

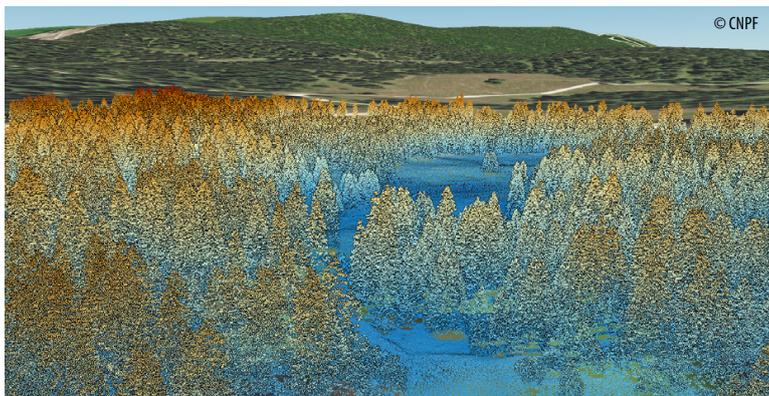
FORÊTS : LE SIG EN PORTE-VOIX



EXPLOITATION, CONSERVATION, CALCUL DE LA RESSOURCE BOIS, SURVEILLANCE INCENDIE, LES OUTILS DE TÉLÉDÉTECTION ET LES SYSTÈMES D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ÉTAIENT DÉJÀ DES INCONTOURNABLES DE LA GESTION DE LA FORÊT. LES NOUVEAUX RÔLES QUI LUI SONT ATTRIBUÉS NOTAMMENT EN TANT QUE PUIXS À CARBONE RENFORCENT D'AUTANT LA NÉCESSITÉ D'UN SUIVI PLUS FIN ENCORE. LE SIG EST AINSI INCONTOURNABLE POUR AIDER LES FORÊTS À EXPRIMER LEUR POTENTIEL. D'AUTANT QUE SES CAPACITÉS SONT DÉCOUPLÉES PAR UNE PALETTE DE NOUVEAUX OUTILS : LIDAR, OUTILS DE RECONNAISSANCE, ALGORITHMES DE RECONSTITUTION 3D, MODÉLISATION ET INTELLIGENCE ARTIFICIELLE.

DOSSIER RÉALISÉ PAR VALÉRIE HANDWEILER

S'il y a bien une technique qui a récemment révolutionné l'étude des forêts, c'est celle du « Light Detection And Ranging » (LiDAR). Alors que les satellites Sentinel-1 et Sentinel-2 délivrent des images tous les 5 à 6 jours avec une précision métrique et peuvent voir leurs photos gâchées par la présence de nuages, le LiDAR permet une acquisition de données « à la demande », de jour comme de nuit, à des degrés de granulométrie très fin (10cm). Les données collectées servent à reconstituer en trois dimensions aussi bien les arbres que les massifs forestiers, en plus de fournir des modèles numériques de terrain et de surface. « Dans les forêts tropicales, le LiDAR aéroporté évite des missions de terrain coûteuses en temps et argent, car il nous fournit un nuage de points en 3D pour modéliser la structure forestière à très haute résolution spatiale. Il permet d'extraire les métriques forestières habituellement mesurées sur le terrain », explique Gaëlle Viennois, ingénieure géomaticienne au CNRS et membre du laboratoire AMAP (lire encadré). « Modélisation fine et fidèle du relief sous la canopée, positionnement précis des lisières forestières, description de la structure verticale d'une forêt, plans de martelage, estimation de la hauteur moyenne des peuplements, estimation du volume de bois sur pied, détection des arbres prélevés, calcul des volumes de bois mort, identification des peuplements sensibles dans le contexte du climat, caractérisation d'écosystèmes agroforestiers, etc. Le Lidar est devenu l'allié du gestionnaire forestier à tous ces niveaux et bien d'autres encore, » affirme Marc Riedo, responsable du système d'information de territoire neuchâtelois (Suisse).



LE LIDAR DÉTECTE TOUT

Concrètement, le LiDAR émet des impulsions infrarouges. Un avion, un drone, un hélicoptère ou un même un ULM ainsi équipé va survoler une zone et scanner la surface du terrain par bandes. Le temps de retour du laser vers l'avion couplé à un GPS permet d'enregistrer des points 3D, chacun portant des coordonnées xyz. Le LiDAR peut tout aussi bien détecter des éléments sur sol pérennes : des routes, des bâtiments ou des éoliennes. Quand il s'agit des forêts, la densité de points donne aussi bien des positions de sols que de canopée, de feuilles, de branches ou de troncs, en fonction de la réflexion du signal sur le premier objet rencontré. De plus, avec l'affinement de la résolution, les feuillus longtemps difficiles à discerner deviennent reconnaissables. « Les résineux, objets en forme de pointe, sont plus faciles à détecter que les feuillus qui n'ont pas vraiment de sommet, explique Matthew Parkan, docteur en géomatique au SITN à Neuchâtel. Des algorithmes reconstituent la structure des arbres à partir d'images d'arbres sans feuilles prises par exemple en mars. La position des troncs se détecte aussi. Avec 1.000 points par tronc, on se rapproche des acquisitions terrestres avec 3.000 points par arbre et cela ouvre des perspectives ! »



Page de gauche, vue de LiDAR HD de la forêt de Rambouillet.

En haut, exemple d'intégration d'un nuage de points sur une photo par le CNPF qui organise en France la gestion des forêts privées. Selon le dernier Mémento, inventaire forestier national de l'IGN, une forêt qui n'est pas en très grande forme...

Cependant, l'acquisition par LiDAR présente quelques limites. Les amas de données générés posent le problème de leur stockage et nécessite des machines puissantes pour les lourds calculs nécessaires à leur exploitation. Ainsi, les autres techniques d'acquisition de données pour la forêt et leur exploitation ont encore de beaux jours devant elles : images satellites Radar de Sentinel-1 ou optiques multispectrales avec Sentinel-2, avec toujours comme données de référence en France les orthophotographies traditionnelles →

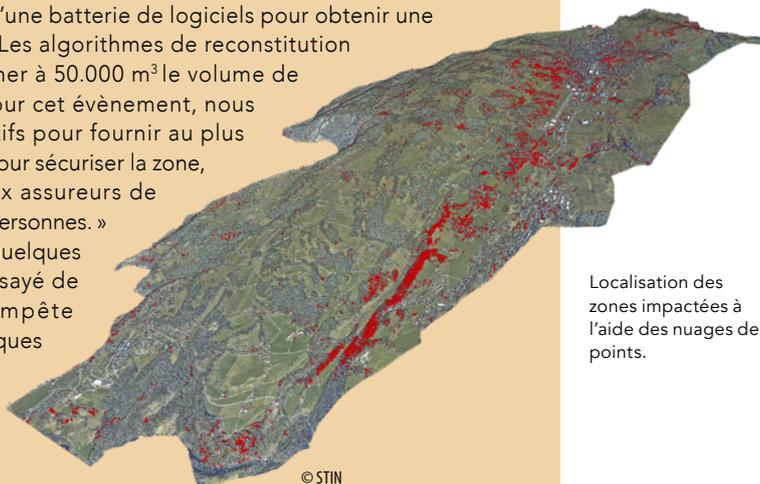
DES OUTILS DE SUIVI POUR LA GESTION DE CRISE

« Cela a duré 5 minutes avec des vents à 220 km/h, confie Marc Riedo, responsable du système d'information du territoire neuchâtelois (Suisse). Un évènement aussi rare que violent à cette altitude. » Ce 24 juillet 2023, la Chaux-de-Fonds a été frappée par une tempête brutale et brève en plein été. Cette petite ville suisse du canton de Neuchâtel au nord-ouest de Berne est située dans le massif du Jura et culmine à 1.000 m d'altitude. Entre 20.000 et 25.000 arbres ont ainsi été décimés sur une surface totale impactée de 30 km², dont 1.500 hectares de forêts. « En quelques minutes, des forêts entières se sont retrouvées comme des jeux de mikado. Sans compter les toits arrachés. » Cette tempête a été l'occasion de montrer l'efficacité des outils de suivi utilisés et développés depuis des années par le SITN. « Nous avons été chargés de gérer la crise, explique Marc Riedo. Un premier vol le 27 juillet a permis d'acquérir des données avec une précision de 2 cm ; une précision davantage nécessaire pour l'analyse des tuiles sur les toits pour les assureurs que pour les arbres. »



Photos avant / après la tempête éclair du 24 juillet 2023.

En Suisse, SwissTopo couvre l'ensemble du territoire par des campagnes d'orthophotos réalisées par avion tous les 3 ans, en hiver. Le hasard a voulu que la zone de la tempête ait été couverte cette année en mai : un relevé intéressant puisqu'à cette saison, les arbres présentaient leurs feuilles. Ces photos aériennes avant tempête avec une résolution de 10 cm, couplées avec un relevé LiDAR du SITN datant de 2022, ont permis de construire une cartographie proche de l'état initial, qui a pu être comparé à l'état « après tempête ». Ce dernier a pu être réalisé à partir d'un nouveau relevé LiDAR effectué au mois d'août sur les zones forestières impactées. Matthew Parkan, docteur en géomatique formé à l'EPFL a travaillé à l'analyse de ces données. Il a comparé deux nuages de points LiDAR à très haute densité (plus de 100 points/m²) avant de classer les points par IA avec l'aide de la société FLAI pour détecter des troncs et arbres tombés. Il a ensuite employé la photogrammétrie, avec orthophotographies 2 cm et True orthophoto pour avoir une vue verticale des zones impactées et images obliques pentacam. Tout cela à l'aide d'une batterie de logiciels pour obtenir une grande précision. Les algorithmes de reconstitution ont permis d'estimer à 50.000 m³ le volume de bois fracassé. « Pour cet évènement, nous devons être réactifs pour fournir au plus vite des données pour sécuriser la zone, puis permettre aux assureurs de dédommager des personnes. » Notons enfin que quelques malins ont bien essayé de profiter de la tempête pour coucher quelques arbres, mais c'était sans compter ces outils actuels de visualisation. ■



Localisation des zones impactées à l'aide des nuages de points.

→ de l'IGN. D'autant plus que les outils d'Intelligence Artificielle facilitent leur traitement en continu. De plus, les campagnes couvrent des périmètres relativement petits, même si de gros projets se développent à des échelles nationales. Le plus emblématique est « LiDAR HD ». Ce projet piloté par l'IGN depuis 2020 vise à réaliser la couverture de la France (sauf Guyane) par aéroporté. Il représente 5 ans de travail, 7.000 heures de vol et un budget estimé de 60 millions d'euros. Avec 10 points par mètre carré en moyenne, les données cumulées devraient se chiffrer à 3 pétaoctets (3 millions de milliards) ! Autant dire que, contrairement aux campagnes ortho renouvelées chaque année par tiers sur le territoire national, il n'est pour l'instant pas question de refaire une couverture intégrale en Lidar HD après 2025. Par contre, suivre précisément des zones à haut risque aura un sens. « C'est une mine d'or en termes de données, reconnaît Loïc Gondol, chef de projet MOA LiDAR HD à l'IGN. Cette acquisition constitue un bon socle initial. Cela offre à l'ONF un niveau de connaissance très fin qui complète bien les données terrain, issues des 70.000 placettes suivies et échantillonnées. »

LES SIG POUR SURVEILLER LES FORÊTS

Mesurer les surfaces de forêts, leur densité, suivre la production de bois, optimiser leur accessibilité ou modéliser leur biomasse, représentent autant de travail de cartographie pour les chercheurs et les institutions. De fait, la forêt a retrouvé sa place de premier plan. Première à subir la pression anthropique directement par la déforestation ou par les sécheresses et les phénomènes météorologiques violents liés aux changements du climat, elle est aussi le symbole d'espoir, capable de nous sauver en stockant le carbone que nous ne cessons de produire. « Nous sommes dans un moment charnière, expose Fabrice Coq, chargé de mission national aménagement et télédétection à la Direction forêts et risques naturels à l'Office National des Forêts. Trois éléments poussent l'ONF à faire évoluer son suivi des forêts en s'appuyant sur de nouveaux outils. D'abord le changement climatique. Alors que l'Office avait une logique de stabilité dans une hypothèse de climat stable, il doit faire face à des situations moins prévisibles et plus complexes à suivre. C'est le cas pour le