



MEMOIRE DE STRATEGIE

« IMPACT DE L'IMAGERIE SPATIALE COMMERCIALE SUR LA SECURITE INTERNATIONALE »

CDT LEGAI Pascal

7^{ème} Promotion CID - 1999-2000
Division C

15 mars 2000

FICHE DE PRESENTATION

- 1- Impact de l'imagerie spatiale commerciale sur la sécurité internationale
- 2- Commandant LEGAI Pascal
- 3- 15 mars 2000
- 4- Division C
- 5- Mémoire de stratégie

La diffusion d'images spatiales commerciales avec des résolutions jusque là réservées à la seule utilisation des Etats pourrait remettre en cause la sécurité internationale dans ses dimensions militaire, politique, économique, scientifique et technique, socio-culturelle et environnementale.

Jusqu'à un passé récent, l'imagerie spatiale à haute résolution constituait un des attributs de souveraineté d'un Etat: appréciation autonome des situations, crédibilité internationale par ce savoir-faire technologique, arme politique et diplomatique (contrôle du désarmement, transparence –traité ciel ouvert- donc confiance), renseignement aux niveaux stratégique, opératif et tactique (opérations militaires).

La diffusion plus large de telles images, sous la pression commerciale et les applications civiles toujours plus nombreuses, peut faire craindre à une remise en cause du jeu interétatique traditionnel. Les gouvernements possesseurs de systèmes satellitaires imageurs cherchent donc à se prémunir contre des risques éventuels par les voies législatives ou contractuelles, et un contrôle permanent sur cette diffusion et sur les moyens d'exploiter les images.

Ce mémoire tend à démontrer que la diffusion de l'imagerie spatiale commerciale à haute résolution procure plus d'avantages à l'humanité que d'inconvénients, et contribue par là même à un mieux-être de l'humanité.

- 6- Mots-clés : image spatiale, imagerie, observation spatiale, renseignement, sécurité, télédétection.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	p.3
Les premiers développements de l'observation depuis l'espace	p.3
Un milieu favorable à l'imagerie	p.5
L'image spatiale comme instrument de puissance	p.6
Une contribution précoce à la paix	p.7
La problématique du changement	p.8
I- L'EVOLUTION DE L'INTERET PORTE A L'IMAGERIE SPATIALE	p.9
I- 1 Les signes annonciateurs du changement	p.9
Les besoins expérimentaux	p.9
Un domaine de coopération	p.10
Des champs d'applications variés	p.12
I-2 Les forces du marché	p.13
La pression commerciale	p.13
Les types de clients	p.15
Les initiatives gouvernementales : l'exemple américain	p.15
La position du droit	p.17
II- LES CONSEQUENCES DE LA DIFFUSION DE L'IMAGERIE COMMERCIALE	p.19
II-1 La dimension sécuritaire du problème	p.19
La caractérisation de la notion de sécurité internationale	p.19
Les paramètres de la sécurité affectés par la diffusion d'images	p.21
II-2 Les limitations du marché	p.22
Les réalités de la diffusion	p.22
Les moyens nécessaires à l'exploitation d'une image	p.25
CONCLUSION	p.27
Annexes	p.31
Bibliographie	p.33

INTRODUCTION

L'accès à l'espace a permis une visualisation et une compréhension meilleure de la géographie terrestre car il offre une vision beaucoup plus globale. Aymeric Chauprade¹ écrit dans son introduction à l'analyse géopolitique : *l'observation satellitaire, militaire ou civile, tend à accentuer et affiner l'utilisation possible de la géographie par les stratèges. Dans le même temps, l'observation satellitaire contribue à dévaluer les lieux géographiques traditionnellement utilisés pour dissimuler les potentiels de puissance. L'œil regarde dans les coins les plus reculés des territoires et cet espionnage microscopique ouvre les territoires à la connaissance des puissances disposant de moyens satellitaires.*

La dimension aérienne qui s'appuie sur les informations de la dimension spatiale, peut alors agir de manière « ciblée » et pénétrer en profondeur des territoires pour frapper des sites stratégiques.

L'espace inaugure à la fois le recul du territoire en le dévoilant, et son triomphe en augmentant le poids des déterminismes géographiques dans les stratégies.

Ces considérations sont d'ordre *géopolitique*² et soulignent, d'une part, l'intérêt de l'observation satellitaire comme prolongement de la troisième dimension aérienne (la stratégie spatiale est qualifiée de quatrième dimension), mais à un niveau stratégique, et, d'autre part, offre un avantage décisif en matière d'espionnage aux puissances qui disposent de moyens satellitaires. Il devient dès lors naturel, d'étudier l'impact d'une diffusion toujours plus large de l'imagerie commerciale sur les paramètres qui composent la sécurité internationale, par les délais, et les conditions d'accessibilité aux images au profit des puissances sans systèmes propres.

Les premiers développements de l'observation depuis l'espace

Les premiers engins expédiés dans l'espace ne datent que des années 1950, les premières applications militaires, limitées à la fonction observation, des années 60³. La dimension spatiale porte à l'extrême un double phénomène déjà observé à propos de la dimension aérienne : la dilatation de l'espace et la contraction du temps.

La guerre froide a été l'occasion de nombreuses batailles plus sournoises que l'escalade nucléaire ou la conquête humaine de l'espace. Celle du renseignement stratégique reste marquée par certains épisodes comme celui de l'avion U2 abattu lors de son survol de l'URSS, ou celui des photographies de Cuba brandies en 1962 par le président Kennedy. Dès cette époque, la course aux capteurs placés dans la troisième dimension était lancée. Côté

¹ Aymeric CHAUPRADE, Introduction à l'analyse géopolitique, pp.256-257, Ed. Ellipses, Paris, 1999.

² François THUAL, directeur d'études au Collège Interarmées de Défense, circonscrit la notion de géopolitique à un champ, des outils et une méthode. Ce n'est pas une science, mais c'est un savoir. Le champ de la géopolitique est l'identification des conflits et des constantes de la conflictualité, en général, sur la longue durée. Ces constantes sont de trois ordres : l'identitaire dans le sens ethnico-national ou confessionnel ; l'économique dans le sens de captations des richesses, des matières premières et des moyens de contrôler la circulation de ces matières premières ; enfin, les impératifs stratégiques de contrôle des zones géographiques qui sont des accidents terrestres (détroits, vallées, cols, bassins fluviaux, embouchures, etc.) et qui permettent un accroissement de puissance.

³ La première image de la terre depuis un satellite a été acquise par le satellite américain Explorer 6, lancé le 7 août 1959.

américain, le SR71, capable de voler à mach 3 dès 1970 et donc difficile à intercepter, a succédé au U2. La rapidité fulgurante des progrès de la défense aérienne de l'URSS rendant le survol aérien très délicat, les Etats-Unis, sans abandonner l'aviation de reconnaissance, comme leurs concurrents, misèrent sur les satellites espions. Le système le plus connu fut le *Big Bird*, dont les pellicules étaient récupérées par des avions de la CIA équipés de grands filets. Enfin, derniers nés, les satellites *Key Hole* et le satellite radar Lacrosse, monstres mis sur orbite par la navette, relayés par satellite de transmissions de données, se sont illustrés pendant la guerre du Golfe. Pendant trente ans ces systèmes ont joués des rôles de premier plan. Les sommes investies furent gigantesques. L'histoire du *Key Hole* a longuement et lourdement pesé sur les plus hautes instances des Etats-Unis. Aujourd'hui encore ce programme reste secret.

Historiquement, l'espace a d'abord été conçu comme un lieu d'observation. Dès 1946, la Rand⁴ Corporation s'est intéressée à la « reconnaissance non conventionnelle » par des satellites lancés par des fusées Atlas. Les études entreprises ont conclu à la faisabilité d'un tel projet et l'US Air Force a lancé, en 1955, un appel d'offres qui a abouti à la mise au point des satellites Samos⁵. Les Etats-Unis ont ainsi lancé leur premier satellite de reconnaissance Discoverer XIII en août 1956 depuis la base de Cap Vandenberg en Californie. Quatorze autres satellites Discoverer ont été lancés dans l'année qui a suivi, avec des durées de vie très courtes (de quelques heures à quelques jours). En janvier 1961, après un premier échec, un satellite Samos II a été placé sur orbite.

M. Coutau-Bégarie⁶ précise que l'impact des premiers satellites de reconnaissance a été considérable : « trois mois avant le lancement de Discoverer XIII, l'avion espion U2 de Gary Powers avait été abattu au-dessus de l'Union Soviétique, ouvrant une crise internationale sérieuse et contraignant le président Eisenhower à ordonner la suspension des vols. Les satellites ont permis de reprendre la surveillance du territoire soviétique, sans risquer une nouvelle crise ».

James S. Coolbaugh⁷, était l'un des tous premiers officiers de l'US Air Force à travailler sur le premier programme de satellites de reconnaissance américain, dénommé CORONA. En février 1995, il lève le voile sur ces travaux initiaux après une période de secret imposé de 50 ans, dont l'essentiel a été le fait, non de généraux ou des officiers de la Maison Blanche, mais par une équipe d'officiers subalternes dont il faisait parti. Le premier satellite de la série CORONA a été lancé le 21 janvier 1959, soit un peu plus de quinze mois après le lancement de Sputnik par les soviétiques. Les études de faisabilité de la RAND Corporation démontre l'intérêt militaire d'un tel satellite pour la reconnaissance. Ces rapports indiquent que la reconnaissance par satellite – détermination et localisation de cibles – est adapté au pouvoir de résolution bientôt disponible pour les systèmes de télévision par satellite. Une charge utile de 500 kilogrammes permet de détecter des objets d'une dimension voisine de 60 mètres. Qu'à terme, la résolution la meilleure n'excédera pas 15 mètres. Ce développement d'un programme satellite a été accéléré, pour partie, par la réactivation du programme de fusée ballistique Atlas en 1951, pour lui adjoindre une charge utile dédiée au renseignement. Ce programme de passager à finalité de renseignement porte le nom de *Weapon System 117L*.

⁴ RAND = Research ANd Development.

⁵ Gerald M. STEINBERG, *Satellite Reconnaissance*, New York, Praeger, 1983.

⁶ Hervé COUTAU-BEGARIE, *Traité de Stratégie*, 2^{ème} édition, p. 845, Economica, Paris, 1999.

⁷ James S. COOLBAUGH, *Genesis of the USAF's first satellite programme*, *The journal of the Interplanetary Society*, vol. 51, pp. 283-300, 1998.

Découvert par accident lors des missions GEMINI et APOLLO dans les années 60, l'intérêt de l'observation de la Terre à partir de l'espace extra-atmosphérique s'est révélé dans le domaine de la météorologie avec le lancement dans la même période, des premiers satellites américains et soviétiques d'observation météorologique (formation des nuages, fronts et autres phénomènes), avant même de satisfaire les besoins en renseignement, comme le rappelle Mark Williamson⁸. Le premier satellite dédié à la météorologie, baptisé TIROS 1, a été suivi d'une série de 19 satellites mis en orbite par les américains dans les années 60. Avant même le premier vol habité américain dans la capsule Mercury, plusieurs vols suborbitaux (trajectoires ballistiques) ont embarqué des caméras. En septembre 1961, par exemple, Mercury MA-4 a pris des photos⁹ de l'ouragan Debbie. Ces photos ont largement démontré le potentiel d'observation de la terre depuis une plate-forme spatiale, en particulier dans le cas des orbites basses (LEO = Low Earth Orbit). Elles ont également démontré que l'orbite idéale permettant de couvrir au mieux la planète, correspond à une forte inclinaison par rapport au plan de l'équateur (pratiquement polaire) et héliosynchrone¹⁰.

Le succès de la série des satellites expérimentaux TIROS, devait donner naissance à des satellites plus opérationnels. Le manque de maturité technologique, en particulier en matière de capteurs, pour un système satellitaire opérationnel a conduit la NASA¹¹ à développer sept satellites de la série NIMBUS à des fins de validation. Le premier satellite de la série a été lancé le 28 août 1964, quelques mois avant TIROS 9, et le septième en Octobre 1978.

Le programme NIMBUS a pris le nom de ERTS (Earth Resources Technology Satellite), et par la suite rebaptisé LANDSAT¹², le satellite imageur américain le plus important pendant de nombreuses années. NIMBUS 1 a fourni les premières images de nuages et de la surface terrestre, qualifiées de « haute résolution » dans les bandes optique et infrarouge. Les cartographes ont pu ainsi corriger la localisation du mont Siple, un pic de 3000 mètres de hauteur situé en Antarctique et utilisé par les pilotes comme aide à la navigation. Les mesures antérieures effectuées par avion avaient introduit une erreur en position de près de 72 kilomètres.

Un milieu favorable à l'imagerie

Le milieu spatial, débute aux alentours de 20 000 mètres, zone de raréfaction de l'atmosphère, mais dont les frottements des résidus de la couche atmosphérique ralentissent et peuvent détruire les satellites. Ces derniers ne peuvent véritablement évoluer qu'à partir d'une altitude de 200 km au moins. L'espace extra-atmosphérique constitue une unité d'un point de vue physique, mais se décompose d'un point de vue géostratégique en trois secteurs au moins : l'espace circumterrestre jusqu'à 40 000 km (orbite elliptique de type Molnya des

⁸ Mark WILLIAMSON, *The Early Development of Earth Observation Satellites*, vol. 7, n°2, pp. 6-15, 1998, *Earth Space Review*.

⁹ Le langage courant confond les termes « photographie » et « image ». D'un point de vue technique, la photographie a été obtenue par l'impression photonique d'un film sur support argentique via une chambre de prise de vue, alors que l'image est un produit numérique obtenu le plus souvent par des capteurs de type CCD (Charge Coupled Device).

¹⁰ Héliosynchrone signifie que le satellite passe à la verticale d'un point donné de la terre à la même heure locale.

¹¹ National Aeronautics and Space Administration.

¹² LANDSAT n'est pas un acronyme, mais un nom descriptif signifiant l'étude du sol par satellite.

satellites soviétiques), l'espace lunaire et l'espace lointain. Ces deux derniers espaces ne concernent pas la présente étude.

L'observation à partir de l'espace donne accès à toute région de la planète de façon répétitive, sans contrainte et dans le strict respect du droit international. Cette capacité nouvelle permet de prévenir les crises avant d'avoir à les gérer et d'évaluer les risques avant qu'ils ne prennent la forme de menaces.

La transparence du milieu permet de positionner précisément les satellites en orbite, connaissance qui permet éventuellement de se dissimuler au regard des « yeux spatiaux ». Pour l'heure, il n'existe pas de traité de non prolifération spatiale. Les engins ne peuvent s'écarter de leur orbite, à moins de manœuvres coûteuses en énergie. L'énergie embarquée, sous forme d'ergols principalement, est réservée prioritairement à la mise en œuvre de télémesures et de télécommandes pour maintenir un satellite en orbite stable et lutter ainsi contre les perturbations naturelles. Ces capacités de manœuvre autorisent aujourd'hui le maintien en orbite pendant des périodes très longues, contrairement aux durées de vie de quelques jours des premiers satellites. De plus, les satellites défilent très rapidement (le tour de la Terre en 110 minutes en orbite circulaire à 900 km). Enfin, d'un point de vue juridique, l'espace est libre et ouvert à tous, à la différence de l'espace aérien. L'avion espion U2 américain abattu ouvrait l'ère du satellite espion. Le cadre juridique de l'espace constituait donc un cadre légal au traité SALT 1 de 1972. Le droit international s'est efforcé de limiter cette liberté absolue en créant le principe d'utilisation « pacifique » de l'espace. Toutefois, la Conférence du désarmement et le Comité sur l'usage pacifique de l'espace n'ont pas obtenu de résultats concrets.

Le traité de 1967 pose la notion de « à des fins exclusivement pacifiques » sans la préciser. Elle ne signifie pas une démilitarisation de l'espace, puisque la légitime défense peut être considérée comme une utilisation pacifique. Tout ce qui n'est pas interdit se trouve implicitement autorisé.

La principale caractéristique du milieu spatial selon Hervé Coutau-Bégarie¹³, par rapport aux autres milieux est, dans l'état actuel et prévisible des moyens, la prédominance des systèmes passifs sur les systèmes actifs (ou agressifs). Les satellites d'observation ont été, en effet, jusqu'à ce jour principalement de type optique ou infrarouge, et dans une moindre mesure radar. Les satellites optiques Big Bird, puis Key Hole américains.

L'image spatiale comme instrument de puissance

L'image satellite a jusqu'alors constitué un instrument de souveraineté des Etats. Elle fournit, en effet, à l'Etat possesseur d'un système satellitaire, une capacité autonome d'appréciation des situations propre à asseoir sa souveraineté dans le concert des nations. Le futurologue Alvin Toffler¹⁴ montre très bien que le savoir est à mettre aujourd'hui en tête de tous les pouvoirs, qui se manifestent sous trois formes : la violence, la richesse et le savoir. L'information a toujours constitué une véritable matière première stratégique désormais indispensable aussi bien aux chefs d'entreprise pour assurer la conquête des marchés qu'aux gouvernements pour garantir leur liberté d'appréciation, préalable indispensable à l'autonomie de décision et au succès de toute politique. Seuls les deux grands (URSS et USA) disposaient du pouvoir que donne le savoir spatial.

¹³ Hervé COUTAU-BEGARIE, Traité de stratégie, 2^{ème} édition, p.843, Ed. Economica, Paris, 1999.

¹⁴ Alvin TOFFLER, Les nouveaux pouvoirs, Ed. Fayard.

Une contribution précoce à la paix

Hervé Coutau-Bégarie rapporte¹⁵ que *les tous premiers satellites d'observation américains ont permis de constater très rapidement que les proclamations de Khrouchtchev sur la mise en service de plusieurs centaines de missiles intercontinentaux, complaisamment relayée et amplifiée par la CIA et par le Pentagone, n'étaient que du bluff et que le missile gap, qui avait tant agité la communauté stratégique américaine depuis le milieu des années 50, n'existait tout simplement pas. Les soviétiques, après avoir protesté contre de tels vols, se sont inclinés et ont développé à leur tour une capacité d'observation avec les satellites Cosmos.* Ces capacités préfigurent clairement, le rôle futur de transparence, et donc de confiance qui pouvaient découler des capteurs spatiaux. L'attitude, ou les allégations des autorités d'un Etat pouvaient être battues en brèches par la preuve image. L'image devenait ainsi un outil diplomatique.

Loin de devenir inutiles avec la fin de la guerre froide, les satellites-espions changent de rôle. Ils deviennent des « juges de paix » par la surveillance des crises et la limitation des risques d'escalade. Grâce à l'exploitation de leurs observations dans un concept d'arbitrage, nul ne peut engager la moindre action belliqueuse sans que tous en soient avertis dans des délais extrêmement bref.

L'impossibilité de dissimuler durablement des installations d'une certaine ampleur, ainsi que la capacité à déterminer, au moins sur un plan quantitatif, le potentiel militaire d'un pays, fait naître dès cette époque l'idée de sécurité par la transparence. L'idée de souveraineté également apparaît clairement, car celui qui dispose de l'information possède un avantage considérable par rapport à ceux qui en sont démunis. L'OTAN est dépendante des informations fournies par les Etats-Unis. Ces derniers s'emploient d'ailleurs à tenir en échec les velléités d'affranchissement de certains pays européens, qui hésitent à acquérir un système satellitaire propre compte tenu des coûts.

La notion d'Etat¹⁶ est majeure, car l'imagerie reste un instrument de souveraineté, et seule la volonté des Etats permettra d'ériger l'imagerie comme un instrument de sécurité internationale. En effet, la crise du Kosovo a confirmé l'importance des fonctions de renseignement mais a également montré leur antinomie puisque le renseignement reste avant tout national même au sein d'une alliance ou d'une coalition¹⁷. Le développement d'organismes internationaux ou multinationaux (Centre Satellitaire de l'UEO, système Hélios 1) au service de la sécurité internationale, ne peut résulter que de la volonté des Etats d'abandonner une part de leur souveraineté.

¹⁵ Ibidem.

¹⁶ La notion d'Etat-Nation apparaît au XVIème siècle. Elle suppose un peuple, un ordre spatial et des frontières. Entité pacifiée à l'intérieur, souveraine à l'extérieur, son pouvoir souverain est la guerre –justement nommée « affaire d'Etat »-, elle constitue le cadre essentiel de l'activité politique de l'humanité jusqu'à la chute du mur de Berlin.

Cité dans : Défense et défis nouveaux, Dictionnaire technique et critique des nouvelles menaces, sous la direction de Xavier RAUFER, Laboratoire du CHEAr, Ed. PUF, Paris, 1998.

¹⁷ Kosovo : une guerre d'exceptions, Rapport d'information n°2022 de l'Assemblée Nationale.

La problématique du changement

Trois sociétés privées américaines (Space Imaging EOSAT, EarthWatch, Orbimage) se proposent de commercialiser des images de la gamme optique à une résolution métrique suite à la directive politique du Président Clinton de 1994 (PDD-23¹⁸). La société Space Imaging EOSAT, avec son satellite Ikonos mis en orbite le 24 septembre 1999, propose dès à présent ses images optiques à 0.82 mètre de résolution. Le constat majeur tient à la mise sur le marché d'images de résolution métrique réservées jusqu'alors à la seule utilisation des Etats, notamment en matière de renseignement. Les images d'Ikonos correspondent en réalité à la capacité en imagerie que le National Reconnaissance Office (NRO) possédait à la fin des années 60. Ce que redoutent les autorités américaines, est que la PDD-23 incitent les opérateurs privés à une diffusion d'images issues de capteur radar et hyperspectraux, augmentant ainsi la capacité d'investigation du spectre électromagnétique.

L'image permet à un Etat d'apprécier souverainement une situation, d'évaluer le risque et la menace, de fournir des critères de décision, sans déléguer ou dépendre d'un Etat tiers, et ce si possible au rythme du besoin (temps réel), ou de façon permanente. De plus, l'image comme source de renseignement permet à la fois l'échange (un renseignement ne se donne pas), et confère la crédibilité et le respect des autres. Chaque Etat a des intérêts (les notions de « raison d'Etat », d' « intérêt supérieur de la nation ») avant d'avoir des amis ou des alliés.

La mise sur le marché d'images à une résolution, jusque là réservée aux besoins étatiques de renseignement, va-t-elle perturber ce jeu inter-étatique politique et diplomatique traditionnel, cette forme de rapport de force ?

En quoi la logique commerciale peut faire perdre une part de souveraineté des Etats ?

C'est en ces termes qu'aux Etats-Unis, l'administration Clinton s'est inquiétée du contrôle des satellites et de leurs conséquences possibles sur la « prolifération » prise au sens le plus large. Une note de l'ACDA¹⁹ du 13 mai 1996, soulignait le risque diplomatique et politique que pourrait faire courir à la position américaine la distribution grand public de l'ensemble des données satellitaires. Il ne serait plus difficilement possible de faire valoir une connaissance supposée de certains renseignements dans les rapports internationaux (par exemple dans les traités de vérification et de contrôle des armements). La pression provoquée par l'afflux d'imagerie satellitaire commerciale, par les gouvernements étrangers ou les organisations non gouvernementales, pèse sur le processus normal de l'analyse de renseignement.

La présente étude se penche sur ces aspects dans ses composantes politique, commerciale, juridique et sécuritaire.

¹⁸ Presidential Decision Directive.

¹⁹ Agence pour le Contrôle du Désarmement et de l'Armement. *Intelligence Note*, Bureau of Intelligence, Verification and Information Management ; Intelligence, Technology Analysis Division, ACDA, 13 mai 1996 (Documentation Federation of American Scientists -FAS-).

I- L'EVOLUTION DE L'INTERET PORTE A L'IMAGERIE COMMERCIALE

I-1 Les signes annonciateurs du changement

Trois systèmes se sont principalement partagé le marché de l'imagerie jusqu'à un passé récent : l'américain LANDSAT avec une bande spectrale large mais une résolution assez faible (30m), le français SPOT avec 10 m de résolution mais une bande spectrale étroite et enfin le système russe de l'organisation SOYOUSKARTA avec une résolution de 5m au moins, mais dont les productions prennent la forme de films et non de données numériques traitables sur ordinateurs.

Compte tenu des coûts d'investissements en infrastructures (près de 450 millions de \$ pour SPOT 1 – dépenses de recherche comprises – 250 millions pour LANDSAT 6), les systèmes SPOT et LANDSAT ont été à l'origine développés dans le cadre de programmes gouvernementaux. En 1985, la privatisation de LANDSAT n'a concerné que la gestion du système et le marketing des données. Les satellites restent la propriété du gouvernement fédéral et l'opérateur privé de LANDSAT EOSAT ne peut subsister qu'avec la manne publique (environ 20 millions de \$ par an). Quant à SPOT IMAGE, les intérêts publics, notamment le CNES, sont majoritaires dans le capital de la société.

Les besoins expérimentaux

Les préoccupations en matière d'environnement (meilleure connaissance du processus de réchauffement de la terre ou de réduction de la couche d'ozone) ont, à l'origine, incité les gouvernements à se conformer au principe de la libre collecte des données ainsi qu'à la règle de la diffusion non discriminatoire de ces mêmes données après traitement (open skies policy). Les données de télédétection apparaissent donc comme un patrimoine commun à toutes les nations. L'observation de la terre et de son atmosphère a constitué l'un des moteurs principaux au développement des systèmes d'observation spatiaux. On peut citer le satellite japonais MOS 1 d'étude des océans (lancé en 1987), le satellite européen ERS 1 (lancé en 1991), les USA et le Canada avec l'UARS (lancé en 1991) pour scruter les mers, les glaces et les vents.

Le programme NIMBUS a en particulier démontré tout l'intérêt d'une orbite polaire et héliosynchrone capable d'offrir la couverture la plus complète de la planète. Landsat 1, lancé en juillet 1972, s'est appuyé sur les techniques développées dans le cadre du programme NIMBUS. Les images Landsat ont permis principalement d'étudier l'état des cultures, et de démontrer dès le début des années 80, l'intérêt de l'imagerie infrarouge notamment pour distinguer les plantes malades de celles en bonne santé par leur signature spectrale.

Les satellites Landsat ont également permis de favoriser l'identification des structures géologiques à même de receler du pétrole ou d'autres ressources minérales, d'établir une cartographie des sols, des forêts (sylviculture) et des océans, notamment le mouvement des glaces.

La question de la résolution au sol s'est alors posée. La technologie des capteurs de l'époque se heurtait à la barrière des 100 mètres. Or dans le cadre du développement de satellites imageurs commerciaux, déjà envisagé à cette époque, il apparaissait crucial de reconnaître, voire d'identifier, les champs, les rivières, les estuaires dont les dimensions sont 3

à 4 fois plus petites que les capacités moyennes de reconnaissance des satellites de météorologie.

Des progrès considérables ont alors été obtenus en matière de technologie des capteurs, de compression d'images et de transmission vers la terre, d'exploitation et de traitement d'images au sol. Le spectre de travail, initialement limité à la bande optique, a été étendu à l'infrarouge et aux hyperfréquences (radar).

L'observation de la terre à des fins scientifiques a débouché sur des applications d'intérêt public. Ainsi, dans le cadre de la politique agricole commune (PAC), les pays européens ont utilisé des images spatiales pour le suivi des cultures, des mises en jachère notamment pour l'attribution de subventions et de primes.

Un domaine de coopération

Le programme LANDSAT était, avant sa privatisation en 1984, basé, en matière de diffusion de données, sur son système dominé par l'esprit de coopération. Lors de l'inauguration du système en 1969, le président Nixon déclarait : « The programm would be dedicated to produce information not only for the U.S. but also for to World Community »²⁰. Le gouvernement américain a estimé que la télédétection spatiale était indispensable à la connaissance et à la gestion des ressources naturelles et que cette technologie s'avérait utile pour de nombreuses autres activités économiquement importantes.

C'est d'abord la NASA, puis, à partir de 1973, la NOAA²¹, déjà responsable des satellites météorologiques, qui se sont chargées de l'exploitation du système. Les données étaient distribuées sur une base mondiale exploratoire et non discriminatoire, sans intention de rentabiliser l'investissement²². Compte tenu du caractère expérimental du programme, le gouvernement avait été amené à établir une politique des prix très généreuse, prix couvrant que les frais de reproduction et d'expédition.

De fait, la NASA avait encouragé la construction de stations au sol dans onze pays étrangers qui recevaient directement les données recueillies, au prix coûtant. De même l'USAID fit construire des stations analogues, avec formation du personnel, dans trois pays : Burkina-Fasso, Kenya et Thaïlande. Ce dernier système a permis de diffuser des informations dans une cinquantaine de pays, l'accès direct aux données se réalisant dans le cadre d'accords passés avec la NASA.

L'origine du programme SPOT²³ (Système Probatoire d'Observation de la Terre) repose sur l'idée majeure d'une exploitation commerciale d'un système d'observation de la Terre opérationnel, fiable, à usage pacifique. Ce programme a trouvé sa source dans l'émergence de technologies nouvelles au début des années 1970 et leur utilisation à des fins probatoires : capteurs CCD (Charge Coupled Device, en français, dispositif à transfert de charges) utilisés dans les photocopieurs et les instruments de prise d'images à état-solide.

²⁰ Cité par Christopher J. JOYNER et Douglas R. MILLER, « Selling Satellites : the Commercialization of Landsat », Harvard Intl Law Jour., vol.26, 1985, p. 66.

²¹ National Oceanic and Atmospheric Administration.

²² Cette distribution se faisait par l'intermédiaire d'un centre principal aux Etats-Unis, EROS Data Center lequel dépend de l'US Geological Survey, et par les organismes responsables des stations de réception directe installées à l'étranger.

²³ M. ARNAUD, A. RICHARD, Ph. MUNIER, The SPOT Program : 10 years of service and the future, Space Technol., Vol. 18, No. ½, pp. 11-19, Published by Elsevier Science Ltd, International Astronautical Federation, Great Britain, 1998.

L'idée d'une utilisation pacifique des innovations technologiques au travers d'une coopération est fondamentale, principalement en matière de capteur à haute résolution, jusqu'alors attribut de souveraineté des Etats. A son origine, l'Etat français avait opposé des restrictions importantes à la diffusion d'images à résolution spatiale de 10 mètres en mode panchromatique. Selon le Lieutenant-Colonel Foliot²⁴, officier SETIS à la division Espace de l'Etat-Major des Armées, rapporte que ses restrictions ont été assez rapidement balayées par la pression des besoins de financement du programme par un biais commercial, et que sur le plan technique, une résolution de 10 mètres apportait plus d'avantages au niveau civil qu'elle ne révélait de secrets compromettant la sécurité des Etats.

Le programme SPOT a été ouvert à la coopération internationale, et dès le début la Suède et la Belgique se sont associées au financement et à la mise en service du système. Dès novembre 1978, la Suède concluait un accord de coopération avec le CNES par l'intermédiaire du *Swedish Board for Space Activities*. Cet accord prévoit une participation suédoise s'élevant à 4% du coût du programme. Une station de réception directe (centre d'archivage et de prétraitement) a d'ailleurs été installée à Kiruna au nord de la Suède²⁵. De même, un accord entre les gouvernements belge et français venait confirmer en juin 1979 la participation de la Belgique, elle aussi à hauteur de 4%.

Le gouvernement français est à l'origine du programme et a créé la société SPOT IMAGE, filiale du CNES, pour commercialiser et distribuer les images. Le programme répond aux exigences suivantes :

- continuité des services aux clients,
- amélioration de la qualité des données SPOT et des services en regard des besoins de la clientèle,
- amélioration de la compétitivité sur le plan commercial.

La coopération s'entend également dans la mise en place d'un réseau de distribution dans une quarantaine de pays dans le cas de SPOT IMAGE. Les organismes responsables de stations étrangères de réception directe ont une licence de distribution des données aux utilisateurs de leur propre pays. Ces licences de distribution sous-entendent une confiance implicite aux pays qui en sont bénéficiaires et manifestent, au-delà des simples intérêts commerciaux, une volonté de servir le bien-être de l'humanité par les progrès scientifiques.

Le programme s'étend sur la période 1986-2010 en recourant aux technologies émergentes, notamment par l'extension des capacités spectrales (SPOT 4 travaillera dans l'infrarouge moyen pour la détermination du degré d'humidité et l'étude de la végétation, l'état de la neige et la géologie) mais également par l'amélioration de la résolution spatiale (une très haute résolution à 2.5mètres en mode panchromatique pour SPOT 5 qui disposera de capteurs optique et radar) et de la durée de vie des satellites (de 2 ans pour SPOT 1-3 à 5 ans pour SPOT 4-5).

Ces améliorations sur SPOT 4 et 5 ont une finalité civile affichée. Notons que pour des raisons de coût, Hélios II, satellite à haute résolution, réutilisera par dualité les technologies de SPOT 5.

²⁴ Entretien du mercredi 26 janvier 2000 avec le Lcl Foliot, officier SETIS (Soutien pour l'Evaluation Technico-opérationnelle de l'Imagerie Spatiale) de l'EMA/ESP.

²⁵ SPOT IMAGE a conclu des contrats de réception avec les responsables de stations étrangères. Ces dernières ne peuvent recevoir que la télémesure en « temps réel » correspondant aux images relatives à la région géographique située à l'intérieur de la zone de couverture de la station limitée par un cercle de 2500 km de rayon centré sur la station.

Des champs d'application variés

La télédétection a d'abord fait l'objet d'une utilisation militaire dans le contexte de la guerre froide et aujourd'hui encore, les enjeux politiques et militaires demeurent considérables.

L'image peut cependant contribuer efficacement à la sécurité internationale dans ce qu'elle apporte au mieux être de l'humanité.

Ce n'est qu'au début des années 70 que se sont développés les applications civiles de la télédétection. Outre les champs d'application majeurs que constituent la météorologie (les courtiers en denrées utilisent les images météorologiques pour y chercher l'état des principales récoltes mondiales telles que le blé, le maïs, le riz et le cacao et établir des prévisions sur le cours de ces denrées en bourse) et l'environnement (effet de serre, cycle de l'eau, échanges aux interfaces océans-atmosphère, couche d'ozone, etc.), les applications recensées à ce jour dans le domaine civil concernent :

La cartographie, l'océanographie, la géologie, l'évaluation et le suivi des ressources naturelles, le suivi de l'urbanisation, la gestion des ressources en eau, les télécommunications (implantation des antennes par la détermination des masques du relief), la prévention et la gestion des catastrophes naturelles (au profit des organismes de secours, des compagnies d'assurance par exemple), l'évaluation des dommages causés par les cyclones (exemple des images SPOT utilisées pour l'évaluation des dommages causés par le cyclone Bola qui avait dévasté le nord de la Nouvelle-Zélande en mars 1988), l'inventaire et le suivi des forêts, des cultures (mise en jachère des terres selon les décisions de la politique agricole commune européenne), l'occupation des sols, la prospection minière et pétrolière, la gestion des zones côtières, la détermination des sites favorables à l'implantation de fermes aquacoles (exemple des images SPOT utilisées pour évaluer les possibilités d'élevage de crevettes sur la côte ouest de Madagascar). Les besoins grandissants élargissent le spectre des applications nouvelles.

La fusion multisources est d'ailleurs utilisée pour obtenir un niveau d'information plus important. Ainsi, l'imagerie optique est-elle combinée avec l'imagerie radar et infrarouge. SPOT IMAGE propose à son catalogue des données radar (ERS1 & 2, Radarsat) en complément à ses produits de la gamme optique.

Le lancement du satellite Ikonos par la société américaine Space Imaging EOSAT le 24 septembre 1999, propose à la vente des images de résolution spatiale métrique (~1mètre). Deux autres sociétés privées américaines (EarthWatch et Orbimage) proposeront prochainement des produits dans une gamme de résolution comparable. La question se pose alors de l'intérêt sur le plan civil d'images de résolution métrique, jusqu'alors réservées aux seuls usages des gouvernements qui y avaient accès, dans le domaine militaire notamment. Une forte incertitude subsiste sur le volume réel du marché de l'imagerie satellitaire métrique.

La technologie au service des besoins militaires, et plus généralement étatiques, a été beaucoup plus performante que celle utilisée à des fins civiles. Toutefois, les propositions commerciales récentes tendent à mettre les résolutions des capteurs militaires au service des besoins civils.

I-2 Les forces du marché

La télédétection était dans une phase expérimentale et militaire jusqu'à la fin des années 60 ; elle a alors suivi un phénomène de privatisation et de commercialisation, accompagnée par l'utilisation et l'apparition de solutions juridiques de type privé. Le *Land Remote Sensing Commercialization Act*²⁶ aux Etats-Unis, se fonde sur la voie législative. La France, quant à elle, adoptait une structure contractuelle dans le cadre de la commercialisation de l'imagerie SPOT, constituée d'accords de réception, de contrats de distribution de données, de conditions générales de vente et enfin, de contrats de prestations de services pour les traitements des données et l'élaboration de produits dérivés à partir de ces données.

la pression commerciale

Si les Etats-Unis sont la première nation à avoir disposé d'un système opérationnel d'observation de la Terre avec le lancement de Landsat 1 en 1972 (nommé à l'époque, Earth Resources Satellite Technology – ERTS), historiquement, la France est l'initiatrice de la commercialisation-privatisation en matière de télédétection. Bénéficiant de l'expérience du succès technologique américain, la France optait pour la commercialisation dès 1978, soit plus tôt qu'Outre-Atlantique et avant même le lancement du satellite français SPOT.

Quant au marché, il se caractérise par une très grande dispersion sectorielle et géographique, avec un poids très important du marché américain (environ 50%), alors que les utilisations des pays en voie de développement, potentiellement très importantes, sont pour l'essentiel, tributaires des aides bi- ou multilatérales, ainsi que d'une certaine insuffisance du niveau de développement du marché de l'imagerie spatiale.

Il est ainsi apparu qu'une société à vocation commerciale serait la forme la mieux adaptée pour créer le réseau de distribution et mener les actions promotionnelles nécessaires au développement du marché. Le statut du CNES²⁷, établissement public à caractère industriel et commercial, et son rôle d'agence nationale responsable de la conduite des activités spatiales, ne lui donnant pas toute la souplesse nécessaire, il a été créé le 1^{er} juillet 1982 la société SPOT IMAGE²⁸ chargée de la distribution²⁹ des données du satellite SPOT (accord-cadre CNES – SPOT IMAGE, décrivant les modalités de cession - droits d'utilisation et de reproduction -) sur le principe d'une distribution non discriminatoire.

Le coût d'un système satellitaire est prohibitif et exige des Etats le recours à la coopération internationale, mais aussi à une utilisation commerciale pour amortir puis rentabiliser les investissements initiaux. A cet égard, l'exemple de LANDSAT est révélateur.

²⁶ *Land Remote Sensing Commercialization Act*, Public Law 98365 signed by President Reagan, July 17, 1984. Ce texte amorce la privatisation des activités de télédétection aux Etats-Unis. Il organise de plus, un transfert progressif du système LANDSAT au secteur privé, il prévoit les conditions de commercialisation de l'imagerie LANDSAT et enfin, la loi instaure un système de licence pour l'exploitation par des entités privées de satellites d'observation de la Terre.

²⁷ Le CNES est également en charge de la station de réception de données SPOT située à Issus-Aussaguel (Toulouse) et du centre d'archivage et de prétraitements (Centre de Rectification des Images Spatiales, CRIS)

²⁸ Des organismes publics français représentant certains secteurs importants des applications de la télédétection (CNES, IGN, Institut Français du Pétrole, Bureau de Recherches Géologiques et Minières), les industriels impliqués dans le programme (Matra, SEP) et des partenaires étrangers (Suède, Belgique) constituent les actionnaires de la société SPOT IMAGE.

²⁹ Selon les statuts, la société « a pour objet toutes opérations techniques, industrielles et commerciales liées à la promotion, la distribution et la vente des produits, issus des données fournies par le satellite SPOT, par ses successeurs éventuels ... ».

Il convenait en effet d'assurer une viabilité commerciale du système, ce que le *Land Remote Sensing Commercialization Act* du 17 juillet 1984 devait faire avec la privatisation du système. A partir de 1979 et surtout au début des années 80, le gouvernement américain, sous la présidence de Carter, décidait de transférer progressivement la gestion des satellites d'observation aux entités privées. En 1982, le gouvernement augmentait considérablement le prix des images, au moment de la mise en service du premier des satellites de seconde génération, Landsat 4 lancé en juillet 1982, équipé de l'instrument Thematic Mapper.

Cependant, le développement d'un système d'observation spatiale à finalité commerciale exige de satisfaire, voire de susciter, des besoins chez des clients potentiels. En d'autres termes, la viabilité d'un programme repose sur la réalité d'un marché.

L'initiative américaine de commercialiser des images optiques de résolution métrique (PDD-23) répond en grande partie au succès de SPOT dans la gamme des 10 mètres (mode Panchromatic, càd noir et blanc). L'annonce par l'Union soviétique en 1987 de la mise à disposition d'archives Kosmos de 5 mètres de résolution, suivie par la vente possible sous le label Spin-2 d'images de 2 mètres de résolution auraient joué comme un élément incitatif important au sein de la communauté industrielle américaine.

La gamme métrique répond à un autre marché qui s'annonce comme un terrain majeur de concurrence. L'Inde a lancé le satellite IRS 1C à 5 mètres de résolution en 1996. La société canadienne Radarsat commercialise des images radar depuis 1998. SPOT 5 disposera d'une très haute résolution à 2.5 mètres en 2002. Une entreprise en participation (Joint Venture) israélienne projette de placer en orbite un satellite à 2 mètres de résolution. La Russie propose déjà sur Internet des images d'archive à 2 mètres, et pourrait proposer des images à 1 mètre dans un proche avenir.

Les images spatiales de résolution métrique visent à concurrencer l'image aérienne (dans ses applications à la cartographie, l'urbanisme, l'aménagement du territoire, la pêche, l'agriculture, l'environnement), car une grande partie du marché commercial de la télédétection est restée jusqu'à aujourd'hui l'apanage de firmes et d'équipements adaptés à la télédétection aérienne³⁰. Les sociétés américaines, à condition de rester en nombre limité, qui commercialisent des images de résolution métrique sont viables par la seule existence du marché intérieur américain et la création récente de la NIMA³¹. Les données jusqu'alors réservées au renseignement servent aux applications civiles. Les activités civiles manquent, en effet, de ressources (fonds, personnel qualifié, installations) et la NIMA est l'occasion de fédérer les besoins civilo-militaires à moindre coût, et de canaliser l'afflux d'informations en provenance du secteur privé (sources nationales ou étrangères³²), en cas de crise internationale tout au moins.

Cette concurrence qui s'annonce exacerbée devrait assouplir la position américaine vis-à-vis des trois sociétés privées (Space Imaging EOSAT, EarthWatch, Orbimage) qui

³⁰ Voir Aerospace Corporation, IAF-97-B.2.01.

³¹ National Imagery and Mapping Agency. Cette agence centralisatrice, coordinatrice pour l'exploitation de l'imagerie, fournisseur d'informations et de services pour les utilisations civiles et militaires, s'inscrit dans l'architecture spatiale globale de sécurité qui vise à mieux contrôler l'information présentée comme enjeu stratégique (concept de « Global Information Dominance »). Son rôle s'affirme comme leader pour la définition des axes stratégiques de l'imagerie satellitaire américaine, tant pour la définition des besoins que pour la réflexion sur les problèmes et les opportunités liés à l'apparition des satellites privés. A elle seule, cette agence assure un marché intérieur confortable pour l'imagerie de la gamme métrique.

³² Les américains parlent de CCF pour *Commercial, Civil and Foreign Imagery*.

agissent en vertu du PDD-23. A l'instar de ce qui se passe pour le GPS³³, la pression du besoin civil devrait limiter les cas soumis à un veto gouvernemental. Plus encore, il est parfaitement envisageable de livrer des images de qualité métrique en supprimant certaines données auxiliaires, telles que les données de localisation.

Les types de clients

Les clients de l'imagerie spatiale commerciale peuvent se classer en deux groupes selon le type de besoins.

- les besoins des utilisateurs civils : communauté scientifique (sciences de l'univers, compréhension de l'environnement), utilisateurs étatiques civils (aide à l'aménagement et à la gestion des ressources), utilisateurs commerciaux (créations de nouveaux services, produits à valeur ajoutée),
- les besoins de renseignement : besoins des niveaux politico-stratégique, opératif ou tactique (besoins opérationnels militaires).

Le secteur public finance pour l'essentiel le développement et le renouvellement du segment spatial, en raison du caractère encore financièrement peu autonome de la filière de télédétection spatiale. Il reste le principal client tant pour les images que pour les services à valeur ajoutée, en particulier pour les deux marchés : militaire et scientifique.

Outre des organismes officiels ou des entités constituées, les particuliers peuvent accéder à l'imagerie spatiale, via Internet notamment, et obtenir après paiement les images demandées (sur catalogue, ou sur programmation du satellite).

Dès lors, le risque d'une utilisation détournée des images acquises est possible par des individus malveillants, ou par le fait d'organisations terroristes, dont on sait qu'elles sont le plus souvent manipulées et financées par des Etats soutiens.

Une forte tendance aujourd'hui affichée par le client est celle d'un produit « fini » répondant à un besoin clairement identifié (Value-added Market) plutôt que le seul marché des images, c'est-à-dire de la donnée brute (Data Market). **Cette information sur mesure et sur demande permet d'exercer, de fait, un contrôle sur la destination et l'utilisation finale du produit livré.**

Les initiatives gouvernementales : l'exemple américain

Les Etats-Unis constituent un pays moteur au changement. Le marché s'est longtemps caractérisé au niveau de l'offre par un monopole du système LANDSAT piloté au départ par la NASA. L'arrivée de la première administration Reagan a entraîné une rupture dans l'approche de la télédétection spatiale marquée par l'affirmation de la vocation commerciale

³³ Global Positioning System. Dans le cas du GPS, il a eu une pression très forte de l'aviation civile qui utilise maintenant ce système de façon permanente pour la navigation (positionnement). Il constitue par là-même un moyen d'assurer la sécurité des vols. Ainsi, le GPS, est entièrement contrôlé par les américains. Afin de concilier les impératifs de la navigation aérienne commerciale et empêcher l'obtention d'une grande précision dans une utilisation militaire (tir de bombe sur coordonnées, navigation des missiles de croisière par exemple), le gouvernement américain a défini un mode d'utilisation standard (précision d'une centaine de mètres) et un mode précis (précision inférieure à 10 mètres). Ce dernier mode est fourni de façon sélective. On peut imaginer, sur le même principe, la fourniture d'une image dégradée.

du système LANDSAT. La NOAA³⁴, puis à la société privée EOSAT³⁵ dans le nouveau cadre du *Remote Sensing Commercialization Act* de 1984, assurent alors la gestion du système. Le but premier est de privatiser les activités d'observation spatiale de la Terre pour limiter l'investissement fédéral, tout en assurant la continuité de la fourniture de données au gouvernement. En second lieu, les Etats-Unis cherchent à maintenir leur position de leader dans le domaine de l'imagerie spatiale commerciale, préserver la sécurité nationale et respecter leurs obligations internationales. Le texte interdit la commercialisation des données recueillies par les satellites météorologiques.

Dès 1991, l'incapacité du système Landsat à devenir le fer de lance commercial de l'activité de télédétection américaine, en raison notamment de l'essor parallèle du système français SPOT plus performant et mieux adapté aux besoins civils, les autorités américaines ont pris conscience de la nécessité de réviser l'ensemble de la politique des Etats-Unis en la matière.

Cette nouvelle approche s'est formalisée par un texte législatif de 1992 dénommé *Land Remote Sensing Policy Act*. Ce texte réaffirme l'autorisation faite au secrétaire au Commerce d'accorder des licences pour l'exploitation commerciale de systèmes spatiaux de télédétection et l'adoption du principe d'une utilisation des données à des fins commerciales en distinguant la nature publique ou privée du projet considéré.

La PDD-23 du 10 mars 1994, reprend ces principes directeurs et précise les contours d'une exploitation : la haute résolution admise (autour de 1 mètre) tempérée par le contrôle exercé sur le satellite, sur le type et le format des données transmises. Ainsi, la déclassification des images obtenues par les systèmes militaires KH avant 1971 a été autorisée. Ces limitations témoignent clairement de l'équilibre, voulu par le gouvernement américain, entre aspects « commerciaux » et considérations de sécurité nationale.

Ce schéma général s'est vu confirmé par le texte proposé le 3 novembre 1997 par le département du Commerce, via le NOAA. Conçu comme un accord cadre régissant l'accord de licences aux différents projets privés américains, il distingue trois types de projets :

- gouvernementaux (données mises à la disposition du public) ;
- « hybrides » (développés sur fonds publics et conduits par des acteurs privés) ;
- « pleinement commerciaux » (données sous propriétés commerciales sous réserve d'impératifs de sécurité nationale ou de politique étrangère).

Le texte du 3 novembre 1997 se donne parallèlement les moyens de contrôler le fonctionnement des entreprises privées : les investissements étrangers sont limités à 49%, les systèmes restent sous le contrôle des autorités gouvernementales en cas de crise ou de conflit militaire, un stock d'archives d'un an à disposition du gouvernement américain, des codes de cryptage et un format spécifique. Ces conditions sont impératives pour l'accord de licences par la NOAA.

Ces différentes initiatives gouvernementales manifestent la volonté américaine de retrouver une place dominante dans l'activité de télédétection satellitaire dans ses composantes industrielle et gouvernementale, et de ne pas répéter les atermoiements déjà connus avec Landsat et ressentis comme autant d'erreurs stratégiques.

³⁴ *National Oceanic and Atmospheric Administration.*

³⁵ *Earth Observing SATellite Company.*

La position du droit

L'activité de la télé-observation s'inscrit dans le cadre du traité sur l'espace de 1967³⁶. Ce dernier n'énonce que quelques principes concernant l'exploration et l'utilisation de l'espace extra-atmosphérique, mais s'abstient d'en définir le régime juridique et les moyens propres à réaliser les finalités, abstraitement définies, qu'il poursuit. L'idée, implicite dans le traité sur l'espace, de licéité de l'exploitation à des fins commerciales dans un domaine censé, au départ, relever exclusivement de l'activité des Etats, entraîne d'importantes conséquences dont la plus déterminante, sur le plan juridique, consiste en la possibilité de privatisation des activités spatiales, ce que certains Etats ont réalisé sous des formes diverses et avec des amplitudes variables d'un cas à l'autre. **L'exploitation à des fins commerciales est donc soumise à l'autorisation, à la surveillance et à la protection (comportement préjudiciable dû à un opérateur spatial étranger) de l'Etat dont elle relève.** Il y a donc là un recours aux règles habituelles du droit commercial, parallèlement à l'exercice des prérogatives que l'Etat tient de ses engagements internationaux et consistent à veiller au respect, par les entreprises, d'un certain nombre de principes sous peine de sanctions. L'Etat est normalement conduit à limiter certaines des prérogatives de l'entreprise, celles qui heurteraient les principes contenus dans le traité. **L'intervention de l'Etat déroge aux règles du droit commercial, et l'entreprise se trouve, corrélativement, soumise en partie, à des règles exorbitantes du droit commun.**

Ce pouvoir de l'Etat se mesure dans les restrictions à la vente imposées aux entreprises exploitantes dans certaines circonstances (négociations à caractère diplomatique, images sur des zones sensibles du territoire national, en cas de conflit – interdiction de ventes d'images SPOT à l'Irak et à ses alliés pendant la guerre du Golfe).

L'incidence majeure à retenir sur le droit commercial et dérivant du Traité sur l'espace, est le rapport ambivalent qu'a l'Etat avec les entreprises spatiales qui sont sous sa juridiction.

Par ailleurs, la télé-observation est le premier volet des activités liées à l'espace qui a fait l'objet d'une privatisation.

La France y a recouru, en 1982, par le biais d'une formule qui, tout en privatisant l'aspect commercialisation, laisse la gestion technique des satellites sous la responsabilité d'un établissement public, en l'occurrence le Centre National d'Etudes Spatiales (CNES). En revanche, le système américain de télé-observation, LANDSAT, a connu une privatisation plus avancée, par suite du *Land Remote Sensing Satellite Commercialization Act* du 17 juillet 1984.

Toutefois, à ce jour, aucune négociation et travaux, en particulier au sein des Nations Unies, ne sont parvenus à la conclusion d'une convention multilatérale à vocation universelle, ayant pour objet le régime juridique des activités liées à la télé-observation de la Terre. Il y a un vide juridique en la matière. Les principaux problèmes sont les suivants : droit de télé-observer un pays sans son consentement ; inquiétude du pays télé-observé face à une collecte d'informations sur ses multiples stratégies, notamment militaire ; collecte et diffusion d'informations relatives à ses ressources naturelles pouvant fausser les négociations que le pays pourrait avoir avec des entreprises étrangères dans la perspective de leur mise en valeur. Les activités de télé-observation ont fait l'objet de multiples résolutions dont la principale est

³⁶ Sous la direction de Philippe KAHN, l'exploitation commerciale de l'espace, droit positif, droit prospectif, Université de Bourgogne – CNRS – Centre de recherche sur le droit des marchés et des investissements internationaux - volume 15 pp. 118-121, Ed. Litec, 1992.

la 65/41 du 3 décembre 1986³⁷, intitulée « principes régissant la télé-détection de la terre à partir de l'espace » et qui dispose : non-nécessité du consentement préalable de l'Etat dont le territoire doit faire l'objet d'une télé-observation (principe IV), responsabilité internationale de l'Etat auteur de l'activité de télé-observation (principe XIV), mais surtout l'accès aux données sur une base non-discriminatoire (affirmation de la stratégie de l' « open skies ») et à un coût raisonnable (le principe de vente exclusive ou préférentielle est proscrit). La diffusion des données répond au principe de la liberté de circulation de l'information et ne peut entraîner la responsabilité de l'Etat auteur de l'activité spatiale au sens de l'article 6 du Traité sur l'espace.

Le droit des activités de télédétection n'est qu'un droit en formation, incomplet, une police des activités plus qu'un véritable droit.

La question de l'appropriation de l'image s'est ensuite posée. L'image spatiale n'est pas qu'un simple produit technologique, mais recouvre essentiellement une fonction informative qui renvoie au débat de la définition de l'information et à la possibilité ou non de se l'approprier.

La question de la qualification de l'information, et donc celle de son appropriation, est encore largement débattue. L'information étant, par définition, immatérielle, peut-on admettre le principe d'une propriété des choses immatérielles ?

Précisons cependant, que le principe d'une propriété de l'information au sens de l'article 544 du Code civil est contestable et inadapté. Appliquée au secteur de l'imagerie, cette thèse relève d'une méconnaissance de la pratique, d'une contradiction avec les règles du droit de l'espace et présente un risque d'entrave au libre commerce de l'information. Par exemple, l'appropriation de l'information spatiale par l'Etat observé ne pourrait être adoptée, car elle sous-entend une autorisation d'observation de cet Etat, position contraire au Traité de 1967 et à la résolution 41/65 qui ne consacre pas des droits de propriété aux Etats observés sur les données les concernant. De plus, sur le plan économique, cette solution ne serait pas viable car ne permettrait pas aux opérateurs de satellites de télédétection de rentabiliser leurs investissements.

Il y a, en revanche, consensus sur la question du titulaire des droits sur l'imagerie spatiale : **les droits sur les données sont exercés par le propriétaire du satellite**. Quant à une utilisation anarchiques des données et face à un vide juridique en la matière, il en résulte une certaine autonomie de décision des opérateurs de satellites.

Ce débat doctrinal ne fait pas l'objet de la présente étude. Toutefois, il faut tenir compte, dans le cadre de toute analyse relative au commerce de l'imagerie spatiale, du possible contrôle étatique sur la diffusion des images. L'intérêt de la personne publique en la matière est en effet d'autant plus important qu'il peut justifier des restrictions à la commercialisation et par là même contribuer à la définition de l'objet du commerce, il peut par ailleurs influencer le choix des droits susceptibles de s'appliquer à l'imagerie spatiale.

La notion générique d' « imagerie spatiale » recouvre en réalité plusieurs types de données comprenant essentiellement les images brutes, les images traitées ou corrigées et les images modifiées (**Annexe 1**).

Sur le plan juridique, l'Etat reste donc responsable de la commercialisation des données d'origine spatiale et se doit d'exercer, au sens du Traité sur l'espace, un contrôle, voire l'application de sanctions, aux entreprises contrevenantes. Un usage

³⁷ Document NU 41^{ème} session, supp. N°20 [A/41/20].

dévoiyé des images spatiales semble donc difficile, et leur exploitation à des fins de développement des activités humaines est recherchée au niveau international.

II- LES CONSEQUENCES DE LA DIFFUSION DE L'IMAGERIE COMMERCIALE

II- 1 La dimension sécuritaire du problème

Afin d'évaluer l'impact de la diffusion des images commerciale à haute résolution sur la sécurité internationale, il convient au préalable de caractériser la notion même de sécurité internationale. Au vu de cette caractérisation, il conviendra alors de déterminer en quoi l'image spatiale disponible sur le marché peut affecter les différentes composantes de la sécurité internationale.

La caractérisation de la notion de sécurité internationale

La détermination de l'impact de la diffusion de l'imagerie spatiale commerciale à haute résolution sur la sécurité internationale impose en préalable de cerner plus précisément cette notion.

L' United Nations Institute for Disarmament Research (UNIDIR)³⁸, propose une approche de définition. Le concept traditionnel de sécurité signifie l'intégrité territoriale d'un Etat et le maintien de sa forme de gouvernement. Cette perception ancienne était fondée sur la notion d'Etat-nation, donc sur le nationalisme et la possession d'armes. La course aux armements accroît l'insécurité et mobilise des crédits au détriment du bien-être de l'humanité. Le concept plus moderne de la sécurité internationale intègre des interactions multiples intra-étatique et inter-étatique en terme politique, socio-économique (éducation, pauvreté, droits de l'homme, etc.), environnemental, de santé (faim, maladies, etc.). Les acteurs de cette nouvelle sécurité internationale ne sont plus les seuls Etats, mais sont les organisations internationales, les tribunaux internationaux, les multinationales, les sociétés nationales et autres entités. La coopération politique, économique, technique entre Etats, une diplomatie active (notamment le contrôle du désarmement et de la prolifération des armements – transparence, confiance mutuelle -, la volonté de résolution pacifique des conflits) la fusion de sociétés, la mondialisation de l'économie, le développement du droit international créent des rapprochements bénéfiques à la stabilité des nations. Aucun Etat ne doit améliorer sa sécurité en diminuant celle d'un autre. Le monde est devenu totalement interdépendant et doit assurer sa sécurité en commun.

Stephen E. Doyle³⁹ distingue la forme positive de la sécurité qui schématiquement consiste à éradiquer les causes traditionnelles de conflit en supprimant les sources d'insécurité et d'instabilité (article 1 de la Charte des Nations Unies rappelé en **annexe 2**), et la forme négative de la sécurité qui elle se fonde historiquement sur la force des armes et tous moyens de coercition, en particulier tout Etat, ou groupe d'Etats, peut prendre toute mesure à même d'assurer sa propre défense (la première reconnaissance internationale de cette forme de sécurité figure dans l'article 51 de la Charte des Nations Unies rappelé en **annexe 2**).

³⁸ Stephen E. DOYLE, *Civil Space Systems – Implications for International Security*, pp.9-36, UNIDIR, University Press, Cambridge, 1994.

³⁹ Ibid.

Ainsi, la dimension internationale comporte au moins six dimensions :

- 1- La **dimension militaire** de la sécurité sous-tend la menace de recours ou le recours effectif à la force militaire en action offensive, avec un droit de riposte et la possibilité pour un Etat, ou dans le cadre d'une action collective internationale, de défendre le territoire national, la population, et les ressources avec les moyens militaires appropriés.
- 2- La **dimension politique** de la sécurité couvre l'organisation nationale et la forme de gouvernement qui confère à l'Etat la capacité à gérer son système socio-économique ; à exister au sein de la communauté internationale, à protéger ses intérêts, à défendre ses valeurs, à coopérer, à investir, à pratiquer le commerce international en des termes acceptables.
- 3- La **dimension économique** de la sécurité concerne le développement industriel, la propriété, l'investissement, la réglementation, la finance et les intérêts bancaires d'un Etat, la gestion des ressources naturelles et la capacité à commercer, gérer les aspects monétaires dans le contexte très large du commerce international.
- 4- Les **dimensions scientifique et technique** de la sécurité se composent de la capacité d'un Etat à mettre en œuvre des systèmes et des installations industriels, sa maîtrise des processus et des matériaux, son système éducatif et d'entraînement, son niveau en recherche et développement, sa capacité à exploiter des systèmes d'information modernes, de communication et de transport.
- 5- Les **dimensions socio-culturelles** de la sécurité incluent la santé, le bien-être général, la sécurité personnelle des citoyens en tant qu'individu et leur capacité à se nourrir, se vêtir, se loger ; l'intégrité et la tolérance des différentes cultures nationales (y compris à l'intérieur même des Etats), le droit à la différence de culture, de langue, de coutume, de religion, d'identité ethnique sans ingérence et sans contrôle extérieurs injustifiés.
- 6- La **dimension environnementale** de la sécurité rassemble toutes les actions effectives et potentielles concourant à une qualité acceptable de la biosphère et de l'écosphère terrestres, ainsi que la réglementation des activités liées à l'utilisation de l'espace extra-atmosphérique, aux conséquences défavorables que de telles utilisations peuvent engendrer sur l'environnement de la terre ou de l'espace extra-atmosphérique.

Une étude de l'ENA⁴⁰, précise que la *défense* vise principalement l'emploi de la force armée face à une menace identifiée, alors que la *sécurité* est globale et intègre l'ensemble des moyens d'action de l'Etat pour répondre à une menace plus diffuse. La sécurité est un état, la défense une action. Le concept même de sécurité est manié en priorité par des Etats à statut de puissance⁴¹, dont les intérêts s'étendent au-delà de leurs frontières⁴². Par exemple, des pays neutres comme la Suisse ou la Suède se sont dotés d'un outil de défense qui ne vise qu'à protéger leur territoire.

La notion de sécurité permet également une appréciation des intérêts au niveau géographique. L'analyse des intérêts zone par zone donne ainsi une image globale des enjeux et des risques de la sécurité extérieure. La sécurité est aussi un facteur de rationalisation en favorisant les outils de prévention. L'OSCE (Organisation pour la Sécurité et la Coopération en Europe) a ainsi adopté une vision politique de la sécurité, en favorisant la stabilité par la

⁴⁰ ENA – Promotion Victor Schoelcher (1994-1996), La défense, de la nation à l'Europe, Rapports de séminaire, Tome 1, sous la direction de Jean-Claude MALLET, Paris, Août 1996.

⁴¹ Les Etats-Unis utilisent le concept très large de « sécurité nationale » qui vise à protéger et à promouvoir leurs intérêts tant à l'étranger que sur le territoire national.

⁴² Le concept de sécurité internationale couvre en fait les notions plus spécifiques de « sécurité intérieure », de « sécurité nationale », de « sécurité collective ».

prévention des conflits (diplomatie préventive –promotion de la stabilité régionale, favoriser la non prolifération-, Centre de prévention des conflits, Pacte de Stabilité signé en 1995). Le but de l'OSCE est de développer des mesures de confiance et de sécurité (MDCS) pour assurer la transparence et le respect des engagements internationaux. L'OTAN, initialement organisation militaire intégrée, devient progressivement un instrument de sécurité, de prévention des conflits et de gestion de crises.

Dans cette perception nouvelle de la sécurité sur le plan international, l'image spatiale joue un rôle majeur. Par exemple, la politique de sécurité nationale américaine, globale et intégrée, s'appuie sur un outil institutionnel spécifique⁴³, et repose sur une grande capacité d'analyse. Le renseignement est partie intégrante de la sécurité nationale. Les enjeux de sécurité font une place croissante à l'information et au suivi à long terme. Le *National Reconnaissance Office* (NRO) est plus spécifiquement chargé de l'imagerie spatiale. L'exemple américain montre la mise en place de moyens nombreux, en particulier satellitaires, au service d'une véritable politique de sécurité.

Les paramètres de la sécurité affectés par la diffusion de l'imagerie

Après avoir cerné la notion de sécurité internationale, il convient de déterminer les paramètres de cette sécurité pouvant être remis en cause par un diffusion commerciale d'image optiques à haute résolution. Pour cela, il est intéressant de considérer pour un Etat, les raisons de classer les images spatiales.

La classification⁴⁴ d'une image peut s'envisager sous deux angles :

* le contenu technique :

Il s'agit de protéger la connaissance précise des performances techniques de l'ensemble de traitement, depuis la prise de vue en vol jusqu'à la sortie de la chaîne de production. Ces performances concernent principalement la résolution (pas d'analyse, Fonction de Transfert de Modulation, sensibilité radiométrique) et la précision de localisation avec l'erreur associée. Les fichiers radiométriques seuls ne permettent pas de déterminer la résolution précise, mais n'en donne qu'une estimation grossière à partir d'un grand nombre d'images ciblées avec leur vérité terrain (points d'appui⁴⁵).

⁴³ Le *National Security Act* de 1947 réforme ainsi l'organisation de l'appareil de sécurité aux Etats-Unis, avec pour objectif de fournir un schéma d'intégration des différents aspects de la politique de sécurité nationale. Il crée également les structures nécessaires : un outil de coordination spécifique, le *National Security Council* (NSC) ; une agence de renseignement, la Central Intelligence Agency (CIA) ; le département de la défense ; et le *Joint Chiefs of Staff* (JCS), équivalent du Chef d'état-major des armées (CEMA).

⁴⁴ En matière de défense, le décret n°98-608 du 17 juillet 1998 (JO du 19 juillet 1998) relatif à la protection des secrets de la défense nationale, définit les critères des trois niveaux de classification : *Très Secret-Défense* (informations ou supports protégés dont la divulgation est susceptible de nuire très gravement à la défense nationale et qui concernent les priorités gouvernementales en matière de défense), le *Secret-Défense* (...nuire gravement à la défense nationale), et le *Confidentiel-Défense* (...nuire à la défense nationale ou pourrait conduire à la découverte d'un secret de la défense nationale classifié au niveau Très Secret-Défense ou Secret-Défense).

⁴⁵ Selon le dictionnaire des termes techniques principaux du Groupe de coordination de la DGA pour la géographie numérique – mars 1994 – un *point d'appui* est un point de repère au sol dont les coordonnées (planimétrie voire altimétrie) sont connues et qui produit un détail identifiable sur une image. Il sert à effectuer des prétraitements et/ou le traitement géométrique d'une image, tel qu'un redressement, pour conférer à l'image une représentation planimétrique comparable à celle d'une carte géographique. Il faut en général disposer de

* le contenu informatif :

Une image présente un risque si elle fournit la description, avec la précision (résolution et localisation) correspondante, au besoin à satisfaire : un objectif (cible militaire avec la détermination des points d'impact : image à champ étroit), une situation d'ensemble (contrôle du désarmement, cartographie : image à champ plus large) par exemple. (Remarque : l'image doit avoir subi les traitements appropriés pour être exploitable). De façon plus générale, le pays possesseur d'un système d'observation par satellite cherche à cacher les motivations exactes des missions d'observation et donc ses centres d'intérêt.

Dans le cas d'images commerciales, leur intérêt dépendra de la qualité technique des images livrées (résolution, précision de localisation), des zones fournies par le vendeur (la société qui commercialise les images du satellite indien IRS-1C masque les portions d'images correspondant aux sites nucléaires), des délais d'acquisition.

Le ministère de la défense (EMA/ESP – DGA) a évalué les différents circuits d'approvisionnement en imagerie spatiale commerciale, notamment les filières russe, indienne (IRS), américaine (société Space Imaging EOSAT avec le satellite Ikonos). Les résultats ne sont pas disponibles à ce jour.

II- 2 Les limitations du marché

De façon générale, la diffusion commerciale des images spatiales, en particulier à haute résolution, est soumise à un contrôle étatique, de même que la compétence à pouvoir les exploiter.

Les réalités de la diffusion

La Presidential Decision Directive 23 (PDD-23) de 1994 signée par Bill Clinton comporte une réserve importante, dénommée Shutter Controls⁴⁶, autorisant le gouvernement américain à empêcher la prise de vue de zones sensibles en période de crise. Cette réserve vise officiellement à protéger les troupes américaines en opérations extérieures. La formulation vague laisse la porte ouverte aux autorités gouvernementales pour exercer ce « Shutter Control »⁴⁷ pour des considérations moins critiques de politique étrangère, ou sous couvert de la notion volontairement très floue de « sécurité nationale ». D'ailleurs, certains membres dirigeants des sociétés américaines de diffusion commerciale d'images spatiales à haute résolution sont issus de l'administration : J.K. Harris, devenu président de *Space Imaging Inc* en juillet 1996, est l'ancien directeur du NRO (National Reconnaissance Office), et J. Kerridge, nommé directeur des programmes de Défense et de renseignement d'*EarthWatch*,

plusieurs points, car la connaissance de la localisation d'un seul point d'une image ne permet que d'avoir une estimation locale, et a posteriori, de la qualité de la localisation.

⁴⁶ Ces considérations sont extraites d'un article de la revue *Aviation Week & Space Technology* du 31 janvier 2000 pp.55-56, intitulé « Shutter Controls : How Far Will Uncle Sam Go ? ».

⁴⁷ La PDD-23 précise exactement : « the government can require a commercial imagery system to limit data collection and/or distribution during periods when national security or international obligations and/or foreign policies may be compromised ». Dans un tel cas, les pertes commerciales seraient remboursées par le gouvernement.

était auparavant l'un des responsables du *National Photographic Interpretation Center* de la CIA.

Ainsi, le Secrétaire au Commerce, le Secrétaire d'Etat et le Secrétaire à la Défense doivent se concerter pour décider de la mise en pratique de la réserve contenue dans la PDD-23. Tout désaccord entre ces trois autorités est tranché par le président des Etats-Unis.

Les conditions imposées par la PDD-23 sont abondamment critiquées aux Etats-Unis. Selon R. James Woolsey, ex-directeur de la CIA, l'autorité de décision devrait se limiter au seul président et seulement dans les cas « extrêmes ». Le puissant lobby pro-israélien aux Etats-Unis a fait voter en 1997 une loi interdisant aux sociétés privées américaines de commercialiser des images sur Israël à des résolutions meilleures que celles obtenues par des satellites non-américains. Le milieu journalistique, qui souhaite disposer d'images spatiales à haute résolution dans des délais brefs à des fins d'information, exerce également une forte pression arguant que la réserve de la PDD-23 viole le premier amendement en imposant une restriction préalable. En contre-pouvoir, l'arbitrage d'un juge fédéral dans les cas où le danger est réel et présent est demandé par certains journalistes.

Dan Dubno, producteur de CBS News et président du groupe des administrateurs associés pour l'emploi de la télédétection au profit des informations télévisées et radiophoniques fait remarquer que le « Shutter Control » s'applique uniquement aux sociétés américaines et laisse par conséquent le champ libre aux concurrents étrangers. En avril 1999, un officier américain avait même été désigné pour appliquer le « Shutter Control » pour un usage éventuel des images Ikonos pendant les bombardements de l'OTAN des troupes serbes au Kosovo.

L'analyse des circuits d'approvisionnement pour l'achat d'images commerciales⁴⁸ permet d'évaluer les images disponibles, leur qualité et les délais de livraison.

* Les images disponibles

Parmi les images de résolution inférieure à 10 mètres disponibles, on distingue trois grandes catégories : les satellites actuellement en activité, les satellites sur le point d'être lancés (1999-2000) et les futurs satellites.

Satellites actuels

Dans cette catégorie, on peut différencier les satellites russes (très courte durée : ~ 45 jours) et les satellites indiens IRS-1C et IRS-1D (durée de vie de 3 à 5 ans).

Satellites du proche avenir

Les satellites américains de la gamme optique et de résolution métrique vise à conquérir les marchés détenus jusqu'alors par la photographie aérienne. Trois sociétés privées américaines se partagent ce créneau : Space Imaging EOSAT (satellite Ikonos), Orbimage (satellites Orbview-3 et -4) et EarthWatch (satellites Early Bird et Quickbird).

Satellites futurs

Citons le projet germano-israélien DAVID (instrument multispectral à résolution de 5m et champ de 30 km) développé avec des moyens sur étagère principalement (bas prix).

⁴⁸ Etude PICO (Produits Images Commerciaux) réalisée par la DGA, intitulée « Analyse des circuits d'approvisionnement pour l'achat d'images commerciales », référence : PICO/DC/GIP/99032 du 02 février 1999.

Le satellite japonais ADEOS (ADvanced Earth Observation Satellite), doté d'un capteur optique et proche IR de résolution 8m en panchromatique et 16m en multispectral pour une fauchée de 80km, est principalement à vocation de recherche en matière d'environnement (désertification, déforestation, pollution des côtes).

SPOT 5, dont le lancement est prévu en 2002, devrait fournir des images de résolution 2.5m en optique pour une fauchée de 60km.

Précisons que la valeur de la résolution spatiale doit être pondérée, notamment, par le temps de revisite et la capacité de dépointage du capteur. En effet, un temps de revisite important implique un dépointage important, donc une dégradation de la résolution spatiale. L'amélioration de la résolution spatiale se fait au détriment de la taille des images.

De plus, la capacité toujours limitée des enregistreurs de bord a amené les industriels à étudier le développement de stations de réception sol mobiles. La gestion du flot de données engendrées demeure un point capital.

* **La qualité des images**

Certaines images commerciales, malgré une très bonne résolution, sont difficilement exploitables. La radiométrie (dynamique des couleurs), le contraste, les bruits dans l'image, la date de prise de vue, l'absence de données de localisation précises, etc. peuvent singulièrement affecter une utilisation optimale des images.

Afin d'illustrer la qualité qu'il est possible d'obtenir dans l'achat d'images commerciales, comparons les images IRS (Inde) et les images SPOT, disponibles sur le marché.

La modélisation physique (qui traduit la connaissance précise des caractéristiques du capteur pour en corriger les défauts) de l'ensemble de prise de vue et de l'attitude du satellite ne semble pas maîtrisée dans le cas des images IRS en comparaison des images SPOT. En conséquence, l'image IRS n'est pas exploitable de façon globale.

Toutefois, les données IRS présentent une qualité géométrique qui leur permet d'être exploitable. De plus, en dépit d'un lignage fort, la radiométrie des images IRS révèle une supériorité sur les images SPOT au niveau de la dynamique.

Enfin, les images IRS procurent un grand confort de lecture des objets linéaires (routes, voies ferrées, chemins, canaux) et permettent de déterminer l'orientation de petits bâtiments comme des pavillons.

Cet exemple démontre, qu'une image n'est pas forcément adaptée à une application donnée et nécessite un certain savoir-faire et une connaissance des produits du marché.

* **Les délais de livraison**

Le client exige parfois des délais de livraison très courts. Les images demandées sont soit disponibles directement en archive et donc livrable rapidement, soit il est nécessaire de programmer le satellite imageur. Dans le cas des capteurs optiques, le paramètre météorologique apparaît fondamental, notamment le couvert nuageux (la nébulosité) qui empêche la prise de vue. Le radar permet une prise de vue tout temps, et l'infrarouge des vues de nuit. Les délais de livraison ont considérablement diminué depuis les débuts de l'observation de la terre : de plusieurs semaines dans les années 80, les images sont disponibles aujourd'hui en quelques heures. La constitution progressive d'archives

conséquentes, régulièrement mises à jour, de prévision météorologiques plus fiables, et de réseaux de distribution efficaces (Internet) le permet.

Trois niveaux sont à distinguer dans l'organisation des réseaux de distribution : producteur/distributeur, fournisseur (société intermédiaire entre le producteur et le client) et utilisateur des données.

En France, SPOT IMAGE demeure le plus important fournisseur sur le marché français, malgré l'émergence de nombreuses sociétés (ISTAR, GEOIMAGE, GEOSYS, TTI).

Au niveau européen, les fournisseurs ont bien souvent l'exclusivité de la distribution des données sur la zone européenne. Ainsi, EUROMAP distribue les images IRS sur l'Europe et EURIMAGE en fera de même avec les images Quickbird.

Compte tenu du nombre colossal des images archivées, la satisfaction du besoin des clients impose la mise au point de catalogues de consultation conviviaux, permettant des requêtes aisées. Le but est de maîtriser les commandes et de minimiser l'intervalle de temps entre la prise en compte des besoins utilisateurs (produit brut ou à valeur ajoutée), les impératifs de la production.

La consultation d'un catalogue, via Internet, permet rarement une interrogation de façon confidentielle, à moins de disposer d'un mot de passe pour préserver la diffusion des informations liées à une commande particulière, ou d'un catalogue de façon résidente. Toutefois, en fonction des accords qui lient le distributeur au producteur, ce dernier est souvent tenu de mentionner le nom du commanditaire. Aussi, il semble difficile de préserver l'anonymat.

Ces contrôles au niveau des commandes d'images constituent un filtre supplémentaire concourant à une utilisation « honnête » de l'imagerie.

Sans procéder à une étude exhaustive qui sortirait du cadre de cette étude, considérons l'exemple de l'imagerie russe et des produits EUROMAP pour illustrer la problématique des délais de livraison.

La distribution commerciale de l'imagerie russe (KVR-1000, KFA-1000, MK-4 et KFA-3000) est mal maîtrisée. L'accès aux données est imprévisible (planning des lancements non connus à l'avance), ainsi que les temps de transfert et la qualité des images. Les images sont analogiques (sous forme de film, c'est-à-dire sous une forme non numérique) donc difficiles à traiter par ordinateur.

Concernant les produits EUROMAP, les délais de livraisons diffèrent suivant le produit commandé. Un produit brut disponible en archive peut être livré le jour même si l'utilisation du transfert électronique est permise. Sinon suivant le mode de livraison, il faut rajouter à ce délai l'acheminement des données commandées. Des traitements standard ajoutent 24 heures supplémentaires.

Les moyens nécessaires pour exploiter une image

Disposer de l'image avec un certain degré de traitement, ou plus exactement de pré-traitement, nécessite pour son exploitation, non seulement une capacité de traitement complémentaire fonction du besoin spécifique à satisfaire, mais encore un savoir-faire en matière d'interprétation humaine ou assistée par des outils informatiques de traitement. La

connaissance des algorithmes, des formats d'image⁴⁹, des supports matériels de données (bande, cassette magnétique, supports magnéto-optiques – CD ROM, disques optiques réinscriptibles, Digital Audio Tape), des performances et des limitations des outils informatiques constitue le préalable indispensable à toute exploitation et à toute interprétation. William O. Studeman, ancien directeur adjoint de la CIA, reconnaissait que le gouvernement américain avait donné trop d'importance aux moyens de recueil, satellitaire notamment, au détriment des outils nécessaires au traitement, à l'analyse et à la diffusion des données ainsi recueillies. Cette absence étatique avait vu naître de fait des sociétés privées, aidées ou non par les ressources gouvernementales, aptes à dériver des produits à valeur ajoutée selon les besoins spécifiques des clients.

Seules des écoles ou des spécialistes peuvent procurer cette compétence initiale que viendra renforcer l'expérience. Certains Etats possédant de telles écoles ou de tels spécialistes, organisent des stages, souvent en accompagnement à l'exportation des systèmes d'exploitation, d'interprétation d'images ou de préparation de missions associés à des systèmes d'armes. **Il y a donc un contrôle étatique à l'acquisition d'une compétence en traitement et en interprétation d'image, situation qui constitue un filtre supplémentaire de nature à limiter une utilisation dévoyée des images spatiales.**

Selon Stephen E. Doyle⁵⁰, au début des années 1970, les Etats-Unis ont proposé à tout Etat intéressé, la possibilité de former des personnels à l'utilisation des informations de la Terre obtenues depuis l'espace, dont les images, collectées par la NASA avec ses satellites *Earth Resources Technology Satellites* (ERTS), plus tard dénommés Landsat. Le Brésil, le Canada, l'Italie, la Suède, plusieurs autres Etats africains, asiatiques et européens, installant sur leur sol pour certains d'entre eux des stations de réception, ont eu recours à cette formation. Au total, plus de 50 Etats ont utilisé des données spatiales pour étudier et gérer leurs ressources naturelles. La banque mondiale a également utilisé ce type de données pour s'assurer du bon emploi des fonds et estimer la validité des demandes. De même, l'Union Européenne, dans le cadre de la politique agricole commune (PAC) suit l'état des récoltes et la mise en jachère. En France, le GDTA⁵¹, filialisé par le CNES et spécialisée en télédétection, dispensent des formations en imagerie aux étrangers, essentiellement à des fins civiles (étude de la géométrie, de la radiométrie des images notamment) sous couvert du ministère des affaires étrangères ; la division interprétation des images de la société AIRCO sous le contrôle de la direction des relations internationales de la DGA ; l'Institut Géographique National (IGN), sous couvert du ministère de l'équipement, du tourisme et du transport, forme des étrangers aux techniques de la télédétection ; l'ESA⁵² contribue à la

⁴⁹ Il existe une très grande variété de formats incompatibles entre eux. Les impératifs d'exploitation conduisent à des points communs, à des paramètres qu'il est indispensable d'archiver avec l'image. Citons le format de numérisation Tiff (Tag Image File Format), le format d'affichage graphique point à point BMP (bitmap) dans l'univers windows, les formats gérant la compression et l'archivage des données multimédia JPEG et MPEG, le format vectoriel pour les graphismes, ou les images calculées, décrits selon un mode analytique. Pour ce qui concerne plus spécifiquement les images, les données indispensables concernent le format de représentation de l'image et le mode de balayage utilisé pour transcrire l'image 2D en fichier séquentiel (nombre de lignes, nombre de colonnes de l'image, nombre de bits par pixel et leur mode de codage – 1, 2, 8 pixels par octet par exemple. Pour l'exploitation des images traitées, les informations thématiques sont utiles : nature de l'image (radiométrie, graphisme, etc.), les conditions et date d'acquisition ou de création de l'image, le ou les fichiers d'information à associer, l'historique des traitements, etc. La commercialisation des images nécessite une standardisation de l'ensemble de ces paramètres.

⁵⁰ Stephen E. DOYLE, Civil Space Systems – Implications for International Security, UNIDIR, 1994, pp.39-40.

⁵¹ Groupement pour le Développement de la Télédétection Spatiale, situé à Ramonville Saint Agne près de Toulouse.

⁵² European Space Agency.

formation d'experts en interprétation des images, en particulier lors de la mise en œuvre du Centre Satellitaire de l'UEO, implanté à Torrejon, près de Madrid. Le Centre Satellitaire de l'UEO lui-même forme des spécialistes en interprétation d'images numériques. En Espagne encore, le département aérodynamique et capteurs du NIAT⁵³ est à même d'assurer des formations. En Grande-Bretagne, la JSPI⁵⁴ fournit des prestations notamment au profit de l'OTAN. L'Égypte également dispose d'une compétence en la matière en aidant certains pays du Moyen-Orient. La Russie conserve encore un savoir-faire important qu'elle dispense dans le cadre de sa survie économique.

Encore convient-il de pondérer ce regard étatique par l'internationalisation en cours des connaissances et des savoir-faire, en matière de traitement d'image notamment, par son vecteur principal que constitue Internet, mais également par les colloques scientifiques internationaux, l'ouverture grandissante et valorisante sur l'étranger des laboratoires ou des universités⁵⁵. La maîtrise d'une compétence reste tout à fait possible dans un cadre institutionnel ou étatique, mais également au niveau d'entités «privées», dès lors que la volonté d'y accéder est affichée et les ressources correspondantes en personnels et financières sont affectées. Il demeure possible à toute organisation terroriste, la plupart du temps par le truchement d'États soutiens (Libye, Soudan, Syrie, Arabie Saoudite, Irak, Iran, Pakistan, etc.) de recourir aux technologies les plus avancées si nécessaire.

En matière de formation encore, des sociétés privées⁵⁶ ouvrent leurs portes à tout individu solvable sans contrôle d'organismes officiels nationaux ou internationaux. Au nombre de ces sociétés l'on peut citer la société parisienne *Observation de la Terre Appliquée*, sous-traitant notamment d'organismes officiels tels que le GDTA ou AIRCO, CAP GEMINI principalement en matière de géomatique, ITC⁵⁷ aux Pays-Bas, et un certain nombre de sociétés privées canadiennes ou américaines, telle que la PACES⁵⁸, en accompagnement des ventes de produits d'imagerie spatiale.

Il y a donc une complémentarité entre l'outil de traitement et d'exploitation d'image, et le savoir-faire de l'interprète humain. Seule cette maîtrise permet une exploitation optimale des images spatiales.

CONCLUSION

Au terme de cette étude, il apparaît que la diffusion d'images commerciales spatiales à une résolution jusque là réservée à un emploi gouvernemental, et en particulier militaire, ne présente qu'un risque limité pour la sécurité internationale.

En effet, les conditions de diffusion des images spatiales commerciales demeurent très strictes. Ainsi, on peut constater que le gouvernement américain conserve un important droit de veto dans le cadre de la PDD-23 sous couvert de la notion de *sécurité nationale*, notion qui demeure délibérément floue. La société SPOT IMAGE également est liée avec le

⁵³ National Institute for Aerospace Technology.

⁵⁴ Joint School of Photographic Interpretation, à Hutington, Grande Bretagne.

⁵⁵ Citons le Département Image de l'École Nationale Supérieure des Télécommunications, le Département Signal et Image de l'Institut National des Télécommunications, l'Université d'État de Caroline du Nord (USA).

⁵⁶ Entretien du 30 décembre 1999, avec Monsieur Alain Blondelle, Pdg de la société OTA (Observation de la Terre Appliquée) de formation à l'analyse d'images aérienne et spatiales.

⁵⁷ International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, à Enschede aux Pays-Bas.

⁵⁸ Pan American Center for Earth and Environmental Studies, Université du Texas d'El Paso.

gouvernement français, via le Secrétariat Général pour la Défense Nationale (SGDN) pour la diffusion de ses images. Lors de la guerre du Golfe, tout achat par l'Irak, ou de l'un de ses alliés reconnus, d'images SPOT était bloqué. Les images elle-même sont parfois livrées avec des délais prohibitifs, comme les images russes proposées sur internet, ou sont livrées avec une qualité médiocre pour leur exploitation, ou bien encore certaines zones sensibles sont masquées (le ministère de la défense français a commandé une image à la société indienne IRS sur les installations nucléaires situées dans la région de Bombay. L'image a été obtenue avec un masque sur les zones sensibles).

Les restrictions d'emploi et les contrôles en place pour la vente d'images, limitent singulièrement un recours à des fins anti-sécuritaires alors qu'elles sont acquises sous couvert d'une utilisation civile. La mise en lumière d'une utilisation dévoyée désignerait l'utilisateur coupable, ou tout au moins l'intermédiaire acquéreur.

Sur le plan juridique et dans l'esprit du Traité sur l'espace de 1967, les Etats demeurent responsables des conséquences de la diffusion des images spatiales, et ont la charge d'appliquer des sanctions à l'égard des entreprises fautives.

De plus, une image brute ne présente aucun intérêt s'il est ne peut être traitée et exploitée. Une telle compétence s'acquière dans des organismes connus, et toute utilisation dévoyée de l'imagerie serait assez aisément circonscrite. Cette idée est cependant à pondérer, car certains Etats pourraient former de façon discrète des spécialistes à l'interprétation, et ce pour des raisons politiques, tels que certains Etats soutenant des organisations terroristes. Les pays de l'ex-URSS, disposent encore d'un savoir-faire en la matière et peuvent, pour des raisons économiques, dispenser cette connaissance.

Les effets sont bénéfiques pour la communauté internationale dans les domaines de : l'agriculture, la sylviculture (disparition de la forêt amazonienne), l'environnement (extension des déserts), l'hydrologie, la cartographie, la gestion des sols et des ressources naturelles (eau, ressources minières), la géologie, le suivi des catastrophes naturelles. L'image spatiale offre, par ailleurs, un champ plus large qu'une photographie aérienne.

La commercialisation des images spatiales, notamment dans une gamme de résolution utilisée par les militaires, ouvre un nouveau champ de concurrence favorable au développement économique. En effet, les sociétés privées exploitant des satellites imageurs cherchent à offrir des services des plus variés pour acquérir des parts de marchés. Des champs d'applications nouveaux apparaissent tel que le journalisme. Les médias recourent à l'imagerie pour suivre des zones de conflits ou de désastres naturels, dangereusement accessibles par voies terrestres. L'urbanisation peut également être suivie avec d'autant plus de précision que la résolution spatiale disponible devient meilleure.

Les forces du marché accélèrent le processus de diffusion. Aux Etats-Unis par exemple, les lobbies commerciaux font pression afin d'assouplir la rigueur du veto gouvernemental afin de rester concurrentiel avec la France, l'Inde, Israël, le Japon et autres pays compétitifs dans ce domaine.

Compte tenu des coûts prohibitifs d'un système satellitaire, la coopération multinationale permettrait un partage des coûts de développement, voire d'exploitation. Ce champ de coopération constitue de fait un facteur de paix. Plus encore une utilisation partagée d'un même système signifierait un concept et une doctrine communs, ou tout au moins un socle d'intérêts communs hiérarchisés de sécurité. L'Union Européenne a désigné un «Monsieur

PESC » (Politique Etrangère et de Sécurité Commune instituée par le Traité sur l'Union européenne de 1992) afin de faire évoluer cette perception d'une sécurité commune.

De même, un grand nombre d'utilisateurs peuvent se familiariser avec la manipulation d'images à haute résolution à des fins pacifiques, compétence réservée jusqu'alors aux très rares Etats possédant les moyens d'une telle technologie (USA, ex-URSS, France – Italie - Espagne avec le système Hélios). La dépendance à ses satellites commerciaux pousse certains Etats à vouloir acquérir leur propre système. Cependant, cette acquisition impose la maîtrise de technologies que peu de pays possède. A cet égard, le transfert de technologies sensibles constitue un enjeu et un contrôle par les pays les plus avancés. Cependant, le bienfait des usages civils de l'imagerie poussera à une plus large diffusion d'une telle technologie, sous contrôle d'organismes internationaux éventuellement et dans un cadre légal et réglementaire en évolution.

A l'instar de la technologie des armes nucléaires, l'histoire montre qu'un Etat développé parvient toujours à accéder à des technologies de pointe. En matière nucléaire, les Etats-Unis ont maîtrisé les premiers les sciences atomiques, suivi quelques années plus tard par l'URSS⁵⁹. Aujourd'hui, outre la France, la Grande Bretagne et la Chine, certains Etats, non nécessairement parvenus à un stade de développement économique avancé, disposent de l'arme nucléaire ou de la capacité à la produire (Israël, Inde, Pakistan, Afrique du Sud, Taïwan, Corée du Sud, Japon). Un mouvement identique se dessine en matière de technologie des capteurs spatiaux et des outils informatiques de traitement et d'exploitation d'images, dès lors que ce domaine est reconnu comme un instrument de puissance et de souveraineté, et que la volonté d'en maîtriser les développements et l'utilisation est affichée.

La diffusion d'images à haute résolution concourt à une plus grande transparence, dans un esprit comparable aux traités Ciel ouvert signés dans le cadre du désarmement, et mettre à jour les préparatifs par des Etats potentiellement agresseurs. Cette transparence dissuadera certains Etats de développer des moyens agressifs par le risque d'une pression diplomatique et médiatique internationale. Les moyens financiers ainsi libérés des activités répréhensibles pourront alors être utilisés au profit d'un mieux-être de l'humanité.

Tim Brown⁶⁰ préconise la plus large diffusion de l'imagerie spatiale comme facteur favorable à la stabilité internationale. Le conflit vise à défaire militairement un adversaire, alors que la confrontation a pour objet d'obtenir un résultat politique. De même, attribut de souveraineté des Etats, l'image aujourd'hui disponible sur le marché limitera leur action politique. En effet, l'imagerie peut contraindre diplomatiquement, et donc politiquement, un Etat à renoncer à une action armée. Par exemple la mise en lumière des préparatifs d'invasion du Koweït par l'Irak en 1990, conjuguée à une action diplomatique résolue, aurait permis vraisemblablement, du moins peut on l'imaginer, d'éviter un recours à la force, ou tout au moins un engagement moins massif (prépositionnement préventif et dissuasif) dès les premiers signes d'une invasion possible.

⁵⁹ Les soviétiques ont largement eu recours à l'espionnage pour combler leur important retard technologique.

⁶⁰ Selon Tim Brown « aussi longtemps que quelques gouvernements en contrôleront la technologie, la capacité des satellites d'observation pour le maintien de la paix sera sévèrement limitée. Des améliorations dans la résolution spatiale, dans la récupération, couplées avec des logiciels et des matériels informatiques bon marché, accroîtront l'accès international à l'observation ». L'auteur met en garde contre les effets dangereux pour la stabilité internationale de la limitation de l'accès à l'imagerie spatiale et à sa technologie. Le marché permettra une vraie symétrie de l'information. Par leur nature impartiale, des entreprises commerciales qui offrent l'imagerie suivant un principe de non-discrimination sont mieux adaptées à la résolution des conflits, à la surveillance de la prolifération des armements, et à la surveillance des traités.

Tim BROWN, International peace through the free market. The effect of commercial remote sensing satellites on international peace, 45th Congress of the International Astronautical Federation, Jerusalem, 1994.

A l'inverse, les Etats-Unis étaient très vraisemblablement avertis des préparatifs d'invasion du Koweït par l'Irak en 1990. Pour certaines raisons politiques, les responsables américains ont feint d'ignorer ces préparatifs. Une diffusion d'une telle information dans les médias aurait forcé la communauté internationale à réagir.

En outre, certaines contraintes, ou limitations, conditionne le recours à l'imagerie. La météorologie détermine les conditions de propagation des ondes électromagnétiques. En particulier, la nébulosité affecte les délais de prise d'image pour les capteurs optiques.

Malgré tout, les satellites d'observation commerciaux aujourd'hui disponibles permettent de satisfaire certains besoins d'intérêt militaire, ou plus généralement de renseignement. Ce risque mesuré est à prendre si l'on veut permettre que les avantages d'une diffusion plus large l'emportent sur les inconvénients.

En final, les forces du marché, sous-tendues par les besoins civils, vont, de fait, contraindre les Etats détenteurs de systèmes d'imagerie spatiale, à abandonner une parcelle de souveraineté, plus particulièrement dans le domaine de la haute résolution.

Ces Etats possesseurs cherchent toutefois à en limiter les effets, par un contrôle étroit sur les sociétés privées, pour maintenir l'imagerie comme une arme de souveraineté sur les plans politique, diplomatique, économique et militaire. Ce contrôle de la diffusion s'exprime fortement dans les textes législatifs pour les Etats-Unis, par voie d'accord ou de contrat pour la France, mais aussi dans les capacités techniques à posséder par un Etat tiers pour exploiter les images de façon optimale. De surcroît, les entités acquéreuses sont connues de par le fonctionnement même des réseaux de distribution, et donc ne peuvent que difficilement utiliser ces images de façon détournée.

Enfin, gageons que les évolutions en cours se poursuivront avec la venue d'acteurs concurrentiels toujours plus nombreux, qu'ils soient étatiques (Japon, Israël, Inde, etc.), ou des organismes internationaux qui pourraient s'attribuer un rôle commercial pour augmenter leurs budgets (UEO ? UE ?).

ANNEXE 1

On distingue trois produits composant l'imagerie spatiale, ou encore trois types d'images :

L'image brute : elle correspond aux signaux électromagnétiques émis par le satellite vers les stations de réception terrestres, elle est une information de base, sorte de matière première de l'imagerie spatiale, de laquelle seront tirés des produits plus ou moins élaborés. N'ayant subi aucune modification quant à sa forme, elle résulte d'un processus entièrement automatisé, elle n'est l'objet d'aucune intervention directe de l'homme. Quelle que soit sa forme physique, ce produit est inexploitable directement par l'utilisateur.

L'image corrigée (ou traitée) : est l'image brute après correction. Les rectifications apportées se font à partir d'informations propres au système d'acquisition, elles sont destinées à rendre exploitable le produit brut, lequel peut revêtir des formes variables. Les traitements réalisés sur les images brutes consistent en des corrections des distorsions radiométriques et géométriques majeures dues aux conditions de prise de vue.

L'image modifiée (ou analysée, ou dérivée) : l'information a reçu non seulement les corrections nécessaires à son exploitation mais encore des modifications de sa forme par l'adjonction d'informations extérieures au système d'acquisition. L'image modifiée est un produit fini, le plus élaboré de la gamme d'images et résulte d'une intervention directe de l'homme.

Remarque :

L'image modifiée résultant d'une intervention directe de l'homme, d'un apport intellectuel de ce dernier, répond aux exigences de création et révèle un lien d'auteur à œuvre.

L'image brute et l'image corrigée suscitent le plus grand nombre de difficultés quant à leur protection par des droits intellectuels tel le droit d'auteur (encore appelé propriété littéraire et artistique). Il faut qu'il y ait création (produit d'un travail intellectuel libre, exprimant la personnalité du créateur), que l'œuvre soit originale (fruit d'un travail indépendant et personnel) et sous une forme déterminée, matérielle.

En France, aucune loi n'est intervenue pour déterminer le régime juridique des activités de télédétection, pas plus que le statut des images. La commercialisation des images SPOT, assurée par SPOT IMAGE est donc exclusivement organisée par la voie contractuelle.

Aux Etats-Unis, la loi américaine repose sur un principe de distribution non discriminatoire des données brutes, et propose une protection des données brutes et de celles ayant subi des corrections minimales par la technique du secret commercial. La section 603 du *Land Remote Sensing Commercialization Act* de 1984 prévoit :

« *Unenhanced data distributed by any system operator under provisions of this Act may be sold on the condition that such data will not be reproduced or disseminated by the purchaser.* »

ANNEXE 2

Article 1 de la Charte des Nations Unies

Cet article dispose notamment :

1. maintenir la sécurité et la paix internationale, et à cette fin : adopter des mesures collectives utiles pour prévenir et éradiquer les menaces à la paix, supprimer tout acte d'agression ou violation de la paix, et ainsi parvenir par tous moyens pacifiques, en conformité avec les principes de la justice et du droit international, les ajustements ou le règlement des différends internationaux ou des situations qui peuvent conduire à une infraction à la paix ; ...

Article 51 de la Charte des Nations Unies

Cet article dispose :

Rien dans la présente Charte ne pourrait aliéner le droit inhérent à la légitime défense individuelle ou collective dans le cas d'une attaque armée contre l'un des membres des Nations Unies, jusqu'à ce que le Conseil de Sécurité ait pris les mesures nécessaires au maintien de la sécurité et de la paix internationale. Les mesures adoptées par les membres, dans le cadre du droit à la légitime défense, devront être immédiatement communiquées au Conseil de Sécurité et ne devront en aucun cas, dans le cas de la présente Charte, affecter l'autorité et la responsabilité du Conseil de Sécurité de prendre à tout moment les mesures jugées nécessaires afin de maintenir ou restaurer la sécurité et la paix internationale.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages

Aymeric CHAUPRADE, Introduction à l'analyse géopolitique, Ed. Ellipses, Paris, 1999.

Hervé COUTAU-BEGARIE, Traité de Stratégie, 2^{ème} édition, Economica, Paris, 1999.

Stephen E. DOYLE, Civil Space Systems – Implications for International Security, UNIDIR, University Press, Cambridge, 1994.

L'exploitation commerciale de l'espace, droit positif, droit prospectif, sous la direction de Philippe KAHN, Université de Bourgogne – CNRS – Centre de recherche sur le droit des marchés et des investissements internationaux – volume 15, Ed. Litec, 1992.

Défense et défis nouveaux, Dictionnaire technique et critique des nouvelles menaces, sous la direction de Xavier RAUFER, Laboratoire du CHEAr, Ed. PUF, Paris, 1998.

Gerald M. STEINBERG, Satellite Reconnaissance, New York, Praeger, 1983.

Alvin TOFFLER, Les nouveaux pouvoirs, Ed. Fayard.

Rapports et articles

James S. COOLBAUGH, Genesis of the USAF's first satellite programme, The journal of the Interplanetary Society, vol. 51, 1998.

Mark WILLIAMSON, The Early Development of Earth Observation Satellites, vol. 7, n°2, 1998, Earth Space Review.

Kosovo : une guerre d'exceptions, Rapport d'information n°2022 de l'Assemblée Nationale.

Presidential Decision Directive – 23 du 10 mars 1994 signée par le président Clinton.

Intelligence Note, Bureau of Intelligence, Verification and Information Management ; Intelligence, Technology Analysis Division, ACDA, 13 mai 1996 (Documentation Federation of American Scientists –FAS-).

Christopher J. JOYNER et Douglas R. MILLER, « Selling Satellites : the Commercialization of Landsat », Harvard Intl Law Jour., vol.26, 1985.

M. ARNAUD, A. RICHARD, Ph. MUNIER, The SPOT Program : 10 years of service and the future, Space Technol., Vol. 18, No. ½, pp. 11-19, Published by Elsevier Science Ltd, International Astronautical Federation, Great Britain, 1998.

Land Remote Sensing Commercialization Act, Public Law 98365 signed by President Reagan, July 17, 1984.

Land Remote Sensing Commercialization Act de 1992.

Document NU 41^{ème} session, supp. N°20 [A/41/20].

Charte des Nations Unies.

ENA – Promotion Victor Schoelcher (1994-1996), La défense, de la nation à l'Europe, Rapports de séminaire, Tome 1, sous la direction de Jean-Claude MALLET, Paris, Août 1996.

National Security Act de 1947.

Décret n°98-608 du 17 juillet 1998 (JO du 19 juillet 1998).

Dictionnaire des termes techniques principaux du Groupe de coordination de la DGA pour la géographie numérique – mars 1994.

Aviation Week & Space Technology du 31 janvier 2000 pp.55-56, intitulé « Shutter Controls : How Far Will Uncle Sam Go ? ».

Etude PICO (Produits Images Commerciaux) réalisée par la DGA, intitulée « Analyse des circuits d'approvisionnement pour l'achat d'images commerciales », référence : PICO/DC/GIP/99032 du 02 février 1999.

Tim BROWN, International peace through the free market. The effect of commercial remote sensing satellites on international peace, 45th Congress of the International Astronautical Federation, Jerusalem, 1994.