

Les multiples  
**visages**  
de l'optique



# INO multiplie les applications de l'optique pour une foule d'industries

L'optique se prête à une multitude d'applications réellement captivantes dans tous les secteurs de l'industrie. Au cours des dernières décennies, l'optique s'est incontestablement taillé une place dans notre quotidien. La fibre optique utilisée dans les télécommunications en est un exemple illustre, mais il y en a de nombreux autres. Pensons seulement aux télécommandes à infrarouge des appareils audio et vidéo, aux lecteurs de code à barres du supermarché, aux pointeurs laser utilisés pour les présentations, aux phares automobiles plus puissants ou encore aux hologrammes de sécurité sur les cartes de crédit pour déjouer les faussaires. Ces produits sont aujourd'hui devenus des objets du quotidien, mais il fut une époque où ils constituaient des technologies de pointe, développées dans des centres de recherche-développement spécialisés comme celui de l'Institut national d'optique (INO).

Chef de file mondial de la R-D en optique et photonique, l'INO a été fondé en 1988 pour développer de nouveaux secteurs de la technologie optique et pour favoriser le développement économique, en offrant un soutien aux entreprises qui aspiraient à une compétitivité à l'échelle internationale. Les technologies développées dans les laboratoires de l'INO ont beaucoup évolué et couvrent aujourd'hui un large éventail



d'applications dans plusieurs domaines. En plus des applications propres à l'industrie de l'optique et des communications optiques, de nombreuses réalisations ont été développées pour neuf secteurs d'avant-garde : la sécurité et la défense, le secteur manufacturier, la foresterie, le transport, les télécommunications, l'aérospatiale, l'environnement, l'agroalimentaire et la biomédecine. Nous présentons dans ce document quelques exemples d'applications mises au point pour chaque domaine, afin d'illustrer le rôle joué par l'INO. Plusieurs de ces exemples sont issus de contrats de R-D réalisés pour le compte de nos clients.



# Découvrez notre monde

## Une nouvelle image de la sécurité

Depuis un certain temps, les mesures de sécurité se sont radicalement multipliées, notamment dans le domaine du transport. Les points de contrôle sont beaucoup plus rigoureux et plus fréquents. Néanmoins, alors que le grand public accepte de mieux en mieux les contraintes inhérentes à une sécurité accrue, les mesures touchant directement les individus rencontrent certaines difficultés. Aujourd'hui, on assiste à l'émergence de nouvelles technologies qui feront bientôt partie de notre quotidien. L'INO a mis au point deux de ces technologies. D'abord, un brevet conjoint entre Honeywell et l'INO a mené au développement d'un nouveau type de détecteur à infrarouge moyen non refroidi appelé bolomètre.

La technologie de ce bolomètre, qui s'appuie sur le dépôt chimique en phase vapeur VOx ainsi que sur les circuits électroniques, a permis le développement de petites caméras thermiques utilisées pour la surveillance et la détection d'intrusion. Cette même technologie a permis la mise au point d'un dispositif d'acquisition d'empreintes digitales. Ce dernier a l'avantage de faire une lecture numérique des empreintes (qu'on peut ensuite facilement transmettre outre-mer par télécommunication) et de réagir aux différences thermiques du doigt (tissus vivants).

Par ailleurs, l'INO a mis au point un corrélateur optique, lequel est non seulement le plus petit en son genre, mais aussi l'un des moins chers. Grâce au traitement parallèle de l'information inhérent à cette technologie (cadence de 60 images par seconde à ce jour), ce corrélateur optique peut reconnaître des objets parmi des images défilant à haute vitesse. Ainsi, il devient possible de numériser de vastes banques d'images et de les comparer avec des échantillons d'empreintes digitales. Cette technologie pourrait potentiellement servir à créer des banques pour d'autres images, comme des visages humains. Imaginez une caméra fixée dans un aéroport ou dans le hall d'un casino : lorsqu'une personne pénètre dans le champ de la caméra, celle-ci enregistre une image de son visage et la compare à une banque d'individus possiblement indésirables.

De plus, dans le domaine de la surveillance, le système d'imagerie active de l'INO peut détecter et identifier des cibles à une distance de plusieurs kilomètres, même la nuit ou en présence de fumée, de pluie ou de neige. Avec son illuminateur à matrice de diode laser DALIS<sup>®</sup> –un faisceau lumineux invisible et à profil ultraprécis– et avec ses possibilités de crénelage temporel, cette technologie s'est avérée l'une des meilleures au monde.



# Un besoin impératif pour l'industrie

Dans l'industrie manufacturière, le contrôle de la qualité, la gestion des procédés, la classification et l'automatisation sont essentiels à la production d'un produit de qualité, à faible coût. Les nouvelles technologies existent, mais elles demeurent méconnues. Le prix des systèmes est souvent perçu comme inabordable si l'on ne calcule pas la rentabilité potentielle de l'investissement. Cependant, les systèmes optiques deviendront sous peu un impératif dans la plupart des secteurs industriels pour les applications en temps réel, sans contact et non invasives.

Par exemple, dans l'industrie du bois, l'INO a acquis une vaste expertise au cours des huit dernières années dans la détection de défauts de surface tels que les nœuds, la carie, le bois d'aubier et les formations filamenteuses. Ces données servent à classer le bois et à en optimiser le rendement. On a mis au point des capteurs spéciaux qui utilisent la lumière spectrale, la lumière structurée, des données tridimensionnelles et des algorithmes dédiés.

Pour un défaut donné, on atteint un taux de succès de plus de 90 % pour la classification automatique en quatre niveaux dans un environnement industriel en fonctionnement continu.

Pour mesurer à grande vitesse la conformité de la hauteur, du volume et de la forme d'un objet, on a également développé un capteur 3D, le SLP, qui fonctionne comme un détecteur autonome. Les vitesses d'acquisition atteignent jusqu'à 350 profils par seconde avec une résolution verticale de 0,1 mm. Le champ d'application de cet appareil couvre à peu près tous les procédés manufacturiers où l'information 3D est utile.

L'optique trouve sa place dans la production automatisée partout où la matière doit être soudée sans contact, percée, traitée ou coupée rapidement. L'INO maîtrise parfaitement la physique de l'application et a développé plusieurs techniques d'usinage au laser au moyen des lasers à excimères, femtosecondes ( $10^{-15}$ s), YAG et  $CO_2$  pour la transformation du verre, du plastique et des alliages de métal. Les techniques vont de l'ablation à la fusion de ces matières. Des tests ont été faits sur les trous, les arêtes et les bordures. Les avantages de ces techniques comparativement aux procédés mécaniques sont le temps de traitement rapide, l'absence d'usure des instruments et l'absence de contamination, puisque le procédé est sans contact.



# Sur la voie de la réussite

Deuxième pays du monde par son étendue, le Canada n'a d'autre choix que de mettre sur pied et d'entretenir un vaste réseau de transport. L'industrie du transport au Canada, tout comme les gouvernements, a toujours joué un rôle actif pour développer de nouvelles technologies visant à améliorer, à administrer, à évaluer, à réparer et à rendre sécuritaires les installations existantes. L'INO a mis au point de nouvelles technologies dans nombre de ces domaines.

L'INO a développé pour une foule d'applications des dispositifs de vision et de détection optique dans des environnements non contrôlés. Les systèmes mis au point pour le secteur du transport sont souvent exposés à la pluie, à la neige et aux conditions atmosphériques variables qui peuvent en rendre le fonctionnement incertain et inefficace. Depuis l'illumination dédiée jusqu'aux algorithmes optimisés s'appuyant sur la couleur ou la forme, tous les systèmes de l'INO ont été conçus pour donner de bons résultats dans les conditions les plus difficiles.

On a implanté au Port de Montréal un système qui effectue la lecture automatisée des codes ISO sur les conteneurs de marchandises. Faisant appel à un lecteur électronique d'étiquettes, à un capteur de vitesse des trains, à des faisceaux lumineux et à l'illumination, un système à capteurs multiples dirige les informations vers le logiciel OCRail de l'INO. Ce logiciel analyse les données par la segmentation d'image, par la reconnaissance rapide des caractères en plusieurs polices, en contraste et déformés, et par la reconnaissance intelligente des codes ISO au moyen d'information préétablie. Ce système peut être adapté à d'autres applications où la reconnaissance automatisée des caractères se fait à l'extérieur.

Comme nous l'avons mentionné, le réseau routier du Canada est très vaste et il subit chaque année les pires conditions hivernales. Pour conserver son bon état, il est essentiel d'en faire un inventaire précis, en temps réel, si l'on veut établir un ordre de priorités pour l'entretien et les réparations. À cet égard, deux technologies ont été mises de l'avant par l'INO. D'abord, un système laser pour mesurer les ornières sur la chaussée – un capteur 3D reposant sur la triangulation des lignes laser – a été mis au point pour l'acquisition de profils transversaux et pour la détection des ornières avec une précision de 1 mm de profondeur sur une surface de 4 m de largeur. L'opération se fait à partir d'un camion circulant à une vitesse pouvant atteindre 100 km/h. À ce jour, cette technologie n'a pas son égal et les responsables du transport utilisent le système de l'INO comme point de référence. De plus, l'INO travaille au développement d'un système de détection active des panneaux routiers qui s'appuie sur l'infrarouge et sur la reconnaissance des formes et des couleurs. Les images vidéo captées par un camion d'inspection sont jumelées aux données de vitesse et à un GPS (système de positionnement global) pour un traitement différé. À des fins d'inventaire, les données de détection, de reconnaissance et d'identification sont ensuite analysées en association avec la longitude et la latitude enregistrées.

Une autre application, plus pertinente dans la vie de tous les jours, est l'éclairage routier à diodes électroluminescentes, lequel répond aux normes existantes et a l'avantage de consommer peu d'énergie et de durer longtemps. L'expertise de l'INO en matière de conception et de fabrication compte également d'autres systèmes d'éclairage non imageurs à base de diodes électroluminescentes (DEL) qui devraient permettre à nos clients d'être plus concurrentiels.

# Le summum en matière d'optique et de communications

Dans le domaine des communications optiques, notre contribution s'étend des composants optiques aux systèmes optiques. Plus précisément, l'INO a développé une grande capacité à générer de nombreux types de fibres optiques utilisées pour des applications spécifiques sur le réseau de communication. Certaines fibres ont pour but d'atténuer la propagation non désirée de la lumière, alors que d'autres sont conçues pour amplifier l'énergie transférée à travers une fibre optique pour les communications sur de longues distances. Nos fibres photosensibles réagissent à la lumière afin de contrôler le spectre transféré et de produire des filtres spectraux. En outre, la technologie de transformation des matériaux que nous avons mise sur pied peut être appliquée à la commutation de données optiques ou intégrée à de l'équipement plus complexe tel que des lasers à fibre ou des amplificateurs à fibre.

Dans nos installations d'optique diffractive, de gravure et de revêtement, nous avons également développé une technologie de masques de phase à la fine pointe qui se veut le point de départ pour la fabrication des réseaux de Bragg sur fibre utilisés pour les systèmes de communication WDM, la mise en forme de signaux spectraux et le conditionnement.

Dans nos salles blanches, nous avons élaboré des procédés de classe mondiale pour les matériaux de type CMOS. Par exemple, l'INO a créé une gamme de micromiroirs (taille de pixel : 0,025 mm) qui se sont révélés parmi les modulateurs spatiaux de lumière les plus rapides du monde (temps de commutation de moins de 5 microsecondes). Ces micromiroirs connaissent des applications dans l'industrie du divertissement, dans le domaine du cinéma électronique (simulation) et dans les téléviseurs à ultra-haute résolution.



Photo Courtesy of Gemini Observatory

## Des possibilités infinies

La science de l'exploration de notre univers requiert le développement et l'essai d'une technologie novatrice. Les dimensions et les distances sont vastes, tandis que le besoin de précision et de sensibilité est très grand. Le groupe de conception de systèmes optiques de l'INO, le plus important du genre au Canada, a créé une caméra à imagerie cryogénique pour le télescope Canada-France-Hawaï. Cette caméra est combinée à la plus grande caméra infrarouge du monde et elle est conçue pour fonctionner à -200 °C. Le projet, qui en est maintenant à l'étape de la fabrication, sera testé à Hawaï afin de recueillir des images de qualité supérieure. L'INO travaille également à la conception d'une caméra infrarouge qui servira à observer la Terre par satellite.

## Préserver aujourd'hui l'environnement de demain



Les réalisations de l'INO pour la santé vont au-delà de l'instrumentation médicale. En effet, ses technologies permettent également d'aider à prévenir des maladies ou des accidents potentiels en surveillant l'environnement. Par exemple, le lidar à fibre industriel de l'INO peut surveiller en continu les particules en suspension dans l'air, permettant ainsi une protection télécommandée de l'environnement. Une alarme est déclenchée lorsque le lidar détecte des concentrations de poussière de seulement 10 microgrammes par mètre cube dans un rayon de plusieurs centaines de mètres. L'INO travaille actuellement sur une version du lidar qui, en plus de détecter la concentration de particules dans la poussière ou les nuages, peut également déterminer la taille de ces particules. La détection de polluants gazeux, tels que les oxydes d'azote (NOx) et les oxydes de soufre (SOx), est également à l'étude.

De plus, au cours des dernières années, un système de vision spectroscopique a été mis sur pied dans le but de trier les contenants de plastique par type de plastique. Ce système repose sur la spectroscopie proche infrarouge, qui permet d'identifier la signature spectrale unique à chaque type de plastique.

Par le biais de l'analyse d'images, divers plastiques domestiques peuvent également être classés à partir de données sur la forme à l'aide de la logique floue, même si l'information disponible n'est que partielle dans la plupart des cas.

## Nouveau regard sur l'agroalimentaire

Les technologies mises au point dans le domaine médical, environnemental ou manufacturier peuvent également être appliquées aux industries de l'alimentation et de l'agriculture. D'autres technologies sont également en développement à l'INO, notamment un système reposant sur la fluorescence induite destiné à la détection de particules pathogènes (bactéries) sur les aliments ou tout équipement connexe. Cette technologie, qui exploite le fait que tous les agents biologiques peuvent fluorescer à un niveau donné dans des conditions d'éclairement contrôlées, peut être utilisée pour surveiller l'activité photosynthétique de plantes afin d'obtenir de l'information sur leur état d'activité et sur leur résistance.

Les mesures de la teneur en glucose peuvent également s'avérer intéressantes pour la fabrication des aliments. La première application qui nous vient à l'esprit est la transformation du sucre en alcool. L'INO a créé un capteur à fibre optique qui peut détecter avec un degré de précision très élevé (0,0001) les moindres changements à l'indice de réfraction et qui peut, par conséquent, mesurer les plus infimes changements de concentration. Le capteur est très résistant aux changements de température et aux conditions difficiles.



# Une médecine toujours plus perfectionnée

La décontamination, la stérilisation, le caractère non invasif, la fiabilité et la facilité d'utilisation sont autant de propriétés que l'on recherche dans des instruments médicaux. L'optique peut répondre de multiples façons aux besoins de cette industrie en pleine expansion.

En fait, un nouveau système d'épilation à diode laser a été développé à l'INO. Cette technologie permet aux utilisateurs d'atteindre le rendement désiré tout en réduisant au minimum la douleur et en maximisant l'efficacité.

De plus, les chercheurs de l'INO ont mis au point un nouveau système de mammographie au laser pour la détection du cancer du sein. Ce système, basé sur des impulsions laser ultracourtes et sur les propriétés physiques et chimiques de l'interaction de la lumière avec le tissu vivant, en est maintenant au stade clinique. Entre autres avantages, on compte la différenciation absorptive et diffuse des tissus ainsi que la diminution significative de la compression de la poitrine durant l'examen.

L'INO a conçu et fabriqué un objectif à haute résolution, rapide et compact, à des fins d'imagerie numérique pour les radiographies par rayons X. Ce système peut désormais produire des images radiologiques numériques de bonne qualité à de faibles niveaux d'irradiation. Ces images peuvent être rehaussées davantage et transmises par réseau, contrairement aux radiologies ordinaires qui doivent être développées sur des transparents et que l'on ne peut manipuler immédiatement.

Au fil des ans, l'INO et ses partenaires innovateurs ont développé un large éventail de technologies et de systèmes optoélectroniques pouvant être appliqués à divers domaines d'activités. Cependant, de nombreuses autres possibilités n'ont pas encore été envisagées dans certains domaines comme les ressources minérales, la pêche, l'énergie et le divertissement, pour n'en nommer que quelques-uns. L'expertise très vaste acquise par l'INO depuis près de deux décennies en matière de R-D en optique et photonique peut, dans plusieurs cas, être transférée d'un domaine à un autre. Comme de plus en plus d'entreprises sont conscientes de l'impact positif des technologies optiques et photoniques sur l'amélioration de leur compétitivité à l'échelle internationale, ces technologies continueront de s'étendre à d'autres champs d'application. Imaginez !



# À propos de l'INO

Chef de file international dans son domaine, l'INO est le plus important centre d'expertise en optique et photonique au Canada et se classe parmi les plus importants en Amérique. L'INO a connu une progression remarquable de ses activités de recherche et développement en faveur de l'industrie ainsi que dans l'établissement de ses compétences scientifiques à l'échelle internationale depuis le début de ses opérations en 1988. Toujours en quête de l'excellence scientifique, l'INO a aussi pour objectif de satisfaire les besoins de sa clientèle. De par ses réalisations, il a su s'imposer comme le partenaire de choix de l'industrie, caractérisé par sa capacité de s'adapter aux besoins des entreprises sans égard à leur taille ou à leur champ d'activité.

Par le développement de nouveaux produits et procédés et par l'accès à un niveau élevé d'expertise, l'INO dispense aux PME et aux grandes entreprises des produits et des services en optique et photonique qui leur permettent de jouir d'un apport stratégique à leur compétitivité sur la scène internationale.



MAÎTRISER LA LUMIÈRE  
POUR NOS PARTENAIRES