

EDITORIAL

La troisième et dernière phase du programme préparatoire ORFEO Pléiades, la Recette Thématique Utilisateurs (RTU), s'est terminée par la présentation des résultats des 130 études, réalisées par plus de 60 partenaires, lors des Pléiades Days 2014 (avril 2014, Toulouse) devant une assistance de plus de 400 personnes.

Les actes de conférence de la majorité des présentations orales des Pléiades Days ont fait l'objet d'une édition spéciale RFPT en deux volumes avec la parution de 23 articles dans un premier volet, le n°208. 22 autres articles sont publiés dans ce n°209.

L'éditorial du premier volet a présenté le déroulement du programme préparatoire ORFEO Pléiades, depuis sa mise en place en 2003 jusqu'à la conférence finale, Pléiades Days 2014.

L'éditorial de ce deuxième volet synthétise les premiers retours des utilisateurs sur les utilisations de l'imagerie Pléiades dans divers domaines applicatifs.

Retours utilisateurs sur les images Pléiades

Lors de la RTU, un questionnaire a été envoyé à chaque porteur d'étude. Ce questionnaire interrogeait principalement sur le format des produits diffusés, la géométrie, la radiométrie et le contenu en information des images Pléiades.

Format des produits

Le format JPEG2000 a été choisi pour les images Pléiades, afin de limiter le volume des données (inhérent à la résolution spatiale), grâce à une compression sans perte d'information, et donc sans aucun artefact. La compression du produit est en effet réalisée principalement au niveau du segment sol.

Un certain nombre d'utilisateurs avait une appréhension compréhensible sur l'utilisation du format JPEG2000, ces utilisateurs étant habitués à travailler avec des images en format TIFF, GeoTIFF. Après une période de rodage où les données ont souvent été fournies en JPEG2000 et Geo TIFF, les utilisateurs se sont très bien appropriés ce nouveau format, qui est jugé très efficace.

Géométrie

La résolution spatiale sol native de Pléiades étant de 70cm au nadir, le produit est rééchantillonné à 50cm au niveau du segment sol pour une utilisation plus facile et

plus robuste. Ce rééchantillonnage peut introduire un certain « flou », qui a été détecté par la moitié des utilisateurs, sans impact sur la qualité de la photo interprétation ou des produits dérivés. La seule gêne rapportée concerne l'identification d'éléments fins qui requièrent une résolution spatiale inférieure à 70cm, et donc en-dehors des limites de Pléiades.

Les produits fusionnés délivrés ont été jugés d'une très bonne qualité ; les fusions réalisées par les utilisateurs eux-mêmes à partir de produits délivrés en Bundle (bandes spectrales séparées) n'ont pas posé de problème.

Concernant l'orthorectification, les seuls reproches concernaient l'utilisation des données SRTM ou de modèles numériques de terrain (MNT) pas assez à jour. Par contre, les orthorectifications réalisées par l'Institut National de l'Information Géographique et Forestière (IGN) sur le territoire français ont été jugées excellentes. Il faut rappeler que la précision de localisation de la constellation Pléiades est, dans 90% des cas, inférieure à 6,5m sans l'utilisation de points d'appuis (Gleyzes et al., 2014). Aucun défaut géométrique n'a été souligné.

Un quart des utilisateurs RTU a produit des MNT à partir de données stéréoscopiques ou tri-stéréoscopiques. Les soucis rencontrés provenaient principalement d'un manque d'information sur les logiciels (libres ou non) disponibles permettant la production de MNT. Il nous semble nécessaire de rappeler que ce type d'activité, en plus de la disponibilité de logiciels, requiert une très bonne connaissance de la géométrie de l'image par les utilisateurs.

Des logiciels libres sont actuellement disponibles pour une production plus facile de MNT, citons notamment l'Orfeo Tool-Box (OTB) du CNES, MICMAC de l'IGN et S2P du Centre de Mathématiques et de Leurs Applications (CMLA).

Radiométrie et contenu en information

Les communautés ont souligné leur satisfaction pour le codage radiométrique sur 12 bits, permettant de limiter la saturation (même si des phénomènes de saturation, inhérents à tout capteur optique, ont été signalés pour des faces de glacier exposées au soleil, par exemple).

Le contenu en information des images Pléiades a été jugé optimal par tous les utilisateurs, à part ceux rapportant des phénomènes de saturation sur les glaciers et ceux recherchant une information en limite de résolution spatiale.

La réponse spectrale a été jugée satisfaisante, similaire

aux autres capteurs optiques en orbite. La présence de la bande bleue est très intéressante, notamment pour les applications côtières. Malgré tout, les utilisateurs ont fait remarquer que le léger chevauchement inter-bandes pouvait limiter les classifications de types de végétation. L'absence d'une bande moyen-infra-rouge, limitant des applications pour les risques ou la forêt, a également été notée.

Retours sur les utilisations de l'imagerie Pléiades

Toutes les références citées sont consultables sur le site internet www.pleiades2014.com sous forme de présentations orales ou supports de posters.

L'apport de Pléiades a été démontré dans tous les domaines thématiques étudiés avec un bénéfice plus ou moins grand selon le domaine.

Cartographie

La très haute résolution (THR) spatiale (70cm au nadir rééchantillonnée au sol à 50cm) et la résolution spectrale permettent à l'imagerie Pléiades d'être totalement compatible avec l'imagerie aérienne à résolution 50cm (Hangouët et al., 2014). La capacité de revisite assure un rafraîchissement des bases de données indéniablement complémentaire aux campagnes aériennes (Gressin et al., 2014) avec un grand intérêt sur des zones fortement évolutives.

L'occupation des sols à des échelles de travail du 1 :50000 voire 1 :25000, le suivi de l'extension des zones urbanisées (Catry et al., 2014) et de la densité urbaine (Hébrard et al., 2014) sont des besoins qui peuvent être remplis par Pléiades grâce à sa taille de scène unitaire (20×20km²) permettant d'imager la plupart des agglomérations urbaines en une seule prise de vue.

L'usage de la THR permet aussi de caractériser et cartographier les trames vertes urbaines (Crombette et al., 2014 ; Wolff et al., 2014), sujet de la plus grande importance pour les collectivités territoriales, suite aux directives des Grenelle de l'Environnement

Risques

Pour la seconde thématique phare de Pléiades, la résolution spatiale est bien adaptée (Ettinger et al., 2014), tout en étant réellement un plus pour des catastrophes telles les tremblements de Terre, glissements de terrain (Zucca et al., 2014) avec une cartographie précise de dégâts.

La résolution spectrale permet de répondre également à la plupart des besoins, en apportant une complémentarité par rapport à d'autres capteurs (notamment capteurs SAR et capteurs optiques à Haute Résolution

spatiale). La bande bleue est un réel atout pour les événements côtiers. Malgré tout, la présence d'une bande moyen infra-rouge optimiserait l'analyse de la végétation. L'agilité et la réactivité de Pléiades, notamment grâce à ses trois plans de programmation quotidiens, sont des atouts indéniables avec des acquisitions rapides d'images et des capacités importantes de revisite indispensables pour le suivi des catastrophes (Chastanet et al., 2014 ; Escudier et al., 2014). Les produits dérivés de Pléiades sont directement insérables dans les outils opérationnels de crise (Chastanet et al., 2014).

Pléiades a été programmé avec succès pour les besoins de la Charte internationale Espace et catastrophes majeures quelques semaines à peine après son lancement (Cyclone Giovanna sur Madagascar du 13/02/2012). Depuis, son usage est systématique pour la Charte, avec des retours extrêmement positifs. La RTU a aussi permis de fournir des images pour un nombre important d'événements de crise en France, pour les besoins SCHAPI, CCR, DGSCGC.

L'utilisation de la 3D grâce aux prises de vue stéréoscopiques voire tri-stéréoscopiques, n'a pas encore été explorée en mode opérationnel pour la gestion de crises, mais serait d'un grand apport en termes d'information. Son utilisation deviendra certainement un standard dans un avenir proche. Enfin, il faut signaler que, aux niveaux français et européen, disposer en toute autonomie d'un système THR très réactif garantit une efficacité optimale pour l'accès aux données en cas de besoins urgents.

Mer et Littoral

Pour cette thématique, Pléiades a démontré son intérêt dans quatre domaines : la cartographie des zones côtières (Dupaquier et al., 2014), le suivi du trait de côte (Lafon et al., 2014), l'impact des activités anthropiques (Mangin et al., 2014) et le suivi de l'aquaculture (Dehouck et al., 2014). Les études sur la bathymétrie et la qualité de l'eau (couleur, turbidité (Gernez et al., 2014)) sont très encourageantes, mais encore au stade de R&D, en raison notamment des contraintes d'acquisition (angles de prise de vue, prise en compte des marées...).

Agriculture

Pléiades, qui était initialement peu attendu dans cette thématique (besoin de revisite fréquente avec large couverture), révèle pourtant tout l'intérêt de la THR, notamment dans le suivi des bonnes pratiques agro-environnementales (dans le cadre de la directive Nitrates (Sombardier et al., 2014)), l'accès à l'information intraparcélaire (Vaudour et al., 2014), la détection des haies (Durand et al., 2014 ; Fauvel et al., 2014), des bandes enherbées, l'agroforesterie (Demagistri et al., 2014 ; Le Maire et al., 2014).

L'optique THR est également très complémentaire des autres capteurs (SAR notamment) pour la détection et la caractérisation des récoltes (cycles annuels, prairies, environnements pastoraux (Borgniet et al., 2014), pour les

cultures viticoles (Barbey et al., 2014 ; Régniers et al., 2014).

Forêt

La forêt est un domaine pour lequel Pléiades présente une avancée très significative à la fois en 2D et en 3D.

La caractérisation de dégâts après tempête (Jolly et al., 2014) et des couverts forestiers (Blanchard et al., 2014 ; Giraud et al., 2014) sont deux sujets sur lesquels Pléiades a été unanimement reconnu comme très utile, parfaitement adapté grâce à son compromis couverture/résolution.

La THR permet le suivi de la recolonisation de la végétation (Caspard et al., 2014), le calcul d'indices de texture des couverts forestiers (Andreoli et al., 2014 ; Béguet et al., 2014).

La stéréoscopie apparaît aussi très clairement comme un atout majeur pour l'estimation de la masse volumique forestière (Belouard et al., 2014) à l'échelle d'une scène Pléiades, dans le massif landais par exemple. La méthodologie est présentée comme transférable à l'ensemble du massif, et même à d'autres couverts forestiers.

Géophysique/Géologie

Cette thématique, pour laquelle l'imagerie optique THR semblait la moins adaptée au démarrage d'ORFEO, tire pourtant un immense bénéfice de Pléiades grâce notamment aux acquisitions tri-stéréoscopiques. En effet, les études RTU ont montré la très bonne précision des Modèles Numériques d'Élévation construits à partir des données Pléiades (Berthier et al., 2014 ; Marti et al., 2014).

Quelques applications géophysiques/géologiques sont même évaluées à un niveau quasi-opérationnel, comme le suivi des glaciers (le codage des données sur 12 bits limite la saturation sur les glaciers exceptées pour les faces exposées au soleil) et des glissements de terrain (Stumpf et al., 2014), l'évaluation du risque volcanique (Kassouk et al., 2014) et la contribution aux études géotechniques (Andreoli et al., 2014 ; Chahine et al., 2014).

Hydrologie

L'hydrologie, avec en particulier l'analyse fine des bassins versants est un domaine où Pléiades a un très fort potentiel.

La mise à jour de la carte d'occupation des sols grâce à la haute répétitivité temporelle permet de détecter et caractériser les changements soudains. De même, la capacité de revisite permet de suivre les limites et étendues des zones en eau (Yésou et al., 2014) ou la dynamique des rivières (Wawrzyniak et al., 2014).

Grâce à l'utilisation de la 3D, il est possible de caractériser et modéliser les réseaux hydrologiques dans les zones montagneuses (Morel et al., 2014) ce qui est très utile, notamment pour la prévision et la modélisation des

crues, et permet une meilleure compréhension des bassins versants.

3D

L'utilisation de la 3D devient un « classique » (Delvit et al., 2014) et est intégrée dans un large éventail d'applications : mise à jour de bases de données (élévation dans les zones urbaines et montagneuses (Puig et al., 2014), suivi du trait de côte, détection de changements (Guérin et al., 2014)...

Les logiciels disponibles ont atteint une certaine maturité (de Franchis et al., 2014 ; Favé et al., 2014 ; Michel et al., 2014). Malgré tout, les temps de calculs sont encore très longs (ils peuvent cependant être réduits en travaillant en géométrie épipolaire).

Le choix des angles de prises de vue (B/H) dépend des algorithmes mais en général un B/H modéré est préféré, sachant que la performance altimétrique de Pléiades est d'1m (couple stéréoscopique avec B/H de 0,15) (Gleyzes et al., 2014 ; Lebègue et al., 2014).

La tri-stéréoscopie a été unanimement reconnue comme un des atouts majeurs de Pléiades, même si elle est très demandeuse en termes de ressources satellites.

Méthodologie

Les nouvelles capacités et performances de Pléiades (Lebègue et al., 2014) en terme de résolution spatiale, de revisite, de capacité d'acquisitions, de 3D ont été un moteur pour le développement de nouvelles méthodes d'extraction d'information (Mercier et al., 2014 ; Youssefi et al., 2014). Parallèlement des contraintes sont apparues, en termes de volume de données et de temps de calcul, ce qui a engendré de nouveaux besoins en développements méthodologiques. Un travail conséquent, débuté dans le cadre OTB dès 2004, a été mené et va continuer.

Le développement de la plate-forme Monteverdi pour l'OTB (Michel et al., 2014) a permis d'élargir le périmètre à des utilisateurs plus « aval ». Ainsi le CEREMA (Ministère de l'Environnement) développe une plate-forme d'applications opérationnelles pour les services du Gouvernement à partir des applications OTB (Hebrard et al., 2014). L'intégration OTB dans QGIS (logiciel libre de Système d'Informations Géographiques) apparaît comme un très bon support pour la communauté géomatique / SIG.

Il faut également noter que lors de la RTU, Pléiades a aussi démontré opérationnellement sa capacité d'acquisition, notamment en imageant 11 scènes dont les surfaces étaient comprises entre 100 et 400km² en une seule passe sur les forêts de Nouvelle-Calédonie (Blanchard et al., 2014), ou encore 2100km² en mode tri-stéréoscopique en seulement deux passes (Glacier du Gurla Manghada, Tibet) (Holzer et al., 2014). On peut aussi citer la couverture exhaustive de la région Midi Pyrénées (Hosford et al., 2014).

Après ce panorama des principales conclusions et enseignements de la Recette Thématique Utilisateurs Pléiades et des Pléiades Days 2014, je vous souhaite une bonne lecture de ce numéro 209. Il vient compléter le numéro 208, et cet ensemble donne une vision précise des résultats obtenus, à la fois thématiques et méthodologiques.

Enfin, je tiens ici à remercier sincèrement tous les acteurs de cette édition spéciale : les auteurs, co-auteurs, les relecteurs RFPT, Clément Mallet et tous les participants à la RTU et aux Pléiades Days. Leurs contributions ont été essentielles à la réalisation de ces deux numéros spéciaux. Merci !

Claire Tinel

Rédactrice-en-chef déléguée