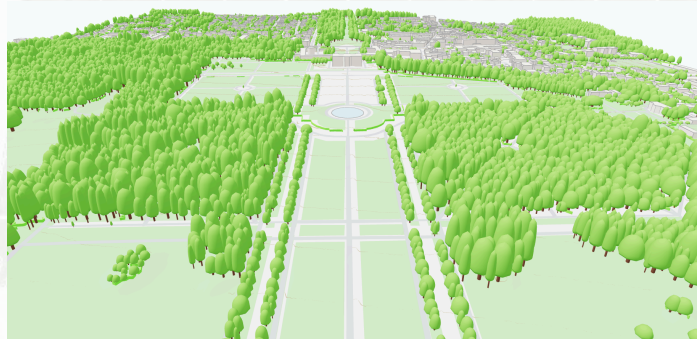
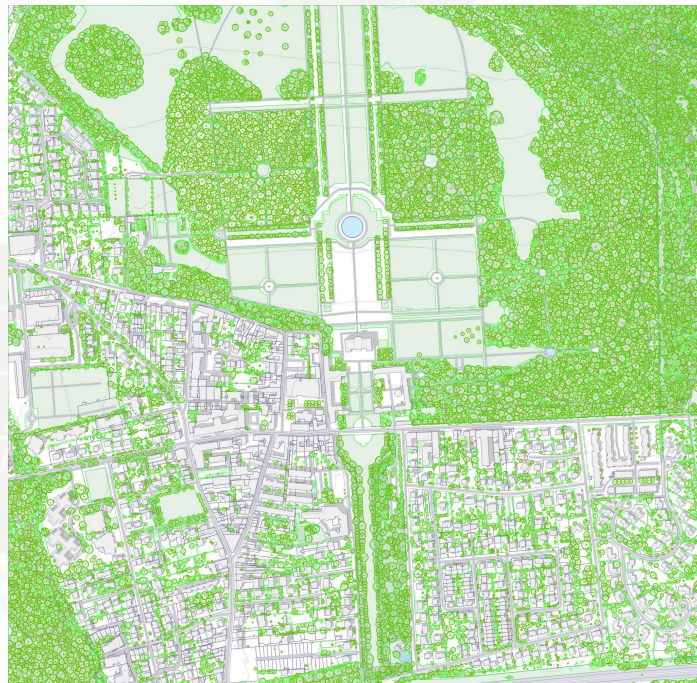


# Retour d'expérience

## Lauréat 2024 : Appel à projets SNI

Projet : DCAA (Détection et Cartographie Automatisée des Arbres)  
Projet en collaboration : l'ENSAPL (École Nationale Supérieure d'Architecture et de  
Paysage de Lille, Université de Lille)  
Porteur de projet: TopoExport



## I. Contexte du projet et Présentation

Le territoire métropolitain français abrite un patrimoine arboré estimé à près de 10 milliards d'individus. Ces entités végétales constituent des composantes structurales fondamentales de la biodiversité et de l'environnement naturel. Au-delà de leur fonction écologique, elles interagissent directement avec la morphologie urbaine, l'expression architecturale et paysagère ainsi que la qualité de vie des usagers.

L'intégration de ce patrimoine dans les processus de conception est aujourd'hui une nécessité pour les maîtres d'œuvre (architectes, urbanistes, paysagistes). La préservation des arbres et l'optimisation de leurs bénéfices à l'échelle locale impliquent de s'appuyer sur leurs capacités de régulation microclimatique, de protection des sols et de maintien des corridors écologiques. Pour y parvenir, les concepteurs nécessitent l'accès à des données arborées précises : recensement exhaustif, géoréférencement (XYZ) et dimensionnement des houppiers.

Limites méthodologiques actuelles L'intégration systématique de ces données se heurte à un verrou technique. À ce jour, il n'existe aucune solution permettant aux professionnels de l'aménagement de collecter de manière automatisée, précise et efficiente des données sur le patrimoine végétal existant à l'échelle d'un projet.

Les méthodes de collecte traditionnelles reposent sur des relevés *in situ*, nécessitant la mobilisation de géomaticiens, de géomètres-topographes ou d'experts forestiers. Ces processus manuels s'avèrent coûteux, particulièrement chronophages, et structurellement limités pour répondre à l'étendue de la demande nationale en matière de transition écologique des territoires.

C'est pour répondre à ce besoin en données qualifiées que TopoExport a développé le projet DCAA (Détection et Cartographie Automatisée des Arbres). Ce service numérique innovant exploite les données massives du LiDAR HD de l'IGN pour générer le premier jumeau numérique végétal à l'échelle nationale, avec 3,7 milliards d'arbres cartographiés (sur l'emprise du lidar HD IGN au 1er janvier 2026).

## II. Description technique de la solution

La solution DCAA repose sur le traitement automatisé de nuages de points 3D (LiDAR) via une architecture de calcul décentralisé, permettant de traiter l'intégralité du territoire en seulement quelques jours.

Fonctionnalités clés : Pour chaque arbre détecté, l'algorithme extrait une base de données structurée comprenant :

- La position spatiale exacte (coordonnées XYZ) ;
- Le contour 2D précis de la canopée ;
- La hauteur relative de l'arbre ;
- Le diamètre et le volume de la couronne.

L'approche algorithmique : La preuve de concept s'est appuyée sur la méthode de segmentation par ligne de partage des eaux (Watershed segmentation). Cette méthode s'est avérée particulièrement efficace sur des densités de points moyennes (optimum identifié à 10 points/m<sup>2</sup>).



Dalle Urbaine Grenoble - 6 528 arbres détectés automatiquement

### III. Partenaires et Publics visés

Pour garantir l'adéquation de l'outil avec les besoins réels du secteur culturel et de l'aménagement, nous avons mené cette expérimentation avec des partenaires clés :

L'ENSAPL (École Nationale Supérieure d'Architecture et de Paysage de Lille) : Partenaire culturel principal, ayant permis d'intégrer les données DCAA directement dans les cursus de formation et les ateliers de conception.

L'IGN : Échanges constructifs avec les équipes chargées de la cartographie de la végétation moyenne et de la réutilisation des données LiDAR.

Le public visé est très spécifique : acteurs de la maîtrise d'œuvre (architectes, paysagistes, urbanistes) et bureaux d'études en ingénierie environnementale.

## IV. Synthèse des résultats de l'expérimentation et Usages

Afin d'évaluer l'impact de la solution, nous avons diffusé un questionnaire auprès de nos premiers utilisateurs (dont plus de 96 % issus des domaines du paysage et de l'architecture).

1. Appropriation et création de valeur L'adoption de l'outil par la profession valide le besoin initial :

- 100 % des utilisateurs constatent un gain de temps par rapport à la commande d'un relevé classique ou à la modélisation manuelle.
- 96,4 % estiment que la donnée permet de concevoir des projets plus respectueux du patrimoine végétal.
- 75 % soulignent un gain de précision.

2. Cas d'usages identifiés Les données de la DCAA sont majoritairement mobilisées pour :

- Intégrer les arbres existants à des maquettes 3D ou des plans d'avant-projet (85,7 %).
- Analyser l'ensoleillement, le confort thermique et les îlots de chaleur (39,3 %).
- Calculer la densité végétale pour les indices de canopée et de biodiversité (32,1 %).

## V. Modèle économique et distribution

Afin de rendre ces données accessibles et opérationnelles pour la maîtrise d'œuvre, la distribution de la DCAA s'appuie sur la plateforme applicative ouverte à tous [TopoExport.fr](http://TopoExport.fr) conçue sur un modèle freemium.

Fonctionnement de l'interface : L'utilisateur délimite son emprise d'étude sur une carte interactive et sélectionne les couches d'informations géographiques souhaitées (données DCAA arbres et haies, mais également bâti, cadastre, hydrographie, voirie, courbes de niveau et modèle numérique de terrain). Pour s'intégrer nativement dans les processus métiers, l'application génère des cartographies 2D et des modèles 3D téléchargeables dans une pluralité de formats standards (PDF, SVG, DXF, DWG, IFC, OBJ, GLTF, GEOTIF, GEOJSON, XYZ). Afin d'assurer une compatibilité directe avec les logiciels BIM/CAO/SIG du marché comme AutoCAD, Revit, Archicad, Rhinoceros 3D, SketchUp, Blender, QGIS, etc.

Tarifcation : Le modèle freemium vise à lever les freins à l'entrée tout en monétisant les traitements lourds :

- Les extractions portant sur des emprises inférieures à 1 km<sup>2</sup> sont téléchargeables gratuitement (sous réserve qu'aucune option professionnelle ne soit sélectionnée).

- Les extractions sur des zones supérieures à 1 km<sup>2</sup> font l'objet d'une tarification progressive variant de 10 à 200 euros selon l'étendue du périmètre traité.

## VI. Freins rencontrés et Apprentissages

Nos expérimentations nous ont permis de mettre en lumière certaines limites technologiques :

Plafond de l'algorithme actuel : Notre taux de détection national est de 64 % (marge d'erreur d'environ 1 m). Si l'algorithme Watershed est très rapide, il présente des faiblesses géométriques face aux structures végétales denses. Par ailleurs, nous avons observé qu'une densité LiDAR très élevée (ex: 20 points/m<sup>2</sup>) dégradait paradoxalement la définition du contour des canopées avec cette méthode.

Le coût computationnel de l'Intelligence Artificielle : Nous avons testé des algorithmes d'Apprentissage Profond (Deep Learning) pour la segmentation sémantique. Bien qu'ils permettent de dépasser le plafond de détection actuel, les temps de calcul (1 à 2 heures par km<sup>2</sup>) et les cycles d'entraînement (environ une semaine) les rendent pour l'heure inexploitable à l'échelle nationale.

## VII. Perspectives de développement

Suite à ces analyses techniques et aux attentes identifiées lors de l'enquête utilisateur, le développement de la DCAA se poursuivra selon quatre axes à court, moyen et long terme :

Court terme :

Stratification végétale complète : Cette fonctionnalité est réclamée par 82 % des utilisateurs. L'objectif est de cartographier finement les strates arbustives (haies, végétation de 0,5 à 2m) et herbacées afin d'offrir une lecture complète des trames vertes.

Moyen terme :

Classification sémantique (Reconnaissance des essences) : Demandée par 71 % du panel, la distinction automatisée entre feuillus et conifères fera l'objet d'une recherche et développement spécifique, avec une implémentation visée d'ici un an.

Déploiement international : L'algorithme étant parfaitement fonctionnel sur des densités de 10 points/m<sup>2</sup>, une réplique de la technologie est à l'étude pour traiter les données LiDAR des pays européens limitrophes (Royaume-Uni, Allemagne, Espagne, Suisse, Benelux).

Long terme :

L'approche algorithmique hybride : Développer une architecture orchestrant l'algorithme classique sur 80 % du territoire (zones simples), tout en réservant le

traitement par Deep Learning exclusivement aux massifs forestiers complexes, afin de rationaliser les temps de calcul.

## **Conclusion**

Le dispositif SNI a constitué une étape décisive pour TopoExport. Il a permis de valider technologiquement le passage à l'échelle d'un traitement de données massives, tout en confirmant l'adéquation de la solution avec les réalités du terrain et les besoins de la maîtrise d'œuvre. La DCAA fournit aujourd'hui une donnée qualifiée et interopérable, posant les jalons d'un jumeau numérique végétal indispensable à la résilience écologique et à la conception des territoires de demain.