

SNCF
SGRDD-Bibliothèque
45, rue de Londres
75379 PARIS CEDEX 08
(PARIS SAINT-LAZARE)
Tél. : 01 53 42 90 11

REFERENCE

FER040167

CAHIER

156

1900

RATP savoir faire

n°44, 4ème trimestre 2002, pp. 22-27, phot., fig. - (REVUE) - S/C : 0703

Le laboratoire Essais Mesures.

JFS

QUALITÉ ET MANAGEMENT LE LABORATOIRE ESSAIS-MESURES (LEM)

La RATP dispose d'une unité réalisant des essais, des expertises et des contrôles, en laboratoire et sur site, dans les domaines de la sécurité ferroviaire, de la disponibilité des systèmes de transport, de l'hygiène, de la sécurité et des conditions de travail du personnel.

Compétent en mécanique, en électricité comme en physico-chimie, et disposant de moyens techniques très performants, le LEM réalise des mesures sur les matériels roulants ferroviaires et sur les infrastructures, pour les départements techniques de la RATP comme pour des clients externes.

QUALITY AND MANAGEMENT THE TESTS AND MEASUREMENTS LABORATORY (LEM)

RATP has a special unit for laboratory-based and on-site tests, expert evaluations and checks in rail safety, availability of transport systems and staff working conditions.

With a team skilled in mechanical engineering, electricity and physical chemistry, and equipped with high-performance technical gear, the lab carries out measurements on rolling stock and infrastructure for RATP technical departments and external clients alike.

QUALITÄT UND MANAGEMENT DAS LABOR FÜR MESSVERSUCHE LEM

Die RATP verfügt über eine Unternehmenseinheit, die Versuche, Gutachten und Kontrollen im Labor und vor Ort im Bereich der Schienenverkehrssicherheit, der Verfügbarkeit von Transportsystemen und den Arbeitsbedingungen des Personals durchführt.

Das Messlabor LEM hat Know-how in den Bereichen Mechanik, Elektrizität und Physik-Chemie und verfügt über sehr leistungsfähige technische Mittel. Das Labor realisiert Messungen an Schienenfahrzeugen und Infrastrukturen für die technischen Abteilungen der RATP aber auch für externe Kunden.

CALIDAD Y MANAGEMENT EL LABORATORIO DE ENSAYOS Y MEDIDAS (LEM)

La RATP dispone de una unidad que realiza ensayos, peritajes y controles, en laboratorio e in situ, en los campos de la seguridad ferroviaria, de la disponibilidad de los sistemas de transporte, de la seguridad y de las condiciones de trabajo del personal.

El LEM es competente en mecánica, en electricidad así como también en fisicoquímica, y dispone de medios muy eficaces. El LEM realiza mediciones en los materiales rodantes ferroviarios y en las infraestructuras para los departamentos técnicos de la RATP así como también para clientes externos.

QUALITÉ ET MANAGEMENT

Le Laboratoire Essais Mesures



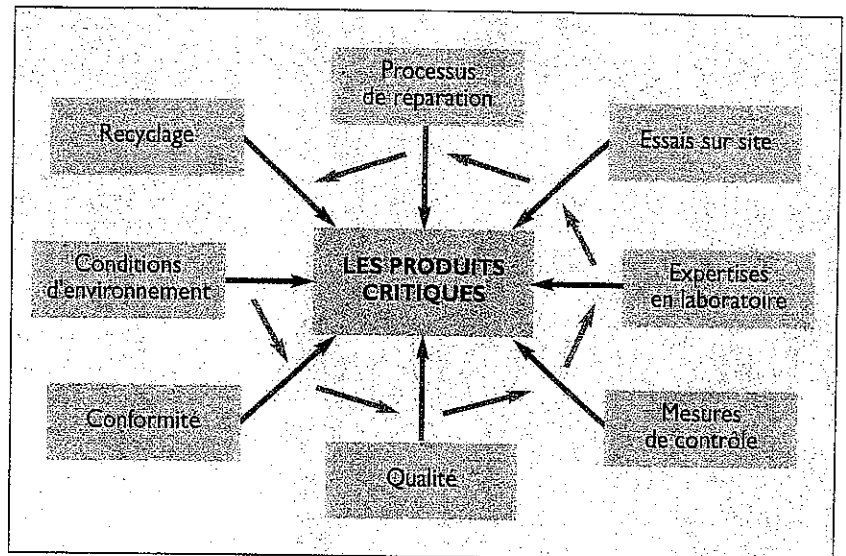
Une équipe pluridisciplinaire sur site et en laboratoire.

par Yves Thurin,
département Achat et logistique

Le laboratoire essais mesures (LEM) a une mission transversale à la RATP. Il réalise, en laboratoire comme sur site, trois types de prestations : des essais, des expertises et des contrôles. Ces prestations couvrent la sécurité ferroviaire, la disponibilité des systèmes de transport, la sécurité et les conditions de travail du personnel. L'unité intervient à chaque phase du cycle de vie des produits qui présentent une criticité lors de leur mise en œuvre dans les systèmes de transport urbain, installations fixes, matériels roulants, équipements ou simples composants.

Dans le cadre de ce processus, le laboratoire apporte un soutien aux différents départements techniques pour :

- ▣ caractériser les conditions d'environnement du produit et permettre au prescripteur de le spécifier,
- ▣ vérifier la conformité du premier produit vis-à-vis des référentiels normatifs et des spécifications techniques particulières du prescripteur,
- ▣ s'assurer de la qualité des produits approvisionnés, en réalisant des contrôles sur des prélèvements ou, dans certains cas, des contrôles unitaires,
- ▣ effectuer les mesures de contrôle des installations ou des équipements en exploitation pour s'assurer de la sécurité ferroviaire comme de celle des conditions de travail,
- ▣ expertiser en laboratoire les dégradations, les usures ou les ruptures constatées sur les produits,
- ▣ mesurer sur site les paramètres techniques permettant d'identifier l'origine des dégradations ou les causes d'incidents,
- ▣ valider des processus de réparation,
- ▣ caractériser les déchets en vue de leur recyclage ou de leur élimination.



Le LEM intervient à chaque phase du cycle des produits.

▣ UNE ÉQUIPE PLURIDISCIPLINAIRE

L'unité est constituée d'une équipe de 53 personnes, composée principalement d'ingénieurs, de techniciens supérieurs et de techniciens. Leurs différentes formations dans les trois grands domaines scientifiques de la mécanique, de l'électricité et de la physico-chimie permettent d'offrir des prestations d'expertises complètes.

De jeunes ingénieurs et techniciens, associés à des personnes plus expérimentées, forment une équipe adaptée aux nouvelles technologies comme à l'environnement des réseaux de transport. Cette somme de compétences est un atout majeur pour assurer une mission transversale dans les différents secteurs de l'entreprise.

L'approche pluridisciplinaire est de plus en plus nécessaire pour la validation et l'expertise des produits : tenue au feu, tenue mécanique, vérifi-

cation dimensionnelle, caractérisation électrique, conditions d'hygiène et de sécurité, résistance aux graffitis...

Pour les mesures sur site effectuées sur les matériels roulants ou sur les installations fixes, des enregistrements vidéo sont régulièrement associées aux mesures électriques et mécaniques.

Acteur dans la maîtrise des risques, le laboratoire adapte ses moyens aux exigences fortes de la RATP en matière de sûreté de fonctionnement, de disponibilité et de pérennité.

▣ LE CONTRÔLE ET L'EXPERTISE

Le laboratoire essais et mesures a toujours assuré un rôle de qualification et de contrôle des pièces, des organes et des équipements achetés par la RATP. Depuis cinq ans, avec les prescripteurs, il se focalise sur les seules pièces critiques :

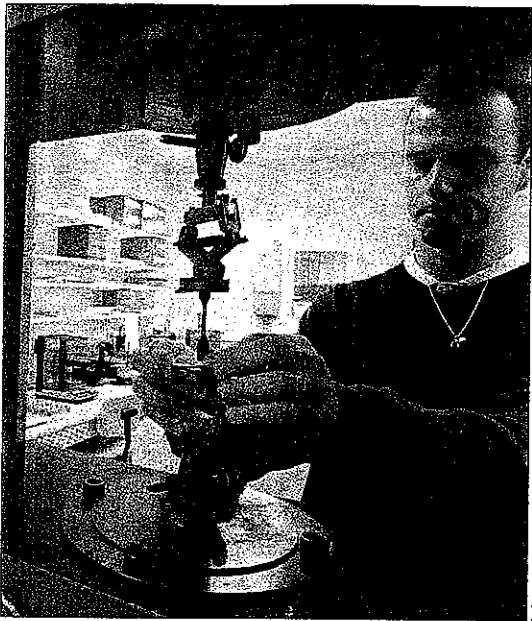
- ▣ les pièces ayant une action directe sur la sécurité ferroviaire ou la sécurité des agents,
- ▣ les pièces qui, en cas de défaillance, ont un impact fort sur le fonctionnement de la RATP,
- ▣ les pièces dont la non qualité a un impact financier très élevé comparé au coût d'un contrôle.

Une mauvaise conception, un défaut de fabrication, un procédé mal maîtrisé sont des points parfois insignifiants dans le processus de réalisation d'un produit. Ils peuvent cependant entraîner des incidents plus ou moins graves. Malgré le passage en assurance qualité de nombreux fournisseurs, le risque existe. Il convient, pour le maîtriser, de mettre en place des barrières adaptées telles que celles préconisées par l'unité maîtrise des risques système (cf. *Savoir-Faire* n°41).

Un exemple récent illustre cette problématique. Après quelques mois d'exploitation, un début de fatigue est détecté sur une pièce de sécurité lors d'une opération de maintenance. Une expertise réalisée par le LEM dans les 24 heures permet de

LES MOYENS TECHNIQUES DU LEM EN QUELQUES CHIFFRES

- 3,6 M€ de matériel d'essais
- 600 k€ d'investissement en deux ans
- 1 800 m² de laboratoires à Boissy-Saint-Léger
- 950 appareils de mesures
- 880 instruments et accessoires
- 180 équipements d'essais
- 150 k€/an pour la vérification et la maintenance des moyens d'essai



RATP - DK

Essai de traction.

constater que cette pièce, n'ayant pas fait l'objet d'un contrôle qualité particulier, a été fabriquée dans un matériau différent de celui spécifié au plan, avec des caractéristiques bien plus faibles que celles prévues. La fatigue constatée conduisait à court terme à la rupture, avec un risque pour les voyageurs. La barrière maintenance a très bien fonctionné dans ce cas.

Les vérifications de conformité des premiers articles et les contrôles au laboratoire permettent de réduire ces risques dans le processus d'achat et d'approvisionnement, avec un coût qui reste très faible au regard des enjeux. En fonction de l'évaluation des risques par le spécificateur, ils peuvent être fixés *a priori* lors de la première acquisition ou *a posteriori* à la suite d'une expertise de dégradation. Ils peuvent être maintenus ou suspendus en fonction du suivi fournisseur à partir de l'historique des pièces testées.

Le laboratoire effectue environ 80 expertises par an sur des pièces défectueuses potentiellement à risque. Sur les 1900 pièces contrôlées chaque année, 14% ont des non-conformités majeures qui entraînent une enquête technique.

L'objectif du LEM est de contribuer à la politique de qualité des produits critiques en adaptant ses prestations aux besoins des départements.

■ L'EXPERTISE ET LA MESURE SUR SITE

Lorsqu'un produit défaillant est détecté lors d'une maintenance ou après un incident, il est indispensable de connaître l'origine de la défaillance pour mettre en place les actions correctives adaptées.

La première étape consiste à déterminer s'il s'agit d'un défaut de fabrication, d'une usure prématurée, d'un fonctionnement hors limites ou d'un problème de conception. L'expertise faite avec les moyens du laboratoire apporte une première

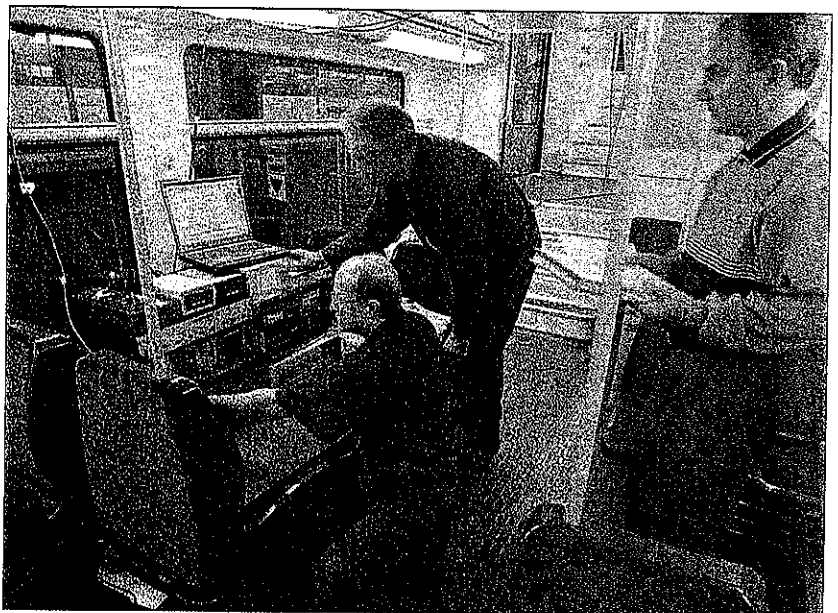
réponse. Les caractéristiques dimensionnelles peuvent être vérifiées avec une précision de 3 µm par l'utilisation de la mesure tridimensionnelle, du projecteur de profil ou des moyens conventionnels de métrologie. Les fissures et les caractéristiques des structures sont analysables au microscope. La constitution des matériaux peut être établie au moyen des différents spectromètres : étincelle pour les pièces métalliques, infrarouge pour les pièces non-métalliques, à absorption atomique pour les liquides. Des mesures de traction, de dureté et d'isolement peuvent compléter l'expertise.

S'il ne s'agit pas d'un problème de fabrication, la deuxième étape détermine les conditions auxquelles la pièce défaillante a été soumise. Les essais sur site sont souvent les plus pertinents pour trouver les origines de la défaillance. Les sollicitations d'exploitation directement appliquées à la pièce sont déterminées grâce à une instrumentation adaptée. L'analyse et le traitement des données enregistrées lors de ces essais sur site permettent de :

- conclure à un défaut de fonctionnement du matériel lorsque des sollicitations anormales sont observées,
- redéfinir les conditions de maintenance lorsque les sollicitations extérieures engendrent des fatigues ou des usures importantes,
- réexaminer la conception, de tout ou partie, du produit à partir des conditions réelles d'exploitation.

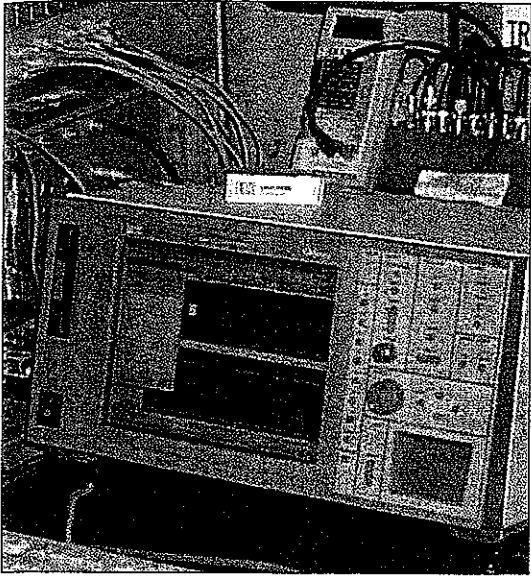
L'expertise en laboratoire comme les essais sur site sont des étapes incontournables et indissociables de l'analyse de la défaillance d'un produit.

L'objectif du LEM est de faire évoluer ses moyens, ses méthodes d'essais, et, tout particulièrement, ses analyses de données pour assurer une prestation globale d'expertise.



RATP - DK

Mesures sur le matériel roulant ferroviaire.



Centrale d'acquisition numérique et de traitement.

LES MESURES NUMÉRIQUES

Les conditions d'exploitation et la disponibilité du matériel imposent de plus en plus de contraintes lors de la réalisation des mesures sur site. Confronté à cette situation, le LEM s'est engagé à réduire ses temps d'intervention en mettant en œuvre des moyens performants. Il répond ainsi plus rapidement aux demandes urgentes. Ces moyens d'essais sont, en effet, légers, compacts et précis. Le temps de montage et de réglage des chaînes de mesures est ainsi optimisé. La mobilisation du matériel roulant en est donc réduite. Le nombre de paramètres enregistrés et le volume de données stockées sont accrus. Les phénomènes recherchés sont plus facilement détectés et les corrélations entre paramètres sont plus rapidement mises en évidence. Le nombre d'essais nécessaires est réduit. Le laboratoire analyse et traite, en temps réel, les résultats d'essais. Une réponse claire, précise et rapide, est apportée au problème posé. Les essais peuvent être ajustés pour obtenir rapidement les informations requises. Le LEM effectue, en toute sécurité et sans gêne pour le voyageur, l'enregistrement de données en exploitation commerciale. La mobilisation du matériel est ainsi réduite et les mesures sont effectuées dans les conditions réelles d'exploitation sur une durée qui peut être beaucoup plus importante.

Pour les mesures mécaniques de contraintes, de vibrations, de températures ou de déplacements, le laboratoire dispose de dix chaînes numériques d'acquisition et de traitement de données d'une capacité d'acquisition de 16 à 48 voies à une fréquence pouvant atteindre 250 kHz. Certaines d'entre elles, connectables en réseau, permettent une acquisition synchronisée à 100 mètres de distance. Des interfaces télémétriques sont utilisées pour effectuer les mesures sur les organes tournants.

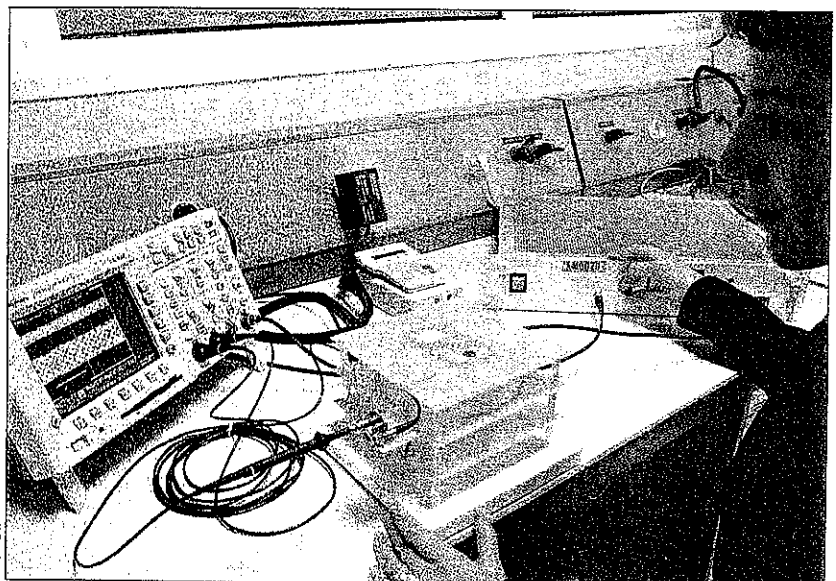
Des enregistrements vidéo réalisés à partir de micro-caméras montables en environnement sévère comme les bogies, et les chaînes numériques de mesures de vitesse, d'espace, d'accélération, de température, complètent l'expertise fournie.

Pour les données électriques, une nouvelle chaîne d'acquisition pour la mesure des perturbations électromagnétiques permettra de traiter les données quasiment en temps réel et fournira un rapport provisoire à la fin des essais. Des appareils numériques de mesures sur les réseaux d'alimentation haute et moyenne tension sont utilisés au quotidien pour valider les installations RATP.

Ces derniers mois, les équipes du LEM ont apporté leurs savoir-faire aux réseaux de tramway d'Orléans, de Caen et de Bordeaux.

DE LA BILLETTEQUE A LA TELEBILLETTEQUE

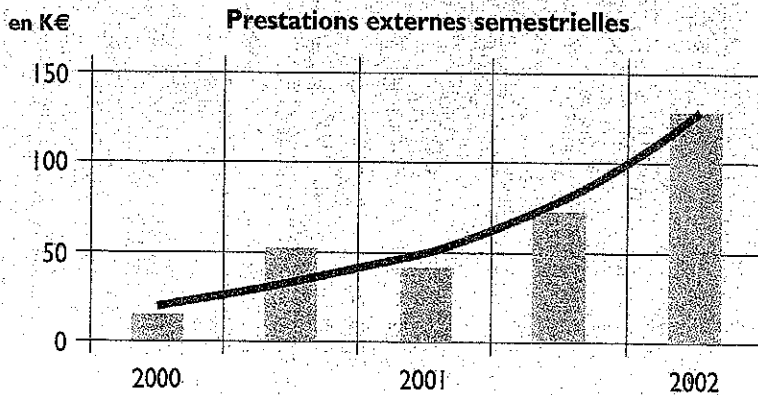
La RATP s'est toujours impliquée dans la maîtrise technique des titres de transport. Dans les années 1970, lors de l'arrivée du système de billets magnétiques, le laboratoire s'est doté des moyens d'essais pour caractériser aussi bien les titres de transports que les éléments clés des lecteurs. L'ensemble de ces moyens d'essais garantit à la RATP une bonne maîtrise de ses titres de transport. Il était donc important de recréer les conditions du maintien de ce pôle d'expertise pour les produits de télébilletique. Depuis quelques mois, le système Navigo est mis en place. Ce grand projet d'entreprise a une facette technique pour laquelle le laboratoire joue un rôle important. Quelques mois avant l'arrivée des nouvelles cartes sans contact, le LEM a commencé à tester la conformité de ces passes avec les nouvelles normes. Ces normes définissent les essais nécessaires pour :



Validation des cartes télébilletiques.

NOS PRESTATIONS EXTERNES EURAILTEST

Eurailtest est un groupement d'intérêt économique (GIE), créé par la SNCF et la RATP. Il assure le développement et la commercialisation des prestations d'essais des différents laboratoires des deux entreprises. Son chiffre d'affaires est de 10 M€. Le LEM s'engage dans le développement de ces prestations externes pour valoriser son savoir-faire et son efficacité.



- tester les caractéristiques physiques des cartes, comme leur résistance à certaines contraintes mécaniques ou chimiques,

- vérifier la capacité des cartes à fonctionner dans l'environnement électromagnétiquement sévère des systèmes de transport,

- garantir le bon fonctionnement de la communication entre les cartes et un lecteur de référence.

En particulier, il est important de s'assurer que ces cartes, alimentées à distance, reçoivent l'énergie suffisante et qu'elles transmettent un message conforme aux prescriptions.

Le LEM est le seul laboratoire doté de la quasi-totalité des moyens d'essais qui permettent de caractériser ou d'expertiser les systèmes de péages utilisés dans les réseaux de transport. Le laboratoire a pour objectif d'être un pôle d'expertise international dans ce domaine.

LES FUTURS ESSAIS EUROPÉENS FEU-FUMÉE

Le laboratoire essais mesures a une longue pratique des essais de comportement au feu et une implication forte avec les prescripteurs dans les spécifications en matière de sécurité incendie. Depuis l'élaboration des spécifications techniques (1981) jusqu'à leur passage en norme française (1990), il est intervenu dans la promotion des câbles sans halogènes pour réduire les nuisances en cas d'incendie. Il participe au groupe de travail RATP/SNCF pour l'élaboration des règles de choix des matériaux installés à bord des trains d'interconnexion. Il a contribué à l'élaboration de la norme française NF F 16-101 qui, par instruction technique interministérielle de 1998, est devenue d'application obligatoire pour les

transports ferroviaires en tunnel. Agréé, depuis 1994, par le ministère de l'Intérieur, pour les essais de comportement au feu, le LEM réalise environ 80 essais d'homologation et 100 contrôles par an.

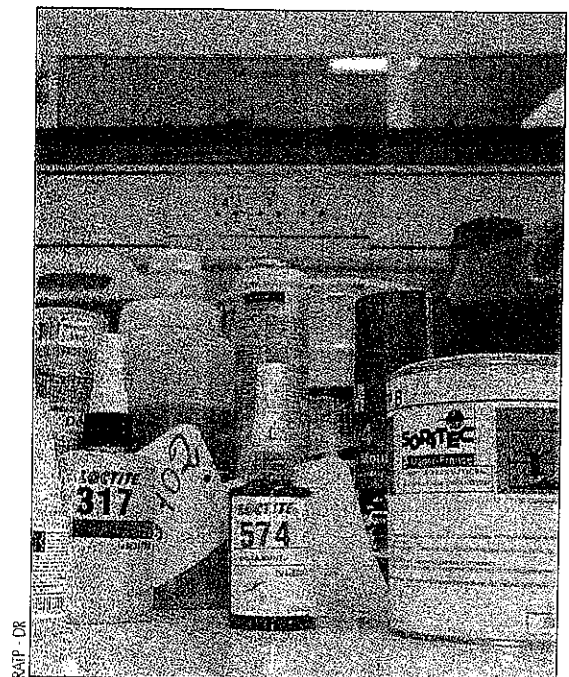
Les essais d'homologation qui, dans la plupart des cas, sont à la charge des fournisseurs, représentent un chiffre d'affaires externe de 55 K€/an. Ils sont commercialisés dans le cadre du GIE Eurailtest (voir encadré ci-contre).

Dans les trois ans à venir, la norme européenne EN 45 545 "Protection contre les incendies dans les véhicules ferroviaires" sera applicable. Seule une partie des essais et des critères de classification des normes françaises sera conservée. L'enjeu est très important pour la RATP puisqu'il faudra reclasser tous les matériaux qui seront utilisés sur les nouvelles installations ou lors des maintenances patrimoniales. L'objectif pour le LEM est de réaliser sa mutation de laboratoire français en laboratoire européen. Un important effort d'investissement est envisagé pour équiper le laboratoire en moyens d'essais conformes aux normes européennes.

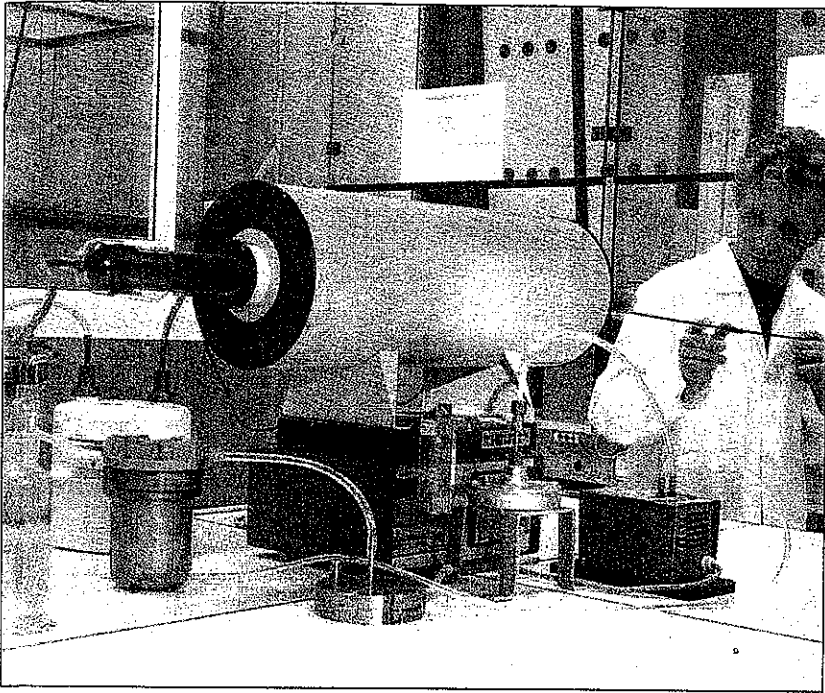
LA SANTÉ ET LA SÉCURITÉ

La prévention des risques pour la santé et la sécurité des travailleurs connaît une nouvelle avancée depuis la parution du décret 2001-1016 du 5 novembre 2001. L'évaluation *a priori* des risques dans un document unique par unité de travail est maintenant obligatoire. Il doit reposer sur une approche technique, médicale et organisationnelle. Le LEM intervient dans l'évaluation de ces risques dans les cas suivants :

- les équipements de travail : contrôle et expertise des agrès mécaniques ou électriques,



Conformité des produits chimiques.



Mesure de la toxicité des produits selon la norme NF F 16-101.

- l'aménagement des lieux de travail, la sécurité des installations électriques, l'éclairage, le niveau de champs électromagnétiques, l'analyse des composés chimiques et des poussières de l'air,
- les choix des substances ou des préparations chimiques.

Pour cette dernière activité, les compétences des chimistes du LEM permettent de s'assurer de la conformité du produit avec la réglementation, d'identifier les substances à risques, de vérifier certains paramètres chimiques et d'indiquer les précautions d'emploi. Le dossier ainsi constitué est transmis à la cellule toxicologique de la médecine du travail qui donne, au directeur du département concerné, un avis sur l'utilisation du produit. Le LEM a constitué une base de données d'environ 3000 produits qui permet une recherche par les caractéristiques du produit et par les risques encourus. Les documents afférant au produit analysé, rapport du LEM, fiche de sécurité, fiche d'utilisation et avis médical, sont numérisés et intégrés à cette base. La base est accessible aux ingénieurs HSCT et aux médecins. Comme le souligne le décret, l'évaluation des risques doit conduire aux actions de prévention. L'objectif LEM est d'apporter les éléments scientifiques mesurables en toute impartialité.

DES OBJECTIFS

En premier lieu, l'objectif du laboratoire est de maintenir le niveau de satisfaction globale des clients à 90% en s'appuyant sur les valeurs de l'unité : compétences techniques, réactivité, respect des délais, adaptation aux justes besoins, qualité des relations.

Face aux enjeux de la RATP en matière de

NOTRE DÉMARCHÉ CLIENT

Le laboratoire essai mesure, prestataire de services pour les différents départements de la RATP, est certifié selon le référentiel ISO 9001-2000. Il s'implique quotidiennement dans une démarche d'écoute et de satisfaction des clients.

Autour d'un service clients, qui veille aux relations clients et à leur satisfaction, chaque agent de l'unité participe à l'écoute clients en établissant un dialogue permanent dans le cadre des revues de contrat. Cette organisation permet, entre autres, d'adapter nos processus de réalisation au juste besoin de nos clients.

Pour disposer d'une appréciation pertinente sur ses prestations et recenser les points à consolider, l'unité mesure régulièrement le degré de satisfaction de ses clients par enquêtes, courriers, fax, téléphone, visites... Il prend ainsi mieux en compte leurs demandes et leurs réclamations éventuelles. Le recueil de ces données fait l'objet d'une analyse et contribue à la définition des orientations du laboratoire.

En 2002, le laboratoire s'est ainsi fixé pour objectif d'explicitier plus précisément son offre de prestations en utilisant des vecteurs de communication comme les fiches produit ou son site Internet.

Contact ou plaquette : laurence.boissac@ratp.fr

sécurité ferroviaire et de disponibilité, le LEM doit apporter des moyens d'essais et des expertises, performants et adaptés aux produits critiques.

L'évolution technologique des moyens de mesure et le développement de nouvelles compétences doivent permettre d'assurer une croissance soutenue de la valeur des prestations.

Les orientations prises pour privilégier un fonctionnement efficace et économique pour l'entreprise sont : la réduction du temps d'immobilisation du matériel roulant et des infrastructures, les mesures transparentes pour l'exploitation, la rapidité de traitement des données et la capacité d'intervenir dans un délai très court.

Pour offrir une meilleure prestation globale, le LEM complète son offre de mesures et d'expertises, avec l'ingénierie d'essais, le traitement informatique des données de mesures pour aboutir à des conclusions plus facilement exploitables et la cotraitance avec un réseau de laboratoires équipés de moyens complémentaires.

Enfin, le LEM développe ses prestations à l'extérieur de l'entreprise pour relayer le savoir-faire de la RATP et apporter ses compétences de laboratoire d'essais et de mesures aux réseaux urbains et suburbains.