



# Pour améliorer le renseignement satellitaire: la séparation aveugle de source en télédétection

cahier de la pensée mili-Terre

le Capitaine (TA) Lilian MAÎTRE

Publié le 25/06/2018

Sciences & technologies

**Chaque jour les recherches technologiques découvrent de nouvelles possibilités et repoussent certaines limites. L'utilisation de la séparation aveugle de source devient pertinente pour l'amélioration des performances des systèmes de télédétection dans le domaine de l'imagerie satellitaire.**

La télédétection est la technique d'acquisition à distance d'informations sur la surface terrestre, principalement fondée sur l'analyse d'images obtenues dans différentes gammes de longueurs d'ondes à partir d'aéronefs ou de satellites[1]. Ces études en télédétection ont réellement débuté dans les années 1970.

Le développement des méthodes de traitement numérique d'images, en simultané de celui effectué sur les instruments de la télédétection spatiale (satellites, capteurs), a permis des interprétations de plus en plus efficaces des données satellitaires d'observation de la Terre quel que soit le domaine.

Aujourd'hui, la télédétection est devenue incontournable pour fournir des informations sur les observations en temps réel des ressources terrestres (eau, végétation, sol) ou de leur utilisation par l'homme (agriculture, sylviculture, urbanisation). Elle est également fortement utilisée dans le domaine militaire par les grandes puissances modernes pour obtenir de très nombreux renseignements sur les positions, le relief ou l'activité qui se réalise dans des lieux précis. Les évolutions depuis le début de ce siècle ont permis l'avènement d'images satellitaires à très haute résolution spatiale dont les applications les plus connues du grand public (Google Earth, Géoportail de l'IGN) ne sont que des utilisations particulières.

## Télédétection

Commençons d'abord par apporter des précisions sur la télédétection. Le soleil envoie

des rayons en direction de la Terre et de tous les objets qui sont situés à sa surface. Ces rayons sont ensuite séparés: une partie est absorbée par les objets et l'autre partie est réfléchi. Les satellites captent la partie réfléchi pour ensuite exploiter ces rayons, à l'identique de ce que réalise notre vision humaine, en identifiant les formes, les couleurs et les positions de ces objets. La technique utilisée est celle de l'imagerie multispectrale. L'avantage est que ces informations vont pouvoir être lues sous plusieurs aspects différents grâce aux longueurs d'ondes qui composent ces rayons réfléchis. Avec le domaine proche infrarouge, on précise par exemple la végétation et ses différentes formes.

Ensuite, en ce qui concerne son utilisation, les images qui sont prises par les satellites sont réalisées à environ 700 kilomètres de la Terre. Cependant, avec les progrès des technologies, les photos peuvent devenir très précises et avoir une résolution de quelques dizaines de centimètres (la très haute résolution concerne les données inférieures à un mètre). Ce qui est peu par rapport à l'étendue de la photo. Le système PLEIADE, système de coopération européenne de six pays, possède deux satellites, 1-A et 1-B. Ce dernier a été lancé en décembre 2012. Ces satellites duaux, c'est-à-dire à usage à la fois civil et militaire, permettent d'obtenir des résolutions d'images d'environ 50 cm par 50 cm pour une image globale de 20 kilomètres de largeur et pouvant atteindre 100 kilomètres de longueur, suivant l'axe de l'objectif par rapport au déplacement du satellite. Ces images apportent une connaissance du milieu et permettent de surveiller l'évolution de l'environnement urbain, mais aussi de pratiquer une veille systématique sur les risques naturels et industriels encourus par l'homme ou sur les régions de crise. Les images acquises par les deux satellites PLEIADE sont collectées par les centres utilisateurs, Creil (France) et Torrejon (Espagne) pour les armées françaises et espagnoles, Toulouse par Astrium Services qui en est le distributeur exclusif mondial pour les utilisateurs civils.

## **Séparation aveugle de source (S.A.S)**

La séparation aveugle de source consiste à estimer un ensemble de signaux jusqu'ici inconnus à partir d'un signal mélangé de ceux-ci[2]. Ces signaux seront des images dans notre cas. Les rayons réfléchis du soleil pour la télédétection sont les signaux reçus et mélangés. La recherche actuelle, dans le domaine de la séparation aveugle de sources, utilise plusieurs sous-domaines. Les synthèses des découvertes faites dans ces différentes subdivisions permettent d'établir de plus en plus précisément les signaux sources avec peu de mélanges. Lorsque les signaux sources ont pu être identifiés individuellement, ils le sont actuellement à un coefficient d'amplitude près. En effet, la résolution mathématique des matrices des signaux mélangés ne permet d'obtenir que des estimations des sources.

La séparation aveugle de sources est déjà utilisée quotidiennement dans les applications de nombreux domaines à la pointe de la technologie, tels l'astrophysique, l'imagerie médicale (électrocardiogramme et IRM à faible exposition), la compression vidéo distribuée ou encore les systèmes embarqués (téléphones portables...), et l'enregistrement audio à haute résolution spatiale. Il existe en France de nombreuses équipes de chercheurs, notamment dans le domaine spatial (CNES).

Pour l'imagerie satellite, une image est composée de l'association de pixels. L'objectif est d'identifier les différents composants de chaque pixel d'une image de télédétection par le développement d'une (plusieurs) approche(s) basée(s) sur la séparation aveugle de sources.

En effet, même dans le cas de la très haute résolution, il n'y a qu'une partie des pixels qui sont unis (composée d'un seul matériau, eau ou végétation identique). L'autre partie des pixels est composée de mélanges d'au minimum deux matières. Les pixels unis permettent l'extraction et l'identification des spectres des matériaux purs présents dans la scène observée, et aussi les calculs, à travers différents algorithmes, par la réalisation de cartes complémentaires, qui fourniront des taux de présence de chaque matériau pur dans chaque pixel. Le résultat final de ce traitement des images permet d'obtenir une représentation améliorée de l'image brute, que ce soit dans la netteté ou dans les différents coloris.

La séparation aveugle de sources ouvre des perspectives pour une efficacité renforcée dans les possibilités de traiter les images et dans la rapidité de les exploiter. Elle vise à faciliter l'utilisation des informations dans des contextes opérationnels. La signature spectrale de chaque matériau devenant semi-automatique au fur et à mesure des découvertes, les applications permettent d'obtenir les images traitées en temps quasi-réel.

## **Complémentarité des deux parties et apport pour la défense**

La séparation aveugle de sources et la télédétection mises en commun permettent d'améliorer la qualité d'une image brute avec au final de meilleures estimations des pixels, une plus grande définition d'image, une netteté développée ainsi qu'une amélioration de la précision allant jusqu'à 0,5 mètre pour les satellites PLEIADE 1A-1B. Les produits PLEIADE permettent de maximiser l'information tant sur la cible que sur ses environs. Les deux satellites étant sur la même ellipse, mais décalés de quelques heures, permettent des revisites quotidiennes de chaque point du globe permettant de comparer les images et de suivre les évolutions des situations en un temps restreint.

Le système PLEIADE est un avantage certain pour les défenses européennes, et française en particulier. Les forces armées ont une garantie et un accès prioritaire sur au minimum cinquante photos quotidiennes, quarante-huit pour la France et deux pour l'Espagne. Ces satellites permettent de réaliser de nombreux clichés sur une faible étendue, ce que ne pouvait pas faire le système Hélios auparavant. Cela facilite le renseignement et par là même l'efficacité des troupes sur le terrain. Les images fournissent une aide soit à la prise de décision soit à la conduite des opérations puisqu'il ne s'écoule que quelques minutes entre le passage du satellite, le traitement des informations sécurisées et la production de l'image.

Les applications pertinentes au niveau militaire sont une meilleure détection, évaluation et identification de l'adversaire, ou tout simplement la connaissance du terrain et de son environnement en vue d'une mission future. Ces renseignements peuvent faciliter une prévention des risques et éviter une partie des dommages collatéraux.

Ces images de télédétection permettent des interventions plus ciblées, notamment dans les zones urbaines, ce qu'il était difficile de réaliser jusqu'à présent avec des résolutions de l'ordre de deux mètres ou plus.

Mais les informations fournies par les images sur la géographie d'une région peuvent également servir lors des opérations de secours auxquelles participent les militaires lorsque surviennent de grandes catastrophes naturelles comme le séisme à Haïti.

La télédétection apporte un avantage indéniable de nos jours, et se montre de plus en plus pertinente. Elle permet d'obtenir des informations dans des délais restreints, devenant un outil précieux pour faciliter les prises de décision. Or ces dernières doivent être réalisées dans un laps de temps toujours plus contraint et dans un environnement qui nécessite d'avoir constamment plus de réactivité.

À l'heure où les moyens financiers et humains sont inexorablement de plus en plus comptés et limités dans nos armées occidentales modernes, le renseignement prend une part d'autant plus importante pour évaluer les possibilités et les choix pour les moyens d'action. L'utilisation de la télédétection est un avantage certain pour la France. Les bénéfices des recherches effectuées dans des domaines tels que la séparation aveugle de sources, afin de développer les systèmes existants et les rendre plus performant en améliorant encore les rendements et la qualité des images, vont permettre d'accroître leur exploitation. Cela sera possible grâce à une précision ainsi qu'à une rapidité de transmission des traitements sécurisés numériques accrues.

[1] Dictionnaire Larousse.

[2] Y. Deville, «Signaux temporels et spatiotemporels: analyse des signaux, théorie de l'information, traitement d'antenne, séparation aveugle de sources», Paris, Ellipses, 2011

Stagiaire du diplôme technique, issu de l'École militaire interarmes (promotion «Campagne d'Italie», 1999-2001), le Chef d'escadron MAÎTRE a servi au 1<sup>er</sup> RTP, au 511<sup>ème</sup> RT et à l'EMF3 durant sa première partie de carrière. Il suit actuellement la scolarité de master en électronique-électrotechnique et automatique à l'université Paul Sabatier de Toulouse 3.

---

**Titre :** Pour améliorer le renseignement satellitaire: la séparation aveugle de source en télédétection

**Auteur(s) :** le Capitaine (TA) Lilian MAÎTRE

**Date de parution :** 24/05/2018

---