



GDR 2839
MSG-ATR

Comparaison des données des satellites grand champ pour le suivi des variations saisonnières de l'état de la végétation en Afrique de l'Ouest

Bernard Lacaze

Pôle de Recherche sur l'Organisation et la Diffusion de l'Information Géographique, CNRS UMR 8586, Paris
Courriel: lacaze.bernard@gmail.com

RESUME

Il existe désormais de nombreux satellites et capteurs permettant de diversifier les approches cartographiques de la végétation aux échelles régionales, continentales ou globale [Xie et al]. Pour suivre l'évolution saisonnière des couverts végétaux, le recours aux satellites grand champ s'impose, car ils fournissent des images à haute répétitivité temporelle, avec des résolutions spatiales kilométriques (MSG-SEVIRI, NOAA-AVHRR, SPOT-VEGETATION) à hectométriques (TERRA-MODIS, ENVISAT-MERIS). La haute répétitivité des observations des satellites grand champ permet de réaliser des synthèses temporelles aboutissant à des images de bonne qualité, en utilisant des techniques de combinaisons d'images successives réduisant les effets de la présence de nuages et d'aérosols atmosphériques. Les périodes de synthèse sont généralement de 10 jours ou plus pour les satellites à défilement, tandis que les satellites géostationnaires permettent d'envisager des synthèses sur des périodes plus courtes. L'indicateur le plus utilisé dans les études par télédétection reste, malgré ses imperfections, l'indice de végétation NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) [Rouse et al ; Tucker]. Le tableau ci-dessous présente une liste de quelques sources de données NDVI, utilisées dans cette étude.

archive	capteur	surface couverte	résolution spatiale	période de synthèse	date début archive
NASA-GIMMS	NOAA-AVHRR	global/continental	8 km	15 jours	1981
VITO	SPOT-VEGETATION	global/continental	1 km	10 jours	1998
NASA-GSFC	TERRA-MODIS	global/continental	500m	16 jours	1999
AMMASAT	MSG-SEVIRI	Afrique de l'Ouest	0,05 degré	1 jour	2005

La plus longue série temporelle des valeurs concernant l'indice NDVI a été constituée à partir de 1981 en utilisant les données du capteur AVHRR des satellites de la série NOAA (NOAA 7, 9, 11, 14, 16, 17,...), avec une résolution spatiale de 8 km x 8 km. Parmi les diverses archives NDVI de NOAA-AVHRR, nous avons retenu l'archive NASA-GIMMS [Tucker et al], disponible en ligne sur le site Internet de l'Université du Maryland [<http://glcf.umiacs.umd.edu/data/gimms>]; elle couvre la période juillet 1981-décembre 2006, et comprend des données bimensuelles de NDVI, obtenues par la technique de synthèse temporelle MVC basée sur la recherche de la valeur maximale de NDVI [Tarpley et al ; Holben], appliquée à chaque intervalle de 15 jours. Dans le cas de SPOT-VEGETATION, les données sont disponibles en ligne sur le site Internet VITO [<http://free.vgt.vito.be/>]. Deux types de synthèses temporelles sont appliquées pour obtenir des valeurs décennales de NDVI: synthèses S10 utilisant la technique MVC, associée à des algorithmes de détection de la présence de nuages et d'aérosols, et synthèses D10 utilisant un ajustement des valeurs enregistrées dans les canaux rouge et proche infrarouge à un modèle bidirectionnel de réflectance BRDF [Roujean et al ; Duchemin et Maisongrande ; Duchemin et al]. La deuxième méthode donne en principe de meilleurs résultats, mais elle est très sensible au nombre de données sans nuages dans la décennie, et à la présence résiduelle de nuages non détectés. Hagolle et al constatent que les deux types de synthèses présentent des imperfections, et envisagent le recours aux données de deux satellites SPOT simultanément en orbite, avec la réalisation de synthèses sur des périodes de 10, 15 ou 30 jours. Pour l'indice NDVI issu des données TERRA MODIS, la technique de synthèse temporelle appliquée sur des périodes de 16 jours (soit au maximum 64 images), est plus complexe : on applique, suivant le nombre n de bonnes observations (après filtrage selon des critères de présence de nuages, angle zénithal de visée <45 degrés, et qualité de la donnée), la technique BRDF (n≥5), MVC

avec contrainte angulaire ($1 < n < 5$), calcul direct ($n=1$), ou MVC ($n=0$) [van Leeuwen et al ; Huete et al] . De nombreux « produits » indices de végétation MODIS sont disponibles sur le site Internet de MODIS Land (NASA Goddard Space Flight Center) [<http://modis-land.gsfc.nasa.gov/vi.htm>]. Dans cette étude, nous avons utilisé le produit TERRA MOD13C 1 (couverture globale, résolution spatiale 0,05 degré). En ce qui concerne les données du capteur SEVIRI des satellites météorologiques MSG, les traitements visant à obtenir des indicateurs de l'état des surfaces terrestres sont réalisées dans le cadre du LSA SAF (*Land Surface Analysis Satellite Applications Facility*) créé par EUMETSAT. Le site Internet [<http://landsaf.meteo.pt/>] permet d'accéder à 3 types de produits opérationnels concernant les couverts végétaux : FVC (fraction de recouvrement végétal), LAI (indice foliaire) et FAPAR (fraction de rayonnement photosynthétiquement utilisable). Ces produits sont dérivés des réflectances journalières calculées d'après l'ajustement du modèle BRDF [Roujean et al ; Lucht et Roujean] calculé pour des périodes de 5 jours. On ne trouve pas les séries temporelles de NDVI sur le site LSA SAF ; cependant dans le cadre du projet international AMMA (Analyse Multidisciplinaire de la Mousson Africaine), la base de données AMMASAT qui a été constituée comprend une archive NDVI issue de MSG SEVIRI, concernant la zone de l'Afrique de l'Ouest (25 degré Ouest à 25 degré Est, et 20 degré Nord à 5degré Sud). Les données NDVI sont journalières, à partir de septembre 2005, et ont une résolution spatiale de 0,05 degré.

L'archive NDVI GIMMS a été élaborée pour fournir des valeurs de NDVI compatibles avec celles de SPOT-VEGETATION et de TERRA-MODIS [Tucker et al ; Brown et al], autorisant ainsi des études de longues séries temporelles comprenant les données NOAA-AVHRR associées à des données plus récentes à meilleure résolution spatiale. Dans cette étude, nous comparons les données NDVI de NOAA-AVHRR, SPOT-VEGETATION, TERRA-MODIS et MSG-SEVIRI, pour la zone de l'Afrique de l'Ouest. Les données SPOT-VEGETATION et NOAA-AVHRR ont été ré-échantillonnées à la résolution 0,05 degré. La période retenue est celle du 4 mai au 23 juin 2006, pendant laquelle seules 2 données journalières sont manquantes dans la base de données AMMASAT. Pour analyser les évolutions temporelles selon les grands types d'occupation du sol, nous avons retenu la carte GLC 2000 établie à l'échelle globale à la résolution spatiale 1km, à partir d'une série temporelle d'images SPOT-VEGETATION et de données auxiliaires [<http://bioval.jrc.ec.europa.eu/products/glc2000/glc2000.php>]. La légende de la carte GLC2000 comprend 27 classes, décrites dans le tableau ci-dessous.

Forêts	Forêt dense humide, Forêt dense dégradée, Forêt de montagne (>1500m), Forêt sub-montagnarde (>900m), Forêt marécageuse, Mangrove, Mosaïque forêt/agriculture, Mosaïque forêt/savane, Forêt décidue dense (Miombo)
Savanes	Savane boisée décidue, Savane arborée à arbustive décidue, Savane arbustive décidue, Savane herbacée dense, Savane herbacée ouverte à faible strate arbustive, Savane herbacée ouverte, Pseudo-steppe, Savane herbacée et arbustive inondée
Agriculture	Agriculture (>50%), Mosaïque agriculture végétation sèche, Agriculture irriguée, Vergers
Autres	Roche nue, Désert rocheux, Désert sableux et dunes, Dépôts salins, Eau, Villes

Nous illustront ci-dessous (Figures 1a et 1b) la comparaison des indices NDVI portant sur une période de 11 jours, obtenus avec MSG-SEVIRI (moyenne de 11 données journalières) et SPOT-VEGETATION (1 seule valeur). Ces résultats montrent une meilleure qualité des images MSG-SEVIRI, pour les zones à forte nébulosité, confirmant ainsi les résultats obtenus antérieurement avec une autre technique de synthèse temporelle [Lacaze et Bergès]. Les résultats de l'analyse des valeurs de NDVI pour les grands types d'occupation du sol montrent généralement une bonne concordance des valeurs de NDVI issues des 4 sources, avec une très grande similarité des NDVI issus de NOAA-AVHRR et SPOT-VEGETATION (Figure 2). Si l'on analyse en détail les évolutions des indices journaliers de MSG-SEVIRI pour de petits groupes de pixels contigus, ou pour un pixel donné, on note dans certains cas de très grandes variations pour des jours consécutifs (Figure 3). Ceci souligne l'instabilité de l'algorithme utilisé par le LSA SAF pour générer les réflectances servant à calculer le NDVI, et la difficulté d'utiliser ces données sur une base journalière pour des études locales. Le recours à d'autres algorithmes de synthèse temporelle apparaît nécessaire pour tirer pleinement parti de la haute répétitivité temporelle de MSG-SEVIRI et aboutir au suivi en temps quasi-réel avec des périodes de synthèse de 4 à 5 jours [Lacaze et Bergès]. Cette étude doit être complétée par celle d'autres paramètres thématiques concernant la végétation, notamment le taux de recouvrement végétal FVC, paramètre plus facile à valider que le NDVI par des mesures in situ ou par des images à haute résolution spatiale.

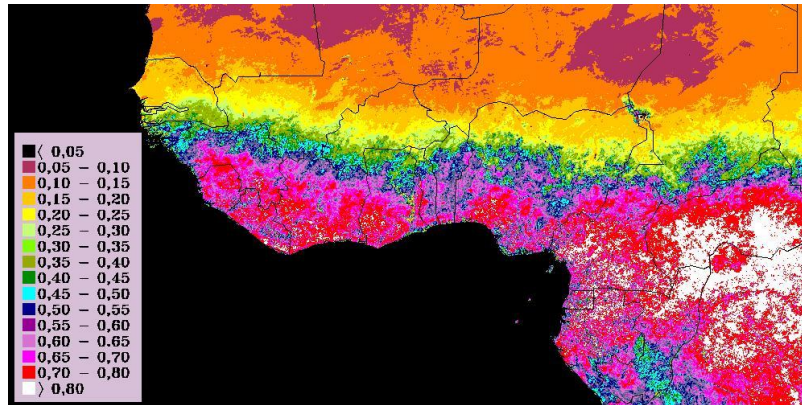


Figure 1a Indice NDVI moyen obtenu avec MSG-SEVIRI (21 au 31 mai 2006)

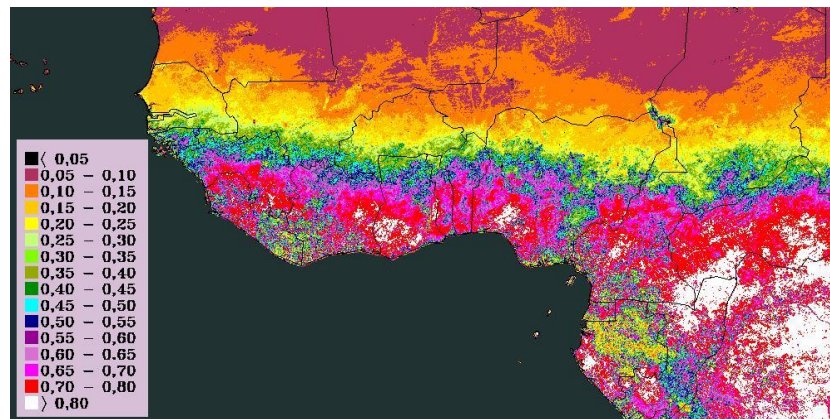


Figure 1b Indice NDVI obtenu avec SPOT-VEGETATION (S10, 21-31 mai 2006)

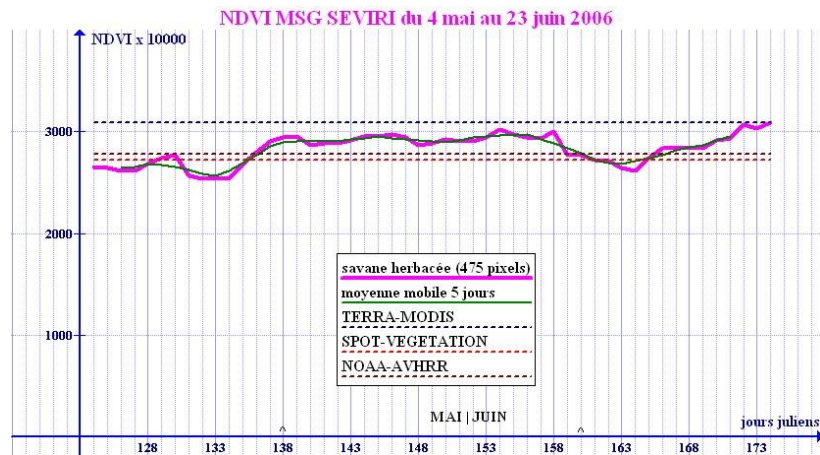


Figure 3 Evolution journalière, du 4 mai au 23 juin 2006, du NDVI de MSG-SEVIRI pour la classe savane herbacée dense, et comparaison avec les valeurs moyennes des NDVI obtenus d'après les autres sources de données

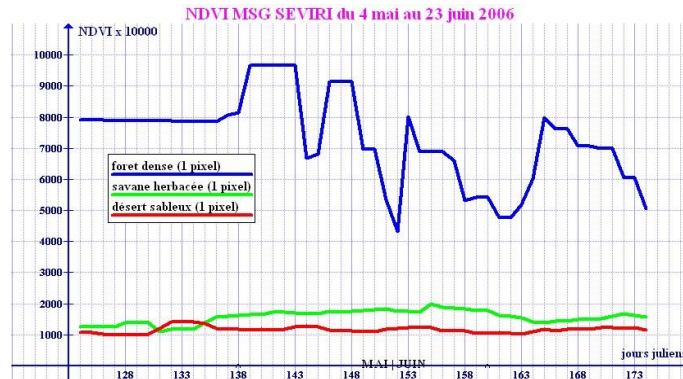


Figure 3 Evolution journalière, du 4 mai au 23 juin 2006, du NDVI de MSG-SEVIRI pour des pixels isolés choisis dans les classes forêt dense, savane herbacée et désert.

REFERENCES

- Brown M.E., Pinzon J.E., Didan, K., Morisette, J.T., Tucker, C.J. (2006) Evaluation of the consistency of long-term NDVI time series derived from AVHRR, SPOT-vegetation, SeaWiFS, MODIS, and Landsat ETM+ sensors, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 44, 1787 – 1793.
- Duchemin B. and Maisongrande, P. (2002), Normalisation of directional effects in 10-day global syntheses derived from VEGETATION/SPOT: I. Investigation of concepts based on simulation. *Remote Sensing of Environment*, 81, 90– 100.
- Duchemin B., Berthelot B., Dedieu G., Leroy M., and Maisongrande P. (2002), Normalisation of directional effects in 10-day global syntheses derived from VEGETATION/SPOT: II. Validation of an operational method on actual data sets, *Remote Sensing of Environment*, 81, 101– 113.
- Hagolle O., Lobo A., Maisongrande P., Cabota F., Duchemin B. and De Pereyra A. (2004), Quality assessment and improvement of temporally composited products of remotely sensed imagery by combination of VEGETATION 1 and 2 images, *Remote Sensing of Environment*, 94, 172–186.
- Holben B. N (1986), Characteristics of maximum values composite images from temporal AVHRR data, *International Journal of Remote Sensing*, 7, 1417–1434.
- Huete, A., Didan K., Miura T., Rodriguez E.P., Gao X. and Ferreira L.G. (2002) Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices, *Remote Sensing of Environment*, 83, 195–213.
- Lacaze B. and Bergès J. -C. (2006), Contribution of Meteosat Second Generation (MSG) imagery to drought early warning. Proc. the 1st Int. Conf. on Remote Sensing and Geoinformation Processing in the Assessment and Monitoring of Land Degradation and Desertification, Trier, Germany, 7-9 September 2005 (A. Röder & J. Hill eds).
- Roujean J. L., Leroy, M. and Deschamps P. -Y. (1992). A bidirectional reflectance model of the earth's surface for the correction of remote sensing data. *Journal of Geophysical Research*, 97(D18), 20455– 20468.
- Rouse J. W., Haas R. H., Schell J. A., and Deering D. W. (1973), Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS, *Third ERTS Symposium*, NASA SP-351 I, 309-317.
- Tarpley J. P., Schneider S. R., and Money R. L. (1984), Global vegetation indices from NOAA-7 meteorological satellite, *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 23, 491–494.
- Tucker C.J. (1979), Red and Photographic Infrared Linear Combinations for Monitoring Vegetation, *Remote Sensing of Environment*, 8, 127-150.
- Tucker, C.J., Pinzon J.E., Brown M.E., D. Slayback D., Pak E. W., Mahoney R., Vermote E. and El Saleous N. (2005), An Extended AVHRR 8-km NDVI Data Set Compatible with MODIS and SPOT Vegetation NDVI Data. *International Journal of Remote Sensing*, 26, 4485-5598.
- van Leeuwen W. J. D., Huete, A. R. and Laing T. W. (1999), MODIS vegetation index compositing approach: a prototype with AVHRR data, *Remote Sensing of Environment*, 69, 264–280.
- Lucht W. and J.L. Roujean, 2000, Considerations in the parametric modeling of BRDF and albedo from multiangular satellite sensor observations, *Remote Sensing Reviews*, 18, 343-379.
- Xie Y., Sha Z., and Yu M. (2008) Remote sensing imagery in vegetation mapping: a review, *Journal of Plant Ecology*, 1, 9-23.