

Soutenance de thèse de Baptiste KERFRIDEN

Variabilité environnementale et botanique de la densité du bois des espèces forestières et variabilité temporelle de la biomasse aérienne des forêts françaises : une analyse sur un échantillon systématique de l'inventaire forestier national

Ecole doctorale : SIRENa – Science et Ingénierie des Ressources Naturelles

Doctorat : Doctorat de l'institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement (AgroParisTech)

Spécialité : Biologie et écologie des forêts et des agrosystèmes

Jeudi 3 juin 2021 à 9h00

INRAE

Composition du Jury :

Pierre COUTERON	IRD	Rapporteur
Annabel PORTÉ	INRAE	Rapporteur
Emilie JOETZJER	INRAE	Examinatrice
Marie-Laure NAVAS	Montpellier SupAgro	Examinatrice
Patrick VALLET	INRAE	Examineur
Jean-Michel LEBAN	INRAE	Directeur de these
Jean-Daniel BONTEMPS	IGN	Co-Directeur de thèse
Franck FUCHS	IGN	Invité

Mots clés : densité du bois, inventaire forestier national, biomasse, écologie, carbone, modélisation

Résumé :

Contexte. La densité du bois (kg/m^3) est un trait fonctionnel lié à la stratégie des espèces forestières et ses variations traduisent leur capacité d'adaptation à l'environnement, qui résulte en une variabilité interspécifique et intraspécifique avérée. Elle permet aussi d'estimer la biomasse forestière et la capacité de séquestration en carbone des forêts.

Objectifs. On cherche à comprendre ce qui structure la variabilité de la densité du bois. Pour cela on cherche en premier lieu les facteurs de la variabilité intraspécifique de la densité du bois. Puis on se demande comment estimer cette variabilité dans un contexte de quantification de la biomasse forestière. Ensuite, le long de gradients environnementaux, on cherche à identifier quelle est la part de variation due à sa variabilité interspécifique et intraspécifique. Enfin on s'interroge sur l'organisation botanique de la variabilité de la densité du bois et de son compromis avec la croissance.

Approche. L'inventaire forestier national assure une couverture systématique et sans biais du territoire de la France métropolitaine. Le projet XyloDensMap a permis de récolter des carottes de bois extraites à 1,30 m sur les arbres inventoriés des années 2016 et 2017, soit 55 000 carottes. Les mesures de densité du bois opérées massivement par tomographe RX, associées par ailleurs aux informations forestières de l'inventaire, ont permis ces travaux.

Résultats. On quantifie pour la première fois la densité du bois et sa variabilité pour l'ensemble les espèces forestières inventoriées. La densité du bois a été estimée de façon opérationnelle par une méthode d'imputation conditionnelle sur la période 2005-2018, permettant de produire une séquence de biomasse forestière aérienne métropolitaine, et réévaluer à la hausse du stock de biomasse et de carbone des forêts françaises, avec une tendance constante du puits de carbone annuel sur la période. On montre que la variation de la densité du bois est par ailleurs structurée à grande échelle par la réserve utile en eau des sols, le niveau trophique des sols, et l'altitude. Cette structuration est essentiellement interspécifique. Enfin, les niveaux botaniques de classe, d'ordre et d'espèce structurent la variabilité de la densité du bois avec l'ordre le niveau le plus important, tandis que les arrangements des éléments anatomiques (les plans ligneux) structurent le compromis entre croissance et densité du bois.

Conclusion. Cette thèse, qui est la première valorisation des données de densité du bois obtenues par le projet XyloDensMap, a permis de progresser dans la compréhension de la variabilité intraspécifique et interspécifique de la densité du bois mais également dans l'estimation du carbone forestier. Les perspectives de valorisation de ces nouvelles données sont nombreuses et incluent la production de modèles de variation de la densité du bois, l'estimation de biomasse forestière dans le passé et le futur profonds, l'analyse de l'effet de la gestion sylvicole sur la production en biomasse ou encore la mise en relation avec l'anatomie du bois.

Keywords: wood density, national forest inventory, biomass, ecology, carbon, modelling

Abstract:

Context. Wood density (kg/m^3) is a functional trait linked to the strategy of forest species and its variations convey the ability to adapt to an environment resulting in both an interspecific and intraspecific recognized variability. But it also enables forest biomass estimation and carbon sequestration potential in forests.

Aims. We try to understand what structures wood density variability. To assess that, we first seek the factors of the intraspecific variability of wood density. Then, we look at methods to estimate this variability in a context of quantifying forest biomass. Next, along environmental gradients, we seek to identify the share of interspecific and intraspecific variations. Finally, we examine the structure of wood density variability with botanical levels and in species growth-wood density trade-off.

Approach. The national forest inventory ensures a systematic coverage and without any bias of all metropolitan France. The XyloDensMap project made it possible to collect wood increment cores extracted at 1,30 m on inventoried trees for 2016 and 2017, that is to say 55 000 increment cores. Massive wood density measurements conducted with an X-ray scanner, furthermore combined with the forest information from the inventory, enabled this work.

Results. For the first time, we quantified the wood density and its variability for all inventoried forest species. Wood density variability has been estimated operationally by an imputation method over the period of 2005-2018, making it possible to produce a sequence of metropolitan aboveground forest biomass, and to reassess the stock of biomass and carbon in French forests upwards, with a constant trend regarding the annual carbon sink over the period. We showed that wood density variability is structured on a large scale by soil water holding capacity, soil basicity index and elevation. This variability is mostly interspecific. Finally, the botanical levels of class, order and species structure the variability in wood density between species, with order being the most important level, while the wood structure organizes the growth-wood density trade-off.

Conclusion. This thesis, which is the first exploitation of the wood density data obtained by the XyloDensMap project, made it possible to progress in the understanding of the intraspecific and interspecific variability structure of this variable but also in forest carbon accounting. There are many prospects for this new dataset which include the production of models of wood density variation, the estimation of forest biomass in the past and in the deep past, the analysis of the forest management effect on biomass production or even the link with wood anatomy.