





Approche multi-échelles de la cartographie et du suivi de la production végétale en région sahélienne



Images PROBA-V (S10TOC- 300 m) du 21 avril 2015

Mémoire présenté par Natacha Volto en vue de l'obtention du diplôme du Master Télédétection et géomatique appliquées à l'environnement (TGAE)

CONFIDENTIEL

Maitre de stage : M. Bernard Lacaze Tuteur enseignant : M. Nicolas Delbart Rapporteur : Mme Catherine Mering

Résumé

Dans le cadre du projet CERISE dont la thématique est l'étude de scénarios d'invasion de rongeurs au Sahel en réponse aux changements climatiques attendus, l'exploitation de séries temporelles d'images satellites à différentes résolutions spatiales pour le suivi de la végétation a été requise. Une étude multicapteurs de l'évolution du NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) a été réalisée à partir des données provenant des capteurs NOAA-AVHRR, SPOT-VEGETATION et MODIS de résolution spatiale respective 8 km, 1 km et 250 m.

Ces plus ou moins longues séries de données (la plus longue couvrant 32 ans) présentent des différences de format de fichiers, de résolution spatiale et de résolution temporelle. Les données NDVI ont fait l'objet de plusieurs traitements dans le but de correspondre aux données d'entrée d'un outil de modélisation de l'invasion des rongeurs. Plus de 7600 images ont été fournies dans le cadre de ce projet, ce qui a requis l'utilisation d'outils performants en mode « batch » : CROP_VGT, WinDisp, ENVI et ArcGIS.

Les courbes temporelles NDVI ont également été comparées et étudiées sur plusieurs emprises en Afrique de l'ouest (la plus grande emprise étant de 10° à 21° N et de 18° W à 20° E) pour étudier la corrélation avec les données de la dynamique des populations de rongeurs. Ensuite, l'extraction de la production primaire nette de la végétation sur ces différentes emprises a été effectuée, elle a demandé la prise en main du logiciel TIMESAT.

Enfin, la comparaison de produits d'occupation du sol a été réalisée afin de trouver le produit le plus adapté pour la modélisation de l'invasion des rongeurs. Des produits plus ou moins récents ont été comparés à l'échelle de la grande emprise et à une échelle locale pour plus de simplicité, il s'agit du Senegal Land cover 2005, du Climate Change Initiave – Land Cover project (CCI-ESA), du Global Land Cover SHARE (GLC-SHARE), du Synergetic Land Cover Product (SYNMAP) et du Global 1km consensus Land Cover map CONSENSUS.

Remerciements

Mes remerciements vont tout d'abord à Jérôme Lombart pour m'avoir offert l'opportunité de réaliser mon stage au sein de l'unité PRODIG, à Bernard Lacaze qui m'a confié le sujet du stage et a répondu à toutes mes interrogations et à Nicolas Delbart pour son écoute.

Un remerciement particulier à mes collègues de master qui m'ont beaucoup stimulé, notamment Malvina Dupays. Je remercie Sosefo Sao pour ses précieux conseils et la transmission de sa méthodologie de travail rigoureuse et organisée.

Je remercie Jose Luis San Emeterio et Clélia Bilodeau pour leur accueil, leur disponibilité et leurs conseils au Pôle image de l'Université Paris-Diderot. Un merci aussi pour Stéphanie Horion et Daniel Brunstein pour leurs échanges.

Je tiens à témoigner toute ma reconnaissance envers Yves Fenech et Janine Wybier, mes responsables au CNRS, je les remercie pour leur soutien et les efforts entrepris pour rendre mon projet professionnel réalisable. Je remercie également Catherine Mering pour m'avoir permis d'intégrer le Master Télédétection et géomatique appliquées à l'environnement.

Enfin, parce qu'elle m'a accompagnée dans cette épreuve, je remercie sincèrement ma famille, surtout ma fille pour son énergie et sa compréhension vis-à-vis d'une maman souvent derrière un livre ou un ordinateur.

Liste des acronymes

ASCII	American Standard Code for Information Interchange
AVHRR	Advanced Very High Resolution Radiometer
BIL	Band Interleaved by Line
CCI	Climate Change Initiative
CIRAD	Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le
	développement
CN	Compte numérique
CRC	Centre de Recherche en Climatologie
CRU	Climate Research Unit
EC-JRC	Centre de recherche de la Commission européenne
ESA	European Space Agency
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
GE	Grande Emprise
GeoTIFF	Geograpraphic Tagged Image File Format
GLC	Global Land Cover
GLCC	Global Land Cover Characterization Database
GLCN	Global Alliance for Standard Multi-Purpose Land cover Data Production
HDF	Hierarchical Data Format
IGBP	International Geosphere-Biosphere Programme
IRD	Institut de recherche pour le développement
NDVI	Indice de végétation par différence normalisée
LCCS	Système de classification de la couverture terrestre
ME	Moyenne Emprise
MODIS	Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer
MVC	Maximum Value Composite
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
PIR	Proche Infrarouge
PROBA-V	Project for On-Board Autonomy – Vegetation
ROI	Region Of Interest
S10	10-day Synthesis Products
SCEE	Système de comptabilité économique et environnementale
SMIAR	Système mondial d'information et d'alerte précoce
SPIRITS	Software for the Processing and Interpretation of Remotely sensed
	Image Time Series
SPOT-VGT	Satellite Pour l'Observation de la Terre - Végétation
SYNMAP	Synergetic Land Cover Product
TIFF	Tagged Image File Format
UNEP	United Nations Environment Programme
URL	Uniform Resource Locator
USGS	United States Geological Survey
WGS84	World Geodetic System 1984

Sommaire

Ré	sumé		2
Re	merciements	5	3
List	te des acrony	/mes	4
Soi	nmaire		5
Int	roduction		6
1.	CONTE	EXTE ET PROBLEMATIQUE	6
2.	DONN	EES	8
	2.1.	PRESENTATION DES ZONES D'ETUDE	8
	2.1.1.	Le cadre géographique	8
	2.1.1.	1. Pluviométrie	9
	2.1.1.	2. Températures	10
	2.1.1.	3. Végétation	11
	2.1.2.	Approche locale : les sept zones d'étude	11
	2.1.2.	1. Localisation	11
	2.1.2.	2. Aperçu pedologique	12
	2.2.	IMAGES NDVI DES CAPTEURS SATELLITES	12
	2.2.1.	Indice de végétation par différence normalisée (NDVI)	12
	2.2.2.	Images NDVI - SPOT-VGT	13
	2.2.3.	Images NDVI - NOAA-AVHRR GIMMS 3g	13
	2.2.4.	Images NDVI - MODIS	13
	2.3.	CARTES D'OCCUPATION DU SOL	14
	2.3.1.	Cartes d'occupation du sol régionales	14
	2.3.1.	1. Travaux de la Global Alliance for Standard Multi-Purpose Land Cover Data Production (GLC	N)14
	2.3.1.	2. Travaux de l'Agence Spatiale Européenne (ESA)	16
	2.3.2.	Lartes d'occupation du sol globales	17
	2.3.2. 222	Synergetic Land Cover Product (SYNMAP) Clobal Land Cover SHAPE (CLC SHAPE)	10
	2.3.2.	 Global 1km consensus Land Cover man (CONSENSUS) 	19
	2.3.2.	 Gomparaison des trois produits 	19
3.	PREPA	RATION DES DONNEES	
4	FTUDE	MULTI CAPTFURS DE L'EVOLUTION DU NDVI	25
	<i>A</i> 1	Avec $i \in Senecal I and Coved Doddict 2005 acdece en div classes$	25
	т.1. Л11	AVEC LE SENEGAL LAND COVER I RODOUT 2003 AGREGE EN DIX CLASSES	25
	4.1.1.	Décultat	25
	4.1.2.	Angluse	20 20
	4.1.J.	Analyse ΔM and ΔM a	20
	4.2.	AVEC LE SYNERGETIC LAND COVER PRODUCT (STNMAP) SUR LA MOYENNE EMPRISE	20
	4.2.1.	Methode	20
	4. <i>2.2</i> .	Resultul	30
-	4.2.3. EVOLU		32
э.	EVULU	TION DU NDVI PAR ZONE ET OCCUPATION DU SOL	34
	5.1.	EVOLUTION DU NDVI PAR ZONE	34
	5.1.1.	Méthode	34
	5.1.2.	Résultat	36
	5.1.3.	Analyse	38
	5.2.	UCCUPATION DU SOL	39
	5.2.1.	Méthode	39
	5.2.2.	Résultat	41
	5.2.3.	Analyse	42
6.	DISCU	SSION ET CONCLUSION	43
Bib	liographie		44
List	te des illustra	ations	46
List	te des tablea	ux	47
AN	nexes		47

Introduction

En préambule, prenons un exemple extrait du Guide illustré de l'écologie : 27 lapins importés de Grande-Bretagne et relâchés par un agriculteur (Thomas Austin) du sud de l'Australie qui avait la nostalgie de son pays d'origine. Il a relâché dans la nature australienne 27 individus qui 6 ans après, ont engendré une population de 22 millions. « A la vitesse moyenne de 110 km par an, les rongeurs ont colonisé les deux tiers du continent australien contribuant à l'érosion des sols et mettant en péril toute l'économie de l'élevage (7 lapins consommant autant qu'un mouton). » Le gouvernement a entrepris d'utiliser des renards mais ceux-ci s'attaquaient aussi à la faune marsupiale locale, puis ils ont utilisé en 1950, la myxomatose, un virus qui tua 90 % de la population. Les 10 % restants ont développé un système immunitaire et se reproduisant activement, ils ont atteint les 400 millions d'individus en 1980...

1. Contexte et problématique

Ce stage s'inscrit dans le cadre de la contribution du laboratoire UMR PRODIG au projet CERISE financé par la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité. Il a pour thème les « Scénarios d'invasion de rongeurs au Sahel : Impact des changements globaux sur l'expansion de la gerbille nigériane et la souris domestique au Sénégal ».



Le projet est focalisé sur le nord du Sénégal, mais nécessite une étude de la répartition des rongeurs et de la cartographie de l'occupation du sol et de la productivité végétale sur une zone beaucoup plus vaste.

La souris domestique (Mus musculus) et la gerbille nigériane (Gerbillus nigeriae) sont deux espèces de rongeurs invasives au Sénégal. La première, commensale, a progressé récemment d'Ouest en Est en suivant le réseau des agglomérations, infrastructures et transports en développement. La seconde, espèce non commensale apparue au nord du pays dans les années 90, progresse en nappe vers le sud avec l'aridification du climat, devenant l'espèce dominante des communautés de rongeurs locales. Ces espèces sont nuisibles en tant que vecteurs potentiels de pathogènes, déprédateurs des denrées stockées et des cultures.

La modélisation de l'invasion des rongeurs est un projet multidisciplinaire qui nécessite des connaissances écologiques (caractéristiques des espèces et dynamique des populations de rongeurs), socio-anthropologiques (développement urbain et des moyens de communication, structure de l'habitat humain), environnementales (climat, végétation) et agronomiques (utilisation des terres) dans les facteurs potentiellement explicatifs de l'expansion des espèces-cibles. Les données nécessaires à la modélisation sont récapitulées dans l'illustration 1.



Illustration 1. Récapitulatif des attendus en termes de forçage environnemental, Jean Le Fur, projet CERISE

Les résultats obtenus permettront aux chercheurs de l'équipe pluridisciplinaire du projet CERISE de mettre en œuvre des modèles de simulation pour analyser les modalités d'invasion des deux espèces de rongeurs. Des scénarios d'évolution de la diversité de petits mammifères (natifs et invasifs) en relation avec les facteurs humains et environnementaux seront élaborés. La validité des scénarios et modèles sera testée sur le terrain puis un retour d'information visera à sensibiliser les acteurs concernés à l'identification des espèces, au contrôle de leurs populations et à l'atténuation de leurs dégâts.

2. Données

2.1. Présentation des zones d'étude

2.1.1. Le cadre géographique

Le projet est focalisé sur le nord du Sénégal, mais nécessite une étude de la répartition

Movenne emprise

des rongeurs et de la cartographie de l'occupation du sol et de la productivité végétale sur une zone beaucoup plus vaste. Suite à la concertation réalisée en début de projet, il a été décidé de définir deux zones géographiques : la grande et la moyenne emprises.



lllustration 2. Zones grande emprise (de 10° à 21° N et de 18° W à 20° E) et moyenne emprise (de 13,5° à 19° N et de 18° à 9° W) et sept zones au nord du Sénégal

Les grande et moyenne emprises sont localisées dans le Sahel. Le terme « Sahel » désigne les confins méridionaux du Sahara où le climat conditionne les possibilités de vie et modèle les paysages. Il est caractérisé par le retour saisonnier d'épisodes alternativement pluvieux et secs et une très forte tendance à l'aridité qui s'exprime dans la longueur d'une saison sèche ininterrompue de neuf mois et la faiblesse chronique des pluies irrégulières réparties sur les trois mois restants (Alain R. Poulet 1981 [1]).

Le Sahel est une entité biogéographique définie en première instance par son climat tropical aride à semi-aride, contrôlé par la mousson du golfe de Guinée et l'Harmattan (alizé) saharien (Hiernaux, Le Houérou, 2006 [2]). Le Sahel marque la transition entre le domaine saharien au nord, et le domaine soudanien au sud. La région s'étend sur près de 6 000 km des côtes Atlantiques de la Mauritanie et du Sénégal, à l'ouest, à celles de la mer Rouge au Soudan, à l'est, et sur une largeur de 400 à 600 km des confins sud du Sahara aux savanes, forêts claires et parcs agraires de la zone soudanienne (Hiernaux, Le Houérou, 2006 [2]).

2.1.1.1. Pluviométrie

Dans le livre de Pierre de Félice « *La pluie au sahel* » aux éditions Harmattan, un poème de J.B. Seid fait allusion à la pluie : « Quand reviennent les pluies, la nature reverdit et se transforme comme sous l'effet d'une baguette magique. La brousse est inondée de verdure, l'herbe envahit la terre et la couvre d'un manteau d'émeraude émaillé de fleurs sauvages. Tout le pays devient un vaste paradis. Les oiseaux revêtent toutes les couleurs, l'atmosphère vibre de leur mélodieux ramage. Cette exubérance de vie rappelle à l'homme qu'il faut, une fois par an, se consacrer aux travaux des champs. [...]. Furieuse, la nature gronde, souffle [...]. La saison sèche qui succède a, elle aussi, ses côtés pittoresques. Il fait lourd. Le soleil brille avec éclat dans un ciel très bleu et très pur. La terre, lentement se meurt. L'herbe jaunit. [...]. La joie des récoltes fait oublier le souci de la sécheresse. Dans chaque case, le grenier se remplit de mil, de maïs, d'arachide... ».



Illustration 3. Comparaison du paysage en saison sèche à gauche et saison humide à droite (Budde *et al.*,2004 [3])

Les isohyètes 100 à 250 et 400 à 500 mm sont représentatifs des limites nord et sud de la bande sahélienne (Dasylva, 2014 [4]).



Les pluies interviennent au cours de l'été boréal, elles débutent entre mai et juillet pour se terminer entre septembre et octobre avec un maximum en août.



Illustration 5. Pluviométrie de l'année 2013 sur la grande emprise

Mémoire de Natacha Volto - 2015

En Afrique de l'ouest, la période d'après 1990 est marquée par une augmentation de l'intensité des pluies, les plus fortes et cela à des niveaux jamais atteints depuis 1950 (Panthou, 2013 [6]). Une pluviométrie aléatoire est constatée depuis plus de deux décennies (Dasylva, 2014 [4].

Le Sahel est nettement confronté à une manifestation accrue d'épisodes très sévères de sécheresse (1970 et 1984). « Chaque année, avec une intensité variable, des terres agricoles sont perdues, et un nombre important de troupeaux décimés ; ce qui fragilise davantage les conditions de vie des populations. A partir des années 1900, il est observé une progression de 250 km du Sahara vers le sud ; une évolution ayant provoqué localement une dégradation irréversible des ressources naturelles productives. En 2012 selon la Banque mondiale, plus de 17 millions de personnes ont été menacées de famine dans la région sahélienne de l'Afrique de l'Ouest. Parmi les facteurs explicatifs, le déficit des précipitations lors de l'année 2011 fut principalement indexé. Les inondations sont devenues ces dernières années un risque majeur au Sahel, de par l'ampleur des dégâts occasionnés et la récurrence des évènements » (Dasylva, 2014 [4]).



Illustration 6. Données climatologiques issues de NOAA NCDC Global Historical Climatology Network data, moyennes de juin à octobre de 1950 à 2013 de 10 ° à 20° N et de 20° W à 10° E

2.1.1.2. Températures

Les températures annuelles moyennes sont comprises entre 26 et 29° C dans les zones adjacentes au Sahara, deviennent plus faibles dans les régions de haute altitude, mais peuvent aussi dépasser 40° C pendant la journée (Dasylva, 2014 [4]).

Le régime des températures de l'air est déterminé par la position en latitude et par le rayonnement, mais il est aussi influencé par la circulation atmosphérique générale, l'altitude, la proximité de courants marins ou au contraire la continentalité du site (Hiernaux, Le Houérou, 2006 [2]).



Illustration 7. Moyenne des températures de janvier à décembre pour 44 points situés entre les latitudes 13° et 20° N et 3,75 W à 17° E. Données issues de l'East Anglia Climate Research Unit (CRU) téléchargées sur l'application Appli-Clim

2.1.1.3. Végétation

En Afrique de l'ouest, la végétation s'organise schématiquement en une série de bandes grossièrement parallèles (cf. illustration ci-dessous). Depuis la côte atlantique, bordée par la forêt dense humide et aujourd'hui largement dégradée se succèdent la savane dite « guinéenne » caractérisée par de fréquentes imbrications forestières puis la savane soudanienne plus sèche, relayée au nord par la savane ou la steppe sahélienne jusqu'aux marges du désert saharien (Gond, 1995 [7]).



La végétation du Sahel se compose majoritairement d'une strate herbacée dominée par des plantes annuelles, principalement des graminées, et un peuplement de plantes ligneuses éparses, de hauteur et de phénologie variées (Hiernaux, Le Houérou, 2006 [2]).

2.1.2. Approche locale : les sept zones d'étude

2.1.2.1. Localisation

Les sept zones d'étude sont situées au nord du Sénégal dans les départements Dagana, Podor et Linguère entre 15,8° et 16,52° N et entre 16,4° et 14,43° W, ce qui correspond au Sahel sénégalais. Ces zones contiennent des points d'échantillonnage de rongeurs.

> Illustration 9. Localisation des sept sites d'étude (Sénégal)



2.1.2.2. Aperçu pédologique

Le Sénégal septentrional fait partie du bassin sédimentaire Sénégalo-Mauritanien. La mer s'est retirée de cette région laissant une accumulation de grés argileux. L'évolution géomorphologique explique que tout le nord du Sénégal soit occupé par un substrat sablonneux au modelé très faible sans réel relief notable (cuirassement, action éolienne prolongée, pédogénèse...).



Illustration 10. Extrait de la carte pédologique du Sénégal publiée en 1965. IRD. Project NumericSud SPHAERA-GEO. Bondy, France

2.2. Images NDVI des capteurs satellites

2.2.1. Indice de végétation par différence normalisée (NDVI)

Les indices de végétation sont principalement basés sur le comportement spectral de la végétation dans les canaux du Rouge (R) et du Proche InfraRouge (PIR) (Dusseux, 2014 [8], Viña *et al.*, 2011 [9], Tucker, 1979 [10]). Le NDVI est l'indice de végétation par différence normalisée ou indice de Tucker (Tucker, 1979 [10]). Son expression est la suivante : NDVI = PIR-R / PIR+R

La normalisation par la somme des deux bandes permet de réduire les effets d'éclairement. Les valeurs du NDVI sont comprises entre -1 et +1, les valeurs négatives correspondent aux surfaces autres que les couverts végétaux, comme la neige, l'eau ou les nuages, pour lesquelles la réflectance dans le rouge est supérieure à celle du proche infrarouge. Pour les sols nus, les réflectances étant à peu près du même ordre de grandeur dans le rouge et le proche infrarouge, le NDVI présente des valeurs proches de 0. Les formations végétales ont des valeurs de NDVI comprises entre 0,1 et 0,7. Les valeurs les plus élevées correspondent aux couverts les plus denses. Bien que le NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) soit sensible aux effets du sol sous-jacent et à l'atmosphère (Montandon et Small, 2008 [11]), il est encore très majoritairement utilisé dans la communauté scientifique en télédétection car il est facile à calculer et à interpréter (Dusseux, 2014 [8], Fontana *et al.*, 2008 [12]).



Illustration 11. Jensen 2000

« (a) plus la couverture végétale est dense, plus les valeurs de réflectance augmentent dans le proche Infrarouge et plus elles diminuent dans la bande rouge. La droite des sols, dépourvue de végétation présente des réflectances qui varient en fonction de leur teneur en eau. (b) exemple du déplacement 'agricole' pixel d'un dans l'espace multispectral rouge / proche infrarouge au cours d'une saison de croissance. Après la germination, la réflectance du pixel s'éloigne de la ligne des sols pour atteindre le sommet du chapeau. Après la récolte, le pixel retrouve une valeur de réflectance correspondant à un sol nu, éventuellement plus sec. » ENVCAL -Suivi de l'environnement par télédétection

2.2.2. Images NDVI - SPOT-VGT

Ces données proviennent du capteur Vegetation du Système pour l'observation de la Terre (SPOT) et couvrent la période 1998 à 2013. Les produits S10 NDVI 1 km du capteur SPOT-VEGETATION (SPOT-VGT) sont disponibles sur le portail VITO via l'URL suivante : http://www.vito-eodata.be. Ce sont des synthèses décadaires basées sur la comparaison pixel par pixel de dix valeurs journalières de réflectance pour en garder les meilleures estimations dans les canaux rouge et proche infra-rouge, à partir desquelles l'indice NDVI est calculé. Cette valeur est la valeur maximale observée dans la période (MVC pour Maximun Value Compositing). Les images sont au format 8 bit, les valeurs valides s'échelonnent de 3 et 255. 540 images décadaires couvrent une période de 15 ans de 1999 à 2013.

2.2.3. Images NDVI - NOAA-AVHRR GIMMS 3g

Ces données proviennent des radiomètres Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) des satellites météorologiques NOAA pour la série GiMMS 3g (Global Inventory Modeling and Mapping Studies). Les données NOAA-AVHRR GIMMS 3g sont accessibles sur le site internet de la NASA via l'URL :

http://ecocast.arc.nasa.gov/data/pub/gimms/3g/. La série utilisée comprend deux images mensuelles sur 32 ans de 1982 à 2013, soient 768 images. Cette base provient de la transformation des données originales de 1,1 km x 1,1 km de résolution en des valeurs composites (maximum de NDVI tous les 15 jours) avec une résolution de 8 x 8 km. La correction de la dégradation du capteur, des différences d'inter calibration, des différents angles de vue, de l'angle solaire zénithal..., permettent une haute qualité de ces données (San Emeterion *et al.*, 2009 [13]).

2.2.4. Images NDVI - MODIS

Ces données sont issues du Moderate resolution imaging spectroradiometer (MODIS) à bord de Terra et couvre 13 ans de 2000 à 2012. Les images MOD13Q1 sont téléchargeables à l'adresse suivante : http://e4ftl01.cr.usgs.gov/MOLT/MOD13Q1.005/. Cette base de données NDVI est composée d'images tous les 16 jours de résolution spatiale 250 m.

Capteurs	NOAA-AVHRR	SPOT-VGT	MODIS
Projection	Geographic Lat/Lon	Geographic Lat/Lon	Geographic Lat/Lon
Résolution	8 km	1 km	250 m
spatiale	0.083333°	0.0089285714°	0.002157°
Temps d'acquisition	1981 à 2013	1999 à 2013	2000 à 2012
Taille de l'image initiale	4320 colonnes 2160 lignes	9633 colonnes 8177 lignes	19736 colonnes 4637 lignes
Format	ENVI Standard	HDF4	GEOTIFF
Synthèse temporelle	15 jours	10 jours	16 jours
Conversion CN en NDVI réel	NDVI = CN / 10000.00	NDVI = (CN * 0,004)- 0,1	NDVI = CN / 10000.00

Les caractéristiques des images utilisées sont récapitulées ci-après.

Tableau 1. Caractéristiques des images utilisées

2.3. Cartes d'occupation du sol

2.3.1. Cartes d'occupation du sol régionales

2.3.1.1. Travaux de la Global Alliance for Standard Multi-Purpose Land Cover Data Production (GLCN)

La Global Alliance for Standard Multi-Purpose Land Cover Data Production (GLCN) est dirigée par l'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture des Nations Unies (FAO) et le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE). Ces deux organismes ont pour objectif d'améliorer la disponibilité de l'information mondiale sur la couverture terrestre, l'harmonisation de la cartographie de la couverture terrestre et son suivi aux niveaux national, régional et mondial.

En 2005, dans le cadre du programme de l'Afrique de l'ouest, une carte d'occupation du sol a été réalisée pour le Sénégal basée sur l'interprétation des images Landsat ETM 2005.



Ilustration 12. Images Landsat utilisées pour l'étude des changements entre 1990 et 2005

La carte établie comprend 55 classes et 23922 polygones sur 196190 km². Une agrégation spatiale a ensuite était réalisée, ce qui a abouti à 21238 polygones.

En 2009, le GLCN a étudié les changements d'occupation du sol au Sénégal entre 1990 et 2005. Pour ces travaux, ils ont agrégé le Senegal Land Cover en dix classes illustrées cidessous.



L'analyse a porté sur les 55 classes de la légende du produit Senegal Land Cover 2005. 22000 polygones ont été analysés et les résultats sont présentés ci-dessous.



Une augmentation des zones agricoles (1), urbaines (2) ainsi qu'une diminution générale de la végétation naturelle apparaissent, sauf pour les arbres (100-40 %).

Illustration 14. Résultats de l'analyse des changements au Sénégal, entre 1990 et 2005

2.3.1.2. Travaux de l'Agence Spatiale Européenne (ESA)

L'Agence Spatiale Européenne, dans le cadre des changements climatiques, souhaite apporter une réponse adéquate à l'ensemble des exigences en matière de produits satellitaires sur le long terme pour le climat. Le projet « Climate Change Initiave – Land Cover project 2014 » vise à revisiter tous les algorithmes nécessaires à la génération de produits globaux d'occupation des sols stables et constants dans le temps. (Bontemps *et al.,* 2015[14]). Les archives Envisat MERIS (2003-2012) ont été utilisées comme principal ensemble de données d'observation de la Terre complétées par SPOT-Végétation avec la série 1998 à 2012 et par les archives 2005-2010 de l'imagerie SAR d'ENVISAT.

Dans le cadre de cette partie, c'est le produit sur le Sénégal au format TIF à 300 m de résolution pour les années 2010 (2008-2012), 2005 (2003-2007) et 2000 (1998-2002) qui nous intéresse. Les images sont téléchargeables via l'URL suivante : http://maps.elie.ucl.ac.be/CCI/viewer/download_Senegal.php.



Illustration 15. Images issues du ESA Climate Change Initiative-Land Cover project 2014



Illustration 16. Distribution des types de couvertures de sol du Sénégal. Données issues de l'ESA

Le tableau ci-dessous présente les différences entre les images de 2000 et 2010 du produit ESA. La classe 60 (arbres feuillus caducifoliés, fermés à ouverts (>15%)) a été isolée de l'image 2000 car elle n'est plus présente dans les images de 2005 et 2010. Ces pixels sont répartis dans les classes « arbustes » et « cultures » dans les images de 2005 et 2010. Une étude sur TIMESAT de l'évolution du NDVI pour ces pixels et pour certains à proximité immédiate montre un signal d'une corrélation parfaite laissant penser à une erreur de classement



Avec classe 10 : cultures, plantations ; classe 40 : végétation naturelle mosaïque (arbres, arbustes, couverture herbacée) (>50%) / cultures (<50%) ; classe 50 : arbres feuillus sempervirents, fermés à ouverts (>15%) ; classe 60: arbres feuillus caducifoliés, fermés à ouverts (>15%) ; classe 62 : arbres feuillus caducifoliés, ouverts (15-40%) ; classe 90 : arbres, mixte (feuillus et résineux) et classe 120 : arbustes.

Illustration 17. Différences entre les cartes de 2010 et 2000

Ces travaux à l'échelle régionale sur le Sénégal sont utilisés par la suite pour déterminer l'occupation du sol des zones d'intérêt dans le Sahel Sénégalais. Il est également intéressant de faire un état des lieux des produits à l'échelle du globe pour proposer une carte pour la grande emprise.

2.3.2. Cartes d'occupation du sol globales

Plusieurs cartes à l'échelle du globe sont disponibles : DISCover (1992-1993, plusieurs légendes dont IGBP en 17 classes), GLC2000, MODIS land cover product, GlobCover (2005-2006 et 2009). Leur comparaison n'est pas simple car les nomenclatures ne sont pas toujours concordantes, les dates de réalisation et la résolution spatiale ne sont pas les mêmes. Toutefois, le constat que l'on peut faire est celui de la discordance entre les résultats, au moins pour les classes « zones cultivées » et « forêts » jusqu'à 893 Mha pour GlobCover versus MODIS v.5 (Fritz *et al.*, 2011[15]).



Illustration 18. Discordance entre les produits MODIS v.5 et GlobCover 2005 pour les zones cultivées. (Fritz *et al.*, 2011 [15])

Trois tentatives de synthèse existent dans la littérature : le SYNMAP (Jung *et al.*, 2006 [16]) en 48 classes, le Global 1 km Consensus Land Cover map en 12 classes (Tuanmu et Jetz, 2014 [17]) et le GLC-SHARE qui est une nouvelle base de données publiée par le FAO en 2014 en 11 classes. Les deux derniers produits utilisent une « classification

douce », l'objectif n'étant pas de dresser une seule carte de végétation mais une carte par type de végétation. Dans ce type de produit, le pixel prend une valeur de 0 à 100. Les valeurs 0 et 100 indiquent respectivement que le type de végétation n'apparait pas dans le pixel ou le recouvre intégralement.

2.3.2.1. Synergetic Land Cover Product (SYNMAP)

Le SYNMAP est un produit d'occupation du sol global en 48 classes à 1 km de résolution spatiale, reflétant la couverture terrestre autour de l'an 2000. Il fusionne différents produits de couverture globale du territoire, le Global Land Cover Characterization Database (GLCC), le Global Land Cover 2000 (GLC2000) et le produit de la couverture terrestre MODIS (Jung *et al.*, 2006 [16]). Le SYNMAP résulte donc de la compilation de cartes établies en 1992-93, 2000 et 2001. Ce produit est disponible sur le site de la NASA. Les images sont distribuées au format TIFF sur la région d'intérêt et avec la résolution spatiale désirée.



Illustration 19. Légende du SYNMAP

Les membres du projet CERISE ont choisi le SYNMAP pour l'occupation du sol de la moyenne emprise cependant ils l'ont reclassifié en 16 classes (tableau ci-après).

Classes SYNMAP	Contenu	Classes ME
0	eau	1
1 à 9	arbres	2
10 à 18	arbres / arbustes	3
19 à 24	arbres / herbe (broad)	4
25 à 27	arbres / herbe (broad et needle)	5
28 à 36	arbres / cultures	6
37	arbustes	7
38	arbustes / herbe	8
39	arbustes / cultures	9
40	arbustes / sable	10
41	herbe	11
42	herbe / cultures	12
43	herbe / sable	13
44	culture	14
45	sable	15
46	bâti	16

Tableau 2. Reclassification du SYNMAP en 16 classes

2.3.2.2. Global Land Cover SHARE (GLC-SHARE)

Le GLC-SHARE est une nouvelle base de données publiée par le FAO en 2014. Elle comprend 11 classes de couverture du sol qui combinent les produits disponibles de couverture du sol à haute résolution nationaux et régionaux. La base de données est produite avec une résolution de 1 km. Le Système de classification de la couverture terrestre (LCCS) et le Système de comptabilité économique et environnementale (SCEE) ont été utilisés pour harmoniser les légendes. Une campagne de validation a été effectuée avec 1000 points au hasard statistiquement distribués dans les 11 classes. Ces classes sont distribuées sous forme de raster ou format GeoTIFF, la valeur du pixel représente la densité couverte par le type de couverture du sol sur ce même pixel. Un fichier avec la classe dominante est également disponible.

2.3.2.3. Global 1km consensus Land Cover map (CONSENSUS)

Le Global 1km consensus résulte de la compilation de quatre cartes globales : DISCover (IGBP), GLC2000, MODIS land cover product, GlobCover (2005-06) et se présente sous forme d'une série de 12 cartes, chacune représentant une classe d'occupation du sol. Chaque classe fournit des informations sur la prévalence d'une classe de couverture du sol (Tuanmu et Jetz, 2014 [17]).

able 1 Characteristics of the four global land-cover products used in the study.							
	DISCover	GLC2000	MODIS2005	GlobCover			
Sensor	AVHRR	VEGETATION	MODIS	MERIS			
Satellite	NOAA	SPOT	Aqua, Terra	ENVISAT			
Image acquisition time	April 1992–March 1993	November 1999–December 2000	2005	December 2004–June 2006			
Input data	Monthly NDVI composites	Diverse composites of reflectance in four spectral bands, NDVI and/or derived metrics	32-day composites and annual metrics of nadir BRDF-adjusted reflectance in bands 1–7, EVI and LST	Bi-monthly surface reflectance composites of 13 spectral bands			
Classification technique	Unsupervised classification	Flexible classification depending on the responsible institutions	Supervised classification decision tree	Per-pixel supervised and unsupervised classification per-cluster unsupervised classification			
Processing sequence	Continent-by-continent	Region-by-region	Global	Region-by-region			
Classification scheme	IGBP, 17 classes	LCCS-based, 22 classes	IGBP, 17 classes	LCCS-based, 22 classes			
Spatial resolution	1 km	1 km	500 m	300 m			
Overall accuracy	66.9% (Scepan, 1999)	68.8% (Mayaux et al., 2006)	75% (Friedl et al., 2010)	73.1% (Bicheron et al., 2008)			

Illustration 20. Caractéristiques des quatre produits d'occupation du sol utilisés pour le Global 1km consensus (Mao-Ning Tuanmu et Walter Jetz, 2014 [17])

2.3.2.4. Comparaison des trois produits

La cartographie de l'occupation des terres représente une information indispensable dans le cadre du projet CERISE. Afin de choisir une carte d'occupation du sol sur la grande emprise, les produits SYNMAP simplifié, CONSENSUS et GLC-SHARE ont fait l'objet d'une comparaison. Dans un premier temps, la méthodologie issue de l'article de C. Ottlé *et al.*, 2013 [18], a été suivie pour comparer ces produits. Une fois les images téléchargées, elles ont été projetées à la projection de la plaque carrée WGS84 avec une

taille de pixel carré 1/112° soit 0,00892857° avec l'application ArcGis (Clic droit sur l'image/Data/Export Data).

Une première difficulté a concerné le regroupement des classes afin d'uniformiser les légendes car le SYNMAP (reclassifié) propose de nombreuses classes mixtes.

	Classes SYNMAP	Classes du SYNMAP reclassifié	Classes Global 1km Consensus Land-cover map	Classes Carte globale GLCSHARE
eau	0	1	12	11
arbres	1 à 9	2	1 à 4	4
arbres / arbustes	10 à 18	3	-	-
arbres / herbe (broad)	19 à 24	4	-	-
arbres / herbe (broad et needle)	25 à 27	5	-	-
arbres / cultures	28 à 36	6	-	-
arbustes	37	7	5	5
arbustes / herbe	38	8	-	-
arbustes / cultures	39	9	-	-
arbustes / sable	40	10	-	-
herbe	41	11	6	3
herbe / cultures	42	12	-	-
herbe / sable	43	13	-	-
cultures	44	14	7	2
végétation submergée	-	-	8	6
végétation éparse	-	-	-	8
mangroves	-	-	-	7
sable	45	15	11	9
bâti	46	16	9	1

Illustration 21. Tentative d'harmonisation des légendes des différents produits

Une autre difficulté a concerné la valeur des pixels variant de 0 à 100. Un pixel peut être recouvert par plusieurs couvertures de sol dans le cas de GLC-SHARE et CONSENSUS.

Pour contourner ce problème, l'image contenant la classe dominante a été utilisée pour le GLC-SHARE. Les classes de chaque produit ont été converties en ROI puis des statistiques ont été extraites sous ENVI. Le tableau ci-après permet de visualiser la répartition des pixels en pourcentage entre les produits GLC-SHARE et SYNMAP sur la grande emprise.

Les tableaux de répartition des pixels SYNMAP/CONSENSUS et CONSENSUS/GLC-SHARE sont présentés en annexe 2.

Répartition, en pourcentage, des pixels de chaque classe du SYNMAP dans chaque classe du GLC-SHARE		GLC-SHARE									
		bâti	cultures	pâturage	arbres	arbustes	végétation herbacée, aquatique ou régulièrement submergée	mangroves	végétation clairsemée	sol nu	eau
SYNMAP reclassifié (pixels)	Classe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11
eau (267469)	1	0,04	2,60	1,01	0,53	0,15	0,22	0,28	0,55	1,11	93,88
arbres (24526)	2	0,18	16,66	2,68	42,60	10,43	0,84	16,03	0,36	2,46	7,70
arbres / arbustes (498990)	3	0,08	23,60	10,45	38,10	26,45	0,30	0,09	0,60	0,24	0,09
arbres / herbe (broad) (419732)	4	0,04	54,55	8,12	18,56	17,55	0,75	0,04	0,21	0,09	0,07
arbres / herbe (broad et needle) (110546)	5	0,04	52,20	31,82	5,01	2,56	0,06	0,01	8,02	0,24	0,06
arbres / cultures (52146)	6	0,14	51,03	13,60	27,36	4,07	0,46	0,58	2,09	0,37	0,28
arbustes (28654)	7	0,13	24,19	4,32	24,42	43,72	0,92	0,59	0,17	0,87	0,65
arbustes / herbe (140832)	8	0,06	18,23	40,81	9,18	10,85	0,69	0,03	3,98	15,29	0,88
arbustes / cultures (30032)	9	0,31	45,58	15,72	11,02	22,45	0,52	0,51	2,58	0,77	0,49
arbustes / sable (278219)	10	0,01	1,68	43,30	1,10	0,09	0,07	0,00	3,64	49,93	0,19
herbe (945190)	11	0,04	24,55	57,46	3,93	3,29	0,21	0,00	5,14	5,28	0,09
herbe / cultures (110624)	12	0,05	65,85	14,35	6,87	10,19	0,61	0,04	1,45	0,29	0,29
herbe / sable (50184)	13	0,01	3,25	43,94	0,74	0,23	0,08	0,00	2,91	48,59	0,25
cultures (134663)	14	0,25	74,30	12,02	2,96	5,00	3,42	0,19	0,95	0,65	0,26
sable (2153231)	15	0,00	0,06	3,40	0,09	0,00	0,01	0,00	0,67	95,74	0,02
bâti (1526)	16	59,90	24,18	5,83	1,18	0,13	0,00	0,07	2,62	4,46	1,64

Tableau 3. Répartion des pixels des classes du SYNMAP dans les classes du GLC-SHARE

Exemple pour la lecture : parmi les 1526 pixels de la classe 16 « bâti » du SYNMAP, 59,9% sont des pixels classés dans la classe « bâti » du GLC-SHARE, 24,18 % sont des pixels classés dans la classe « cultures » et les autres sont répartis dans d'autres classes du GLC-SHARE.

Ce tableau et ceux présentés en annexe 2, permettent d'observer les différences de classement des pixels entre les produits.

Une remarque importante concerne CONSENSUS où les pixels peuvent être classés dans plusieurs classes : il est normal que la somme des pourcentages des pixels classés ne soit pas égale à 100 %. Par exemple, pour les 28654 pixels de la classe « arbustes » du SYNMAP, 91,02 % sont classés dans la classe « mixte, autres arbres » de CONSENSUS, soient 26081 pixels et 90,23 % de ces mêmes 28654 sont aussi classés dans la classe « arbustes » de CONSENSUS, ce qui fait 25855.

Pour synthétiser les cohérences par classe entre les produits, un tableau est créé ciaprès. Dans ce tableau ne figure que les classes non mixtes.

	SYNMAP reclassifié /	SYNMAP reclassifié /	CONSENSUS / GLC-
	GLC-SHARE	CONSENSUS	SHARE
eau	93,88 %	96,97 %	88,67 %
herbe	57,46 %	87,27 %	51,03 %
arbustes	43,72 %	90,23 %	23,95 %
arbres	42,60 %	87,07 %	52,63 %
cultures	74,30 %	99,82 %	45,48 %
sable / sol nu	95,74 %	99,96 %	79,21 %
bâti	59,90 %	91,28 %	23,71 %

Tableau 4. Pourcentage de pixels rangés dans la même classe

Ce tableau reflète des discordances importantes entre le produit GLC-SHARE et les deux autres. Le résultat pour le bâti, par exemple, est surprenant entre CONSENSUS et GLC-SHARE. Si l'on regarde de plus près les 7415 pixels du « bâti » dans CONSENSUS (cf. annexe 2), on constate que 47,59 % des pixels soit 3529 sont rangés dans « cultures » dans le GLC-SHARE. Classe « Cultures « GLC-SHARE

Classe « bâti » de CONSENSUS (7415 pixels)	9	23,71	47,59	13,58	2,28	1,96	0,31	0,23	3,56	4,76	2,01
Illustration 22. Extraction de la ligne 9 du tableau CONSENSUS / GLC-SHARE page 5 de l'annexe 2											

Par contre, une très forte cohérence apparait entre les produits CONSENSUS et SYNMAP.

La cartographie de l'occupation des terres sur la grande emprise avec ces trois produits est représentée ci-contre.

Pour CONSENSUS, un pixel étant parfois recouvert par plusieurs couvertures du sol, la carte affichée dépendra de la position de la couche ou shapefile (dans le cas de cette cartographie, la couche « forêt de feuillus caducifoliés » est placée au-dessus de la couche « arbustes » et « végétation gérée et cultivée ».



Illustration 23. Cartes d'occupation du sol avec les produits SYNMAP reclassifié, GLC-SHARE et CONSENSUS

3. Préparation des données

La principale partie du stage a consisté à rechercher les différentes séries temporelles de NDVI intéressantes pour la modélisation de l'invasion des rongeurs, à les comprendre et à les exploiter. 7694 images ont été fournies aux membres du projet CERISE sous différents formats (HDF, GeoTIFF, .IMG, .BIL et format ASCII, en comptes numériques ou en NDVI réel, cf. annexe 3) et découpées sur la moyenne et grande emprises. Des calculs de NDVI_{moy}, de NDVI_{max} et de NDVI_{min}, par décade et par année, pour les zones grande et moyenne emprises, ont été requis sur les images SPOT-VGT.

Des traitements automatiques ont été recherchés et plusieurs outils en libre accès sur internet ont été testés comme l'application CROP_VGT, développée par le défunt Silvio

Griguolo de l'Université IUAV de Venise en Italie et WinDisp (Gommes *et al.*, 2004 [19]) développée par le Système mondial d'information et d'alerte précoce (SMIAR) de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.



Illustration 24. Exemple d'image générée par WinDisp

La méthodologie suivie pour rendre automatiques les opérations sur les images du NDVI de SPOT-VGT est indiquée ci-dessous et est explicitée en détail en annexe 4.



Illustration 25. Etapes pour la préparation des images SPOT-VGT

Dans le cas des 768 images de la série NOAA-AVHRR GIMMS qui se sont avérées assez compliquées à exploiter, l'annexe 1 explicite la méthode pour les lire avec des logiciels de traitement d'images. Cette annexe présente notamment les codes Python développés pour télécharger les 768 images (utilisation du module « urllib ») et pour créer des fichiers HDR automatiques. Des codes développés sous IDL sont aussi proposés dans cette annexe pour effectuer la transposition des images et la découpe automatique sur les zones d'intérêt. Une partie de cette annexe est consacrée aux images du capteur PROBA-V car elles ont été préparées sur les zones d'emprise mais non exploitées.

Les images des différents capteurs ont également été préparées pour plusieurs études. La première a consisté à extraire les statistiques concernant l'évolution diachronique du NDVI pour plusieurs zones d'intérêt.

La seconde étude a été d'ordonner les images, de les renommer, de rechercher les pixels de chaque zone d'intérêt et de calculer la production primaire nette de la végétation (petite intégrale) avec l'application TIMESAT. Cet outil, développé par Per Jönsson du Centre pour les études technologiques de l'Université de Malmö en Suède et par Lars Eklundh du Département de la Terre et des sciences des écosystèmes à l'Université de Lund en Suède, est téléchargeable via l'URL :

http://www.nateko.lu.se/timesat/timesat.asp?cat=4.

TIMESAT permet de visualiser la série temporelle et produit la courbe de l'évolution temporelle du signal pour chaque pixel. Les courbes sont lissées contrairement à l'application WinDisp.

TIMESAT permet d'extraire les paramètres phénologiques suivants (Jönsson et Lars Eklundh (2002), [20]) :

- a : début de la saison
- b : fin de saison
- e : point avec la valeur maximum
- f : amplitude
- g : longueur de la saison
- h : petite intégrale
- i : grande intégrale



Les petites et grandes intégrales correspondent à l'effet cumulé de la végétation durant la saison, l'aire correspond ainsi à la production primaire nette.

Pour des données de NDVI peu affectées par le bruit, la méthode de filtrage Savitzky– Golay fonctionne correctement car elle est capable de suivre des comportements complexes tels que la rapide augmentation suivie d'un plateau décroissant. Par contre, pour les séries temporelles affectées par le bruit, les données issues du filtre Savitzky– Golay sont difficiles à interpréter. Dans ce cas, il est préférable d'utiliser la seconde méthode c'est-à-dire cocher la case « Gaussian » dans TIMESAT (Per Jonsson et Lars Eklundh, 2004 [21]).



Illustration 27. Courbe de l'évolution du NDVI d'un pixel avec le filtre Savitsky-Golay (courbe orange)



Illustration 28. Courbe de l'évolution du NDVI d'un pixel avec le filtre Gaussian (courbe rose)

L'annexe 4 explicite en détail l'utilisation des applications CROP_VGT, WinDisp et l'analyse des séries temporelles avec l'application TIMESAT.

Ensuite, la dernière étape de préparation des données a consisté à inverser toutes les données suivant la formule NDVI_{opposé} = (b1) * - 1 avec un batch sous ENVI afin d'appliquer la méthodologie explicitée dans l'article (Horion, 2014 [22]). Cet article indique que les tendances de la densité de la couverture boisée peuvent être déduites du NDVI_{min}. Par contre, assez tardivement, le 22 juillet 2015, un post est paru sur le site internet « Sahel studies » pour informer d'une erreur grave affectant l'ensemble des données NOAA-AVHRR GIMMS dans les zones semi-arides comme le Sahel pour la saison sèche. Ces images n'ont donc pas été exploitées pour la saison sèche.

4. Etude multi capteurs de l'évolution du NDVI

4.1. Avec le Senegal Land Cover Product 2005 agrégé en dix classes

4.1.1. Méthode

Pour cette étude, les 21238 polygones du Senegal Land Cover Product 2005 ont été agrégés en dix classes - celles utilisées pour l'étude des changements entre 1990 et 2005 par le GLCN. Pour ce faire, dans la table attributaire, les polygones ont été sélectionnés et sauvegardés dans une même couche suivant les instructions fournies dans les documents téléchargés sur le site du GLCN.

Les polygones avec plusieurs couvertures du sol (mixtes) ont été regroupés dans la classe majoritaire. La classe 7S « extraction de sel » n'est pas exploitée dans cette étude.



Chacune des dix classes a été extraite, convertie en vecteur (extension evf.) puis en ROI.

Ensuite, des images classées ont été créées à partir de ces ROI et ont été appliquées en masque à l'image standard. Les bandes de cette image standard correspondant aux images des NDVI_{max} des mois de novembre de 1982 à 2013 pour les images NOAA-AVHRR GIMMS, de 1999 à 2013 pour les images SPOT-VGT S10 NDVI et de 2000 à 2012 pour les images MODIS.

Illustration 29. Extraction de la classe « forêt » du Senegal Land Cover Product 2005 agrégé en dix classes

Mémoire de Natacha Volto - 2015

Les statistiques sont générées, exportées au format texte et exploitées sous Excel.



4.1.2. Résultat





L'étude de la corrélation à partir du coefficient de détermination (R²) entre les différentes séries de données est analysée comme dans l'article de M. Adama Sarr *et al.*, 2008 [23].

		NOAA-AVHRR GIMMS et MODIS	NOAA-AVHRR GIMMS et SPOT- VGT	SPOT-VGT et MODIS
Classe 1	forêt (TP)	0,14	0,66	0,77
Classe 2	arbres fermés à ouverts (NV_TCO)	0,79	0,83	0,97
Classe 3	arbres très ouverts (NV_TVO)	0,80	0,83	0,96
Classe 4	arbustes fermés à ouverts (NV_SCO)	0,88	0,85	0,97
Classe 5	arbustes très ouverts (NV_SVO)	0,76	0,82	0,92
Classe 6	herbacées fermées et ouvertes (NV_HER)	0,70	0,72	0,93
Classe 7	agriculture (AG)	0,76	0,70	0,86
Classe 8	zones urbaines (UB)	0,18	0,54	0,69
Classe 9	sol nu (BS)	0,73	0,85	0,91
Classe 10	eau (WAT)	0,46	0,47	0,39

4.1.3. Analyse

Les résultats mettent en évidence des taux de corrélation très significatifs dans les évolutions temporelles du NDVI pour SPOT-VGT et MODIS malgré la résolution spatiale différente des images, respectivement de 250 m et 1 km. Le coefficient de détermination est supérieur à 0,86 pour 70 % des classes. Les résultats observés ne sont pas en accord avec l'article "Comparison of AVHRR, MODIS and VEGETATION for land cover mapping and drought monitoring at 1 km spatial resolution" de Toukiloglou, 2007 [24]. En effet, d'après les valeurs de réflectance dans le rouge et le proche infrarouge de MODIS, il devrait avoir les valeurs de NDVI les plus élevées des trois or c'est AVHRR qui les présente. De ce fait, l'évolution temporelle des NDVI est réalisée sur une emprise plus grande avec les classes du SYNMAP simplifié.

4.2. Avec le Synergetic Land Cover Product (SYNMAP) sur la moyenne emprise

4.2.1. Méthode

Les images en TIFF issue du Synergetic Land Cover Product (SYNMAP) de la zone moyenne emprise sont téléchargées sur le site de la NASA via l'URL :

http://webmap.ornl.gov/wcsdown/dataset.jsp?ds_id=10024

La résolution en x et y est modifiée pour s'adapter aux images SPOT-VGT, NOAA-AVHRR GIMMS et MODIS.

Dans le cas des images MODIS qui ont une résolution spatiale de 250 m et 0.00215683 degrés, il est impossible de télécharger une seule image TIFF du fait de la taille importante. Par contre, il est possible de télécharger plusieurs images et construire ensuite une mosaïque avec le logiciel ENVI.



Illustration 31. Création d'une mosaïque d'images du SYNMAP et découpage suivant la taille de l'image MODIS de la moyenne emprise Les images issues du SYNMAP sont téléchargées en nuances de gris puis colorisées avec les 47 valeurs des comptes numériques en gardant le code couleur du SYNMAP. Les étapes suivantes sont résumées dans le logigramme ci-dessous.



Une reclassification du SYNMAP est effectuée en 16 classes puis les classes de la « density color » sont importées en vecteur (extension .evf) et convertis ensuite en ROI.

Des images classées de chaque classe sont créées à partir de ces ROI et ces images sont appliquées à l'image standard constituée des bandes correspondant aux images des NDVI_{max} des mois de septembre de 1981 à 2013 pour les images NOAA-AVHRR GIMMS, de 1999 à 2013 pour les images SPOT-VGT S10 NDVI et de 2000 à 2012 pour les images MODIS. Les stastitiques sont générées, exportées au format texte et exploitées sous Excel.

4.2.2. Résultat

Les résultats obtenus pour les classes du SYNMAP simplifié sur la moyenne emprise avec chaque série temporelle sont présentés ci-après.





		NOAA-AVHRR GIMMS et MODIS	NOAA-AVHRR GIMMS et SPOT-VGT	SPOT-VGT et MODIS
Classe 2	arbres	0,03	0,19	0,03
Classe 3	arbres / arbustes	0,04	0,44	0,46
Classe 4	arbres / herbe (broad)	0,08	0,47	0,62
Classe 5	arbres / herbe (broad et needle)	0,37	0,48	0,87
Classe 6	arbres / cultures	0,06	0,25	0,81
Classe 7	arbustes	0,01	0,36	0,49
Classe 8	arbustes / herbe	0,53	0,68	0,96
Classe 9	arbustes / cultures	0,08	0,35	0,76
Classe 10	arbustes / sable	0,78	0,84	0,97
Classe 11	herbe	0,66	0,74	0,95
Classe 12	herbe / cultures	0,04	0,31	0,74
Classe 13	herbe / sable	0,76	0,79	0,99
Classe 14	culture	0,57	0,70	0,76
Classe 15	sable	0,85	0,85	0,95
Classe 16	bâti	0,00	0,03	0,35

Tableau 5. Coefficient de détermination R² entre les données NDVI issues des trois séries de 2000 à 2012 pour chaque classe du SYNMAP

4.2.3. Analyse

On remarque que les courbes fluctuent légèrement avec toutefois des irrégularités en 1984, en 1990, en 1997, en 2002 et 2011 où l'on observe des creux et en 2010 et 2012 où l'on observe des pics. Ces creux et ces pics coïncident avec les anomalies des précipitations au Sahel. Le NDVI et les précipitations sont très bien corrélés pour l'ensemble du Sahel (Anyamba *et al.*, 2014[5], Fensholt *et al.*, 2013[25], San Emeterio *et al.*, 2009[13]).



Illustration 33. Graphique créé à partir des données climatologiques « NOAA NCDC Global Historical Climatology data »

Pour certaines classes, l'évolution temporelle des NDVI montre une légère augmentation des valeurs, notamment pour la classe 8 (arbustes/herbe), la classe 10 (arbustes/sable), la classe 11 (herbe) et la classe 13 (herbe/sable).

Les valeurs de NDVI de MODIS sont bien les plus élevées sur la plupart des classes. Pour la majorité des classes, une forte corrélation entre l'évolution diachronique des NDVI issus de MODIS et SPOT-VGT est constatée. Seule l'évolution du NDVI de la classe 2 du SYNMAP reclassifié, correspondant aux arbres, ne présente aucune corrélation pour ces deux séries.

Les résultats sont plus nuancés avec les données NOAA-AVHRR GIMMS. L'évolution diachronique du NDVI montre de faibles corrélations avec les données MODIS (pour 60 % des classes, le coefficient de détermination est inférieure à 0,53) mais de meilleures corrélations s'observent avec les données SPOT-VGT.

La faiblesse des corrélations pour la classe 2 pour les trois séries rend nécessaire d'approfondir l'étude de la zone correspondant à la classe 2. Les pixels de cette classe sont, pour la majorité, localisés dans l'ouest du Sénégal. Les coordonnées du pixel central sont utilisées dans Google Earth pour visualiser la zone.



Illustration 34. ROI correspondant à la classe 2 du SYNMAP reclassifié

Il s'avère que cette zone côtière au nord de la Gambie et qui occupe une partie significative du delta du Sine-Saloum soit le Parc National du Delta du Saloum, un labyrinthe marécageux de mangroves et de bolongs. Les images extraites avec le logiciel Google Earth© nous présentent donc une zone non homogène, ce qui pourrait expliquer la faible corrélation des données NDVI pour la classe 2.



Image 1. Images extraites de Google Earth, juin 2015

Export +++

5. Evolution du NDVI par zone et occupation du sol

5.1. Evolution du NDVI par zone

Les membres du projet CERISE ont proposé sept zones d'étude au nord du Sénégal occupées par les rongeurs où se trouvent des points de capture. Ainsi, ils souhaitent observer si une corrélation existe entre rongeurs et NDVI. Pour les sept zones, la même méthode est utilisée à la fois pour l'évolution du NDVI mais aussi pour extraire la production primaire nette de la zone. L'étude de la zone 3D est présentée ci-après et celles des autres zones sont en annexe 6.

5.1.1. Méthode

La méthodologie pour connaitre l'évolution temporelle des NDVI sur les différentes zones est résumée dans le logigramme ci-dessous. Des polygones sont créés à partir des coordonnées des zones. Ces polygones sont convertis en vecteurs puis en ROI. Des images classées sont ensuite crées avec ces ROI et elles sont utilisées en masque sur une image standard, comme pour les classes d'occupation du sol en partie 2.3.



Illustration 35. Méthodologie suivie pour chacune des sept zones avec les images de septembre 1999 à septembre 2013 de SPOT-VGT

Les coordonnées de la zone 3D sont les suivantes :

- 16,496414°N, 14,523983°W
- 16,489750°N, 14,438399°W
- 16,451089°N, 14,441705°W
- 16,459192°N, 14,533281°W



Image 2. Site 3D

Pour cette zone, l'étude est réalisée avec deux logiciels de traitements d'images différents. Le premier, la version 4.7 d'ENVI, un logiciel de traitement d'images commercialisé par la société EXELIS, est utilisé pour regarder l'évolution temporelle des NDVI sur 15 ans puis comparer, pour les années 1999 à 2013, les cinétiques annuelle et mensuelle de la couverture végétale chlorophyllienne en appliquant la méthodologie de l'illustration 35 avec la série de données de SPOT-VGT.

Le second, TIMESAT, présenté dans la partie 3 est utilisé pour extraire les paramètres phénologiques des pixels de chaque zone (Jönsson et Lars Eklundh (2002), [20]). Son utilisation demande un long investissement. Une partie de l'annexe 4 explicite son utilisation en français et simplifié sous forme d'une note. L'étude avec cet outil est réalisée à différentes résolutions, 250 m avec la série MODIS, 1 km avec la série SPOT-VGT et 8 km avec la série NOAA-AVHRR GIMMS.

La première étape est de rechercher les pixels dans chaque image. Pour ce faire rapidement, un script Python a été développé, il transcrit fidèlement le script de Nicolas Delbart développé sous MATLAB. Il est proposé en page 8 de l'annexe 4, il permet de dimensionner et délimiter très rapidement, en colonnes et en lignes, une zone d'étude dans une image en renseignant les coordonnées géographiques de la zone et de l'image.

Etude avec la série SPOT-VGT - 39 pixels

ligne 282, colonnes 391 à 395 ; ligne 283, colonnes 391 à 399; ligne 284, colonnes 390 à 399; ligne 285, colonnes 390 à 399 ; ligne 286, colonnes 395 à 399



Etude avec la série NOAA-AVHRR GIMMS - 2 pixels : (31,42), (31,43) VGT

Les coordonnées respectives des deux pixels sont -14.56483347° E, 16.52840010° N et -14.48150014° E, 16.52840010° N. Pour l'étude sur TIMESAT, la série d'images NDVI NOAA-AVHRR GIMMS est retournée et pivotée mais non découpée, chaque image contient 4320 colonnes et 2160 lignes. Ainsi, il est nécessaire de retrouver les deux pixels dans l'image initiale. Un script Python effectue cette recherche, soit la ligne 883 et les colonnes 1986 et 1987.





Etude avec la série MODIS - 608 pixels

La zone 3 D contient 748 pixels sur l'image MODIS. Avec TIMESAT, nous allons étudier

une zone rectangulaire pour plus de commodité, elle s'étend du pixel (1163,1612) au pixel (1178,1649). Les coordonnées du rectangle sont

-14.52620885°E, 16.49299496°N et -14.44640614°E, 16.46064251°N. D'après le script Python ci-dessous, le rectangle extrait comporte 38 colonnes et 16 lignes soit 608 pixels.



Une fois les pixels repérés dans chacune des images, la seconde étape consiste à lancer les algorithmes pour extraire la « small integral » ou petite intégrale en français, l'un des paramètres phénologiques. Il correspond à l'activité de la végétation saisonnière.

5.1.2. Résultat

Les résultats de l'étude avec le logiciel ENVI à partir des images SPOT-VGT de 1999 à 2013 (une image mensuelle pendant 15 ans correspondant au maximum mensuel de NDVI) sont présentés ci-dessous.



Illustration 40. Evolution temporelle de la moyenne des NDV_{max} de la zone 3D
Les résultats de l'étude avec le logiciel TIMESAT à partir des moyennes mensuelles du NDVI de six pixels de la zone 3D de janvier 2001 à décembre 2011 (11 ans) avec 396 images SPOT-VGT, 253 images MODIS et 264 images NOAA-AVHRR GIMMS sont présentés ci-après.

Pour les images MODIS, la moyenne des images deux par deux ne correspond pas forcément au mois désiré. La résolution temporelle étant de 16 jours, on observe un décalage (exemple : pour la période 10 du 25 mai au 9 juin, l'image couvre la fin mai et le début juin).

MODIS Période	Julian Day Range	Calendar Day (regular) '01,'02,'03,'05,'06,'07,'09,'10	Calendar Day (leap) '00,'04,'08,'12
1	1-16	Jan 01 - 16	Jan 01 - 16
2	17 - 32	Jan 17 - 01 Feb	Jan 17 - 01 Feb
3	33 - 48	Feb 02 - Feb 17	Feb 02 - Feb 17
4	49 - 64	Feb 18 - 05 Mar	Feb 18 - 04 Mar
5	65 - 80	Mar 06 - 21	Mar 05 - 20
6	81 - 96	Mar 22 - 06 Apr	Mar 21 - 05 Apr
7	97 - 112	Apr 07 - 22	Apr 6 - 21
8	113 - 128	Apr 23 - 08 May	Apr 22 - 07 May
9	129 - 144	May 09 - 24	May 08 - 23
10	145 - 160	🦳 May 25 - 09 Jun 🔵	May 24 - 08 Jun
etc	etc	etc	etc





Illustration 41. Courbes lissées de l'évolution temporelle du signal pour six pixels de la zone 3D, en haut et corrélation entre les données NDVI des différents capteurs, en bas

La petite intégrale est calculée automatiquement avec TIMESAT à partir des 292 images MODIS, des 540 images SPOT-VGT et des 792 images NOAA-AVHRR GIMMS (sans effectuer de moyenne). Les résultats sont présentés sur 21 ans avec les images SPOT-VGT et NOAA AVHRR GIMMS et 11 ans avec les images MODIS.



Illustration 42. Small integral extraite de TIMESAT de 1992 à 2012 avec les données SPOT-VGT et NOAA-AVHRR GIMMS et de 2001 à 2011 en intégrant les données de MODIS

5.1.3. Analyse

Les courbes de l'illustration 40 décrivent les principaux stades phénologiques : la croissance, la maturité et la sénescence. Elles permettent de comparer pour les années 1999 à 2013, la cinétique mensuelle de la couverture végétale chlorophyllienne, un pic de végétation est observé en août ou en septembre sauf en 2002 ou ce pic s'est produit en octobre.

Une fois les données NDVI acquises, une comparaison avec les données sur la capture de rongeurs pour les années 2008 à 2011 en saison sèche a été effectuée, il s'avère qu'il en ressort une absence de corrélation avec le NDVI quelle que soit la zone d'étude. Cicontre, les courbes de la capture de rongeurs en violet et le NDVI de la saison sèche en orange.



Illustration 43.Evolution temporelle du NDVI et captures de rongeurs entre 2008 et 2011 durant la saison sèche

On peut constater que la production primaire nette (small integral) a été importante en 2005 et 2010 sur la zone 3D. Les cartes des changements présentées ci-après corroborent ce fait. Ces cartes sont issues du logiciel WinDisp, elle représente la différence entre les images des NDVI de 2002, puis 2005 et enfin 2010 par rapport à l'année 1999. Elles sont présentées en annexe 7.



5.2. Occupation du sol

5.2.1. Méthode

L'utilisation de la couverture terrestre est importante pour la modélisation de scénarios. Les différents produits d'occupation du sol, présentés partie 2.3., étant difficiles à comparer sur la grande emprise, une comparaison est effectuée sur les sept zones d'étude située au nord du Sénégal.

Dans le cadre de cette étude, les images TIFF de chaque produit sont projetées à la projection de la plaque carrée WGS84 avec une taille de pixel carré 1/112° soit 0,00892857° avec l'application ArcGIS afin de comparer les mêmes pixels. Ensuite, les zones sont extraites avec le menu « Extract by mask » de cette application afin de récupérer la distribution des pixels dans les différentes classes d'occupation du sol.

La cartographie avec les différents produits est présentée ci-après. Le produit CONSENSUS n'est que visuellement comparé, les cartes sont dans un nuancé de bleu pour les prévalences faibles à rouge pour celles élevées.

La distribution des types de couverture du sol, à partir du Land Cover 2005 agrégé en 21238 polygones pour chacune des zones, est présentée en annexe 5. Le Senegal Land Cover 2005 n'a volontairement pas été agrégé en dix classes pour garder les détails exactes de la couverture du sol.

Pour les classes du CONSENSUS, seules les classes présentant des valeurs de pixels supérieures à 0 dans au moins une des zones ont été conservées. Il s'agit de la classe 4 : mixtes, autres arbres ; de la classe 5 : arbustes ; de la classe 6 : végétation herbacée, de la classe 7 : végétation gérée et cultivée et de la classe 11 : sol nu.





Illustration 44. Cartographie des sept zones dans les différents produits d'occupation du sol

16°24'0"V

V-D et 1

2

15°16'0'W 15°4'0'W 14°52'0'W 14°36'0'W 14°20'0'W

Valeur en % 0 - 11

11-32 32 - 53

53 - 75 75 - 100

40

Classe 11 du produit Global 1km consensus Land Cover map

5.2.2. Résultat



5.2.3. Analyse

Hormis les zones 1D-D / 1D-W et 3D, les résultats montrent des divergences.

Pour le Ferlo, par exemple, la plus grande des zones (587607 hectares), couverte en majorité par un tapis herbacée avec des arbres et arbustes épars, deux produits ne repèrent qu'une couverture herbacée, il s'agit du GLC-SHARE et du SYNMAP (seulement 7,33 % d'arbustes). CONSENSUS y indique de la végétation gérée et cultivée. En effet sur la carte de la classe 7 page 41, de nombreux pixels colorés en rouge, dont la prévalence est supérieure à 75, sont présents dans le polygone correspondant au Ferlo.

Par contre, on peut constater qu'un des produits à tendance à se rapprocher de celui du Senegal Land Cover 2005, c'est le produit de l'Agence Spatiale Européenne, le CCI-ESA.

Le SYNMAP est le seul produit à ne pas classer de pixels dans « cultures » pour la zone 3W pourtant les pourcentages de pixels dans cette classe pour les autres produits sont élevés.

En zone 2D, le Senegal Land Cover 2005 repère des pixels avec de la végétation aquatique submergée contrairement aux autres produits.

Cette étude nous présente donc de fortes divergences entre les produits.

6. Discussion et conclusion

La partie importante du stage a concerné l'exploitation de séries temporelles longues. L'utilisation de plusieurs logiciels en mode automatique tels que CROP-VGT, WinDisp, ENVI et ArcGIS a été nécessaire ainsi que la prise en main de TIMESAT. Des pré formatages des fichiers en amont puis des traitements par lot (en batch ou macro) ainsi que des scripts en langages Python et IDL ont donc été réalisés grâce aux bases acquises durant les cours théoriques de programmation du master. Ces scripts sont annexés à ce mémoire. Le langage Python m'a été d'une aide précieuse pour télécharger les fichiers, pour créer des listes, des centaines de fichiers HDR et pour repérer des pixels dans des images aux nombreuses lignes et colonnes.

Ce stage m'a donc donné l'occasion d'approfondir mes bases sur l'application ENVI, notamment en découvrant son fonctionnement en mode « batch » et il m'a permis de découvrir des logiciels performants de traitements d'images.

Plus de 7600 images ont été transmis dans le cadre de la modélisation, les traitements sur les images ont été réalisés sur SPOT-VGT (maximum, minimum et moyenne) car les images de ce capteur ont montré de très bonne corrélation avec les images MODIS.

La corrélation n'a pas été observée entre la dynamique des populations de rongeurs et l'évolution du NDVI dans les différentes régions d'intérêt.

Une autre partie du stage a concerné l'étude de l'occupation du sol sur les régions d'intérêt à partir des produits existants. S'il faut choisir entre le Synergetic Land Cover Product (SYNMAP), le Global Land Cover SHARE (GLC-SHARE) et le Global 1km consensus Land Cover map (CONSENSUS) pour la grande emprise, c'est le SYNMAP qui est choisi. En effet, même s'il présente une divergence avec les autres produits sur la zone 3W, la comparaison avec CONSENSUS s'est montrée très positive. Le produit de l'Agence Spatiale Européenne, le CCI-ESA, serait à tester sur la grande emprise car sur les petites zones d'emprise, les résultats ont tendance à se rapprocher de ceux du Senegal Land Cover 2005. Ce produit a cependant montré des différences curieuses entre la carte de 2000 et 2005 sur le Sénégal.

L'étude multicapteurs de l'évolution du NDVI nous a permis de constater une tendance à l'augmentation de l'indice de végétation depuis les années 1990 sur la moyenne et grande emprises. Ce verdissement, constaté dans la plupart des études menées en Afrique de l'Ouest, ne s'accompagne pas d'une augmentation significative de la pluviométrie. D'après une équipe du CIRAD, elle pourrait résulter de la dynamique de la végétation naturelle et non d'un changement dans l'utilisation des sols comme cela est souvent mis en avant.



Illustration 45. Carte des changements de NDVI de 1999 à 2013 avec des images SPOT-VGT et évolution des NDVI sur la grande emprise (à droite)

Mémoire de Natacha Volto - 2015

Bibliographie

[1]Alain R. Poulet (1981). "Pullulation de rongeurs dans le Sahel". Thèse de Doctorat d'Etat en Sciences Naturelles, Université de Paris VI.

[2]Pierre Hiernaux, Henry Noël Le Houérou (2006). "Les parcours du Sahel". Sécheresse 2006 ; 17 (1-2) : 51-71.

[3]Budde *et al.* (2004). "Assessing land cover performance in Senegal, West Africa using 1-km integrated NDVI and local variance analysis".

[4]Sylvestre Dasylva (2014). "Gestion durable des eaux pluviales dans les villes africaines". Editions Harmattan.

[5]Assaf Anyamba, Jennifer L. Small, Compton J. Tucker and Edwin W (2014). "Thirty-two Years of Sahelian Zone Growing Season Non-Stationary NDVI3g Patterns and Trends". Remote sensing, ISSN 2072-4292.

[6]Panthou G. (2013). "Analyse des extrêmes pluviométriques en Afrique de l'ouest et de leur évolution au cours des 60 dernières années". Thèse de doctorat de l'Université de Grenoble, p282.

[7]Valéry Gond (1995). "Contribution des données NOAA-AVHRR à la caractérisation des savanes africaines". Thèse de Doctorat d'Etat en Géographie et Aménagement, Université de Toulouse.

[8]Pauline Dusseux (2014). "Exploitation de séries temporelles d'images satellites à haute résolution spatiale pour le suivi des prairies en milieu agricole. Thèse. Université de Rennes 2.

[9]A. Viña *et al.* (2011). "Comparison of different vegetation indices for the remote assessment of green leaf area index of crops. Remote Sens. Environ". 115(12), 3468–3478.

[10]C.J. Tucker (1979). "Red and Photographic Infrared Linear Combinations for Monitoring vegetation". Remote Sensing of Environment, vol. 8, no. 2, pages 127–150, 1979.

[11]L. M. Montandon et E. E. Small (2008). "The impact of soil reflectance on the quantification of the green vegetation fraction from NDVI". Remote Sens. Environ. 112(4), 1835–1845.

[12]Fontana, F., Rixen, C., Jonas, T., Aberegg, G., & Wunderle, S. (2008). "Alpine grassland phenology as seen in AVHRR, VEGETATION, and MODIS NDVI time series—a comparison with in situ measurements. Sensors", 8(4), 2833–2853.

[13]José Luis San Emeterion, Bernard Lacaze et Catherine Mering (2009). "Détection des changements de la couverture végétale au Sahel à partir des données NDVI et précipitation". Télédétection, 2012, Editions des archives contemporaines, Paris, 9 pages.

[14]S. Bontemps, M. Boettcher, C. Brockmann, G. Kirches, C. Lamarche, J. Radoux, M. Santoro, E. Van Bogaert, U.Wegmüller, M. Herold, F. Achard, F. Ramoino, O. Arino, P. Defourny (2015). "Multi-year global land cover mapping at 300 m and Characterization for climate modelling: achievements of the Land cover component of the ESA Climate Change Initiative". The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-7/W3, 2015. 36th International Symposium on Remote Sensing of Environment, 11–15 May 2015, Berlin, Germany.

[15]Steffen Fritz *et al.*, (2011). "Highlighting continued uncertainty in global land cover maps for the user community". Environmental Research Letters Volume 6 Number 4.

[16]Martin Jung, Kathrin Henkel, Martin Herold, Galina Churkina (2006). "Exploiting synergies of global land cover products for carbon cycle modeling".

[17]Mao-Ning Tuanmu et Walter Jetz (2014). "A global 1-km consensus land-cover product for biodiversity and ecosystem modelling". Global Ecology and Biogeography (2014) 23, 1031-1045.

[18] C. Ottlé, J. Lescure, F. Maignan, B. Poulter, T. Wang et N. Delbart (2013). "Use of various remote sensing land cover products for plant functional type mapping over Siberia".

[19]René Gommes, Jürgen Grieser, Michele Bernardi (2004). "FAO agroclimatic databases and mapping tools.

[20]Per Jönsson et Lars Eklundh (2002). "Seasonality Extraction by Function Fitting to Time-Series of Satellite Sensor Data Using earth observation-based dry season NDVI trends for assessment of changes in tree cover in the Sahel".

[21]Per Jönsson et Lars Eklundhc (2004). "TIMESAT—a program for analyzing time-series of satellite sensor data".

[22]Stéphanie Horion, Rasmus Fensholt, Torbern Tagesson et Andrea Ehammer (2014). "Using earth observation-based dry season NDVI trends for assessment of changes in tree cover in the Sahel".

[23]Mamadou Adama Sarr, Bernard Lacaze (2008). "Caractérisation de la dynamique de la végétation en Afrique de l'Ouest : comparaison des indices NDVI de MSG-SEVIRI, SPOT-VEGETATION et NOAA-AVHRR (exemple du Ferlo, Sénégal)". Texte issu d'une communication au colloque « Météosat Seconde Génération : un nouvel outil de suiv.. 2008. <halshs-00260971>.

[24]Pericles Toukiloglou (2007). "Comparison of AVHRR, MODIS and VEGETATION for land cover mapping and drought monitoring at 1 km spatial resolution".

[25]Fensholt, R., Rasmussen, K., Kaspersen, P. S., Huber, S., Horion, S. M. A. F et Swinnen, E. (2013). "Assessing land degradation/recovery in the African Sahel from long-term earth observation based primary productivity and precipitation relationships". Remote Sensing, 5(2), 664-686, 10.3390/rs5020664.

Liste des illustrations

Illustration 1. Récapitulatif des attendus en termes de forçage environnemental, Jean Le Fur, projet CERISE	7
Illustration 2. Zones grande emprise (de 10° à 21° N et de 18° W à 20° E) et moyenne emprise (de 13,5° à 19° N e 18° à 9° W) et sept zones au nord du Sénégal	t de 8
Illustration 3. Comparaison du paysage en saison sèche à gauche et saison humide à droite (Budde <i>et al.</i> ,2004 [3]))9
Illustration 4. Carte des Isoyètes (Anyamba, 2014 [5])	9
Illustration 5. Pluviométrie de l'année 2013 sur la grande emprise	9
Illustration 6. Données climatologiques issues de NOAA NCDC Global Historical Climatology Network data, moyer de juin à octobre de 1950 à 2013 de 10 ° à 20° N et de 20° W à 10° E	nnes 10
Illustration 7. Moyenne des températures de janvier à décembre pour 44 points situés entre les latitudes 13° et 2 et 3,75 W à 17° E. Données issues de l'East Anglia Climate Research Unit (CRU) téléchargées sur l'application App Clim)° N li- 10
Illustration 8. Source : FAO. Données agroclimatologiques. Rome, 1987	
Illustration 9. Localisation des sent sites d'étude (Sénégal)	
Illustration 10. Extrait de la carte pédologique du Sénégal publiée en 1965. IRD.	
Illustration 11. Jensen 2000	
Ilustration 12. Images Landsat utilisées	
Illustration 13 Senegal Land	15
Illustration 14. Résultats de l'analyse des changements au Sénégal, entre 1990 et 2005	
Illustration 15. Images issues du ESA Climate Change Initiative-Land Cover project 2014	
Illustration 16. Distribution des types de couvertures de sol du Sénégal. Données issues de l'ESA	
Illustration 17. Différences entre les cartes de 2010 et 2000	
Illustration 18. Discordance entre les produits MODIS v.5 et GlobCover 2005 pour les zones cultivées. (Fritz <i>et al.,</i> 2011 [15])	
Illustration 19. Légende du SYNMAP	
Illustration 20. Caractéristiques des quatre produits d'occupation du sol utilisés pour le Global 1km consensus (M Ning Tuanmu et Walter Jetz, 2014 [17])	lao- 19
Illustration 21. Tentative d'harmonisation des légendes des différents produits	20
Illustration 22. Extraction de la ligne 9 du tableau CONSENSUS / GLC-SHARE page 5 de l'annexe 2	22
Illustration 23. Cartes d'occupation du sol avec les produits SYNMAP reclassifié, GLC-SHARE et CONSENSUS	22
Illustration 24. Exemple d'image générée par WinDisp	23
Illustration 25. Etapes pour la préparation des images SPOT-VGT	23
Illustration 26. Figure extraite du guide utilisateur de TIMESAT	24
Illustration 27. Courbe de l'évolution du NDVI d'un pixel avec le filtre Savitsky-Golay	24
Illustration 28. Courbe de l'évolution du NDVI d'un	25
Illustration 29. Extraction de la classe « forêt » du Senegal Land Cover Product 2005 agrégé en dix classes	25
Illustration 30. Méthodologie pour extraire l'évolution diachronique du NDVI pour chaque classe du Senegal Lanc Cover 2005 agrégé	l 26
Illustration 31. Création d'une mosaïque d'images du SYNMAP et découpage suivant la taille de l'image MODIS de moyenne emprise	la 28
Illustration 32. Logigramme avec les étapes pour aboutir aux statistiques avec des images NOAA-AVHRR GIMMS (1981 à 2013	de 29
Illustration 33. Graphique créé à partir des données climatologiques « NOAA NCDC Global Historical Climatology data »	32
Illustration 34. ROI correspondant à la classe 2 du SYNMAP reclassifié	33
Illustration 35. Méthodologie suivie pour chacune des sept zones avec les images de septembre 1999 à septembre 2013 de SPOT-VGT	e 34
Illustration 36. La zone 3D visualisée sur ENVI à partir d'une image SPOT-VGT	35
Illustration 37. La zone 3D visualisée sur ENVI à partir d'une image NOAA-AVHRR GIMMS	35
Illustration 38. A gauche, script Python développé pour dimensionner et délimiter une zone d'étude et à droite, in NOAA-AVHRR GIMMS non découpée	nage 35
Illustration 39. La zone 3D visualisée sur ENVI à partir d'une image MODIS	36
Mémoire de Natacha Volto - 2015	46

Illustration 40. Evolution temporelle de la moyenne des NDV _{max} de la zone 3D	36
Illustration 41. Courbes lissées de l'évolution temporelle du signal pour six pixels de la zone 3D, en haut et corrélation entre les données NDVI des différents capteurs, en bas	on 37
Illustration 42. Small integral extraite de TIMESAT de 1992 à 2012 avec les données SPOT-VGT et NOAA-AVHRR GIMMS et de 2001 à 2011 en intégrant les données de MODIS	38
Illustration 43. Evolution temporelle du NDVI et captures de rongeurs entre 2008 et 2011 durant la saison sèche	38
Illustration 44. Cartographie des sept zones dans les différents produits d'occupation du sol	40
Illustration 45. Carte des changements de NDVI de 1999 à 2013 avec des images SPOT-VGT et évolution des NDVI su la grande emprise (à droite)	ır 43

Liste des tableaux

Tableau 1. Caractéristiques des images utilisées	14
Tableau 2. Reclassification du SYNMAP en 16 classes	
Tableau 3. Répartion des pixels des classes du SYNMAP dans les classes du GLC-SHARE	21
Tableau 4. Pourcentage de pixels rangés dans la même classe	22
Tableau 5. Coefficient de détermination R ² entre les données NDVI issues des trois séries de 2000 à 2012 pou classe du SYNMAP	ur chaque 32
Tableau 6. Calendrier des images MODIS	

Annexes

ANNEXE 1 : Lecture des images NOAA-AVHRR GIMMS 3g et PROBA-V sous ENVI

ANNEXE 2 : Comparaison des produits GLC-SHARE 2014, Consensus Land-cover map 2014 et SYNMAP 2006 reclassifié en 16 classes sur la grande emprise

ANNEXE 3 : Images de capteurs satellites et images d'occupation du sol fournies pour la modélisation

ANNEXE 4 : Notes sur l'utilisation des applications CROP_VGT, WinDisp et TIMESAT

ANNEXE 5 : Distribution des types de couverture du sol sur les sept zones d'étude avec le produit Senegal Land Cover 2005 agrégé en 21238 polygones – (ha; %)

ANNEXE 6 : Etude diachronique sur sept zones au Sénégal

ANNEXE 7 : Cartes des changements (NDVI de 2000 à 2013 versus 1999) avec l'application WinDisp sur la moyenne emprise.

ANNEXE 1 : Lecture des images NOAA-AVHRR GIMMS 3g et PROBA-V sous ENVI

SOMMAIRE

1)	Logiciel de traitement d'images ENVI	.2
2)	Lecture des images NOAA-AVHRR GIMMS 3G sous ENVI	.2
3)	Lecture des images PROBA-V sous ENVI	.6

1) Logiciel de traitement d'images ENVI

ENVI est un logiciel de traitement d'images commercialisé par la société EXELIS Visual Information Solutions (cf. l'URL suivante : <u>www.exelisvis.fr/Accueil.aspx</u>). La version 4.7 est utilisée dans le cadre de ce document.

2) Lecture des images NOAA-AVHRR GIMMS 3g sous ENVI

Les images NDVI de NOAA-AVHRR GIMMS (Global Inventory Modeling and Mapping Studies) sont accessibles sur le site internet de la NASA via l'URL <u>http://ecocast.arc.nasa.gov/data/pub/gimms/</u>. Ces archives proposent deux images mensuelles sur 32 ans, de 1982 à 2013 soit 768 images. Cette base provient de la transformation des données originales de 1,1 km x 1,1 km de résolution en des valeurs composites (maximum de NDVI tous les 15 jours) avec une résolution de 8 x 8 km.

Le nom de chaque fichier se présente sous la forme geo[annee][mois][période].n[sat][-[VI][version]g avec « année » qui correspond aux deux chiffres de l'année, « mois » aux trois premières lettres du mois en langue anglaise, « période » à la première ou seconde quinzaine (15a ou 15b), « sat » correspond au numéro du satellite et la terminaison à la version des images fournies. Par exemple : « geo09jan15a.n17-VI3g » correspond à la 3^{ème} version de l'image de la première quinzaine de janvier 2009 avec le satellite numéro 17.

Pour faciliter le téléchargement des images, un script Python est développé. Il utilise le module « urllib » et la fonction « urllib.urlretrieve(url[,filename[,reporthook[,data]]])». Pour plus d'information, se référer au site <u>https://docs.python.org/2/library/urllib.html</u>.



Illustration 1. Script Python qui télécharge les images NOAA-AVHRR GIMMS sur le site de la NASA

Pour l'ouverture sous ENVI, il est nécessaire de créer des fichiers HDR accompagnant chaque image. Pour ce faire, la description des données (paramètres de la grille, taille du pixel en degré, coordonnées des points en haut à gauche et en bas à droite) ainsi que les discussions sur le site de téléchargement ont été analysées et retranscrites dans le script Python.



Illustration 2. Contenu minimum du fichier HDR pour une ouverture sous ENVI (<u>https://nex.nasa.gov/nex/projects/1349/</u>)

Un script Python, ci-après, génère les fichiers HDR pour chacune des 768 images. Il est certes un peu massif mais il fonctionne très bien.

```
# -*- coding: utf-8 -*-
# programme de création des fichiers HDR des images NOAA-AVHRR GIMMS 3g téléchargées
adate=[81,82,83,84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97,98,99,0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13]
bdate=['jan','feb','mar','apr','may','jun','jul','aug','sep','oct','nov','dec']
num=['15a','15b']
for year in range(0, 33):
    for month in range (0,12):
        for number in range (0,2):
            ligne1='ENVI'
            ligne2='description = {File Imported into ENVI.}'
            ligne3='samples = 2160'
            ligne4='lines = 4320'
            ligne5='bands = 1'
            ligne6='header offset = 0'
            ligne7='file type = ENVI Standard'
            ligne8='data type = 2'
            ligne9='interleave = bsq'
            ligne10='sensor type = Unknown'
            lignel1='byte order = 1'
            ligne12='wavelength units = Unknown'
            ficout='.\geo%02d%s%02s.hdr' % (adate[year],bdate[month],num[number])
            f=open(ficout, 'a')
            f.write(ligne1+"\n")
            f.write(ligne2+"\n")
            f.write(ligne3+"\n")
            f.write(ligne4+"\n")
            f.write(ligne5+"\n")
            f.write(ligne6+"\n")
            f.write(ligne7+"\n")
            f.write(ligne8+"\n")
            f.write(ligne9+"\n")
            f.write(ligne10+"\n")
            f.write(ligne11+"\n")
            f.write(ligne12+"\n")
            f.close()
```

Illustration 3. Script Python pour générer les fichiers HDR des images téléchargées

Les images téléchargées sont à retourner et pivoter de 90° sous ENVI en sélectionnant dans le menu « Basic Tools / Rotate / Flip Data option ». Cette manipulation est à effectuer pour chaque image, un script en IDL est développé pour automatiser ces deux tâches.



Illustration 4. Une image NOAA-AVHRR GIMMS 3g avant et après transposition

```
; commencer la boucle pour tourner les images
FOR i=0, available_img-1 DO BEGIN ;
list_single=list[i]
ENVI_OPEN_DATA_FILE, list_single, /ENVI, R_FID = fid_img
IF (fid_img EQ -1) THEN RETURN
ENVI_FILE_QUERY, fid_img, dims=dims, nb=nb
img = ENVI_GET_DATA(dims=dims, fid = fid_img, POS = 0)
img_reversed= REVERSE(img,2)
img_rotate=ROTATE(img_reversed,1)
```

Illustration 5. Extrait du script IDL pour transposer les images

Une fois les images transposées avec un batch sous ENVI et renommées avec le logiciel LUPAS RENAME pour lecture sous TIMESAT (voir ANNEXE 1), les fichiers HDR précédents sont supprimés et remplacés par 768 nouveaux fichiers intégrant la modification des colonnes et des lignes ainsi que deux lignes supplémentaires : « map info » et « coordinate system string ».

```
# -*- coding: utf-8 -*-
# programme de création des fichiers HDR des images NOAA-AVHRR GIMMS 3g
nombre=0
for i in range(0,768):
    nombre=nombre+1
    ligne1='ENVI'
    ligne2='description = {File Imported into ENVI.}'
    ligne3='samples = 4320'
    ligne4='lines = 2160'
    ligne5='bands = 1'
    ligne6='header offset = 0'
    ligne7='file type = ENVI Standard'
    ligne8='data type = 2'
    ligne9='interleave = bsq'
    ligne10='sensor type = Unknown'
    ligne11='byte order = 1'
    ligne12='map info = {Geographic Lat/Lon, 1.0000, 1.0000, -180.0000000,
90.00000000, 8.330000000e-002, 8.3300000000e-002, WGS-84, units=Degrees}'
    ligne13='coordinate system string =
{GEOGCS["GCS WGS 1984", DATUM["D WGS 1984", SPHEROID["WGS 1984", 6378137.0, 298.257223563
]], PRIMEM["Greenwich", 0.0], UNIT["Degree", 0.0174532925199433]]}'
    ligne14='wavelength units = Unknown'
    ficout='%d NOAA AVHRR GIMMS 1981 2013.hdr' % (nombre)
    f=open(ficout, 'a')
    f.write(ligne1+"\n")
    f.write(ligne2+"\n")
    f.write(ligne3+"\n")
    f.write(ligne4+"\n")
    f.write(ligne5+"\n")
    f.write(ligne6+"\n")
    f.write(ligne7+"\n")
    f.write(ligne8+"\n")
    f.write(ligne9+"\n")
    f.write(ligne10+"\n")
    f.write(ligne11+"\n")
    f.write(ligne12+"\n")
    f.write(ligne13+"\n")
    f.write(ligne14+"\n")
    f.close()
```

Illustration 6. Script Python pour générer les fichiers HDR des images transposées

Ensuite, un script IDL découpe les 768 images et garde uniquement la zone d'intérêt.

```
; commencer la boucle pour sauver qu'une partie de l'image
FOR i=0, available_img-1 DO BEGIN ;
list_single=list[i]
ENVI_OPEN_DATA_FILE, list_single, /ENVI, R_FID = fid_img
IF (fid_img EQ -1) THEN RETURN
ENVI_FILE_QUERY, fid_img, dims=dims, nb=nb
img = ENVI_GET_DATA(dims=dims, fid = fid_img, POS = 0)
img_subset=img[1945:2053,853:919];avec [Xmin:Xmax,Ymin:Ymax]
```

Illustration 7. Extrait du script IDL pour sauvegarder une partie des images

Ensuite, un script IDL calcule le NDVI réel pour chacune des images.

```
; commencer la boucle pour calculer le NDVI réel
FOR i=0, available_img-1 DO BEGIN ;
list_single=list[i]
ENVI_OPEN_DATA_FILE, list_single, /ENVI, R_FID = fid_img
IF (fid_img EQ -1) THEN RETURN
ENVI_FILE_QUERY, fid_img, dims=dims, nb=nb
img = ENVI_GET_DATA(dims=dims, fid = fid_img, POS = 0)
img_calcul= img /10000.0
```

Illustration 8. Extrait du script IDL pour calculer le NDVI réel

3) Lecture des images PROBA-V sous ENVI

Le capteur PROBA-V a succédé en 2013 à VEGETATION, et dispose d'une résolution spatiale de 300 m au lieu de 1 km. Les fichiers NDVI issus de PROBA-V sont au format HDF5 qui améliore le HDF4 (format des images du capteur VEGETATION).

Les fichiers HDF5 PROBA-V sont téléchargeables sur le portail VITO à l'URL suivante : <u>www.vito-eodata.be</u>.

Après la sélection de la zone d'étude et la sélection des fichiers suivant la date, l'option « Prepare custom order... » est à sélectionner puis «Stitching » afin d'obtenir un seul fichier et non plusieurs fichiers image de dimension 10° * 10°. Ainsi le fichier téléchargé aura la géométrie exacte de la zone d'étude.



La page WEB de téléchargement de chaque image présente trois types de fichiers (cf. illustration 10). Le fichier HDF5 est à télécharger pour chacune des images.

🖉 www.vito-	eodata.be/PDF/download?build_product_id=748824		
ata Files			
	File name	File size	Last modified
PROBAV_S1	0_TOC_20150601_333M_NDVI_V001.VRG	54 bytes	Sun Jul 26 03:20:02 GMT+01:00 2015 💂
PROBAV_S1	0_TOC_20150601_333M_NDVI_V001.hdf5	2254 kB	Sun Jul 26 03:20:02 GMT+01:00 20 5 🗣
etadata Files	;		
	File name		

Illustration 10. Page WEB de téléchargement d'une image PROBA-V

Un logiciel gratuit lit ce type de fichiers, il s'agit de HDFView (cf. Illustration 11).

Les HDF5 ne sont pas lisibles en l'état sur les versions antérieures d'ENVI, seule la nouvelle version 5.2 rend la lecture possible.

Pour remédier à ce problème, un logiciel gratuit, SPIRITS, permet la conversion en format lisible sous ENVI quelle que soit la version. SPIRITS a été développé par l'unité de télédétection de VITO au nom du (et parrainé par) Centre de recherche de la Commission européenne (EC-JRC) d'Ispra, en Italie.

File Mindaw Teals Hale			
File Window Tools Help			
🔁 🗂 < 🖉 🖬 🛅			
File/URL C:\Users\VOLTO\Deskt	op\Mini-projet(travail\prograr	nmes_P
ROBAV S10 TOA X32Y04 20			
	🛗 TableVi	ew - TOA - /	LEVEL3/
	<u>T</u> able	и	
🗢 🛄 QUALITY		0	1
- 🗑 RADIOMETRY	3337	1450	1528
	3338	1532	1573
BLUE	3339	1631	1618
TOA	3340	1694	1701
- CANIR	3341	1664	1669
	3342	1593	1581
e 🛄 RED	3343	1596	1587
🔶 🦕 SWIR	3344	1/33	1/44
	3345	1/92	1836
	3346	1808	1855
	3347	1740	1772
[15]	3,348	11/43	11/13





Les images peuvent être converties une par une ou en batch en créant un scénario. (cf. pages 182 à 184 du manuel utilisateur).



Illustration 13. Sélection dans le menu pour convertir les fichiers HDF5 en fichier image (extension .IMG)

ANNEXE 2 : Comparaison des produits GLC-SHARE 2014, Consensus Land-cover map 2014 et SYNMAP 2006 reclassifié en 16 classes sur la grande emprise



Classes d'occupation du sol de la grande emprise d'après le Global Land Cover SHARE (GLC-SHARE), FAO 2014

Classe 3 - GLCSHARE - Prairies



Classe 4 - GLCSHARE - Aire couverte d'arbres



Classe 5 - GLCSHARE - Arbustes



Classe 6 - GLCSHARE - Végétation herbacée, aquatique ou régulièrement submergée









Classes d'occupation du sol de la grande emprise d'après le Global 1 km consensus Land-cover map, 2014







Classe 5 - Arbustes



Classe 7 - Végétation gérée et cultivée Classe 8 - Végétation généralement submergée





Source : Tuanmu, M.-N. and W. Jetz. 2014. A global 1-km consensus land-cover product for biodiversity and ecosystem modeling (http://www.earthenv.org/landcover.html) Global Ecology and Biogeography 23(9): 1031-1045. BaseGéo Sénégal, 2015



Classes d'occupation du sol de la grande emprise d'après le Synergetic Land Cover Product (SYNMAP), 2006, reclassifié en 16 classes





Source : BaseGéo Sénégal, 2015 Synergetic Land Cover Product (SYNMAP), "Exploiting synergies of global land cover products for carbon cycle modeling", Martin Jung, Kathrin Henkel, Martin Herold, Galina Churkina

	GLC-SHARE											
Les résultats sont exprimés en %		bâti	cultures	pâturage	arbres	arbustes	végétation herbacée, aquatique ou régulièrement submergée	mangroves	végétation clairsemée	sol nu	eau	
SYNMAP reclassifié (pixels)	Classe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	
eau (267469)	1	0,04	2,60	1,01	0,53	0,15	0,22	0,28	0,55	1,11	93,88	
arbres (24526)	2	0,18	16,66	2,68	42,60	10,43	0,84	16,03	0,36	2,46	7,70	
arbres / arbustes (498990)	3	0,08	23,60	10,45	38,10	26,45	0,30	0,09	0,60	0,24	0,09	
arbres / herbe (broad) (419732)	4	0,04	54,55	8,12	18,56	17,55	0,75	0,04	0,21	0,09	0,07	
arbres / herbe (broad et needle) (110546)	5	0,04	52,20	31,82	5,01	2,56	0,06	0,01	8,02	0,24	0,06	
arbres / cultures (52146)	6	0,14	51,03	13,60	27,36	4,07	0,46	0,58	2,09	0,37	0,28	
arbustes (28654)	7	0,13	24,19	4,32	24,42	43,72	0,92	0,59	0,17	0,87	0,65	
arbustes / herbe (140832)	8	0,06	18,23	40,81	9,18	10,85	0,69	0,03	3,98	15,29	0,88	
arbustes / cultures (30032)	9	0,31	45,58	15,72	11,02	22,45	0,52	0,51	2,58	0,77	0,49	
arbustes / sable (278219)	10	0,01	1,68	43,30	1,10	0,09	0,07	0,00	3,64	49,93	0,19	
herbe (945190)	11	0,04	24,55	57,46	3,93	3,29	0,21	0,00	5,14	5,28	0,09	
herbe / cultures (110624)	12	0,05	65,85	14,35	6,87	10,19	0,61	0,04	1,45	0,29	0,29	
herbe / sable (50184)	13	0,01	3,25	43,94	0,74	0,23	0,08	0,00	2,91	48,59	0,25	
cultures (134663)	14	0,25	74,30	12,02	2,96	5,00	3,42	0,19	0,95	0,65	0,26	
sable (2153231)	15	0,00	0,06	3,40	0,09	0,00	0,01	0,00	0,67	95,74	0,02	
bâti (1526)	16	59,90	24,18	5,83	1,18	0,13	0,00	0,07	2,62	4,46	1,64	

						GLC-S	HARE				
		bâti	cultures	pâturages	arbres	arbustes	végétation herbacée, aquatique ou régulièrement submergée	mangroves	végétation clairsemée	sol nu	eau
CONSENSUS (pixels)	Classe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11
arbres résineux sempervirents ou caducifoliés (180)	1	0,00	4,44	1,11	8,33	3,33	1,11	17,22	1,11	2,78	60,56
arbres feuillus sempervirents (84221)	2	0,16	15,60	5,04	52,89	10,62	0,47	7,35	0,48	2,38	4,92
arbres feuillus caducifoliés (299319)	3	0,05	10,93	9,82	52,58	24,72	0,63	0,41	0,01	0,39	0,45
mixte, autres arbres (1278146 pixels)	4	0,09	19,31	28,38	26,40	17,93	0,57	0,18	3,92	2,81	0,43
arbustes (1096976)	5	0,09	21,89	20,56	24,79	23,95	0,44	0,14	2,63	4,98	0,52
végétation herbacée (1096976)	6	0,07	19,78	51,03	4,17	3,01	0,44	0,05	4,83	16,21	0,42
végétation gérée et cultivée (1895712)	7	0,11	45,48	26,68	10,81	11,75	0,61	0,19	2,87	1,03	0,47
végétation submergée (53081)	8	0,12	30,66	5,59	8,77	4,61	23,39	9,04	1,93	4,30	11,53
bâti (7415)	9	23,71	47,59	13,58	2,28	1,96	0,31	0,23	3,56	4,76	2,01
sol nu (2886047)	11	0,02	2,16	14,81	0,77	0,10	0,07	0,01	2,54	79,21	0,31
eau (290135)	12	0,07	4,17	1,62	1,29	0,45	0,49	0,84	0,46	1,95	88,67

		CONSENSUS										
		arbres résineux sempervirents ou caducifoliés	arbres feuillus sempervirents	arbres feuillus caducifoliés	mixte, autres arbres	arbustes	végétation herbacée	végétation gérée et cultivée	végétation submergée	bâti	sol nu	eau
SYNMAP reclassifié	Classe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12
eau (267469)	1	0,05	1,49	0,75	3,54	3,61	4,43	6,57	2,87	0,10	5,62	96,97
arbres (24526)	2	0,12	87,07	45,62	70,55	30,82	5,00	79,68	33,14	0,12	4,74	19,53
arbres / arbustes (498990)	3	0,00	6,46	37,47	88,42	82,07	7,83	60,37	0,28	0,07	0,98	0,38
arbres / herbe (broad) (419732)	4	0,00	1,87	16,21	44,79	50,24	16,73	84,71	1,14	0,12	0,60	0,40
arbres / herbe (broad et needle) (110546)	5	0,00	0,03	0,06	39,24	11,16	63,19	99,90	0,20	0,26	11,15	0,38
arbres / cultures (52146)	6	0,00	25,78	18,99	45,20	22,68	34,82	93,93	1,34	0,54	5,11	1,72
arbustes (28654)	7	0,01	3,44	20,63	91,02	90,23	14,65	71,87	2,94	0,17	2,61	3,07
arbustes / herbe (140832)	8	0,00	0,52	4,98	41,51	50,13	66,93	51,41	8,24	0,12	52,07	3,47
arbustes / cultures (30032)	9	0,00	2,41	1,48	26,64	47,36	36,98	99,78	1,46	0,65	5,82	2,04
arbustes / sable (278219)	10	0,00	0,04	0,07	13,49	27,22	71,19	5,90	0,42	0,04	98,17	0,99
herbe (945190)	11	0,00	0,03	0,44	37,33	17,53	87,27	67,72	0,61	0,22	30,51	0,53
herbe / cultures (110624)	12	0,00	0,23	0,85	17,81	25,96	38,95	99,89	1,00	0,36	3,97	1,32
herbe / sable (50184)	13	0,00	0,01	0,00	9,81	11,16	64,10	15,42	0,33	0,04	95,02	0,87
cultures (134663)	14	0,00	1,27	0,41	13,65	15,30	37,64	99,82	5,91	0,75	4,09	1,87
sable (2153231)	15	0,00	0,01	0,00	1,23	1,07	7,89	0,40	0,05	0,01	99,96	0,09
bâti (1526)	16	0,07	0,52	0,13	28,05	12,19	37,22	62,45	0,39	91,28	20,64	6,16

ANNEXE 3 : Images de capteurs satellites et images d'occupation du sol fournies pour la modélisation

ME : moyenne emprise ; GE : grande emprise ; CN : compte numérique ; IMG : image

Capteurs	Images de capteurs fournies pour la modélisation	Nombre d'images
	[×] images du NDVI de chaque décade pour la ME en CN au format IMG	540
	x images du NDVI de chaque décade pour la GE en CN au format IMG	540
	x images des maximums des trois décades pour les mois d'avril en CN pour la ME au format IMG	15
	images des maximums des trois décades pour les mois d'avril en CN pour la GE au format IMG	15
	images des maximums des trois décades pour les mois d'octobre en CN pour la ME au format IMG	15
	images des maximums des trois décades pour les mois d'octobre en CN pour la GE au format IMG	15
	image de la moyenne des NDVI avril max sur la Me en CN au format IMG	1
	× image de la moyenne des NDVI avril _{max} sur la GE en CN au format IMG	1
	image de la moyenne des NDVI octobre _{max} sur la ME en CN au format IMG	1
	× image de la moyenne des NDVI octobre _{max} sur la GE en CN au format IMG	1
	× images des maximums des trois décades sur la ME en CN au format IMG	180
	x images des maximums des trois décades sur la ME en NDVI réel au format IMG	180
	x images des maximums des trois décades sur la ME en NDVI réel au format ASCII	180
	x images des maximums des trois décades sur la GE en CN au format IMG	180
	x images des maximums des trois décades sur la GE en NDVI réel au format IMG	180
	x images des maximums des trois décades sur la CE en NDVI réel au format ASCII	180
	images des minimums des trois décades sur la ME en CN au format IMC	180
	X imagas das minimums das trais désidas que la ME en NDVI véal au format IMC	100
SPOT-VCT do 1999 à 2012	images des minimums des trois décades sur la ME en NDVI réel au format ACCII	100
51 01-V01 de 1999 à 2013		100
	images des minimums des trois décades sur la GE en CN au format IMG	180
	minages des minimums des trois decades sur la GE en NDVI reel au format IMG	180
	images des minimums des trois décades sur la GE en NDVI réel au format ASCII	180
	images des moyennes des trois décades sur la ME en CN au format IMG	180
	images des moyennes des trois décades sur la ME en NDVI réel au format IMG	180
	images des moyennes des trois décades sur la ME en NDVI réel au format ASCII	180
	images des moyennes des trois décades sur la GE en CN au format IMG	180
	x images des moyennes des trois décades sur la GE en NDVI réel au format IMG	180
	images des moyennes des trois décades sur la GE en NDVI réel au format ASCII	180
	images des maximums annuels des NDVI _{max} en CN au format IMG	15
	x images des maximums annuels des NDVI _{max} en NDVI réel au format IMG	15
	x images des maximums annuels des NDVI _{max} en NDVI réel au format ASCII	15
	images des minimums annuels des NDVI _{min} en CN au format IMG	15
	images des minimums annuels des NDVI _{min} en NDVI réel au format IMG	15
	x images des minimums annuels des NDVI _{min} en NDVI réel au format ASCII	15
	images des moyennes annuels des NDVI _{moy} en CN au format IMG	15
	x images des moyennes annuels des NDVI _{moy} en NDVI réel au format IMG	15
	images des moyennes annuels des NDVI _{moy} en NDVI réel au format ASCII	15
	images du NDVI de chaque quinzaine au format non déterminé (format lors du téléchargement)	768
NOAA-AVHRR GIMMS 8 Km de 1981 à 2013	images du NDVI de chaque quinzaine sur la ME en CN au format IMG	768
	images du NDVI de chaque quinzaine pour la ME en NDVI réel au format IMG	768
	images du NDVI tous les 16 jours découpées sur la ME en CN au format IMG	292
MUDIS de levrier 2000 a novembre 2012	× images du NDVI sur la ME en NDVI réel au format IMG	292
	🞽 images du NDVI de chaque décade pour la ME	87
NOAA-AVHRR 1 Km de septembre 1992 à	images des maximums des trois décades pour les mois d'avril	3
decembre 1995	images des maximums des trois décades pour les mois d'octobre	2
PPOPA-V do povombro 2012 à décombro	images du NDVI de chaque décade pour la ME en CN au format HDF	60
2015	images du NDVI de chaque décade pour la ME en CN au format IMG	60
		Nombre
Produits d'occupation du sol	Images d'occupation du sol fournies pour la modelisation	d'images
	image découpée sur la ME au format TIFF superposable aux images SPOT-VGT	1
Synergetic Land Cover Product (SYNMAP)	image (mosaïque d'images TIFF) pour la ME au format ENVI Standard superposable aux images MODIS	1
	× image découpée sur la ME au format TIFF superposable aux images NOAA-AVHRR-GIMMS	1
	× images initiales au format TIFF de chaque classe	11
Global Land Cover-ACTION (GLC-SHARE)	× images reprojetées pour être superposables aux images SPOT-VGT au format dat	11
	x images découpées sur la GE pour être superposables aux images SPOT-VGT au format dat	11
	× images initiales au format TIFF de chaque classe	12
Global 1km consensus Land Cover map (CONSENSUS)	images reprojetées pour être superposables aux images SPOT-VGT au format dat	12
[35.1511909]	images découpées sur la GE pour être superposables aux images SPOT-VGT au format dat	12
ESA Climate Change Initiative-Land Cover	images initiales au format TIFF sur le Sénégal pour les années 2000, 2005 et 2010	3
project		
	TOTAL	7694

ANNEXE 4 : Notes sur l'utilisation des applications CROP_VGT, WinDisp et TIMESAT

SOMMAIRE

PART	TIE I : DELIMITATION ET DIMENSION DE LA ZONE D'ETUDE	2
PART	TIE II : DONNEES NECESSAIRES	3
PART	TIE III : METHODOLOGIE	4
1.	DEZIPPAGE ET DECOUPAGE DES IMAGES SPOT-VGT AVEC CROP_VGT	5
2.	VERIFICATION A L'AIDE D'UN PROGRAMME PYTHON	8
3.	CREATION DE LISTES DES TROIS DECADES MENSUELLES AVEC PYTHON	10
4.	MOYENNE DES TROIS DECADES MENSUELLES AVEC WINDISP	11
5.	MAXIMUM DES TROIS DECADES MENSUELLES AVEC WINDISP	17
6.	CONVERSION DES IMAGES EN 8 BITS AVEC WINDISP	20
7.	VERIFICATION DE QUELQUES IMAGES CREEES AVEC WINDISP	23
8.	ANALYSE DES SERIES TEMPORELLES AVEC TIMESAT	26

PARTIE I : Délimitation et dimension de la zone d'étude

Dans un premier temps, il est nécessaire de délimiter et de dimensionner la zone d'étude. Dans notre cas, deux zones géographiques sont définies avec les coordonnées suivantes :

- grande emprise : de 21° nord à 10° nord et de 18° ouest à 20° est
- moyenne emprise : de 19° nord à 13,5° nord et de 18° ouest à 9° ouest



Illustration 1. Portail Vito : zone géographique « grande emprise »



Illustration 2. Portail Vito : zone géographique « moyenne emprise »

PARTIE II : Données nécessaires

Dans le cadre de notre étude, ce sont les données « S10 NDVI - continental extracts - 1000 m » qui nous intéressent. Les images de la zone Afrique du capteur SPOT-VEGETATION sont téléchargées sur le portail VITO à l'URL suivante : <u>http://www.vito-eodata.be</u>.



Illustration 3. Aperçu de l'image téléchargée sous format ZIP

La résolution de ces images est de 1km (à l'équateur). Ces données sont disponibles en synthèses décadaires (3 images par mois) depuis mai 1998, en projection Plate carrée, résolution 0,008929°.

Les images téléchargées au format ZIP ne sont pas découpées suivant la région d'intérêt définie mais suivant le continent auquel appartient cette région.

PARTIE III : Méthodologie



1. Dézippage et découpage des images SPOT-VGT avec CROP_VGT

Pour extraire la région d'intérêt de l'image zippée, la version 2.1 de l'application CROP_VGT, développée par Silvio Griguolo de l'Université IUAV de Venise en Italie, a été utilisée.

Cet outil permet notamment de dézipper les images SPOT-VEGETATION et de sélectionner la région d'intérêt à extraire. L'utilisateur peut choisir le format des fichiers en sortie (BIL, IMG...).

CROP_VGT - Crop a region from a set of VGT zipped distribution files, correct	s NDVI bands and computes long-term mean images
File/Util Process Help	
Ready	

Illustration 4. Interface de CROP_VGT

Avant d'utiliser CROP_VGT, il est nécessaire de renommer l'ensemble des images téléchargées sous la forme :

V1KRNS10__19980401_NDVI_Africa ou V2KRNS10__20030101_NDVI_Africa



Illustration 5. Message d'erreur généré par CROP_VGT si le nom du fichier ne correspond pas à la chaine de caractères attendue

Les noms des fichiers diffèrent suivant le jour des synthèses (01, 11 ou 21), suivant le mois et suivant l'année. Avant 2003, la synthèse comportait la chaîne de caractères V1KRNS10 et à partir de 2003, V2KRNS10. Ceci est dû à l'arrêt des captures par l'instrument VEGETATION 1 le 1^{er} février 2003. Cet instrument était passager de SPOT 4 lancé le 24 mars 1998. VEGETATION 2, passager de SPOT 5, lancé le 3 mai 2002, a pris la suite des captures.

L'application « LupasRename » a permis de renommer l'ensemble des images.

	LP LupasRename - [D:\images_SPOT\VITO\1998\]	The Party Name of Street or other Design of	NAME OF TAXABLE PARTY.			
	🔹 🔝 👄 🔶 🗘 🖃 🖥 📾 🔜 🐮 🗎	🔉 🚼 🔐 📓 🏌 🗠 🛗 🔯 😵				
	Chemin D:\images_SPDT\VITO\1998\ 😅 Mas	que 🔳				_
	Fichier 💙	Taille Type	Attributs Extension	Chemin	Prévisualisation - [27 éléments]	_
	WWV1KRNS10 19980401 NDVI Africa.ZIP	26811496 WinZipper	A ZIP	D:\images_SPOT\VIT0\1998\	WV1KRNS10 19980401 NDVI AfricaZIP	
	WV1KRNS10 19980411 NDVI Africa.ZIP	25857903 WinZipper	A ZIP	D:\images SPOT\VITO\1998\	V1KRNS10 19980411 NDVI AfricaZIP>	
upasRename 2000 v5.0 Release	WV1KRNS10 19980421 NDVI Africa.ZIP	25822371 WinZipper	A ZIP	D:\images SPOT\VITO\1998\	WIKRNS10 19980421 NDVI AfricaZIP>	
Apr-2005	WWV1KRNS10_19980501_NDVI_Africa.ZIP	25902512 WinZipper	A ZIP	D:\images_SPOT\VITO\1998\	W <v1krns10_19980501_ndvi_africa.zip></v1krns10_19980501_ndvi_africa.zip>	
	W V1KBNS10 19980511 NDVI Africa.ZIP	25703273 WinZipper	A ZIP	D:\images SPOT\VITO\1998\	WIKBNS10 19980511 NDVI AfricaZIP>	
0	WV1KRNS10 19980521 NDVI Africa.ZIP	25534588 WinZipper	A ZIP	D:\images_SPOT\VITO\1998\	WIKRNS10 19980521 NDVI AfricaZIP>	
l'uno ch	W V1KRNS10 19980601 NDVI Africa.ZIP	25919667 WinZipper	A ZIP	D:\images SPOT\VITO\1998\	WIKBNS10 19980601 NDVI AfricaZIP>	
	WV1KRNS10 19980611 NDVI Africa.ZIP	25584078 WinZipper	A ZIP	D:\images SPOT\VITO\1998\	WIKBNS10 19980611 NDVI AfricaZIP>	
	V1KBNS10 19980621 NDVI Africa.ZIP	25811565 WinZipper	A ZIP	D:\images_SPOT\VITO\1998\	W1KBNS10 19980621 NDVI AfricaZIP>	
mame 2000	WV1KRNS10 19980701 NDVI Africa.ZIP	26039939 WinZipper	A ZIP	D:\images SPOT\VITO\1998\	VIKRNS10 19980701 NDVI AfricaZIP>	
	W1KBNS10 19980711 NDVI Africa ZIP	26711538 WinZipper	A ZIP	D:\images_SPOT\VITO\1998\	V1KBNS10 19980711 NDVI AfricaZIP>	
	WV1KRNS10 19980721 NDVI Africa.ZIP	26812746 WinZipper	A ZIP	D:\images SPOT\VITO\1998\	V1KRNS10 19980721 NDVI AfricaZIP>	
	V1KBNS10 19980801 NDVL Africa ZIP	27016688 WinZipper	A ZIP	D:\images_SPOT\VITO\1998\	V1KBNS10 19980801 NDVI Africa ZIP>	
right (L) 1999-2005 Ivan Anton (Lupas)	V1KRNS10 19980811 NDVI Africa.ZIP	26957773 WinZipper	A ZIP	D:\images_SPOT\VITO\1998\	V1KRNS10 19980811 NDVI AfricaZIP>	
Traduction de Sylvain MAHINU	V1KBNS10 19980821 NDVL Africa ZIP	27006591 WinZinner	A ZIP	D:\images_SPOT\VITO\1998\	V1KBNS10 19980821 NDVL Africa ZIP>	
http://rename.lupastreeware.org	VIKENS10 19980901 NDVI Africa.ZIP	26675484 WinZipper	A ZIP	D:\images_SPOT\VITO\1998\	V1KBNS10 19980901 NDVI Africa ZIP>	
Freeware	V1KBNS10 19980911 NDVL Africa ZIP	26768984 WinZinner	A ZIP	D:\images_SPOT\VITO\1998\	V1KBNS10 19980911 NDVL Africa ZIP>	
	VIKENS10 19980921 NDVL Africa.ZIP	26961771 WinZinner	A ZIP	D:\images_SPOT\VITO\1998\	(V1KBNS10 19980921 NDVI Africa ZIP)	
	V1KBNS10 19981001 NDVI Africa ZIP	26832288 \v/inZinner	A ZIP	D:\images_SPOT\VITO\1998\	V1KBNS10_19981001_NDVL Africa ZIP>	
	V1KBNS10 19981011 NDVI Africa ZIP	26774937 \v/nZipper	A ZIP	D:\image: SPOT\VITO\1998\	A/1KBNS10 19981011 NDVI Africa ZIPS	
	VIKENS10 19981021 NDVI Africa ZIP	26950546 WinZipper	A ZIP	D:\mages_SPOT\VITO\1998\	(V1KBNS10_19981021_NDVL Africa ZIP)	
	VIKBNS10 19981101 NDVI Africa ZIP	26896761 \v/mZinner	A ZIP	D:\mager_SPOT\VITO\1998\	A/1KBNS10_19981101_NDVL Africa ZIPS	
	VIKENS10 19981111 NDVI áfrica ZIP	27002544 WinZipper	4 ZIP	D:\images_SPOT\VITO\1998\	(V1KBNS10_19981111_NDVL Africa ZIP)	
	VIKENS10 19981121 NDVI Africa ZIP	27335999 \v(nZipper	A ZIP	Divinger SPOTWITO/1999	A/1KBNS10_19991121_NDVL Africa ZIPs	
	VIKENS10 19981201 NDVI Africa ZIP	27503264 \v/inZinner	A 7IP	D:\images_SPOT\VITO\1998\	2V1KBNS10_19981201_NDVL Africa 7IP>	
	VIKENS10_1301201_NDVI_Addex20	27449992 WinZipper	A 7IP	Divinages_SPOTWITO/1990	(V1KPNS10_13901211_NDVI_Anica2117	
	VIKENS10 19981221 NDVI Africa ZIP	27321805 WinZipper	A 7IP	D-Vimager_SPOTWIT0\1998\	2/1KBNS10_19981221_NDVL Africa ZIPS	
		El DE 1000 Wit Espira		b.anages_or or time troot		
		m		,		-
	III Nom Extension III Numérotation Auto.				Henommer seulement les hohe	ns sê
	Remplacer avec le texte	Tenir compte de la casse			 Casse inchangée 	
	Remplacer le texte	avec ce texte			O MAJUSCULES	
	Rogner n caract. à gauche	Rogner n caract. à droite			O minuscules	
	Rogner à la position	les n caractères suivants			O 1ère lettre en majuscule	4

Illustration 6. Interface de LupasRename

Sur CROP-VGT, le découpage s'effectue en cliquant sur « Process » puis sur « Crop a Region [...] files ».

Crop a Region from a set of VGT zipped distribution files		
Extract user-selected masks from STATUS MAP files		
Process a full series of NDVI images and compute long-term statistics		
	_	

Ensuite, cliquer sur « Add images » puis sélectionner les images zippées de chaque décade de chaque mois de 1999 à 2013. Sélectionner « Output folder » en cliquant [...] (1), créer un nouveau dossier (2), le sélectionner (3) puis cliquer « OK » (4). Dans notre cas, le dossier est nommé « Moyenne_emprise » car il contiendra les images dézippées et découpées des images de cette région d'intérêt.

- Innut ima	ages selected so far: 540	. — S10 F	Folder: D:\logiciels_VGT\cropvgt\extraction201504201\Moyenne_emprise
	d\images_spot.vito\2013v2kms10_20130711_ndvi_africa.zip	B0 F	- OK 4 Cancel
dd images	d:\mages_spot\vito\2013\v2kms10_20130/21_ndvi_africa.zip d:\mages_spot\vito\2013\v2kms10_20130801_ndvi_africa.zip d:\mages_spot\vito\2013\v2kms10_20130811_ndvi_africa.zip	82	
oad filelist	d:\images_spot/vito/2013/v2kms10_20130821_ndvi_africa.zip d:\images_spot/vito/2013/v2kms10_20130901_ndvi_africa.zip d:\images_spot/vito/2013/v2kms10_20130911_ndvi_africa.zip	88 🗖	Regarder dans : Moyenne_emprise 3 • • • • • • • • • • • •
	d:\images_spot\vito\2013\v2kms10_20130921_ndvi_africa.zip d:\images_spot\vito\2013\v2kms10_20131001_ndvi_africa.zip d:\images_cod\vito\2013\v2kms10_20131011_ndvi_africa.zip	_ Define	Emplacements Aucun élément ne correspond à votre recherche.
ave filelist Remove ighlighted	d. mage_spot.vin0.2013/v2.kms10_20131021_ndv1_africa.zp d.vmages_spot.vin0.2013/v2.kms10_20131021_ndv1_africa.zp d.vmages_spot.vin0.2013/v2.kms10_20131101_ndv1_africa.zp d.vmages_spot.vin0.2013/v2.kms10_20131121_ndv1_africa.zp d.vmages_spot.vin0.2013/v2.kms10_20131121_ndv1_africa.zp) Mast [récerts
from list	d\mages_spot\vito\2013\v2kms10_20131211_ndvi_africa.zip d\images_spot\vito\2013\v2kms10_20131221_ndvi_africa.zip < H	West	Bibliothèques
- Info on	output	Mask	ki 👝
itput der:	1 🗔	Mask clo Status M	ov Na Ordinateur
ter up to thre ion to be cro	e letters to label Siveo Format of output file: pped. They will Siveo BIL (headerless bitmap + TXT docum)	Masking	at 🚯 <
used in the c	utput nename:	Replacin	ne Réseau
wee of image	IN 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10		Annuler

Cocher « NDVI » Renseigner les champs ci-dessous : Saisir les coordonnées de la zone d'intérêt Selecting the VGT zipped distribution file(s) to be processed ? 🗙 Define the region to be cropped ges selected so far: 540 S10 Products - Select the bands to b Input 9990101 rdd, dirica by 19990101 rdd, dirica by 19990121 rdd, dirica by 19990122 rdd, dirica by 19990201 rdd, dirica by 19990201 rdd, dirica by 19990201 rdd, dirica by 19990301 rdd, dirica by North ^ Add imag 19 NDVI 🗖 Load filelist Status Map West 18 -9 East Define the region to be cropped Save filelis 13.5 North View location South Remove highlighted from list West 18 East View location Masking clouds Output D:\logiciels_VGT\Windisp\1999_2013_lisible_Windisp\ME1999_2013_ Mask clouds usi<mark>ng info from</mark> Status Map (only for NDVI) GO Cancel Format of output file: IMG (WINDISP: 8-bit image, 512-byte F ed. They will out filename: Masking Code : Dans notre cas, le masque des Clear Help Replacing Code : 254 nuages n'est pas coché tures of images in file < D:\IIMAGES_SPOT\VITO\1999\V1KRNS10_19991011_NDVI_AFRICAZIP>: s: 8177 Cols 9633 · UL come::lon -26.000000 lat 38.000000 · LR come::lon 60.000000 lat -35.000000 Enter up to three letters to label region to be cropped. They will be used in the output filename: Format of output file: Sélectionner le type de format de fichiers en sortie. BIL (headerless bitmap + TXT docum) 💌 Dans cette méthode, les images créées seront lues BIL (headerless bitmap + TXT docum) BIL (ESRI: bitmap + HDR and BLW files) mep sous WinDisp, le format « IMG » est donc sélectionné. Renseigner trois caractères au BIL (ENVI: BIL + ENVI .HDR header) choix, par exemple « mep » pour moyenne emprise.

ANNEXE 4 - Mémoire de Natacha Volto - 2015

File/Util Process Help	
Input file #519: "d:\images_spot\vito\2013\v2krns10_	_20130521_ndvi_africa.zip"done!
Input file #520: "d:\images_spot\vito\2013\v2krns10_	_20130601_ndvi_africa.zip"done!
Input file #521: "d:\images_spot\vito\2013\v2krns10_	_20130611_ndvi_africa.zip"done!
Input file #522: "d:\images_spot\vito\2013\v2krns10_	_20130621_ndvi_africa.zip"done!
Input file #523: "d:\images_spot\vito\2013\v2krns10_	_20130701_ndvi_africa.zip"done!
Input file #524: "d:\images_spot\vito\2013\v2krns10_	_20130711_ndvi_africa.zip"done!
Input file #525: "d:\images_spot\vito\2013\v2krns10_	_20130721_ndvi_africa.zip"done!
Input file #526: "d:\images_spot\vito\2013\v2krns10_	_20130801_ndvi_africa.zip"done!
Input file #527: "d:\images_spot\vito\2013\v2krns10	Processing 540 zipped VEGETATION file(s)
Input file #528: "d:\images_spot\vito\2013\v2krns10	
Input file #529: "d:\images_spot\vito\2013\v2krns10	Thread terminated. 540 input file(s) processed
Input file #530: "d:\images_spot\vito\2013\v2krns10	A documentation text tie (same tiename, and extension TAT) was written for each extracted image.
Input file #531: "d:\images_spot\vito\2013\v2krns10	
Input file #532: "d:\images_spot\vito\2013\v2krns10	
Input file #533: "d:\images_spot\vito\2013\v2krns10	
Input file #534: "d:\images_spot\vito\2013\v2krns10	
Input file #535: "d:\images_spot\vito\2013\v2krns10	
Input file #536: "d:\images_spot\vito\2013\v2krns10	View LOG file View an Image Close
Input file #537: "d:\images_spot\vito\2013\v2krns10	
Input file #538: "d:\images_spot\vito\2013\v2krns10	
Input file #539: "d:\images_spot\vito\2013\v2krns10_	_20131211_ndvi_africa.zip"done!
Input file #540: "d:\images_spot\vito\2013\v2krns10_	_20131221_ndvi_africa.zip"done!

Pour chaque fichier ZIP d'image SPOT-VGT, deux fichiers sont générés : un fichier image (extension .IMG) contenant l'image et un fichier texte (extension .txt). L'image en sortie est nommée « NDVaammdmep.img », où « NDV » est la bande, « aa » sont les deux chiffres de l'année (99 jusqu'à 13), « mm » pour les mois (01 jusqu'à 12) et « d » pour la décade (de 1 à 3).

				Nom	Modifié le	Туре	Taille
Nom	Modifié le	Туре	Taille		24/04/2015 15:09	Fichier d'image disque	1 824 Ko
				NDV00011mep	24/04/2015 15:09	Document texte	1 Ko
W V1KRNS10_20000101_NDVI_Africa	02/03/2015 15:20	WinZipper	27 924 Ko	NDV00012mep	24/04/2015 15:09	Fichier d'image disque	1 824 Ko
V1KRNS10_20000111_NDVI_Africa	02/03/2015 15:20	WinZipper	27 697 Ko	DV00012mep	24/04/2015 15:09	Document texte	1 Ko
W1KRNS10_20000121_NDVI_Africa	02/03/2015 15:20	WinZipper	27 297 Ko	NDV00013mep	24/04/2015 15:09	Fichier d'image disque	1 824 Ko
V1KRNS10_20000201_NDVI_Africa	02/03/2015 15:21	WinZipper	27 455 Ko	NDV00013men	24/04/2015 15:09	Document texte	1 Ko
V1KRNS10_20000211_NDVI_Africa	02/03/2015 15:21	WinZipper	27 463 Ko		24/04/2015 15:05	Fishing dimensional	1.024 K-
V1KRNS10_20000221_NDVI_Africa	02/03/2015 15:21	WinZipper	26 817 Ko	MDV00021mep	24/04/2015 15:09	Fichier d image disque	1 624 KO
Wikkensio_20000301_NDVI_Africa	02/03/2015 15:21	WinZipper	26 898 Ko	NDV00021mep	24/04/2015 15:09	Document texte	1 Ko
W1KRNS10_20000311_NDVI_Africa	02/03/2015 15:21	WinZipper	26 776 Ko	MDV00022mep	24/04/2015 15:09	Fichier d'image disque	1 824 Ko
W1KRNS10_20000321_NDVI_Africa	02/03/2015 15:21	WinZipper	26 649 Ko	NDV00022mep	24/04/2015 15:09	Document texte	1 Ko
V1KRNS10_20000401_NDVI_Africa	02/03/2015 15:22	WinZipper	26 586 Ko	🙆 NDV00023mep	24/04/2015 15:09	Fichier d'image disque	1 824 Ko
W1KRNS10_20000411_NDVI_Africa	02/03/2015 15:22	WinZipper	26 730 Ko	NDV00023mep	24/04/2015 15:09	Document texte	1 Ko
V1KRNS10_20000421_NDVI_Africa	02/03/2015 15:23	WinZipper	26 951 Ko	NDV00031mep	24/04/2015 15:09	Fichier d'image disque	1 824 Ko
				DV00031mep	24/04/2015 15:09	Document texte	1 Ko
Ulustusticus 7. Fishiaus 71				NDV00032mep	24/04/2015 15:09	Fichier d'image disque	1 824 Ko
illustration 7. Fichiers Zi	P des imag	ges ae S	POI-VGI des	DV00032mep	24/04/2015 15:09	Document texte	1 Ko
trois décades de janvier	à avril 200	00		NDV00033mep	24/04/2015 15:09	Fichier d'image disque	1 824 Ko
•				DV00033mep	24/04/2015 15:09	Document texte	1 Ko
				🙆 NDV00041mep	24/04/2015 15:10	Fichier d'image disque	1 824 Ko
				NDV00041mep	24/04/2015 15:10	Document texte	1 Ko

B NDV00042mep

DV00042mep

B NDV00043mep

24/04/2015 15:10 Illustration 8. Fichiers en sortie avec les extensions .img et .txt

24/04/2015 15:10

24/04/2015 15:10

Fichier d'image disque

Fichier d'image disque

Document texte

1 824 Ko

1 824 Ko

1 Ko



Illustration 9. Contenu du fichier texte associé à l'image

2. Vérification à l'aide d'un programme PYTHON

Afin de vérifier les pixels de la région d'intérêt, un script consiste à lister les lignes et les colonnes de pixels de l'image du capteur SPOT-VGT (en orange) et de l'image de la zone d'étude (en rouge) avec un pas correspondant à la résolution de l'image, soit 0.0089285714°. Ensuite, il détermine l'index des colonnes et des lignes de début et de fin de la zone d'étude puis calcule le nombre de colonnes et de lignes de cette zone.



Illustration 10. Délimitation en orange de l'image SPOT-VGT et en rouge de la zone d'étude



```
lat3=[]
id5=-1
while id5<len(lat):
    valeur=(abs(lat[id5]-latdepfin))
    id5+=1
    lat3.append(valeur)
    id6=lat3.index(min(lat3))
lon3=[]
id7=-1
while id7<len(lon):
    valeur=(abs(lon[id7]-londepfin))
    id7+=1
    lon3.append (valeur)
    id8=lon3.index (min(lon3))
""" Dimension de la zone d'étude """
J=id4 #valeur de la première colonne
Jfin=id8 #valeur de la dernière colonne
I=id2 #valeur de la dernière ligne
Ifin=id6 #valeur de la première ligne
nbcol=Jfin-J+1 #nombre de colonnes
nblig=I-Ifin+1 #nombre de lignes
print "colonne depart =",J
print "colonne fin =",Jfin
print "ligne depart =", Ifin
print "ligne fin =",I
print "le pixel(1,1) de la zone extraite correspond au pixel(",Ifin,",",J,") de l'image
telechargee sur VITO"
print "la zone d'etude comporte", nbcol, "colonnes et", nblig, "lignes"
```

Illustration 11. Script de vérification des pixels de la zone "moyenne emprise" découpée par CROP-VGT

Les résultats du script sont présentés ci-dessous. Ainsi, les régions d'intérêt sont correctement délimitées.



	möyer	me emprise
# Zone grande emprise	File Edit Shell Debug Options Windows Help	
latdepfin=21; londepdep=-18; londepfin=20; parfic loce;lat10 211op18 20 &frice	<pre>Python 2.7.9 (default, Dec 10 2014, 12:24:55) [MSC v.1500 32 bit (Intel)] on win32 Type "copyright", "credits" or "license()" for more information. >>> ==================================</pre>	
<pre>#Image SPOT-VGT téléchargée CARTO UPPER LEFT X=-26; CARTO_UPPER LEFT X=-30,000000; CARTO_LOWER RIGHT X=60; CARTO_LOWER_RIGHT_Y=-35.000000; MAP_PROJ_RESOLUTION=0.0089285714;</pre>	<pre>colonne depart = 897 colonne fin = 5153 ligne depart = 1905 ligne fin = 3137 le pixel(1,1) de la zone extraite correspond au pixel(1905, 897) de l'image telechargee sur VITO la zone d'etude comporte 4257 colonnes et 1233 lignes >>>> </pre>	



CROP-VGT permet de découper les images de chaque décade des images SPOT-VGT de 1999 à 2013. Cependant, nous cherchons à obtenir une seule image mensuelle pour trois décades.



Pour ce faire, il est nécessaire de créer des listes des images des trois décades de chaque mois.

3. Création de listes des trois décades mensuelles avec Python

Un script Python est créé pour automatiser la création des listes. Ce programme peut être copiécollé, cependant, le chemin d'accès aux images issues de CROP_VGT (surligné en bleu ci-dessous) doit être modifié.

```
# -*- coding: utf-8 -*-
# programme de création des listes
adate=[99,0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13]
bdate=range(0,13)
cdate=[1,2,3]
ddate=['decembre','janvier','fevrier', 'mars', 'avril', 'mai', 'juin', 'juillet', 'aout', 'septembre'
,'octobre', 'novembre', 'decembre', 'janvier']
edate=[1999,2000,2001,2002,2003,2004,2005,2006,2007,2008,2009,2010,2011,2012,2013]
for year in range(0,15):
    for month in range (1,13):
        entete ='Files, A'
        ficout='.\%s%dME.lst' % (ddate[month],edate[year])
        f=open(ficout, 'a')
        f.write(entete+"\n")
        for week in range (1,4):
            text ='%d,
D:\\logiciels_VGT\\Windisp\\1999_2013_lisible_Windisp\\ME1999_2013_extract18_9lon
                                                                                      19 1351at\\1
999 2013 ME\\images\\NDV%02d%02d%dmep.img' % (week,adate[year],bdate[month],week)
        f.write(text+"\n")
        f.close()
                                                                     Modifier le chemin d'accès aux images
```

Illustration 14. Script pour créer des listes des trois décades mensuelles de 1999 à 2013 pour la zone "moyenne emprise"

Ainsi, le script Python permet de créer chaque liste des trois décades mensuelles. Le nom de la liste contient le mois, l'année et la zone d'étude (ME pour Moyenne Emprise). Les listes sont créées au même emplacement que le fichier contenant le programme Python.

퉬 images	avril2011ME	ifevrier2009ME	iuillet2007ME	imai2005ME	inovembre2003ME	septembre2001ME
aout1999ME	avril2012ME	fevrier2010ME	iuillet2008ME	imai2006ME	novembre2004ME	septembre2002ME
aout2000ME	avril2013ME	fevrier2011ME	iuillet2009ME	📄 mai2007ME	inovembre2005ME	septembre2003ME
aout2001ME 📄	decembre1999ME	fevrier2012ME	iuillet2010ME	imai2008ME	inovembre2006ME	septembre2004ME
aout2002ME	decembre2000ME	ievrier2013ME	iuillet2011ME	imai2009ME	inovembre2007ME	septembre2005ME
aout2003ME 📄	decembre2001ME	ianvier1999ME 📄	iuillet2012ME	imai2010ME	inovembre2008ME	septembre2006ME
aout2004ME	decembre2002ME	ianvier2000ME	iuillet2013ME	a mai2011ME	inovembre2009ME	septembre2007ME
aout2005ME	decembre2003ME	ianvier2001 ME	iuin1999ME	imai2012ME	inovembre2010ME	septembre2008ME
aout2006ME	decembre2004ME	ianvier2002ME	iuin2000ME	a mai2013ME	inovembre2011ME	septembre2009ME
aout2007ME	decembre2005ME	ianvier2003ME	iuin2001ME	amars1999ME	inovembre2012ME	septembre2010ME
aout2008ME	decembre2006ME	ianvier2004ME	iuin2002ME	mars2000ME	inovembre2013ME	septembre2011ME
aout2009ME 📄	decembre2007ME	ianvier2005ME 📄	iuin2003ME	mars2001ME	i octobre1999ME	septembre2012ME
aout2010ME	decembre2008ME	ianvier2006ME	iuin2004ME	mars2002ME	octobre2000ME	septembre2013ME
aout2011ME 📄	decembre2009ME	ianvier2007ME 📄	iuin2005ME	imars2003ME	ictobre2001ME	<pre>listes_decades_ME</pre>
aout2012ME	decembre2010ME	ianvier2008ME	iuin2006ME	amars2004ME	octobre2002ME	No.
aout2013ME 📄	decembre2011ME	ianvier2009ME 📄	iuin2007ME	mars2005ME	octobre2003ME	\sim
avril1999ME	decembre2012ME	ianvier2010ME 📄	iuin2008ME	mars2006ME	octobre2004ME	\sim
avril2000ME	decembre2013ME	ianvier2011ME 📄	iuin2009ME	mars2007ME	octobre2005ME	\sim
avril2001ME	fevrier1999ME	ianvier2012ME	iuin2010ME	mars2008ME	octobre2006ME	\sim
avril2002ME	ifevrier2000ME	ianvier2013ME	iuin2011ME	mars2009ME	octobre2007ME	×
avril2003ME	fevrier2001ME	iuillet1999ME 📄	iuin2012ME	mars2010ME	octobre2008ME	Programme
avril2004ME	fevrier2002ME	iuillet2000ME	iuin2013ME	mars2011ME	octobre2009ME	Python
avril2005ME	ifevrier2003ME	iuillet2001ME	imai1999ME	mars2012ME	octobre2010ME	
avril2006ME	fevrier2004ME	iuillet2002ME	imai2000ME	mars2013ME	octobre2011ME	
avril2007ME	ievrier2005ME	iuillet2003ME	imai2001ME	inovembre1999ME	octobre2012ME	
avril2008ME	fevrier2006ME	iuillet2004ME	imai2002ME	novembre2000ME	octobre2013ME	
avril2009ME	ifevrier2007ME	iuillet2005ME	imai2003ME	inovembre2001ME	iseptembre1999ME	
avril2010ME	fevrier2008ME	iuillet2006ME	imai2004ME	novembre2002ME	septembre2000ME	

Illustration 15. Listes générées par le programme Python « listes_decades_ME »



Illustration 16. Exemple du contenu d'une des listes générées : la liste « janvier1999ME » contient la liste des trois images des trois décades du mois de janvier 1999

Une fois les listes créées, des traitements automatiques peuvent être effectués sur les trois décades mensuelles. Dans un premier temps, nous recherchons la moyenne des trois décades mensuelles et dans un second temps, leur maximum.

4. Moyenne des trois décades mensuelles avec WinDisp

Pour obtenir la moyenne des trois décades mensuelles de façon automatique, la version 5.1 de l'application WinDisp, développée par le Système mondial d'information et d'alerte précoce (SMIAR) de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, est utilisée. Elle est téléchargeable via l'URL suivante : <u>http://www.fao.org/giews/english/windisp/dl.htm</u>.

æ v	VinDisp51						
File	Edit View	Draw Batch T	ools Process Wi	ndow Help			
	😵 🗞 🖉	X 🗈 🖪	🚿 🖾 🔍 G	2 (?) R R	• • • +	$\wedge \bowtie \Box \land$	• • •
	<u>S</u> eries -	Images 🔻	S <u>t</u> ats ▼	<u>H</u> eader 🔻	SE <u>D</u> I ▼		
<u> </u>							

Illustration 17. Interface de l'application WinDisp 5.1
Une macro est réalisée pour automatiser cette tâche. Pour ce faire, cliquer sur « Batch » puis sur « Record ».

WinDisp51			
File Edit View Draw	Batch Tools Process	Window Help	
1 😯 😯 🧉 🕺	Record		
Series 🕶 Ima	Play	Header • SEDI •	
	Debug		
	Stop		
	Edit		
	Variable 🕨 🕨		
	If ►		
	For 🕨		
	Label >		
	Pause		
	Build List		

Attribuer un nom à la macro, par exemple « moyenne3decades », garder l'extension « .cmd » et sélectionner son emplacement en cliquant sur ... puis cliquer OK. A partir de ce clic, toutes les manipulations effectuées sont enregistrées dans le fichier « moyenne3decades.cmd ».

Les manipulations consistent à effectuer la moyenne de la première liste, c'est-à-dire la liste « janvier1999ME.lst ».



Sélectionner « Process », puis « Series » et « Avg » pour obtenir l'image de la moyenne (Average en anglais) de la série des trois images des trois décades.

File Edit View Draw Batch Tools	Process Window	Help			
🖸 😽 😯 🧉 🕹 🕷 🔊	Series	•	Max	HNODA	
Series - Images -	Images	•	Min		
	Stats	•	Avg		
	Header	•	Median		
	Threshold		Range		
	SEDI	•	Sum		
	Import	•	Count		
	Export		Stddev		
	Reproject		Decloud		
			Slope		
			MaxDate		
			MinDate		

Cliquer ---- puis sélectionner « File » et « Open.



Saisir le nom de la première image à créer dans le champ « Image to create ». Dans notre cas, la première image est nommée janvier1999ME_1 et la dernière image est decembre2013ME_180.

🕷 WinDisp51	
File Edit View Draw Batch Tools Process	Window Help
🖸 🕏 🏹 🥔 🕹 🖬 💼 🚿 🛛 🧉	Process Series Avg
Series ♥ [mages ♥ Stats ♥	File Est of mage names re_3_decades_ME \janvier1599ME_Ist Image to create res_3_decades_ME \janvier1599ME_Ist Save parameters Heb QK Cancel

Cliquer « OK ».

🕷 WinDisp51		
File Edit View Draw Batch Tools Process Win	idow Help	
🖸 🕏 🕼 🛎 🖇 🖻 🖉 🖉 🍳	?? & & ● ■ ■ + ∧ ♡ □ A • ■ •	
<u>S</u> eries ▼ Images ▼ S <u>t</u> ats ▼ <u>H</u>	eader ▼ SE <u>D</u> I ▼	
	Process Series Avg D:Vogciels, VGTW/indigv1993_2013_isible_Windigp WE 1993_2013_exteat18_stor_13_1584 Wayerne 3_dcade_ME Vigner(1959ME.LtD) Vogciels_VGTW/indigv1393_2013_isible_Windigv UBTW/indigv1393_2013_isible_Windigv UBTW/indigv139_isible_Windigv UBTW/indigv13	

Arrêter l'enregistrement de la macro en cliquant sur « Stop » dans le menu « Batch ».

🗃 WinDisp51		
File Edit View Draw Bat	ch Tools Process	Window Help
🖸 😽 🎲 🖉 🐇	Record	♀ ♡ & & ● ▥ ▤ + ∧ 凶 ◻ A ● ■ →
<u>S</u> eries ▼ Ima	Play	Header V SEDI V
	Debug	
	Stop	
	Edit	
	Variable 🕨	
	lf 🔸	
	For +	
	Label 🕨	
	Pause	
	Build List	

Ensuite, se positionner sur le fichier commande créé « moyenne3decades.cmd » puis cliquer droit « Modifier ».

moyenne3decad	Ou	ıvrir	I
	Mo	odifier	l
	Im	primer	l

Ainsi, la ligne de commande est visible, elle consiste à effectuer la moyenne « Process Series Avg » des images de la liste « janvier1999ME.lst » et à ranger l'image générée, nommée « janvier1999ME_1 », dans le dossier choisi.

moyenne3decades - Bloc-notes	
Fichier Edition Format Affichage ?	
des_ME (Janvier1999ME.lst), D:\logiciels_VGT\windisp\1999_2013_lisible	_windisp\ME1999_2013_extract18_91on_19_1351at\Moyenne_3_decades_ME(janvier1999ME_1)
	· ·
1	III •
	Ln 2, Col 1
C. C	

Excel est utilisé pour reproduire cette ligne pour chaque image.

	A	B		С		D	E		F		G		н	1		J	K		L	M		N	0	Р	(_
1	Process Series Av	vg, "D:Vog	iciels_V	GT\Windisp\1999	_2013_lisibl	e_Windisp\/	VE1999_2	2013_extra	act18_9ion	_19_135la	t\Moyenne_	3_decades_	ME\janvie	er1999ME.ls	t, D:Vogicie	ls_VGT\Windisp	p\1999_2013_	isible_Wind	isp\ME1999	_2013_extract	8_9lon_	19_135lat\Moyer	ne_3_decades	_ME\janvier1999ME	d" 🗖
2	Process Series Av	vg, "D:Vog	ciels_V	GT\Windisp\1999	_2013_lisibl	e_Windisp\/	ME1999_2	2013_extra	act18_9lor	_19_135la	t\Moyenne_	3_decades_	ME\fevrie	r1999ME.lst	, D:Vogiciel	ls_VGT\Windisp	1999_2013_	isible_Wind	sp\ME1999	_2013_extract1	8_91on_1	9_135lat\Moyen	ne_3_decades_	ME\fevrier1999ME	2"
3	Process Series Av	vg, "D:Vog	ciels_V	GT\Windisp\1999	_2013_lisibl	e_Windisp\\	ME1999_3	2013_extra	act18_9lor	_19_135la	(Moyenne_	3_decades_	ME\mars'	1999ME.lst,	D:Vogiciels	_VGT\Windisp\	1999_2013_lis	ible_Windis	p\ME1999_	2013_extract18	_9Ion_19	_135lat/Moyenn	e_3_decades_M	VE\mars1999ME_3) — — — — — — — — — — — — — — — — — — —
4	Process Series Av	vg, "D:Vog	ciels_V	GT\Windisp\1999	_2013_lisibl	e_Windisp\/	VE1999_2	2013_extra	act18_9lor	_19_135la	t\Moyenne_	3_decades_	ME\avril1	999ME.lst, I	D:Vogiciels	VGT\Windisp\1	999_2013_lis	ble_Windis	ME1999_2	013_extract18	9lon_19	_135lat\Moyenne	_3_decades_N	1E\avril1999ME_4*	
5	Process Series Av	vg, "D:Vog	iciels_V	GT\Windisp\1999	_2013_lisibl	e_Windisp\/	VE1999_2	2013_extra	act18_9lor	_19_135la	t/Moyenne_	3_decades_	ME\mai19	999ME.lst, D):Vogiciels_	VGT\Windisp\19	999_2013_lisil	le_Windisp	ME1999_2	13_extract18_	91on_19_	135lat\Moyenne	3_decades_M	E\mai1999ME_5"	
6	Process Series Av	vg, "D:Vog	ciels_V	GT\Windisp\1999	_2013_lisibl	e_Windisp\/	ME1999_2	2013_extra	act18_9lor	_19_135la	t\Moyenne_	3_decades_	ME\juin19	99ME.lst, D	Vogiciels_	VGT\Windisp\19	999_2013_lisit	le_Windisp	ME1999_20	13_extract18_	Hon_19_	135lat\Moyenne_	3_decades_M	Eljuin1999ME_6*	
7	Process Series Av	vg, "D:Vog	ciels_V	GT\Windisp\1999	_2013_lisibl	e_Windisp\/	VE1999_2	2013_extra	act18_9ion	_19_135la	t\Moyenne_	3_decades_	ME\juillet	1999ME.lst,	D:Vogiciels	_VGT\Windisp*	1999_2013_lis	ible_Windis	p\ME1999_3	013_extract18	_91on_19	_135lat\Moyenne	_3_decades_M	AE\juillet1999ME_7*	
8	Process Series A	vg, "D:Vog	iciels_V	GT\Windisp\1999	_2013_lisibl	e_Windisp\/	VE1999_2	2013_extra	act18_9/or	_19_135la	t\Moyenne_	3_decades_	ME\aout1	999ME.lst, [D:Vogiciels_	VGT\Windisp\1	999_2013_lisi	ble_Windis;	ME1999_2	013_extract18	91on_19	135lat\Moyenne	_3_decades_N	IE\aout1999ME_8"	
9	Process Series Av	vg, "D:Vog	iciels_V	GT\Windisp\1999	_2013_lisibl	e_Windisp\\	VE1999_2	2013_extra	act18_9/or	_19_135la	t\Moyenne_	3_decades_	ME\septe	mbre1999M	E.Ist, D:Vog	iciels_VGT\Win	idisp\1999_20	13_lisible_V	/indisp\ME1	999_2013_ext	act18_9)	on_19_135lat\Mo	yenne_3_deca	des_ME\septembre1	999ME_9"
10	Process Series Av	vg, "D:Vog	ciels_V	GT\Windisp\1999	_2013_lisibl	e_Windisp\\	VE1999_2	2013_extra	act18_9/or	_19_135la	t\Moyenne_	3_decades_	ME\octob	re1999ME.ls	st, D:Vogicia	els_VGT\Windis	p\1999_2013_	lisible_Win	lisp\ME199	_2013_extrac	18_9lon_	19_135lat\Moyer	ne_3_decades	_ME\octobre1999M	a_101
11	Process Series Av	vg, "D:Vog	ciels_V	GT\Windisp\1999	_2013_lisib	e_Windisp\\	VE1999_3	2013_extra	act18_9lor	_19_135la	t\Moyenne_	3_decades_	ME\nover	mbre1999M8	E.lst, D:Vog	iciels_VGT\Win	disp\1999_20	13_lisible_V	findisp\ME1	999_2013_ext	act18_9k	on_19_135lat\Mo	yenne_3_deca	des_ME\novembre1	399ME_11*
12	Process Series A	vg, "D:Vog	iciels_V	GT\Windisp\1999	_2013_lisibl	e_Windisp\M	VE1999_2	2013_extra	act18_9/or	_19_135la	t\Moyenne_	3_decades_	ME\decer	mbre1999ME	E.lst, D:Vog	iciels_VGT\Win	disp\1999_20	13_lisible_V	indisp\ME1	999_2013_extr	act18_9k	m_19_135lat\Mo	venne_3_decad	les_ME\decembre19	/99ME_12*
13	Process Series Av	vg, "D:Vog	iciels_V	GT\Windisp\1999	_2013_lisibl	e_Windisp\\	VE1999_2	2013_extra	act18_9/or	_19_135la	t\Moyenne_	3_decades_	ME\janvie	er2000ME.ls	t, D:\logicie	ls_VGT\Windisp	p\1999_2013_	isible_Wind	isp\ME1999	_2013_extract	8_9lon_	19_135lat\Moyer	ne_3_decades	_ME\janvier2000ME	_13*
14	Process Series Av	vg, "D:Vog	ciels_V	GT\Windisp\1999	_2013_lisibl	e_Windisp\\	VE1999_3	2013_extra	act18_9/or	_19_135la	t\Moyenne_	3_decades_	ME\fevrie	r2000ME.lst	, D:Vogiciel	ls_VGT\Windisp	1999_2013_	isible_Wind	sp\ME1999	_2013_extract1	8_91on_1	9_135lat\Moyen	ne_3_decades_	ME\fevrier2000ME	.14"
15	Process Series Av	vg, "D:Vog	iciels_V	GT\Windisp\1999	_2013_lisibl	e_Windisp\/	VE1999_3	2013_extra	act18_9lor	_19_135la	t\Moyenne_	3_decades_	ME\mars.	2000ME.lst,	D:Vogiciels	_VGT\Windisp\	1999_2013_lis	ible_Windis	p\ME1999_	2013_extract18	_91on_19	_135lat\Moyenn	e_3_decades_N	ME\mars2000ME_15	ř.
16	Process Series A	vg, "D:Vog	iciels_V	GT\Windisp\1999	_2013_lisibl	e_Windisp\/	VE1999_2	2013_extra	act18_9ion	_19_135la	t/Moyenne_	3_decades_	ME\avril2	000ME.lst, I	D:\logiciels	VGT\Windisp\1	999_2013_lis	ble_Windis	ME1999_2	013_extract18	91on_19	_135lat\Moyenne	_3_decades_N	1E\avril2000ME_16"	
17	Process Series Av	vg, "D:Vog	ciels_V	GT\Windisp\1999	_2013_lisibl	e_Windisp\/	ME1999_2	2013_extra	act18_9ion	_19_135la	t/Moyenne_	3_decades_	ME\mai20	000ME.lst, D):Vogiciels_	VGT\Windisp\1	999_2013_lisil	le_Windisp	ME1999_2)13_extract18_	91on_19_	135lat\Moyenne	3_decades_M	E\mai2000ME_17*	
18	Process Series Av	vg, "D:Vog	ciels_V	GT\Windisp\1999	_2013_lisibl	e_Windisp\/	VE1999_2	2013_extra	act18_9lor	_19_135la	t\Moyenne_	3_decades_	ME\juin20	00ME.lst, D	:Vogiciels_	VGT\Windisp\19	999_2013_lisit	le_Windisp	ME1999_20	13_extract18_	Hon_19_	135lat\Moyenne_	3_decades_M	Eljuin2000ME_18"	
19	Process Series Av	vg, "D:\log	ciels_V	GT\Windisp\1999	_2013_lisibl	e_Windisp\/	VE1999_2	2013_extra	act18_9/or	_19_135la	t\Moyenne_	3_decades_	ME\juilled	2000ME.lst,	D:Vogiciels	_VGT\Windisp\1	1999_2013_lis	ible_Windis	p\ME1999_1	013_extract18	_91on_19	_135lat\Moyenni	_3_decades_N	/IE\juillet2000ME_19	6 - C
20	Process Series Av	vg, "D:Vog	ciels_V	GT\Windisp\1999	_2013_lisibl	e_Windisp\\	VE1999_2	2013_extra	act18_9ion	_19_135la	t/Moyenne_	3_decades_	ME\aout2	000ME.lst, [D:Vogiciels_	VGT\Windisp\1	999_2013_lisi	ble_Windis;	ME1999_2	013_extract18	91on_19	135lat\Moyenne	_3_decades_N	IE\aout2000ME_20*	
21	Process Series Av	vg, "D:Vog	ciels_V	GT\Windisp\1999	_2013_lisibl	e_Windisp\/	VE1999_2	2013_extra	act18_9lor	_19_135la	t/Moyenne_	3_decades_	ME\septe	mbre2000M	E.lst, D:Vog	iciels_VGT\Win	idisp\1999_20	13_lisible_V	/indisp\ME1	999_2013_ext	act18_9/	on_19_135lat\Mo	yenne_3_deca	des_ME\septembre2	000ME_21*
22	Process Series Av	vg, "D:Vog	ciels_V	GT\Windisp\1999	_2013_lisibl	e_Windisp\/	VE1999_2	2013_extra	act18_9lor	_19_135la	t\Moyenne_	3_decades_	ME\octob	re2000ME.ls	at, D:Vogicia	els_VGT\Windis	p\1999_2013_	lisible_Win	lisp\ME199	_2013_extrac	18_9lon_	19_135lat\Moyer	ne_3_decades	_ME\octobre2000M	E_22"
23	Process Series Av	vg, "D:\log	ciels_V	GT\Windisp\1999	_2013_lisibl	e_Windisp\M	VE1999_2	2013_extra	act18_9/or	_19_135la	t\Moyenne_	3_decades_	ME\nover	mbre2000Mi	E.lst, D:Vog	iciels_VGT\Win	disp\1999_20	13_lisible_V	findisp\ME1	999_2013_ext	act18_9%	on_19_135lat\Mo	yenne_3_deca	des_ME\novembre2	J00ME_23*
24	Process Series Av	vg, "D:\log	ciels_V	GT\Windisp\1999	_2013_lisibl	e_Windisp\\	VE1999_2	2013_extra	act18_9/or	_19_135la	t\Moyenne_	3_decades_	ME\decer	mbre2000ME	E.Ist, D:Vog	iciels_VGT\Win	disp\1999_20	13_lisible_V	indisp\ME1	999_2013_extr	act18_9k	on_19_135lat\Mo;	venne_3_decad	les_ME\decembre20	.00ME_24*
25	Process Series Av	vg, "D:Vog	ciels_V	GT\Windisp\1999	_2013_lisibl	e_Windisp\/	VE1999_2	2013_extra	act18_9/or	_19_135la	t\Moyenne_	3_decades_	ME\janvie	er2001ME.ls	t, D:Vogicie	ls_VGT\Windisp	p\1999_2013_	isible_Wind	isp\ME1999	_2013_extract	8_9lon_	19_135lat\Moyer	ne_3_decades	_ME\janvier2001ME	_25"
26	Process Series Av	vg, "D:Vog	ciels_V	GT\Windisp\1999	_2013_lisibl	e_Windisp\/	VE1999_3	2013_extra	act18_9lor	_19_135la	tMoyenne_	3_decades_	ME\fevrie	r2001ME.lst	, D:Vogiciel	ls_VGT\Windisp	1999_2013_0	isible_Wind	sp\ME1999	_2013_extract1	8_91on_1	9_135lat\Moyen	ne_3_decades_	ME\fevrier2001ME	_26"
27	Process Series Av	vg, "D:\log	ciels_V	GT\Windisp\1999	_2013_lisibl	e_Windisp\\	VE1999_2	2013_extra	act18_9/or	_19_135la	t\Moyenne_	3_decades_	ME\mars/	2001ME.lst,	D:Vogiciels	_VGT\Windisp\	1999_2013_lis	ible_Windis	p\ME1999_	2013_extract18	_91on_19	_135lat\Moyenn	e_3_decades_1	ME\mars2001ME_2	*

Le bloc, généré sous Excel, est ensuite copié dans le fichier « moyenne3decades.cmd ». Ce fichier modifié est enregistré.

moyenne3decades - Bloc-notes	
Fichier Edition Format Affichage ?	
<pre>Tehe Edition Format Affichage 1 eners_decades_ME(\arreft) = 199%E, ist, D:\logiciels_vCT\Windisp\1999_2013_listDle_windisp\ME1999_2013_extract18_91on_19_1331at\Woyerne_1_decades_ME\Tevrine199% eners_decades_ME\arreft) = 199%E, ist, D:\logiciels_vCT\Windisp\1999_2013_listDle_windisp\ME1999_2013_extract18_91on_19_1331at\Woyerne_1_decades_ME\Tevrine199% eners_decades_ME\arreft) = 199%E, ist, D:\logiciels_vCT\Windisp\1999_2013_listDle_windisp\ME1999_2013_extract18_91on_19_131at\Woyerne_3_decades_ME\arreft) = 199%E, ist, D:\logiciels_vCT\Windisp\1999_2013_listDle_windisp\ME1999_2013_extract18_91on_19_131at\Woyerne_3_decades_ME\arreft) = 199%E, ist, D:\logiciels_vCT\Windisp\1999_2013_listDle_windisp\ME1999_2013_extract18_91on_19_131at\Woyerne_3_decades_ME\arreft) = 100000000000000000000000000000000000</pre>	E_1" E_2" E_7" 990ME_9" E_10" 90KE_11" 90KE_12" E_13" E_14" " E_19" 0000ME_21" E_22" 00KE_23" 00KE_23" 00KE_24" E_26" " E_31" 000ME _33" E_34" 00ME_33" E_34" 00ME_45" E_34" 0000ME _45" E_44" COOME _45" E_44" COOME _45" E_44" COOME _45" E_44" COOME _45" E_44" COOME _45" E_44" COOME _45" COOME _45" COOME _45" COOME _45" E_44" COOME _45" E_44" COOME _45" COOME _45" E_44" COOME _45" COOME _4
Ln1, Col1	

Pour exécuter la macro, sélectionner « Batch » puis « Play ».

🖑 WinDisp51			_ 0 <mark>_ X</mark>
File Edit View Draw Bate	ch Tools Process	Window Help	
1 🔁 😯 🖓 🖉	Record	↓ ♀ ♡ ℁ & ● 🖩 🗏 + ↗ ♡ ◻ A • ■ ▶	
Series 🕶 Ima	Play	<u>H</u> eader ▼ SE <u>D</u> I ▼	
	Debug		
	Stop		
	Edit		
	Variable ►		
	If ►		
	For 🕨		
	Label 🕨 🕨		
	Pause		
	Build List		

Sélectionner le fichier commande « moyenne3decades.cmd » puis cliquer « OK ».





Les images des moyennes mensuelles sont générées pour la moyenne emprise.

decembre2013ME 180	aout2011ME 152	juin2009ME 126	mars2007ME 99	janvier2005ME 73	septembre2002ME 45
novembre2013ME_179	septembre2011ME_153	mai2009ME_125	fevrier2007ME_98	novembre2004ME_71	aout2002ME_44
octobre2013ME_178	juillet2011ME_151	avril2009ME 124	janvier2007ME_97	octobre2004ME_70	juillet2002ME_43
septembre2013ME 177	iuin2011ME 150	mars2009ME 123	decembre2006ME 96	aout2004ME 68	juin2002ME 42
aout2013ME_176	avril2011ME_148	fevrier2009ME_122	novembre2006ME_95	septembre2004ME_69	avril2002ME_40
juillet2013ME_175		janvier2009ME 121	octobre2006ME 94	juillet2004ME 67	mai2002ME 41
juin2013ME_174	fevrier2011ME_146	decembre2008ME_120	septembre2006ME_93	juin2004ME_66	fevrier2002ME_38
avril2013ME_172	mars2011ME_147	novembre2008ME_119	aout2006ME_92	avril2004ME_64	mars2002ME_39
 	decembre2010ME_144	octobre2008ME_118	juillet2006ME_91		decembre2001ME_36
fevrier2013ME_170	janvier2011ME_145	septembre2008ME_117	juin2006ME_90	mars2004ME_63	janvier2002ME_37
	novembre2010ME_143	aout2008ME_116	mai2006ME_89	fevrier2004ME_62	novembre2001ME_35
decembre2012ME_168	octobre2010ME_142	juillet2008ME_115	avril2006ME_88	janvier2004ME_61	octobre2001ME_34
janvier2013ME_169	septembre2010ME_141	juin2008ME_114	mars2006ME_87	decembre2003ME_60	septembre2001ME_33
novembre2012ME_167	aout2010ME_140		fevrier2006ME_86	novembre2003ME_59	aout2001ME_32
octobre2012ME_166	juillet2010ME_139	avril2008ME_112	janvier2006ME_85	octobre2003ME_58	juillet2001ME_31
septembre2012ME_165	juin2010ME_138	mars2008ME_111	decembre2005ME_84	septembre2003ME_57	juin2001ME_30
aout2012ME_164	mai2010ME_137	fevrier2008ME_110	novembre2005ME_83	aout2003ME_56	mai2001ME_29
juillet2012ME_163	avril2010ME_136	janvier2008ME_109	octobre2005ME_82	juillet2003ME_55	avril2001ME_28
juin2012ME_162	mars2010ME_135	decembre2007ME_108	septembre2005ME_81	juin2003ME_54	mars2001ME_27
mai2012ME_161	fevrier2010ME_134	novembre2007ME_107	aout2005ME_80	mai2003ME_53	fevrier2001ME_26
avril2012ME_160	ianvier2010ME_133	octobre2007ME_106	juillet2005ME_79	avril2003ME_52	janvier2001ME_25
fevrier2012ME_158	decembre2009ME_132	septembre2007ME_105	juin2005ME_78	mars2003ME_51	decembre2000ME_24
mars2012ME_159	novembre2009ME_131	aout2007ME_104	avril2005ME_76	fevrier2003ME_50	novembre2000ME_23
decembre2011ME_156	octobre2009ME_130	juillet2007ME_103	mai2005ME_77	janvier2003ME_49	octobre2000ME_22
janvier2012ME_157	septembre2009ME_129	juin2007ME_102	fevrier2005ME_74	decembre2002ME_48	septembre2000ME_21
novembre2011ME_155	aout2009ME_128	mai2007ME_101	mars2005ME_75	novembre2002ME_47	aout2000ME_20
octobre2011ME_154	juillet2009ME_127	avril2007ME_100	decembre2004ME_72	octobre2002ME_46	juillet2000ME_19

Les images des moyennes pour la grande emprise sont générées de façon similaire. Elles sont coupées avec CROP_VGT sur la zone d'emprise : de 21° nord à 10° nord et de 18° ouest à 20° est.

Ensuite, elles sont traitées sous WinDisp en remplaçant dans les traitements « ME » par « GE » pour « Grande Emprise » et en modifiant les noms des dossiers en entrée et sortie.

Fichier Edition Format Affichage ?							
Process Series Avg, "D:\logiciels_VGT\Windi	sp\1999_2013_lisible	_windisp(GE),999_2013	extract18_201on_	21_101at\Moyenne	_3_decades(GE) janvie	er199(GE)lst, D:\logi	ciels_VGT\Wi 🔺
Process Series Avg, "D:\logiciels_VGT\Windi	sp\1999_2013_lisible	_windisp\\c=1999_201	3_extract18_20lon_	21_101at \Moyenne	_3_decades_ce(fevrie	er1999GE.lst, D:\logi	ciels_VGT\Wi
Process Series Avg, "D:\logiciels_VGT\Windi	sp\1999_2013_lisible		_extract18_20]on_	21_10]at\Moyenne	_3_decades_GE\mars19	999GE.lst, D:\logicie	ls_VGT\Windi
Process series Avg, D:\logiciels_VGT\Windi	sp\1999_2013_11s1ble		s_extract18_201on_	21_10Tat \Moyenne	_3_decades_GE\avr113	1999GE. IST, D:\logici	els_vgt\wind
Process Series AVG, D:\logiciels_VGI\Windi	sp\1999_2013_1151b16	windisp\GE1999_201	extract18_201on_	21_101at \Moyenne	_3_decades_GE\mai199	PGE. IST, D:\logiciei	s_vGI\windis
Process Series Avg, D:\logiciels_VGT\Windi	sp/1999_2013_1151ble	windisp\GE1999_201	extract18 201on	21_101at\Movenne	decades CE juille	t1000cE lst D:\logicie	ciels VGT/Wi
Process Series Avg, "D:\logiciels VGT\Windi	50 1000 2012 licible	Windisp (GE1999 201	ovtractio_20101_	21_101at\Moveme	2 decades_GE (Juille	Doce let Di logicio	le ver/udada
Process Series Avg, "D:\logiciels VGT\Windi	niciels VGT Windisn 1	1999 2013 lisible Windisn	GE1999 2013 extract18	201on 21 101at 🗾 Mov	enne 3 decades (F)		🗶 🛵 🛛 Reche
Process Series Ava, "D:\logiciels_VGT\Windi	gicicis_voi v vinidisp v s	cool_coro_name_connulap v	011555_2015_0x88010_1	colon_21_10ldt	enne_5_accades_60		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
Process Series Avg, "D:\logiciels_VGT\Windi							
Process Series Avg, "D:\logiciels_VGT\Windi	Partager avec 🔻 No	ouveau dossier					88 -
Process Series Avg, "D:\logiciels_VGT\Windi	-						
Process Series Avg, D:\logiciels_VGI\Windi	aout2008GE 116	decembre2005GE 84	ianvier2002GE 37	iuin1999GE 6	mai2011GE 149	novembre2008GE 119	septembre2005GE-81
Process Series Avg, "D:\logiciels VGT\Windi							
Process Series Avg, "D:\logiciels VGT\Windi	aout2009GE_128	decembre2006GE_96	janvier2003GE_49	juin2000GE_18	mai2012GE_161	novembre2009GE_131	septembre2006GE_93
Process Series Avg, "D:\logiciels_VGT\Windi	aout2010GE 140	decembre2007GE 108	ianvier2004GE 61	iuin2001GE 30	mai2013GE 173	novembre2010GE 143	septembre2007GE 105
Process Series Avg, "D:\logiciels_VGT\Windi							
Process Series Avg, "D:\logiciels_VGT\Windi	aout2011GE_152	decembre2008GE_120	janvier2005GE_73	juin2002GE_42	mars1999GE_3	novembre2011GE_155	septembre2008GE_117
Process Series Avg, D:\logiciels_VGI\windi	aout2012GE 164	decembre2009GE 132	janvier2006GE 85	juin2003GE 54	mars2000GE 15	novembre2012GE 167	septembre2009GE 129
Process Series Avg, "D:\logiciels_VGT\Windi	D+2012CE 176		Diamia-2007/05_07				C
Process Series Ava, "D:\logiciels_VGT\Windi	a0ut2015GE_170	decembre20100E_144	Janvier2007GE_97	Juin20040E_00	mars20010E_2/	novembre2015GE_179	septembre20100E_141
Process Series Avg, "D:\logiciels_VGT\Windi	avril1999GE_4	decembre2011GE_156	janvier2008GE_109	juin2005GE_78	mars2002GE_39	octobre1999GE_10	septembre2011GE_153
Process Series Avg, "D:\logiciels_VGT\Windi	auril2000/GE 16		C inmular2000 GE 121		marr 2002 GE 51	actobro2000GE 22	Contembre 2012GE 165
Process Series Avg, "D:\logiciels_VGT\Windi	aviii20003E_10	decembre20120E_108	Janvier20090E_121	Juin20000E_90	IIIais20030E_31	0000016200036_22	septembre20120E_105
Process Series Avg, D:\logiciels_VGI\Windi Process Series Avg, "D:\logiciels VGT\Windi	avril2001GE_28	decembre2013GE_180	janvier2010GE_133	juin2007GE_102	mars2004GE_63	octobre2001GE_34	septembre2013GE_177
Process Series Avg, "D:\logiciels_VGT\windi	avril2002GE 40	fevrier1999GE 2	ianvier2011GE 145	iuin2008GE 114	mars2005GE 75	octobre2002GE 46	Plistes decades GE
Process Series Avg, "D:\logiciels_VGT\Windi							Re man account of
Process Series Avg, "D:\logiciels_VGT\Windi	avril2003GE_52	tevrier2000GE_14	janvier2012GE_157	juin2009GE_126	mars2006GE_87	octobre2003GE_58	
Process Series Avg, "D:\logiciels_VGT\Windi	avril2004GE_64	fevrier2001GE_26	janvier2013GE_169	juin2010GE_138	mars2007GE_99	octobre2004GE_70	
Process Series Avg, "D:\logiciels_VGT\Windi	avril2005GE 76	fevrier2002GE 38	Divillet1000GE 7	iuin2011.GE 150	mars2008GE 111	ctobre2005GE 82	
Process Series Avg, "D:\logiciels_VGT\Windi			Jumeta55500_/	Junizorroc_roo			
Process Series Avg, "D:\logiciels_VGT\Windi	avril2006GE_88	fevrier2003GE_50	juillet2000GE_19	juin2012GE_162	mars2009GE_123	octobre2006GE_94	
Process Series Avg, D:\logiciels_VGT\Windi Process Series Avg, "D:\logiciels_VGT\Windi	avril2007GE_100	fevrier2004GE_62	iuillet2001GE_31	juin2013GE_174	mars2010GE_135	octobre2007GE_106	
Process Series Avg, "D:\logiciels_VGT\Windi	avril2008GE 112	fevrier2005GE 74	iuillet2002GE 43	mai1999GE 5	mars2011GE 147	octobre2008GE 118	
Process Series Avg, D:\logiciels_VGI\Windi Process Series Avg, "D:\logiciels VGT\Windi	avril2009GE 124	fevrier2006GE 86	iuillet2003GE 55		mars2012GE 159	octobre2009GE 130	
Process Series Avg, "D:\logiciels_VGT\Windi	avril2010/05, 126	fourier2007GE 09	iuillet2004GE_67		mars2012GE 171		
Process Series Avg, D:\logiciels_VGI\Windi Process Series Avg, "D:\logiciels VGT\Windi							
Process Series Avg, "D:\logiciels_VGT\Windi	avril2011GE_148	fevrier2008GE_110	juillet2005GE_/9	mai2002GE_41	novembre1999GE_11	octobre2011GE_154	
Process Series Avg, "D:\logiciels_VGT\Windi	avril2012GE_160	fevrier2009GE_122	juillet2006GE_91	mai2003GE_53	novembre2000GE_23	octobre2012GE_166	
Process Series Avg, "D:\logiciels_VGT\Windi	avril2013GE_172	fevrier2010GE_134	juillet2007GE_103	mai2004GE_65	novembre2001GE_35	octobre2013GE_178	
Process Series Avg, "D:\logiciels_VGT\Windi	decembre1999GE 12	fevrier2011GE 146	iuillet2008GE 115	mai2005GE 77	novembre2002GE 47	septembre1999GE 9	
Process Series Avg, "D:\logiciels_VGT\Windi	decembre2000GE 24	fevrier2012GE 158	iuillet2009GE 127		novembre2003GE 59	sentembre2000GE_21	
•	decembre2001GE 36	fevrier2013GE 170	iuillet2010GE 139	mai2007GE 101	novembre2004GE 71	centembre2001GE 33	
		Circuiter1000/CE 1		mai200/GE_101			
	decembre2002GE_48	auviertaaa.	jumerzo116E_151		novembre2005GE_83	septembre2002GE_45	
	decembre2003GE_60	Janvier2000GE_13	juillet2012GE_163	mai2009GE_125	novembre2006GE_95	septembre2003GE_57	
	decembre2004GE_72	janvier2001GE_25	juillet2013GE_175	mai2010GE_137	novembre2007GE_107	septembre2004GE_69	

5. Maximum des trois décades mensuelles avec WinDisp

Les images des maximums mensuels sont générées comme les moyennes. Les différentes étapes sont présentées ci-dessous, « Avg » est remplacé par « Max ».

I WinDisp51		
File Edit View Draw Batch Tools Pro	ocess Window Help	
🖪 😪 💱 🥔 🕹 🐁 🖦 📝 🗖	Series Max H M D A A A	
Series ▼ Images ▼ S	Images Min	
	Stats Avg	
	Header Median	
	Threshold Range	
	SEDI > Sum	
	Import Count	
	Export Stddev	
	Reproject Decloud	
	Slope	
	MaxDate	
	MinDate	
-		
WinDisp51		
File Edit View Draw Batch Tools Pro	ocess Window Help	
🛃 😪 🎧 🏭 X 📭 💼 🚿 🖻	🛛 🔍 Batch Record	
Series ▼ Images ▼ Stats	Batch file name bn_19_135la maximum decades.cmd	
	Save parameters <u>H</u> elp <u>QK</u> ancel	
	Seve parameters <u>H</u> elp <u>QK</u> <u>Cancel</u>	

 WinDisp51

 File Edit View Draw Batch Tools Process Window Help

 Image S
 Image Series Max

 Series * Images * Stats *

 File Ist of mage names

 Image to create

 Image to create





<i>∎</i> wi	inDisp51					_ 0 X		
File	Edit View Draw Bat	ch Tools Process Windo	ow Help					
F 9	🕆 😯 🚄 🕹 🖻		୬ ୟ ୟ 🕒 🖬	B + N 0 0	1 A • . •			
	Series	▼ Stats ▼ Hea	der 🗙 SEDI 🗙					
	Process Serie Max D-Nogolete VGTVWrdsp1393_2013_lsible_Windsp (Maximum 2) Wetseg 2013_extractle_gion_11_158at Meaning13_decedet_ME_urVin939ME_kuD: Vojcetec_VGTVWrdsp1393_2013_lsible_Windsp 152 							
		Play						
	aout1999ME_8	avri2011ME_148	fevrier2009ME_122	juillet2006ME_91		novembre2000ME_23		
	aout2000ME_20	avri2012ME_160	fevrier2010ME_134	JUIIIet2007ME_103	mai2004IVIE_65	novembrez001ME_35		
	aout2001ME_32	avri2013ME_172	fevrier2011ME_146	juillet2008ME_115	mai2005ME_//	novembre2002ME_47		
	aout2002ME_44	decembre1999ME_12	fevrier2012ME_158	juillet2009ME_127	mai2006ME_89	novembre2003ME_59		
	aout2003ME_56	decembre2000ME_24	Tevrier2013ME_170	Jullet2010ME_139		novembre2004ME_71		
	aout2004IVIE_08	decembre2001WE_30	Janvier1999WE_1	Juliet2011WE_151		novembre2005ME_83		
	aout2005IVIE_60	decembre2002IVIE_40	janvier2000IME_15	UIIIet2012IVE_105		novembre2000ME_95		
	aout2000WE_92	decembre2005ivic_00	janvier2001ME_23	junet2015IVIE_175		novembre2007Mc_107		
		decembre2004IVIE_72	janvier2002ME_37	juin1999IVIE_0	mai2011WE_145	novembre2008ME_119		
	aout2008WE_110	decembre2005WE_04	Janvier2005IVIE_49			Novembre2009WE_151		
	aout2009IVIE_128	decembre2000IVIE_90	janvier2004IVIE_01	JUIN2001IVIE_30		novembrezuluwe_143		
	aout2010ME_140	decembre2007ME_108	janvier2005ME_73	JUIN2002IME_42		novembre2011ME_155		
	aout2011ME_152	decembre2008IVIE_120	Janvier2000ME_85	Juin2003ME_54	mars2000IVIE_15	novembrezulziviE_167		
	aout2012IVIE_104	decembre2009IVIE_132	Janvier2007ME_97	JUIN2004IVIE_00		hovembre2013WE_179		
	aout2013ME_1/6	decembre2010ME_144	janvier2008IME_109	JUIN2005IME_78		Octobre1999ME_10		
	avri1999ME_4	decembre2011ME_156	janvier2009ME_121	Juin2006ME_90	mars2003ME_51	octobre2000ME_22		
	avril2000ME_16	decembre2012ME_168	janvier2010ME_133	juin200/ME_102	mars2004ME_63	octobre2001ME_34		
	avril2001ME_28	fevrier1999ME_2	janvier2011ME_145	juin2008ME_114	mars2005ME_75	octobre2002ME_46		
	avril2002ME_40	fevrier2000ME_14	janvier2012ME_157	juin2009ME_126	mars2006ME_87	octobre2003ME_58		
	avril2003ME_52	fevrier2001ME_26	janvier2013ME_169	juin2010ME_138	mars200/ME_99	octobre2004ME_/0		
	avril2004ME_64	tevrier2002ME_38	juillet1999ME_7	juin2011ME_150	mars2008ME_111	octobre2005ME_82		
	avril2005ME_76	tevrier2003ME_50	juillet2000ME_19	juin2012ME_162	mars2009ME_123	octobre2006ME_94		
	avril2006ME_88	tevrier2004ME_62	juillet2001ME_31	juin2013ME_174	mars2010ME_135	octobre2007ME_106		
	avril2007ME_100	fevrier2005ME_74	juillet2002ME_43	mai1999ME_5	mars2011ME_147	octobre2008ME_118		
	avril2008ME_112	tevrier2006ME_86	juillet2003ME_55	mai2000ME_17	mars2012ME_159	octobre2009ME_130		
	avril2009ME_124	fevrier2007ME_98	juillet2004ME_67	mai2001ME_29	mars2013ME_171	octobre2010ME_142		
	avril2010ME_136	fevrier2008ME_110	juillet2005ME_79	mai2002ME_41	novembre1999ME_11	octobre2011ME_154		

Les images des maximums pour la grande emprise sont générées de façon similaire. Elles sont coupées avec CROP_VGT sur la zone d'emprise : de 21° nord à 10° nord et de 18° ouest à 20° est.

Ensuite, elles sont traitées sous WinDisp en remplaçant dans les traitements « ME » par « GE » pour « Grande Emprise » et en modifiant les noms des dossiers en entrée et sortie.

maximum3decades - Bloc-notes								
Fichier Edition Format Affichage ?								
Process Series Max, "D:\logiciels_VG	T\Windisp\1	999_2013_lisib	le_windisp(GE)1999_201	3_extract18_20]on_	21_10]at\Maximum_	3_decades_GE)octobr	e200(GE)lst, D:\logic	iels_VGT\Wi 🔺
Process Series Max, "D:\logiciels_VG	T\Windisp\1	999_2013_1151b	le_Windisp\GE1999_201	3_extract18_201on_ 3_extract18_201on	21_101at\Maximum_ 21_101at\Maximum	3_decades_GE\novemb	re2009GE.lst, D:\logi	ciels_VGT\W
Process Series Max, "D:\logiciels_VG	T\Windis	333 2013 11310	re windisb(de1999 201		21 TOTAL MAXIMUM	s decades de decemb	1220030F. 131. D. (1001	
Process Series Max, "D:\logiciels_VG	T\Windislicie	ls_VGT ► Windisp	 1999_2013_lisible_Windisp 	 GE1999_2013_extract18 	_20Ion_21_10Iat (Maxi	imun_3_decades_GE 🔵		▼ Fee
Process Series Max, "D:\logiciels_VG	T\Windis							
Process Series Max, D:\logiciels_VG	T\Windis [Partager avec	Nouveau dossier					88 -
Process Series Max, "D:\logiciels_VG	T\Windis	unuger uvec .	Nouveau dossier					
Process Series Max, "D:\logiciels_VG	T\Windis		C ====12011/CE 148	C 4			C	D + +++++2012/05 166
Process Series Max, D:\logiciels_VG	T\Windis		aviii20110E_140	16VII6120030L_122			Indvernbrez0000E_25	0000000201200_100
Process Series Max, "D:\logiciels_VG	T\Windis	aout2000GE_20	avril2012GE_160	<pre>fevrier2010GE_134</pre>	juillet2007GE_103	mai2004GE_65	novembre2001GE_35	octobre2013GE_178
Process Series Max, "D:\logiciels_VG	T\Windis	aout2001GE 32	avril2013GE 172	fevrier2011GE 146	iuillet2008GE 115	mai2005GE 77	novembre2002GE 47	septembre1999GE 9
Process Series Max, "D:\logiciels_VG	T\Windis							
Process Series Max, "D:\logiciels_VG	T\Windis	aout2002GE_44	decembre1999GE_12	fevrier2012GE_158	juillet2009GE_127	mai2006GE_89	novembre2003GE_59	septembre2000GE_21
Process Series Max, "D:\logiciels_VG	T\Windis	aout2003GE_56	decembre2000GE_24	fevrier2013GE_170	juillet2010GE_139	mai2007GE_101	novembre2004GE_71	septembre2001GE_33
Process Series Max, "D:\logiciels_VG	T\Windis	aout2004GE 68	decembre2001 GE 36	ianvier1000GE 1	iuillet2011GE 151	mai2008GE 113	novembre2005GE 83	centembre2002GE 45
Process Series Max, "D:\logiciels_VG	T\Windis	00	uecembrez00102_50	Janvier15550c_1	Jumet20110C_151	11111200002_115	HOVENDIE2005GE_05	septembrez0020c_45
Process Series Max, "D:\logiciels_VG	T\Windis	aout2005GE_80	decembre2002GE_48	janvier2000GE_13	juillet2012GE_163	mai2009GE_125	novembre2006GE_95	septembre2003GE_57
Process Series Max, D:\logiciels_VG	T\Windis	aout2006GE 92	decembre2003GE 60	ianvier2001GE 25	iuillet2013GE 175	mai2010GE 137	novembre2007GE 107	septembre2004GE 69
Process Series Max, "D:\logiciels_VG	T\Windis	-	-	D: : 000005.07			-	
Process Series Max, "D:\logiciels_VG	T\Windis	aout200/GE_104	decembre2004GE_72	Janvier2002GE_37]niutaaa.ge_o		novembre2008GE_119	septembre2005GE_81
Process Series Max, D:\logiciels_VG	T\Windis	aout2008GE_116	decembre2005GE_84	janvier2003GE_49	juin2000GE_18	mai2012GE_161	novembre2009GE_131	septembre2006GE_93
Process Series Max, "D:\logiciels_VG	T\Windis	aout2009GE 128	decembre2006GE 96	ianvier2004GE 61	iuin2001 GE 30	mai2013GE 173	novembre2010GE 143	sentembre2007GE 105
Process Series Max, "D:\logiciels_VG	T\Windis							
Process Series Max, "D:\logiciels_VG	T\Windis	aout2010GE_140	decembre200/GE_108	janvier2005GE_/3	juin2002GE_42	mars1999GE_3	novembre2011GE_155	septembre2008GE_117
Process Series Max, "D:\logiciels_VG	T\Windis	aout2011GE_152	decembre2008GE_120	janvier2006GE_85	juin2003GE_54	mars2000GE_15	novembre2012GE_167	septembre2009GE_129
Process Series Max, "D:\logiciels_VG	T\Windis	aout2012GE 164	decembre2000GE 132	ianvier2007GE 07		marc2001 GE 27		centembre2010GE 141
Process Series Max, "D:\logiciels_VG	T\Windis		decembre20090E_132	Janvier2007.Ge_97	Juin20040E_00	mars20010E_2/	HOVEHIDIE2013GE_179	septemblezorode_141
Process Series Max, "D:\logiciels_VG	T\Windis	aout2013GE_176	decembre2010GE_144	janvier2008GE_109	juin2005GE_78	mars2002GE_39	octobre1999GE_10	septembre2011GE_153
Process Series Max, "D:\logiciels_VG	T\Windis	avril1999GE 4	decembre2011GE 156	ianvier2009GE 121	iuin2006GE 90	mars2003GE 51	octobre2000GE 22	septembre2012GE 165
Process Series Max, D:\logiciels_VG	T\Windis			Discusion2010/05 122	Disci-2007CE 102			Devetersher 2012/05 177
Process Series Max, "D:\logiciels_VG	T\Windis	aviii20000E_10	decembre20120E_108	Janviei201006_135	Juin20070E_102	Inais2004GE_03	0000010200102_34	septembrezo150E_1//
Process Series Max, "D:\logiciels_VG	T\Windis	avril2001GE_28	fevrier1999GE_2	janvier2011GE_145	juin2008GE_114	mars2005GE_75	octobre2002GE_46	🔁 listes_decades_GE
Process Series Max, "D:\logiciels_VG	T\Windis	avril2002GE 40	fevrier2000GE 14	ianvier2012GE 157	iuin2009GE 126	mars2006GE 87	octobre2003GE 58	aout1999GE
Process Series Max, "D:\logiciels_VG	T\Windis		fourier2001 GE_26		:	marc2007GE 00	C actobro2004GE 70	aut2000GE
Process Series Max, D:\logiciels_VG	T\Windis		Tevilei2001GL_20		Juin20100L_130	Inaisz0070E_99	OCTODIE2004GE_70	abdt20000E
Process Series Max, "D:\logiciels_VG	T\Windis	avril2004GE_64	fevrier2002GE_38	juillet1999GE_7	juin2011GE_150	mars2008GE_111	octobre2005GE_82	aout2001GE
Process Series Max, "D:\logiciels_VG Process Series Max, "D:\logiciels_VG	T\Windis T\Windis	avril2005GE_76	fevrier2003GE_50	juillet2000GE_19	juin2012GE_162	mars2009GE_123	octobre2006GE_94	aout2002GE
Process Series Max, "D:\logiciels_VG	T∖Windis	avril2006GE_88	fevrier2004GE_62	juillet2001GE_31	juin2013GE_174	mars2010GE_135	octobre2007GE_106	aout2003GE
۱ ۲			fevrier2005GE_74	juillet2002GE_43			octobre2008GE_118	aout2004GE
		avril2008GE 112	fevrier2006GE 86	iuillet2003GE 55		mars2012GE 159	octobre2009GE 130	aout2005GE
		avril2009GE 124	fevrier2007GE 98	iuillet2004GE 67	mai2001GE 29	mars2013GE 171	octobre2010GE 142	aout2006GE
			C famile 2009 CE 110					B
		avrii2010GE_136	tevrier2008GE_110	juillet2005GE_/9	mai2002GE_41	novembre1999GE_11	octobrez011GE_154	aout2007GE

6. Conversion des images en 8 bits avec WinDisp

Une macro est réalisée pour automatiser cette tâche. Pour ce faire, cliquer sur « Batch » puis sur « Record ».

F WinDisp51	
File Edit View Draw Batch Tools Process	Window Help
🛐 😽 😯 🧉 🐰 🛛 Record	
Series V Ima Play	Header SEDI
Debug	
Stop	
Edit	
Variable 🕨	
lf →	
For +	
Label >	
Pause	
Build List	

Attribuer un nom à la macro, par exemple « convertbit », garder l'extension « .cmd » et sélectionner son emplacement en cliquant sur ... puis cliquer OK. A partir de ce clic, toutes les manipulations effectuées sont enregistrées dans le fichier « convertbit.cmd ».

Les manipulations consistent à convertir en 8 bits les images mensuelles des moyennes des trois décades de chaque zone d'étude.



Sélectionner « Process », puis « Export » et « Binary Image ».



Sélectionner la première image soit l'image « janvier1999ME_1 » dans « IDA image to convert » et renseigner le nom de l'image 8 bits à créer dans le champ « Raw 8-bit image to create ».

1	WinDisp51		
16	ile Edit View Draw Batch Tools Proc	ss Window Help	
	🖸 😽 😯 🗀 🕹 🕹 🖬 💼 📝 🗵	Process Export Binary Image	
	<u>S</u> eries ▼ Images ▼ S <u>t</u> ats ▼	IDA image to export ne_3_decades_ME\janvier1999ME_1	
		Raw 8-bit image to create decades_ME\janvier1999ME8bits_1	
		Save parameters Help OK Cancel	
E			
		Save parameters <u>H</u> elp <u>QK</u> Cancel	

La commande enregistrée est affichée ci-dessous.

Convertbit - Bloc-notes	
Fichier Edition Format Affichage ?	
Process Export Binary Image, "D:\logiciels_VGT\Windisp\1 	999_2013_1isible_windisp\ME1999_2013_extract18_91on_19_1351at\Moyenne_3_ +
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	• • • • • • • • • • • • • • • • • • •
	Ln 2, Col 1

Comme précédemment, le fichier de commandes est modifié pour appliquer le traitement sur les 180 images des moyennes mensuelles et les 180 images des maximums mensuels de chaque région d'intérêt. Il est possible de tout réunir dans le même fichier pour qu'un seul « Batch » effectue la conversion des 720 images cependant, il est nécessaire d'être très rigoureux sur le nom des fichiers en entrée et sortie.

Process Export Binary Image, "Dilogicies VGTWindsph1999, 2013, Jabbe, WindsphE1999, 2013, extract18, 90n, 19, 135lat/Moyeme, 3, decades, MEljanviar1999ME, 1, Dilogicies, VGTWindsph1999, 2013, extract18, 90n, 19, 135lat/Moyeme, 3, decades, MEljanviar1999ME, 2, Dilogicies, VGTWindsph1999, 2013, jabbe, WindsphE1999, 2013, extract18, 90n, 19, 135lat/Moyeme, 3, decades, MEljanviar1999ME, 2, Dilogicies, VGTWindsph1999, 2013, jabbe, WindsphE1999, 2013, extract18, 90n, 19, 135lat/Moyeme, 3, decades, MEljanviar1999ME, 2, Dilogicies, VGTWindsph1999, 2013, jabbe, WindsphE1999, 2013, extract18, 90n, 19, 135lat/Moyeme, 3, decades, MEljanviar1999ME, 2, Dilogicies, VGTWindsph1999, 2013, jabbe, WindsphE199, 2013, jabbe, Windsp
Process Export Enary Image, "D'logicies: VolTWindigh1999 2013, sible. WindightE1999 2013 extract18 8/on.191 33datMoyenne 3 decades, MElawi11999MLE 4, D'logicies: VolTWindigh1999 2013 extract18 8/on.191 33datMoyenne 3 decades, MElawi11999MLE80is, 4
Process Export inmary image, Druggenes (vol hvindos)(1992) 2013 [stole vihinos)phile 1992 201
Process Export Binary Image, "D:logiciels, VGTWindsp11999_2013, lisble, WindispME1999_2013, extract18, 90n, 19, 135lattMoyenne 3, decades, MEljulie11999ME 7, D:logiciels, VGTWindisp11999_2013, lisble, WindispME1999_2013, extract18, 90n, 19, 135lattMoyenne 3, decades, MEljulie11999ME3bits, 7'
Process Export Binary Image, "D:logiciels_VGTWindispl1999_2013_lisble_WindisplME1999_2013_extract18_9lon_19_135lat\Moyenne_3_decades_MElaout1999ME_8, D:logiciels_VGTWindisp11999_2013_lisible_WindisplME1999_2013_extract18_9lon_19_135lat\Moyenne_3_decades_MElaout1999ME_8, D:logiciels_VGTWindisp11999_2013_lisible_WindisplME1999_2013_extract18_9lon_19_135lat\Moyenne_3_decades_MElaout1999ME_8, D:logiciels_VGTWindisp11999_2013_extract18_9lon_19_135lat\Moyenne_3_decades_MElaout1999ME_8, D:logiciels_VGTWindisp1199_2013_extract18_9lon_19_135lat\Moyenne_3_decades_MElaout1999ME_8, D:logiciels_VGTWindisp1199_2013_extract18_9lon_19_135lat\Moyenne_3_decades_MElaout1999ME_8, D:logiciels_VGTWindisp1199_135lat\Moyenne_3_decades_MElaout1999ME_8, D:logiciels_VGTWindisp1199_135lat\Moyenne_3_decades_MElaout1999ME_8, D:logiciels_VGTWindisp1199_135lat\Moyenne_3_decades_MElaout1999ME_8, D:logiciels_VGTWindisp1199_135lat\Moyenne_3_decades_ME
Process Export Binary Image, "D:logiciels_VGTWindisp11999_2013_lisble_WindispIME1999_2013_extract18_9lon_19_135lat(Moyenne_3_decades_MElseptembre1999ME8bits_9"
Process Export Binary Image, "D:logiciels_VGT\Windisp\1999_2013_lisble_Windisp\1999_2013_extract18_9lon_19_135lat\Moyenne_3_decades_MEloctobre1999ME_10, D:logiciels_VGT\Windisp\1999_2013_lisble_Windisp\1999_2013_extract18_9lon_19_135lat\Moyenne_3_decades_MEloctobre1999ME8bits_10*
Process Export Binary Image, "D:logiciels_VGTWindisp1999_2013_lisble_Windisp1ME199_2013_lisble_Windisp1ME1999_2013_lisble_Windisp1ME1999_2013_lisble_Windisp1ME1999_2013_lisble_Windisp1ME1999_2013_lisble_Windisp1ME1999_2013_lisble_Windisp1ME1999_2013_lisble_Windisp1ME1999_2013_lisble_Windisp1ME1999_2013_lisble_Windisp1ME1999_2013_lisble_Windisp1ME1999
Process Export Binary Image, "D:logiciels_VGTWindisp11999_2013_lisible_Windisp16E1999_lisible_Windisp16E1999_2013_lisible_Windisp16E1999_2013_lisible_Windisp16E1999_lisible_Windisp16E199_lisible_Windisp16E199_lisible_Windisp16E1999_lisible_Windisp16E1999_lisible_Windisp16E1990_lisible_Windisp16E1990_lisible_Windisp16E1990_lisible_Windisp16E1990_lisible_Windisp16E1990_lisible_Windisp16E1990_lisible_Windisp16E1990_lisible_Windisp16E1990_lisible_Windisp16E1990_lisible_Windisp16E1990_lisible_Windisp16E1990_lisible_Windisp16E1990_lisible_Windisp16E1990_lisible_
Process Export Binary Image, TD:logiciels_VGTWindisp1999_2013_eixtract18_20Ion_21_10lat(Maximum_3_decades_GE\septembre2012GE_165, D:logiciels_VGTWindisp1999_2013_lisble_Windisp16E1999_2013_extract18_20Ion_21_10lat(Maximum_3_decades_GE\septembre2012GE8bits_165"
Process Export Binary Image, "D:logiciels_VGTWindisp1999_2013_lisible_Windisp16E1999_2013_extract18_20lon_21_10at/Maximum_3_decades_GEloctobre2012GE_166, D:logiciels_VGTWindisp1999_2013_lisible_Windisp1999_2013_extract18_20lon_21_10lat/Maximum_3_decades_GEloctobre2012GE8bits_166
Process Export Binary Image, "D:logiciels_VGTWindisp11999_2013_isible_Windisp16E1990_isible_Windisp16E1990_isibl
Process Export Binary Image, "D:logiciels_VGTWindisp11999_2013_isible_Windisp16E1990_isible_Windisp16E1990_isibl
Process Export Binary Image, "D:llogiciels_VGTWindisp1999_2013_lisble_Windisp1GE1999_2013_extract18_20Ion_21_10lat/Maximum_3_decades_GEljanvier2013GE8blts_169"
Process Export Binary Image, "D:logiciels_VGTWindisp10999_2013_lisible_Windisp16E1999_2013_extract18_201on_21_10lat(Maximum_3_decades_GEl/evrier2013GE2_170, D:logiciels_VGTWindisp1999_2013_lisible_Windisp16E1999_2013_extract18_201on_21_10lat(Maximum_3_decades_GEl/evrier2013GE8bits_170"
Process Export Binary Image, "D:logiciels_VGTWindisp1999_2013_lisible_Windisp16E1999_2013_extract18_20ion_21_10lat/Maximum_3_decades_GEImars2013GE_171, D:logiciels_VGTWindisp1999_2013_lisible_Windisp16E1999_2013_extract18_20ion_21_10lat/Maximum_3_decades_GEImars2013GE8bits_171*
Process Export Binary Image, "D:llogiciels_VGTWindisp11999_2013_lisble_Windisp1GE1999_2013_extract18_20Ion_21_10lat(Maximum_3_decades_GElavril2013GE_172, D:logiciels_VGTWindisp11999_2013_lisble_Windisp1GE1999_2013_extract18_20Ion_21_10lat(Maximum_3_decades_GElavril2013GE_172, D:logiciels_VGTWindisp11999_2013_lisble_Windisp1GE1999_2013_extract18_20Ion_21_10lat(Maximum_3_decades_GElavril2013GE_172, D:logiciels_VGTWindisp11999_2013_lisble_Windisp1GE1999_2013_extract18_20Ion_21_10lat(Maximum_3_decades_GElavril2013GE_172, D:logiciels_VGTWindisp11999_2013_lisble_Windisp1GE1999_2013_extract18_20Ion_21_10lat(Maximum_3_decades_GElavril2013GE_172, D:logiciels_VGTWindisp11999_2013_lisble_Windisp1GE1999_1013_extract18_20Ion_21_10lat(Maximum_3_decades_GElavril2013GE_172, D:logiciels_VGTWindisp11999_2013_lisble_Windisp1GE1999_1013_extract18_20Ion_21_10lat(Maximum_3_decades_GElavril2013GE_172, D:logiciels_VGTWindisp11999_2013_extract18_20Ion_21_10lat(Maximum_3_decades_GElavril2013GE_172, D:logiciels_VGTWindisp11999_2013_extract18_20Ion_21_10lat(Maximum_3_decades_GElavril2013GE_172, D:logiciels_VGTWindisp11999_2013_extract18_20Ion_21_10lat(Maximum_3_decades_GElavril2013GE_172, D:logiciels_VGTWindisp11999_2013_extract18_20Ion_21_10lat(Maximum_3_decades_GElavril2013GE_172, D:logiciels_VGTWindisp11999_2013_extract18_20Ion_21_10lat(Maximum_3_decades_GElavril2013GE_172, D:logiciels_VGTWindisp11999_2013_extract18_20Ion_21_10lat(Maximum_3_decades_GElavril2013GE_172, D:logiciels_VGTWindisp11999_2013_extract18_20Ion_21_10lat(Maximum_3_decades_GElavril2013GE_172, D:logiciels_VGTWindisp1199_2013_extract18_20Ion_21_10lat(Maximum_3_decades_GElavril2013GE_172, D:logiciels_VGTWindisp1199_2013_extract18_20Ion_21_10lat(Maximum_3_decades_GElavril2013GE_172, D:logiciels_VGTWindisp1199_2013_extract18_20Ion_21_10lat(Maximum_3_decades_GElavril2013GE_172, D:logiciels_VGTWindisp1199_180, D:logiciels_VGTWindisp1199_180, D:logiciels_VGTWindisp1199_180, D:logiciels_VGTWindisp1199_180, D:logiciels_VGTWindisp1199_180, D:logiciels_VGTWindisp1199_180, D:log
Process Export Binary Image, "D:\logiciels_VGT\Windisp11999_2013_lisible_Windisp1GE1990_2013_lisible_Windisp1GE1990_2013_lisible_Windisp1GE1990_2013_lisible_Windisp1GE1990_lisible_Windisp1GE1990_2013_lisible_Windisp1GE1990_201
Process Export Binary Image, "D:logiciels_VGTWindisp1999_2013_lisible_Windisp16E1990_lisible_Windisp16E1990_lisible_Windisp16E1990_lisible_Windisp16E1990_lisible_Windisp16E1990_lisible_Windisp16E1990_lisible_Windisp16E1990_lis
Process Export Binary Image, "D:llogiciels_VGTWindisp1999_2013_lisble_Windisp16E1999_2013_extract18_20Ion_21_01at(Maximum_3_decades_GE)uillet/2013GE_175, D:llogiciels_VGTWindisp1999_2013_lisble_Windisp16E1999_2013_extract18_20Ion_21_01at(Maximum_3_decades_GE)uillet/2013GE_175, D:llogiciels_VGTWindisp1999_2013_lisble_Windisp16E1999_2013_extract18_20Ion_21_01at(Maximum_3_decades_GE)uillet/2013GE_175, D:llogiciels_VGTWindisp1999_2013_extract18_20Ion_21_01at(Maximum_3_decades_GE)uillet/2013GE_175, D:llogiciels_VGTWindisp1999_2013_lisble_Windisp16E1999_2013_extract18_20Ion_21_01at(Maximum_3_decades_GE)uillet/2013GE_175, D:llogiciels_VGTWindisp1999_2013_lisble_Windisp16E1999_2013_extract18_20Ion_21_01at(Maximum_3_decades_GE)uillet/2013GE_175, D:llogiciels_VGTWindisp16E1999_2013_extract18_20Ion_21_01at(Maximum_3_decades_GE)uillet/2013GE_175, D:llogiciels_VGTWindisp16E1999_2013_lisble_Windisp16E1999_2013_extract18_20Ion_21_01at(Maximum_3_decades_GE)uillet/2013GE_175, D:llogiciels_VGTWindisp16E1999_2013_lisble_Windisp16E1999_2013_extract18_20Ion_21_01at(Maximum_3_decades_GE)uillet/2013GE_175, D:llogiciels_VGTWindisp16E1999_2013_extract18_20Ion_21_01at(Maximum_3_decades_GE)uillet/2013GE_175, D:llogiciels_VGTWindisp16E1999_2013_lisble_Windisp16E1999_2013_extract18_20Ion_21_01at(Maximum_3_decades_GE)uillet/2013GE_175, D:llogiciels_VGTWindisp16E199_2013_extract18_20Ion_21_01at(Maximum_3_decades_GE)uillet/2013GE_175, D:llogiciels_VGTWindisp16E199_2013_extract18_20Ion_21_01at(Maximum_3_decades_GE)uillet/2013GE_175, D:llogiciels_VGTWindisp16E199_2013_extract18_20Ion_21_01at(Maximum_3_decades_GE)uillet/2013GE_175, D:llogiciels_VGTWindisp16E199_2013_extract18_20Ion_21_01at(Maximum_3_decades_GE)uillet/2013GE_175, D:llogiciels_VGTWindisp16E199_2013_extract18_20Ion_21_01at(Maximum_3_decades_GE)uillet
Process Export Binary Image, "D:logiciels_VGT\Windisp11999_2013_lisible_Windisp16E1999_2013_extract18_20ion_21_10lat\Maximum_3_decades_GElaout2013GE_176, D:logiciels_VGT\Windisp11999_2013_lisible_Windisp16E1999_2013_extract18_20ion_21_10lat\Maximum_3_decades_GElaout2013GE_176
Process Export Binary Image, "D:logiciels_VGT\WindisplGE1999_2013_isible_WindisplGE1999_2013_extract18_20ion_21_10lat(Maximum_3_decades_GE)septembre2013GE_177, D:logiciels_VGT\Windispl1999_2013_isible_WindisplGE1999_2013_extract18_20ion_21_10lat(Maximum_3_decades_GE)septembre2013GE8bits_177*
Process Export Binary Image, TD:llogiciels_VGTWindisp1999_2013_lisble_Windisp1GE1999_2013_extract18_20lon_21_01attMaximum_3_decades_GEloctobre2013GE5bits_178*
Process Export Binary Image, TD:llogiciels_VGTWindisp11999_2013_lisble_Windisp1GE1999_2013_extract18_20Ion_21_10lat(Maximum_3_decades_GEnovembre2013GE2179, D:logiciels_VGTWindisp11999_2013_lisble_Windisp1GE1999_2013_extract18_20Ion_21_10lat(Maximum_3_decades_GEnovembre2013GE2)
Process Export Binary Image, "D:logiciels_VGT\Windisp11999_2013_isible_Windisp16E1999_2013_extract18_20ion_21_10lat\Maximum_3_decades_GEldecembre2013GE_180, D:logiciels_VGT\Windisp11999_2013_isible_Windisp1GE1999_2013_extract18_20ion_21_10lat\Maximum_3_decades_GEldecembre2013GE8bits_180"

Le batch peut être ensuite lancé en sélectionnant le fichier « convertbit.cmd » modifié.

🖑 WinDisp51	
File Edit View Draw Batch Tools Process	Window Help
🛐 😪 🎲 🧉 🐰 Record	Q (?) Q Q ● 🔤 + // ♡ □ A • ■ •
Series 🔻 Ima Play	Header 🕶 SEDI 🕶
Debug	
Stop	
Edit	
Variable 🕨	
H +	
For +	
Label +	
Pause	
Build List	





els_VGT → Windisp → 1999_201	3_lisible_Windisp + GE1999_2013	_extract18_20lon_21_10lat Moy	renne_3_decades_GE		• 4 Rechercher ;
Partager avec 👻 Nouveau d	lossier				· · · · ·
decembre2013GE8bits_180	juin2011GE8bits_150	avril2009GE8bits_124	janvier2007GE8bits_97	mars2005GE8bits_75	avril2002GE8bits_40
novembre2013GE8bits_179	mai2011GE8bits_149	decembre2008GE8bits_120	juin2007GE8bits_102	novembre2004GE8bits_71	juillet2002GE8bits_43
ctobre2013GE8bits_178	novembre2011GE8bits_155	fevrier2009GE8bits_122	mai2007GE8bits_101	aout2004GE8bits_68	juin2002GE8bits_42
aout2013GE8bits_176	octobre2011GE8bits_154	janvier2009GE8bits_121	mars2007GE8bits_99	avril2004GE8bits_64	mai2002GE8bits_41
avril2013GE8bits_172	septembre2011GE8bits_153	juin2009GE8bits_126	novembre2006GE8bits_95	juillet2004GE8bits_67	octobre2002GE8bits_46
juillet2013GE8bits_175	avril2011GE8bits_148	mai2009GE8bits_125	octobre2006GE8bits_94	juin2004GE8bits_66	septembre2002GE8bits_45
juin2013GE8bits_174	decembre2010GE8bits_144	mars2009GE8bits_123	aout2006GE8bits_92	mai2004GE8bits_65	decembre2001GE8bits_36
mai2013GE8bits_173	fevrier2011GE8bits_146	novembre2008GE8bits_119	avril2006GE8bits_88	octobre2004GE8bits_70	fevrier2002GE8bits_38
mars2013GE8bits_171	janvier2011GE8bits_145	aout2008GE8bits_116	juillet2006GE8bits_91	septembre2004GE8bits_69	janvier2002GE8bits_37
septembre2013GE8bits_177	mars2011GE8bits_147	avril2008GE8bits_112	juin2006GE8bits_90	aout2003GE8bits_56	mars2002GE8bits_39
aout2012GE8bits_164	novembre2010GE8bits_143	fevrier2008GE8bits_110	mai2006GE8bits_89	decembre2003GE8bits_60	novembre2001GE8bits_35
decembre2012GE8bits_168	octobre2010GE8bits_142	juillet2008GE8bits_115	mars2006GE8bits_87	fevrier2004GE8bits_62	octobre2001GE8bits_34
fevrier2013GE8bits_170	aout2010GE8bits_140	juin2008GE8bits_114	septembre2006GE8bits_93	janvier2004 GE8 bits_61	septembre2001GE8bits_33
janvier2013GE8bits_169	avril2010GE8bits_136	mai2008GE8bits_113	aout2005GE8bits_80	mars2004GE8bits_63	aout2001GE8bits_32
novembre2012GE8bits_167	fevrier2010GE8bits_134	mars2008GE8bits_111	decembre2005GE8bits_84	novembre2003GE8bits_59	avril2001 GE8 bits_28
ctobre2012GE8bits_166	juillet2010GE8bits_139	octobre2008GE8bits_118	fevrier2006GE8bits_86	octobre2003GE8bits_58	fevrier2001 GE8 bits_26
septembre2012GE8bits_165	juin2010GE8bits_138	septembre2008GE8bits_117	janvier2006GE8bits_85	septembre2003GE8bits_57	juillet2001 GE8 bits_31
avril2012GE8bits_160	mai2010GE8bits_137	aout2007GE8bits_104	juillet2005GE8bits_79	avril2003GE8bits_52	juin2001GE8bits_30
fevrier2012GE8bits_158	mars2010GE8bits_135	decembre2007GE8bits_108	novembre2005GE8bits_83	decembre2002GE8bits_48	mai2001GE8bits_29
janvier2012GE8bits_157	septembre2010GE8bits_141	janvier2008GE8bits_109	octobre2005GE8bits_82	fevrier2003GE8bits_50	mars2001GE8bits_27
juillet2012GE8bits_163	aout2009GE8bits_128	juillet2007GE8bits_103	septembre2005GE8bits_81	janvier2003GE8bits_49	aout2000GE8bits_20
juin2012GE8bits_162	decembre2009GE8bits_132	novembre2007GE8bits_107	avril2005GE8bits_76	juillet2003GE8bits_55	decembre2000GE8bits_24
mai2012GE8bits_161	janvier2010GE8bits_133	octobre2007GE8bits_106	decembre2004GE8bits_72	juin2003GE8bits_54	janvier2001GE8bits_25
mars2012GE8bits_159	juillet2009GE8bits_127	septembre2007GE8bits_105	fevrier2005GE8bits_74	mai2003GE8bits_53	juillet2000GE8bits_19
aout2011GE8bits_152	novembre2009GE8bits_131	avril2007GE8bits_100	janvier2005GE8bits_73	mars2003GE8bits_51	novembre2000GE8bits_23
decembre2011GE8bits_156	octobre2009GE8bits_130	decembre2006GE8bits_96	juin2005GE8bits_78	novembre2002GE8bits_47	octobre2000GE8bits_22
juillet2011GE8bits_151	septembre2009GE8bits_129	fevrier2007GE8bits_98	mai2005GE8bits_77	aout2002GE8bits_44	septembre2000GE8bits_21

s_VGT > Windisp > 1999_2013_lisible_Windisp > GE1999_2013_extract18_20Ion_21_10Ia(> Maximum_3_decades_GE - 47 Rechercher A						
Partager avec 👻 Nouveau d	lossier				18 • 🗍 🔞	
decembre2013GE8bits_180	ctobre2011GE8bits_154	ctobre2009GE8bits_130	septembre2007GE8bits_105	decembre2004GE8bits_72	novembre2002GE8bits_47	
aout2013GE8bits_176	septembre2011GE8bits_153	septembre2009GE8bits_129	aout2006GE8bits_92	janvier2005GE8bits_73	octobre2002GE8bits_46	
avril2013GE8bits_172	avril2011GE8bits_148	aout2008GE8bits_116	decembre2006GE8bits_96	juillet2004GE8bits_67	septembre2002GE8bits_45	
fevrier2013GE8bits_170	decembre2010GE8bits_144	avril2009GE8bits_124	fevrier2007GE8bits_98	juin2004GE8bits_66	avril2002GE8bits_40	
juillet2013GE8bits_175	fevrier2011GE8bits_146	decembre2008GE8bits_120	janvier2007GE8bits_97	novembre2004GE8bits_71	decembre2001GE8bits_36	
juin2013GE8bits_174	janvier2011GE8bits_145	fevrier2009GE8bits_122	juillet2006GE8bits_91	ctobre2004GE8bits_70	fevrier2002GE8bits_38	
mai2013GE8bits_173	juillet2011GE8bits_151	janvier2009GE8bits_121	novembre2006GE8bits_95	septembre2004GE8bits_69	janvier2002GE8bits_37	
mars2013GE8bits_171	juin2011GE8bits_150	mars2009GE8bits_123	octobre2006GE8bits_94	avril2004GE8bits_64	juin2002GE8bits_42	
novembre2013GE8bits_179	mai2011GE8bits_149	novembre2008GE8bits_119	septembre2006GE8bits_93	decembre2003GE8bits_60	mai2002GE8bits_41	
octobre2013GE8bits_178	mars2011GE8bits_147	octobre2008GE8bits_118	avril2006GE8bits_88	fevrier2004GE8bits_62	mars2002GE8bits_39	
septembre2013GE8bits_177	novembre2010GE8bits_143	septembre2008GE8bits_117	decembre2005GE8bits_84	janvier2004GE8bits_61	novembre2001GE8bits_35	
aout2012GE8bits_164	aout2010GE8bits_140	avril2008GE8bits_112	fevrier2006GE8bits_86	mai2004GE8bits_65	aout2001GE8bits_32	
decembre2012GE8bits_168	avril2010GE8bits_136	decembre2007GE8bits_108	janvier2006GE8bits_85	mars2004GE8bits_63	avril2001 GE8 bits_28	
janvier2013GE8bits_169	fevrier2010GE8bits_134	fevrier2008GE8bits_110	juin2006GE8bits_90	novembre2003GE8bits_59	juillet2001GE8bits_31	
juillet2012GE8bits_163	janvier2010GE8bits_133	janvier2008GE8bits_109	mai2006GE8bits_89	octobre2003GE8bits_58	juin2001GE8bits_30	
juin2012GE8bits_162	juillet2010GE8bits_139	juillet2008GE8bits_115	mars2006GE8bits_87	aout2003GE8bits_56	mai2001GE8bits_29	
mai2012GE8bits_161	juin2010GE8bits_138	juin2008GE8bits_114	novembre2005GE8bits_83	avril2003GE8bits_52	mars2001 GE8 bits_27	
novembre2012GE8bits_167	mai2010GE8bits_137	mai2008GE8bits_113	aout2005GE8bits_80	juillet2003GE8bits_55	ctobre2001GE8bits_34	
ctobre2012GE8bits_166	mars2010GE8bits_135	mars2008GE8bits_111	avril2005GE8bits_76	juin2003GE8bits_54	septembre2001GE8bits_33	
septembre2012GE8bits_165	octobre2010GE8bits_142	aout2007GE8bits_104	fevrier2005GE8bits_74	mai2003GE8bits_53	aout2000GE8bits_20	
aout2011GE8bits_152	septembre2010GE8bits_141	avril2007GE8bits_100	juillet2005GE8bits_79	mars2003GE8bits_51	decembre2000GE8bits_24	
avril2012GE8bits_160	aout2009GE8bits_128	juillet2007GE8bits_103	juin2005GE8bits_78	septembre2003GE8bits_57	fevrier2001GE8bits_26	
decembre2011GE8bits_156	decembre2009GE8bits_132	juin2007GE8bits_102	mai2005GE8bits_77	aout2002GE8bits_44	janvier2001GE8bits_25	
fevrier2012GE8bits_158	juillet2009GE8bits_127	mai2007GE8bits_101	mars2005GE8bits_75	decembre2002GE8bits_48	juillet2000GE8bits_19	
janvier2012GE8bits_157	juin2009GE8bits_126	mars2007GE8bits_99	octobre2005GE8bits_82	fevrier2003GE8bits_50	novembre2000GE8bits_23	
mars2012GE8bits_159	mai2009GE8bits_125	novembre2007GE8bits_107	septembre2005GE8bits_81	janvier2003GE8bits_49	ctobre2000GE8bits_22	
novembre2011GE8bits 155	novembre2009GE8bits 131	ctobre2007GE8bits 106	aout2004GE8bits 68	iuillet2002GE8bits 43	septembre2000GE8bits 21	

a_vor v windsp v 1999_201	5_mmonc_++mmonap • ME1999_2013	_conserso_sion_rs_rsside + Moye	annejsjaceadesjinte		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
Partager avec 👻 Nouveau d	ossier				88 - 🔟 🌘
decembre2013ME8bits_180	juin2011ME8bits_150	janvier2009ME8bits_121	fevrier2007ME8bits_98	janvier2005ME8bits_73	juillet2002ME8bits_43
aout2013ME8bits_176	mai2011ME8bits_149	juillet2009ME8bits_127	janvier2007ME8bits_97	mars2005ME8bits_75	juin2002ME8bits_42
avril2013ME8bits_172	novembre2011ME8bits_155	juin2009ME8bits_126	mai2007ME8bits_101	novembre2004ME8bits_71	cctobre2002ME8bits_4
fevrier2013ME8bits_170	cctobre2011ME8bits_154	mai2009ME8bits_125	mars2007ME8bits_99	ctobre2004ME8bits_70	septembre2002ME8bit
janvier2013ME8bits_169	septembre2011ME8bits_153	mars2009ME8bits_123	novembre2006ME8bits_95	septembre2004ME8bits_69	avril2002ME8bits_40
juillet2013ME8bits_175	aout2010ME8bits_140	septembre2009ME8bits_129	aout2006ME8bits_92	avril2004ME8bits_64	fevrier2002ME8bits_38
juin2013ME8bits_174	avril2011ME8bits_148	aout2008ME8bits_116	avril2006ME8bits_88	decembre2003ME8bits_60	janvier2002ME8bits_3
mai2013ME8bits_173	decembre2010ME8bits_144	avril2008ME8bits_112	fevrier2006ME8bits_86	fevrier2004ME8bits_62	mai2002ME8bits_41
mars2013ME8bits_171	fevrier2011ME8bits_146	decembre2008ME8bits_120	juillet2006ME8bits_91	janvier2004ME8bits_61	mars2002ME8bits_39
novembre2013ME8bits_179	janvier2011ME8bits_145	juillet2008ME8bits_115	juin2006ME8bits_90	juillet2004ME8bits_67	aout2001ME8bits_32
octobre2013ME8bits_178	mars2011ME8bits_147	juin2008ME8bits_114	mai2006ME8bits_89	juin2004ME8bits_66	decembre2001ME8bit
septembre2013ME8bits_177	novembre2010ME8bits_143	mai2008ME8bits_113	mars2006ME8bits_87	mai2004ME8bits_65	juillet2001ME8bits_31
aout2012ME8bits_164	octobre2010ME8bits_142	novembre2008ME8bits_119	octobre2006ME8bits_94	mars2004ME8bits_63	juin2001ME8bits_30
avril2012ME8bits_160	septembre2010ME8bits_141	cctobre2008ME8bits_118	septembre2006ME8bits_93	aout2003ME8bits_56	novembre2001ME8bi
decembre2012ME8bits_168	avril2010ME8bits_136	septembre2008ME8bits_117	aout2005ME8bits_80	juillet2003ME8bits_55	octobre2001ME8bits
fevrier2012ME8bits_158	decembre2009ME8bits_132	aout2007ME8bits_104	avril2005ME8bits_76	juin2003ME8bits_54	septembre2001ME8b
juillet2012ME8bits_163	fevrier2010ME8bits_134	decembre2007ME8bits_108	decembre2005ME8bits_84	mai2003ME8bits_53	avril2001 ME8bits_28
juin2012ME8bits_162	janvier2010ME8bits_133	fevrier2008ME8bits_110	janvier2006ME8bits_85	novembre2003ME8bits_59	fevrier2001ME8bits_2
mai2012ME8bits_161	juillet2010ME8bits_139	janvier2008ME8bits_109	juillet2005ME8bits_79	octobre2003ME8bits_58	janvier2001 ME8 bits_2
mars2012ME8bits_159	juin2010ME8bits_138	juillet2007ME8bits_103	juin2005ME8bits_78	septembre2003ME8bits_57	mai2001ME8bits_29
novembre2012ME8bits_167	mai2010ME8bits_137	juin2007ME8bits_102	mai2005ME8bits_77	avril2003ME8bits_52	mars2001ME8bits_27
octobre2012ME8bits_166	mars2010ME8bits_135	mars2008ME8bits_111	novembre2005ME8bits_83	decembre2002ME8bits_48	aout2000ME8bits_20
septembre2012ME8bits_165	novembre2009ME8bits_131	novembre2007ME8bits_107	octobre2005ME8bits_82	fevrier2003ME8bits_50	decembre2000ME8bi
aout2011ME8bits_152	ctobre2009ME8bits_130	ctobre2007ME8bits_106	septembre2005ME8bits_81	janvier2003ME8bits_49	novembre2000ME8b
decembre2011ME8bits_156	aout2009ME8bits_128	septembre2007ME8bits_105	aout2004ME8bits_68	mars2003ME8bits_51	octobre2000ME8bits
janvier2012ME8bits_157	avril2009ME8bits_124	avril2007ME8bits_100	decembre2004ME8bits_72	novembre2002ME8bits_47	septembre2000ME8b
juillet2011ME8bits_151	fevrier2009ME8bits_122	decembre2006ME8bits_96	fevrier2005ME8bits_74	aout2002ME8bits_44	avril2000ME8bits_16
'GT ▶ Windisp ▶ 1999_201:	3_lisible_Windisp ME1999_2013	3_extract18_9lon_19_135lat Max	kimum_3_decades_ME		← ↓ Recherci
ager avec 🔻 Nouveau de	ossier				88 -
otembre2011ME8bits_153	decembre2008ME8bits_120	juillet2007ME8bits_103	septembre2005ME8bits_81	fevrier2002ME8bits_38	novembre2000ME8b
ut2010ME8bits_140	fevrier2009ME8bits_122	juin2007ME8bits_102	aout2004ME8bits_68	janvier2002ME8bits_37	octobre2000ME8bits
ut2011ME8bits_152	janvier2009ME8bits_121	mai2007ME8bits_101	avril2004ME8bits_64	juillet2002ME8bits_43	septembre2000ME8b
il2011ME8bits_148	juillet2009ME8bits_127	mars2007ME8bits_99	decembre2003ME8bits_60	juin2002ME8bits_42	aout1999ME8bits_8
cembre2010ME8bits_144	juin2009ME8bits_126	novembre2006ME8bits_95	fevrier2004ME8bits_62	mai2002ME8bits_41	decembre1999ME8b
rier2011ME8bits_146	mai2009ME8bits_125	octobre2006ME8bits_94	janvier2004ME8bits_61	mars2002ME8bits_39	fevrier2000ME8bits_1
vier2011ME8bits 145	mars2009ME8bits 123	aout2006ME8bits 92	juillet2004ME8bits 67	novembre2002ME8bits 47	janvier2000ME8bits 1
let2011ME8bits 151	novembre2008ME8bits 119	avril2006ME8bits 88	iuin2004ME8bits 66	octobre2002ME8bits 46	mars2000ME8bits 15
n2011ME8bits 150	octobre2008ME8bits 118	decembre2005ME8bits 84	mai2004ME8bits 65	septembre2002ME8bits 45	novembre1999ME8b
i2011ME8bits 149	septembre2008ME8bitr 117	fevrier2006ME8bits 86	mars2004ME8bits 63	aout2001 MF8bits 32	octobre1999ME8bite
wr20111ME9bite 147	aut2009ME9bits 116	innuior2006ME9bits 95	neurombro2004MERhite 71	Discriticity MERicity 29	contembro1000ME8h
147	audi2000ME00It5_110			Address and a 2001 MERL's 20	septembre1999WE00
vemprezuturvit&bits_143	avrii2006ivie6bits_112	Juillet2000IVIE8bits_91	octobre2004i/IE8bits_/0	decembre2001ME8bits_3b	avrii1339ME8bits_4
robrezu10ME8bits_142	aecembre200/ME8bits_108	juin2006ME8bits_90	septembre2004ME8bits_69	Tevrier2001ME8bits_26	Tevner1999ME8bits_2
entembre2010ME8bits 141	fevrier2008ME8bits 110	mai2006ME8bits 89	aout2003ME8bits 56	inillet2001 ME8 bits 31	ianvier1999ME8bits 1

cleaged a minute a range	ars_mane_mmanap + mersss_rs		laxinan_o_accado_me		
Partager avec 👻 Nouveau	u dossier				88 🕶 📶 (
septembre2011ME8bits_153	decembre2008ME8bits_120	juillet2007ME8bits_103	septembre2005ME8bits_81	fevrier2002ME8bits_38	novembre2000ME8bits_2
aout2010ME8bits_140	fevrier2009ME8bits_122	juin2007ME8bits_102	aout2004ME8bits_68	janvier2002ME8bits_37	octobre2000ME8bits_22
aout2011ME8bits_152	janvier2009ME8bits_121	mai2007ME8bits_101	avril2004ME8bits_64	juillet2002ME8bits_43	septembre2000ME8bits_2
avril2011ME8bits_148	juillet2009ME8bits_127	mars2007ME8bits_99	decembre2003ME8bits_60	juin2002ME8bits_42	aout1999ME8bits_8
decembre2010ME8bits_144	juin2009ME8bits_126	novembre2006ME8bits_95	fevrier2004ME8bits_62	mai2002ME8bits_41	decembre1999ME8bits_12
fevrier2011ME8bits_146	mai2009ME8bits_125	octobre2006ME8bits_94	janvier2004ME8bits_61	mars2002ME8bits_39	fevrier2000ME8bits_14
janvier2011ME8bits_145	mars2009ME8bits_123	aout2006ME8bits_92	juillet2004ME8bits_67	novembre2002ME8bits_47	janvier2000ME8bits_13
juillet2011ME8bits_151	novembre2008ME8bits_119	avril2006ME8bits_88	juin2004ME8bits_66	octobre2002ME8bits_46	mars2000ME8bits_15
juin2011ME8bits_150	ctobre2008ME8bits_118	decembre2005ME8bits_84	mai2004ME8bits_65	septembre2002ME8bits_45	novembre1999ME8bits_1
mai2011ME8bits_149	septembre2008ME8bits_117	fevrier2006ME8bits_86	mars2004ME8bits_63	aout2001ME8bits_32	octobre1999ME8bits_10
mars2011ME8bits_147	aout2008ME8bits_116	janvier2006ME8bits_85	novembre2004ME8bits_71	avril2001ME8bits_28	septembre1999ME8bits_9
novembre2010ME8bits_143	avril2008ME8bits_112	juillet2006ME8bits_91	octobre2004ME8bits_70	decembre2001ME8bits_36	avril1999ME8bits_4
cctobre2010ME8bits_142	decembre2007ME8bits_108	juin2006ME8bits_90	septembre2004ME8bits_69	fevrier2001ME8bits_26	fevrier1999ME8bits_2
septembre2010ME8bits_141	fevrier2008ME8bits_110	mai2006ME8bits_89	aout2003ME8bits_56	juillet2001ME8bits_31	janvier1999ME8bits_1
aout2009ME8bits_128	janvier2008ME8bits_109	mars2006ME8bits_87	avril2003ME8bits_52	juin2001ME8bits_30	juillet1999ME8bits_7
avril2010ME8bits_136	juillet2008ME8bits_115	novembre2005ME8bits_83	fevrier2003ME8bits_50	mai2001ME8bits_29	juin1999ME8bits_6
decembre2009ME8bits_132	juin2008ME8bits_114	septembre2006ME8bits_93	janvier2003ME8bits_49	mars2001ME8bits_27	mai1999ME8bits_5
fevrier2010ME8bits_134	mai2008ME8bits_113	aout2005ME8bits_80	juillet2003ME8bits_55	novembre2001ME8bits_35	mars1999ME8bits_3
janvier2010ME8bits_133	mars2008ME8bits_111	avril2005ME8bits_76	juin2003ME8bits_54	octobre2001ME8bits_34	decembre2013ME_180
juillet2010ME8bits_139	novembre2007ME8bits_107	decembre2004ME8bits_72	mai2003ME8bits_53	septembre2001ME8bits_33	novembre2013ME_179
juin2010ME8bits_138	octobre2007ME8bits_106	fevrier2005ME8bits_74	mars2003ME8bits_51	aout2000ME8bits_20	ctobre2013ME_178
mai2010ME8bits_137	septembre2007ME8bits_105	janvier2005ME8bits_73	novembre2003ME8bits_59	avril2000ME8bits_16	septembre2013ME_177
mars2010ME8bits_135	aout2007ME8bits_104	juillet2005ME8bits_79	octobre2003ME8bits_58	decembre2000ME8bits_24	aout2013ME_176
novembre2009ME8bits_131	avril2007ME8bits_100	juin2005ME8bits_78	septembre2003ME8bits_57	janvier2001ME8bits_25	juillet2013ME_175
ctobre2009ME8bits_130	decembre2006ME8bits_96	mai2005ME8bits_77	aout2002ME8bits_44	juillet2000ME8bits_19	juin2013ME_174
septembre2009ME8bits_129	fevrier2007ME8bits_98	mars2005ME8bits_75	avril2002ME8bits_40	juin2000ME8bits_18	mai2013ME_173
avril2009ME8bits_124	janvier2007ME8bits_97	octobre2005ME8bits_82	decembre2002ME8bits_48	mai2000ME8bits_17	avril2013ME_172

7. Vérification de quelques images créées avec WinDisp

L'application WinDisp est utilisée pour vérifier quelques images générées. Les images des maximums et des moyennes sont correctes.



Illustration 18. Zoom avant sur l'image du maximum des trois décades d'août 1999 à gauche et sur les trois images des décades d'août 1999 à droite (Grande emprise)



Illustration 19. Zoom avant sur l'image du maximum des trois décades de mai 2013 à gauche et sur les trois images des décades de mai 2013 à droite (Moyenne emprise)



Illustration 20. Zoom avant sur l'image de la moyenne des trois décades de mars 2000 à gauche et sur les trois images des décades de mars 2000 à droite (Grande emprise)

.0.1	-0.09	Clouds	C		Ded	Caraa	Dive	
-0,1	-0,00	ciouds	From	10	кеа	Green	Blue	Files
-0,08	0,27	Bare Soil	0	5	255	255	255	Clouds
0,27	0,34		6	92	255	226	201	Bare Soil
0,34	0,37		93	110	255	211	150	2.5.15544.2.0
0.38	0.41	Sparse Veg	111	118	255	255	176	Sec. Sec.
0.41	0.45		119	127	211	255	125	Sparse Veg
0.45	0,49		128	137	201	255	201	
0,40	0,45	12-1434	138	147	176	230	176	
0,49	0,53	Light Veg	148	158	140	211	140	Light Veg
0,54	0,57		159	168	100	176	100	Colleges Surgersterers
0,58	0,62	Medium Veg	169	181	75	150	75	Medium Vea
0,63	0,68		182	195	50	125	50	
0,68	0,74		196	210	25	100	25	S. C. S. S. S. S. S.
0,74	0,92	Heavy Veg	211	254	0	75	0	Heavy Veg
0,92	0,92	Water	255	255	128	128	128	Water

Illustration 21. Table de couleur pour le NDVI fournie dans le package WinDisp pour les valeurs de NDVI

La formule pour calculer le NDVI réel des images SPOT-VGT est la suivante :

$$NDVI_{réel} = 0,004 * CN + b$$

Remarque : cette formule diffère pour d'autres capteurs, par exemple, il convient de diviser par 10 000.00 pour les images MODIS et NOAA-AVHRR GIMMS pour calculer le NDVI réel.

Exemples : images de l'évolution du NDVI_{max} de 1999 à 2013 - Moyenne emprise











8. Analyse des séries temporelles avec TIMESAT

TIMESAT est une application développée par Per Jönsson du Centre pour les études technologiques de l'Université de Malmö en Suède et par Lars Eklundh du Département de la Terre et des sciences des écosystèmes à l'Université de Lund en Suède. Elle est téléchargeable via l'URL : <u>http://www.nateko.lu.se/timesat/timesat.asp?cat=4</u>.

TIMESAT permet de visualiser la série temporelle et produit la courbe de l'évolution temporelle du signal pour chaque pixel. Les courbes sont lissées contrairement à l'application WinDisp.

MATLAB 7.6.0 (R2008a)				- 0 X
File Edit Debug Parallel Desktop Window Help				
: 🛅 😂 👗 🐂 🛍 🤊 🥐 🐉 🗊 📄 🥹 Current Directo	ory: C:\Users\VOLTO\timesat311\run		 ■ (€) 	
Shortcuts 🖪 How to Add 🖪 What's New				
>>				
	TIMESAT menu system			
	File Help	۲.		
	TIMESAT monu pyrta			
	Data preparation			
	Display binary images	TSM_imageview		
	Analyse time series data to find best fit	TSM_GUI		
	Create and edit settings file	TSM_settings		
	Data processing			
	Process images or ASCII data	TSF_process		
	Process images or ASCII data (small data sets only)	TSM_process		
	Post-processing			
	Display information of TIMESAT output file (its and tpa files)	TSM_fileinfo		
	Extract and display seasonality information (.tpa file)	TSM_printseasons		
	View fitted data (.tts file)	TSM_viewfits		
	Create time series from function file (.tts file)	TSF_ft2time		
	Create images from function file (.tts file)	TSF_ft2img		
	Create image from seasonality file (tpa file)	TSF_seas2ing		
	Merge TIMESAT output files (.tts or .tpa)	TSF_merge		
	Current directory: C:\Users\VOLTO\timesat311\run			
♠ Start				OVR .:

Illustration 23. Interface TIMESAT

D'après le manuel utilisateur de TIMESAT, pour lire une liste de fichiers d'images, il est nécessaire de créer un fichier txt. contenant le nombre total d'images ainsi que le nom et le chemin pour accéder à chaque image. Le fichier doit se présenter sous la forme :

N path\imagename_1 path\imagename_2 [...] path\imagename_N

La première ligne précise le nombre d'images et chaque ligne indique le chemin et le nom de chaque image. Les deux points au début de chaque ligne indiquent qu'il s'agit d'un chemin relatif.

Pour visualiser les images de la moyenne des trois décades mensuelles durant 15 ans sur la moyenne emprise, les images en 8 bits issues de WinDisp sont copiées-collées dans un sousdossier « ME » du dossier « data » appartenant au package de l'application TIMESAT par commodité.

180 ../data/ME/janvier1999ME8bits_1 ../data/ME/fevrier1999ME8bits_2 [...] ../data/ME/novembre2013ME8bits_179 ../data/ME/decembre2013ME8bits_180 Cliquer sur « TSM_GUI ».

TIMESAT menu system					
Display binary images	TSM_imageview				
Analyse time series data to find best fit	TSM_GUI				
Create and edit settings file	TSM_settings				
Data processing					
Process images or ASCII data	TSF_process				
Process images or ASCII data (small data sets only)	TSM_process				
Post-processing					
Display information of TIMESAT output file (.tts and .tpa files)	TSM_fileinfo				
Extract and display seasonality information (.tpa file)	TSM_printseasons				
View fitted data (.tts file)	TSM_viewfits				
Create time series from function file (.tts file)	TSF_fit2time				
Create images from function file (.tts file)	TSF_fit2img				
Create image from seasonality file (tpa file)	TSF_seas2img				
Merge TIMESAT output files (.tts or .tpa)	TSF_merge				
Current directory: C:\Users\VOLTO\timesat311\run					

Cliquer sur « File » puis sur « Open list of images files ».

📣 TS	M_GUI							
File	Settings Out	tput Help						
Op	pen list of imag	ge files Ct	1+L					
Op	pen ASCII data	file		anhical I I	sor Inte	orfa	~ 0	
Pri	inting window		ľ	iprilear o	Ser mile	1		
Exi	it	Ct	l+X			٦'		I
	vata piottini	J				0 0	_	
	Points	0				0.5		
	Meights	0						

Dans « Input file list », sélectionner le fichier texte contenant la liste des images.

Dans « N°. of years », saisir le nombre d'années. Dans notre cas, de 1999 à 2013, « 15 » est saisi. Le chiffre « 12 » est renseigné automatiquement par l'application.

Ensuite, renseigner le nombre de colonnes et de lignes des images.

🛃 image_files_input
Specify input data
Input file list C:\Users\VOLTO\timesat311\dataWEViste_ME Browse
No. of images: 180 No. of years 15 No. of images / year 12
Image file type 8-bit unsigned integer
No of rows in image 617
No of columns per row 1009 Show image
Rows to process from 1 to 99999
Columns to process from 1 to 99999
Use weight data
Load data Cancel

Cliquer « Show image » pour visualiser la première image et sélectionner une région d'intérêt dans l'image.



Cliquer sur « Processing window » puis sélectionner la région d'intérêt (rectangle noir ci-contre) puis cliquer sur « Return ».



Les colonnes et les lignes des pixels analysés sont indiquées par l'application. Il est possible de les renseigner ou les modifier manuellement.



Ensuite, cliquer sur « Load data ».



Illustration 24. Visualisation de l'évolution temporelle du signal NDVI pour 1 pixel, de son lissage et des paramètres phénologiques

Exemple d'étude avec TIMESAT

Cette étude consiste, dans un premier temps, à la visualisation des paramètres phénologiques de quelques pixels d'une classe d'occupation du sol « herbe / sable » durant la saison de l'année 2000 puis à l'observation des intégrales du NDVI sur les 15 ans d'acquisition des images pour les images SPOT-VGT. Dans un second temps, quelques paramètres phénologiques sont observés sur l'ensemble de la moyenne emprise.



L'étude est réalisée avec la série de données NDVI du capteur Végétation de SPOT de 1999 à 2013 : 540 images, décadaires sur quinze ans, téléchargées sur le site internet VITO comme expliqué plus haut dans ce document.

Toutes les images sont renommées avec l'application LUPAS Rename pour correspondre au format des données en entrée sous TIMESAT.

La zone d'étude (cf. échantillon ci-contre) correspond à 4 pixels sur les images SPOT-VGT soit 400 hectares dans la réserve sylvo-pastorale des Six Forages, c'est-à-dire en région sablonneuse :

- Pixel 1 : 347, 303
- Pixel 2 : 347, 304
- Pixel 3 : 347, 305
- Pixel 4 : 347, 306



Illustration 26. Zone d'étude sur 4 pixels (croix rouge)

TIMESAT permet d'extraire les paramètres phénologiques suivants :

- a : début de la saison
- b : fin de saison
- e : point avec la valeur maximum
- f : amplitude
- g : longueur de la saison
- h : petite intégrale
- i : grande intégrale



Les petites et grandes intégrales correspondent à l'effet cumulé de la végétation durant la saison, l'aire correspond ainsi à la production primaire nette.

TIMESAT permet la visualisation de l'évolution temporelle du signal NDVI pour 1 pixel et de ses paramètres phénologiques. Ci-dessous, sont présentées les courbes de l'évolution sur quinze ans du signal pour chacun des quatre pixels. Pour des données de NDVI peu affectées par le bruit, la méthode de filtrage Savitzky–Golay fonctionne correctement car elle est capable de suivre des comportements complexes tels que la rapide augmentation suivie d'un plateau décroissant. Par contre, pour les séries temporelles affectées par le bruit, les données issues du filtre Savitzky– Golay sont difficiles à interpréter. Dans ce cas, il est préférable d'utiliser la seconde méthode c'est-à-dire cocher la case « Gaussian » dans TIMESAT (Per Jonsson et Lars Eklundh, 2004).



Image 1. Echantillon de la zone - Google Earth



ANNEXE 4 – Mémoire de Natacha Volto - 2015

31

L'explication qui suit n'est pas exhaustive, un guide utilisateur très complet (82 pages) et des fichiers de travaux pratiques sont fournis avec l'application.

TIMESAT s'utilise de haut en bas.

1

Dans l'étape 1, le premier bouton permet de visualiser une image unique et ainsi vérifier que le format correspond.

Le second bouton de l'étape 1 a été présenté plus haut, c'est celui qui permet de visualiser la série. Il permet de sauvegarder la zone d'étude dans un fichier settings avec un clic sur « Load settings file ».



TIMESAT menu system			
— Data preparation ————————————————————————————————————			
Display binary images	TSM_imageview		
Analyse time series data to find best fit	TSM_GUI		
Create and edit settings file	TSM_settings		
– Data processing			
Process images or ASCII data	TSF_process		
Process images or ASCII data (small data sets only)	TSM_process		
– Post-processing			
Display information of TIMESAT output file (.tts and .tpa files)	TSM_fileinfo		
Extract and display seasonality information (.tpa file)	TSM_printseasons		
View fitted data (.tts file)	TSM_viewfits		
Create time series from function file (.tts file)	TSF_fit2time		
Create images from function file (.tts file)	TSF_fit2img		
Create image from seasonality file (.tpa file)	TSF_seas2img		
Merge TIMESAT output files (.tts or .tpa)	TSF_merge		
Current directory: C:\Users\VOLTO\timesat311\run			

Illustration 30. Interface TIMESAT

TSM_GUI permet d'extraire, « Output », les paramètres phénologiques exploitables sous Excel. Deux types de données sous forme de

fichiers texte (.txt) sont disponibles :

Le 1^{er} nommé « seasonnality.txt » contient les paramètres phénologiques du pixel visualisé.

Le 2^{ème} « sg.txt » contient les valeurs de NDVI du pixel visualisé pour chaque année et permet ainsi de refaire la courbe lissée visualisée.

Toujours dans l'étape 1, le bouton « TSM_settings » permet notamment de changer la zone d'interêt dans la série d'images et de l'enregistrer sous un autre nom.

File Settings	Output Help	
0, 0, 0 y	→ Write seasonality data to file (seasonality.txt)	
TIMESA	Write fitted function to file 🛛 🕨 Sa	vitzky-Golay (sg.txt)
TIVICOF	Ga	ussian (gauss.txt)
	U.8 Lo	gistic (logistic.txt)
on settings ^{me} SPOTforet mode 1 = image fi	(do not use blanks) iles Trend 0 = no trend Mask 0 = no n	nask 👻
on settings I ^{IME} SPOTforet I ^{IMOde} 1 = image fi file list C:\Users\	(do not use blanks) iles	nask 🔹
on settings me SPOTforet mode 1 = image fi file list C:\Users' file type 32-bit r	(do not use blanks) iles Trend 0 = no trend Mask 0 = no n WOLTO!timesat311/data/SP\spot-vgt_vrai_ndvi_1999_2013.txt real Byte order Little endian	nask v Browse
on settings me SPOTforet mode 1 = image fi file list C:\Users' file type 32-bit r rows 617	(do not use blanks) iles Trend D = no trend Mask D = no n iVOLTOttimesat311\data\SP\spot-vgt_vrai_ndvi_1999_2013.txt real Syste order Little endian No of columns 1009	nask 💌 Browse
me SPOTforet mode 1 = image fi file list C:\Users\ file type 32-bit r ows 617 to process from	(do not use blanks) iles Trend D = no trend Mask D = no n IVOLTO'timesat311\data\SP\spot-vgt_vrai_ndvi_1999_2013.txt real Byte order Little endian No of columns 1009 m 404 to 410	nask v Browse
n settings IE SPOTforet IIE list C:Users' IE type 32-bit r wws 617 o process from s to process from	(do not use blanks) iles Trend 0 = no trend Mask 0 = no trend Mask iVOLTO'timesat311'data'SP\spot-vgt_vrai_ndvi_1999_2013.txt real Byte order Little endian No of columns 1009 m 404 to 291 to 294	nask v Browse
ne SPOTforet mode 1 = Image fi ile list C: Users' ile type 32-bit r ows 617 o process from s to process from years 15	(do not use blanks) iles Trend 0 = no trend Mask 0 = no n iVOLTOTtimesat311 \data\SP\spot-vgt_vrai_ndvi_1999_2013 txt real Byte order Little endian No of columns 1009 m 404 to 410 m 291 to 294 No. of data points per year 36 Total no. of point	nask v Browse v

2

Le bouton violet de la seconde étape est important, il permet de lancer l'algorithme sur les données enregistrées avec « Load settings file » vu précédemment.

3

Dans la partie « Postprocessing », le bouton « TSM-printseasons » extrait la saisonnalité sur une zone d'étude et non plus d'un seul pixel comme vu

Extract and display seasonality information ($\ensuremath{\text{tpa}}$ file)	TSM_printseasons

précédemment. Les lignes et les colonnes de la zone à extraire sont à renseigner (cf. ci-dessous)

TIMESAT version 3.1.1 Copyright Per Jonsson and Lars Eklundh per.jonsson@mah.se, lars.eklundh@nateko.lu.se Nov 2012
Data window in file Rows : 404 - 410 Columns : 291 - 294
Now enter the window you wish to display data for First row: 404 Last row: 410 First column: 291 Last column: 294
Name of output text file (hit Enter to print to screen): foret



Enfin, le bouton « TSF_seas2img » permet de Create image from seasonality file (.tpa file) TSF_seas2img créer une image à partir d'un paramètre phénologique et d'une saison. per.jonsson@mah.se, lars.eklundh@nate Nov 2012 Ňοv Start of season Le paramètre est à choisir parmi la liste End of season ci-contre puis la saison et enfin des Length of season codes à saisir en cas d'erreurs. Il Base value Position of middle of season Maximum of fitted data _____ convient de saisir « 0 » , « 0 » et « begin » puis « 3 » pour 32 bits. Amplitude Left derivative Right derivative Large integral _

Small integral

ANNEXE 4 - Mémoire de Natacha Volto - 2015

Illustration 32. Interface visualisée lorsque le bouton « TSM_printseasons » est sélectionné

Seasonal parameter to output

1

23

4

5

78

9 10

11

Les moyennes mensuelles des données NDVI du capteur SPOT-VGT ont été utilisées pour la visualisation ci-dessous, soit une image par mois durant 15 ans. Les paramètres phénologiques sont extraits pour l'année 2000.



Illustration 34. Interface TIMESAT pour la fin de saison

ANNEXE 4 - Mémoire de Natacha Volto - 2015

Point avec la valeur maximum (c)

	NDVI maximum
Pixel 1	0,3821
Pixel 2	0,3916
Pixel 3	0,4156
Pixel 4	0,4286



Amplitude (f)





Longueur de la saison (g)

4 correspond à 4 images soit 4 mois puisque nous avons ici une image par mois et 5 correspond donc à 5 mois.

	Valeur
Pixel 1	4,712
Pixel 2	4,659
Pixel 3	4,253
Pixel 4	4,328



Illustration 37. Interface TIMESAT pour la longueur de la saison

ANNEXE 4 – Mémoire de Natach

Petite intégrale ou small integral (h)

D'après Per Jönsson et Lars Eklundh, 2004, le NDVI intégré annuellement est souvent utilisé pour mesurer la production nette de la végétation (Runningand Nemani, 1988 ; Goward et Dye, 1987 ; Ruimy et al., 1994). Ils précisent que pour une bonne estimation de la production de la végétation dominante durant la saison, il est aussi intéressant de calculer l'intégration du NDVI pendant la saison de croissance c'est-à-dire entre le début et la fin de saison.

Dans TIMESAT, la petite intégrale représente l'activité de la végétation saisonnière qui peut être très petite pour des zones toujours vertes.



Illustration 38. Interface TIMESAT pour la petite intégrale



Illustration 39. Histogrammes réalisés sous Excel à partir du paramètre « Small integral »

Grande intégrale ou large integral (i)

Cette aire représente la production totale de la végétation. Dans les régions toujours vertes, l'aire de la petite intégrale peut être petite même si l'aire de la grande intégrale est importante (Per Jönsson et Lars Eklundh, 2004).



Visualisation sous TIMESAT puis sous Excel des valeurs de la large intégrale sur 12 ans



Pour comparer les années, l'échelle a été ajustée pour être identique à chaque visualisation.



Illustration 41. Histogrammes réalisés sous Excel à partir du paramètre « Large integral »





ANNEXE 4 - Mémoire de Natacha Volto - 2015



Visualisation de la grande intégrale sur la moyenne emprise de 2001 à 2012

ANNEXE 4 - Mémoire de Natacha Volto - 2015



Représentation du début de saison des années 2000, 2005 et 2010





ANNEXE 6 : Etude diachronique sur sept zones au Sénégal

Sept zones au Sénégal ont été sélectionnées pour les données qui y sont acquises sur les rongeurs. Les sept zones sont situées au nord du Sénégal dans les départements Dagana, Podor et Linguère.

1	Les coordonnées des sept zones sont indiquées dessous : Site "1D-D" Mbarigo, côté Diéry spatialement loin du Walo 16,124742°N, 16,329570°W 16,110664°N, 16,313867°W 16,091369°N, 16,353164°W 16,082858°N, 16,353164°W 16,082858°N, 16,341423°W Site "1D-W" Mbarigo, côté Diéry spatialement proche du Walo 16,092847°N, 16,373469°W 16,088877°N, 16,377971°W 16,085048°N, 16,374063°W	ci-	Podor Linguère Sénégal UN-D et 1W-W 1D-D et 1D-W Nm Nm Linguère Sénégal Ferio 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20	Mali 3W 3D
2	16,090784°N, 16,371910°W NB: les sites "1D-D" et "1D-W" sont regroupés 	Site " Mbari 16,113 16,100 16,092 16,099 16,110	1W-W" igo, côté Walo spatialement loin du Dié 3508°N, 16,356027°W 0857°N, 16,367251°W 2250°N, 16,362287°W 9381°N, 16,354990°W 0294°N, 16,350431°W	ry
3	Site "2D" 4 Savoigne, coté Diéry 16,251117°N, 16,289808°W 16,243412°N, 16,280694°W 16,179101°N, 16,324454°W 16,194080°N, 16,344511°W	Site "2 Savoi 16,220 16,186 16,196	2W" igne, coté Walo 0312°N, 16,294053°W 6226°N, 16,316083°W 6316°N, 16,292195°W	
5	Site "3D" (cf. partie 5.1.2. du mémoire) MO6Bis, côté Diéry 16,496414°N, 14,523983°W 16,489750°N, 14,438399°W 16,451089°N, 14,441705°W 16,459192°N, 14,533281°W	Site "3 MO6E 16,524 16,516 16,503 16,505 16,516	3W" Bis, côté Walo 4590°N, 14,450361°W 6920°N, 14,465464°W 7720°N, 14,462763°W 3099°N, 14,450914°W 5956°N, 14,432528°W 6453°N, 14,435166°W	
7	Site au milieu du Ferlo 15,916666°N, 15,16666°W 15,8° N, -14.78333°W			

Ä

Mauritanie

Zones 1D-D et 1D-W

1





Illustration 4. Températures et précipitations extraites du Climate Change Knowledge Portal (CCKP) : http://sdwebx.worldbank.org.



Image 1. Site 1D-D : Mbarigo côté Diéry spatialement loin du Walo



Image 2. Site 1D-W : Mbarigo, côté Diéry spatialement proche du Walo

Les deux zones sont regroupées pour l'analyse diachronique de la végétation.

Etude avec la série SPOT-VGT - 11 pixels : (324, 188), (324,189), (325,187), (325,188), (325, 189), (326,186), (326,187), (326,188), (327,183), (327,186), (327,187)



Tau de Kendall : 0,022

Résultats de l'étude avec le logiciel TIMESAT à partir des 540 images SPOT-VGT de 1999 à 2013 (données NDVI par décade pendant 15 ans)







Résultats de l'étude avec le logiciel ENVI à partir des images SPOT-VGT de 1999 à 2013 (une image mensuelle pendant 15 ans correspondant au maximum mensuel de NDVI)



Zone 1W-D et 1W-W

2



Site "1W-D" Mbarigo, côté Walo spatialement proche du Diéry 16,101897°N, 16,372347°W 16,092147°N, 16,396788°W 16,080350°N, 16,390915°W 16,096428°N, 16,370656°W Site "1W-W" Mbarigo, côté Walo spatialement loin du Diéry 16,113508°N, 16,356027°W 16,100857°N, 16,367251°W 16,092250°N, 16,362287°W 16,099381°N, 16,354990°W 16,110294°N, 16,350431°W

NB : les sites "1W-D" et "1W-W" sont regroupés.

Illustration 5. Températures et précipitations extraites du Climate Change Knowledge Portal (CCKP) : http://sdwebx.worldbank.org.



Image 3. Site 1W-D : Mbarigo, côté Walo spatialement proche du Diéry



Image 4. Site 1W-W : Mbarigo, côté Walo spatialement loin du Diéry

Les deux zones sont regroupées pour l'analyse diachronique de la végétation.

Etude avec la série SPOT-VGT - 9 pixels : (325,185), (326,182), (326,183), (326,184), (326,185), (327,181), (327,182), (327,183), (328,182)

🍑 #1 Zoom [2 🗆 🗉 🖾	File Options
	Sample 183 🔶 Line 327 🗳
	<u>a</u>
	J

Résultats de l'étude avec le logiciel TIMESAT à partir des 540 images SPOT-VGT de 1999 à 2013 (données NDVI par décade pendant 15 ans)





Tau de Kendall : -0,341



Résultats de l'étude avec le logiciel ENVI à partir des images SPOT-VGT de 1999 à 2013 (une image mensuelle pendant 15 ans correspondant au maximum mensuel de NDVI).
3 Zone 2D



Site "2D" Savoigne, coté Diéry 16,251117°N, 16,289808°W 16,243412°N, 16,280694°W 16,179101°N, 16,324454°W 16,194080°N, 16,344511°W

Illustration 6. Températures et précipitations extraites du Climate Change Knowledge Portal (CCKP) : http://sdwebx.worldbank.org.



Image 5. Site 2D : Savoigne, coté Diéry

Etude avec la série SPOT-VGT - 17 pixels: (309, 193), (310, 192), (310,193), (311,191), (311,192), (312,190), (312,191), (313,189), (313,190), (313,191), (314,188), (314,189), (314,190), (315, 187), (315, 188), (315,189), (316, 188)



Résultats de l'étude avec le logiciel TIMESAT à partir des 540 images SPOT-VGT de 1999 à 2013 (données NDVI par décade pendant 15 ans)







Résultats de l'étude avec le logiciel ENVI à partir des images SPOT-VGT de 1999 à 2013 (une image mensuelle pendant 15 ans correspondant au maximum mensuel de NDVI).



ANNEXE 6 - Mémoire de Natacha Volto - 2015







Image 6. Site 2W : Savoigne, coté Walo

Etude avec la série SPOT-VGT - 5 pixels : (314,192), (315,191), (315,192), (316,190), (316,191)

🖓 #1 Zo 🗆 😐 🖾	🖓 #1 Pixel 🗖 🗖 💌
	File Options
	Sample 191 🜩 Line 316 🜩
	J

4

Résultats de l'étude avec le logiciel TIMESAT à partir des 540 images SPOT-VGT de 1999 à 2013 (données NDVI par décade pendant 15 ans)



Tau de Kendall : -0,011 p-value : 1,0 Ecart-type : 0,384





Résultats de l'étude avec le logiciel ENVI à partir des images SPOT-VGT de 1999 à 2013 (une image mensuelle pendant 15 ans correspondant au maximum mensuel de NDVI)



6

Zone 3W



Site "3W"
MO6Bis, côté Walo
16,524590°N, 14,450361°W
16,516920°N, 14,465464°W
16,507720°N, 14,462763°W
16,503099°N, 14,450914°W
16,505956°N, 14,432528°W
16,516453°N, 14,435166°W

Illustration 9. Températures et précipitations extraites du Climate Change Knowledge Portal (CCKP) : http://sdwebx.worldbank.org.



Image 8. Site 3W : MO6Bis, côté Walo

Etude avec la série SPOT-VGT - 6 pixels : (279,398), (279,399), (280,397), (280,398), (280,399), (280,400)







Tau de Kendall : 0,143 p-value : 0,518 Ecart-type : 0,561





Résultats de l'étude avec le logiciel ENVI à partir des images SPOT-VGT de 1999 à 2013 (une image mensuelle pendant 15 ans correspondant au maximum mensuel de NDVI)



Zone Ferlo

7



Site au milieu du Ferlo 15,916666°N, 15,16666°W 15,8° N, 14.78333°W

Illustration 9. Températures et précipitations extraites du Climate Change Knowledge Portal (CCKP): http://sdwebx.worldbank.org.



Image 9. Image extraite du Ferlo - Google Earth

Etude avec la série SPOT-VGT - 559 pixels de la ligne 347 à 359 et de la colonne 319 à 361



Etude avec la série NOAA-AVHRR GIMMS - 8 pixels (38,35), (38,36), (38,37), (38,38), (39,35), (39,36), (39,37), (39,38)



Les coordonnées de la zone rectangulaire sont -15.14816678° E, 15.94506679° N et

-14.89816679° E, 15.86173346° N. Pour l'étude sur TIMESAT, la série d'images NDVI NOAA-AVHRR GIMMS est retournée et pivotée mais non découpée, elle contient 4320 colonnes et 2160 lignes. Ainsi, il est nécessaire de retrouver les huit pixels dans l'image initiale. Un script Python effectue cette recherche, soit de la ligne 890 à 891 et de la colonne 1979 à 1982.



Etude avec la série MODIS - 10024 pixels de la ligne 1430 à 1485 et de la colonne 1314 à 1492



Résultats de l'étude avec le logiciel TIMESAT à partir des 792 images NOAA-AVHRR GIMMS pour l'évolution du NDVI de deux pixels sur 33 ans puis à partir des moyennes mensuelles du NDVI de trois pixels de la zone Ferlo de janvier 2001 à décembre 2011 (11 ans) avec 396 images SPOT-VGT, 253 images MODIS et 264 images NOAA-AVHRR GIMMS.









Résultats de l'étude avec le logiciel ENVI à partir des images SPOT-VGT de 1999 à 2013 (une image mensuelle pendant 15 ans correspondant au maximum mensuel de NDVI)



ANNEXE 7 : Cartes des changements (NDVI de 2000 à 2013 versus 1999) avec l'application WinDisp sur la moyenne emprise

ANNEXE 7- Mémoire de Natacha Volto - 2015