

Une bioéconomie basée sur la forêt et le bois ?

► Jeudi 8 décembre 2016



Evaluation des ressources forestières pour la bioéconomie: quels nouveaux besoins et comment y répondre ?

 Jean-Christophe Hervé^[1], Jean-Daniel Bontemps^[1], Jean-Michel Leban^[1], Laurent Saint-André^[2], Cédric Véga^[1]

[1] IGN & INRA, Laboratoire d'Inventaire Forestier, Nancy

[2] INRA, Unité Biogéochimie des Ecosystèmes Forestiers, Champenoux



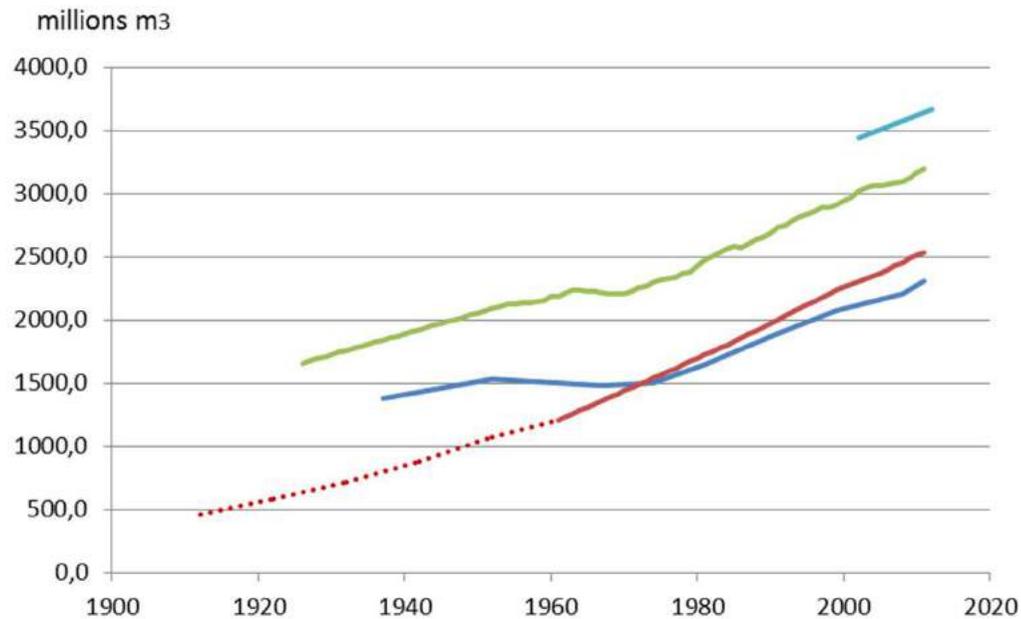
1. Introduction

► Une situation en transitions



Transition forestière en Europe

Les quatre premiers stocks forestiers européens en très forte croissance



Allemagne : + 23 Mm³/an (sur 10 ans)

Suède : + 24 Mm³/an (sur 30 ans), x2 en 100 ans

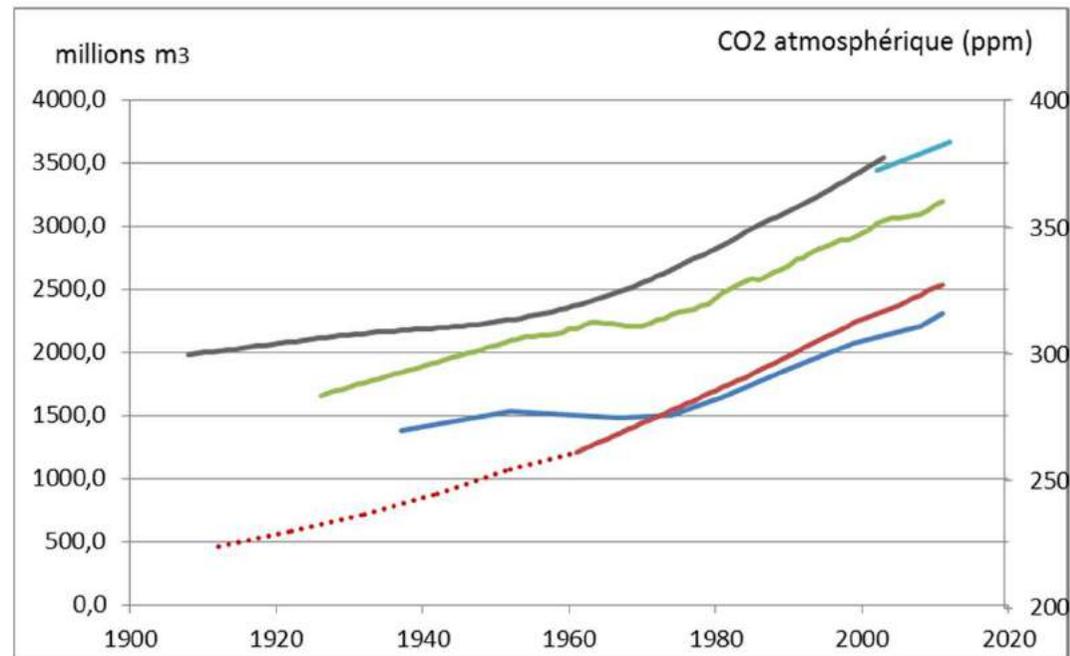
France : + 27 Mm³/an (sur 30 ans), x2 en 50 ans

Finlande : + 22 Mm³/an (sur 30 ans)

Stock de bois sur pied (volume tige) Sources : Inventaires Forestiers Nationaux

Transition forestière et augmentation du CO2 atmosphérique

Des courbes dont la similarité trahit l'origine commune



Une bioéconomie basée sur la forêt et le bois

- Implique une demande accrue et plus diversifiée en produits et services forestiers
 - Evaluation **plus complète des ressources forestières** (branches pour le bois énergie par exemple)
- Tout en préservant l'ensemble des services écosystémiques rendus par les écosystèmes forestiers et en adaptant la forêt au changement climatique
 - Capacités de **monitoring renforcées et élargies** au-delà du seul suivi des ressources forestières

Concevoir de nouvelles stratégies forestières dans un cadre européen

- Qui optimisent la contribution de la forêt à l'atténuation du changement climatique et donc la captation de carbone par la forêt : optimiser la « production brute de carbone » et non plus la production brute en volume !
 - Ceci est un problème nouveau dans un contexte sans précédent et nécessite **d'acquérir des données, des informations et des connaissances nouvelles**
- Dans un cadre européen, ne serait-ce que parce que les consommateurs de bois et les forêts productrices ne sont pas toujours dans les mêmes pays
 - Acquérir ces informations nouvelles dans un cadre **harmonisé**

Nouveaux besoins en informations forestières

- Des informations plus complètes sur les quantités de bois
- Des capacités de monitoring renforcées et élargies
- Acquisition de données, informations et connaissances nouvelles sur la production en biomasse et sur les impacts du changement climatique
- Des informations mieux harmonisées au niveau international

Un moyen efficace et de coût marginal réduit : s'appuyer sur les inventaires forestiers nationaux et leurs progrès récents, notamment en Europe



2. L'Inventaire Forestier National français et ses évolutions récentes

- Un dispositif annuel continu depuis 2005



Des inventaires départementaux à l'inventaire continu annuel

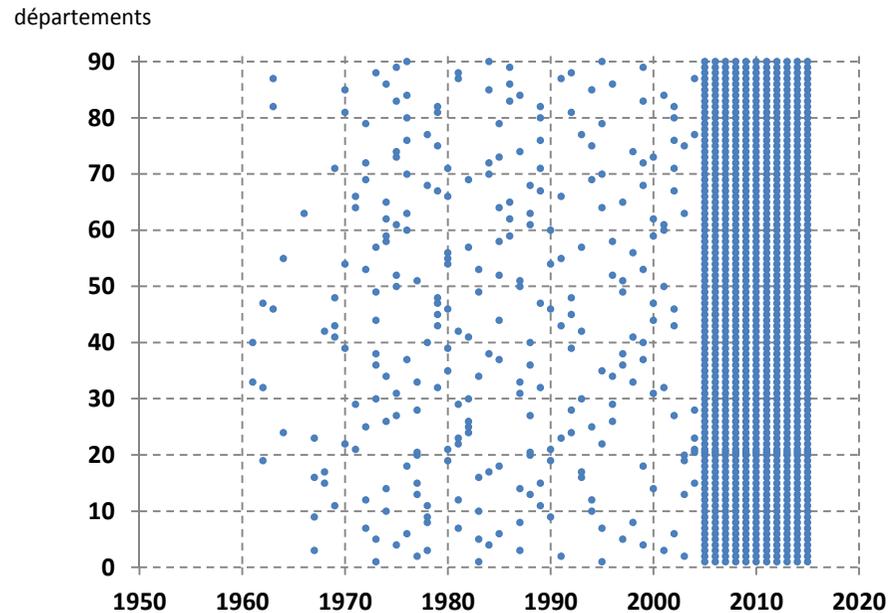
Des inventaires par département de 1960 à 2004

Passage à un dispositif continu annuel à partir de 2005 : tout le territoire inventorié chaque année

Résultats standards mis à jour annuellement sur la base des cinq dernières années

Depuis 2010, retour sur les points t-5 pour évaluation des prélèvements

Depuis 2015, remesure complète de l'échantillon t-5, avec toujours un nouvel échantillon



- Un potentiel de monitoring et de suivi des changements très renforcé, bien au-delà du seul suivi des ressources forestières

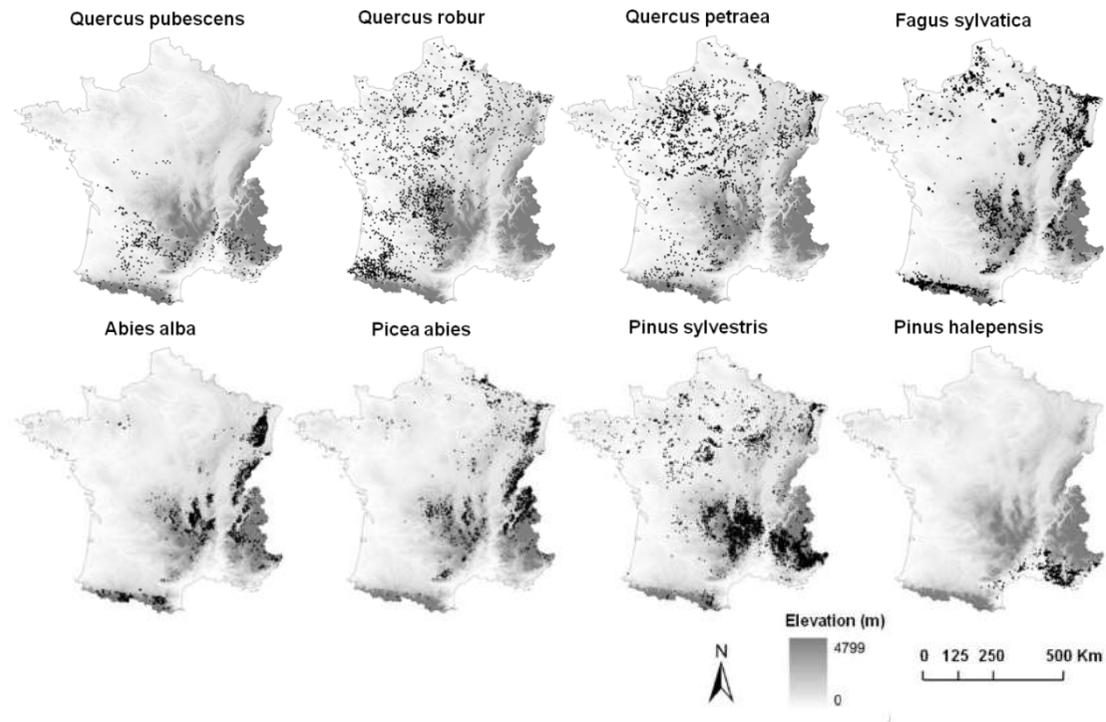


CARREFOURS
DE L'INNOVATION AGRONOMIQUE

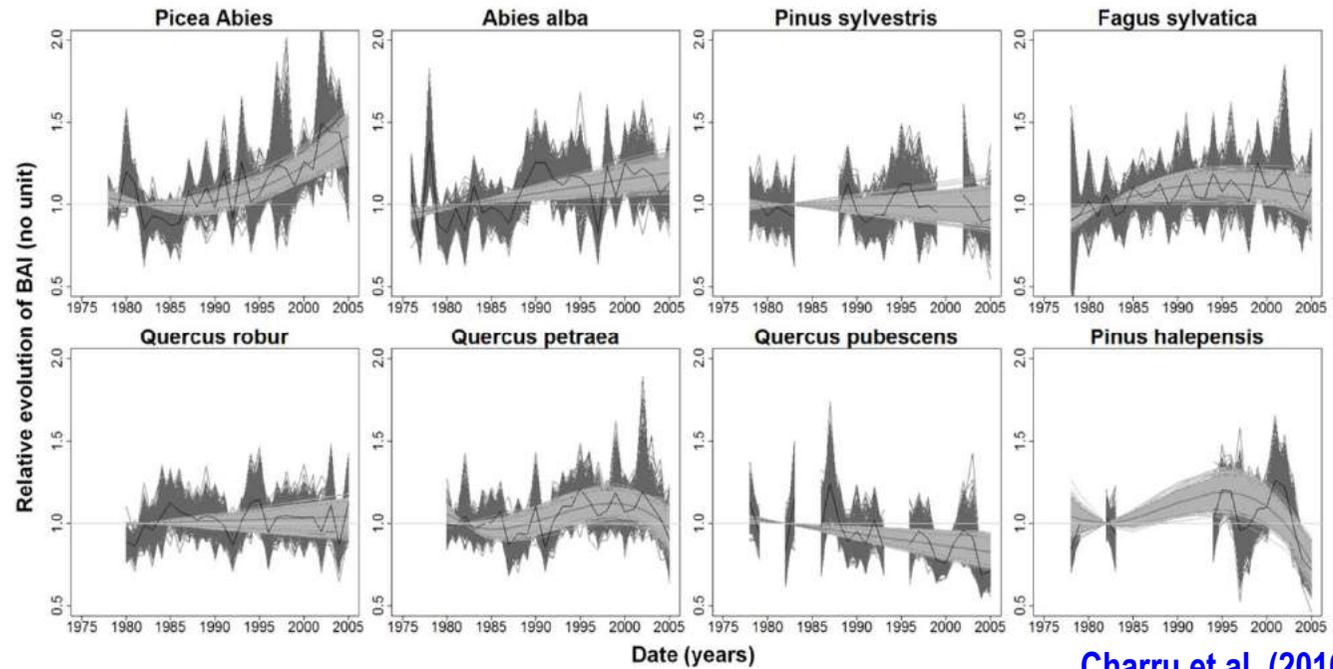
Analyse des changements de croissance récents à partir des observations IFN

Période 1980 – 2005

8 espèces étudiées



Des différences spécifiques marquées liées au climat



➤ +40% à -15% sur la période 1980–2005



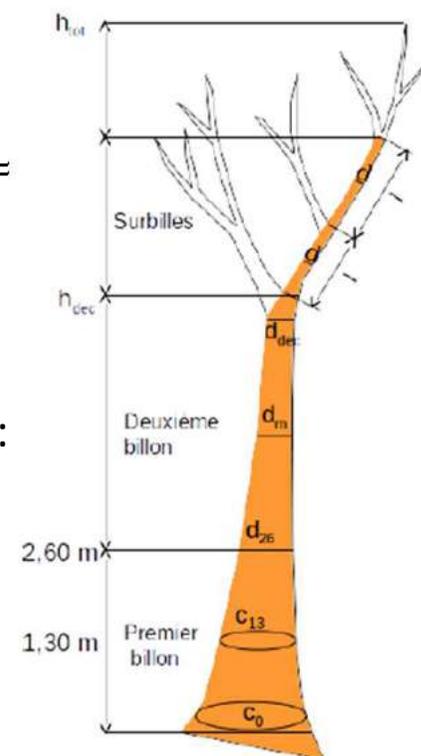
3. L'évaluation des volumes de bois par l'IFN

- La méthode allométrique mise en œuvre à une échelle industrielle



Quel volume ?

- Le volume des statistiques IFN correspond au **volume tige sur écorce** (standard international) limité à la **découpe bois fort** (= 7cm)
- Mesuré sur le terrain selon un protocole essentiellement inchangé depuis les débuts de l'IFN
- Calculé par des formules de référence également inchangées :
 - Formule du cylindre jusqu'à 2,60 m
 - Formule de Simpson jusqu'à la découpe de forme (hauteur de découpe H_{dec} = première variation d'au moins 10% du diamètre à l'insertion d'une branche)
 - Formule du cylindre pour les surbilles éventuelles

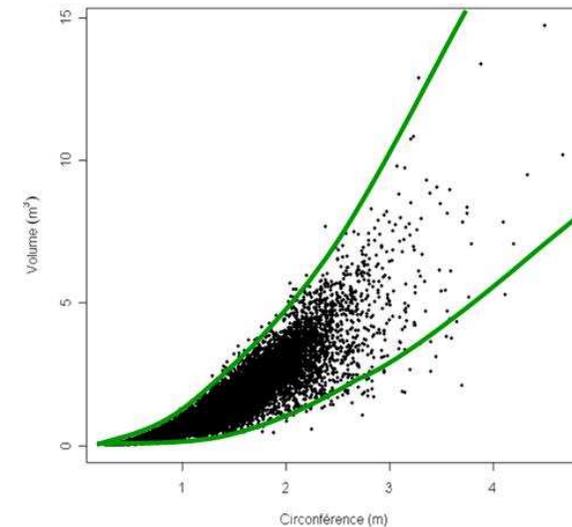


Les mesures de volume

- Systématiques lors des inventaires départementaux, au moins pendant les premières décennies
- Un travail colossal conservé en base de données
 - Inventaires départementaux : 1 428 000 arbres cubés
 - Inventaire continu: 1 point sur 4 sur les 3 premières campagnes 2005 à 2007
- Données utilisées pour construire et valider les modèles (tarifs de cubage) utilisés depuis 2008

Exemple du chêne pédonculé :
36275 volumes en BD

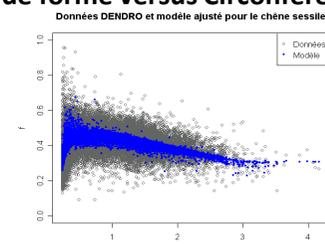
Volume versus Circonférence à 1,30 m



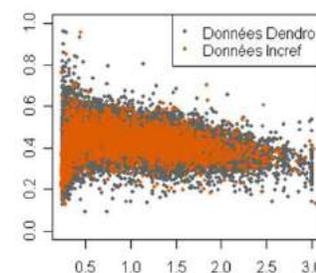
Les modèles

- Construits et calibrés sur les données des inventaires départementaux
- Validés sur les mesures faites lors des 3 premières campagnes nouvelle méthode
- Première génération construite en 2007
 - Tarifs à deux entrées (circonférence, hauteur) prédisant le facteur de forme (volume de l'arbre rapporté au volume d'un cylindre de même circonférence et hauteur)
 - S'inspirant des travaux de Vallet *et al.* (2006) concernant le volume aérien total
- Deuxième génération 2015
 - Ajout de la hauteur de découpe comme 3^{ème} entrée (repérée en 2007 et mesurée sur tous les arbres depuis 2008), pour un gain de précision et la perspective d'estimer séparément la part bois d'œuvre
 - Utilisant un facteur de forme corrigé réduisant la distorsion dans les petits bois (Deleuze *et al.* 2014, ANR EMERGE)

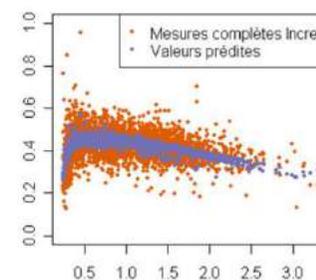
Calibration et validation tarifs 1ère génération :
cas du chêne rouvre
Facteur de forme versus Circonférence à 1,30 m



Comparaison
prédictions (bleu)
et données calibration



Comparaison
données calibration
données validation
(orange)



Comparaison
prédictions (bleu)
et données validation

Au-delà du volume tige : le volume aérien total

- Pas de données à l'IFN
- Données historiques de volume aérien total (tronc, branches et menu bois pour partie) collectées par la recherche forestière française entre les années 20 et les années 50 (Protocole Oudin 1930) : des dizaines de milliers d'arbres
- Uniquement issus des grands massifs domaniaux, avec beaucoup d'arbres relativement jeunes : pas représentatifs de la forêt française actuelle
- Données saisies en BD par Dhôte et son équipe au LERFOB dans le cadre du projet CARBOFOR (2004).
- Base de données plus complète et partagée inter-organisme constituée ensuite dans le cadre du projet ANR EMERGE (Deleuze *et al.* 2013)
- Construction de tarifs volume aérien total : Vallet *et al.* 2006
- Association avec l'IFN pour installer ces tarifs dans les BD IFN dès 2004/2005
- Tarifs utilisés depuis par l'IFN pour évaluer le stock de carbone dans les arbres de la forêt française
- Mais en **l'absence de données représentatives de la forêt française, validité de ces calculs non évaluable précisément**



Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®

Forest Ecology and Management 229 (2006) 88–110

Forest Ecology
and
Management

www.elsevier.com/locate/foreco

Development of total aboveground volume equations for seven important forest tree species in France

Patrick Vallet^{a,*}, Jean-François Dhôte^b, Gilles Le Moguëdec^a,
Michel Ravari^a, Jérôme Pignard^{b,1}

^a Laboratoire d'Étude des Ressources Forêt-Bois, UMR 1008-EMERGÉ 1002, Centre INRA de Nancy, F-54200 Champenoux, France
^b Institut National de la Forêt, Cellule Évaluation de la Ressource, Montpellier, France

Received 10 June 2005; received in revised form 20 February 2006; accepted 20 March 2006

Volume de bois dans les forêts
françaises (disponibles pour la production)

Volume tige : **2,65 milliards m³**
Volume aérien total : **3,99 milliards m³**

IGN campagnes 2011 à 2015



CARREFOURS
DE L'INNOVATION AGRONOMIQUE

4. Vers un inventaire carbone complet

- Branches, masse volumique du bois, carbone du sol

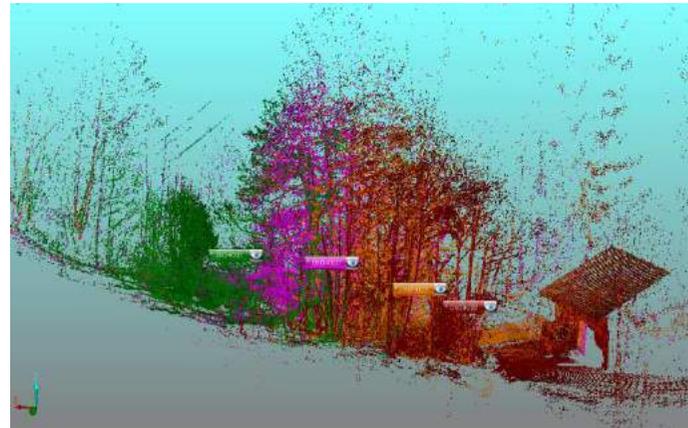


Campagnes lidar terrestre pour l'acquisition de données sur le volume aérien total

- Campagnes d'acquisition IGN sur placettes IFN
- Scan de placettes IFN au lidar terrestre depuis 2009
- Actuellement 5 systèmes FARO utilisés, ~ 1500 placettes scannées à ce jour
- Développement d'algorithmes de reconstruction des arbres 3D en cours (projet H2020 DIABOLO, plateforme collaborative COMPUTREE)



Couverture du territoire : état fin 2014





Mesurer la masse volumique du bois des arbres de la forêt française

Projet XyloDensMap – INRA/IGN – JM Leban

- Collecte des ~ 30 000 carottes de bois prélevés par l'IFN
- Mesure de la microdensité au scanner à rayons X
- Conservation des échantillons pour analyses ultérieures -> Xylothèque

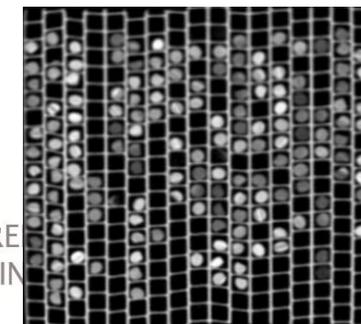


Scan optique d'une boîte à carottes à l'état frais

1500 carottes au scanner X

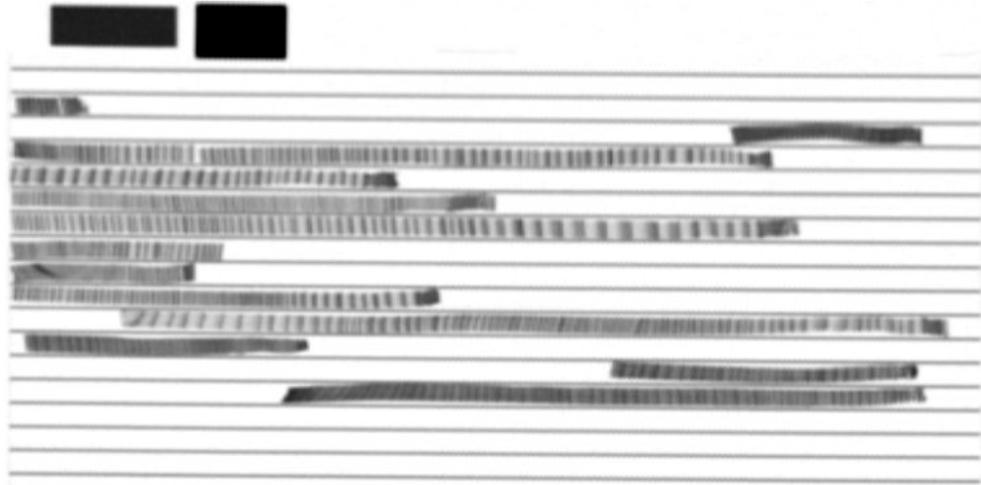


Section transversale d'un paquet de 17 boîtes

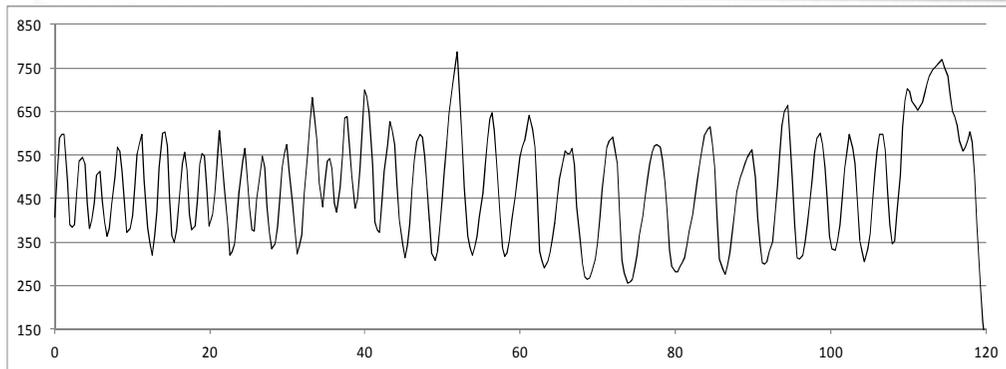


CARRE
DE L'IN

UE



Une section d'une boîte à carottes avec en haut à gauche deux cales en acétate de cellulose



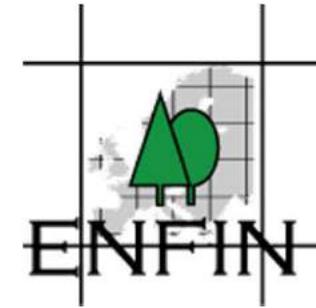
Un exemple de profil de densité du bois pour la carotte de la sixième alvéole remplie, comptée depuis le haut

5. À l'échelon européen

- ▮ Les travaux du réseau ENFIN des IFN européens



Le réseau ENFIN *European National Forest Inventory Network*



- Association des IFN en Europe constituée en 2003
- Dans le but de
 - Promouvoir la coopération entre les IFN
 - Appuyer les pays mettant en place leur IFN (cf. pays de l'est-européen)
 - Se concerter sur les méthodes à mettre en place pour répondre aux nouvelles demandes (ex. biodiversité, bois mort)
 - **Développer une démarche d'harmonisation des résultats d'inventaire dans le respect des standards nationaux préexistants**



CARREFOURS
DE L'INNOVATION AGRONOMIQUE

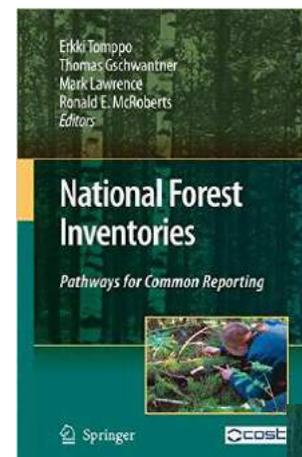
La démarche d'harmonisation ENFIN

- Harmonisation technique \neq harmonisation politique (cf. rapports internationaux)
- Harmonisation \neq standardisation :
 - Etablissement de définitions de référence, adoptées par consensus, détaillées et précises, au moins autant que les définitions nationales
 - Construction par chaque IFN des fonctions de conversion entre les définitions de référence et les définitions nationales (ou adoption de la définition de référence !)
- Démarche développée dans 2 actions COST successives avec de nombreuses publications et livres

Forest Science, 2012
**Bridging National and Reference Definitions
for Harmonising Forest Statistics**

Göran Ståhl, Emil Cienciala, Gherardo Chirici, Adrian Lanz, Claude Vidal,
Susanne Winter, Ronald E. McRoberts, Jacques Rondeux, Klemens Schadauer,
and Erkki Tomppo

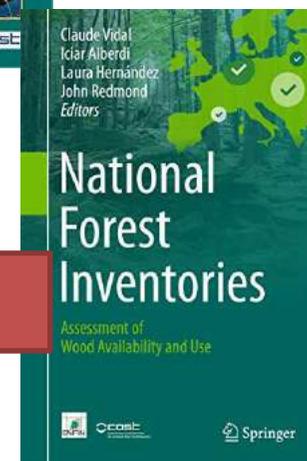
Vidal *et al.*, 2016 : The role of European National Forest Inventories
for international forestry reporting. *Annals of Forest Science*



Issu du COST E43
2010

Issu du COST
USEWOOD
2016

Vient de
paraître



Le projet européen DIABOLO (2015 - 2019)

Distributed, Integrated and Harmonised Forest Information for Bioeconomy Outlooks

Appel ISIB : *Innovative, Sustainable and Inclusive Bioeconomy*

Sous-appel 4a : **Improved forest data**

Coordonné par Tuula Packalen, LUKE, Finlande

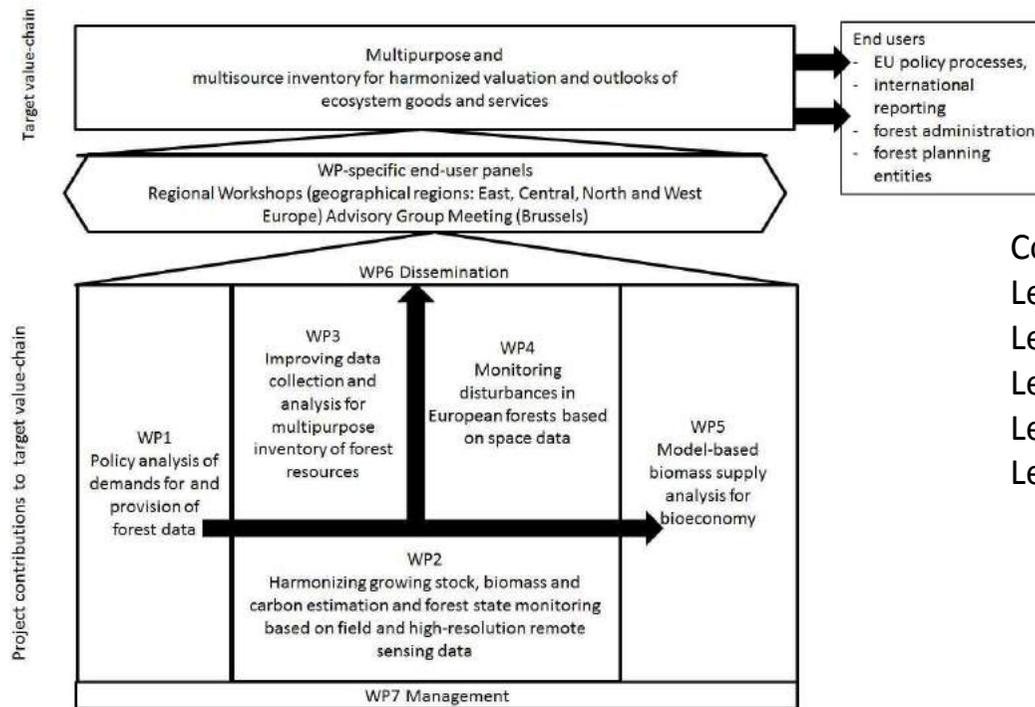
Rassemble 33 partenaires de 25 pays, dont l'ensemble des organismes en charge des IFN en Europe (association ENFIN).



Vert : Pays participants
Hachuré : pays leaders de WP



DIABOLO : les cinq WP



Coordination Tuula Packalen (Luke, Finlande)

Leader WP1: SLU (Suède)

Leader WP2: INRA/IGN (France)

Leader WP3: INIA-CIFOR (Espagne)

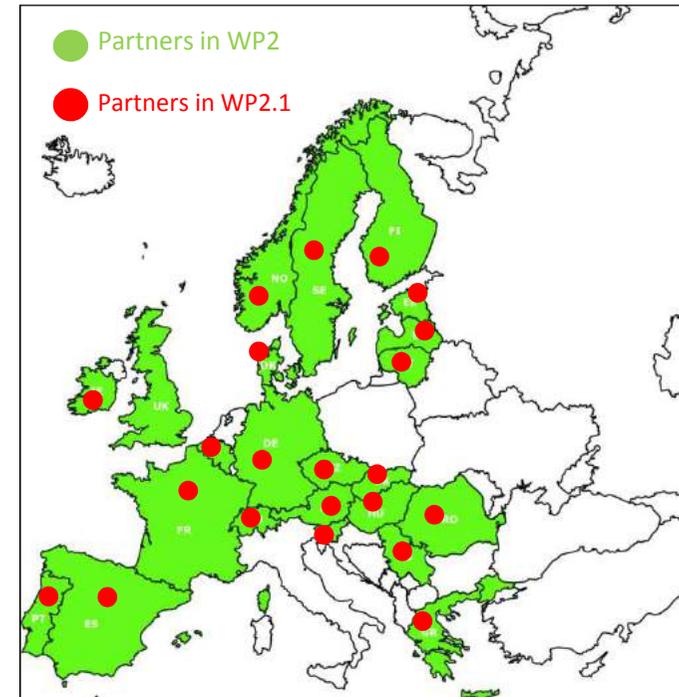
Leader WP4: ALU-FR (Allemagne)

Leader WP5: Luke (Finlande)

www.diabolo-project.eu

Le WP2 dirigé par INRA/IGN

- Tâche 1 : Harmonisation des données volumes de tige
- Tâche 2 :
 - Développement de modèles paneuropéen de volume aérien total et de biomasse
 - Développement d'algorithmes de reconstruction 3D d'arbres forestiers à partir de nuages de points lidar terrestre
- Tâche 3 : Développement d'estimateurs statistiques flexibles et multisources et des méthodes de synchronisation et mise à jour associant données terrain des IFN et données auxiliaires de télédétection et cartes



Merci de votre attention

