La mission Sentinel-2

Olivier Hagolle (CNES/CESBIO), et de nombreux collègues du CESBIO, du GET ou du CNES







24 mars 2016







La mission Sentinel-2

Description

- ▶ Mission optique à haute résolution de l'Agence Spatiale Européenne (ESA)
- ▶ Deux satellites identiques : Sentinel-2A et Sentinel-2B
- ► Lancement de Sentinel-2A le 23 juin 2015
- Lancement de Sentinel-2B fin 2016
- Continuité de la mission LANDSAT avec résolutions spatiales et temporelles améliorées
- ► Satellite et instrument construits par Airbus Defense and Space
- ▶ Définition des produits et suivi de la qualité des images au CNES
- Données "gratuites et ouvertes" !







Sentinel-2: présentation

Principales caractéristiques des images

- ► Haute resolution:10m-20m
- ► Grande couverture: toutes les terres, 290 km de fauchée
- ▶ Fréquente revisite: 5 jours avec 2 sat., angles de prise de vue constants
- ▶ Richesse spectrale:13 bandes spectrales dont Moyen Infra Rouge

Autres aspects révolutionnaires

- ▶ Acquisitions systématiques à haute répétitivité au dessus des terres et des côtes
 - L'utilisateur peut compter sur une observation claire par mois (en général)
 => Utilisations opérationnelles (ex : cartes d'occupation des sols annuelles)
- Qualité des images excellente
 - Localisation sans points d'appuis au pixel près, avec points d'appuis à 0.2 pixels
 - Bon rapport signal sur bruit (mieux que SPOT, pas de saturations)
 - Etalonnage et performances suivis par le CNES
- ► Angles de prise de vue constants :=> pas d'effets directionnels
 - Séries temporelles peu bruitées
- Produits "prêts à l'emploi"
- ▶ 2 TO par jour pour le monde entier !







(avec deux satellites)







(avec deux satellites)





(avec deux satellites)







(avec deux satellites)







(avec deux satellites)





(avec deux satellites)







2015/07/06









2015/07/16









2015/07/26









2015/08/05
Première série temporelle d'images Sentinel-2 acquise sur Toulouse









2015/08/15









2015/08/25







Produits

- ► Produit de Niveau 1C :
 - Images ortho-rectifiées en réflectance au sommet de l'atmosphère
 - Produit distribué par l'ESA/ESRIN et par PEPS (miroir complet au CNES)
 - 4 à 6 GO compressés pour 110x110 km2
- Produit de Niveau 2A :
 - Comme 1C, mais en Réflectance de surface après correction atmosphérique
 - Masque de nuages et d'ombres, de neige et d'eau
 - L'ESA/ESRIN distribue une boîte à outils (SEN2COR) pour produire des N2A
 - THEIÁ distribuera des N2A à partir de juillet 2016 sur 5 M de km2, dont la France.
 - A partir de la chaîne MACCS (CESBIO, CNES)
 - Discussions avec ESA pour production globale avec MACCS-ATCOR, d'ici deux ans.
- Produit de Niveau 3A :
 - Moyenne pondérée des réflectances de pixels clairs obtenus pendant 1 mois.
 - THEIA distribuera des N3A dans un an, sur 5M de km2
 - Pas mentionné à l'ESA







Level 1C:







Zones traitées au N2A par THEIA sur 2016-2018

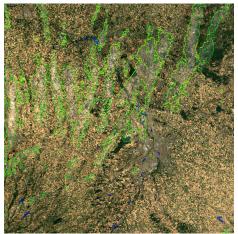










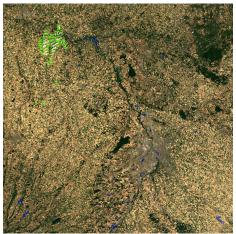




















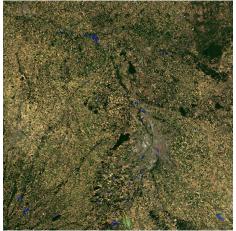




























Vers un changement complet du mode d'utilisation des données

Temps

- ► SPOT : une à quatre images par an
- ► Sentinel-2 : une à deux images par mois

Surface

- ► SPOT : 60*60 km
- ► Sentinel-2: 300*300 km²

Nuages

- ► SPOT : l'utilisateur commande des images sans nuages (ou presque)
- ► Sentinel-2 : presque toutes les images ont des nuages

Utilisation

- ▶ SPOT : Traitement très supervisé d'une image acquise par-ci par là
- ► Sentinel-2 : Traitement automatique de grandes régions
- ▶ On se rapproche de l'utilisation des missions VEGETATION, MODIS







Fourniture de séries temporelles simulant celles de Sentinel-2

Prétraitements (Agences spatiales)

- ► Valider les méthodes de superposition des images
- ▶ Détecter les nuages et leurs ombres
- Corriger les effets atmosphériques

Utilisation des données

- ► Adapter les méthodes de traitement aux séries temporelles
- Développer et tester les chaînes de traitement
- Développer de nouvelles applications
- ► Faire la démonstration de l'intérêt des données
- ▶ Obtenir des retours de la part des utilisateurs
- Gérer les volumes de données







Programme préparatoire

Pas de programme préparatoire à l'ESA ou au sein de Copernicus

- ▶ Mission opérationnelle, on sait utiliser les images Spot et Landsat
- Quelques images aériennes hyper-spectrales pour simuler les bandes de S2

Expériences SPOT (Take5)

- ▶ Idée : changer l'orbite de SPOT (4,5) pour simuler les séries Sentinel-2
- ► SPOT4 : Février à Juin 2013, 45 sites, financé par CNES
- ► SPOT5 : Avril à Août 2015, 150 sites, co-financé par ESA et CNES
- ► Caractéristiques :
 - revisite : tous les 5 jours, 30 acquisitions/site en 5 mois
 - résolution : 20 m
 - champ : grands sites 60*60 km², 120*120, 300*200
- bandes: 4 bandes seulement, dont moyen infra-rouge
- Données distribuées gratuitement par Theia http://spot-take5.org







Sites SPOT (Take5), SPOT4: 45, SPOT5, 150

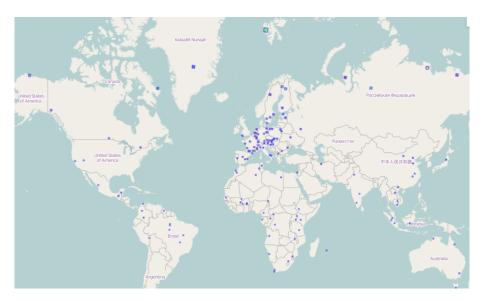








Sites SPOT (Take5), SPOT4: 45, SPOT5, 150









Produits N2A LANDSAT 8 sur la France

Description du capteur

- ► Similaire à Sentinel-2
- mais résolution 30m, champ 180 km, répétitivité 16 jours
- ▶ infra-rouge thermique
- ▶ 40 ans d'archives

Accès aux données

- ► THEIA distribue des produits N2A sur toute la France
- ▶ LANDSAT5 & 7 de 2009 à 2011, et tout LANDSAT 8 depuis 2013
 - https://theia.cnes.fr/











Applications

Des applications innombrables

- ► Tout ce qui change avec le temps
- ► Tout ce qui ne devrait pas changer mais change quand même
- ▶ S2A dimensionné et adapté pour le suivi de la végétation sous toutes ses formes
- ► Mais aussi, couleur de l'eau et côtes, urbain, risques

Applications sur la végétation

- ► En premier lieu, reconnaissance de l'occupation des sols
- Agriculture : phénologie, pratiques, biomasse, rendement, besoins en eau
- Forêts, végétation naturelle : identification, phénologie, feux , coupes, maladies
- ▶ Biodiversité, désertification, cycle de l'eau et du carbone







Applications

Applications sur l'eau

- ► Couleur de l'eau, turbidité, sédiments
- Bathymétrie en faible profondeur, pousse d'algues sur les estrans
- ► Suivi de la couverture neigeuse

Urbain, Risques

- Extension de la tâche urbaine, suivi de la végétation urbaine
- Catastrophes (on dispose d'une image récente avant la catastrophe)









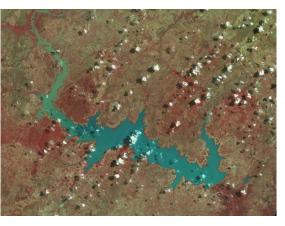
- Série de données SPOT5(Take5) sur lac de Bagré (Burkina)
 - Saison sèche en avril, arrivée de saison des pluies en juin
 - La turbidité augmente à partir de juin, gradient entre amont et aval
 Mesures in situ régulières et
 - Mesures in situ régulières et campagne intensive menée par GET (financée par PNTS)
- Applications
 - Turbidité entraîne la prolifération des micro organismes
 - Suivi de la turbidité pour campagnes de prévention
 - campagnes de prévention

 La résolution permet de suivre la
 - contribution des affluents
 Relations avec l'occupation des
 - Relations avec l'occupation des sols des bassins versants
 - Suivi des variations de la surface du lac









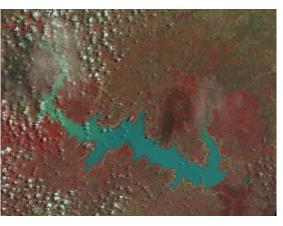
- Série de données SPOT5(Take5) sur lac de Bagré (Burkina)
 - Saison sèche en avril, arrivée de saison des pluies en juin
 - La turbidité augmente à partir de juin, gradient entre amont et aval
 Mesures in situ régulières et
 - Mesures in situ régulières et campagne intensive menée par GET (financée par PNTS)
- ► Applications
 - Turbidité entraîne la prolifération des micro organismes
 - Suivi de la turbidité pour campagnes de prévention
 - La résolution permet de suivre la
 - contribution des affluents

 Relations avec l'occupation des sols des bassins versants
 - Suivi des variations de la surface du lac









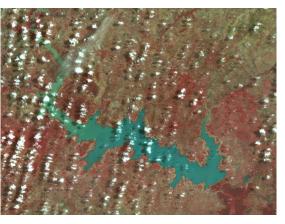
- Série de données SPOT5(Take5) sur lac de Bagré (Burkina)
 - Saison sèche en avril, arrivée de saison des pluies en juin
 - La turbidité augmente à partir de juin, gradient entre amont et aval
 Mesures in situ régulières et
 - campagne intensive menée par GET (financée par PNTS)
- Applications
 - Turbidité entraîne la prolifération des micro organismes
 - Suivi de la turbidité pour campagnes de prévention
 - campagnes de prévention

 La résolution permet de suivre la
 - contribution des affluents
 Relations avec l'occupation des
 - sols des bassins versants
 - Suivi des variations de la surface du lac









- Série de données SPOT5(Take5) sur lac de Bagré (Burkina)
 - Saison sèche en avril, arrivée de saison des pluies en juin
 - La turbidité augmente à partir de juin, gradient entre amont et aval
 Mesures in situ régulières et
 - Mesures in situ regulieres et campagne intensive menée par GET (financée par PNTS)
- Applications
 - Turbidité entraîne la prolifération des micro organismes
 - Suivi de la turbidité pour campagnes de prévention
 - campagnes de prévention

 La résolution permet de suivre la
 - contribution des affluents

 Relations avec l'occupation des sols des bassins versants
 - Suivi des variations de la surface du lac









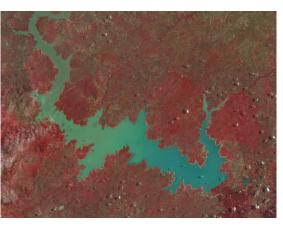
- Série de données SPOT5(Take5) sur lac de Bagré (Burkina)
 - Saison sèche en avril, arrivée de saison des pluies en juin
 - La turbidité augmente à partir de juin, gradient entre amont et aval
 Mesures in situ régulières et campagne intensive menée par
- GET (financée par PNTS)
 ► Applications
 - Turbidité entraîne la prolifération des micro organismes
 - Suivi de la turbidité pour campagnes de prévention
 - campagnes de prévention

 La résolution permet de suivre la
 - contribution des affluents
 Relations avec l'occupation des
 - sols des bassins versants
 - Suivi des variations de la surface du lac









- ➤ Série de données SPOT5(Take5) sur lac de Bagré (Burkina)
 - Saison sèche en avril, arrivée de saison des pluies en juin
 - La turbidité augmente à partir de juin, gradient entre amont et aval
 Mesures in situ régulières et
 - Mesures in situ régulières et campagne intensive menée par GET (financée par PNTS)
- Applications
 - Turbidité entraîne la prolifération des micro organismes
 - Suivi de la turbidité pour campagnes de prévention
 - campagnes de prévention

 La résolution permet de suivre la
 - contribution des affluents

 Relations avec l'occupation des
 - sols des bassins versants

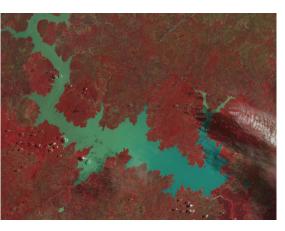
 Suivi des variations de la surface





du lac





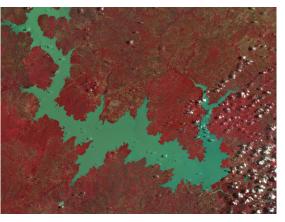
- Série de données SPOT5(Take5) sur lac de Bagré (Burkina)
 - Saison sèche en avril, arrivée de saison des pluies en juin
 - La turbidité augmente à partir de juin, gradient entre amont et aval
 Mesures in situ régulières et
 - Mesures in situ régulières et campagne intensive menée par GET (financée par PNTS)
- ► Applications
 - Turbidité entraîne la prolifération des micro organismes
 - Suivi de la turbidité pour campagnes de prévention
 - campagnes de prévention

 La résolution permet de suivre la
 - contribution des affluents
 Relations avec l'occupation des
 - sols des bassins versants
 - Suivi des variations de la surface du lac









- Série de données SPOT5(Take5) sur lac de Bagré (Burkina)
 - Saison sèche en avril, arrivée de saison des pluies en juin
 - La turbidité augmente à partir de juin, gradient entre amont et aval
 Mesures in situ régulières et
 - Mesures in situ régulières et campagne intensive menée par GET (financée par PNTS)
- Applications
 - Turbidité entraîne la prolifération des micro organismes
 - Suivi de la turbidité pour campagnes de prévention
 - campagnes de prévention

 La résolution permet de suivre la
 - contribution des affluents
 Relations avec l'occupation des
 - sols des bassins versants

 Suivi des variations de la surface
 - Suivi des variations de la surface du lac









- Série de données SPOT5(Take5) sur lac de Bagré (Burkina)
 - Saison sèche en avril, arrivée de saison des pluies en juin
 - La turbidité augmente à partir de juin, gradient entre amont et aval
 Mesures in situ régulières et
 - Mesures in situ régulières et campagne intensive menée par GET (financée par PNTS)
- Applications
 - Turbidité entraîne la prolifération des micro organismes
 - Suivi de la turbidité pour campagnes de prévention
 - campagnes de prévention

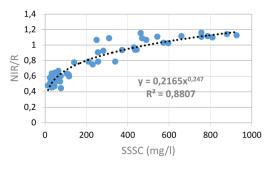
 La résolution permet de suivre la
 - contribution des affluents

 Relations avec l'occupation des sols des bassins versants
 - Suivi des variations de la surface du lac









(Elodie Robert, GET)

- Série de données SPOT5(Take5) sur lac de Bagré (Burkina)
 - Saison sèche en avril, arrivée de saison des pluies en juin
 - La turbidité augmente à partir de juin, gradient entre amont et aval
 Mesures in situ régulières et
 - Mesures in situ régulières et campagne intensive menée par GET (financée par PNTS)
- Applications
 - Turbidité entraîne la prolifération des micro organismes
 - Suivi de la turbidité pour campagnes de prévention
 - La résolution permet de suivre la contribution des affluents
 - Relations avec l'occupation des sols des bassins versants
 - Suivi des variations de la surface du lac







Produit couverture neigeuse de THEIA avec S2



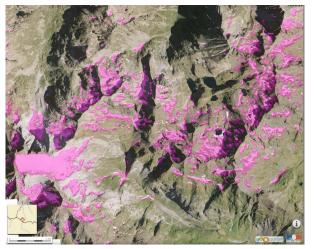
Comparaison du masque de neige d'aout 2015 avec photo aérienne 2013 Simon Gascoin, CESBIO, Manuel Grizonnet, CNES

Mise en production au CNES sur la France en 2017





Produit couverture neigeuse de THEIA avec S2



Comparaison du masque de neige d'aout 2015 avec photo aérienne 2013 Simon Gascoin, CESBIO, Manuel Grizonnet, CNES

Mise en production au CNES sur la France en 2017



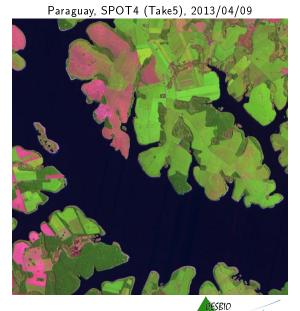








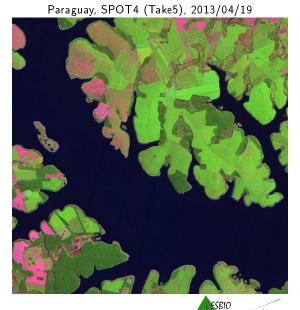




















- Série de données SPOT5(Take5) près de Valencia (où pousse la paëlla)
 - Sols nus en avril
 - Début de l'irrigation en mai
 - Plein développement en juillet
 - début de senescence en septembre
- Applications
 - Identifier la culture => Occupation des sols
 - Estimer la date de semis => Modèle de culture
 - Suivre |a pousse du riz => Rendement, Biomasse
 - Utilisation conjointe avec Sentinel-1 pour zones nuageuses









- Série de données SPOT5(Take5) près de Valencia (où pousse la paëlla)
 - Sols nus en avril
 - Début de l'irrigation en mai
 - Plein développement en juillet
 - début de senescence en septembre
- Applications
 - Identifier |a culture => Occupation des sols
 - Estimer la date de semis => Modèle de culture
 - Suivre la pousse du riz => Rendement, Biomasse
 - Utilisation conjointe avec Sentinel-1 pour zones nuageuses









- Série de données SPOT5(Take5) près de Valencia (où pousse la paëlla)
 - Sols nus en avril
 - Début de l'irrigation en mai
 - Plein développement en juillet
 - début de senescence en septembre
- Applications
 - Identifier la culture => Occupation des sols
 - Estimer la date de semis => Modèle de culture
 - Suivre la pousse du riz => Rendement, Biomasse
 - Utilisation conjointe avec Sentinel-1 pour zones nuageuses









- ► Série de données SPOT5(Take5) près de Valencia (où pousse la paëlla)
 - Sols nus en avril
 - Début de l'irrigation en mai
 - Plein développement en juillet
 - début de senescence en septembre
- Applications
 - Identifier |a culture => Occupation des sols
 - Estimer la date de semis => Modèle de culture
 - Suivre la pousse du riz => Rendement, Biomasse
 - Utilisation conjointe avec Sentinel-1 pour zones nuageuses









- Série de données SPOT5(Take5) près de Valencia (où pousse la paëlla)
 - Sols nus en avril
 - Début de l'irrigation en mai
 - Plein développement en juillet
 - début de senescence en septembre
- Applications
 - Identifier |a culture => Occupation des sols
 - Estimer la date de semis => Modèle de culture
 - Suivre la pousse du riz => Rendement, Biomasse
 - Utilisation conjointe avec Sentinel-1 pour zones nuageuses









- Série de données SPOT5(Take5) près de Valencia (où pousse la paëlla)
 - Sols nus en avril
 - Début de l'irrigation en mai
 - Plein développement en juillet
 - début de senescence en septembre
- Applications
 - Identifier la culture => Occupation des sols
 - Estimer la date de semis => Modèle de culture
 - Suivre la pousse du riz => Rendement, Biomasse
 - Utilisation conjointe avec Sentinel-1 pour zones nuageuses









- Série de données SPOT5(Take5) près de Valencia (où pousse la paëlla)
 - Sols nus en avril
 - Début de l'irrigation en mai
 - Plein développement en juillet
 - début de senescence en septembre
- Applications
 - Identifier |a culture => Occupation des sols
 - Estimer la date de semis => Modèle de culture
 - Suivre la pousse du riz => Rendement, Biomasse
 - Utilisation conjointe avec Sentinel-1 pour zones nuageuses









- Série de données SPOT5(Take5) près de Valencia (où pousse la paëlla)
 - Sols nus en avril
 - Début de l'irrigation en mai
 - Plein développement en juillet
 - début de senescence en septembre
- Applications
 - Identifier la culture => Occupation des sols
 - Estimer la date de semis => Modèle de culture
 - Suivre la pousse du riz => Rendement, Biomasse
 - Utilisation conjointe avec Sentinel-1 pour zones nuageuses









- Série de données SPOT5(Take5) près de Valencia (où pousse la paëlla)
 - Sols nus en avril
 - Début de l'irrigation en mai
 - Plein développement en juillet
 - début de senescence en septembre
- Applications
 - Identifier |a culture => Occupation des sols
 - Estimer la date de semis => Modèle de culture
 - Suivre la pousse du riz => Rendement, Biomasse
 - Utilisation conjointe avec Sentinel-1 pour zones nuageuses









- Série de données SPOT5(Take5) près de Valencia (où pousse la paëlla)
 - Sols nus en avril
 - Début de l'irrigation en mai
 - Plein développement en juillet
 - début de senescence en septembre
- Applications
 - Identifier |a culture => Occupation des sols
 - Estimer la date de semis => Modèle de culture
 - Suivre la pousse du riz => Rendement, Biomasse
 - Utilisation conjointe avec Sentinel-1 pour zones nuageuses









- Série de données SPOT5(Take5) près de Valencia (où pousse la paëlla)
 - Sols nus en avril
 - Début de l'irrigation en mai
 - Plein développement en juillet
 - début de senescence en septembre
- Applications
 - Identifier la culture => Occupation des sols
 - Estimer la date de semis => Modèle de culture
 - Suivre | a pousse du riz => Rendement, Biomasse
 - Utilisation conjointe avec Sentinel-1 pour zones nuageuses









- ► Série de données SPOT5(Take5) près de Valencia (où pousse la paëlla)
 - Sols nus en avril
 - Début de l'irrigation en mai
 - Plein développement en juillet
 - début de senescence en septembre
- Applications
 - Identifier la culture => Occupation des sols
 - Estimer la date de semis => Modèle de culture
 - Suivre la pousse du riz => Rendement, Biomasse
 - Utilisation conjointe avec Sentinel-1 pour zones nuageuses









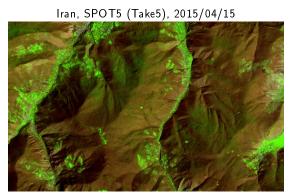
- Série de données SPOT5(Take5) près de Valencia (où pousse la paëlla)
 - Sols nus en avril
 - Début de l'irrigation en mai
 - Plein développement en juillet
 - début de senescence en septembre
- Applications
 - Identifier la culture => Occupation des sols
 - Estimer la date de semis => Modèle de culture
 - Suivre la pousse du riz => Rendement, Biomasse
 - Utilisation conjointe avec Sentinel-1 pour zones nuageuses







Phénologie



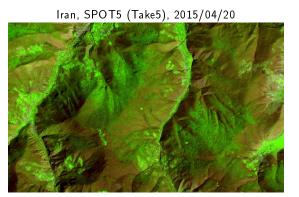
- Montagnes Iraniennes, près de la mer Caspienne (SPOT5 (Take5))
 - Forêt d'arbres à feuilles caduques
 - Datation de l'apparition des feuilles à 5 jours près
 - Dégradé en fonction de l'altitude
 - soumis à l'aléa nuageux, mais possibilité de modéliser et interpoler
- ► Applications
 - Datation de stades clés
 - Détection d'évolutions
 - inter-annuelles et de tendances
 - Classification des arbres par leur phénologie







Phénologie



- Montagnes Iraniennes, près de la mer Caspienne (SPOT5 (Take5))
 - Forêt d'arbres à feuilles caduques
 - Datation de l'apparition des feuilles à 5 jours près
 - Dégradé en fonction de l'altitude
 - soumis à l'aléa nuageux,
 mais possibilité de modéliser
- Applications
 - Datation de stades clés

et interpoler

- Datation de stades cles
 Détection d'évolutions
- inter-annuelles et de tendances
- Classification des arbres par leur phénologie

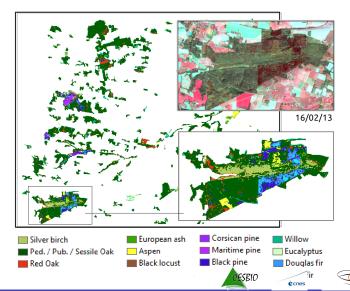






Phénologie

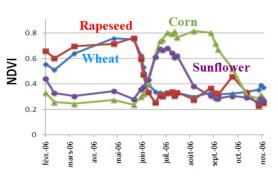
- Classification des essences d'arbres à partir d'une série temporelle de données Formosat-2
 - D.Scheeren, M.Fauvel, (INRA Dynafor, ENSAT)



Intérêt des séries temporelles pour l'occupation des sols

Principe

► Les Séries-T permettent de séparer les types de végétation







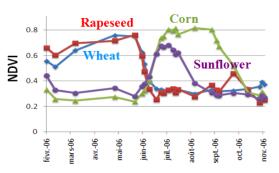




Intérêt des séries temporelles pour l'occupation des sols

Principe

▶ Les Séries-T permettent de séparer les types de végétation











Cartes d'occupation des sols multi-temporelles

Principe

- ► Série temporelle sur 14 mois (Octobre N-1 à Décembre N)
 - Interpolées pour boucher les trous
 - Dates homogènes sur la zone à traiter : 2 images par mois
- Obtention de données d'apprentissage pour l'année en cours
- Classification supervisée
- ▶ Traitement entièrement automatique sauf acquisition des données d'apprentissage

Projet lota2 pour Sentinel-2

- ▶ Production d'une carte d'occupation des sols annuelle sur la France
- Résolution 20 m, environ 20 classes
- Production opérationnelle à partir de début 2017 avec Sentinel-2A
- ▶ Projet TOSCA CES-OSO, mené par J.Inglada, M.Arias CESBIO
 - Production S2 prévue au CNES
 - Renfort de l'INRA prévu en 2016
- ▶ Premières productions nationales avec LANDSAT 8 de THEIA











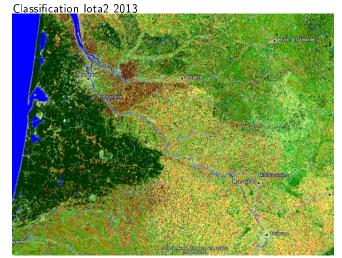
Imagerie LANDSAT de Google Earth 2015











Overall accuracy 81.8%







Copernicus GIO HR Layer Forests (mono date) 2012



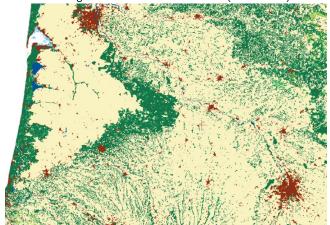
Près de 60% de feuillus dans la forêt des landes (contre 5% en réalité)







Classification global-land-cover LANDSAT (mono-date) 2010



La forêt des landes a disparu!







Sentinel-2 : calendrier

Sentinel-2A

► Lancement de S2A: 23 juin 2015

Fin de la recette en vol : Octobre 2015

Acquisitions systématiques

Europe :

Afrique : Reste du monde

Distribution des données par l'ESA :

données préliminaires dès Novembre

Distribution des données L2A par THEIA (5M km2):

Sentinel-2B

Lancement de S2B :

► Constellation Sentinel-2 opérationnelle au complet :







Aout 2015

Juin 2016

Juin 2016

Juin 2016

Fin 2016

Début 2017

Octobre 2015

Conclusions

Sentinel-2A

- ▶ Une mission ambitieuse et un succès technique
- ▶ Une mise en route un peu lente avec des difficultés en voie de résolution
 - Des trous dans les séries de données de l'automne 2015
 - Des petits bugs dans les produits 1C et des retraitements à prévoir
- Des produits prêts à l'emploi (au moins pour les zones traitées par THEIA)
 - Réflectance de surface (N2A)
 - Synthèses mensuelles sans (trop de) nuages
- ▶ Un fort potentiel d'applications opérationnelles ou pas
 - cf produits des CES THEIA (et du CESBIO)
 - Réflectance de surface (N2A), Occupation des sols, Neige
 - A suivre : zones en eau, evapo-transpiration, urbain...







Conclusions

Sentinel-2A

- Une mission ambitieuse et un succès technique
- ▶ Une mise en route un peu lente avec des difficultés en voie de résolution
 - Des trous dans les séries de données de l'automne 2015
 - Des petits bugs dans les produits 1C et des retraitements à prévoir
- ▶ Des produits prêts à l'emploi (au moins pour les zones traitées par THEIA)
 - Réflectance de surface (N2A)
 - Synthèses mensuelles sans (trop de) nuages
- ▶ Un fort potentiel d'applications opérationnelles ou pas
 - cf produits des CES THEIA (et du CESBIO)
 - Réflectance de surface (N2A), Occupation des sols, Neige
 - A suivre zones en eau, evapo-transpiration, urbain
- ► Allez, faut vous y mettre maintenant...







Informations pratiques

Informations

- ► Site Sentinel-2 de l'ESA: https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2
- ► Blog Séries temporelles : http://www.cesbio.ups-tlse.fr/multitemp/
- ► Nouvelles du pôle Theia : http://www.theia-land.fr/
- Numéro spécial Take5 (14 articles):
 http://www.mdpi.com/journal/remotesensing/special_issues/spot4

Accès aux données

- ► Téléchargement des données à l'ESA : https://scihub.copernicus.eu/
- ► Téléchargement des données au CNES : https://peps.cnes.fr/
- ▶ Données SPOT (Take5) : https://spot-take5.org/
- Données Landsat 8 de Theia : https://theia.cnes.fr/
- ► Outils de téléchargement auto : https://github.com/olivierhagolle

Merci pour votre attention!





