



Panorama des applications opérationnelles de la télédétection à l'ONF ; démarche d'appropriation des méthodes de cartographie forestière à partir de lidar aéroporté

**Anne Jolly, Office National des Forêts
Département Recherche, Développement et Innovation**



Contexte

- **ONF = EPIC, gestionnaire des forêts publiques françaises**
- **Env. 8400 personnes**
- **6 grandes missions :**
 - **Gestion durable des forêts** publiques, préservation des ressources, adaptation aux changements globaux
 - Mobilisation de bois (40% du bois mis sur le marché en France)
 - Protection et gestion des **risques** : incendies, montagne, littoral
 - Préservation et amélioration de la biodiversité et de l'environnement
 - Accueil du public
 - Prestations de services dans ses domaines de compétences (arbre, forêt, milieux naturels, accueil du public, ...)
- **Maillage territorial et activités de gestion en continu :**
connaissance du terrain, système d'information alimenté par activités de gestion
- **Développement de la télédétection en appui aux métiers de gestion forestière**
- **R&D interne : petites équipes, sur de nombreux domaines, dont télédétection**
- **Partenariats avec organismes de recherche : projets communs, projets co-financés, avec autres organismes publics**



LES UTILISATIONS DE LA TÉLÉDÉTECTION POUR LA FORÊT



Les domaines d'applications à l'ONF : différents stades de maturité

Gestion forestière	<p>grands types forestiers</p> <p>variables forestières (ex: hauteurs, volumes)</p>	
<p>Santé des forêts</p> <p>Tempête</p>	<p>alerte, détection, évaluation de dégâts</p> <p>évaluation de dégâts</p>	
Incendies de forêts	<p>combustibilité</p> <p>contours et sévérité des feux</p> <p>reprise après incendies</p>	
Risques en montagne	<p>suivi de mouvements de terrain</p> <p>suivi de glaciers</p> <p>crues torrentielles</p>	
<p>Risques et biodiversité / littoral</p>	<p>suivi du trait de côte</p> <p>morphologie dunaire</p> <p>caractérisation des dunes, habitats</p>	
Forêt Guyanaise	<p>suivi orpaillage et déboisements illégaux</p> <p>exploitations forestières</p> <p>variables forestières</p> <p>grands types de peuplements, espèces</p>	<p>+ hyperspectral (recherche)</p>

Légende

- photogrammétrie aérienne
- lidar aérien
- sat. optique HRS
- sat. optique THRS
- sat. optique THRS stéréo
- Sat. RADAR HRS
- application opérationnelle et internalisée



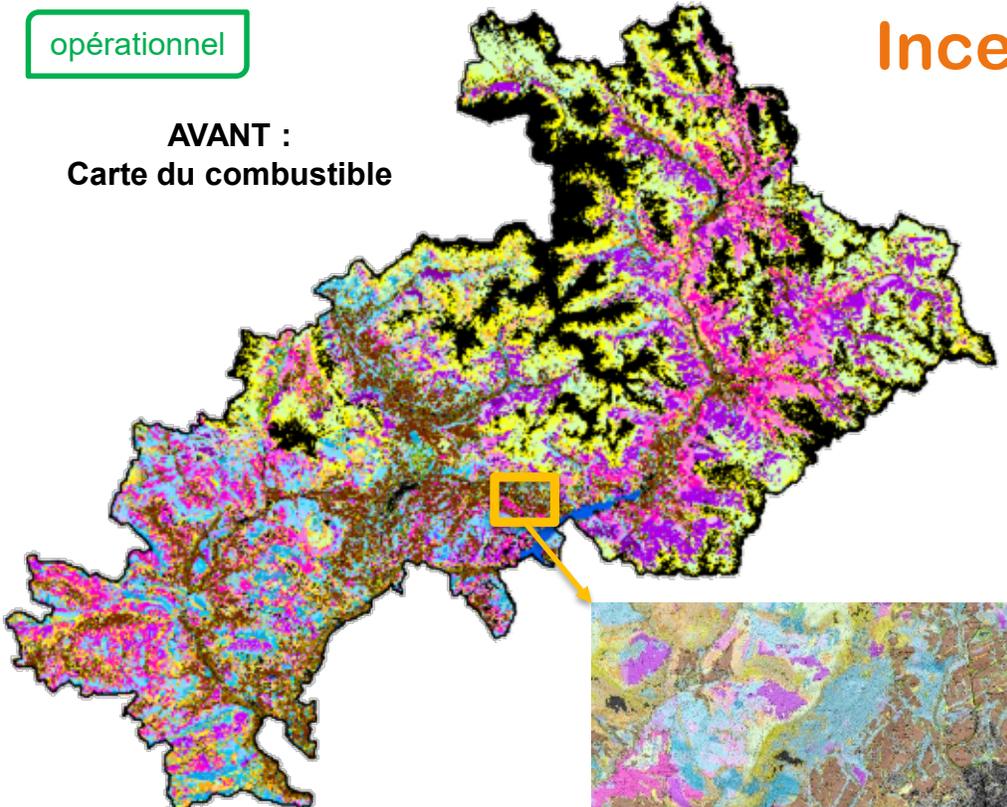
opérationnel

Incendies de forêts (DFCI)

opérationnel



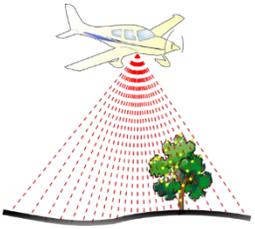
AVANT :
Carte du combustible



- 1 : neige
- 2 : eau
- 3 : minéral
- 4 : pelouse verte
- 7 : résineux hors massif
- 8 : feuillus hors massif
- 9 : pelouse des zones naturelles
- 12 : verger
- 13 : vigne
- 14 : Interface des IFH/CFH dense interne
- 15 : Interface des IFH/CFH dense périphérique
- 16 : Interface des IFH/CFH groupe interne
- 17 : Interface des IFH/CFH groupe périphérique
- 18 : Interface des IFH/CFH diffus
- 19 : Interface des IFH/CFH isolé
- 20 : cultures, prairies, parc et jardin urbain
- 21 : haies
- 22 : ripisylve
- 23 : friche lande peu dense
- 24 : friche lande moyennement dense
- 25 : friche lande dense
- 300 : faiblement végétalisé
- 700 : rsx indifférencié
- 701 : conifère indifférencié
- 702 : pin indifférencié
- 703 : Pin noir ou laricio
- 704 : pin sylvestre
- 705 : mélèze
- 706 : pin a crochet ou cembr
- 707 : sapin epicea
- 708 : douglas
- 709 : cedre
- 710 : pin alep
- 711 : pin maritime
- 800 : fx indifférencié
- 801 : ch pubescent
- 802 : hetre
- 803 : robinier
- 804 : peuplier

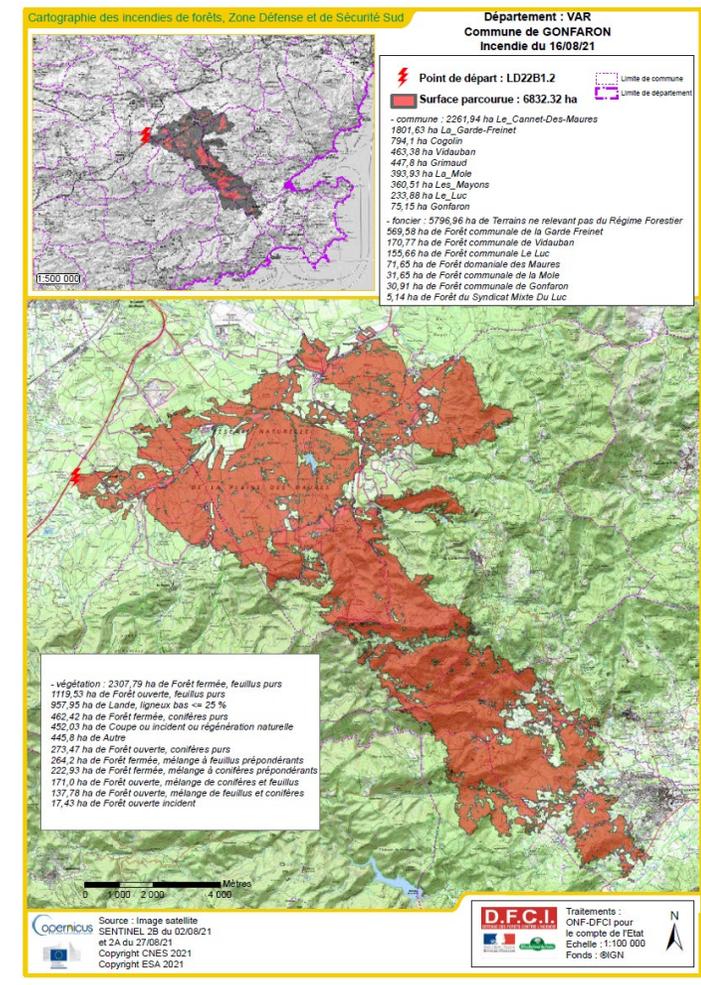
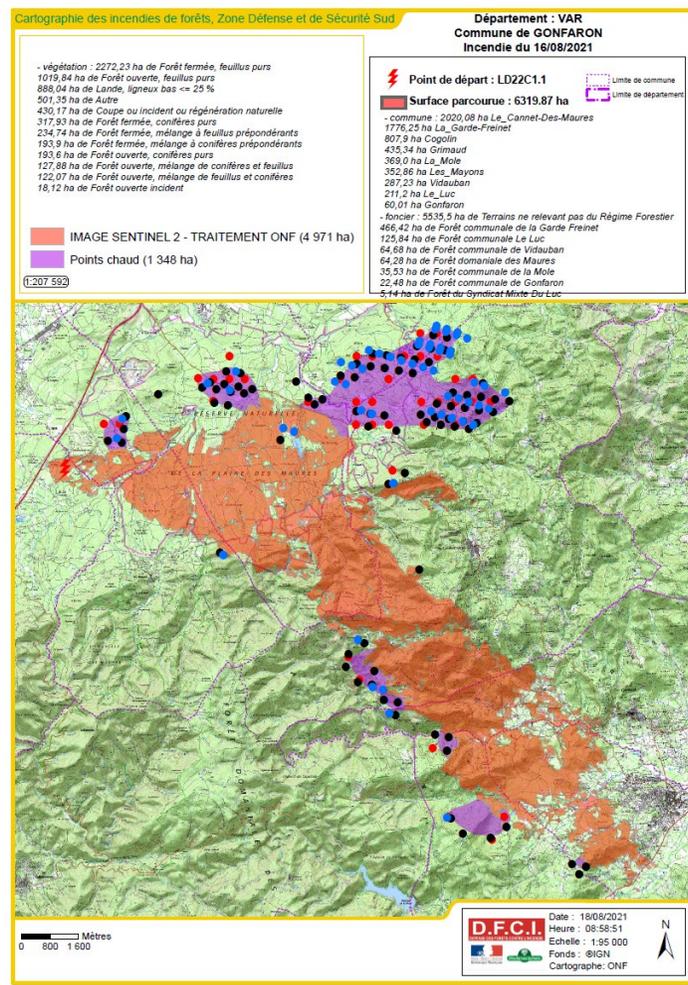
R&D

R&D /
indices lidar
en lien avec la combustibilité



PENDANT : ex incendie zone de Gonfaron
16/08/2021 1ère carte éditée le 18/08/2021

APRÈS : carte et évaluation
des zones incendiées
Mission d'intérêt générale MTES → ONF
France entière feux > 25 ha

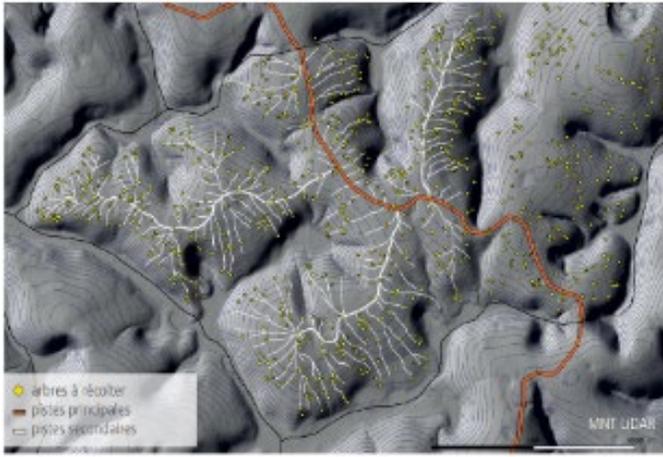




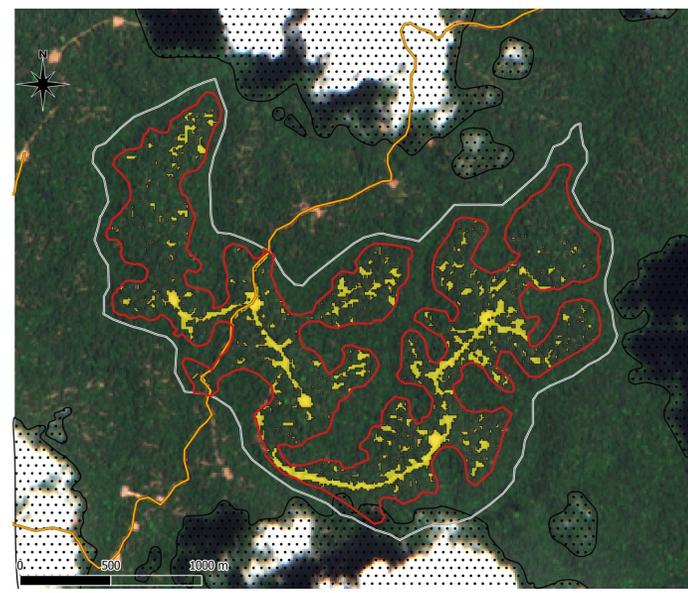
Forêt Guyanaise

opérationnel

Optimisation du réseau de routes et de pistes à partir d'un MNT issu de LiDAR aérien



Suivi des impacts de l'exploitation forestière / images Sentinel-2



R&D

évaluation de la ressource, types de peuplements forestiers, habitats (analyse de texture / images Spot 6-7)

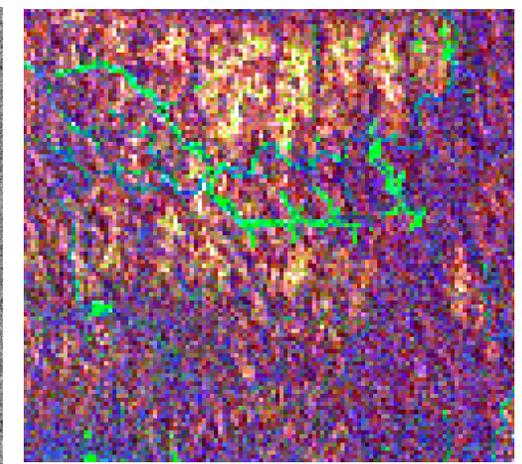
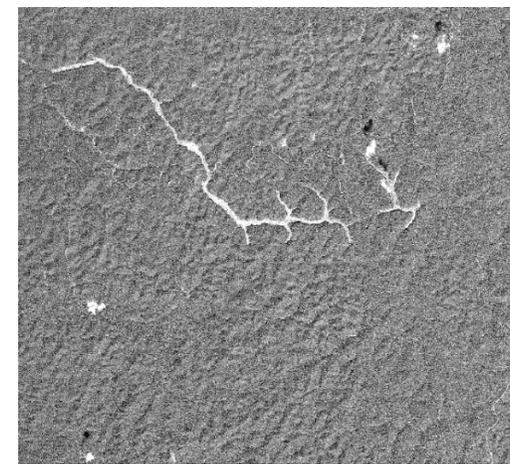


image SPOT7 station SEAS-Guyane, © CNES 2015, Distribution Astrium Services / Spot Image S.A

importance des dispositifs de mise à disposition des données (SEAS, Dinamis, station de réception)



Risques en montagne

opérationnel

Tempête Alex (octobre 2020) / vallée de la Vésubie

Images Pléiades utilisées pour une 1ère évaluation

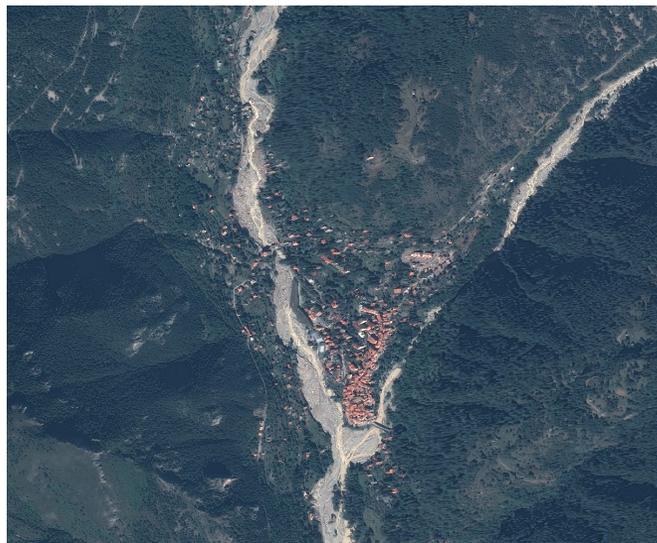
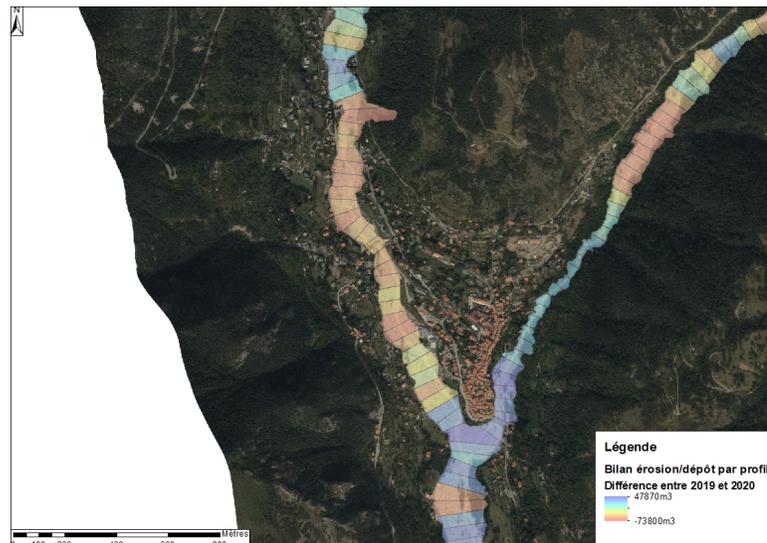


Image Pléiades 05/10/2020 CNES, Airbus, CNES
Charte Internationale Espace et Catastrophes Majeures

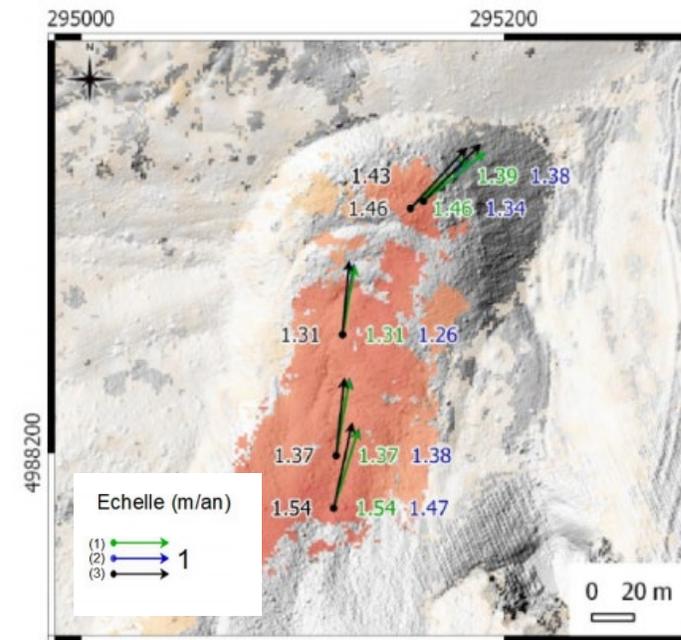
évaluation fine / MNT lidar issu de la mission aérienne d'urgence IGN



Orthophotographies d'urgence IGN
évaluation du MNT lidar

Suivi de déplacements d'un glacier à partir d'images stéréo Pléiades (2016-2020)

R&D



Collaboration ONF-RTM ; IsTerre, Edytem

Pour risques en montagne : nombreuses utilisations opérationnelles des données de télédétection 3D (aériennes, terrestres) : lidar, photogrammétrie, ...



opérationnel

Caractérisation des peuplements forestiers (LiDAR) 1/2

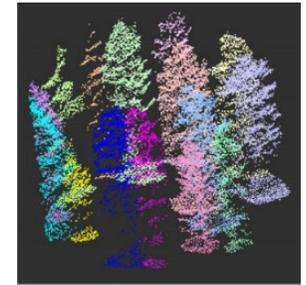


Principes : Modélisation = relations statistiques entre informations de terrain et LiDAR



Placettes de calibration terrain
Arbres positionnés (x,y) et inventoriés (diamètre, hauteur ...) sur 15 m de rayon

Nuage de points LiDAR
Extrait sur les mêmes emprises que les placettes de calibration terrain



Mesures dendrométriques (arbres ; synthèse /placette)
ex: G/ha

Calcul d'indicateurs (« métriques ») / nuage LiDAR

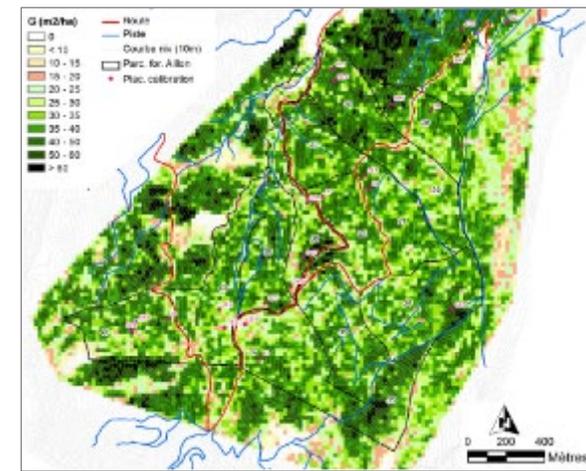
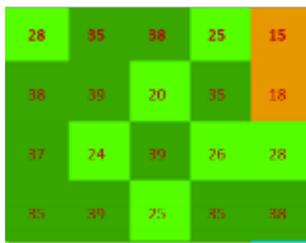


métriques :
échelle arbre (segmentation des houppiers) et échelle placette

Modélisation

$$\text{Variable dendrométrique} = f(\text{indicateur X, indicateur Y, ...}) + \epsilon$$

Application du modèle à l'ensemble de la zone / maille de calcul de surface = surface des placettes de calibration



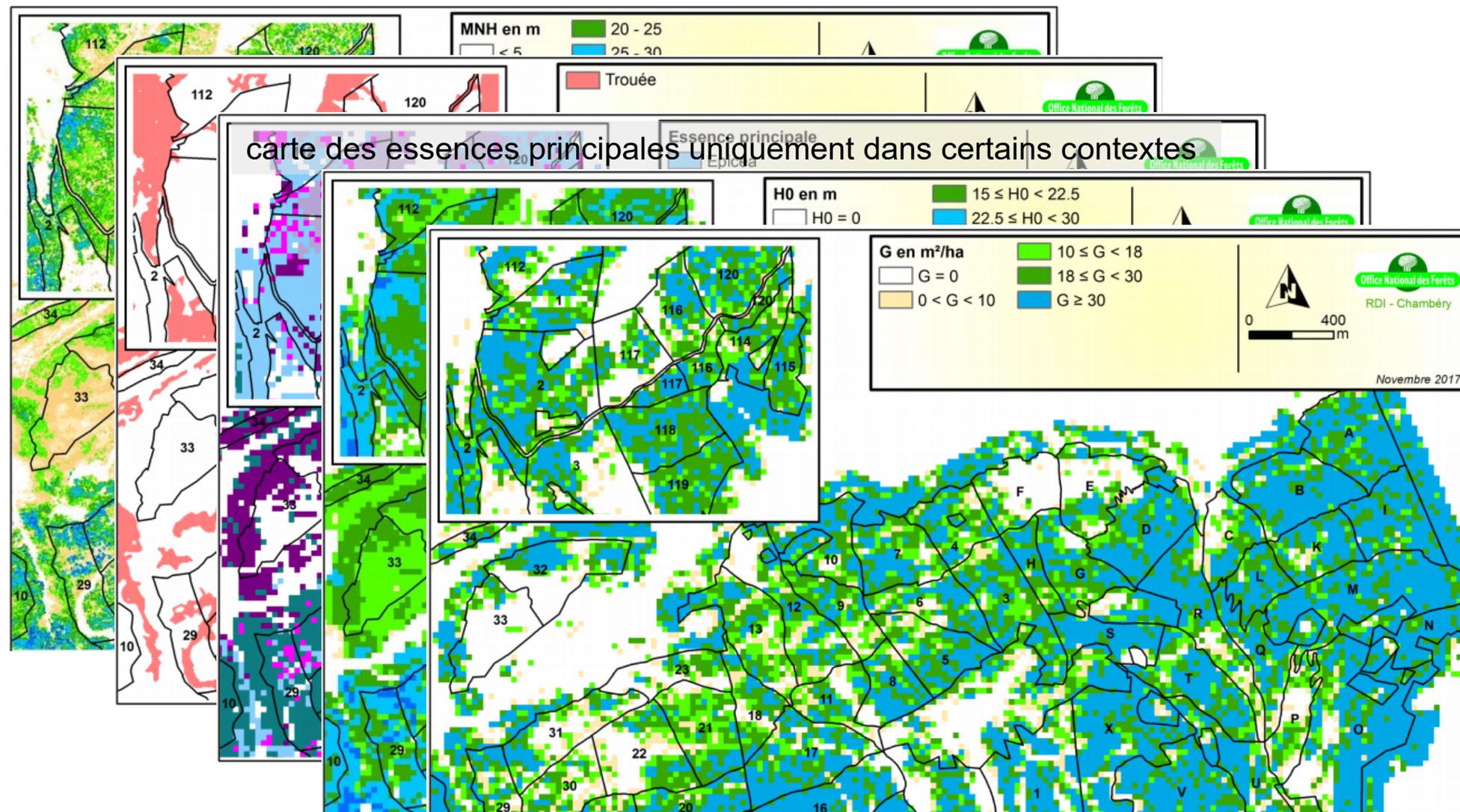


opérationnel

Caractérisation des peuplements forestiers (LiDAR) 2/2

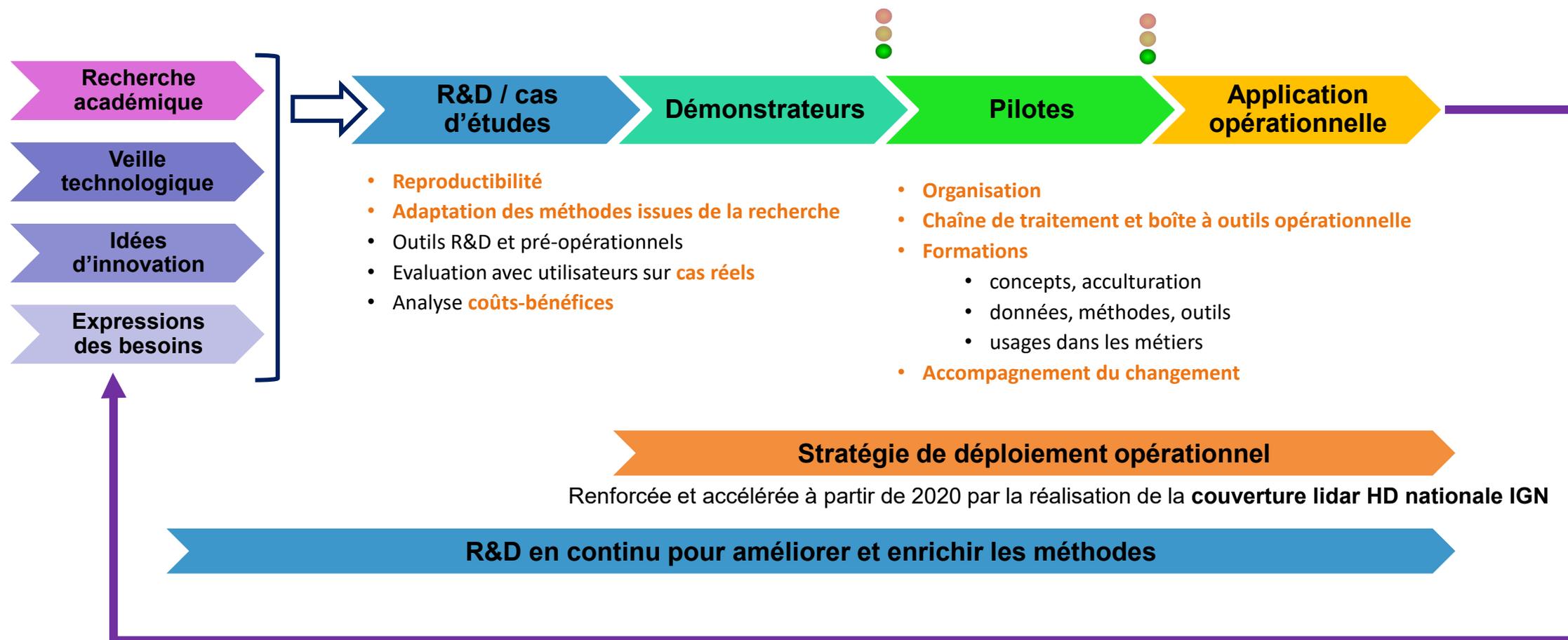


exemples de résultats





Cartographie forestière à partir de lidar aéroporté : démarche d'appropriation opérationnelle

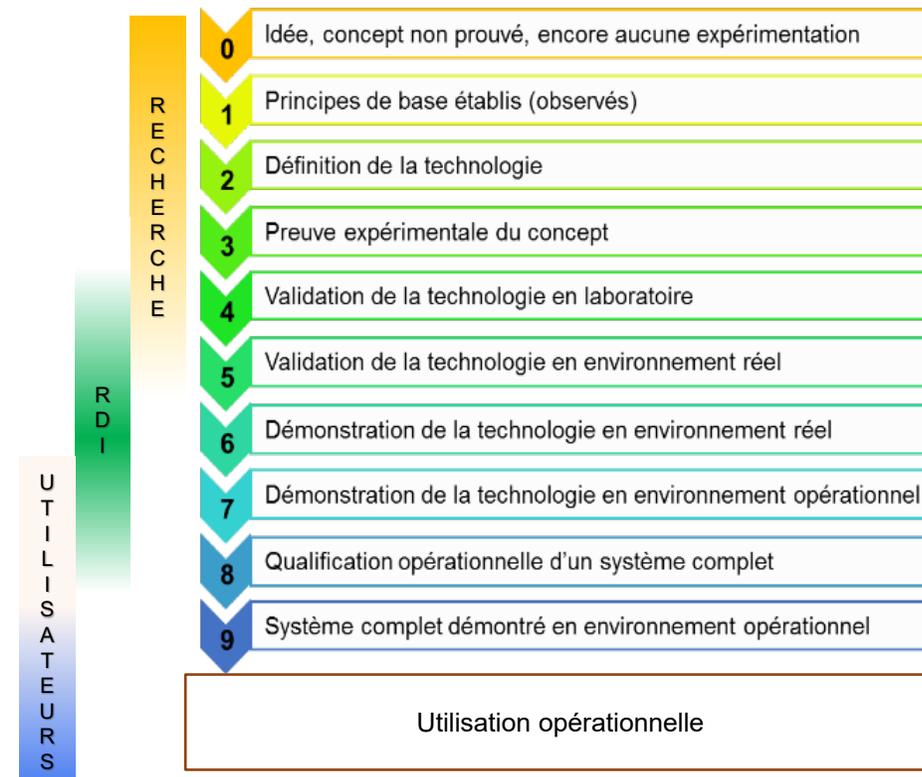




Positionnement vis-à-vis de la communauté scientifique

Démarche

- **Prendre en compte l'importance du transfert (TRL5 et suivante)**
⇒ *après les projets de recherche il reste du chemin à parcourir pour que cela devienne opérationnel !*
- **Considérer les données et méthodes de télédétection comme une partie d'un système d'observation et de gestion**
- **Anticiper le transfert des outils issus de la recherche**
 - associer le plus tôt possible experts R&D et utilisateurs potentiels
- **Aider à la vulgarisation**
 - contribuer à former des « relais » en R&D, des experts
 - contribuer aux documents de vulgarisation, aux formations
 - séminaires et ateliers chercheurs-utilisateurs





Besoins en apports scientifiques / nos domaines d'application

Principaux « verrous » actuels :

- **Caractérisation des peuplements forestiers et de leur état**
 - **Santé des forêts** : détection de problèmes sanitaires, monitoring / détection d'anomalies, alertes précoces
 - Composition en **espèces** (intra-parcellaire, peuplements mélangés, zone tempérée et tropicale)

- **Littoral, dunes**
 - caractérisation des **habitats dunaires**

- **Risques montagne et littoral**
 - automatisation de détection et de caractérisation de **faciès** et de **phénomènes** (glissements de terrain, caoudeyres, trait de côte)

- **Appropriation des données, méthodes d'analyse**
 - séries temporelles,
 - RADAR; IR Thermique
 - approches multi-résolutions et multisources
 - hyperspectral

Merci pour votre attention !

Merci à nos partenaires de recherche et de R&D, et aux partenaires « données » !

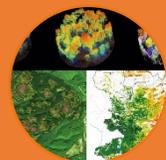
en particulier INRAE, IGN, IDF-CNPF, DSF, CNES, DINAMIS, THEIA

Merci aux collègues ONF qui ont contribué à cette présentation grâce à leurs réalisations et leurs illustrations !

Jérôme Bock, Caroline Bedeau, Olivier Brunaux, Yvon Duché, Jean-Luc Kicin, Loïc Gouguet, Alain Munoz, Alexandre Piboule, Benoit Reymond, Catherine Riond, Marion Toutchkov, Florent Verroust



Retrouvez toutes les présentations de l'atelier



LES UTILISATIONS DE LA TÉLÉDÉTECTION POUR LA
FORÊT

sur www.theia-land.fr/foret21

