

Cartographie et suivi de l'occupation de la zone périphérique de Douala (Cameroun) par traitement interférométrique et polarimétrique radar SAR et ASAR

NGOUANET Chrétien§ et DZALLA NGANGUE Guy Charly§§

§ Institut National de Cartographie BP 157 Yaoundé – Cameroun, Tel. +237 701 88 99/+237 222 29 21 Fax: +237 223 39 54 email: chnngouanet@yahoo.fr

§§ Université de Douala – Cameroun BP 3132 Yaoundé – Cameroun Tel. +237 762 22 72, e-mail : charlyngangue@yahoo.fr

Mots-clés : Cartographie, interférométrie et polarimétrie radar, mangrove, Douala.

● **Douala, une ville à croissance rapide**

La région côtière camerounaise constitue le poumon économique du pays en raison du grand nombre d'activités économiques qu'elle abrite : exploitation pétrolière, activités industrielles, artisanat, pêche, chasse, transport, tourisme, agriculture. Ville portuaire et capitale économique du Cameroun, située au fond du golfe de Guinée et précisément dans l'estuaire du Cameroun, Douala se place au centre d'un dynamisme régional. Comme toutes les métropoles tropicales, elle connaît une croissance très accélérée. De 5000 âmes en 1884, elle compte actuellement un peu plus d'un million et demi d'habitants (tableau 1). Le rythme de cette évolution épouse les différents soubresauts de l'histoire économique du pays au cours du dernier siècle. L'augmentation de l'effectif de la population s'accompagne de l'extension spatiale anarchique de l'espace bâti (figure 1). Contrairement aux autres villes, Douala évolue dans un environnement tout à fait particulier car les possibilités d'extension sont assez limitées sur son site de presque île à topographie plane. Les zones salubres ont très vite fait le plein et les nouvelles installations se font aux dépens des écosystèmes fragiles de mangroves dans les milieux hydromorphes et vaseux souvent visités par des marées semi-diurnes. Pour limiter la distance qui sépare leurs lieux d'habitation de leurs lieux de travail, certaines populations colonisent ces milieux malsains, et s'accommodent tant bien que mal. Il se pose un sérieux problème de gestion de ces milieux qui deviennent des zones à risque où la très grande précarité de l'habitat côtoie le manque d'eau potable ainsi que les autres services de base. Les difficultés d'accès rendent très éprouvantes la cartographie classique à forte investigation au sol pour la collecte de données.

● **Cartographie par imagerie radar**

Les avancées connues ces dernières années dans le domaine des technologies d'observation de la terre et dans le domaine des techniques et méthodes de traitement numérique de l'information spatiale offrent de nos jours un énorme potentiel pour la cartographie de l'occupation de l'espace. Elles permettent de palier au déficit d'information, permettant ainsi de mieux connaître l'environnement, même dans les zones cloisonnées et difficiles d'accès, aux conditions naturelles extrêmement rudes comme les mangroves. Si ailleurs les images optiques sont largement utilisées pour le suivi de l'environnement en temps plus ou moins réel, ce n'est pas pour les zones tropicales humides où elles sont limitées à cause de l'extension et de l'omniprésence de la couverture nuageuse. Cette situation remet au grand jour l'exploration du potentiel cartographique des images radar qui présentent cet avantage de ne pas être perturbé par la nébulosité.

Dans le cadre de ce travail, nous avons utilisé un couple d'images SAR ERS1 et 2 acquise avec une séparation de 24 heures lors de la mission Tandem en 1998 et une image ENVISAT ASAR à polarimétrie alternée HH/HV de 2007. A partir du couple de données ERS, nous avons extrait l'image de cohérence qui permet dans un premier de dégager la différence entre les trois grandes classes d'utilisation du sol le bâti à forte cohérence, la végétation et l'eau à cohérence relativement faible. Par la suite cette image de cohérence a été fusionnée aux images d'intensité, de texture et de différence entre les deux acquisitions pour obtenir un produit tout à fait intéressant qui permet de mieux apprécier la structuration de l'espace à Douala et dans sa périphérie (figure 2). La composition colorée RGB associe en rouge l'image de cohérence, en vert l'image d'intensité moyenne et en bleue l'image de différence. La classification par la méthode Fuzzy a permis d'isoler le noyau urbain, la première couronne tout autour de ce dernier en bleu-vert matérialisant la zone anthropisée (front d'urbanisation), le vert correspondant à la végétation dense et le bleu le plan d'eau. Les photos en couleurs prises par avions à basse altitude autour de la ville confirme parfaitement cette disposition. Le traitement polarimétrique de l'image ENVISAT a permis d'aboutir à un résultat identique au précédent et la différence entre les deux acquisitions (1998 et 2007) a permis de mettre en exergue les transformations majeures du paysage, principalement les zones nouvellement bâties entre les deux dates.

● Conclusion

La cartographie par imagerie radar constitue un énorme potentiel pour la cartographie de la zone côtière tropicale. Elle permet de palier aux aléas de l'imagerie optique sujette dont la qualité souffre de la présence constante des nuages. Si les images ERS et ENVISAT n'offrent de possibilités que pour la cartographie à petite échelle, de nos jours les données du satellite comme TerraSAR-X lancé en juin 2007 complète la gamme en permettant la production cartographique à grande échelle.

● Bibliographie

- BALTZER F, RUDANT JP, TONYE E, 1996, Applications de la télédétection micro ondes en bande C à la cartographie des mangroves de la région de Douala. *Proceedings of the second ERS applications Workshop*, ESA SP-383 pp 455-461.
- ETOUNA J., 2003, *Apport de la télédétection et des systèmes d'information géographique à la gestion des inondations urbaines : application à la ville de Douala au Cameroun*. Rapport de stage de DESS, ENSG, Université de Marne-La-Vallée, 32p.
- HATCHEU E. T., 2003, *L'approvisionnement et la distribution alimentaires à Douala (Cameroun) : marchés, filières, commerçants et réseaux*. Thèse de doctorat, Université de Paris 1 Panthéon Sorbonne, 455p.
- IGN France, 2001, *Prises de vues aériennes de la ville de Douala 2000-2001 : Reconnaissance, prébalisage, canevas de base, nivellement et modèle de géoïde*. Rapport de 1^{ère} phase des travaux, 35p.
- MATHER P M., 2004, *Computer Processing of Remotely-Sensed Images: an introduction*. 3rd Edition, John Wiley and Sons, Chichester England, 324p.
- ONANA V.-P., TREBOSEN H., RUDANT J.-P. et TONYE E. et NZIENGUI M., 2003, Cartographie automatique des limites mangroves/mer et des chenaux intérieurs dans les images radar à synthèse d'ouverture par fusion d'informations issues des données de cohérence et d'amplitude. *Télédétection*, vol. 3, n° 2-3-4, pp. 265–279.
- ONANA V.-P., Trouvé E., Mauris G., Rudant J.-P. et Tonyé E., 2003, Linear Features Extraction in Rain Forest Context From Interferometric SAR Images by Fusion of Coherence and Amplitude Information, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*

ONANA V.P., RUDANT J.P., KANA'A T.F.N., DZANA J.G. et NGAH A. - *Urban Dynamics with Multitemporal ENVISAT/ERS SAR Images and Multispectral HRV SPOT Optical Image Using Data Fusion Approach.*

Trebossen H., 2002 - *Apport des images radar à Synthèse d'Ouverture à la cartographie marine.* Thèse de doctorat, Université de Marne-La-Vallée.

Tableau 1 : Evolution de la population de la ville de Douala depuis sa création

Année	Effectif de population	Taux moyen d'évolution annuelle en %
1884 [*]	5 000	
1916 ^{**}	15 255	6.41
1919 ^{**}	30 000	32.22
1925 ^{**}	41 000	6.11
1945 ^{**}	50 000	1.10
1960 ^{**}	170 000	16.00
1976 ^{**}	490 000	11.76
1987 ^{**}	809 852	5.93
2002 ^{**}	1 520 609	5.85

Sources : * Mainet, 1983, ** RGHP 1987, *** BUCREP, Résultat phase de dénombrement du 3ème RGPH.

Figure 1 : Evolution spatiale de la ville de Douala



Figure 2 : Utilisation du sol par traitement interférométrique