

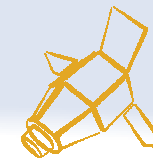


CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES

Utilisation des images Pléiades dans le Programme Préparatoire ORFEO/Pléiades

Claire Tinel – CNES

- I. Le Programme Préparatoire ORFEO/Pléiades**
- II. Retours Questionnaires Utilisateurs Pléiades**
- III. Synthèses Thématiques et Méthodologiques**



- **Observation de la Terre dans les années 2000: SPOT, IRS, ERS, ENVISAT, mais seulement pour quelques utilisateurs “expérimentés”**
« *SPOT est malheureusement peu utilisé par les utilisateurs institutionnels* »
- **A améliorer avec Pléiades!**
 - **40% des ressources Pléiades “réservées” aux utilisateurs institutionnels (Délégation de Service Public) à coûts minimaux**
 - **Un Programme Préparatoire Pléiades/ORFEO à long terme mis en place mi-2003 afin de préparer l'utilisation et l'exploitation des images par les utilisateurs institutionnels.**

Accès aux données
Programme Préparatoire



Rupture en termes technologique et
d'« accès aux données »

Investissement majeur et Challenge pour le CNES !



■ Evolutions majeures de 2003 à 2012

• Contexte Politique & Sociétal

- Application des Directives Européennes, Contrôle de la Politique Agricole Commune
- Les questions environnementales deviennent cruciales au niveau national et international

• Utilisation croissante de la géomatique et des images aériennes

- Démocratisation des SIG
- Suivi des applications politiques, à différentes échelles
- Demandes de méthodes/outils homogènes, génériques et validés

• Prise de conscience croissance de l'imagerie satellite

- Globes virtuels (Google Earth pour le plus connu,)
- Programme COPERNICUS : démonstration de Services basés sur les applications spatiales
- "Plan d'Application Satellitaires" du Ministère de l'Ecologie (MEDDE)

• Nombre croissant de l'imagerie satellitale submétrique US

- Mais accès difficile (prix, programmation, disponibilité...) à de telles images!

Potentialités (et limites) du système et de l'imagerie Pléiades?

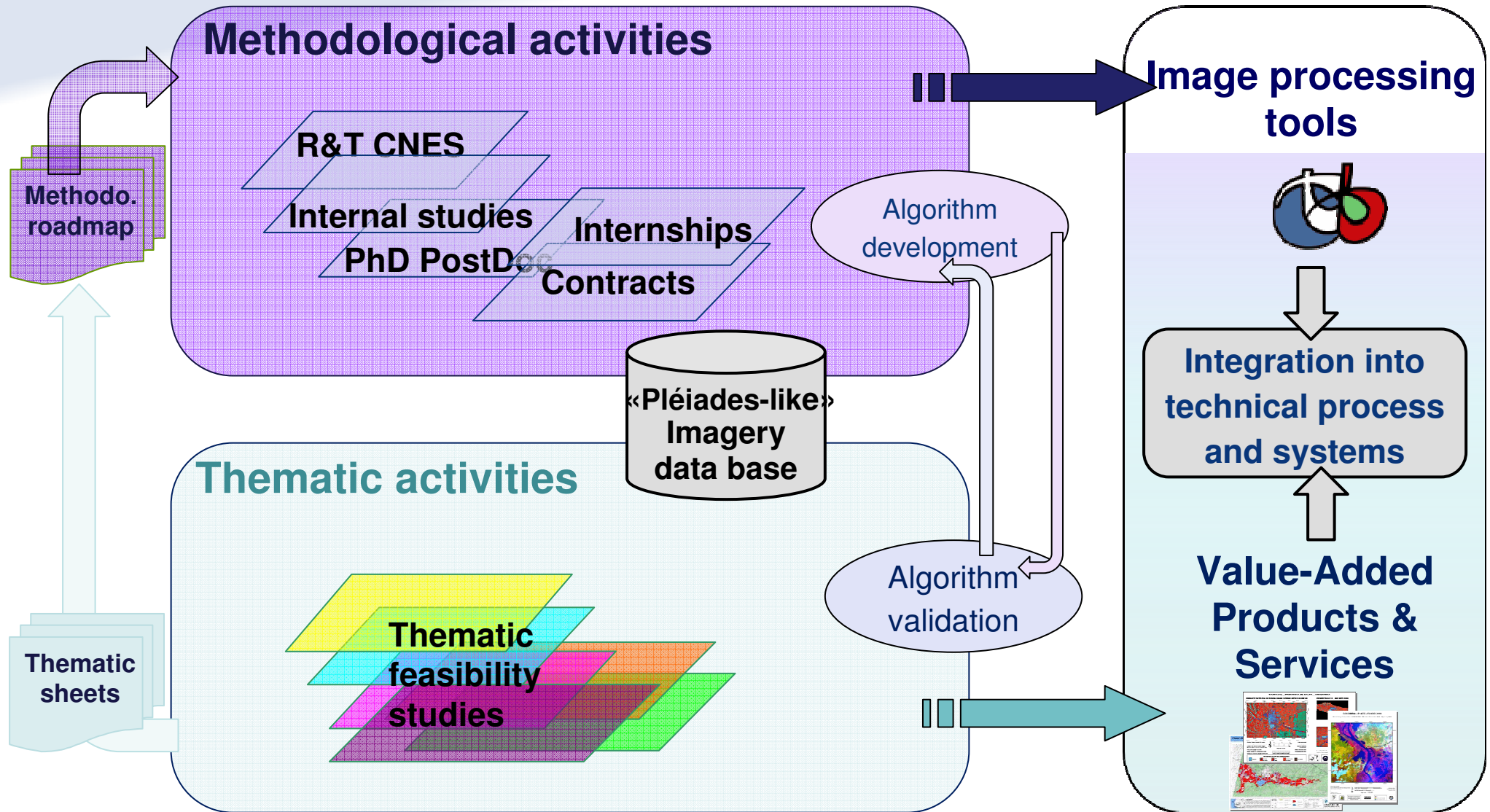


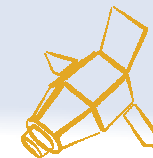
Préparer, accompagner et promouvoir les images Pléiades images

- Communauté scientifique
- Services techniques du secteur public

tout en partageant l'information avec le secteur commercial

Afin que les utilisateurs (principalement institutionnels)
soient prêts à travailler avec des images Pléiades,
dès qu'elles seraient disponibles

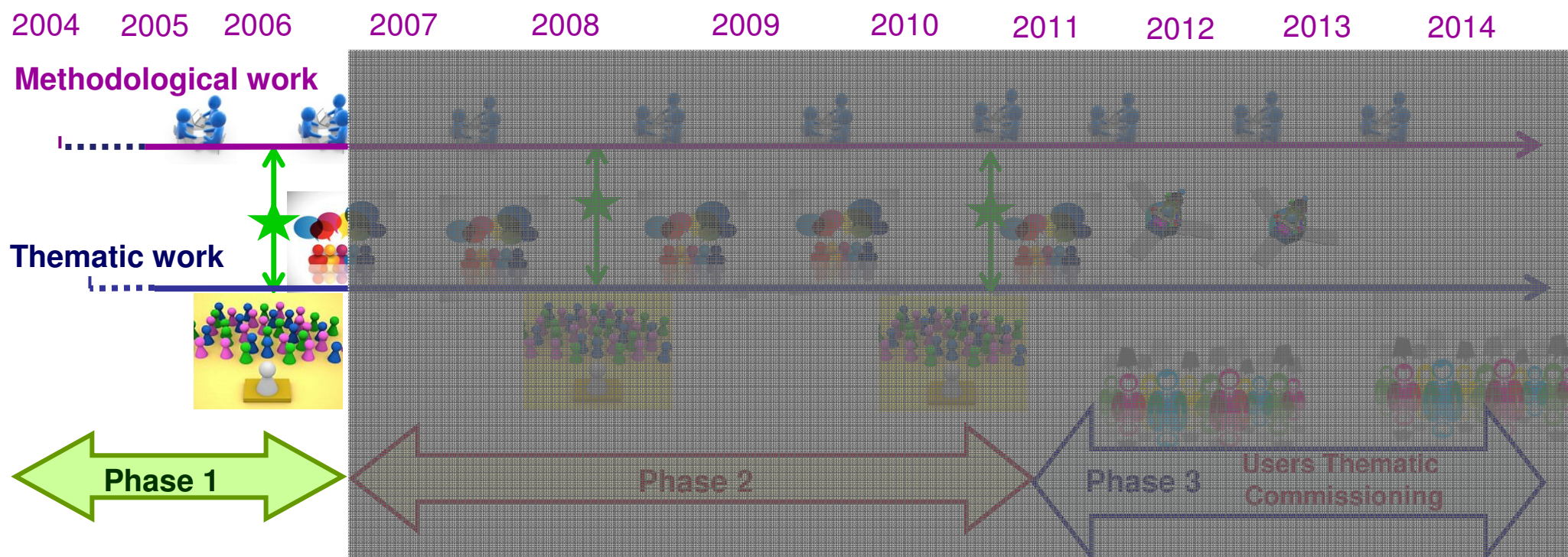


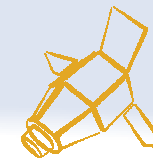


Three phases :

Phase 1 :

- ◆ Identification des besoins des utilisateurs
- ◆ Etat de l'art méthodologique



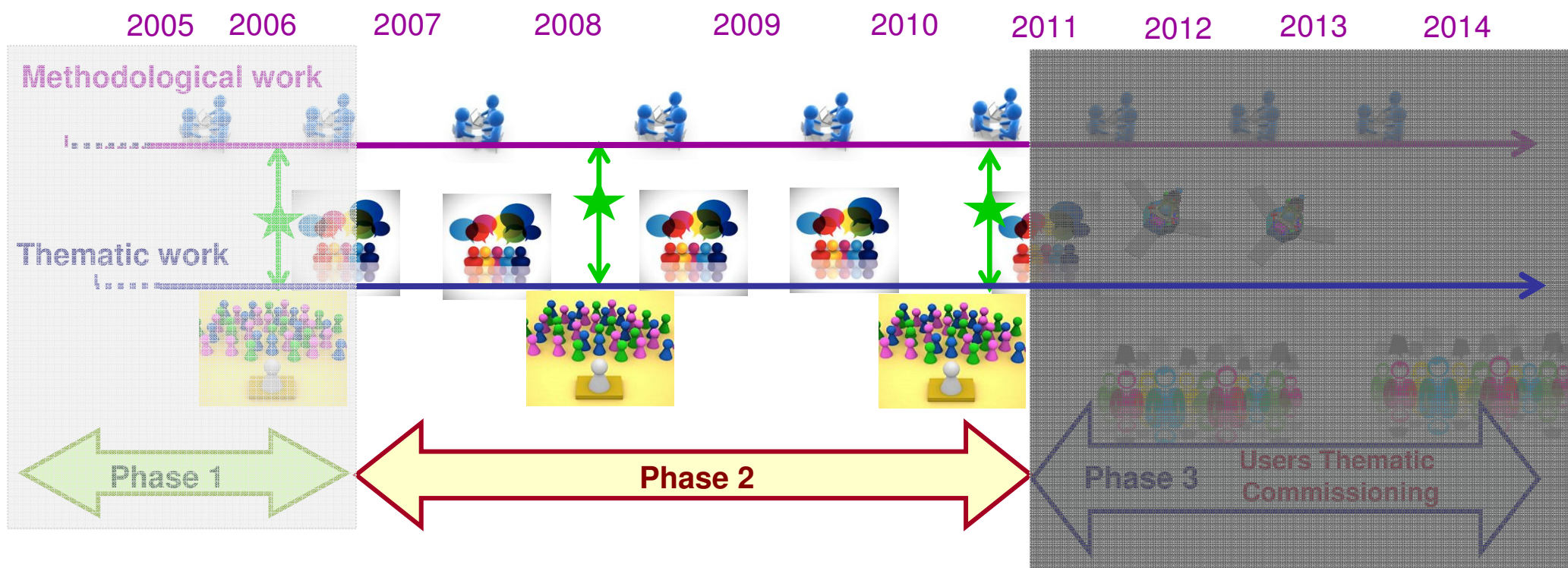


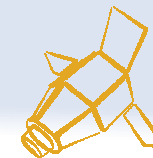
Three phases :

Phase 1 :

Phase 2 :

- ◆ Tests des services & produits à Valeur ajoutée thématiques
- ◆ Développement d'outils spécifiques (2006: création d'Orfeo ToolBox)
- ◆ Retours des utilisateurs thématiques vers l'équipe méthodologique



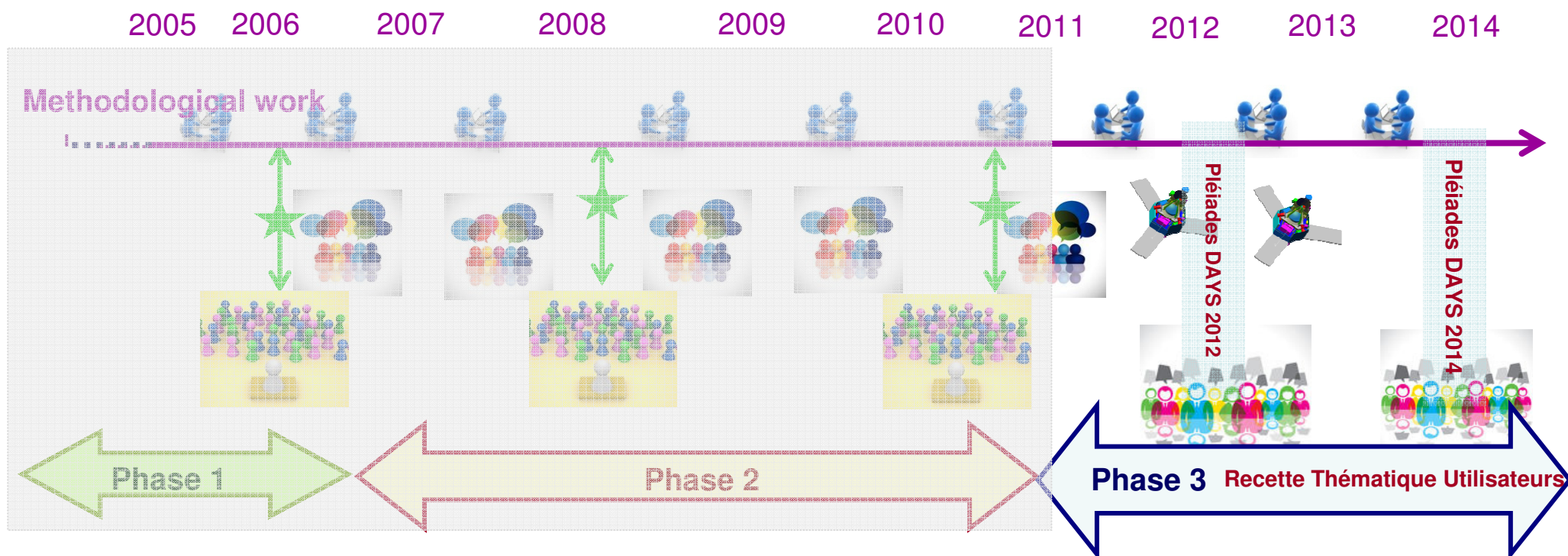


Three phases :

- Phase 1
- Phase 2
- Phase 3 : Préparation et opération de la Recette Thématique Utilisateurs

Avril 2014 : Pléiades Days
 Résultats Recette Thématique Utilisateurs
 Synthèses, Leçons apprises, Perspectives

Pléiades Days 2012 & Pleiades Days 2014





Test des “vraies” images Pléiades

- Tester les **capacités** du système Pléiades (agilité, stereo/tri-stereo...)
- Tirer bénéfice de la **politique de distribution des données** (DSP) pour les besoins institutionnels
- **Valider** avec les images Pléiades les **services/produits à valeur ajoutée** définis et testés dans les activités ORFEO
- Valider les **algorithmes/outils** développés dans le volet ORFEO méthodologique

Toujours avec une très forte implication **de la communauté ORFEO**
(utilisateurs thématiques et réseau méthodologique)

Démarrer la mise en oeuvre de la **Délégation de Service Public Pléiades**

- Avec les 3 acteurs clés: CNES, IGN, Airbus DS Geo Intelligence

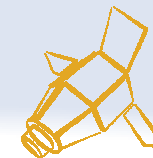
Démarrer **l’appropriation des images Pléiades** par les utilisateurs institutionnels,
notamment par des activités de **communication/valorisation**



Basée sur une sélection d'études thématiques clé ORFEO dans les 7 GT

- Durée de 2 ans (Mars 2012 – Mars 2014)
- Acquisition des images Pléiades sur l'ensemble du globe
- Utilisées comme entrées pour les étude méthodologiques
- Images disponibles sur une plate-forme RTU
- Support financier pour quelques études (stages M2, quelques contrats)


Budget: 1,2 M€ pour les images (co-financement CNES & Airbus DS/Geo/Intelligence)



60 laboratoires scientifiques
et utilisateurs institutionnels



130 études sélectionnées



171 sites géographiques



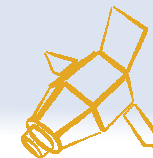
de 100 à 3700 km²

650 acquisitions Pléiades



166 000 km²

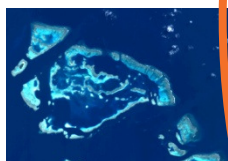
- 5% tri-stereo, 10% stereo
- dont couverture stéréo Réunion et couverture mono région Midi-Pyrénées (50 000 km²)



Répartition études thématiques

Mer & Littoral

18



Risques

27



Cartographie

32



Géologie

16



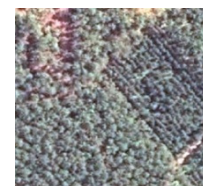
Hydrologie

8



Forêt

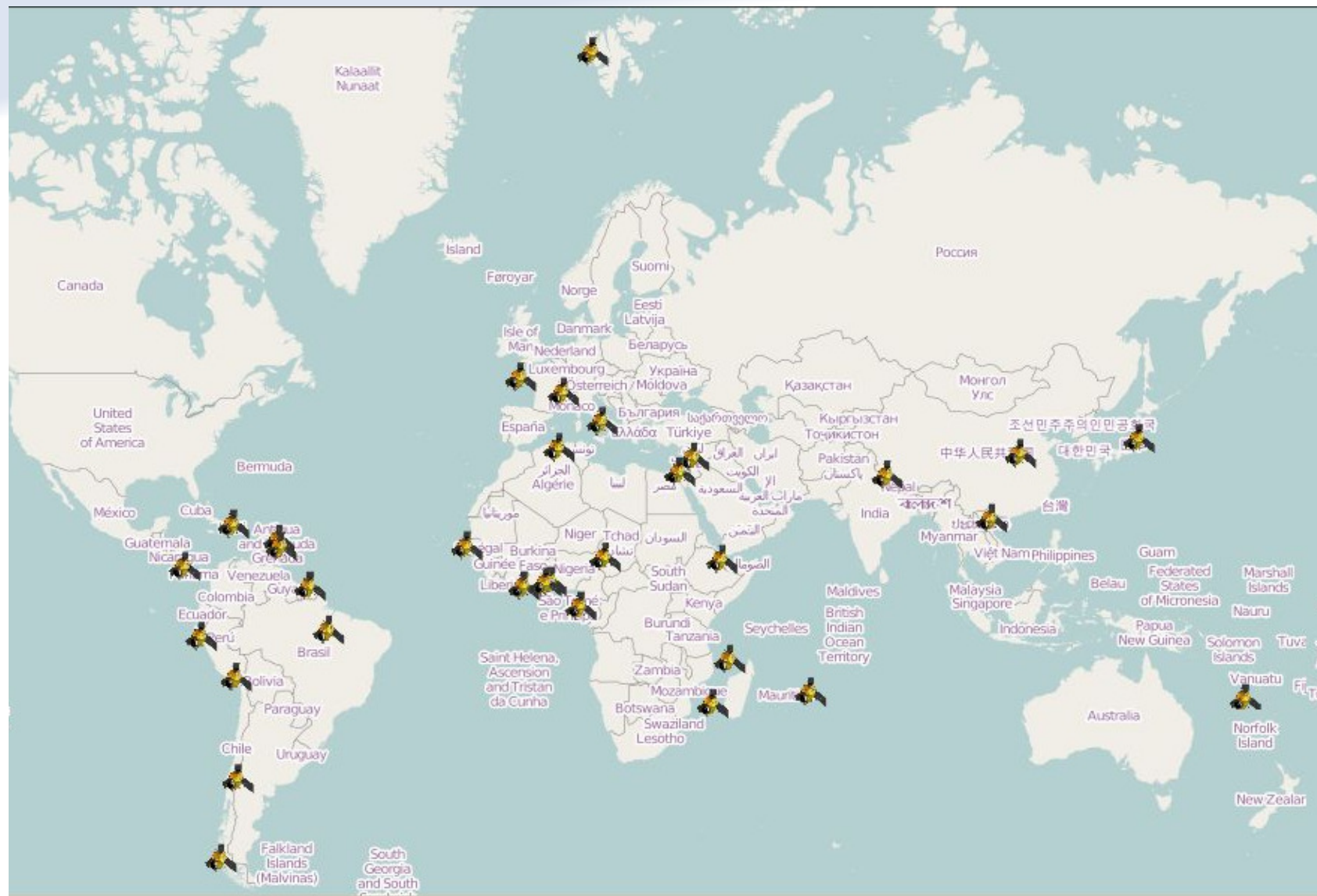
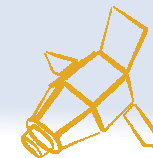
13

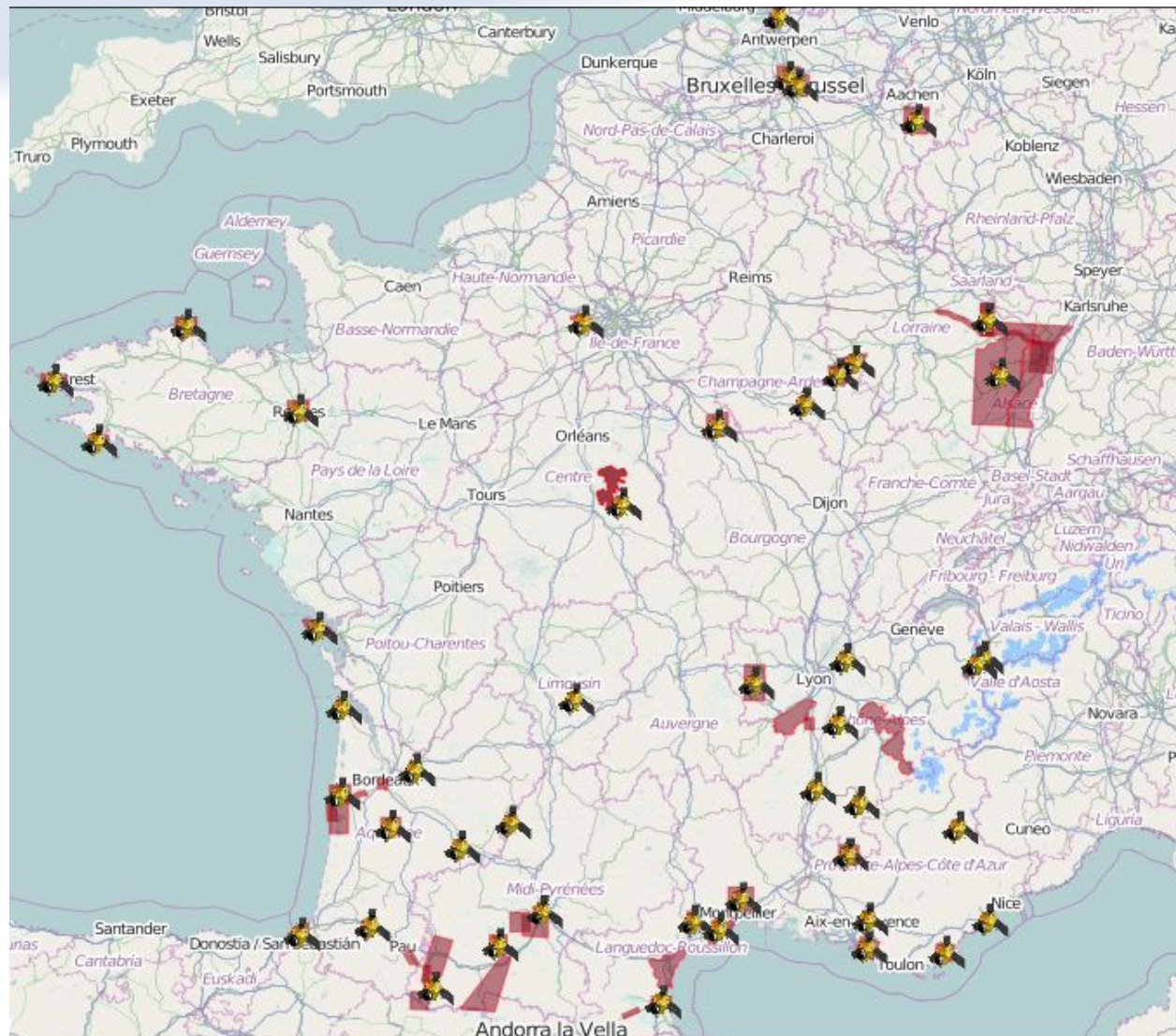


Agriculture

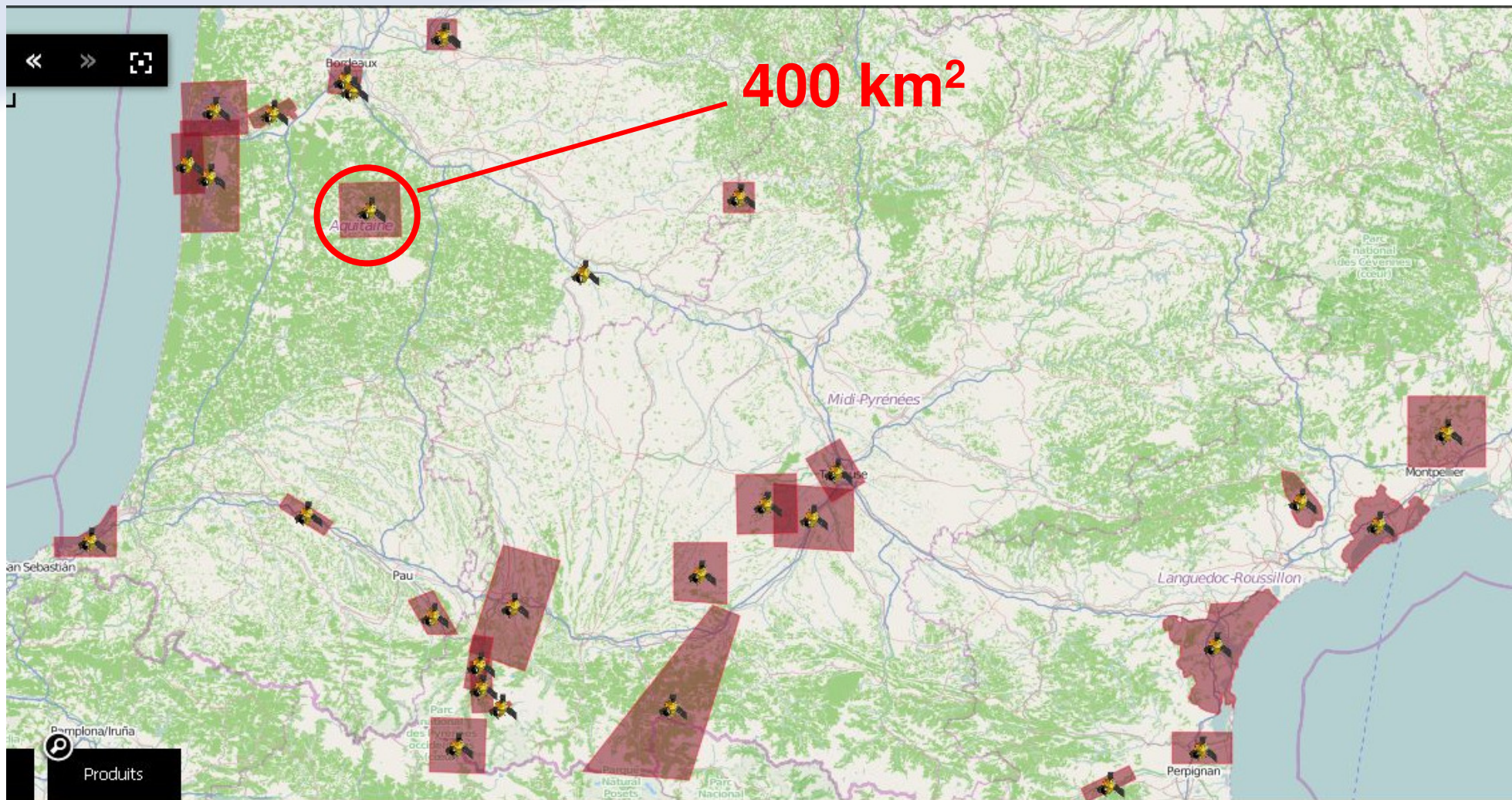
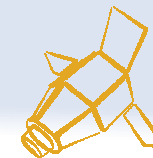
15

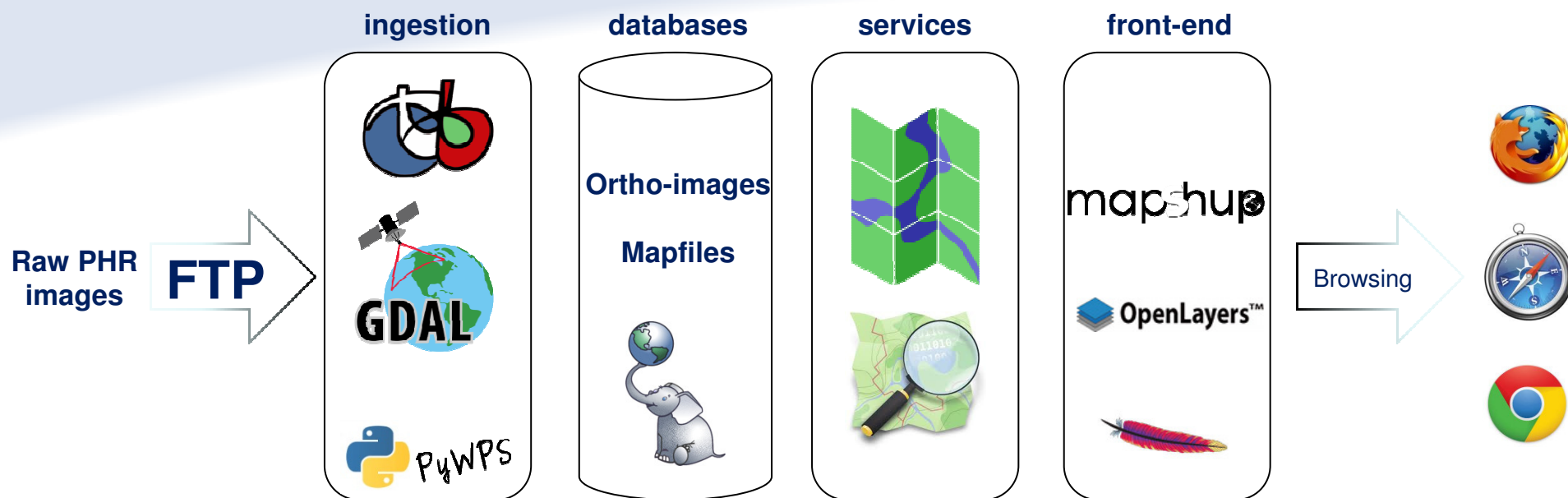
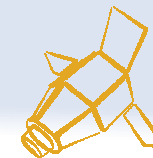






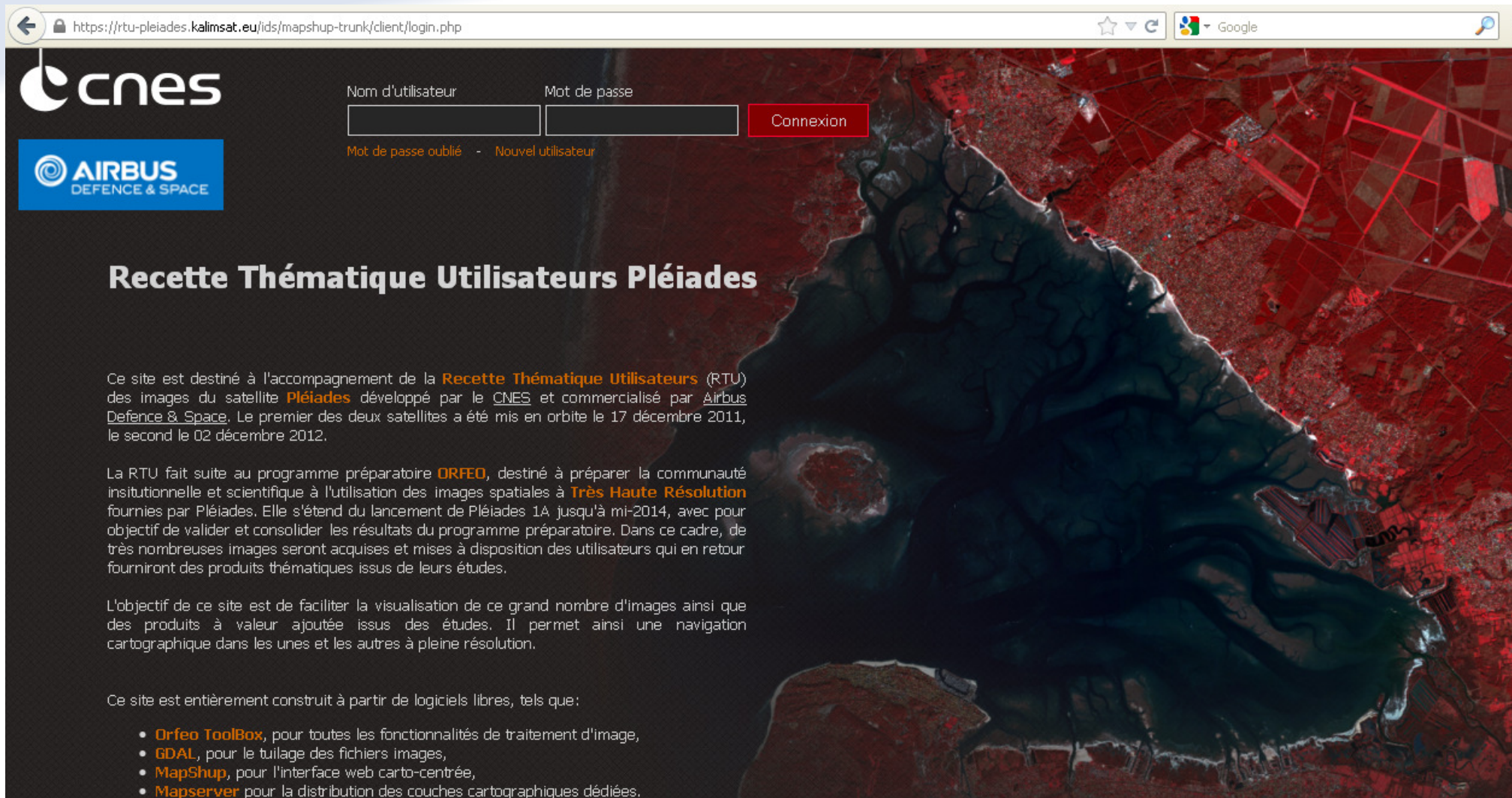
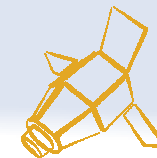
**France
47 sites**





■ Processing platform and website powered by open-source tools :

- ◆ Browse RTU sites and images
- ◆ Cartocentric navigation within images at full resolution
- ◆ 591 PHR images automatically processed and served !
- ◆ Generation of automatic products by OTB
- ◆ Open to all institutionals & scientists



The screenshot shows a web browser window with the URL <https://rtu-pleiades.kalimsat.eu/ids/mapshup-trunk/client/login.php>. The page features the CNES logo and the Airbus Defence & Space logo. A login form includes fields for 'Nom d'utilisateur' and 'Mot de passe', a 'Connexion' button, and links for 'Mot de passe oublié' and 'Nouvel utilisateur'. The main content area is titled 'Recette Thématique Utilisateurs Pléiades' and contains three paragraphs of text. The background of the page is a satellite image of a coastal region with a red overlay.

Recette Thématique Utilisateurs Pléiades

Ce site est destiné à l'accompagnement de la **Recette Thématique Utilisateurs** (RTU) des images du satellite **Pléiades** développé par le **CNES** et commercialisé par **Airbus Défence & Space**. Le premier des deux satellites a été mis en orbite le 17 décembre 2011, le second le 02 décembre 2012.

La RTU fait suite au programme préparatoire **ORFEO**, destiné à préparer la communauté insitutionnelle et scientifique à l'utilisation des images spatiales à **Très Haute Résolution** fournies par Pléiades. Elle s'étend du lancement de Pléiades 1A jusqu'à mi-2014, avec pour objectif de valider et consolider les résultats du programme préparatoire. Dans ce cadre, de très nombreuses images seront acquises et mises à disposition des utilisateurs qui en retour fourniront des produits thématiques issus de leurs études.

L'objectif de ce site est de faciliter la visualisation de ce grand nombre d'images ainsi que des produits à valeur ajoutée issus des études. Il permet ainsi une navigation cartographique dans les unes et les autres à pleine résolution.

Ce site est entièrement construit à partir de logiciels libres, tels que :

- **Orfeo ToolBox**, pour toutes les fonctionnalités de traitement d'image,
- **GDAL**, pour le tuilage des fichiers images,
- **MapShup**, pour l'interface web carto-centrée,
- **Mapserver** pour la distribution des couches cartographiques dédiées.



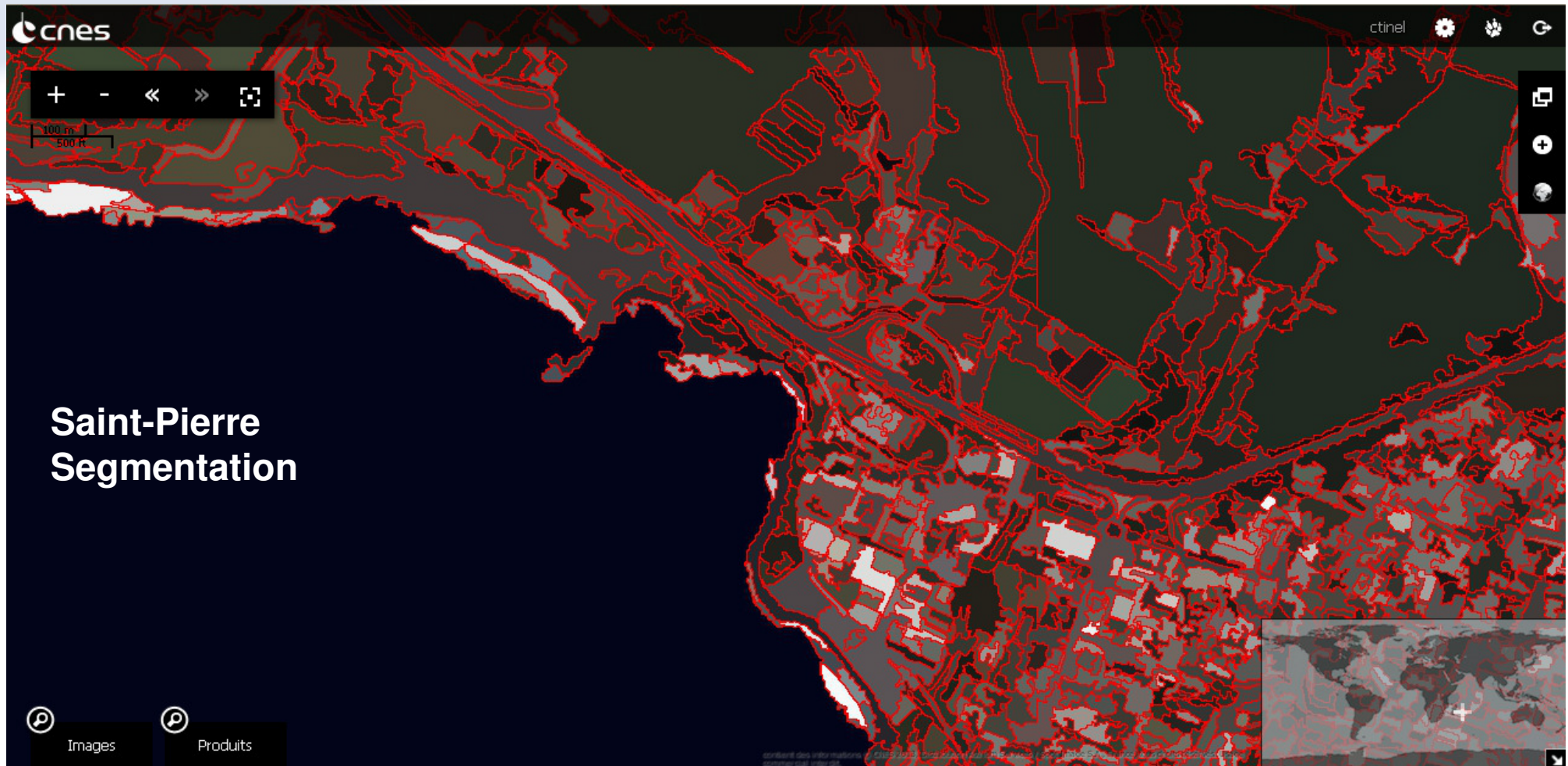
The screenshot displays the RTU website interface. At the top left is the CNES logo. The main content area features a map of Réunion Island with labels for various regions: Saint-Denis, Sainte-Marie, Saint-André, Bras-Panon, Saint-Benoît, Sainte-Rose, Saint-Philippe, Saint-Joseph, La Plaine des Palmistes, Parc National de La Réunion (Cocur), Cilaos, Saint-Leu, L'Étang Salé, Saint-Gilles-les-Bains, Saint-Paul, and Le Port. The map is overlaid with a purple outline. Navigation controls include a scale bar (10 km / 5 mi), zoom in (+) and zoom out (-) buttons, a full-screen button, and a search icon. A small inset map shows the island's location in the Indian Ocean. At the bottom left, there are buttons for 'Images' and 'Produits'. A copyright notice at the bottom center reads: 'contient des informations © CNES 2012, Distribution Atrium Services / Spot Image S.A., France, tous droits réservés. Usage commercial interdit.'



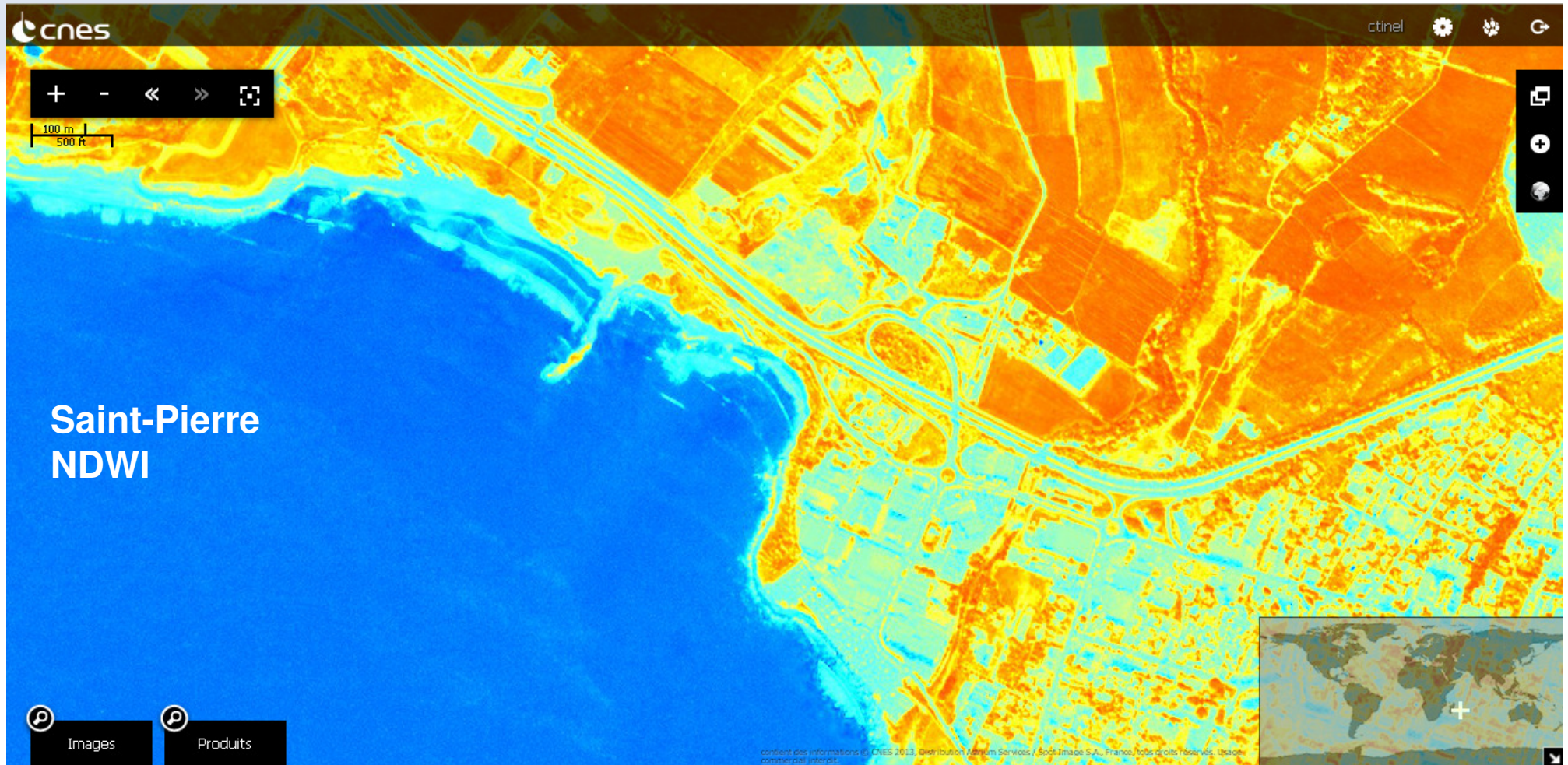
The screenshot displays the RTU website interface. At the top left is the CNES logo. The main area is split into two panels: a satellite image on the left and a topographic map on the right. The satellite image shows a coastal area with a dark sea and a densely populated urban area. The topographic map shows green terrain with a river valley and a lake. A scale bar in the top left of the satellite panel indicates 2 km and 1 mi. Navigation controls (zoom in, zoom out, pan, full screen) are visible in the top left and right corners. A world map in the bottom right corner shows the location of Réunion Island. The text 'Réunion Island Saint-Pierre' is overlaid on the left side of the satellite image. At the bottom left, there are buttons for 'Images' and 'Produits'. The text 'ctinel' is visible in the top right corner of the interface.

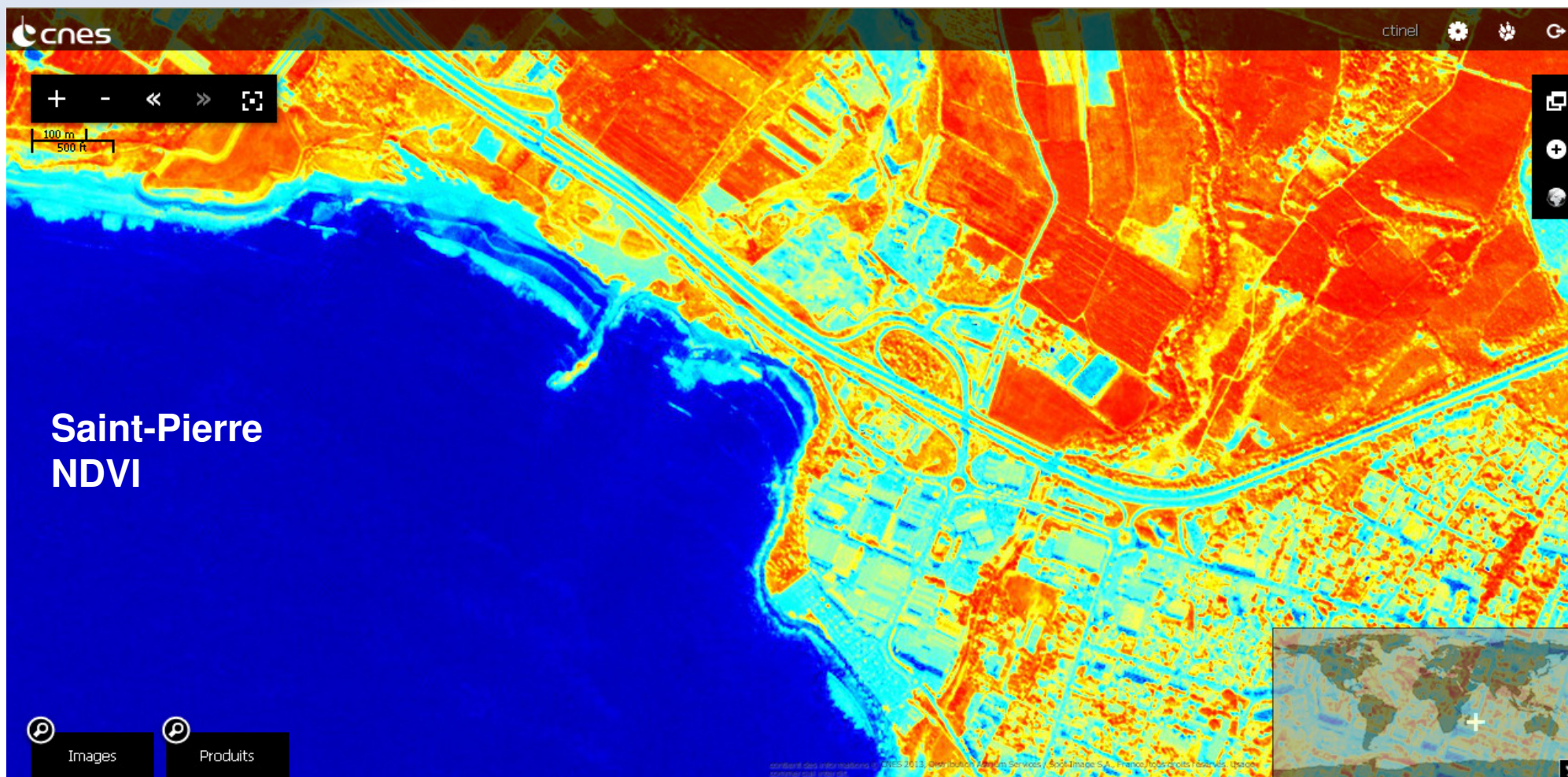
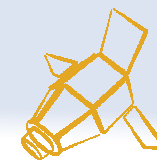






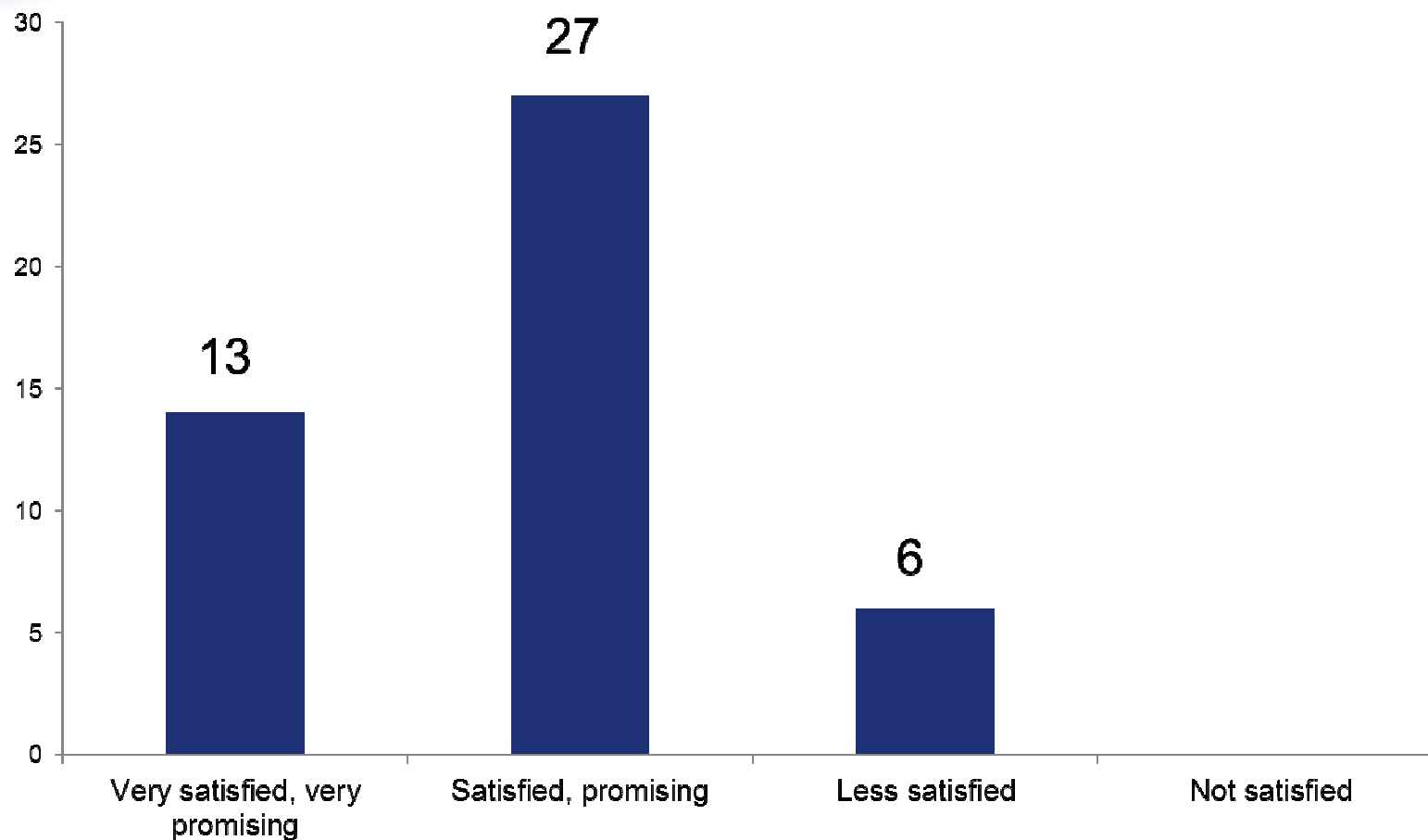
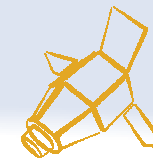
The screenshot displays a web-based satellite imagery viewer. The main content is a satellite image of Saint-Pierre, France, overlaid with red segmentation lines that delineate various land parcels and structures. The interface includes a top navigation bar with the CNES logo and the text 'ctinel'. A toolbar on the left side contains zoom in (+), zoom out (-), previous view (left arrow), next view (right arrow), and full screen (square with arrows) icons. Below the toolbar is a scale bar showing 100m and 500m. In the bottom left corner, there are two buttons labeled 'Images' and 'Produits'. In the bottom right corner, there is a small inset map showing the location of the main image within a larger geographical context. The title 'Saint-Pierre Segmentation' is prominently displayed in the lower-left area of the image.

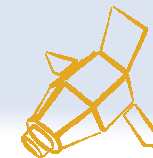




- ◆ **1^{er}, 2 et 3 avril 2014** au centre de Congrès Pierre Baudis à Toulouse
- ◆ **400 participants** (scientifiques, institutionnels, Défense, industriels)
- ◆ **64 présentations thématiques et méthodologiques**
- ◆ **64 posters**
- ◆ **Ateliers de démonstrations (OTB, S2P, IGN, Airbus DS, ISIS Pléiades)**
- ◆ **Publication des présentations orales dans RFPT**
(Revue Française de Photogrammétrie et Télédétection)
- ◆ **Présentations et posters disponibles sur www.pleiades2014.com**

- I. Le Programme Préparatoire ORFEO/Pléiades**
- II. Retours Questionnaires Utilisateurs Pléiades**
- III. Synthèses Thématiques et Méthodologiques**

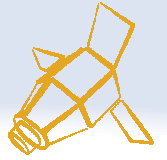




Produits non-orthorectifiés (Airbus DS)	Produits orthorectifiés (France – IGN)	Produits orthorectifiés (International – Airbus DS)
JPEG2000	GEOTIFF	JPEG2000

- **Pas de préférence : 50%**
- **Préférence pour le format GeoTiff : 35%**
 - Exploitable par la plupart des logiciels commerciaux
 - Habités au GeoTiff
 - Appréhension pour la compression JPEG
- **Préférence pour le format JPEG2000 : 15%**
 - Volume des données
 - Produits natifs disponibles à multi-échelles
 - Même si encore soucis pour ouverture/manipulation (au moins résolus par OTB/Monteverdi)

Le volume important des données est souvent une limitation qqsoit le format... mais inhérent à la résolution



“Flou” dû au rééchantillonnage à 50 cm

- Détecté par la moitié des utilisateurs
 - problématique seulement pour la détection d'éléments très fins ou d'éléments de texture (en limite de résolution)

Orthorectification

- Satisfaction
- Causes d'insatisfaction: orthorectification par SRTM, MNT utilisé pas suffisamment à jour

Fusion (Pa+XS)

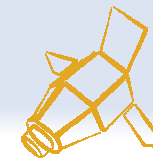
- Pas de remarque particulière

Défauts géométriques

- Les seuls défauts relevés concernent des éléments en limite de résolution spatiale

MNT

- Difficulté à produire des MNT : manque de logiciels libres adaptés



Dynamique

- Satisfaction pour la plupart même sur les zones sombres ou glaciers

Saturation

- Saturation mentionnée pour:
 - Principalement de la réflexion spéculaires sur éléments habituels
 - Objets ponctuels (velux)
 - Paysages uniformes lumineux (glace, neige, sable blanc, nuages)
 - Par contre, saturation importante sur 2 sites (Mont-Blanc, Tibet) sur neige/glace

⇒ Investigation Qualité Image CNES

Réponse spectrale (Comparaison avec d'autres capteurs)

- Similaire aux autres détecteurs THR
- Bande bleue intéressante (par rapport à SPOT5)
- Léger recouvrement spectral limite parfois la classification de végétation
- WV2 peut être plus intéressant pour certaines applications avec 8 bandes (+ MIR)



Contenu en information des images

- Adéquation aux besoins de l'étude
 - OK pour 44 études
 - Partiellement pour 6 études
 - Date d'acquisition non adaptée
 - Résultats provisoires
 - Orientation soleil/capeuts
 - Soucis de génération de MNT
 - NOK pour 2 études: saturation sur glace/neige et limite résolution spatiale

- I. Le Programme Préparatoire ORFEO/Pléiades**
- II. Retours Questionnaires Utilisateurs Pléiades**
- III. Synthèses Thématiques et Méthodologiques (Pléiades Days)**



■ **Quatre thématiques principales pour lesquelles Pléiades est pertinent :**

- ◆ Zônes côtières et cartographie de l'habitat
- ◆ Impact des activités anthropiques
- ◆ Suivi de l'aquaculture
- ◆ Question sur modèle économique: Imagerie THR/drones/aérien en OT ?

■ **Bathymetrie**

- ◆ Très prometteur mais au **stade R&D** (corrections radiométriques, angles de prise de vue...)
- ◆ Forte demande de la part du secteur privé, à suivre !

■ **Evolution du trait de côte**

- ◆ Fort impact des événements naturels (tempêtes hivernales...) et de l'anthropisation
- ◆ Connecté avec cartographie OS et le suivi de l'évolution des risques

■ **Qualité de l'eau (turbidité, couleur..)**

- ◆ VHR : richesse d'information nécessitant **une interprétation très vigilante, en combinaison avec d'autres mesures** (couleur de l'océan basse résolution, mesures in situ...)
- ◆ Contraintes spécifiques d'utilisation due au cycle des marées



➤ **Résolution spatiale**

- **Compatible avec l'imagerie aérienne 50cm** -> nécessité d'améliorer les process de traitement
- Information riche (quelques fois trop pour certains niveaux -> intérêt du JPEG2000)

➤ **Résolution spectrale (RVB & PIR)**

- Très haute qualité du contenu de l'information dans l'image Pléiades

➤ **Résolution temporelle (capacité de revisite)**

- Nécessité d'acquisitions de renouvellement en complémentarité avec les relevés aériens

➤ **Couverture de l'image bien adaptée à l'urbain (snapshot)**

- **Meilleure homogénéité temporelle**

➤ **Conditions d'utilisation et capacité dédiée aux autorités gouvernementales et locales (DSP)**

➤ **Méthodologie**

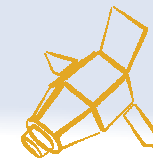
Richesse des données crée des difficultés, contournées grâce à de nouvelles approches/méthodes



- **Intérêt des MNE THR pour la gestion des ressources de l'évolution de l'eau et des paysages**
 - Intérêt pour MNT (et non pour les MNS)
 - **Besoins en produits directs MNT et MNE**

- **Mise à jour de la BD-Ortho : Grande répétitivité temporelle intéressante pour la caractérisation et la détection des changements soudains**

- **Nécessité de poursuivre les travaux avec synergie** entre les activités méthodologiques et les modèles mathématiques (assimilation de données, images Pléiades comme données d'initialisation et de paramétrisation de modèles mathématiques)



- **Deux types de projets conduits avec des intérêts communs :**
 - Études méthodologiques abordant des exigences particulières comme texture, détection d'arbres...
 - Études thématiques visant à la sensibilisation des acteurs forestiers

- **THR =** nouveau champ d'application pour la caractérisation et la suivi de la forêt

- **Texture =** caractéristique clé dans toutes les études méthodologiques sur la forêt.
 - Images PAN vraiment utiles (même si parfois en limite de résolution)

- **Amélioration majeure apportée par la THR stéréo : utilisation du MNS**
 - Les paramètres optimaux restent à être définis et étudiée
 - Estimation du volume pour l'évaluation des dégâts de tempêtes

- Les **images fusionnées orthorectifiées** sont considérées comme excellentes et suffisantes et peuvent être **directement utilisés par les acteurs forestiers** (sans traitement)
 - Avantage par rapport aux photographies aériennes: meilleure disponibilité et homogénéités des ombres (un seul angle de vue par image)



- Résultats satisfaisant pour la **détection d'éléments semi-naturels** (haies, bandes enherbées) grâce à la THR
- Accès aux **hétérogénéités intra-parcellaires**
- Améliorations méthodologiques pour la **détection d'objet** (analyse texturale /morphologique, classification orientée objet) mais à poursuivre
- Besoin de la **complémentarité d'autres capteurs** pour la détection des cultures/caractérisation des systèmes de cultures (cultures annuelles, prairies, environnements pastoraux, vignobles)
- Les applications dans le contexte des Directives européennes (Nitrate, Eau...) sont **prometteuses** mais doivent être **poussivies et validées**
- Attention : **ne pas survendre les capacités de Pléiades pour l'agriculture** car dans la plupart des cas, besoins de revisites temporelles et larges couvertures



➤ Deux types principaux d'études

◆ Identification et caractérisation des **éléments géomorphologiques significants**

- La THR permet d'accéder à des **caractéristiques auparavant inaccessibles**
- Applications scientifiques mais également études géotechniques / évaluation des risques

◆ Surveillance systématiques et études des déplacements / estimation des variations volumiques

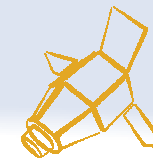
- Utilisation importante de la **capacité de tri-stéréo/stéréo**, haute précision des MNE (Z)
- Le suivi de l'évolution requiert des acquisitions multiples sur un même site dans une courte période

➤ Quelques applications **prêtes pour l'opérationnel**

◆ Surveillance des glissements de terrain et glacier

Les données 12 bits limitent la saturation sur les glaciers (sauf faces ensoleillées)

- ◆ **Evaluation du risque volcanique**
- ◆ **Contribution aux études géotechniques**



➤ **Résolution spatiale et information spectrales**

Bien adaptées aux besoins des 3 phases du cycle Risques (pré-crise, crise, post-crise)

Quelques limitations dans des zones urbaines spécifiques (i.e. habitats précaires ou “de fortune”)

Contribution réelle pour certaines catastrophes tels les tremblements de terre

Canal bleu intéressant pour les événements côtiers, manque du MIR pour l’analyse de la végétation

➤ **3D**

Réelle amélioration pour les 3 phases même si pas encore complètement exploré

3D acquis durant la crise: serait pertinent et probablement un standard dans le futur

➤ **Agilité/ Disponibilité**

Accès en 1 à 2 jours + fréquence revisite (suivi crise)

3 plans de programmation / jour

➤ **Gouvernance**

Programmation plus accessible + DSP

➤ **Opérationnel**

Valeur de l’information dérivée reconnue : produits dérivés ingérés dans les outils de crise



- La 3D devient un « **classique** » et est intégrée dans un large éventail d'applications
- **Certaine maturité** des outils actuellement disponibles
- **B/H :**
 - Dépend des algorithmes mais de préférence **B/H modéré**
 - tri-stereo unanimement prouvé comme étant meilleur que stéréo mais gourmande en ressources satellites.
- **Performance altimétrique: difficile à mesurer**
 - **1,5m LE90** (statistiquement sur terrains en pente douce)
- **Temps de calcul longs (plus court en géométrie épipolaire)**
- **En amélioration:** segmentation avancée (approche orientée objet)



- **Nouvelles possibilités** avec la résolution spatiale et temporelle (texture objet / objets se déplaçant rapidement)
 - Un moteur pour l'innovation avec de nouvelles méthodes d'extraction de l'information

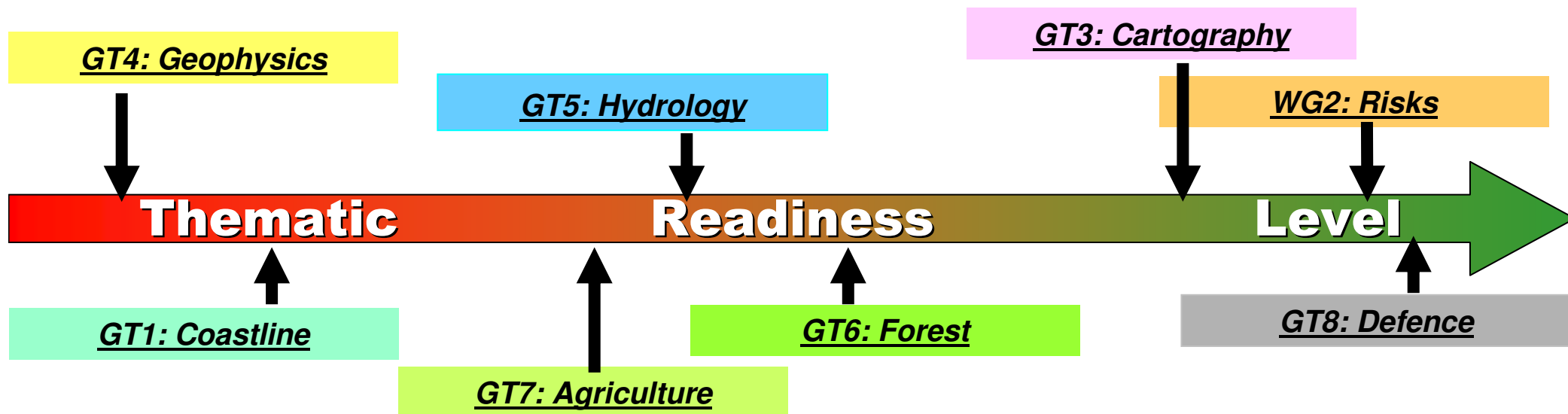
- Une volonté de **généricité** (large panel de données)

- Mais **nouvelles contraintes** avec volume des données, temps de process : besoin de développements méthodologiques
 - Un travail important a commencé et doit se poursuivre

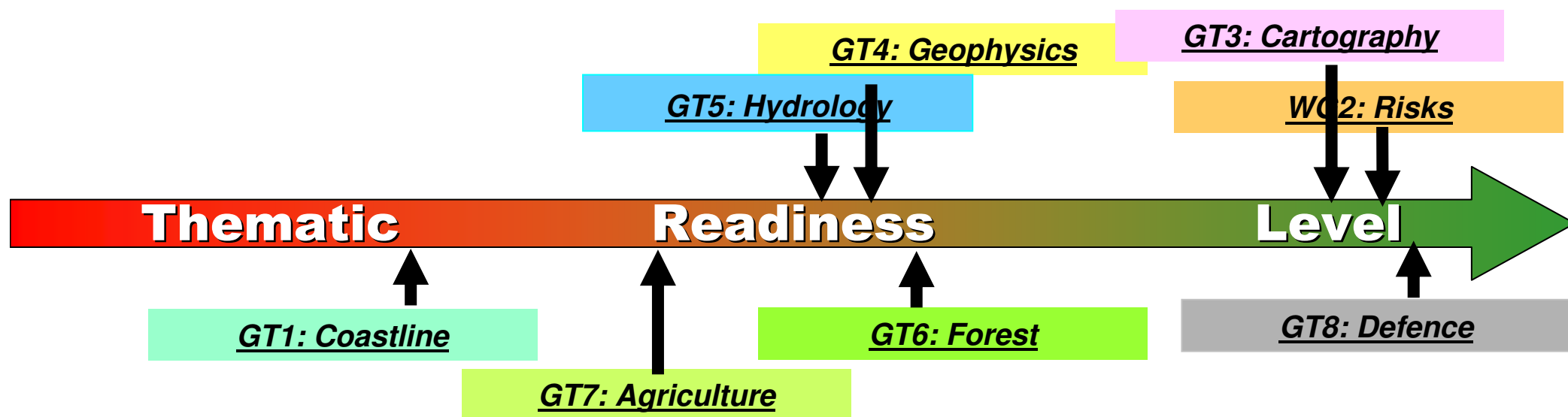
- **Besoins de relayer vers les non-spécialistes de la télédétection**
 - CEREMA : fourniture aux services gouvernementaux d'applications opérationnelles basées sur l'OTB
 - Nécessité d'intensifier les formations utilisateurs
 - Intégration OTB / QGIS est une voie à poursuivre

- **Orfeo ToolBox / Monteverdi :**
 - Une plate-forme commune avec l'intégration de nouveaux algorithmes
 - Une plate-forme pour les non-spécialistes : accroître l'utilisation des données des Pléiades
 - Largement utilisé par la communauté scientifique
 - Besoins de formation pour certains utilisateurs
 - Open source et logiciels libres

Adéquation globale du système Pléiades / GT Thématiques



Contenu thématique Pléiades / GT thématiques ?
Maturité des méthodes et outils / GT thématiques ?



Evolution du « Thematic Readiness Level » au cours du temps, grâce aux études R&D, démonstrations, utilisateurs qualifiés,

- ◆ **Pléiades Days** : retours très positifs des scientifiques et des autres participants
- ◆ **Thématiques matures au niveau opérationnel** : risques, cartographie, apport du 3D pour la géophysique
- ◆ **ORFEO** : création et fédération d'une communauté d'utilisateurs thématiques / méthodologiques
- ◆ **RTU = beta-Utilisateurs Institutionnels Autorisés opérationnel**
 - « Rodage collectif » AIRBUS DS/Geo Intelligence – CNES – IGN, au démarrage
 - Capacités effectives de programmations
 - Contribution à la mise en place entre les acteurs de la DSP (CNES, AIRBUS DS/Geo Intelligence, IGN)
 - Retours utilisateurs
- ◆ **Suite RTU:**
 - Scientifiques : ISIS + pôle THEIA
 - UIA : Mandat IGN / DSP Pléiades, avec suivi CNES
 - Orfeo ToolBox : continuation du développement, support assuré pour les utilisateurs
www.orfeotoolbox.org