

Valorisation de la diversité de la ressource française, comment aborder la qualité des essences et envisager une approche plus générique ?

Salomé Fournier, Fleur Longuetaud, Christine Deleuze

GDR Bois, 20 novembre 2024, Nantes

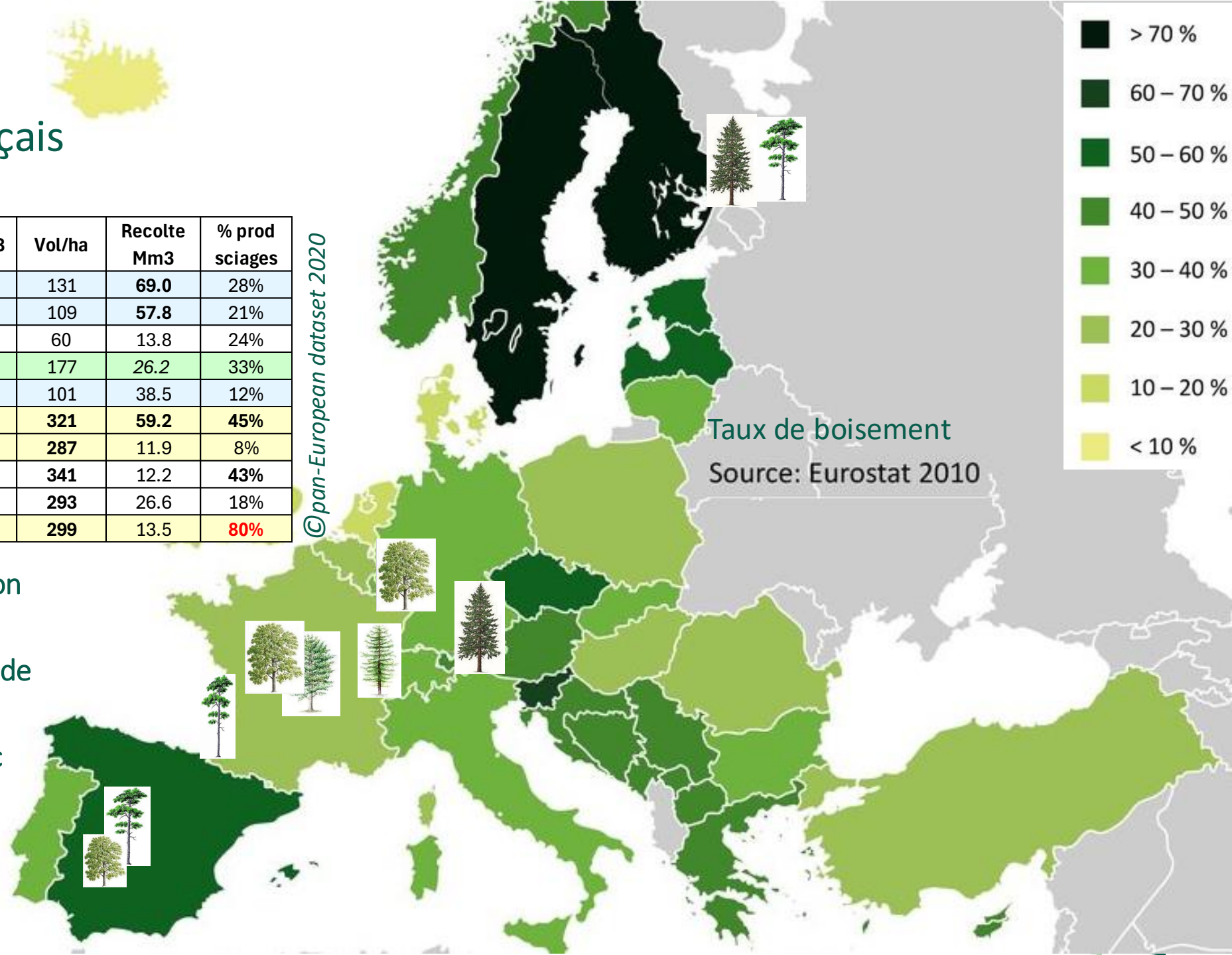
20/11/2024



Le contexte français

	Surf forêt Mha	%_foret	Part Rx en surf	Vol Mm3	Vol/ha	Recolte Mm3	% prod sciages
Suède	28.0	62%	74%	3 654	131	69.0	28%
Finlande	22.4	66%	79%	2 449	109	57.8	21%
Espagne	18.6	37%	40%	1 109	60	13.8	24%
France	17.3	32%	19%	3 055	177	26.2	33%
Norvège	12.2	38%	49%	1 233	101	38.5	12%
Allemagne	11.4	32%	52%	3 663	321	59.2	45%
Pologne	9.5	30%	58%	2 730	287	11.9	8%
Roumanie	6.9	29%	27%	2 355	341	12.2	43%
Rép Tchèque	2.7	34%	65%	791	293	26.6	18%
Autriche	3.9	36%	52%	1 166	299	13.5	80%

© pan-European dataset 2020

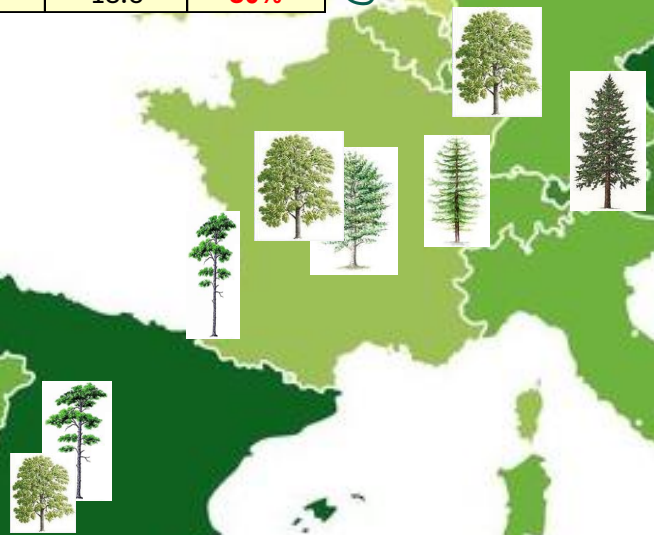


Taux de boisement
Source: Eurostat 2010

Pays résineux à plus forte production et récolte

Pays scandinaves à très fort niveau de forêt et récolte mais exportent

France et Roumanie atypiques avec une ressource plus hétérogène



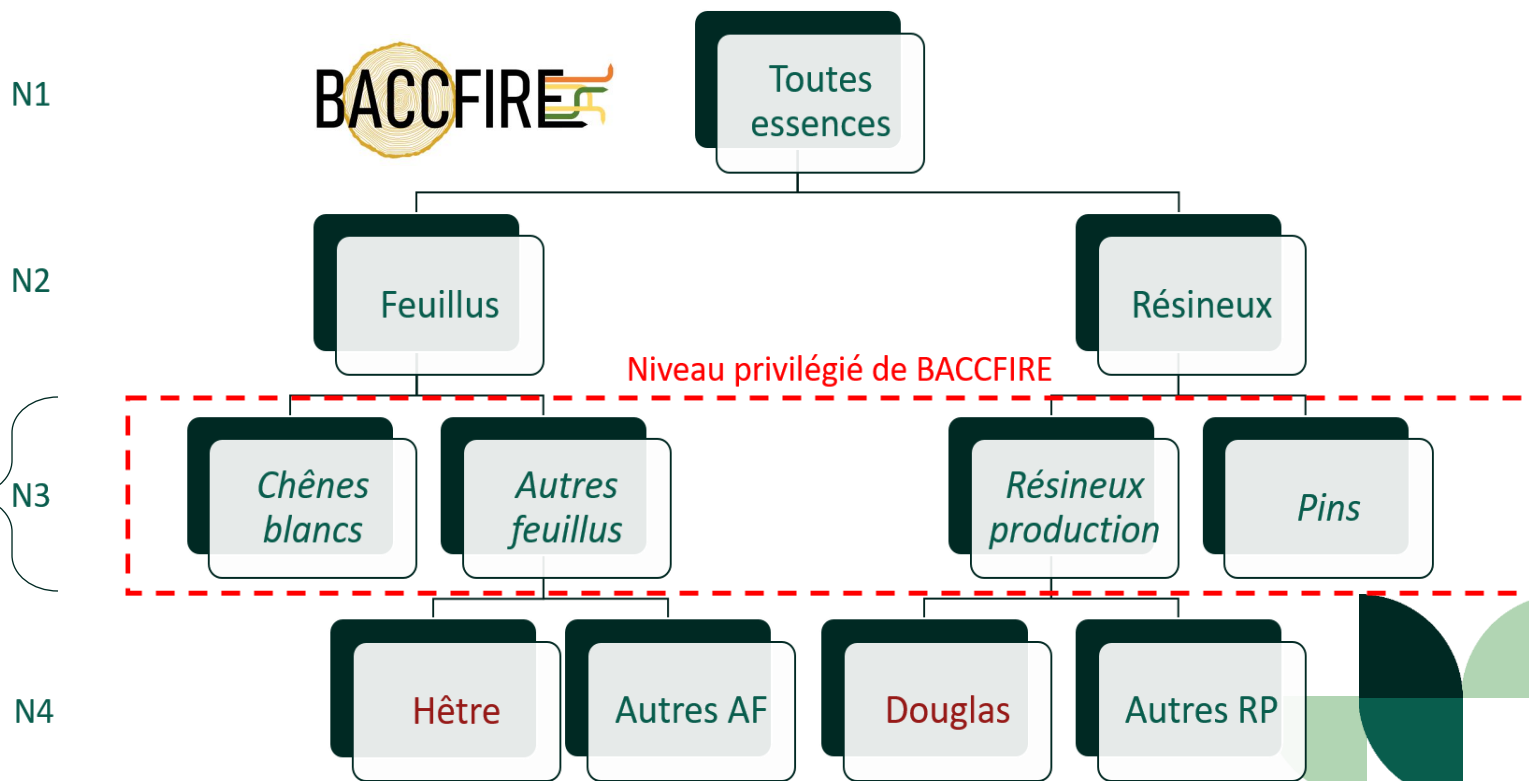
Comment appréhender l'hétérogénéité de la ressource ?

- Créer des groupes d'essences homogènes dans le but de développer des études génériques.
- Caractérisation par le **prisme des usages** ... :
 - des feuillus secondaires (étude FNB, IGN, FCBA, 2023) : intérêt à regrouper les essences selon leurs caractéristiques pour massifier les volumes disponibles
 - de nouvelles essences plus résistantes au CC
 - des bois de crise...

→ l'exemple du projet BACCFIRE pour le développement de schémas de filière génériques (flux de matière et de C)

4 groupes identifiés à dire d'expert

Mais... distinction feuillus tendres/durs importantes pour usage par exemple !



Qu'est-ce qui dicte l'usage du bois d'une essence ?

- Le bois est un matériau polyvalent dans son ensemble MAIS des usages préférentiels pour certaines essences

(Chopard et al, 2012)

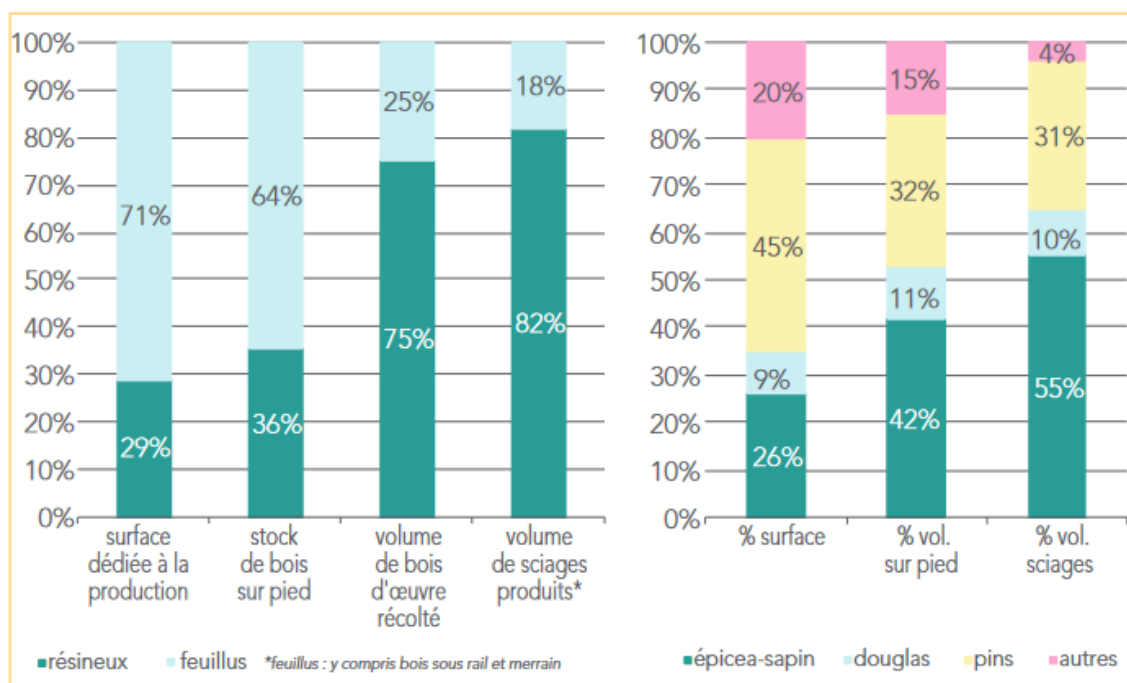
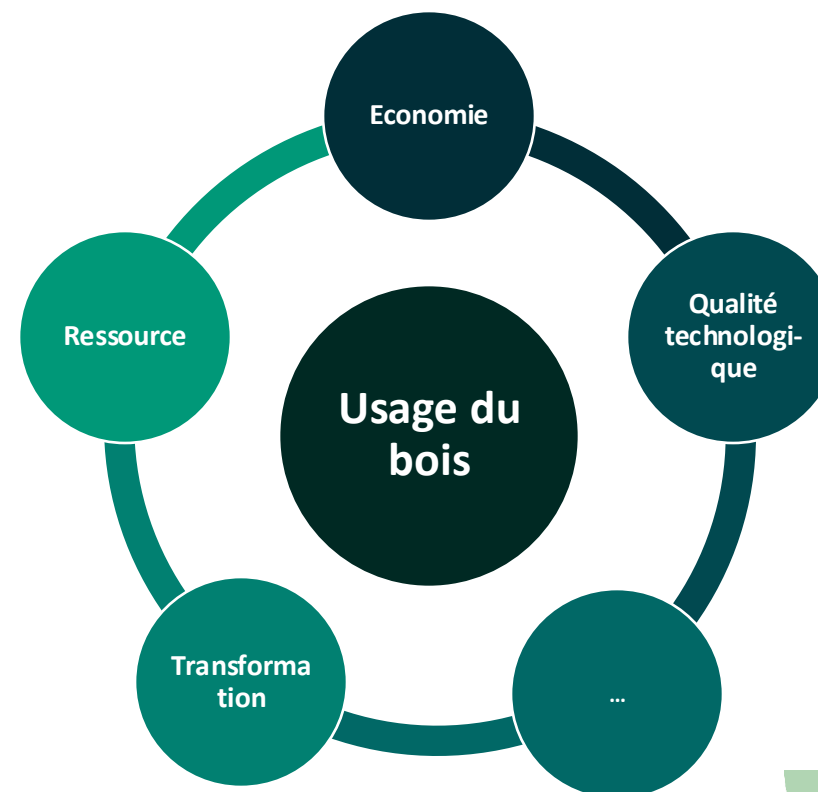


Fig. 2 : répartition feuillu / résineux et part relative des différents résineux dans la filière forêt-bois française - Sources : IGN, 2012 ; FCBA, 2012 ; Agreste, 2012

Hypothèse forte : les caractéristiques d'une essence (croissance, anatomie du bois, ...) sont liées à son usage !



Variables retenues pour la veille bibliographique

- Une liste de 52 essences plus ou moins bien documentées
- Beaucoup de variables citées mais non-retenues (manque de données, pas assez de facteurs, corrélation importante, etc ...)



Production

Production biologique
Tolérance à l'ombrage
Croissance juvénile
Capacité aux rejets
Modèle architectural



Anatomie du bois

Longueur fibre Plan ligneux /
 transition BI BF
Grain
Texture Canaux
 résinifères
Maillure



Qualité du bois

Durabilité
Imprégnabilité
Infradensité
MOE flexion
MOR flexion

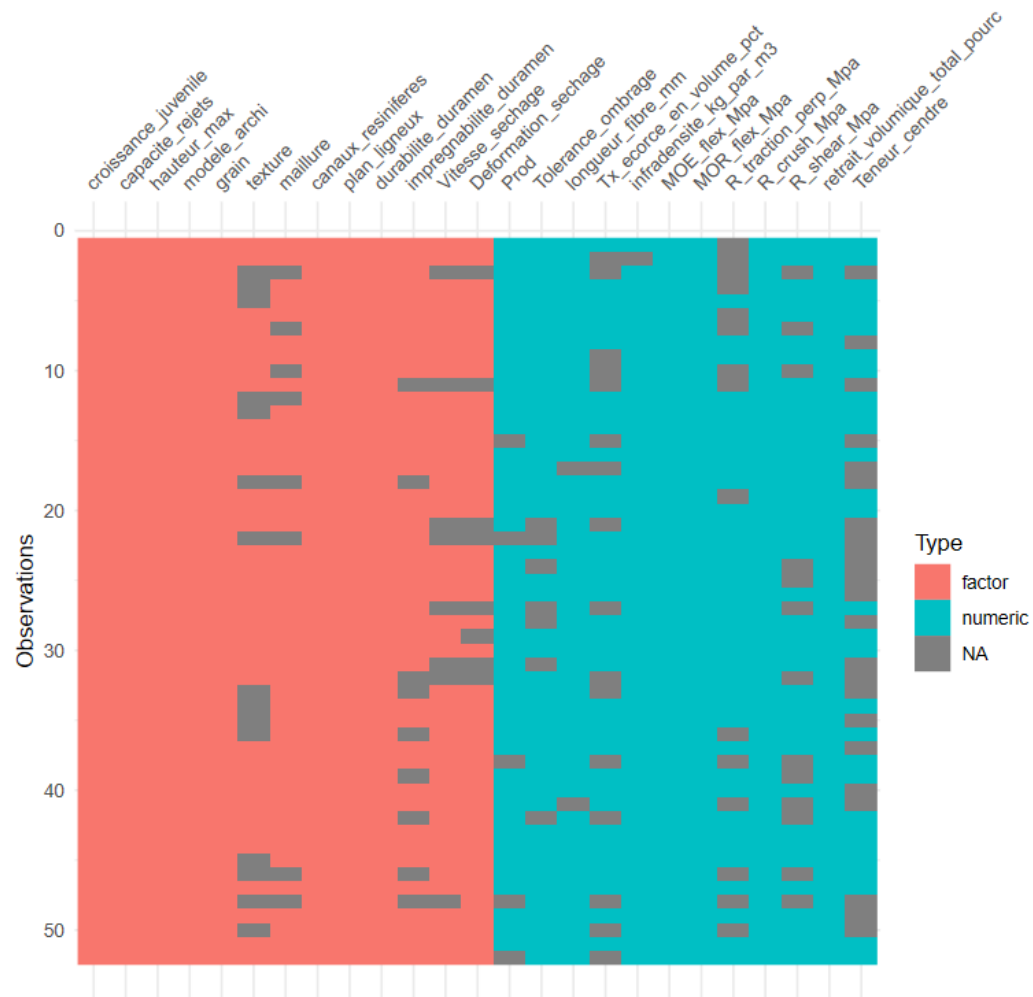
R traction
perpendiculaire
R compression
R cisaillement



Transformation

Hauteur_max
Tx_Ecorce
Retrait volumique total
Tx_cendre
Vitesse_sechage
Deformation_sechage

Méthodologie d'analyse



- 10% de données manquantes dans notre jeu de données malgré le lourd travail bibliographique

1) Imputation des données manquantes par méthode MissForest

→ *Erreur d'imputation : 0,5% pour variables numériques mais 15% pour variables factorielles*

2) Binarisation des données factorielles

→ *Amélioration de l'erreur d'imputation à 4% pour variables factorielles*

Au final 50 variables pour les résineux et 47 pour les feuillus.

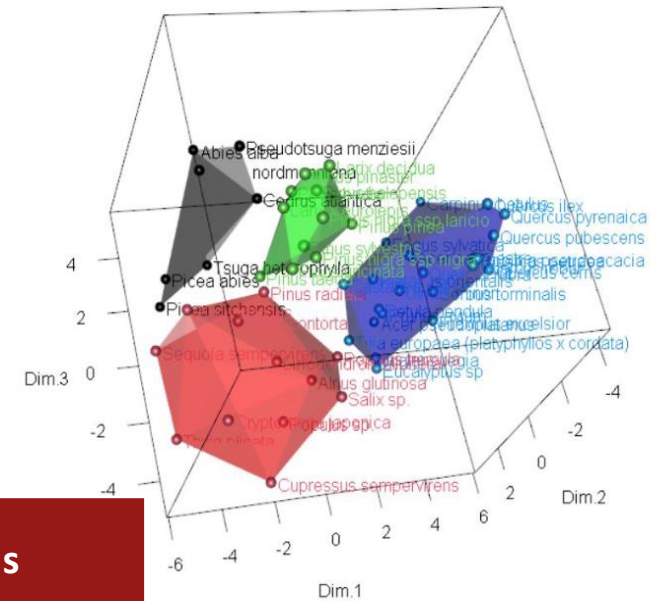
Problème : un nombre limité d'observations par rapport au nombre de variables (cadre de la grande dimension)

Méthodologie d'analyse

3) Analyse factorielle de données mixtes (AFDM) → réduit la complexité du problème

4) Partitionnement par Hierarchical clustering on principal components

→ maximise la distance entre les groupes, stabilise les groupes



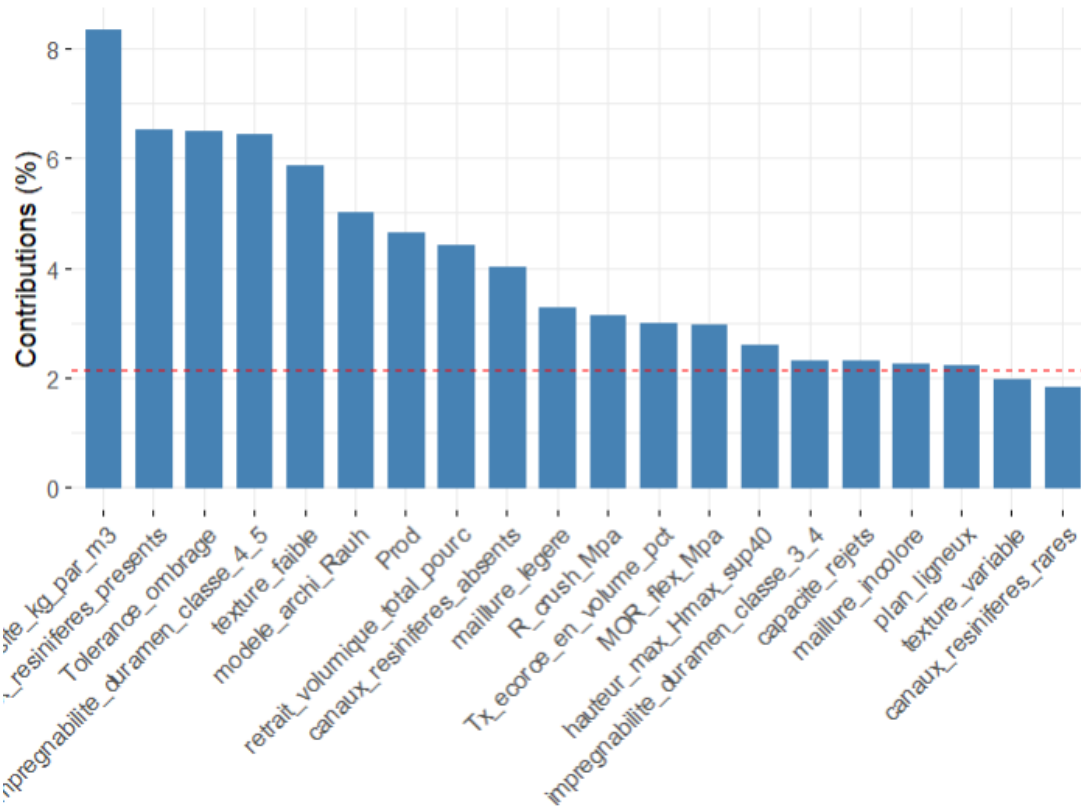
	Analyse simultanée résineux-feuillus	Analyse séparée résineux-feuillus
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> Possibilité de groupes mixtes + réalistes en terme d'utilisation (pas de précontrainte) 	<ul style="list-style-type: none"> + de détails dans les groupes d'essences + de stabilité dans les groupes d'essences Prise en compte des variables spécifiques F/R (anatomie bois)
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> Traitement des variables spécifiques F/R (anatomie bois) Instabilité des groupes et des essences en marge <ul style="list-style-type: none"> Grosse difficulté pour traitement des flux dans la filière (structuration F/R quasi systématique) 	<ul style="list-style-type: none"> 1^e division R/F précontrainte, perte de nuance pour les essences F en marge + de détails dans les groupes d'essences



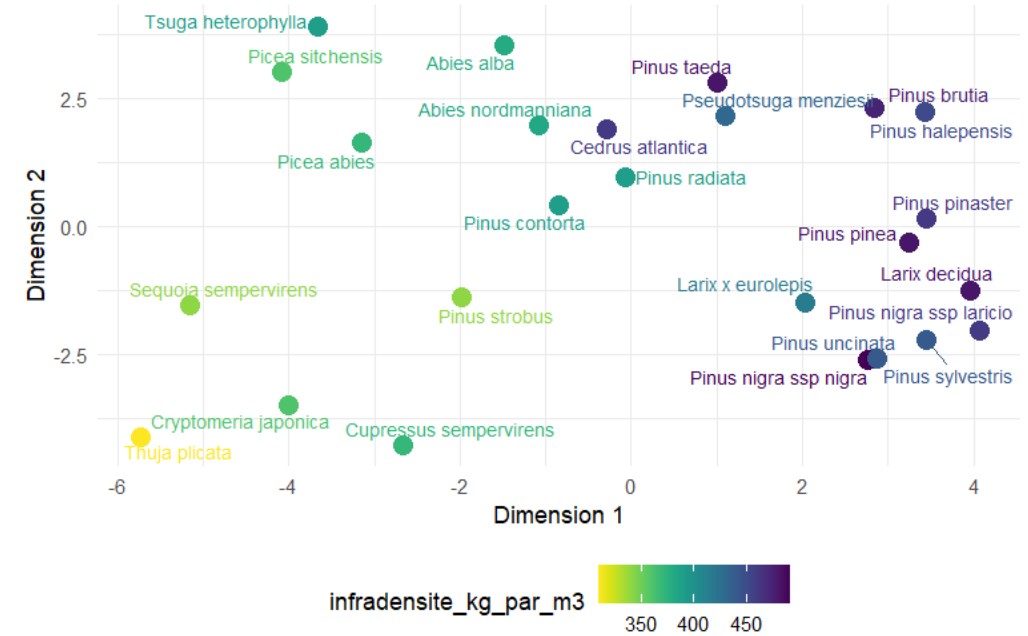
Contribution des variables

Résineux

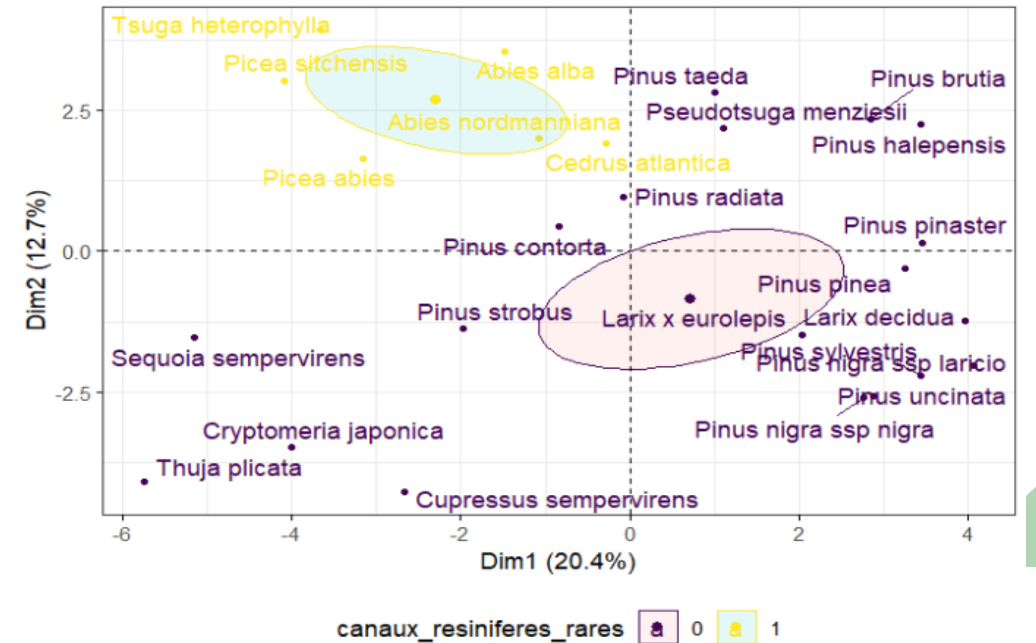
Contribution of variables to Dim-1



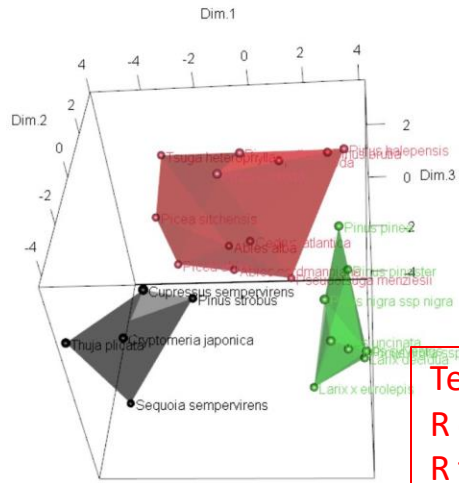
Variation de Infradensite



Groupement des individus selon les modalités de canaux_resiniferes

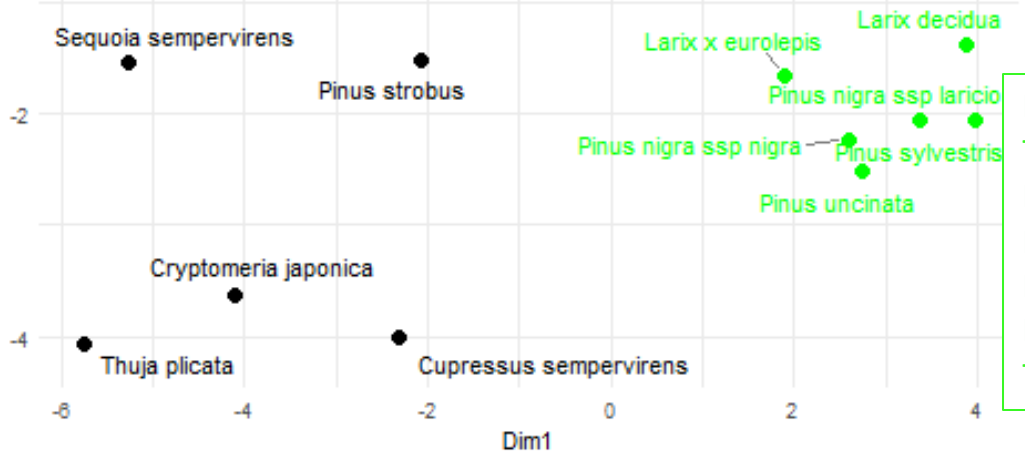
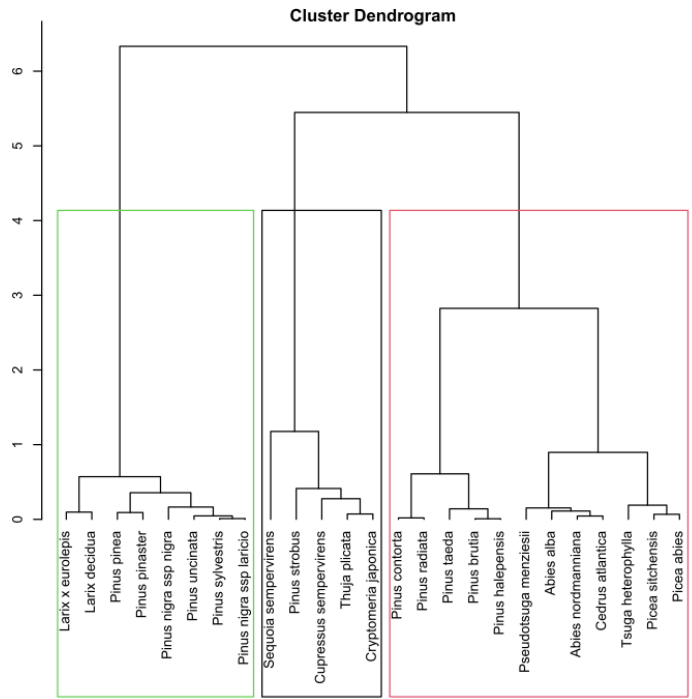
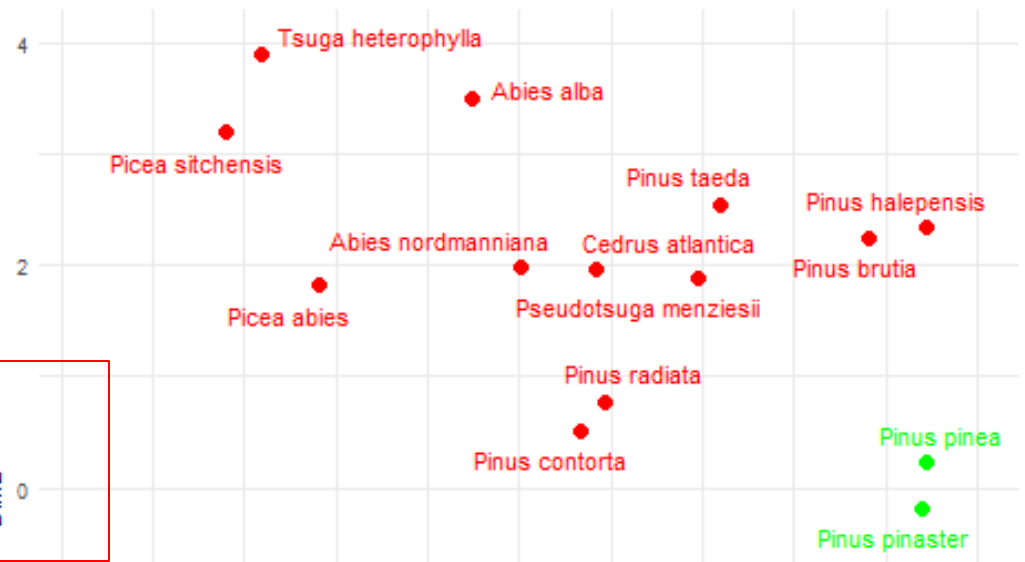


Classification des essences : résineux



Teneur en cendre +
R cisaillement +
R traction perp +
Taux écorce -

Canaux résinifères absents +
Production +
MOR –
MOE –
R compression –
Infradensité –
Retrait volumique -

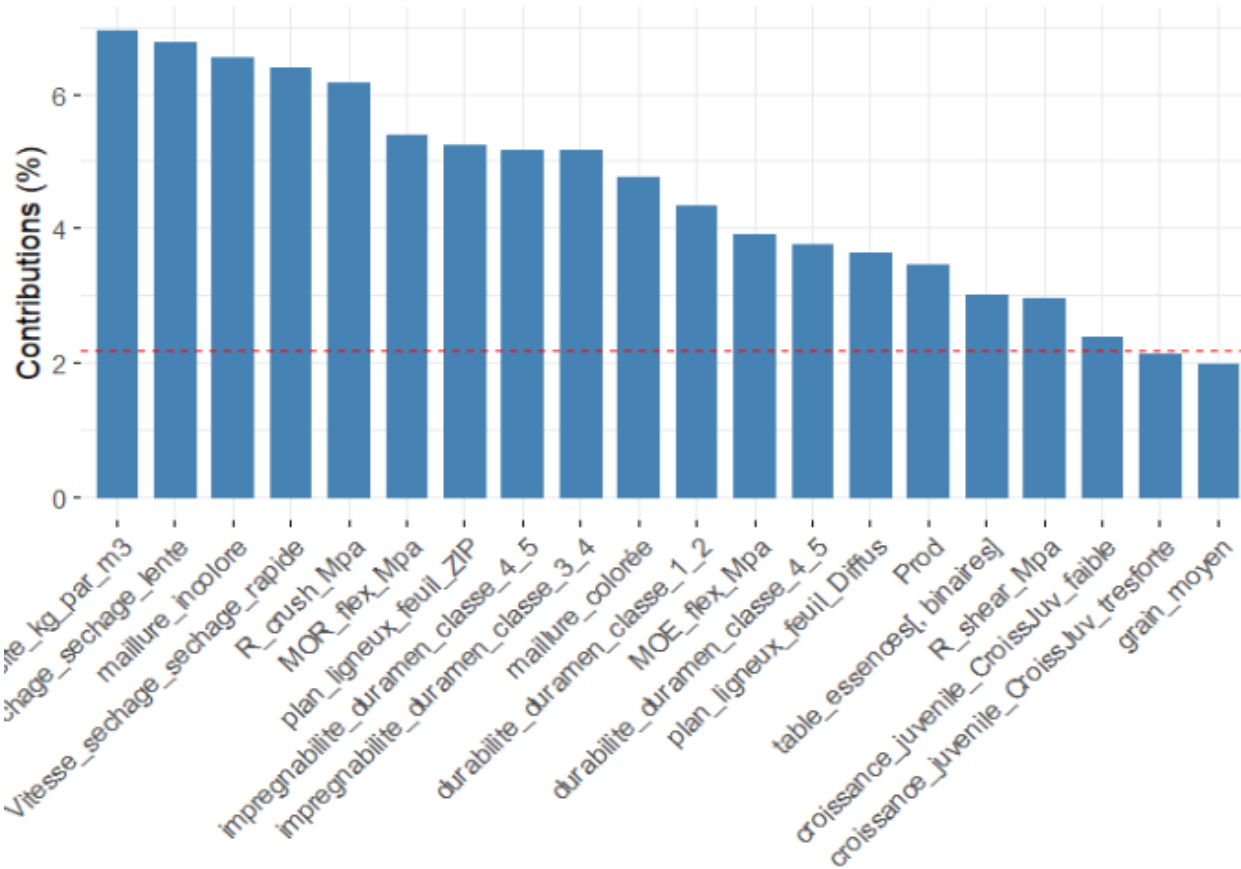


Imprégnabilité duramen 4-5 +
Taux écorce +
Infradensité +
Retrait volumique +
Productivité -
R cisaillement –
Tolérance ombrage -

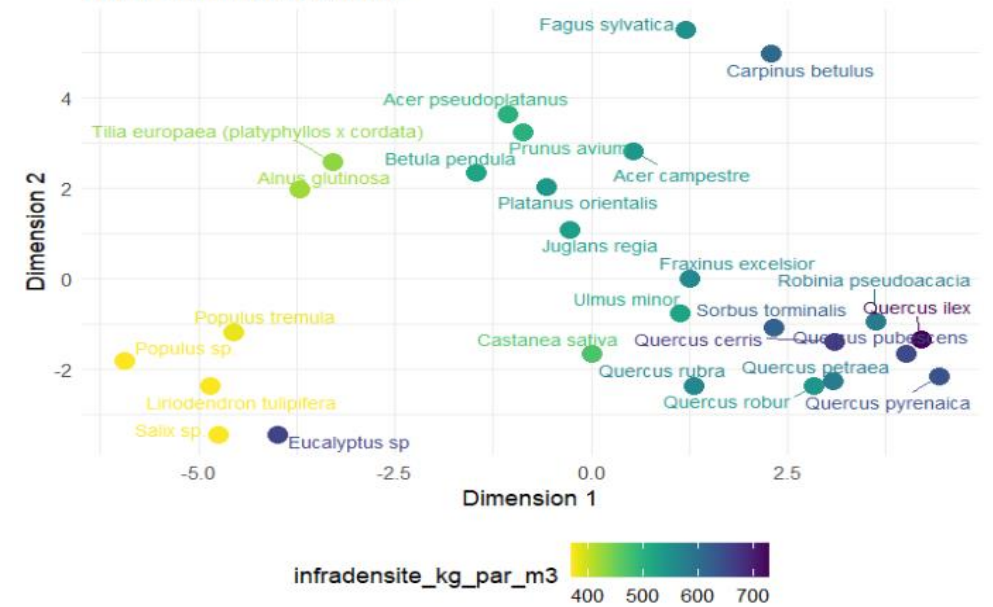


Contribution des variables Feuillus

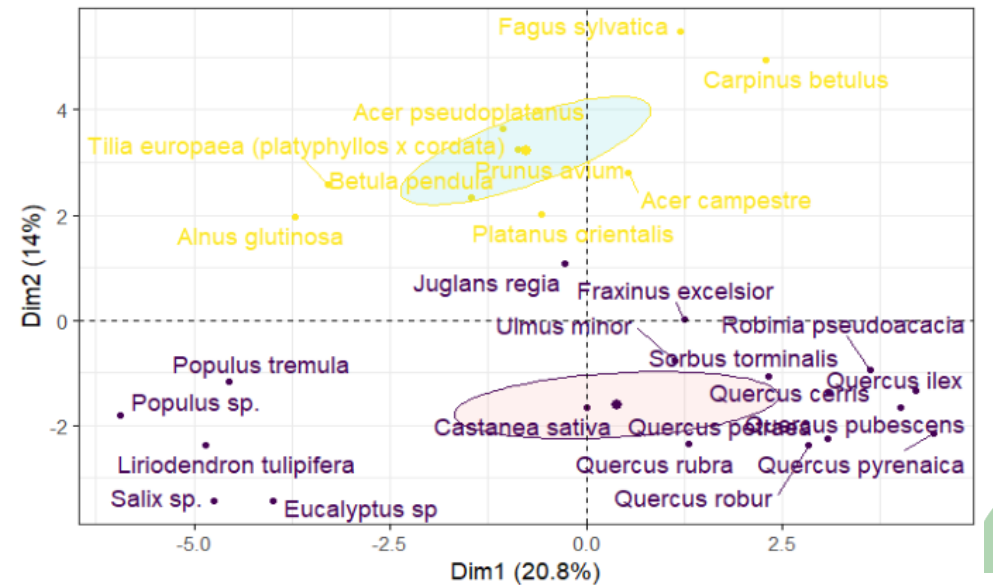
Contribution of variables to Dim-1



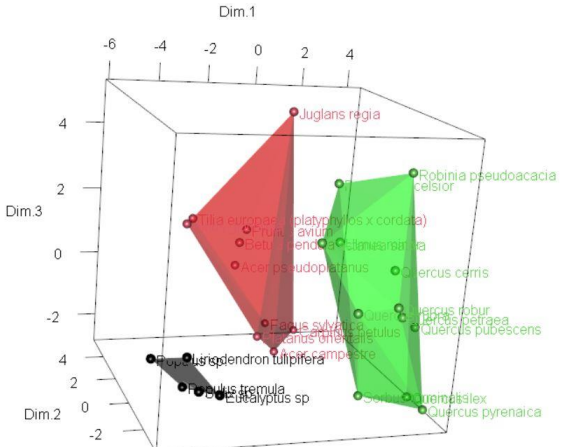
Variation de Infradensite



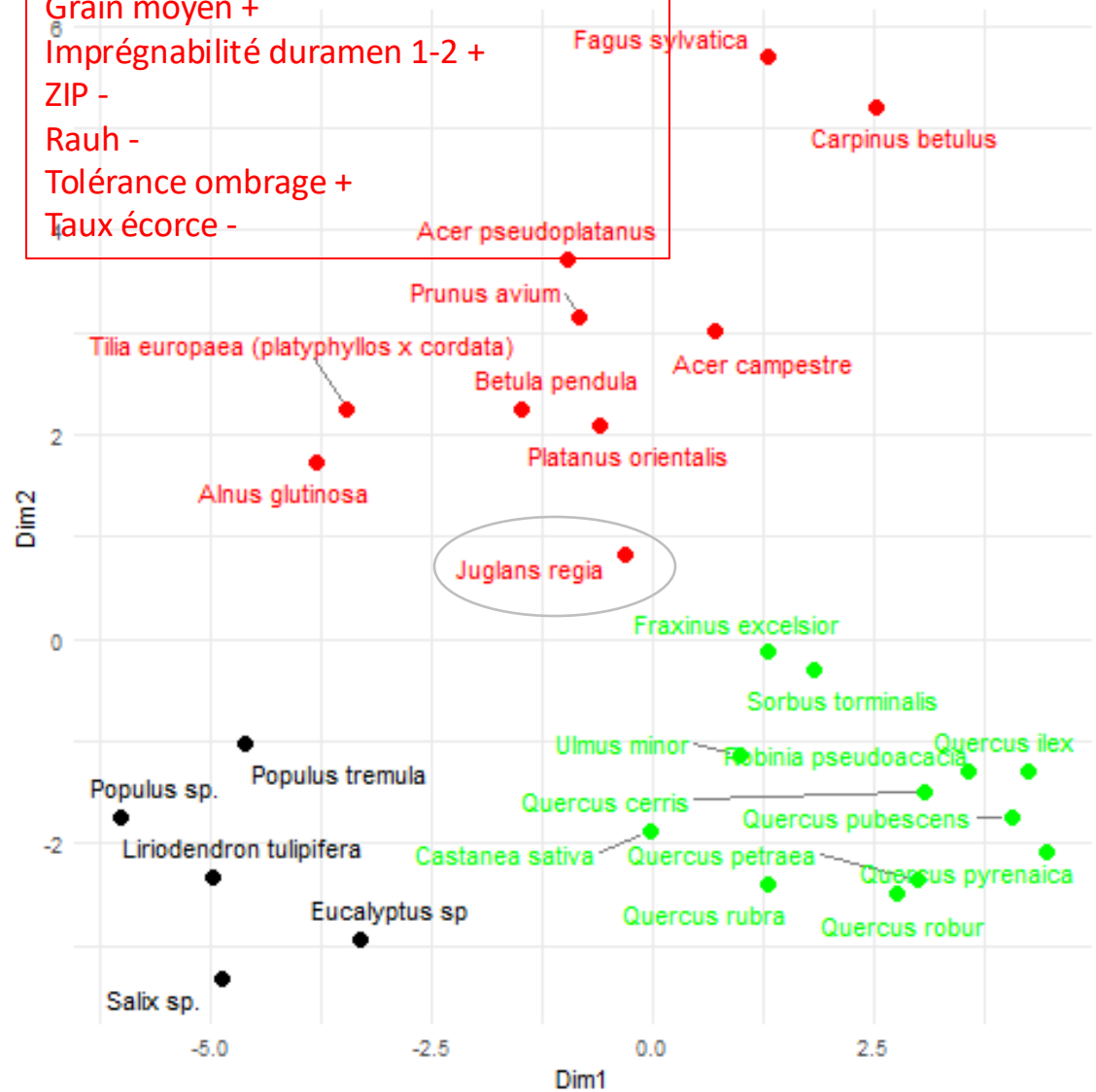
Groupement des individus selon les modalités de impregnabilite_dura



Classification des essences : feuillus



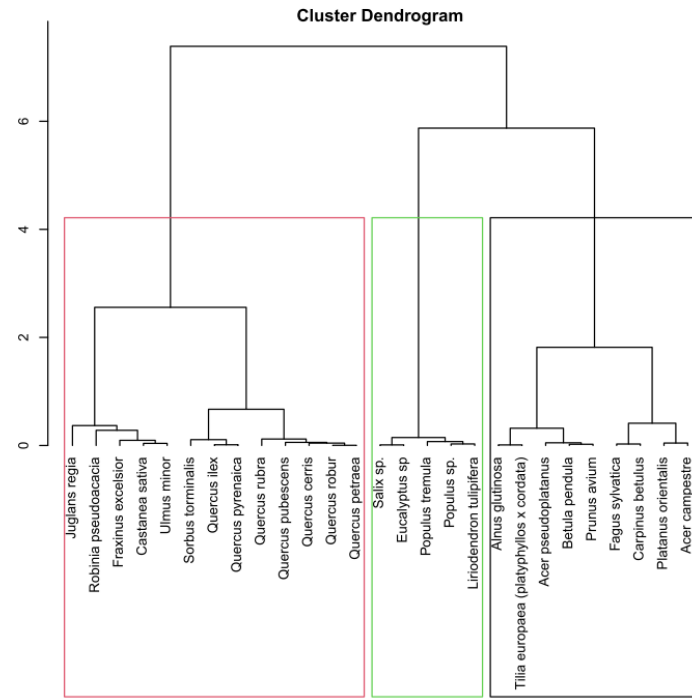
Grain moyen +
 Imprégnabilité duramen 1-2 +
 ZIP -
 Rauh -
 Tolérance ombrage +
 Taux écorce -



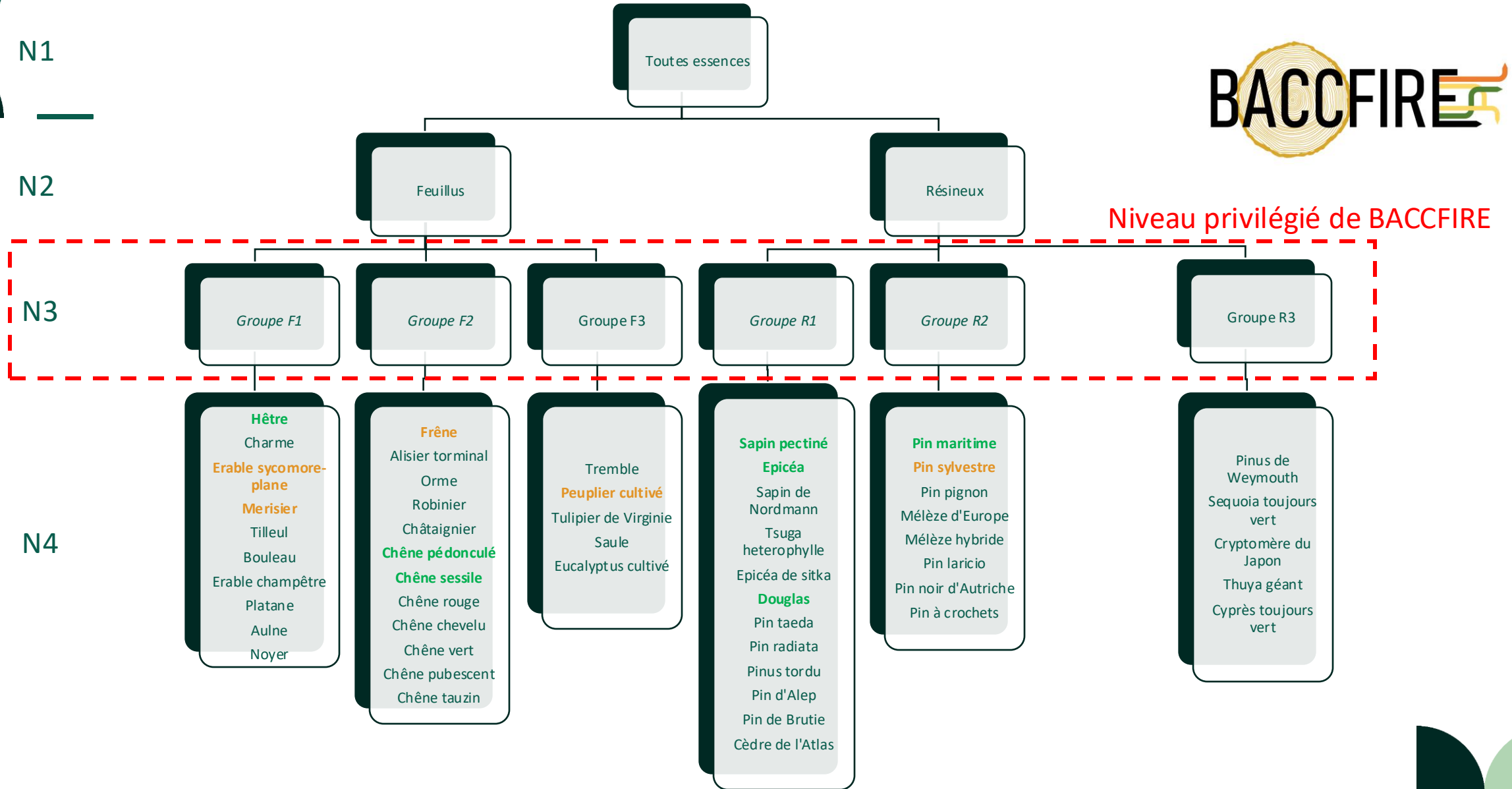
Maillure incolore +
 Imprégnabilité duramen 3-4 +
 Productivité +
 R cisaillement -
 Infradensité -
 Tolérance ombrage -
 MOE -
 MOR -
 R compression -

ZIP +
 Grain grossier +
 Imprégnabilité duramen 4-5 +
 Durabilité duramen 1-2 +
 Infradensité +

Hierarchical clustering



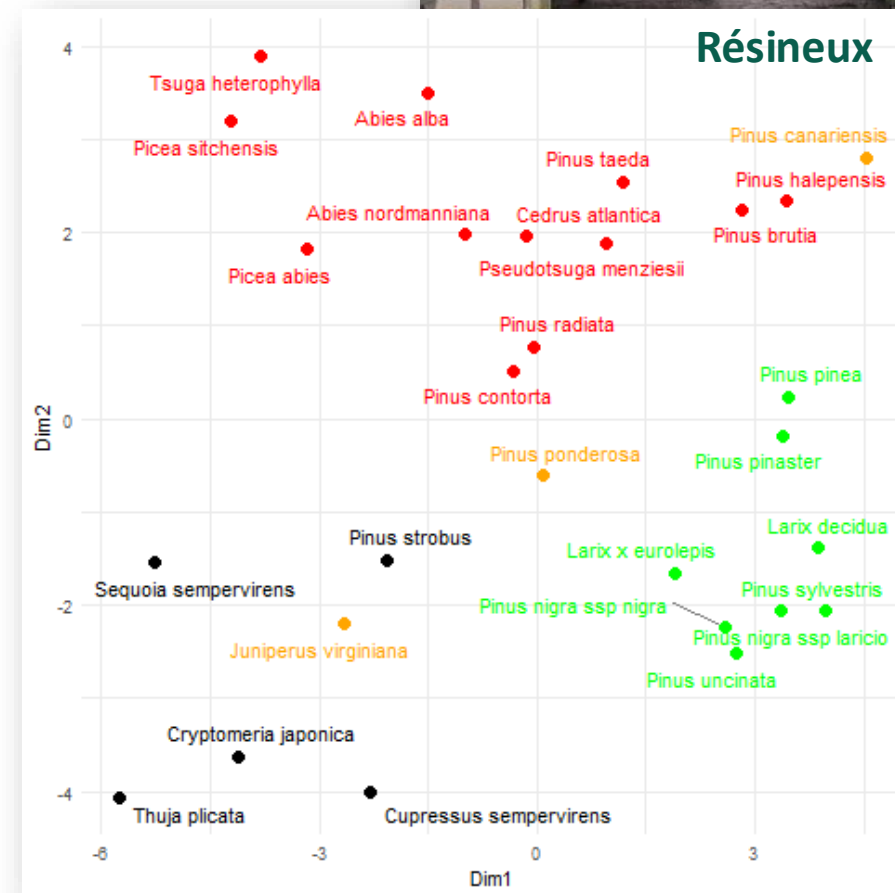
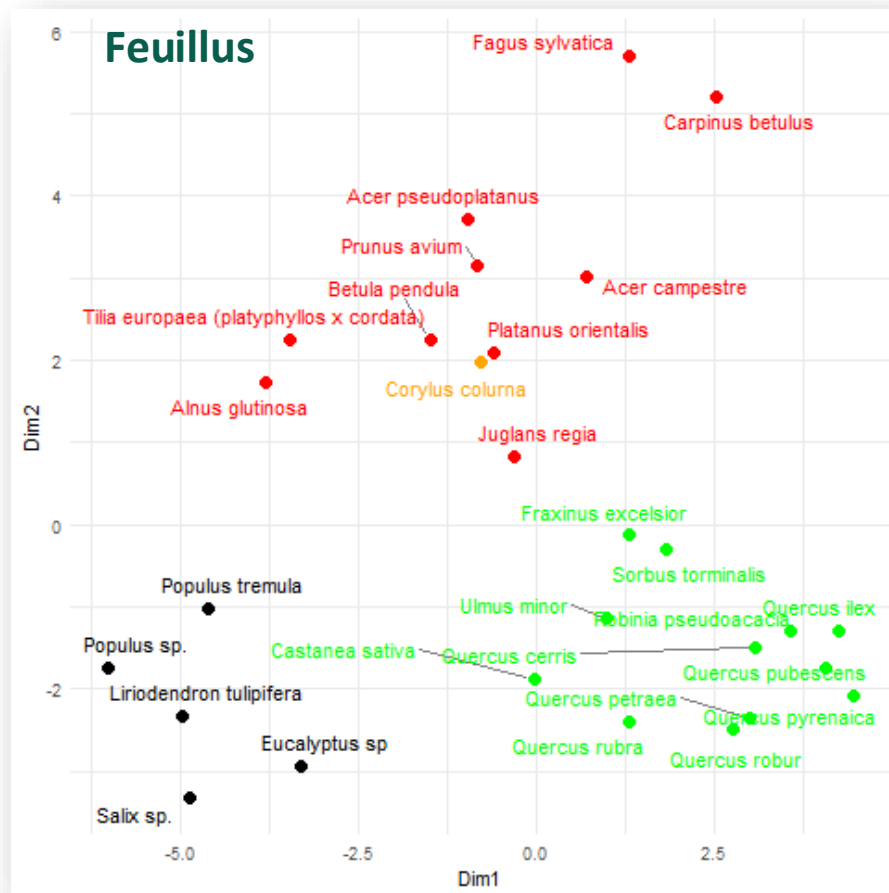
Niveaux hiérarchiques et groupes d'essences



Adaptation au changement climatique

Projections de nouvelles essences

- Ex. : *Pinus canariensis*, *Pinus ponderosa*, *Juniperus virginiana*, *Corylus colurna*





Office National des Forêts

Merci pour votre attention.