

Identification et cartographie des forêts matures d'un territoire à partir d'images LiDAR

Exemples des PNR du Morvan, du Massif des Bauges, de la Chartreuse et du Vercors

Marc Fuhr, Jean-Matthieu Monnet, Délia Ben Sussan
Atelier BIOSEFAIR Télédétection 14-15 novembre 2023

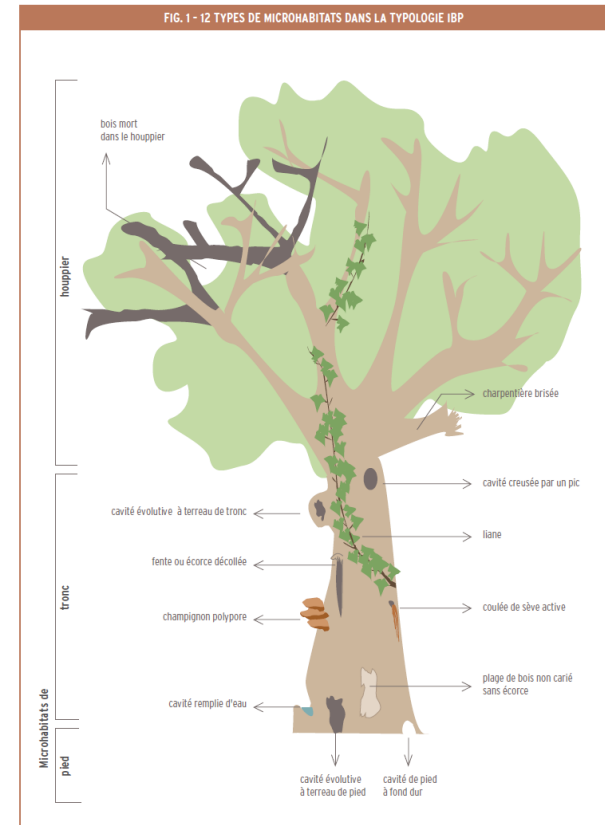
Qu'est-ce qu'une forêt biologiquement mature ?



- ✓ Des essences locales (BD IFN V2)
- ✓ Des arbres de toutes tailles, dont des **Très Très Gros Arbres**
- ✓ Du **bois mort** abondant et diversifié, sur pied et au sol
- ✓ Un couvert relativement plus ouvert
- ✓ Des **microhabitats nombreux et diversifiés**

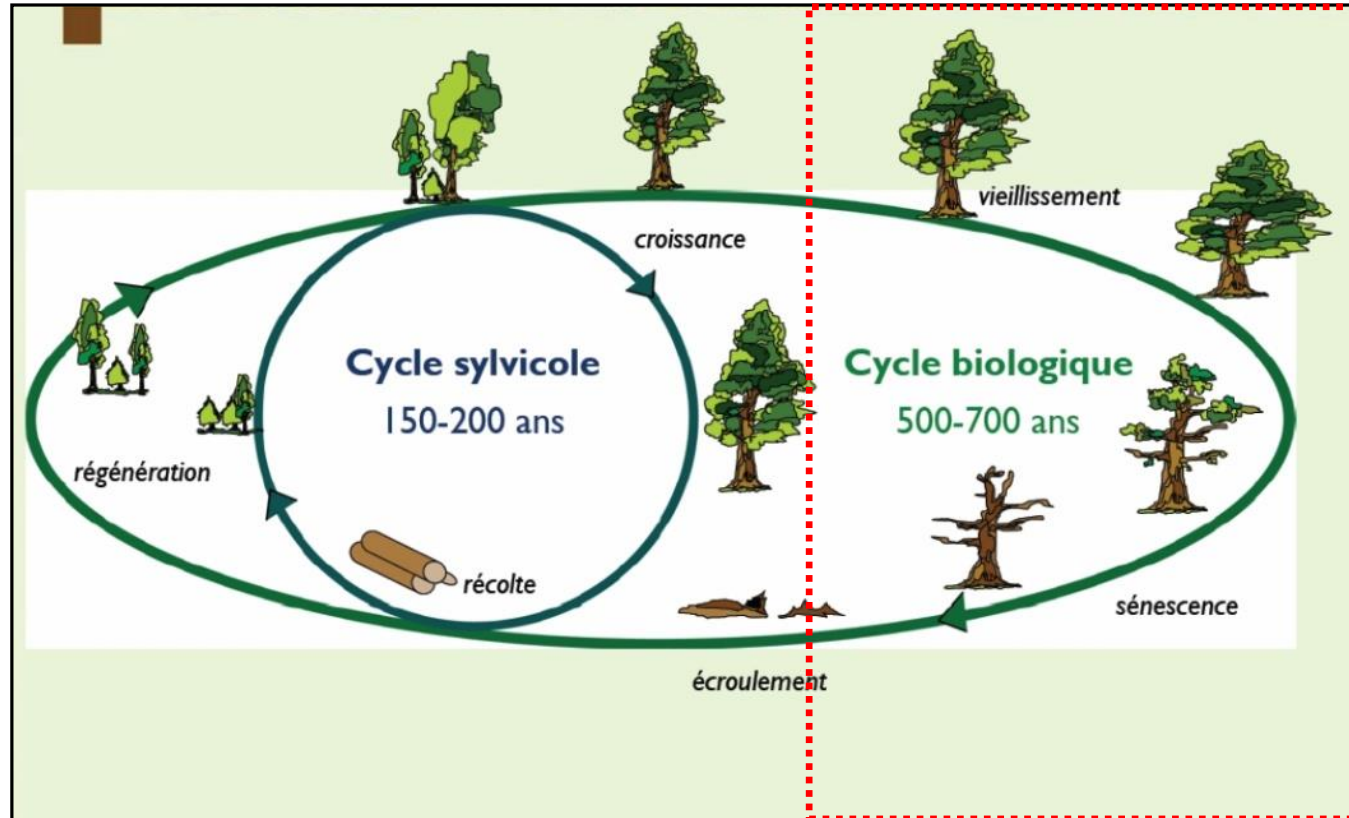
Les **très très gros arbres vivants** abritent des **microhabitats** nombreux et diversifiés

Une **part importante de la biodiversité forestière** dépend des microhabitats associés au bois mort



La forêt mature dans le cycle de la forêt

Forêts matures



Maturité biologique ≠ Ancienneté



Carte d'Etat Major (1860)

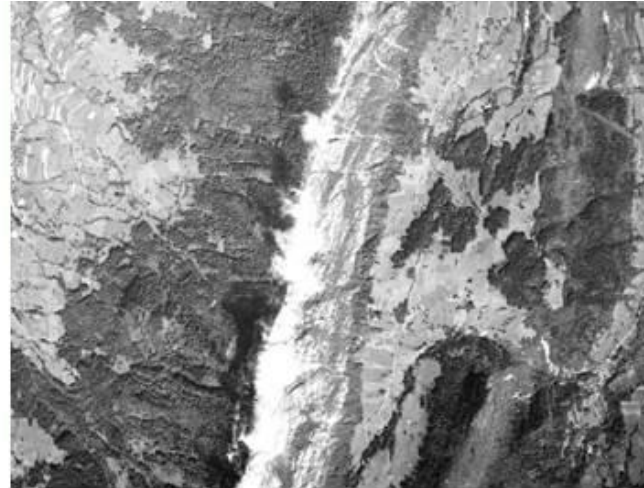


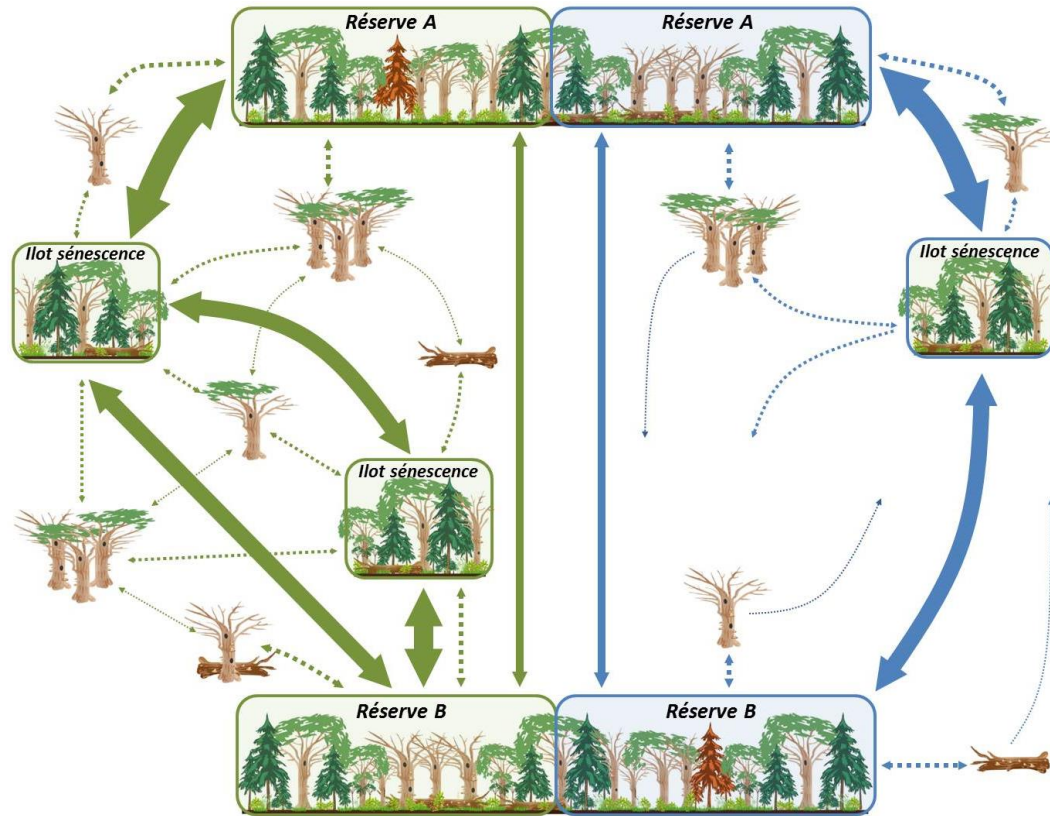
Photo aérienne (1948)



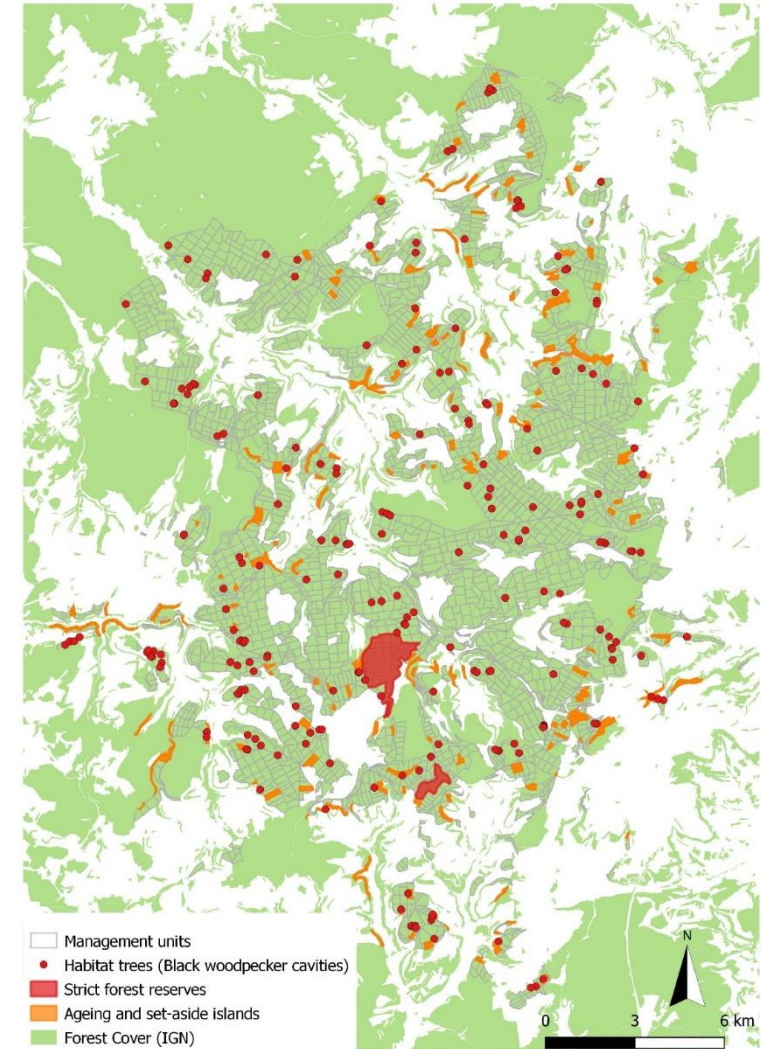
Ortho-image (2013)

- ✓ **Maturité biologique** : caractéristiques structurales de la forêt aujourd'hui en place
- ✓ **Ancienneté** : continuité dans le temps de l'occupation du sol

Pourquoi identifier et cartographier les forêts matures d'un territoire?

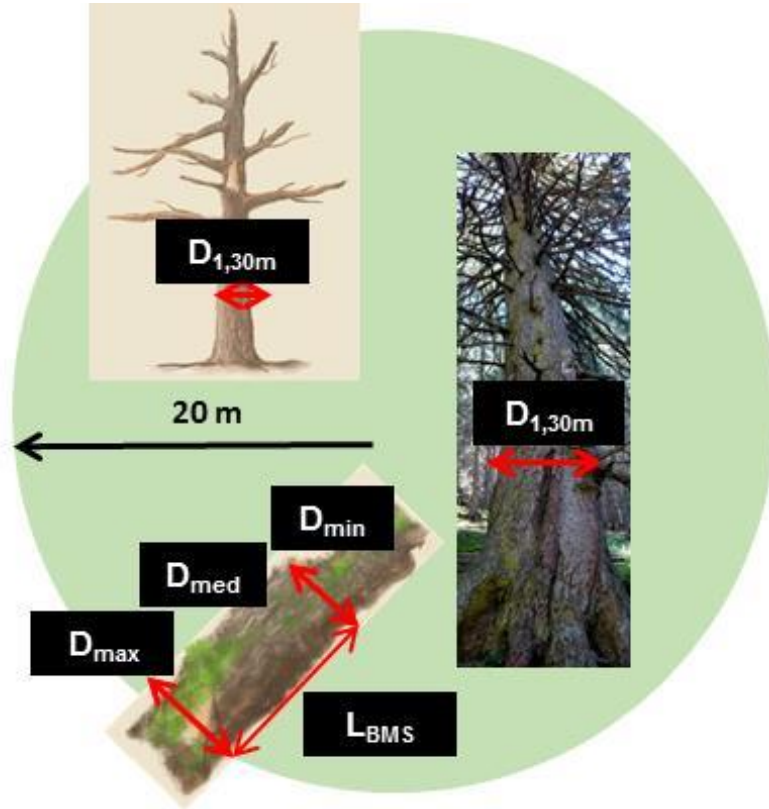
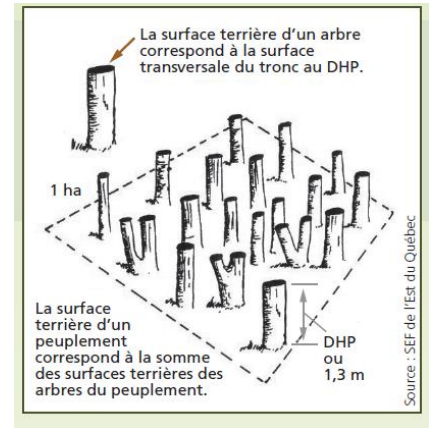


- ✓ **Construire un réseau écologique fonctionnel** pour assurer la circulation et la survie des espèces





Sur le terrain : la forêt est décrite par des **variables** mesurées à l'intérieur de **placettes**



G_{TGB} : surface terrière des très gros arbres vivants

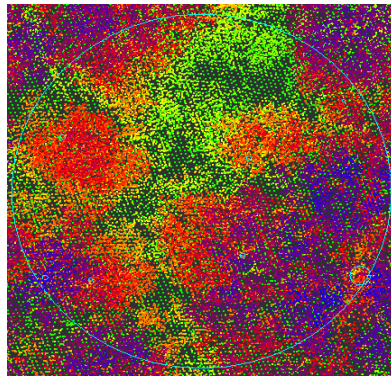
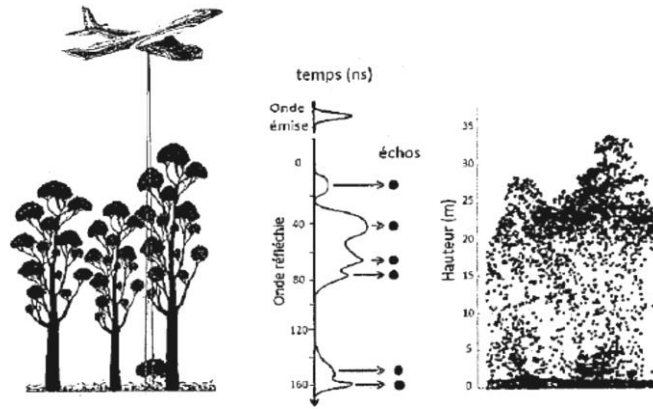
G_{BMD} : surface terrière des gros bois morts debout

V_{BMS} : volume des grosses pièces de bois mort au sol

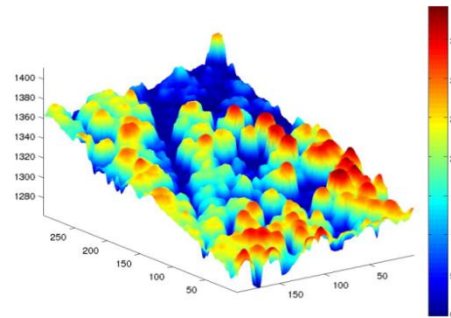
ND_{BMS} : nombre de stades de décomposition des grosses pièces de bois mort au sol

$$IMAT = \frac{1}{4} \left(\frac{G_{TGB}}{\eta \cdot 99(G_{TGB})} + \frac{G_{BMD}}{\eta \cdot 99(G_{BMD})} + \frac{V_{BMS}}{\eta \cdot 99(V_{BMS})} + \frac{ND_{BMS}}{5} \right)$$

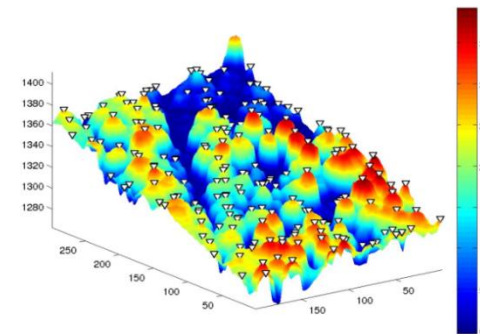
Vue du l'avion : la forêt est décrite par des **métriques** provenant d'un **nuage de points 3D** issu du LiDAR



à partir du **nuage de points**

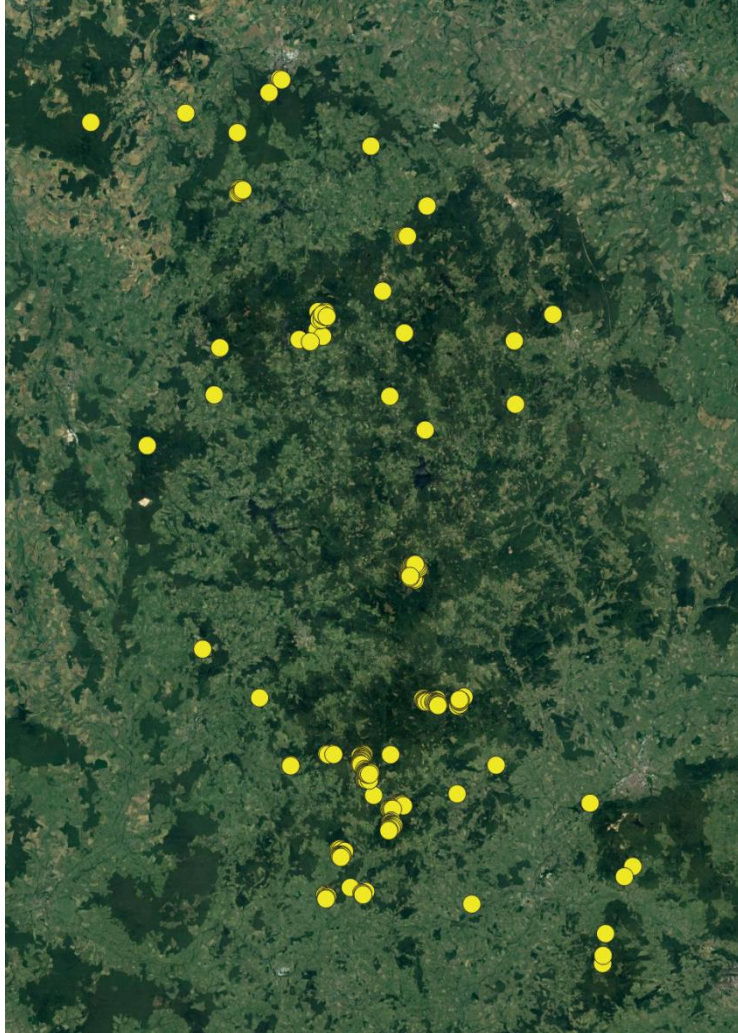


à partir du **MNC**



Après détection d'**arbres**

Etape 1 : constituer un référentiel terrain (réseau de placettes)



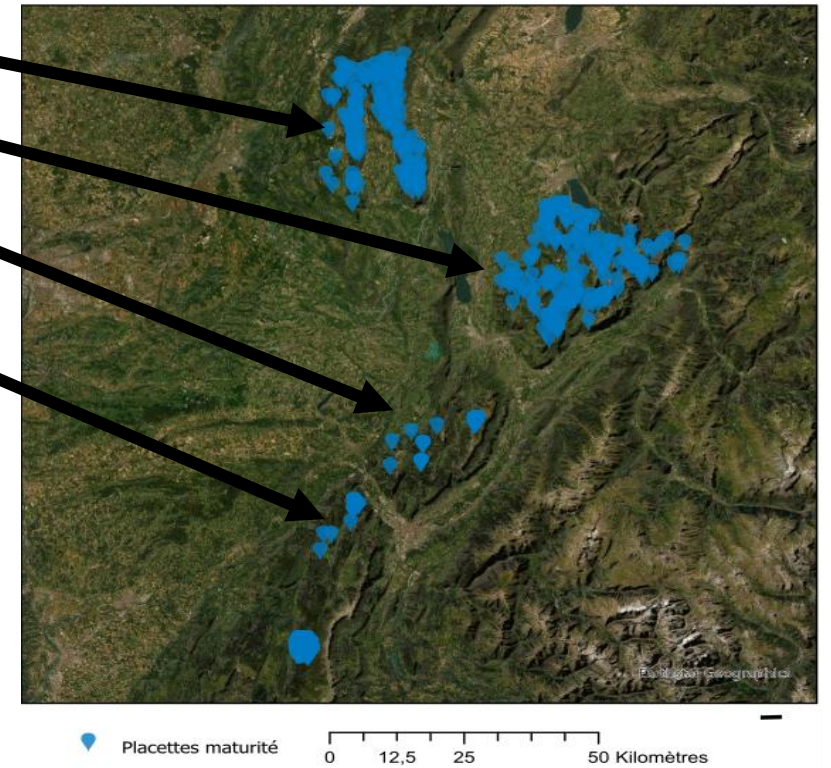
Morvan : 257 placettes

Bugey : 149 placettes

Bauges : 280 placettes

Chartreuse : 55 placettes

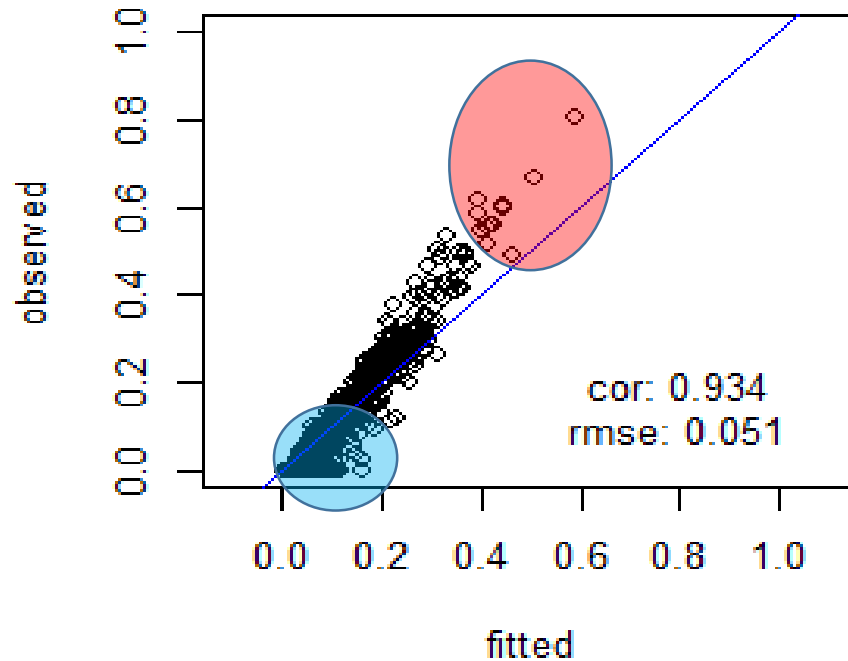
Vercors : 176 placettes



Etape 2 sélectionner puis calculer des métriques LiDAR « traduisant » la maturité

Hypothèses	Métriques « fléchées »
<p>Les plus gros = les plus hauts</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ zmax, zmean ✓ mCH ✓ TreeSup30.density, TreeSup20.density, Tree.meanCanopyH
<p>Les plus gros = aux couronnes les plus développées</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tree.meanCrownSurface, Tree.meanCrownVolume
<p>Des diamètres hétérogènes = une forêt plus stratifiée verticalement</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Zsd, zkurt ✓ SdCH ✓ Tree.sdH, Tree.giniH
<p>Une forêt plus ouverte</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ p.hmin, p.1st.hmin ✓ Treecanopycover, TreeInf10.density
<p>Du bois mort abondant</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ imean, isd

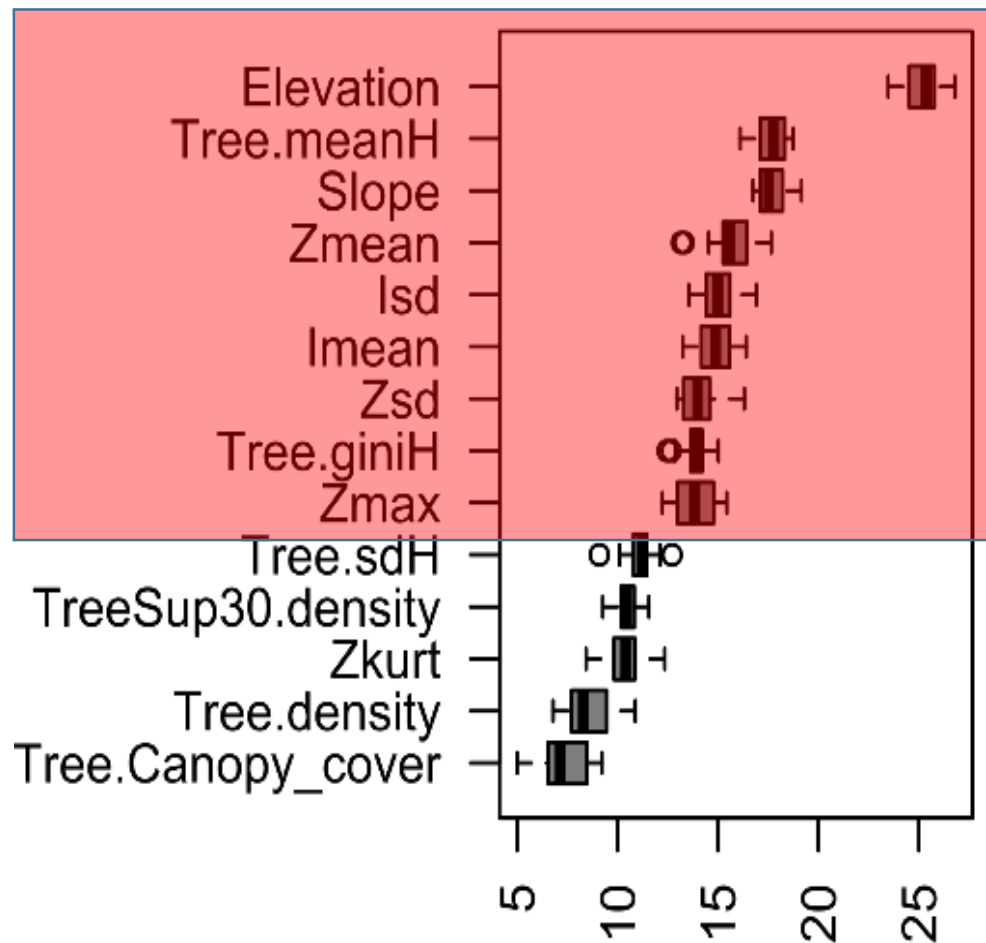
Etape 3 : construire des modèles (Random Forest)



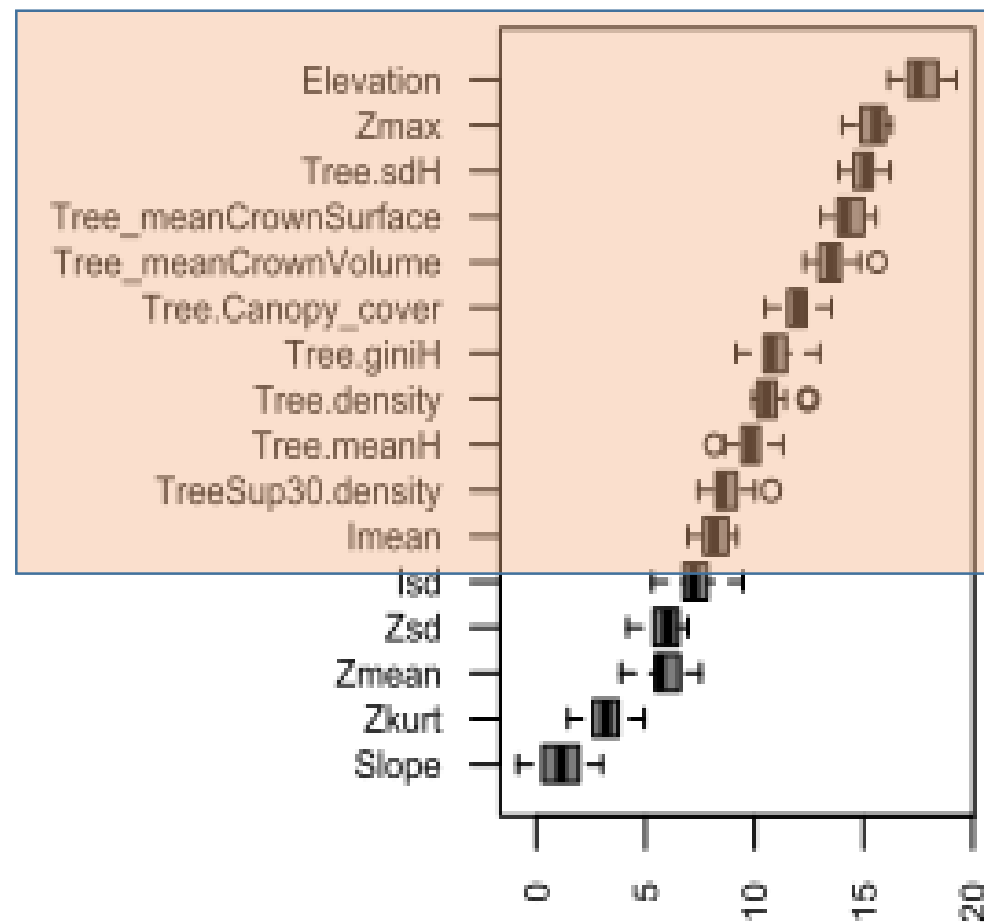
- **Maturité relative** au territoire étudié
- Surestimation de la maturité des placettes les moins matures
- **Sous-estimation de la maturité des placettes les plus matures (plafond)**
- **Hiérarchie entre les placettes conservée** (Ilots les plus/moins matures sont bien prédits)

Importance des variables

PNRx Alpes Nord

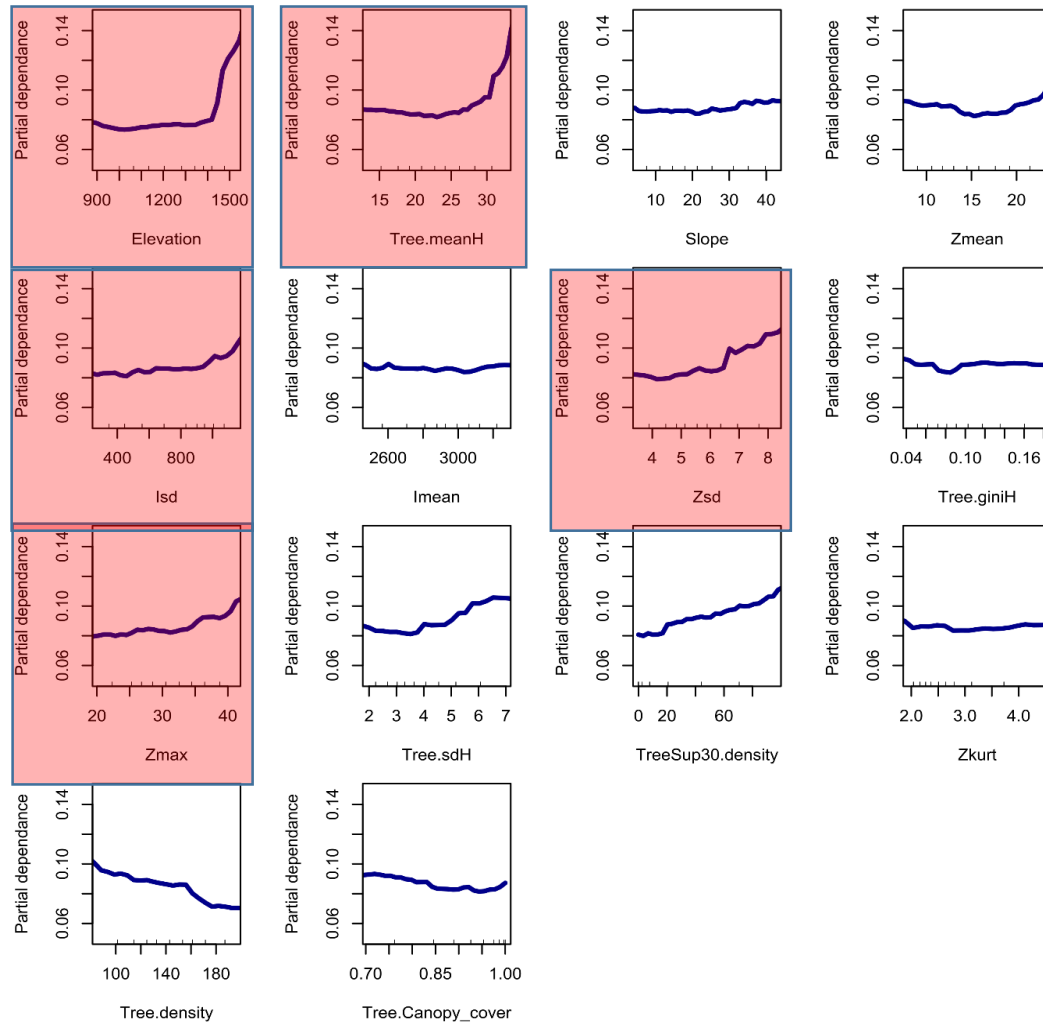


PNR Morvan

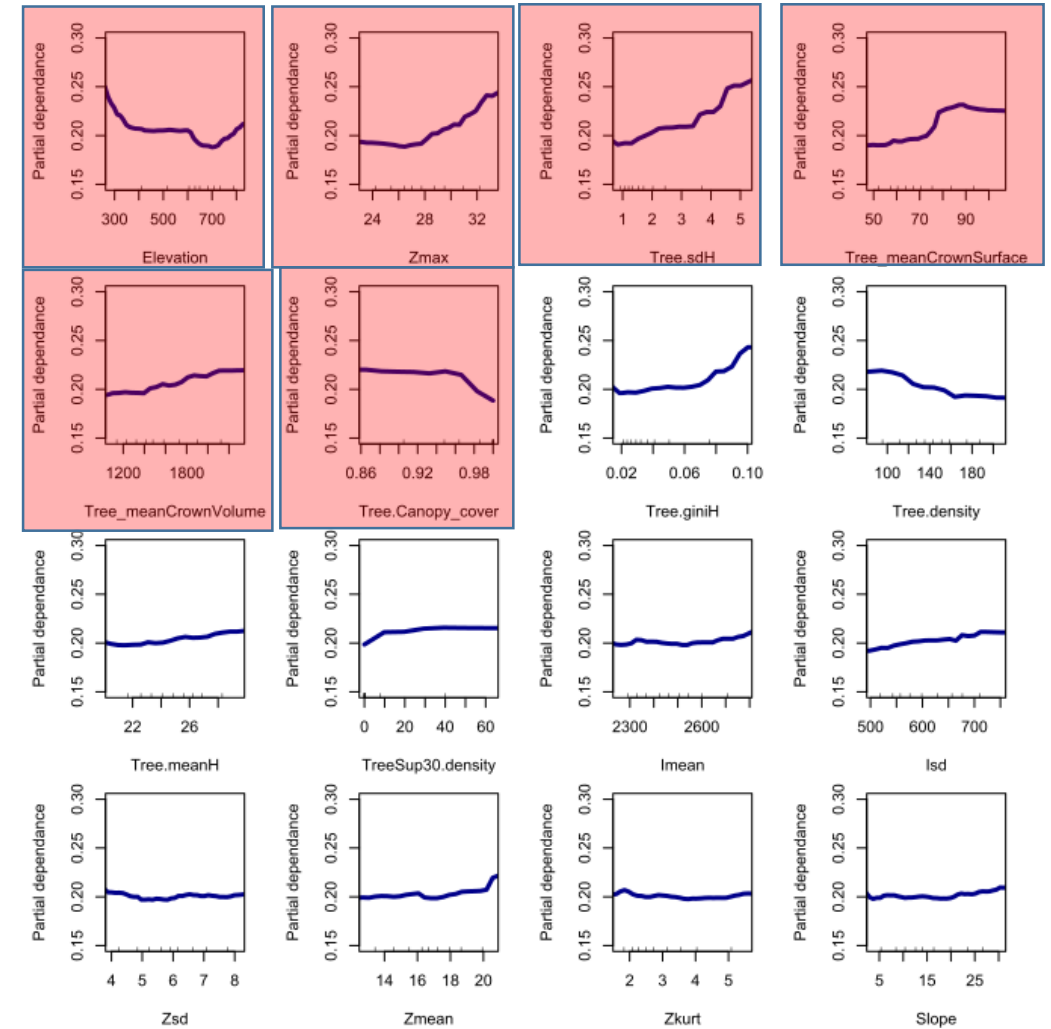


Sens de la relation

PNRx Alpes Nord



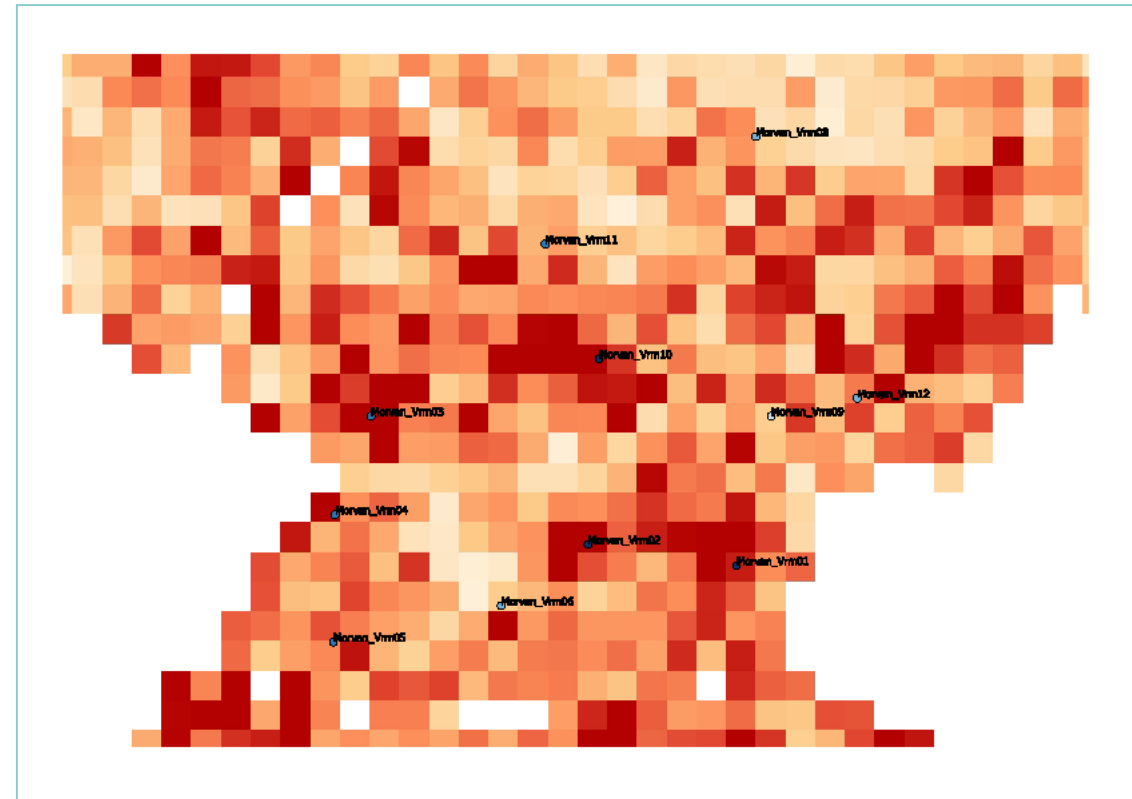
PNR Morvan



Etape 4 : établir des cartes

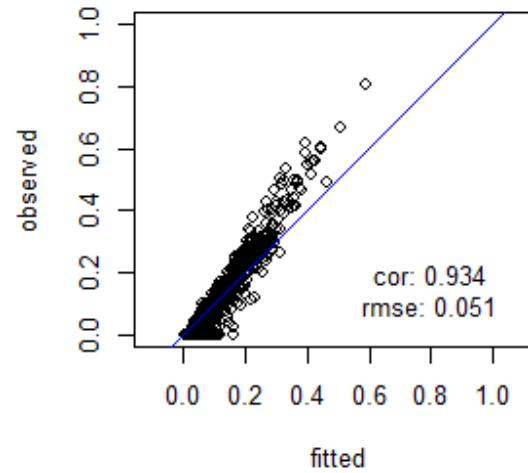
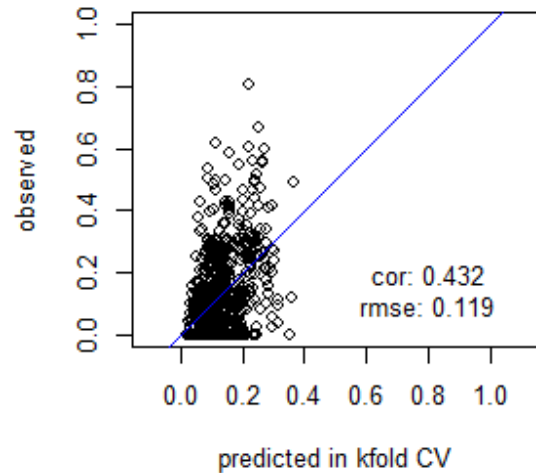


PNR Massif des Bauges



PNR Morvan

Etape 5 : contrôler les cartes



Calibration : très bons résultats

Validation : résultats moyens

- ✓ **69 placettes de contrôle statistique** (10 % des pixels les plus matures entourés par 25 % des pixels les plus matures, pixel très mature tiré au sort dans un carré de 500 m)
- ✓ **PNR Alpes du Nord : 80 % des placettes prédites matures ont une maturité terrain > 0,3**
- ✓ **MORVAN : 83 % des placettes prédites matures ont une maturité terrain > 0,25**
- ✓ **Complété par dires d'experts :**
 - ✓ Sous estimation de la maturité dans les milieux peu fertiles : adapter relevés de terrain / utiliser d'autres métriques ?
 - ✓ Surestimation de la maturité dans les forêts très productives exploitées pied à pied

F
P
O
R
E
T
S
M
A
T
U
R
E
S



Merci pour votre attention