

## Évaluation des dégâts : d'IRMA aux inondations de l'Aude, les satellites en action

*Mots clés : crise, inondations, cyclone, Pléiades, CNES, services déconcentrés*

Régulièrement mobilisées au plus fort des crises majeures pour fournir une cartographie rapide des dégâts, les images satellitaires s'avèrent également fort utiles pour suivre la reconstruction. Des observatoires ont ainsi été mis en place à Saint-Martin et Saint-Barthelemy, à la suite du passage de l'ouragan Irma ainsi que dans l'Aude après les inondations d'octobre 2018. Retours d'expériences.



*Zoom sur une carte de suivi de la reconstruction de Saint-Martin (document Copernicus Emergency)*

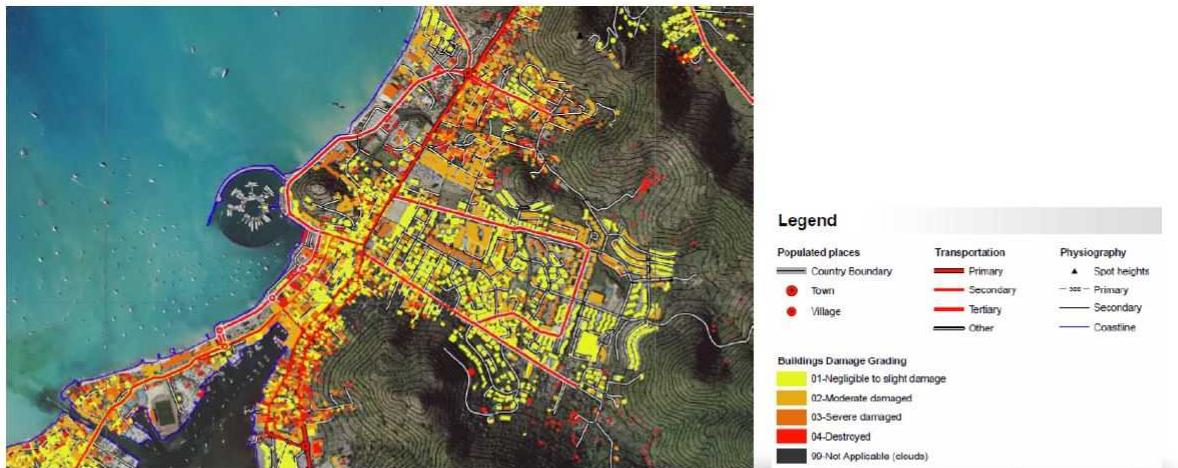
### IRMA

Début septembre 2017, l'ouragan Irma a frappé de plein fouet l'arc Antillais et a causé des dégâts catastrophiques à Saint-Barthélemy ainsi qu'à Saint-Martin. Quelques jours avant, la Charte Internationale avait été déclenchée par l'ONU, tout comme Copernicus Emergency Rapid Mapping Service par le COGIC ([voir fiche accès en cas de crise](#)). Le CNES avait en outre mis en place une programmation exceptionnelle sur Pléiades (tentative de prise de vue chaque jour, sous tous les angles possibles pendant 8 jours).

Dès son installation, le CNES s'est rapproché de la Délégation interministérielle pour la reconstruction en proposant un support en imagerie et services satellitaires. Plusieurs semaines ont été nécessaires pour activer le service Copernicus Emergency Risk & Recovery, seul à même d'assurer une observation des territoires sur plusieurs mois, une fois passé le pic de la crise. Un suivi mensuel du bâti sur Saint-Martin et Saint-Barthélemy a finalement été réalisé de mars à septembre 2018, puis sur une base trimestrielle jusqu'en septembre 2019. Ce suivi a été complété par une géolocalisation

des épaves et des décharges sauvages. Différents capteurs très haute résolution ont été mobilisés à cet effet : Pléiades, mais également GeoEye-1, WorldView-2 et 3 de DigitalGlobe. [Plusieurs produits cartographiques](#) standardisés ont été générés : occupation du sol initiale, niveau de dommage avec estimation de la population affectée et activités de reconstruction.

## Analyse dégâts post IRMA



*Les dommages sont évalués sur une échelle de 1 à 5 allant des dommages légers aux bâtiments totalement détruits (Document Copernicus Emergency)*

Les bases de données de référence de l'IGN (BD Alti, BD Ortho, BD Topo) ainsi qu'OpenStreetMap ont fourni des éléments de repérage (relief, contour du bâti par exemple). Des couches SIG ont été produites qui ont permis de publier des cartes générales en PDF au 1/25 000 avec des zooms au 1/10 000.

## Suivi de la reconstruction post IRMA (avril 2018)



*Analyse de l'effort de reconstruction (destructions, reconstructions en cours ou achevées...) (document Copernicus)*

Les analyses ont ainsi été fournies à la délégation... qui n'a pas pu les utiliser pleinement par manque de compétences en géomatique. Seuls les chiffres globaux d'évolution de la reconstruction ont été utilisés. Du coup, le CNES a mobilisé le SERTIT qui avait déjà fourni des premières cartographies en urgence, pour continuer à récupérer les données produites par Copernicus, les analyser *via* un SIG et fournir mensuellement à la délégation des indicateurs géolocalisés détaillés. Les données ont par ailleurs été fournies à la DEAL, là encore après quelques simplifications dans les procédures de récupération (transformation des couches ArcGIS afin qu'elles soient exploitables sous QGIS, passage en 8 bits afin de pouvoir les afficher). Cela a rendu possible la réalisation, en interne par l'unité SIG de la DEAL Guadeloupe, d'une cartographie de localisation de la reconstruction des bâtis en zone inconstructible du Plan de Prévention des Risques. La photo-interprétation a permis de mener des analyses plus poussées que celles effectuées dans le cadre de Copernicus, notamment sur le suivi des dépôts de gravats et des décharges, la reconstruction des ports, le détail du bâti.



### Évolution d'un dépôt de gravats (document CNES)

#### Dans l'Aude, des tests de reconnaissance automatique des dégâts

Lors des inondations qui ont touché l'Aude en octobre 2018, le service Copernicus Emergency Rapid Mapping a été déclenché par le COGIC pour évaluer l'étendue des zones impactées. Dans ce cadre, des images satellites ont été rapidement acquises (SPOT 6/7 pour la situation pré-crise, Sentinel-2 et Pléiades à partir du 15 octobre) [afin de produire des cartes](#) de situation, de niveaux de dommage et de zonage des inondations. Si ces cartes ont aidé les services de sécurité civile au plus fort de la crise, elles sont restées largement inconnues d'un service déconcentré comme la DDTM de l'Aude. Activées par le COGIC depuis Paris, les programmations ne couvraient que deux tiers de la zone impactée. Mais, grâce à ses recherches, le responsable SIG de la DDTM a découvert les services offerts par Copernicus ([voir fiche : Accès aux images en période de crise](#)) ainsi que ses conditions d'accès privilégiées aux images Pléiades ([voir fiche : accès aux images SPOT 6/7 et Pléiades](#)).

Au-delà de Copernicus Emergency Rapid Mapping, la DDTM et le CNES se sont alors rapprochés pour compléter les acquisitions post-crise et mettre en place un observatoire départemental des territoires touchés, exploitant des images Pléiades sur la base d'une image par trimestre pendant

deux ans. Un observatoire conçu dès le départ comme une expérimentation montrant l'apport des images très haute résolution sur deux problématiques tests facilement repérables : l'inventaire des dégâts sur les vignes et les pertes de sol agricole, ainsi que la détection et le suivi des embâcles sur le domaine public fluvial.



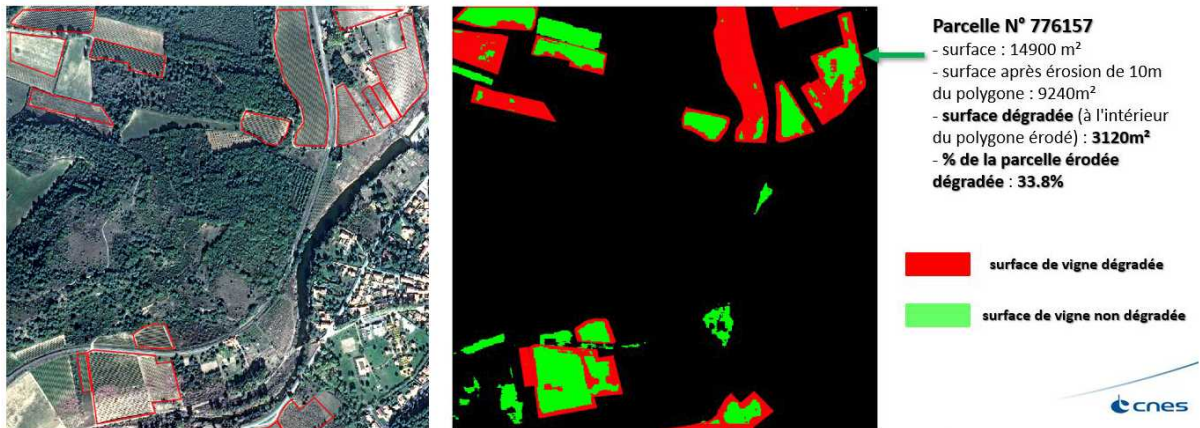
*Les embâcles sont bien visibles sur les images Pléiades (document CNES – DDTM de l'Aude)*

Il suffit de 4 images Pléiades pour couvrir l'ensemble de la zone concernée. Dans un premier temps, une inspection visuelle a été réalisée sous QGIS pour une estimation rapide. À l'œil nu, il est facile de repérer par exemple les chemins donnant accès au fleuve et à ses affluents qui ont disparu.



*Les vignes abîmées sont rapidement identifiées à l'œil nu sur des images Pléiades (document CNES – DDTM de l'Aude)*

Ce travail, effectué juste après la crise, se poursuit aujourd'hui à l'aide d'algorithmes de détection automatique. La structure géométrique particulière des rangs de vignes se prête bien à un apprentissage supervisé, sur la base d'échantillons de parcelles de vignes non dégradées. Grâce au référentiel parcellaire graphique (RPG), les parcelles déclarées en vigne sont connues. L'algorithme d'intelligence artificielle est ensuite capable de distinguer celles qui sont intactes (structure géométrique toujours présente et radiométrie similaire aux échantillons de la base d'apprentissage) et celles qui sont endommagées, sur l'ensemble des images Pléiades, chaque trimestre, et d'en déduire des indicateurs. L'algorithme permet également de détecter des parcelles de vigne non encore déclarée dans le RPG pour obtenir une meilleure exhaustivité des indicateurs sur tout le territoire.



*Premiers résultats de la détection automatique des vignes dégradées  
(document CNES – DDTM de l'Aude)*

Une approche similaire, avec une étape préliminaire de détection de changement, a été développée sur les embâcles, cette fois à l'aide d'échantillons identifiés sur le terrain par la DDTM. Les premiers résultats sont très encourageants.

Cette chaîne de traitement ciblée vignes est encore améliorable au fil des saisons, mais elle permet aujourd'hui un suivi régulier des travaux de remise en état. Les acquisitions Pléiades sont programmées et réceptionnées dans le cadre de Geosud/DINAMIS tandis que les traitements sont mis au point par le CNES. Une expérience qui pourra être utile à d'autres territoires et qui pourrait se décliner sur d'autres thématiques précises.

#### **Ces deux retours d'expérience sont riches d'enseignement :**

Les services déconcentrés, collectivités, établissements publics de coopération intercommunale et autres acteurs du territoire ont intérêt, avant la crise, à bien connaître les mécanismes d'activation de Copernicus Emergency pour en tirer profit le moment venu et être capables de se rapprocher du COGIC pour orienter les acquisitions afin de bien répondre à leurs besoins. Mais les productions proposées dans ce cadre répondent rarement à l'ensemble des problématiques à traiter pour les acteurs autres que la protection civile.

Les images à très haute résolution comme Pléiades sont de puissants outils pour suivre les étapes de reconstruction. La simple photo-interprétation donne à voir beaucoup d'éléments, les algorithmes de traitement automatique de nouvelle génération comme le deep learning sont prometteurs. D'autres types d'images comme Spot6/7 et Sentinel-2 sont porteuses d'informations complémentaires à Pléiades, et font aussi l'objet de travaux exploratoires avec la DEAL Guadeloupe ou la DDTM de l'Aude, notamment sur l'occupation du sol annuelle sur ces deux territoires.

Le CNES peut accompagner les acteurs qui souhaitent utiliser le satellitaire en analyse post-crise.

#### **Contacts :**

CNES – Hélène de Boissezon : [Helene.DeBoissezon@cnes.fr](mailto:Helene.DeBoissezon@cnes.fr)

DDTM de l'Aude : [ddtm-direction-usig@aude.gouv.fr](mailto:ddtm-direction-usig@aude.gouv.fr)

DEAL Guadeloupe : [sig.deal-guadeloupe@developpement-durable.gouv.fr](mailto:sig.deal-guadeloupe@developpement-durable.gouv.fr)