

Caractérisation des types de forêts par analyse et extraction des paramètres polarimétriques

SOUISSI Boularbah§, AICHOUCHE Belhadj-Aissa§, OUARZEDDINE Mounira§
§ USTHB, BP N°32, El Alia, Alger, Algérie

Mots-clés : Forêts, RSO, Densité, Polarimétrie, Classification.

Les forêts, poumons de la terre couvrent de grandes parties de la superficie terrestre. Ils jouent un rôle important dans le monde hydrologique et de l'énergie et, par conséquent, les cycles du climat de la Terre. Ils sont également de grande valeur économique comme une source importante de bois et d'autres produits. Les forêts jouent aussi un rôle direct dans le cycle du principal gaz à effet de serre, le dioxyde de carbone.

Parmi les informations nécessaires pour comprendre et quantifier l'état et la dynamique des forêts aux échelles régionale et mondiale, on retrouve la cartographie selon le type de forêts, la découverte des surfaces coupées à blanc et des incendies récents, ainsi que l'extraction de plusieurs données biophysiques, dont la biomasse totale et l'âge des arbres.

Le milieu forestier a suscité un grand nombre de travaux depuis une vingtaine d'années. Les modèles de forêt sont aujourd'hui bien établis et les avancées actuelles concernent surtout la caractérisation du milieu.

L'imagerie satellitaire constitue à ce jour l'outil le plus efficace pour obtenir une vue synoptique des régions forestières boisées et d'en dériver les principales caractéristiques. RADARSAT-2 récemment lancé offre une gamme de modes faisceau et de capacités polarimétriques qui faciliteront la détection des différences structurelles au niveau des forêts. Ce satellite pourrait même servir à des applications de cartographie des zones dévastées par le feu.

Les paramètres d'intérêt de ces régions pour la modélisation radar sont essentiellement des paramètres qui décrivent la géométrie et les caractéristiques électromagnétiques des éléments du couvert et du sol.

Plusieurs techniques ont été utilisées en modélisation radar avec chacune leurs avantages et inconvénients. Dans la plupart des techniques, les éléments végétaux sont modélisés soit par des cylindres pour les branches, les tiges ou les aiguilles soit par des disques ou des ellipsoïdes plats pour les feuilles. L'interaction entre l'onde et le couvert est complexe, car elle fait intervenir de nombreux mécanismes.

L'utilisation des données polarimétriques facilitera la détection des différences structurelles entre les couverts forestiers et, ainsi, contribuera à cartographier ces types de forêt et apportera des renseignements supplémentaires à d'autres applications de gestion de la forêt.

Le site d'étude est la zone de Oberpffafenhoffen à Munich. Les images RSO polarimétriques sont acquises dans la bande P. cette zone est constituée en majorité des forêts de type conifères et caduques et des forêts mixtes avec différente densité, hauteur et âge. Il contient aussi une route qui traverse la forêt et quelques batis et champs agricoles.

Le travail que nous présentons dans ce papier est une contribution à l'analyse de l'interaction entre l'onde RSO polarimétrique et les couverts forestiers. Pour cela, nous avons calculé la matrice de cohérence à partir du vecteur de Pauli qui représente trois types de mécanismes : simple rebond (retrodiffusion directe du sol ou du couvert forestier) , double rebonds (retrodiffusion de sol-tronc) et diffusion volumique (retrodiffusion des différents tiges et branches de couvert forestier).

Quatre paramètres importants ont été extraits à partir de ce vecteur: la probabilité (P) , l'entropie (H), l'angle alpha (α) et l'anisotropie (A).

Ces paramètres intrinsèques ont été analysés afin de caractériser la zone forestière étudiée et déterminer leurs relations avec les paramètres d'intérêt du couvert à savoir le type, la densité, l'âge et la hauteur.

A chaque mécanisme de rétrodiffusion élémentaire, nous avons associé une *probabilité* d'apparition. Ces probabilités nous permettent de calculer l'entropie qui indique le degré de complexité du mécanisme de rétrodiffusion total de la cible. Pour une entropie de 0,9 et plus, il s'agit des mécanismes de rétrodiffusion complètement dépolarisant qui indique le caractère aléatoire de la scène étudiée. Il est alors difficile de distinguer des classes à partir de l'information polarimétrique en utilisant seulement le paramètre entropie.

Le paramètre anisotropie précise l'importance relative des classes secondaires dans la cellule de résolution. Toutes les classes de forêts ont une valeur d'anisotropie élevée avec une valeur moyenne supérieure à 0,5 indiquant la présence d'une forte diffusion, tandis que les autres types de terrain comme les sols nus et les routes ont une faible anisotropie avec une valeur moyenne inférieure à 0,5.

L'angle alpha est utilisé pour déterminer le type de mécanisme retrodiffusé. L'image de alpha possède des valeurs entre 15° et 90° indiquant la présence de tous les mécanismes de la retrodiffusion. La présence des mécanismes simples et doubles rebonds est due à la pénétration de la bande P.

A partir de la combinaison de ces paramètres intrinsèques avec la distribution complexe de Wishart, nous avons obtenue une image classifiée qui représente toutes les classes existantes dans cette zone d'étude. Cette classification nous a permis d'identifier plus de détail sur la distribution des arbres suivant leur paramètres géophysiques.

Pour mettre en évidence le résultat obtenu de la classification, nous avons généré et analysé des profils (Figure 1) à partir des intensités des images polarimétriques HH, VV et HV (VH étant supposé égale à HV par hypothèse de la réciprocité) pour comparer la retrodiffusion entre les différents types de forêts afin d'identifier les caractéristiques de chaque classe. Les intensités moyennes de chaque classe ont été calculés et représentés sur la figure 2. Nous remarquons que l'intensité de la polarisation HH peut être utilisée comme paramètre discriminant entre les différentes classes de forêts.

Conclusion

Notre étude d'analyse et d'extraction des paramètres polarimétriques nous a permis de caractériser une zone forestière contenant quelques types de forêts. Elle nous a donné aussi les relations existantes entre ces paramètres et les paramètres géophysiques des forêts tel que la densité.

L'image classifiée obtenue à partir d'une combinaison des paramètres intrinsèques (l'entropie, l'angle alpha et l'anisotropie) avec la distribution complexe de Wishart est une partition polaimétrique des classes de la forêt.

Bibliographie

- FERRO-FAMIL, L., POTTIER, E. and LEE, J.S., 2001, Unsupervised classification of multifrequency and fully polarimetric SAR images based on the H/A/Alpha-Wishart classifier. *IEEE transaction on geoscience and remote sensing*, November 2001, pp. 2332-2341.
- SOUYRIS, J.C., LE TOAN, T., FLOURY, N., HSU, C.C. and KONG J.A., 1995, Inversion of forest biomass using polarimetric data from SIR-C/X- SAR data. In *Proc. Symposium on the retrieval of bio physical parameters from SAR data*, 10-13 October 1995, Toulouse, pp. 67-78
- TOUZI, R. and CHABONNEAU, F., 2002, Characterization of target symmetric scattering using polarimetric SARs. *IEEE transaction on geoscience and remote sensing*, March 2002, pp. 693-711.