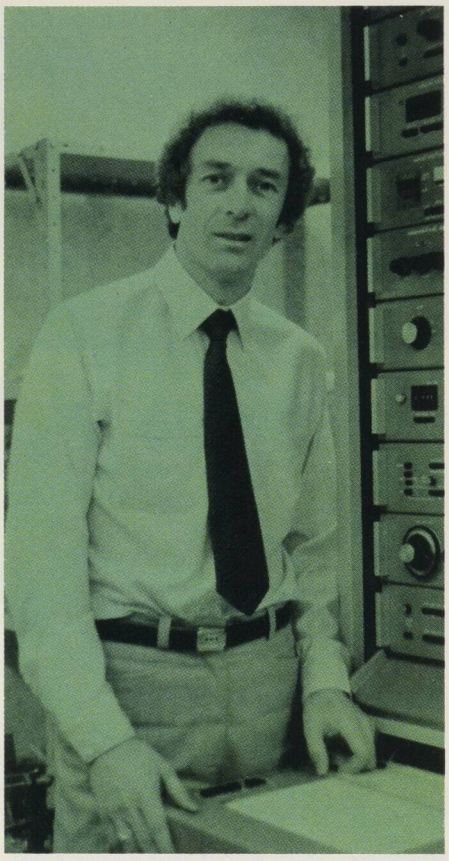
plastiques, Raymond Gauvin et Jean-Pierre Trotignon, alors qu'ils étaient collègues de l'École Polytechnique il y a quelques années, ont conçu une nouvelle machine pour des essais de fatigue en flexion. Notons qu'il existe également des appareils pour des essais de fatigue en traction mais, comme de façon générale, les pièces sont surtout sollicitées en flexion, ce type d'essais a une portée pratique beaucoup plus grande. "Au Canada", explique M. Gauvin, "ces essais sont normalisés par l'*American Society for Testing and Materials* (ASTM). Le test normalisé ne peut admettre qu'un échantillon à la fois, ce qui limite nécessairement le nombre d'essais que l'on peut effectuer." Le principe de l'appareil qu'ils ont mis au point permet de traiter 16 échantillons simultanément, soit 4 échantillons pour chaque poste d'essais au nombre de 4. Les quatre échantillons d'un même poste sont automatiquement soumis aux mêmes conditions, ce qui permet d'obtenir une moyenne de résultats pour une condition donnée et chaque poste permet de simuler des conditions de service différentes.

Grâce à cet appareil, l'équipe de l'IGM étudie l'effet de fatigue dynamique sur des résines pures (l'addition d'adjuvants complique grandement l'étude du comportement de la résine). On sait, par exemple que lorsqu'on applique une contrainte à un échantillon de plastique, une grande partie du travail de déformation est transformée en chaleur à l'intérieur même de l'échantillon. Cette propriété est inhérente aux matériaux *visco-élastiques* que sont les plastiques. Par opposition, les matériaux *élastiques* comme les métaux reprennent la forme et le volume d'origine aussitôt que la force qui s'exerçait sur eux cesse d'agir et de ce fait ne s'échauffent presque pas.

Le plastique étant mauvais conducteur, la chaleur ainsi générée se dissipe très mal. Résultat: on observe une élévation de la température à l'intérieur de la pièce. "Si on fait une analyse mathématique du phénomène qui tienne compte du niveau et de la fréquence de la déformation infligée à la pièce de même que du milieu environnant", enchaîne Raymond Gauvin, "on arrive à calculer la génération de chaleur et la température en tous points. Évidemment, cette génération de chaleur de même que la température ne sont pas uniformes; ainsi, une région plus près de la surface diffusera sa chaleur plus facilement qu'une région plus profonde." C'est en fait dans ce phénomène que réside le noeud du problème: le taux de diffusion de la chaleur dépend de la géométrie de la pièce. Dans la prédiction de la vie d'une pièce, il faut donc trouver un moyen permettant de tenir compte de



Louise Pelland

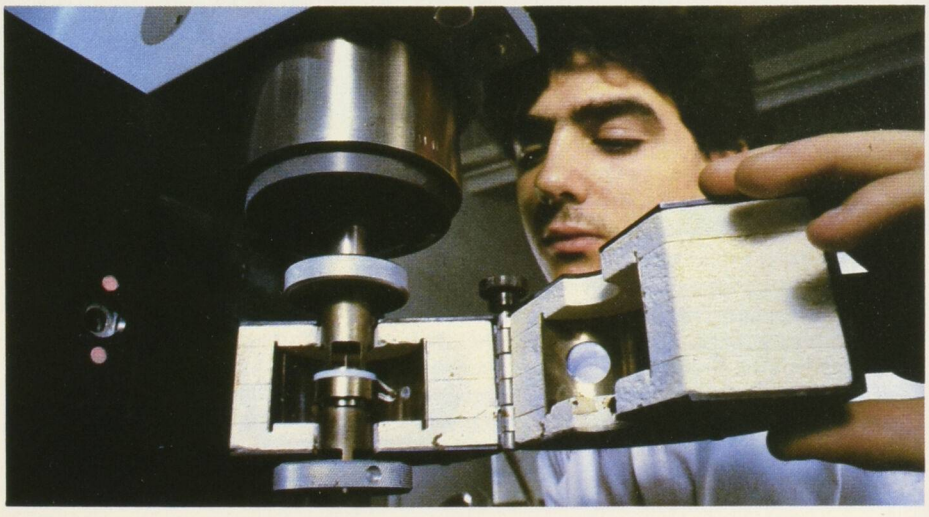
Raymond Gauvin: "Grâce à leur étonnante diversité, les matières plastiques peuvent désormais concurrencer d'autres matériaux dans de nombreuses applications mécaniques."

la forme de la pièce en fonction de sa capacité de diffuser la chaleur générale à l'intérieur. "C'est un problème qui n'existe pas chez les métaux, ceux-ci étant de bons conducteurs de chaleur", souligne M. Gauvin.

Puisqu'il est impossible de réaliser des essais sur toutes les formes possibles et imaginables de pièces, la modélisation sur ordinateur du phénomène de génération et de transfert de chaleur devient une obligation. C'est ce qu'ont fait les chercheurs de l'IGM. "De façon simplifiée, lorsque l'on soumet un échantillon à une contrainte donnée, le modèle mathématique nous décrit ce qui se passe au niveau de la température en tous points de l'échantillon. Avec ce renseignement et la connaissance du comportement du matériau en fonction de la température, il est donc possible de prévoir l'endroit où la fissure est le plus susceptible de démarrer. Donc, si on arrive à prédire pour une géométrie donnée qu'une fissure va se développer sous l'influence d'un certain niveau de contrainte, il est possible d'imaginer une pièce d'une géométrie différente dans un même environnement et, grâce au modèle mathématique développé, d'extrapoler son niveau d'échauffement maximal." Selon M. Gauvin, à partir de cette information, il est possible de déterminer les conditions de chargement que la pièce pourra subir sans danger de rupture. Les chercheurs de l'IGM en arrivent ainsi à prédire la vie d'une pièce à partir des "renseignements" que l'ordinateur restitue.

Bien sûr, la température de la pièce varie avec celle du milieu ambiant. Si, comme le prédit le modèle thermique, l'apparition de la fissure est reliée à la température, les chercheurs pourraient, en abaissant la température du milieu ambiant, retarder son apparition. "Si on poursuit cet argument jusqu'au bout", ajoute M. Gauvin, "plus froid sera le milieu ambiant et plus l'échantillon pourra être sollicité intensément. Bien entendu, dans notre laboratoire nous pouvons manipuler ces conditions de températures; toutefois, les expériences que nous effectuons ne réflètent pas

Des propriétés comme le module de cisaillement peuvent être mesurées en faisant osciller les échantillons à l'intérieur du petit four d'un spectromètre mécanique.



Mark Sandiford