

ATELIER COMPUTREE : NOTE PRÉPARATOIRE

Quelle communauté scientifique pour accompagner le développement et l'utilisation de la plateforme Computree ?

I. Introduction

Computree est une plateforme *open source* de traitement de données forestières tridimensionnelles, principalement issues de mesures LiDAR (aéroporté ou terrestre), mais aussi de photogrammétrie (<https://computree.onf.fr>). La plateforme agrège divers algorithmes de traitement de données 3D autour d'un noyau dédié aux opérations de lecture et d'écriture des données, et d'interface de visualisation. Les applications de Computree sont liées à la reconstitution non destructive de scènes forestières en 3D : cartographie de variables forestières (hauteur, surface terrière, volume, etc.) et des houppiers (hauteur, taille de couronne, etc.), reconstruction de l'architecture des arbres et estimation de volumes, caractérisation de la structure 3D d'habitats, etc.

Computree a été conçu pour favoriser les synergies dans la création d'algorithmes de traitement mais aussi dans leur utilisation. Le modèle recherché a été celui du développement par les utilisateurs. Computree a été initiée en 2010 par un partenariat entre l'ONF et l'ENSAM. Depuis 2018, sa philosophie collaborative s'est traduite par une évolution de sa gouvernance et de son financement, avec la création d'un « groupe Computree » intégrant l'ONF, l'IGN, INRAE, le GIP Ecofor et l'Université de Sherbrooke. Les membres de ce groupe ont mutualisé des moyens financiers et humains pour poursuivre le développement de la plateforme.

Une nouvelle évolution du partenariat Computree a eu lieu en 2025. La maintenance et le développement informatique de la plateforme seront désormais assurés par l'ONF, mais le souhait est également de promouvoir la mobilisation de la communauté scientifique pour proposer de futurs développements et usages de Computree. Une nouvelle forme de partenariat est ainsi à concevoir autour d'interactions entre la plateforme Computree et la communauté scientifique.

II. Caractéristiques techniques de la plateforme Computree

Computree sert de plateforme pour assembler des briques logicielles développées par divers contributeurs en mode *open source*. La plateforme est constituée d'un noyau et de modules appelés *plug-ins*. Les principaux algorithmes de traitement des données 3D se retrouvent dans ces *plug-ins*, tandis que le noyau se concentre sur les opérations de lecture et écriture des données, d'interface de visualisation 3D, de lien entre les différents *plug-ins*, etc. L'ensemble de la plateforme, noyau comme *plug-ins*, est libre de droits pour l'utilisation (licence LGPL). L'architecture modulaire de Computree facilite à la fois son développement et son utilisation :

- son développement, parce que des *plug-ins* développés indépendamment de Computree par divers contributeurs peuvent être ajoutés au fur et à mesure dans la plateforme, quand ils ont atteint un stade de maturité suffisant ;
- son utilisation, parce qu'en combinant différents *plug-ins*, chaque utilisateur peut constituer des chaînes de traitements adaptées à ses besoins.

Computree est multiplateforme (Windows, Linux et, depuis la version 6 de Computree, Mac OS). Computree est programmé en langage C++ et repose sur la collection de bibliothèques Qt pour son interface graphique. Ce langage de programmation assure un niveau de performance élevé pour le

noyau de Computree, tant du point de vue du calcul que de la gestion de la mémoire. Computree est ainsi à même de traiter des jeux de données 3D volumineux.

Computree présente une interface graphique avec différentes fenêtres qui permettent de gérer les chaînes de traitement de données et les vues (Figure 1). Les chaînes de traitement peuvent également mises en œuvre à travers des scripts qui permettent d'automatiser les traitements. Ces scripts peuvent être exportés depuis la plateforme. Une des dernières fonctionnalités intégrées à Computree consiste à utiliser des scripts R pour des étapes de traitement des données.

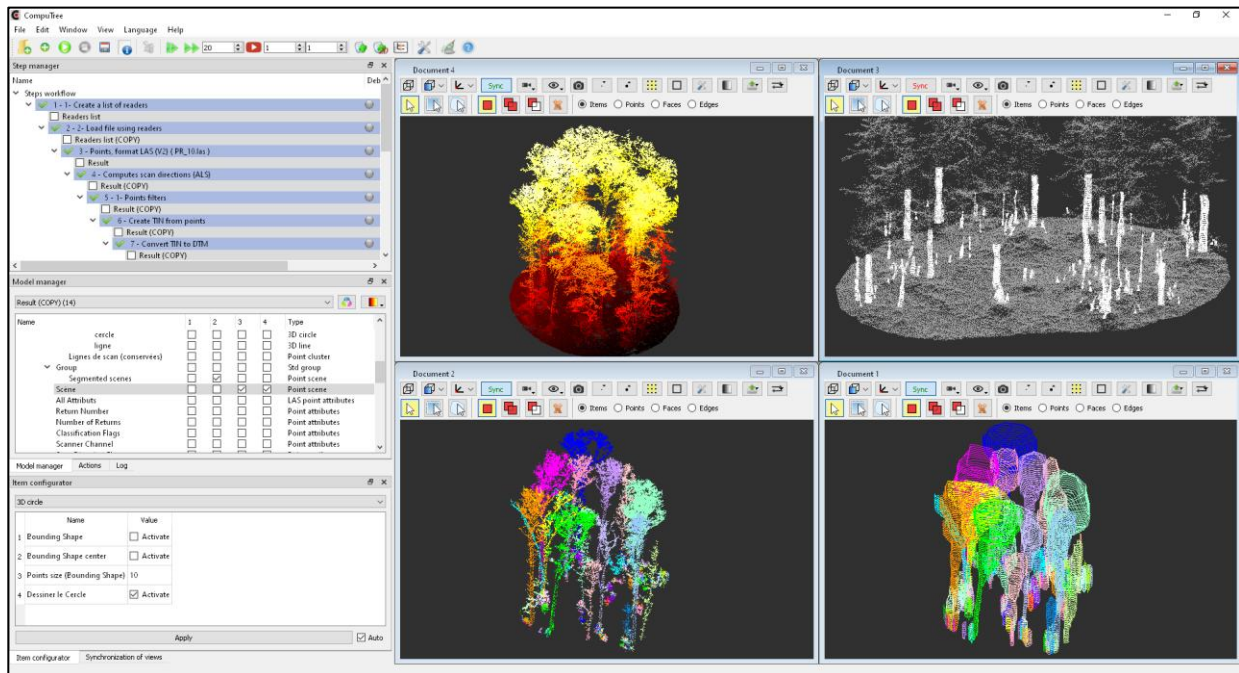


Figure 1. Copie d'écran de l'interface graphique de Computree. La fenêtre en haut à gauche permet de gérer la chaîne de traitement de données. La fenêtre en bas à gauche permet de gérer les vues. Les fenêtres à droite correspondent aux différentes vues.

La plateforme peut traiter différents types de données tridimensionnelles : nuages de points, modèles numériques d'élévation, ou tout raster ou objet 3D. Des traitements de données sont disponibles pour faire face aux spécificités de différentes sources de données : LiDAR terrestre, LiDAR mobile, LiDAR aéroporté (drone ou avion), photogrammétrie... Computree peut lire les formats les plus classiques pour les données 3D : LAS ou LAZ, ASCII, tous les formats raster et vecteur de GDAL, les formats de trajectographie (TRJ), etc. La plateforme permet de travailler sur des dallages LiDAR de tout taille grâce à un traitement par lot sur la base de fichiers d'indexation spatiale des fichiers LAZ. Les effets de bord sont gérés sans duplication des données.

En traitements de base, la plateforme permet d'extraire des placettes, d'effectuer des redallages, de convertir des nuages de points en surfaces de hauteur, de filtrer les points aberrants. Différents rasters peuvent être produits à partir des nuages de points 3D : modèles numériques de terrain, modèles numériques de surface, modèles numériques d'élévation, cartes de trouées (par seuillage des hauteurs ou à l'aide d'une approche fonctionnelle). Différents produits rasters peuvent également être dérivés des modèles numériques de terrain : cartes des pentes, expositions, ombrages, courbures, ouverture, illumination, courbes de niveau, etc.

Les *plug-ins* intégrés à Computree apportent toute une gamme de fonctionnalités. Pour en mentionner quelques-uns :

Fonctionnalités pour le LiDAR aéroporté :

- Pour la segmentation des houppiers :
 - Méthode SEGMA développée par Benoît Saint-Onge (université du Québec à Montréal)
 - Méthode PitFilling (pouvant être utilisée conjointement avec le plug-in SEGMA) développée par Cédric Véga (LIF / IGN)
 - Méthode AMS3D développée par Méline Aubry-Kientz (UMR AMAP) sur la base des travaux antérieurs d'Antonio Ferraz
 - Méthode développée par l'ONF pour la détection de tiges à partir de données ALS à très haute densité.
- Pour le recalage de placettes : *plug-in* développé par l'ONF permettant d'améliorer le positionnement de placettes terrain.

Fonctionnalités pour le LiDAR terrestre :

- Pour le « clustering » des points :
 - Méthode MK développée par Michael Kerbs (ENSAM)
- Pour la détection des points du sol :
 - Méthode développée par Jules Morel (Institut Français de Pondichéry et UMR LSIS)
- Pour la détection et la modélisation des tiges :
 - Méthode ONF de modélisation des troncs par cylindres
 - Méthode STEP de modélisation par cylindres développée par Joris Ravaglia (université de Sherbrooke et UMR LSIS), basée sur les normales et les transformées de Hough
- Pour la reconstitution de l'architecture complète des arbres à l'aide de QSM (*quantitative structure models*) :
 - Méthode SimpleForest¹ développée par Jan Hackenberg (université de Freiburg)
 - Méthode développée par Jules Morel (Institut Français de Pondichéry et UMR LSIS) pour la correction géométrique des billons
- Pour la voxelisation :
 - Méthode LVOX développée par l'université de Sherbrooke sous la direction de Richard Fournier en collaboration avec INRAE et l'ONF. Ce *plug-in* permet de corriger les occlusions par voxelisation de l'espace et de calculer le « Plant Area Density »
- Pour la détection des défauts de grume :
 - Méthode d'analyse de la qualité de grume développée par Thiéry Constant et Van Tho Ngyen (UMR SILVA et UMR LORIA)

La plateforme Computree est disponible en français et en anglais. Elle dispose d'une documentation pour les étapes de traitement pouvant être mises en œuvre dans la plateforme. Des tutoriels thématiques sont également disponibles (13 tutoriels étaient disponibles pour la version 5 de Computree mais doivent être repris et ajustés pour la version 6). Un support utilisateur est également fourni, permettant de poser des questions, de signaler des bugs et de prendre en charge leur traitement via un service de tickets, ou de proposer des évolutions. Originellement organisé comme un forum Redmine, ce support utilisateur a évolué avec la version 6 de Computree comme un serveur Discord.

¹ <https://simpleforest.org/>

III. Partenariat Computree

Computree a été initié en 2010 par un partenariat entre l'ONF et l'ENSAM de Cluny pour l'analyse de données LiDAR terrestre, dans le cadre du projet de recherche EMERGE (financé par l'Agence nationale de la recherche). La plateforme a ensuite été généralisée à toutes les données de télédétection en 3D, y compris LiDAR aéroporté et photogrammétrie.

En 2018, la gouvernance et le financement de Computree a évolué avec la création du « groupe Computree » associant l'ONF, l'IGN, INRAE, le GIP Ecofor et l'Université de Sherbrooke au Québec. Un premier ensemble de conventions a été passé entre ces partenaires pour la période de 2018 à 2020, suivi d'une seconde convention multipartite courant de 2021 à 2023, puis étendue par avenant en 2024 et 2025. Cependant, l'université de Sherbrooke a quitté le groupe Computree fin 2023, tandis que l'IGN a quitté le groupe fin 2024. Ces conventions ont permis sur la période 2018–2025 aux partenaires Computree de mettre en commun des moyens humains et financiers pour appuyer le développement de la plateforme.

Si le développement de Computree s'est au départ adossé à un ensemble de chercheurs, doctorants et stagiaires qui ont produit la plupart des *plug-ins* figurant dans la plateforme, le relai n'a pas été pris par la suite par les utilisateurs, faute de l'établissement d'une communauté d'utilisateurs suffisante. À partir de 2020, la maintenance et le développement de la plateforme ont essentiellement été assurés grâce aux moyens financiers mutualisés par les membres du groupe Computree. Ces moyens financiers ont pour l'essentiel été investis dans des prestations externes de maintenance ou de développement informatique de la plateforme. Dans un premier temps, des prestations individuelles ont surtout été financées, puis deux marchés ont été successivement passés avec la société informatique C-S Group en 2020 et 2022.

Au-delà du développement de la plateforme, le groupe Computree a aussi eu pour ambition de constituer et structurer une communauté de personnes physiques ou morales appelées à développer ou utiliser la plateforme Computree. Une charte des utilisateurs Computree a été rédigée. Une animation scientifique autour de la plateforme Computree a été réalisée avec l'organisation d'ateliers et colloques scientifiques. Il s'est d'abord agi des ateliers « T-LiDAR » consacrés à l'utilisation du LiDAR terrestre en écologie forestière, dont sept éditions successives se sont tenues de 2010 à 2018. À partir de 2022, le colloque TRIDIFOR a pris le relai, avec un format légèrement différent (colloque scientifique plutôt qu'atelier) et une ouverture thématique plus large (données 3D plutôt que LiDAR terrestre). Pour se démarquer des grandes conférences scientifiques dédiées au LiDAR, cet événement s'est voulu francophone. Trois éditions de TRIDIFOR ont eu lieu en 2022, 2023 et 2024. La 4^e édition est prévue en février 2026. L'organisation du colloque TRIDIFOR implique des partenaires au-delà du groupe Computree puisque Ressources Naturelles Canada et le Ministère des Ressources naturelles et des Forêts du Québec font partie du comité d'organisation de ce colloque. L'événement rassemble annuellement autour de 150 participants en cumulé sur trois demi-journées.

IV. Un rapide point bibliographique sur les recherches sur les données forestières 3D

Un rapide état des lieux des recherches menées en France sur les données forestières tridimensionnelles est présenté dans cette section, sur la base d'une revue bibliographique sommaire. Cette analyse n'a pas la prétention d'être une revue systématique menée dans les règles de l'art. Au contraire, plusieurs étapes d'une revue systématique n'ont pas été mises en œuvre (affinage de l'équation de recherche, utilisation d'une liste de publications « test », tri des publications, etc.). Il s'agit donc plutôt de premiers résultats à dégrossir, mais qui permettent de faire ressortir quelques tendances.

Une recherche en date du 21/07/2025 sur le *Web of Science* avec l'équation de recherche « (Lidar AND forest) OR (3D and forest) NOT "random forest" » a renvoyé 17 653 références bibliographiques, dont

1120 références avec au moins un co-auteur affilié à une unité de recherche française. Ces 1120 références correspondaient à 2293 affiliations françaises. En comparaison, ce même corpus comprenait 3176 références avec au moins un co-auteur affilié à une unité de recherche chinoise.

Les publications avec au moins un co-auteur affilié à une unité de recherche française représentent donc 6,3 % du total mondial. Le nombre de publications au niveau mondial n'a cessé d'augmenter depuis 1984, date de la plus ancienne publication référencée (Figure 2). Jusqu'en 2019, la proportion de publications avec un co-auteur affilié à une unité de recherche française était légèrement au-dessus de sa moyenne sur la période 1984-2025. À partir de 2020, les publications françaises ont stagné en nombre. Leur proportion dans le total mondial a donc decru. À titre de comparaison, les publications avec un co-auteur affilié à une unité de recherche chinoise ont connu sur la même période une dynamique inverse : jusqu'en 2017, la proportion de publications chinoises était en-deçà de sa moyenne sur la période 1984-2025. Le nombre de publications chinoises a ensuite accéléré avec un rythme de croissance supérieure au rythme mondial. La proportion de publications chinoises dans le total mondial s'est ainsi accrue.

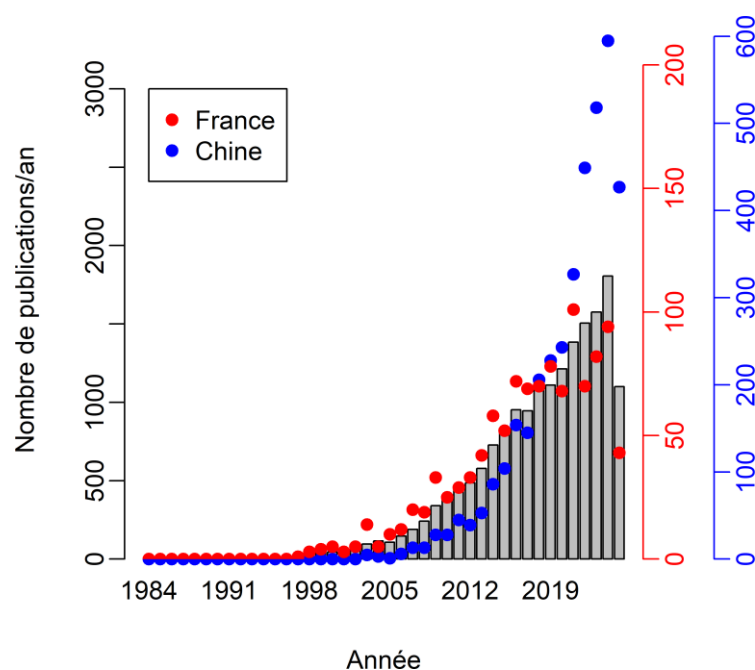


Figure 2. Nombre de publications identifiées dans le Web of Science avec l'équation de recherche « (Lidar AND forest) OR (3D and forest) NOT "random forest" », par année. Les barres grisées correspondent au total mondial. Les points rouges (avec l'échelle représentée à droite en rouge) correspondent aux publications avec au moins un co-auteur affilié à une unité de recherche française. Les points bleus (avec l'échelle représentée à droite en bleu) correspondent aux publications avec au moins un co-auteur affilié à une unité de recherche chinoise.

Ces 17 653 publications scientifiques au niveau mondial se rattachent en premier lieu au domaine de la télédétection (Figure 3), suivi du domaine des sciences environnementales et de l'écologie, puis du domaine de l'imagerie. Les sciences forestières arrivent en 6^e position et l'informatique en 7^e position. La distribution des publications françaises entre ces différents domaines n'est guère différente de la distribution au niveau mondial, avec toutefois légèrement moins de publications en proportion dans les trois premiers domaines et légèrement plus dans les deux suivants (géologie et sciences de l'ingénieur).

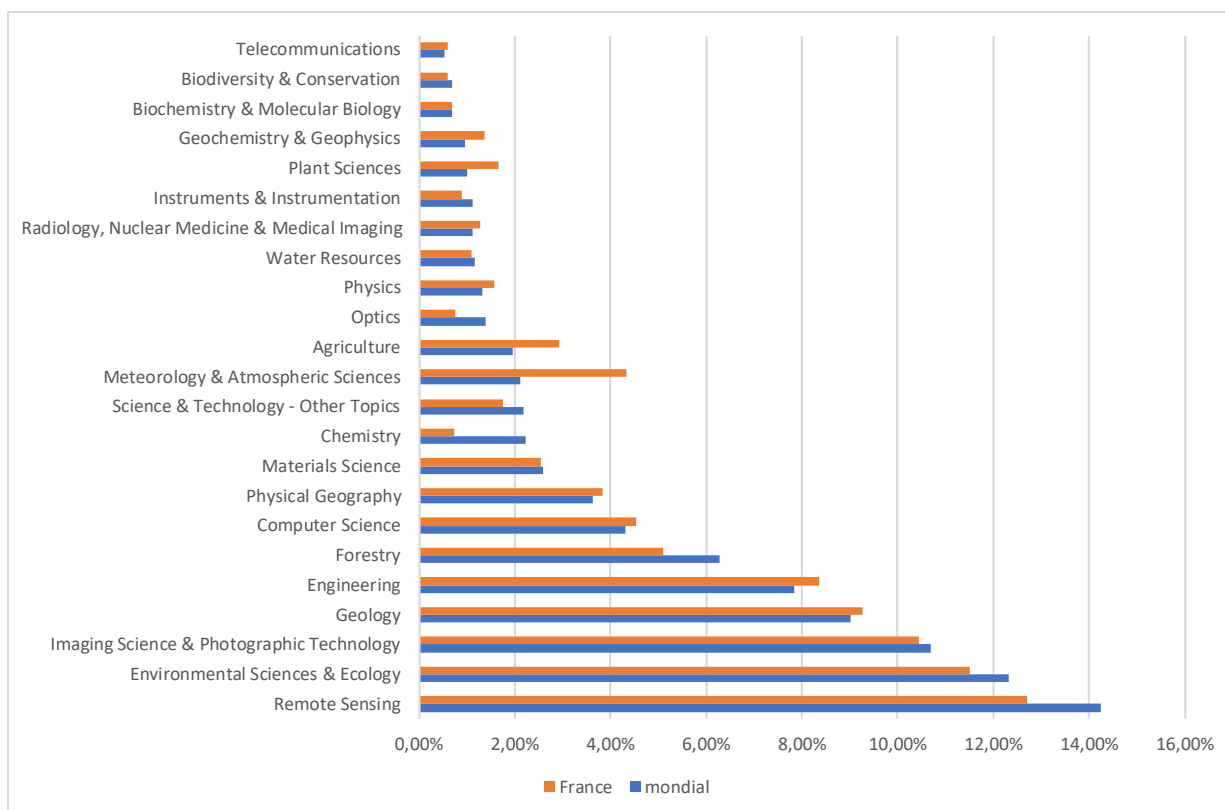


Figure 3. Distribution des publications scientifiques en lien avec les données tridimensionnelles, le LiDAR et la forêt selon différents domaines scientifiques. Ne sont représentés que les domaines avec une proportion de publications supérieure à 0,5 %. En bleu : distribution au niveau mondial. En orange : distribution des publications françaises.

La table de contingence qui croise les domaines scientifiques auxquels se rattachent les publications et les pays montre que certains pays, à la différence de la France, ont leurs publications qui se rattachent beaucoup plus spécifiquement à certains domaines bien précis (Figure 4). Ainsi les publications des USA sont en proportion beaucoup plus nombreuses dans le domaine des sciences environnementales et de l'écologie, celles de la Finlande ou du Canada dans le domaine des sciences forestières, tandis que les publications de la Chine sont en proportion plus nombreuses dans le domaine des sciences de l'ingénieur et sont déficitaires dans le domaine des sciences forestières ou des sciences environnementales et de l'écologie.

Pour affiner les sujets couverts par les publications, des termes clés ont été extraits du corpus des 17 653 publications scientifiques à partir de leur titre, leurs mots-clés et leur résumé. Cette extraction de termes a été faite en utilisant une méthode de traitement automatique du langage naturel (NLP – *natural language processing*) disponible dans la plateforme Cortext². Le lien entre deux termes clés i et j a été mesuré à l'aide du nombre $n(i, j)$ de co-occurrences de ces deux termes, c'est-à-dire le nombre de publications où les termes i et j sont simultanément présents. Soit $n(i)$ le nombre d'occurrences du terme i et $n = 17\,653$ le nombre total de références. Sous l'hypothèse nulle d'absence de relation entre les termes i et j , le nombre attendu de co-occurrences des deux termes est : $E_0[n(i, j)] = n(i) n(j) / n$. À partir de $n(i, j)$ et $E_0[n(i, j)]$, plusieurs mesures de similarité entre les termes i et j peuvent être construites (voir <https://docs.cortext.net/metrics-definitions/>). Nous avons utilisé la mesure « distributionnelle ». Les termes clés ont finalement été classés de manière non supervisée en

² <https://www.cortext.net/>

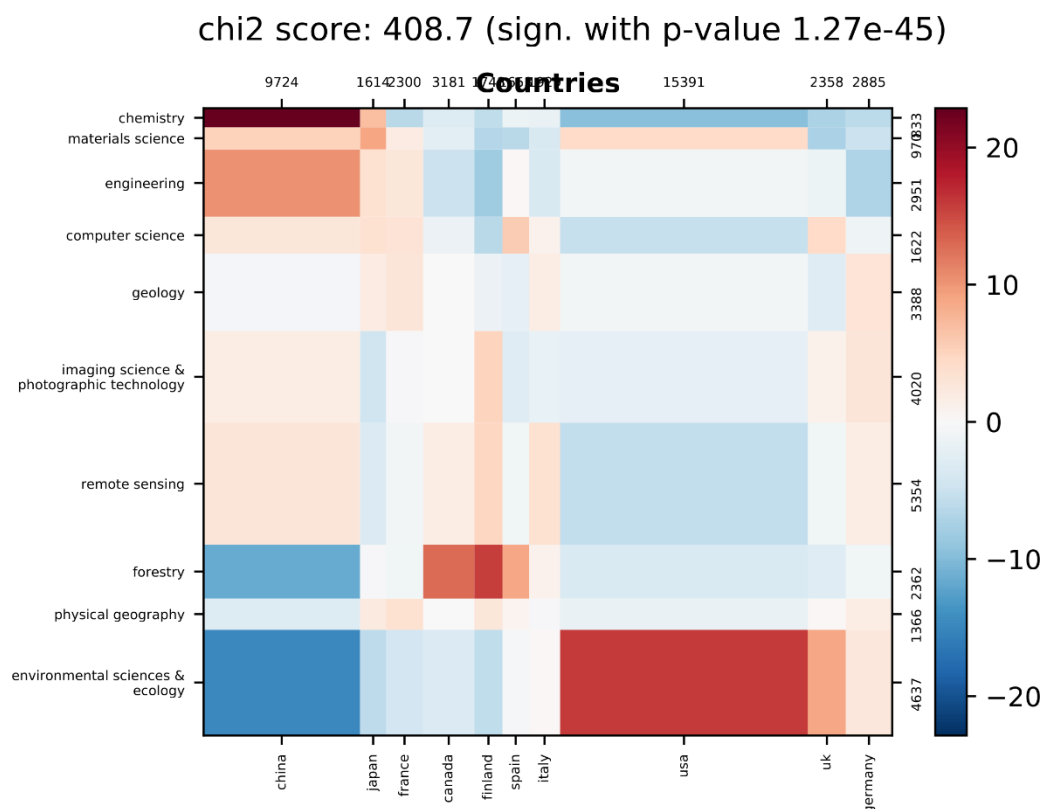


Figure 4. Représentation graphique de la table de contingence croisant les pays et les domaines couverts par 17 653 publications scientifiques en lien avec les données tridimensionnelles, le LiDAR et la forêt. La couleur rouge indique un excédent relatif de publications pour le pays et le domaine concernés (en comparaison à la distribution qui serait attendue à l'échelle mondiale s'il n'y avait pas de lien entre les pays et les domaines), tandis que la couleur bleue indique un déficit relatif de publications.

catégories et projetés dans le plan de telle sorte que la proximité des termes dans ce plan reflète leur similarité (et donc la fréquence de leur co-occurrence dans la bibliographie). La cartographie du réseau de termes clés ainsi obtenue fait ressortir 6 principales catégories de termes clés (Figure 5) :

1. Les termes liés aux attributs individuels des arbres et à la détection des individus dans un nuage de points : « individual trees », « tree detection », « tree crown », « tree height » ou « crown diameter ». On trouve également dans cette catégorie des termes liés à l'analyse de nuages de points tridimensionnels : « point cloud », « 3D models » ou « 3D reconstruction ».
2. Les termes liés aux attributs dendrométriques de la forêt : « diameter at breast height », « volume estimation », « forest inventory », « sample plots », « basal area » ou « forest attributes ». On trouve également dans cette catégorie des termes liés au scan par laser : « laser scanning », « terrestrial laser » ou « airborne laser ».
3. Les termes liés à la structure forestière, particulièrement sa canopée : « forest structure », « forest canopy », « canopy structure », « leaf area », « canopy gaps », « gap fraction », « radiative transfer », « structural complexity » ou « species richness ».
4. Les termes liés à la biomasse forestière : « aboveground biomass », « forest biomass », « carbon stocks », « carbon sequestration », « climate change », « land use », « ecosystem services », « canopy height », « forest height ». On trouve également dans cette catégorie des termes liés au GEDI et au radar : « spaceborne lidar » et « synthetic aperture radar ».
5. Les termes liés aux modèles numériques de terrain et modèles numériques de surface : « digital surface model », « digital elevation model », « digital terrain model », « snow depth », « canopy height model ».

6. Les termes liés aux méthodes de traitement des données : « machine learning », « random forest », « prediction model », « support vector machine », « convolutional neural network », « feature extraction ». Dans un champ lexical plus forestier, on trouve également dans cette catégorie les termes « tree species » et « tree species classification ».

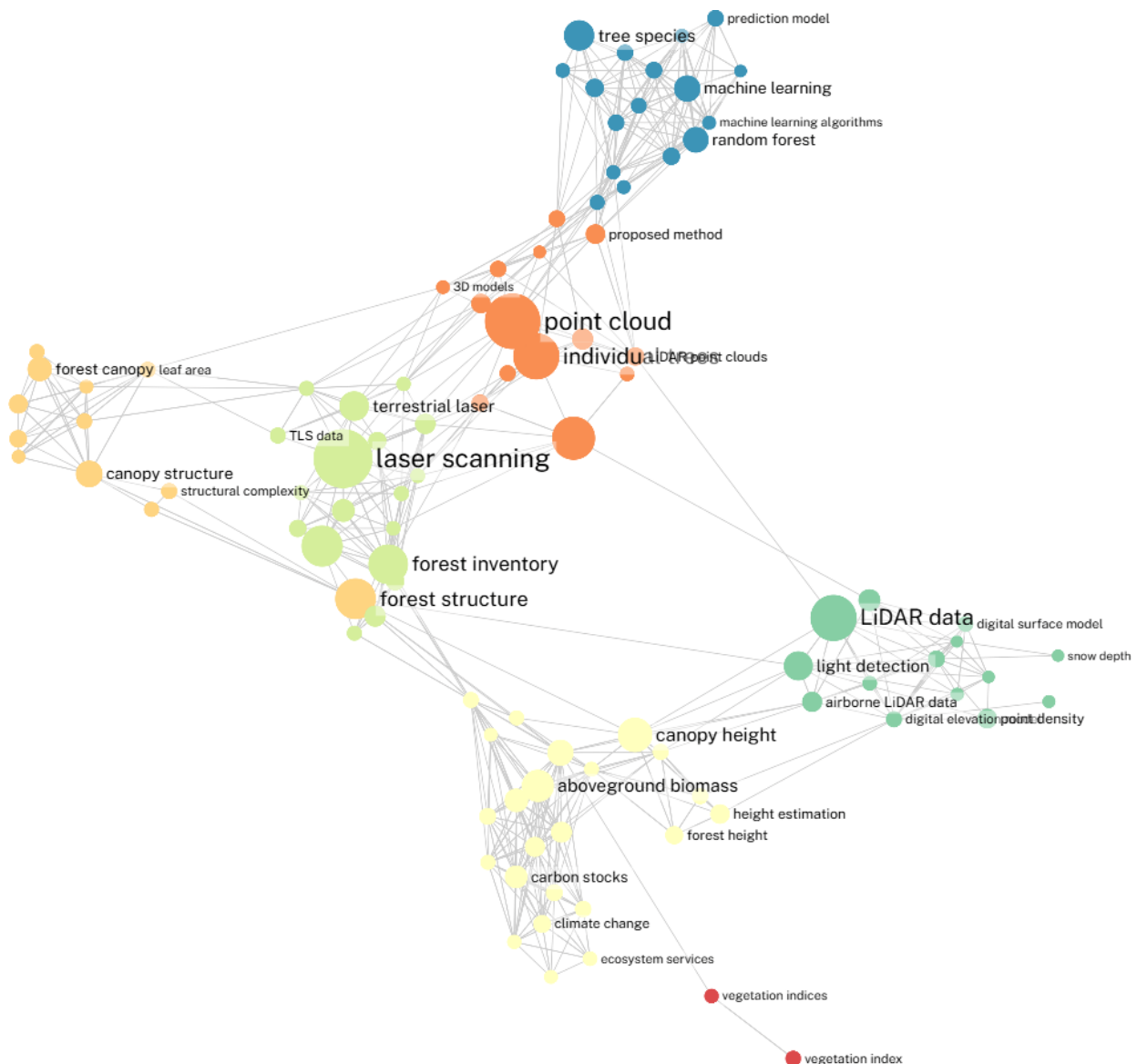


Figure 5. Cartographie des termes clés extraits des titres, mots-clé et résumés de 17 653 publications scientifiques en lien avec les données tridimensionnelles, le LiDAR et la forêt. Deux termes sont d'autant plus proches qu'ils surviennent conjointement dans les publications. La taille des points reflète la fréquence des termes dans le corpus bibliographique. Les termes sont classés de manière non supervisée en 7 catégories (indiquées par les couleurs). Seuls les 150 termes les plus importants en termes d'occurrence dans le corpus sont représentés ici.

La même analyse qui a servi à cartographier les termes clés a été utilisée pour cartographier les organismes de recherche. Dans ce cas, deux organismes de recherche sont d'autant plus proches dans le plan qu'ils sont associés comme co-auteurs dans un grand nombre de publications. Dix clusters d'organismes de recherche ressortent (Figure 6). Tous les organismes français se retrouvent dans le même cluster (représenté en rouge dans la Figure 6). En se limitant aux 150 organismes les plus fréquemment trouvés dans le corpus, on y retrouve INRAE, le CNRS, le Cirad, l'université de Montpellier et l'université de Toulouse. Ce cluster contient surtout des universités européennes

(universités de Cambridge, Oxford, Exeter, Edimbourg, Leicester, Wageningen, Louvain (UCL), Gand, et Padoue), ainsi que quelques universités américaines (University of Florida, University of Texas Austin, North Carolina State University). On y trouve également deux universités australiennes et l'université de Sao Paulo (Brésil).



Figure 6. Cartographie des organismes de recherche ayant publié 17 653 publications scientifiques en lien avec les données tridimensionnelles, le LiDAR et la forêt. Deux organismes de recherche sont d'autant plus proches qu'ils ont été associés comme co-auteurs dans les publications. La taille des points reflète la fréquence des organismes dans le corpus bibliographique. Les organismes de recherche sont classés de manière non supervisée en 10 clusters (indiquées par les couleurs). Seuls les 150 organismes les plus importants en termes d'occurrence dans le corpus sont représentés ici.

En termes d'unités de recherche, la moitié des 1120 publications françaises ont été analysées pour identifier les unités de recherche impliquées dans ces publications. On y trouve en premier lieu l'UMR AMAP, suivie de l'UMR CESBIO, puis de l'UMR TETIS, etc. (Figure 7). Des unités de recherche telle que le LIF de l'IGN ou la RDI de l'ONF apparaissent également en bonne position. À travers ces UMR, on voit également ressortir les domaines scientifiques précédemment listés : la télédétection, l'imagerie numérique et l'informatique, les sciences forestières, etc.

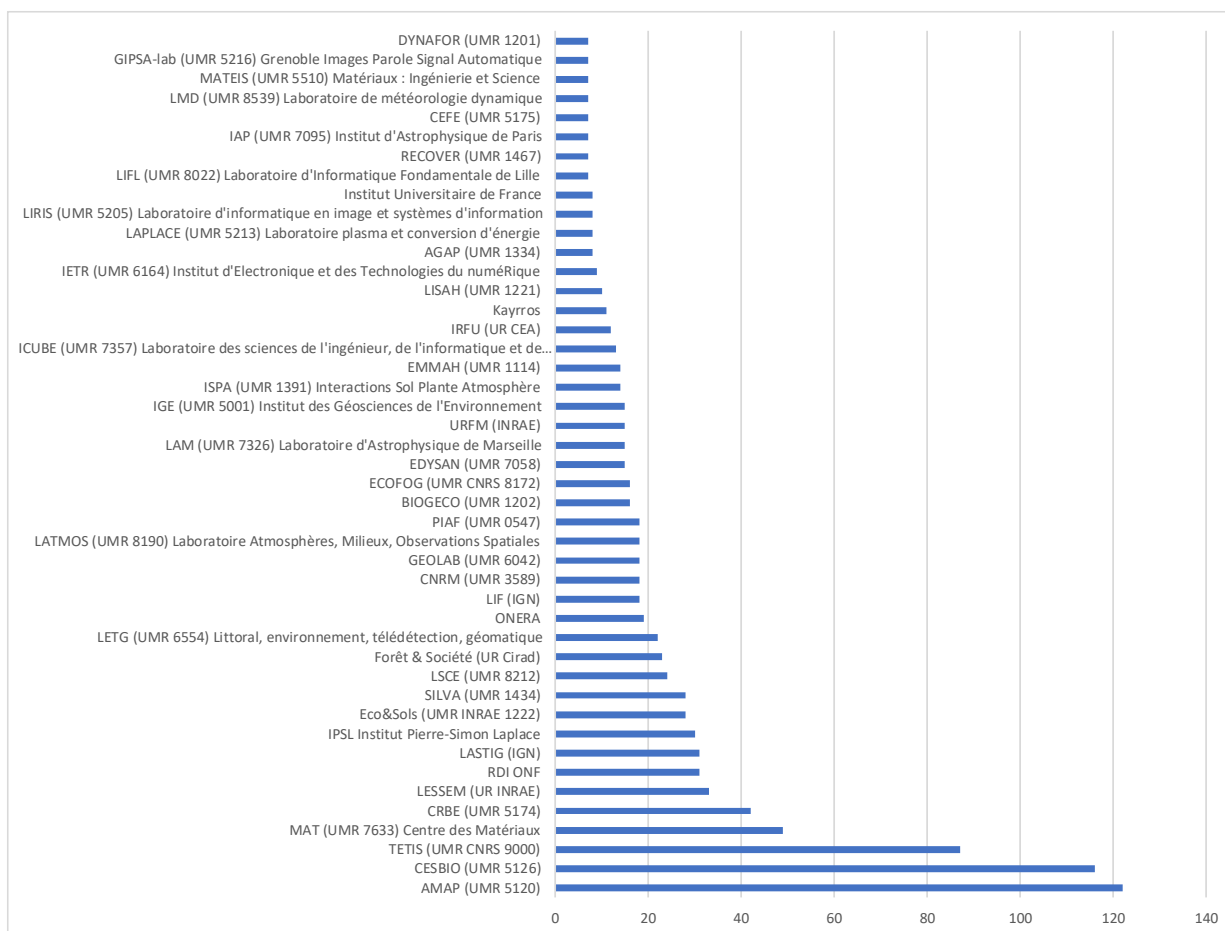


Figure 7. Nombre de publications par unité de recherche dans la moitié d'un corpus de 1120 publications scientifiques françaises en lien avec les données tridimensionnelles, le LiDAR et la forêt.

V. Points à aborder pour définir un partenariat Computree renouvelé

Computree a été conçu comme un outil ouvert à la disposition de la communauté scientifique pour ses usages, et en attente de la communauté scientifique pour son développement. Computree vise à répondre aux besoins à la fois de la recherche et de la production opérationnelle à une échelle industrielle. Son architecture modulaire et sa prise en charge de tâches récurrentes (visualisation 3D, imports, exports, etc.) se veulent faciliter les développements par des équipes de recherche. La possibilité de développer de nouvelles fonctionnalités et de créer des chaînes d'analyse de manière interactive en font un outil intrinsèquement évolutif. Cependant, d'autres caractéristiques de la plateforme Computree (utilisation du langage de programmation C++ qui est peu répandu dans la communauté scientifique ; absence d'interface avec le langage R qui est au contraire communément utilisé par les chercheurs ; incompatibilité entre les versions successives de la plateforme) ont aussi freiné son appropriation par la communauté scientifique.

Le nouveau partenariat à imaginer entre la plateforme Computree et la communauté scientifique dépend d'une part des attentes de la communauté scientifique et d'autre part du rôle que cette communauté est prête à jouer. Ces attentes et rôles possibles peuvent se décliner selon deux dimensions : utilisation et développement de Computree.

Utilisation

En termes d'attentes, il s'agit de préciser ce que la communauté scientifique attend de Computree pour ses usages, tant sur le fond que sur la forme. Sur le fond, quels traitements de données disponibles dans Computree sont utiles et utilisés ? Quelles questions de recherche sur les forêts peuvent être abordées avec Computree ? Sur la forme, les caractéristiques de la plateforme correspondent-elles bien aux attentes de la recherche où les allers-retours entre données et résultats d'analyse sont incessants, avec des ajustements marginaux mais répétitifs ? Faut-il aller vers une modularité encore plus grande avec la possibilité d'utiliser les *plug-ins* indépendamment de la plateforme (sous forme de bibliothèques) ? Faut-il rendre l'usage des scripts plus aisés ?

En termes de rôle possible, il s'agit de préciser ce que la communauté serait prête à entreprendre pour faciliter l'utilisation de Computree et son adoption par une communauté plus vaste. Cela peut passer par :

- la participation au forum Discord où les uns posent leurs questions et les autres y apportent des réponses,
- l'alimentation d'une newsletter Computree,
- la production de documentation sur la plateforme,
- la production de tutoriels afin de partager des utilisations possibles de la plateforme,
- la communication sur la plateforme à travers des publications, des communications dans des conférences, etc.
- la participation à l'organisation d'ateliers ou de colloques (comme TRIDIFOR),
- des actions pour porter la plateforme à connaissance à l'international.

Développement

En termes d'attentes, il s'agit de préciser les nouveaux développements que la communauté scientifique souhaiterait voir dans la plateforme : de nouveaux algorithmes ? De nouvelles questions de recherche forestière à traiter ? Plusieurs orientations stratégiques avaient été envisagées lors du développement de Computree : se rapprocher des outils de la télédétection (par exemple avec un interfaçage avec Orfeo Toolbox), ou se rapprocher des outils de SIG (par exemple avec un interfaçage avec QGIS), ou encore se rapproche des outils de visualisation 3D (par exemple avec un interfaçage avec iTowns). La construction de passerelles permettant d'utiliser Computree à partir d'autres langages de programmation que le C++ (par exemple R ou Python) reste aussi une question posée.

En termes de rôle possible, la contribution de la communauté scientifique au développement de Computree peut se faire à différents niveaux :

- réalisation d'une veille sur les nouveaux algorithmes de traitement de données forestières 3D qui sont publiés et conseils sur leur possible intégration dans Computree,
- développement de nouveaux *plug-ins* jusqu'à un stade de maturité suffisant pour leur intégration dans Computree. Ce développement peut se faire en mode projet (à l'occasion d'un projet de recherche, d'une thèse...)
- portage de ces *plug-ins* dans Computree (y compris leur reprogrammation en C++ si les algorithmes ont été implémentés dans un autre langage lors de leur développement)
- participation aux réflexions sur les orientations stratégiques de Computree.

Format du partenariat

Dans un modèle de développement par les utilisateurs, l'utilisation de la plateforme est indissociable de son développement : l'utilisation incite les utilisateurs à faire des développements, et les nouveaux

développements génèrent de nouvelles utilisations. Mais la communauté Computree ne dispose pas aujourd'hui d'une masse critique suffisante pour entretenir cette spirale positive. Le développement et la maintenance du noyau Computree étant assurés par ailleurs, le partenariat Computree peut prendre une forme d'engagement peu contraignante, privilégiant l'ouverture de la plateforme. Une infrastructure de recherche pourrait fournir le cadre adéquat pour faciliter le lien entre la communauté scientifique et la plateforme. Plusieurs communautés scientifiques pourraient être concernées : celle des forestiers, celle de la télédétection, celle de l'imagerie et de l'informatique. Compte-tenu des spécificités de la plateforme Computree, une infrastructure de recherche thématisée telle qu'IN-SYLVA ou DATA TERRA (à travers son pôle THEIA) semblerait *a priori* la plus pertinente.