

Du point de vue purement physique, les instruments employant des longueurs d'onde plus grande qu'un millimètre environ sont principalement des appareils "électroniques", et ils interceptent ou émettent des signaux grâce à des antennes; si les longueurs d'onde se situent entre un millimètre et cinquante nanomètres à peu près, on parle surtout d'instruments "optiques" faisant appel à des techniques d'optique géométrique et à la diffraction. Sous le seuil des cinquante nanomètres, les appareils fonctionnent selon les principes de la physique des particules; ils observent les interactions entre le capteur même et des ondes ou particules bien déterminées. Pour observer la surface de la terre depuis un satellite, on ne peut employer que les ondes non absorbées par l'atmosphère. Ces ondes appartiennent à des zones du spectre qu'on décrit souvent comme étant des "fenêtres". La lumière visible, les rayons infrarouges (longueur d'onde d'environ dix microns), la plupart des micro-ondes et les ondes plus longues de l'ultraviolet passent toutes par ces "fenêtres".¹⁵

On pourrait classer les instruments de la façon suivante :

- détecteurs ou imageurs;
- appareils actifs ou passifs.

Un *détecteur* capte les rayons électromagnétiques d'une certaine intensité ayant telle ou telle longueur d'onde, mais il ne fournit aucun détail spatial. On peut cependant exploiter le mouvement du satellite ou de l'avion afin de créer des images à faible résolution, et cela suffit pour accomplir bien des tâches de surveillance. Parmi les détecteurs, citons ici le radiomètre, à titre d'exemple. Un *imageur* est en quelque sorte un détecteur qui obtient aussi des détails explicites sur les caractéristiques dimensionnelles de la cible, détails qu'on peut ensuite convertir en images. Une caméra appartient à la catégorie des imageurs.

Les instruments passifs interceptent des ondes provenant indépendamment de la cible. Dans cette catégorie, on retrouve les caméras, les télescopes, les radiomètres et les spectromètres, par exemple. Quant à eux, les instruments actifs émettent d'abord une onde vers la cible, puis ils captent l'écho que celle-ci renvoie et qui fournit l'information voulue. Les radars, les lidars et les sondeurs électromagnétiques, pour ne citer que ceux-là, sont des capteurs actifs.

LES INSTRUMENTS DÉPLOYÉS DANS L'ESPACE ET LES CAPACITÉS DU CANADA

Instruments optiques—Spectre visible

Cette catégorie comprend notamment les télescopes, les caméras, les spectromètres et les interféromètres. La résolution est définie comme étant le

plus petit intervalle au sol que l'instrument peut discerner. Le pouvoir de résolution est habituellement limité par la capacité de la surface sensible de distinguer les détails, quel que soit le degré de précision des éléments optiques. Pour l'imagerie électronique, on emploie des dispositifs à couplage de charge (CCD) ou des micro-circuits semblables à semi-conducteurs. Un CCD s'apparente à la rétine, et sa surface sensible compte environ un million de facettes distinctes appelées "pixels" et organisées pour former une matrice rectangulaire. La résolution de ces instruments dépend des dimensions du pixel qui mesure généralement entre cinq et trente microns. De la même manière, dans une caméra ordinaire, c'est le "grenu" de la pellicule qui limite la résolution.

La résolution spatiale (r) d'un instrument optique est fonction de quatre éléments distincts, à savoir la distance entre l'objet et la surface sensible (h) de l'instrument, la taille des pixels ou le grenu de la pellicule, la taille (d) de l'objet, et la distance focale (f), selon la formule géométrique suivante :

$$r = \frac{h \times d}{f}$$

Par exemple, si un satellite de vérification est placé en orbite à 400 kilomètres d'altitude et qu'on y installe un dispositif CCD dont les pixels mesurent 10 microns, alors la résolution sera d'un mètre moyennant une distance focale de 4 mètres. C'est là une grande distance focale, mais elle est réalisable, car elle est conforme à celles qu'on retrouve à bord des satellites espions actuels. Si l'on employait des "appareils optiques repliés", la longueur physique totale serait moindre. Les variations de l'atmosphère terrestre, les effets spectraux, les pertes par réflexion et d'autres phénomènes encore limitent en fait la résolution qu'il est possible d'obtenir, géométriquement parlant.

Le Canada possède des centres de recherche industriels, universitaires et gouvernementaux dans le domaine de l'optique. Ainsi, un certain nombre d'entreprises privées fabriquent des appareils optiques de précision, et plusieurs universités (l'université Laval, à Québec, par exemple) sont très connues à cause des recherches qu'elles mènent dans cette discipline. L'Observatoire Dominion du CNR, situé à Victoria, compte parmi les établissements qui ont mis au point des systèmes optiques complexes basés au sol; citons notamment un laser dirigé vers la lune, un système astronomique portable destiné à l'Arabie saoudite, et la participation à un projet canado-franco-américain portant sur la construction d'un télescope de 3,6 mètres sur le mont Mauna Kea, à Hawaii. En vertu d'un contrat obtenu du CNR, une société d'Ottawa a créé une caméra perfectionnée à dispositif CCD sensible aux