



4 ENCOURAGER L'AUTO-DIAGNOSTIC DES STRUCTURES

Par **Frédéric Bourquin**,
Directeur du Département **COSYS**¹

Connaître à chaque instant la capacité d'une structure à porter les charges pour lesquelles on l'a conçue, comme le poids des camions sur un pont ; à détecter l'apparition d'un endommagement, en suivre l'évolution et évaluer son impact sur la résistance de la structure ; à connaître les charges réelles auxquelles les ouvrages sont soumis ; telles sont les perspectives offertes par le contrôle de santé des ouvrages (SHM²).

Les structures de génie civil qui s'auto-diagnostiquent proposent un changement de paradigme en matière de maintenance, aujourd'hui largement régie par l'inspection périodique et la mise sous surveillance progressive en cas de pathologie. L'autodiagnostic permettrait donc de déclencher des inspections détaillées à la demande tout en aidant à caractériser l'évolution de la structure ou de ses chargements, afin de diminuer les coûts au cours de leur cycle de vie. Ces technologies jouent également un rôle clef pour améliorer la viabilité hivernale en aidant à mieux optimiser l'emploi des produits de déverglacage ou les cycles de chauffage des infrastructures critiques. L'autodiagnostic recèle un potentiel encore largement inexploité pour accroître la productivité et la sécurité des travaux publics, comme le percement

des tunnels. Il permet également de mettre en œuvre des systèmes d'amortissement des vibrations pour les structures flexibles comme les ponts à haubans soumis au vent.

De nouvelles approches pour de nouveaux défis

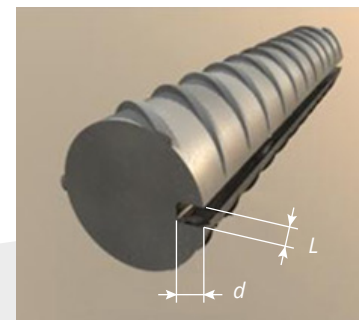
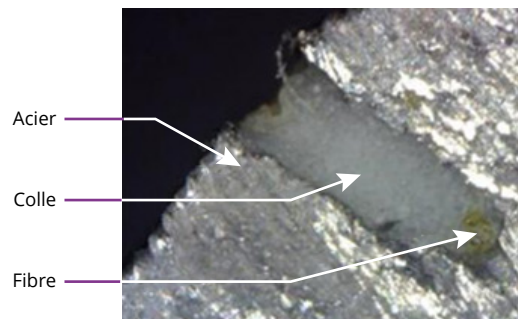
Reposant sur l'alliance étroite des technologies de mesure, des modèles de comportement et des méthodes de traitement de l'information, l'autodiagnostic relève de l'observation des systèmes et constitue en soi un défi scientifique et technologique : l'autodiagnostic ne se décrète pas et engendre un coût potentiellement important. Il nécessite des capteurs en grand nombre et adaptés à tous les phénomènes physiques mis en jeu, des modèles numériques suffisamment fins, des algorithmes rapides pour traiter un très

grand nombre d'informations, des méthodes pour éliminer les effets environnementaux, comme la température ou l'humidité, souvent plus importants et plus visibles que les effets des endommagements auxquels on s'intéresse. Il faut donc mobiliser la science des données pour les structures. Dans le domaine des infrastructures de transport, on privilégiera donc les approches dont le coût n'augmente que modérément avec le linéaire ou la surface des structures à contrôler.

Des opportunités innovantes

À coût raisonnable à partir d'un certain volume d'information traitée, les capteurs innovants en réseaux issus des nanotechnologies, de la photonique (fibres optiques, thermographie infrarouge) ou de la propagation des ondes électriques équiperont massivement les infrastructures, notamment en milieu urbain. Associés aux technologies satellitaires, fixes ou embarqués sur véhicules, ces capteurs induiront, à l'échelle des réseaux, des méthodologies inédites de contrôle de santé à grand rendement des routes, des voies ferrées et des champs d'éoliennes, avec un fort enjeu opérationnel en termes de disponibilité et de maintenance. Les opérateurs du transport pourront plus facilement peser les véhicules en marche, estimer les charges réelles sur les routes et les ponts, et prédire leur durée de vie. Ces capteurs innovants formeront l'infrastructure cyber-physique des systèmes d'information intégrés à la ville, aux infrastructures de tout type, notamment des structures préfabriquées ultra-légères à très hautes performances comme les ponts en matériaux composites. D'innombrables déclinaisons de ces principes contribueront à l'efficacité énergétique de la ville et des systèmes de transports, à l'évaluation en temps réel du fonctionnement urbain en termes de mobilité, d'énergie, de qualité de l'air, des eaux et des sols, de pollution électromagnétique.

Il faut donc mobiliser la science des données pour les structures.



1. COSYS : Département Composants et Systèmes
2. Structural Health Monitoring

