce mobile susceptible de générer des effets d'hystérésis en fonction du frottement (Fig.3).

Amplificateur de mesure

L'alimentation des éléments sensibles, l'amplification et le conditionnement du signal ainsi que la communication avec l'ordinateur sont assurés par le système amplificateur de mesure MGCplus. Avec l'écart de linéarité défini du module amplificateur ML30B, il est possible de mesurer les signaux escomptés avec la précision requise < 0,3% de la plage prévue.

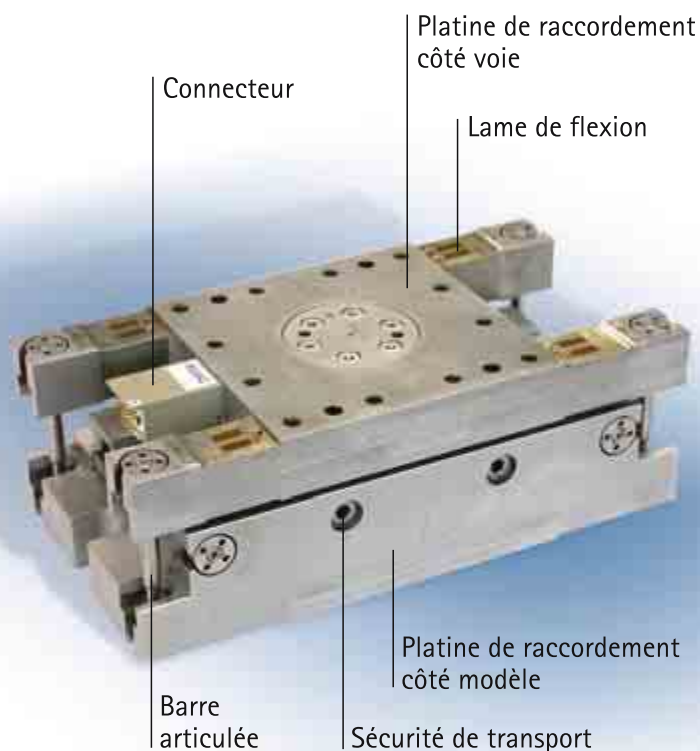


Fig. 3 :
 Balance de RUAG Aerospace

Suite →

L'ICE en soufflerie

Suite :

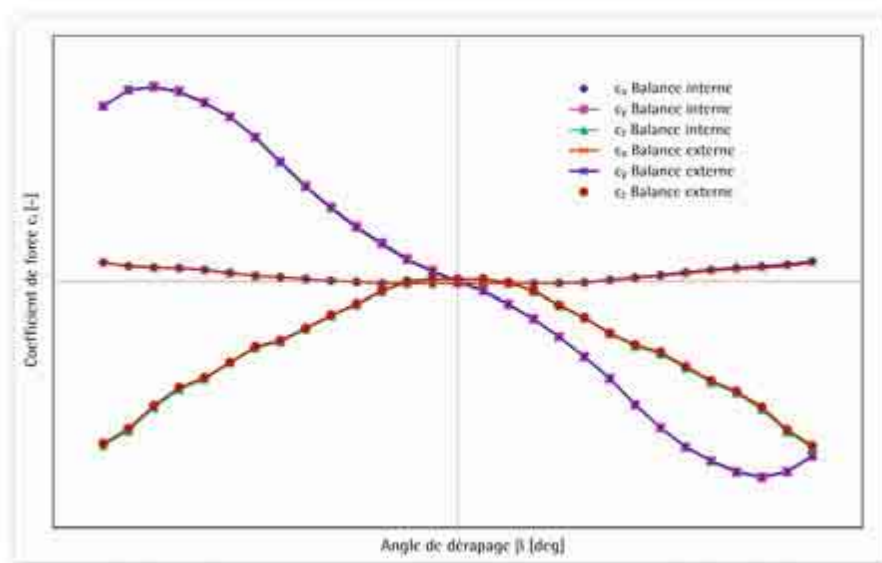


Fig. 4 :
Coefficients de force du modèle de train en cas de mesures parallèles avec une balance interne et une balance externe

Les ponts de mesure de la balance à jauges d'extensométrie sont reliés à l'amplificateur à fréquence porteuse en technique 6 fils en garantissant leur isolation électrique. Pour éviter tout circuit de retour par la terre, le blindage du câble ne doit pas être relié à la balance. Un contrôle optique et acoustique de surcharge de la balance a également été prévu. Pour ce faire, on a défini pour chaque signal de jauge une valeur limite pour 80% de la valeur prévue d'un point de mesure de la balance.

Logiciel

L'application développée utilise le logiciel DIAdem de la société National Instruments en tant que programme de mesure et d'exploitation. Un pilote adéquat de HBM permet d'assurer la liaison de données via Ethernet avec le système amplificateur de mesure MGCplus. Il est toutefois tout à fait possible d'utiliser d'autres produits.

Exigences requises pour le logiciel :

- Commande séquentielle pour l'acquisition et le conditionnement des données
- Acquisition des signaux de mesure
- Surveillance acoustique et optique de la balance à jauges
- Analyse statistique des différentes valeurs
- Conditionnement des signaux de mesure
- Représentation et sauvegarde des données
- Structure modulaire

Le réglage et le paramétrage des voies de mesure sont effectués via l'outil MGCplus Assistant. Cet assistant est inclus dans le système MGCplus et peut être lancé directement à partir de DIAdem. L'ajustage de tous les éléments sensibles, notamment de la balance, est réalisé dans les macros de DIAdem. Seules les valeurs limites pour la surveillance de la balance sont réglées dans MGCplus Assistant.

Essais en soufflerie

La figure 1 (au début de l'article) présente le dispositif d'essai dans le sens d'écoulement dans la soufflerie subsonique de RUAG Aerospace. Le modèle imitant la forme d'un ICE (train à grande vitesse allemand) avec la balance à jauges interne sont fixés sur un sol orientable via deux supports au niveau du châssis, de manière à obtenir l'écoulement latéral. Les lignes de mesure de la balance sont reliées à l'amplificateur de mesure situé dans la cabine de mesure en les faisant passer par les supports creux.

Résultats de mesure

La qualification du nouveau système de mesure a été effectuée en comparant les valeurs mesurées à celles obtenues en parallèle par une balance externe. La figure 4 montre un exemple de coefficients de force en fonction de l'angle de dérapage appliqué à vitesse du vent constante. Les différences entre les deux systèmes sont comprises dans la plage de tolérance requise. De très bons résultats ont également été obtenus pour l'hystérésis et la symétrie de l'écoulement.

Conclusion

Le système de mesure présenté, composé d'une balance multi-composantes de RUAG Aerospace, d'une unité amplificatrice de HBM et d'un logiciel adapté, permet de déterminer très précisément les forces et moments s'appliquant lors d'essais en soufflerie. Ce système offre encore d'autres avantages tels que le contrôle de surcharge et de force de frottement intégré ainsi qu'un temps de préparation très court. En outre, il peut être utilisé pour d'autres applications dans lesquelles il s'agit de déterminer des charges dynamiques, voire même générées par des chocs. ■