

Gemm_Est et le gemmage du pin sylvestre

COLIN Francis¹, RIBEIRO Sébastien¹, JOLIVET Yves¹, VAULTIER Marie-Noëlle¹, BERTHE Audrey¹, CONTINI Adrien¹, RUELLE Julien¹, HARROUE Maryline¹, BARRERE Nils¹, FANTI Lea¹, GRADOZ Manon¹, BREIDENSTEIN Arthur¹, GERARDIN Philippe², DUMARCAY Stéphane², LENEVEU Luc³, BASTIK Claire⁴, COLIN Antoine⁴, CUNY Henri⁴, PAYSANT Jean⁵, LEGAY Sylvain⁶

francis.colin@inrae.fr

Journée d'animation scientifique
7 décembre 2021

¹ UMR 1434 Silva, INRAE, AgroParisTech, Université de Lorraine, Faculté des Sciences et Technologies, 54547, Vandœuvre-lès-Nancy, France

² LERMaB, EA 4370 - Université de Lorraine, Faculté des Sciences et Technologies, 54547, Vandœuvre-lès-Nancy, France

³ Biogemme - Holiste, 40600, Biscarrosse, France

⁴ Département Ressources forestières et carbone, Institut national de l'information géographique et forestière (IGN), 1 rue des Blanchés Terres 54250 CHAMPIGNEULLES

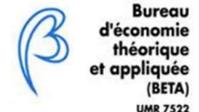
⁵ Groupement Forestier St RICHARD, 172 rue du petit Arbois, 54 520 LAXOU

⁶ Institut Luxembourgeois de Science et Technology L-4362 Esch-sur-Alzette



Mirabelle +

9^e réunion
publique
6 déc. 21
Nancy



Objectifs

Disposer des informations

biologiques,
techniques
bioéconomiques

pour étudier

la faisabilité
d'un retour du gemmage
dans l'Est de la France



*Pseudotsuga
menziesii*



*Picea
abies*



*Pinus
sylvestris*



*Abies
alba*



*Larix
decidua*

9^e réunion
publique
6 déc. 21
Nancy



2 campagnes

Sébastien Ribeiro, Adrien Contini

1^{ère} campagne (2020)

Apprentissage du gemmage
« Biogemme »

Composition chimique

Anatomie

2^{ème} campagne (2021)

Rendements en résine /saison

Chimie

Anatomie

Génomique



Première campagne 2021

9° réunion
publique
6 déc. 21
Nancy



Technique Biogemme

Sébastien Ribeiro, Adrien Contini



Piques de
D=71 mm



Pique le 17 mars 2020
Arboretum d'Amance
et écoulement le soir



"L'actif écologique
BioGemme® retarde la
cicatrisation, accélère
l'écoulement de la
gemme, dans le respect
de l'arbre, du gemmeur
et de l'environnement."



Production en 2021
chez Mr J. Paysant

Retours/précautions

- . Enlever toute l'**épaisseur** d'écorce sans endommager le cambium ; meilleurs rendements (Leneveu)
- . Avec une surface d'écorce enlevée restreinte / archives, rendement finalement intéressant
- . S'assurer que le système de récolte est bien hermétique ; possible si le fraisage a été bien fait ; évite l'arrivée d'eau et l'évaporation des substances volatiles de la gemme ;
- . La période de gemmage est (encore) à bien définir pour chaque région

9^e réunion
publique
6 déc. 21
Nancy



Résultats 1^{ère} campagne

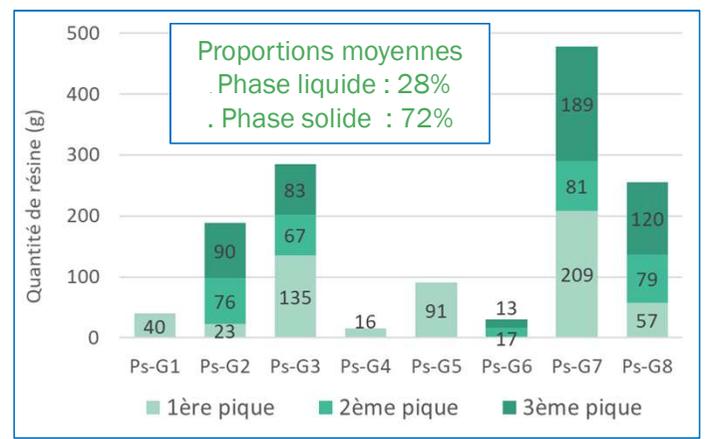
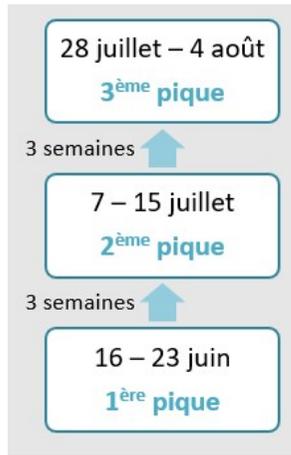
Sébastien Ribeiro, Adrien Contini



Pinus sylvestris

8 pins sylvestres
Arboretum d'Amance

G1	D130=38,5	1 pique
G2	40,1	3 piques
G3	35	3 piques
G4	38,5	1 pique
G5	45,2	1 pique
G6	36,6	3 piques
G7	44,2	3 piques
G8	34	3 piques



Proportions moyennes
Phase liquide : 28%
Phase solide : 72%

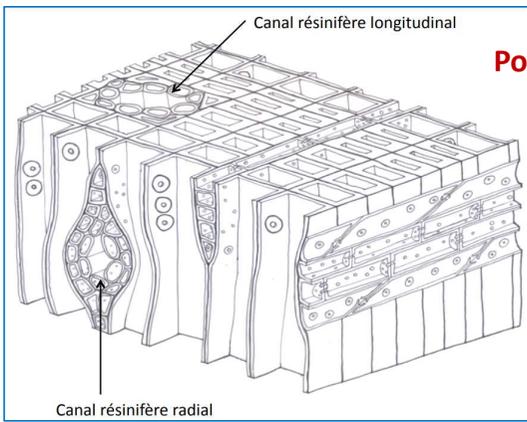


9^e réunion publique
6 déc. 21
Nancy



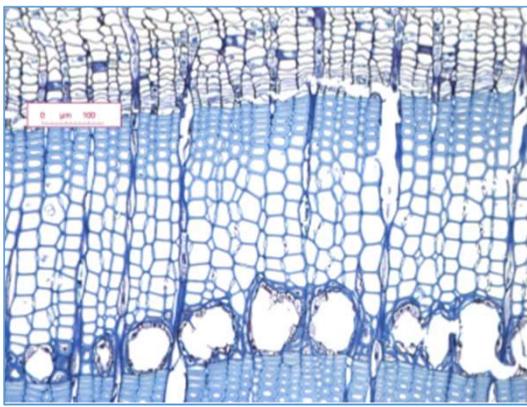
Anatomie hypothèse : canaux traumatiques

Sébastien Ribeiro, Nils Barrère, Julien Ruelle, Maryline Harroué

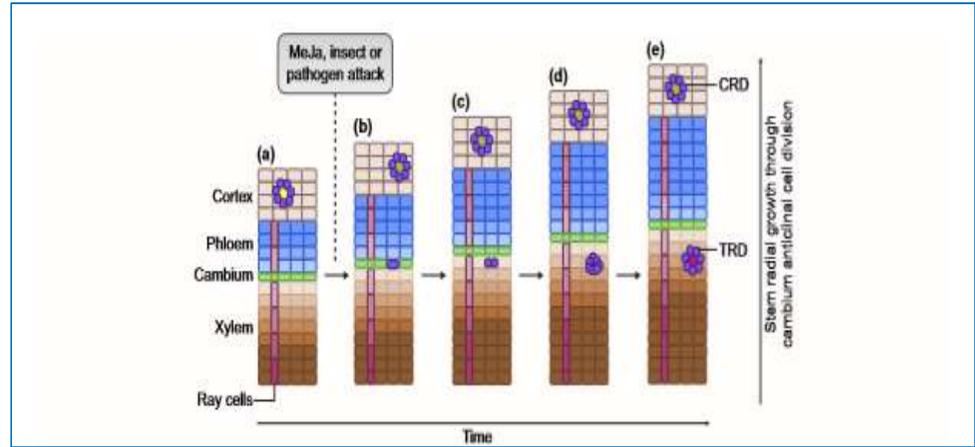


Pour le gemmage sont surtout importants les canaux résinifères radiaux

canaux résinifères traumatiques surtout **longitudinaux** à la suite d'une blessure de l'assise cambiale. Groupés en grand nombre, en séries tangentielles, ils forment alors des « poches de résine », bien visibles à l'œil nu.



Canaux résinifères traumatiques du bois de Mèlèze liés à chutes de pierres
Saderi, 2017



Celedon & Bohlmann, 2019

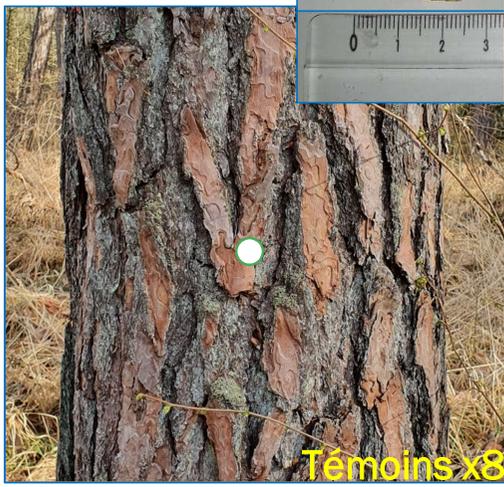
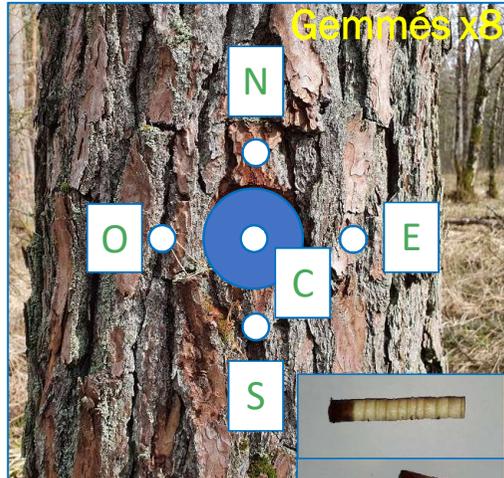
9^e réunion
publique
6 déc. 21
Nancy



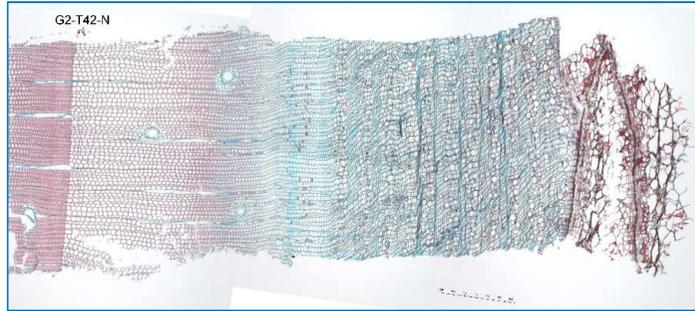
9^e réunion
publique
6 déc. 21
Nancy

Anatomie

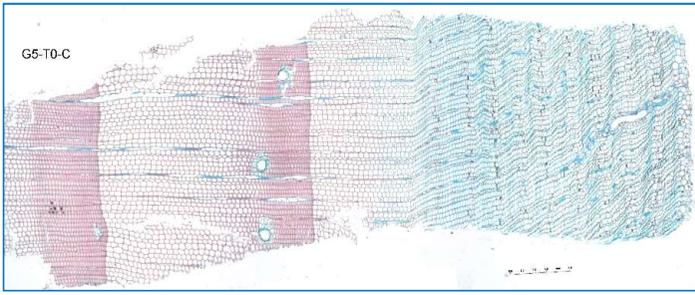
Sébastien Ribeiro, Nils Barrère, Julien Ruelle, Maryline Harroué



Oj
7j
14j
21j
28j
35j



. Il n'a pas été mis en évidence que le fraisage induit la formation de canaux résinifères traumatiques après 35 j ;
. la production de gomme serait basée sur les canaux résinifères constitutifs





Seconde campagne 2021

9° réunion
publique
6 déc. 21
Nancy



9^e réunion
publique
6 déc. 21
Nancy

Propriété privée

Jean Paysant

Mr Jean Paysant

Commune de Vitrimont (54)

Parcelle CP50 lieu dit « Bois St Richard » **47ha**

Groupeement Forestier "Bois Saint Richard"

Plan simple de gestion : 2012 - 2022

Climat :

- . Tmoy = 9 °C ; Janv=0 °C ; Juil.=18 °C
- . Pmoy.=770 mm
- . Gelées tardives fréquentes,
- . Déficit hydrique printanier possible

Sol :

- . Limon éolien (épais en haut de pente)
sur alluvions anciennes
sur marnes du Keuper
- . Sol brun acide en haut
- . pélosols assez acides et très hydromorphes en bas

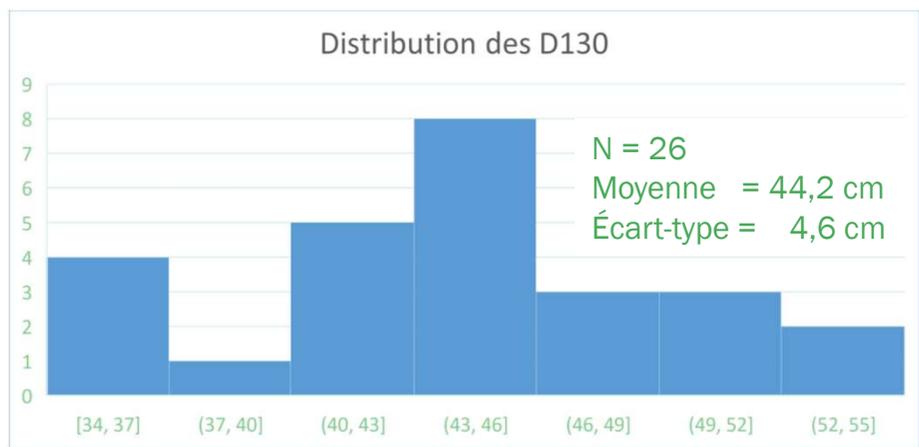
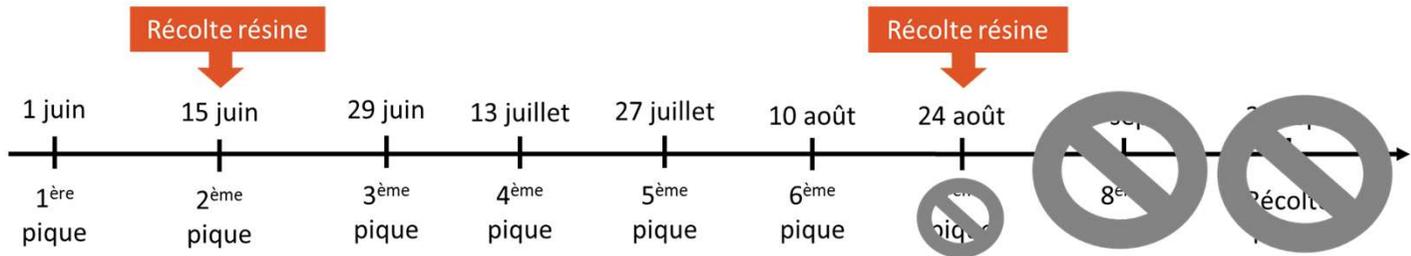
Pins sylvestres

- . Age=120 ans et D130=65 cm en zone anciennement forestière en haut de pente
 - . **Age= 45 – 55 ans : régénération d'un peuplement sur zone anciennement agricole, installé en 1885**
- GEMMAGE**





Protocole (rendement et chimie)



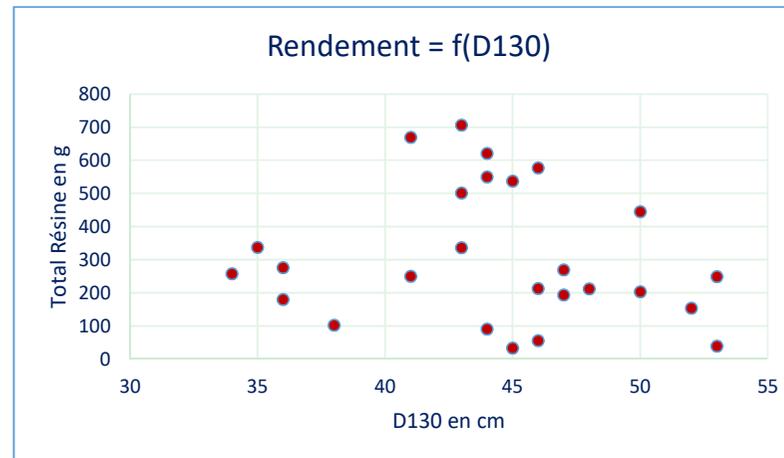
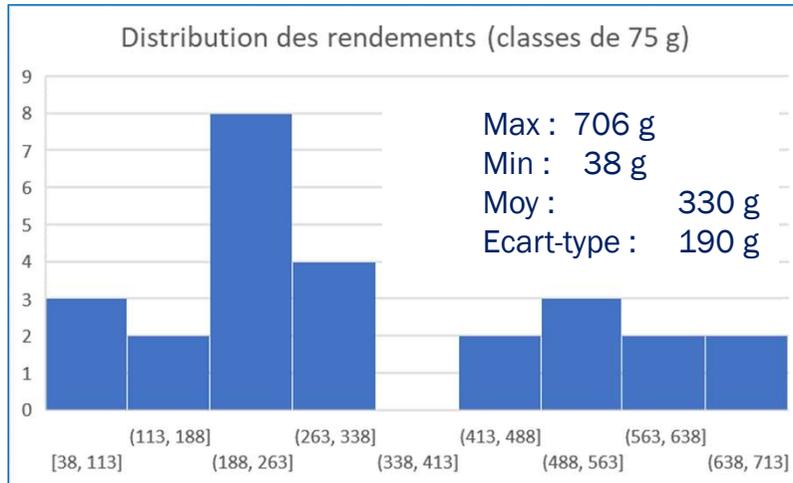
9^e réunion publique
6 déc. 21
Nancy



9^e réunion
publique
6 déc. 21
Nancy

Rendements avec stimulant

Sébastien Ribeiro, Adrien Contini



Archives historiques

Margot Gradoz, Lea Fanti

France

De Larnage & De Cumont, 1908 in Oudin 1938

Sologne

D130 = 32 cm
Système Hugues ?

. An 1 (1908) → 0,85 l
. An 2 → 1,70 l

Cuif, 1913

6km W de Nancy alt. 300 m

6 pins ; 79 ans
35<D130<42 cm
Système Hugues
1^{er} mai – 1^{er} octobre
Récoltes 1907-1912
9 - 10 amasses (récoltes) / an

Moy. 240 gr par care par an
Été chaud 1912
→ meilleure production

Buffault, 1926 in Oudin, 1938

Lot-et-Garonne

6 pins 33 <D130< 41,5 cm

. An 1 (1911) : moy.=1,106 l
. An 2 : moy.=1,3
. An 3 : moy.=1,1 (max=4 l)

9^e réunion
publique
6 déc. 21
Nancy

Archives historiques

Margot Gradoz, Lea Fanti

Pologne (Grochowski, 1965)

An 1 : Choix des arbres

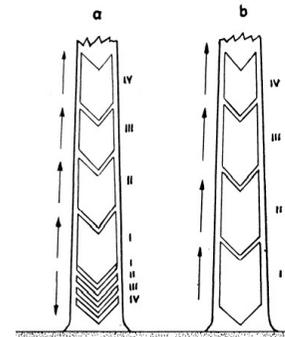
- . En avril-Mai
- . Coupés dans 4 ans
- . Age : 80 - 100 ans
- . **D130 > 21 cm**
- . 40 carres / ha
- . Arbres choisis sans :
 - . Dégâts d'insectes,
 - . Traces de feu
 - . Maladies
 - . Mauvais développement
 - . Signes de dépérissement
 - . Houppiers trop clairs
 - . Fibre torse
- . Sol non humide

Début An 2 : Préparation

- . Du 15 février au 15 avril
- . Ecorce enlevée en laissant 1 ou 2 mm d'épais.
- . Rainure au milieu de 8mm de largeur et profondeur

Ans 2, 3 & 4 : Production

- Fin avril – octobre ($T^{\circ} > 8^{\circ}\text{C}$)
- Care en arêtes de poisson
30 cm large
- Canaux obliques 4 mm profond



- Délai 1 semaine après 1^{ère} pique
- Puis piques 2x / semaine -> récolte 15j – 1 mois après
- Si jour et nuit chauds : pique en après-midi
- Si nuit froide : pique au petit matin

1954 : moy. Pologne : 2,13 kg/an
puis stable entre 1,6 - 1,9

A partir de 1953 :

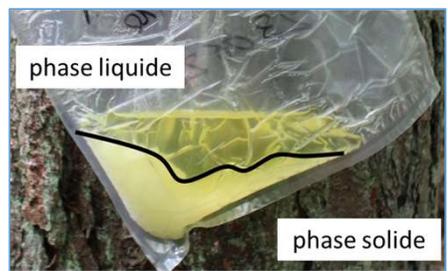
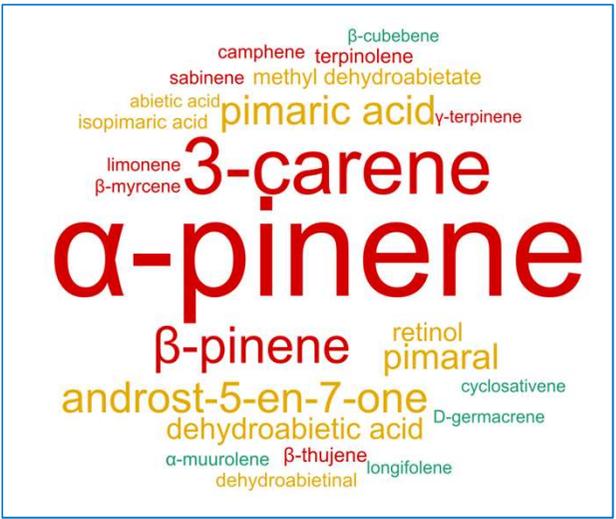
Activateur = acide sulfurique (1 l de solution aqueuse à 45% pour 1,5 l de kaolin poudre).



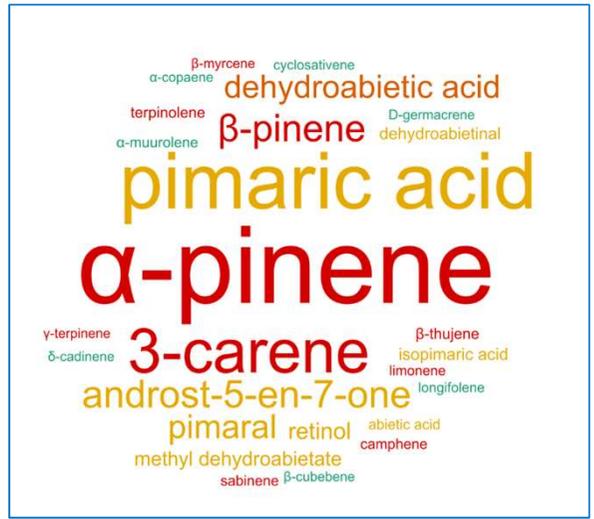
9^e réunion
publique
6 déc. 21
Nancy

Composition chimique

Sébastien Ribeiro, Stéphane Dumarçay, Philippe Gérardin



Monoterpènes
Diterpènes
Sesquiterpènes



Remarques

1. Difficile d'isoler le 3-carène, car tous les monoterpènes ont des masses très proches et des polarités quasi similaires les rendant très difficiles à séparer par distillation ; c'est pourquoi l'essence de térébenthine = mélange de différents monoterpènes ;
Note : 3-carène valorisé par DRT par exemple
2. Fonctionnaliser les composés terpéniques et les résines ? des choses à faire sur les acides résiniques en mettant à profit leur squelette carboné qui peut servir de partie hydrophobe et leur fonction acide carboxylique comme point d'ancrage d'un polyphénol, polyol ou un autre motif polaire pour la synthèse de tensioactifs polyfonctionnels.
3. propriétés biologiques des composés terpéniques et résines : antiseptique de manière générale

Génomique

Sébastien Ribeiro, Marie-Noëlle Vaultier, Yves Jolivet, Audrey Berthe, Sylvain Legay

Objectif : Identifier les **mécanismes moléculaires** impliqués dans l'induction de la résine par le gemmage

Fin juillet 2021

Prélèvement matériel biologique

- Carotte de bois de D=5 mm, L=2/3 cm
- Immédiatement dans l'azote liquide

Broyage et Extraction ARNs totaux

Broyage 1 g de bois au mortier et pilon
Extraction au CTAB* et PVP**
dans Falcon 50 ml (Chang *et al.*, 1993)
Dosage des ARNs totaux

bromure de cetyltriméthylammonium* *polyvinylpyrrolidone*
utilisés pour faciliter l'extraction des ARNs isolément des polysaccharides et composés phénoliques

Résultats et difficultés

Rendements max : 500 ng d'ARNs totaux, souvent <100 ng
En cours mais...pas facile (un tiers des échantillons traité)
Rendements difficilement répétables entre échantillons

**L'extraction
des ARNs n'est pas terminée...
Long et compliqué !**

1j

7j

15 témoins



15 gemmés
non activés



15 gemmés
activés



5 carottes/arbre : 225 échantillons



La suite envisagée

Analyser l'expression de certains gènes de la voie de synthèse de la résine (terpènes synthases notamment), en comparant l'expression des gemmés vs l'expression des témoins en PCR quantitative (qPCR)
→ le gène s'exprime-t-il suite au gemmage (ou à la blessure seule) ?

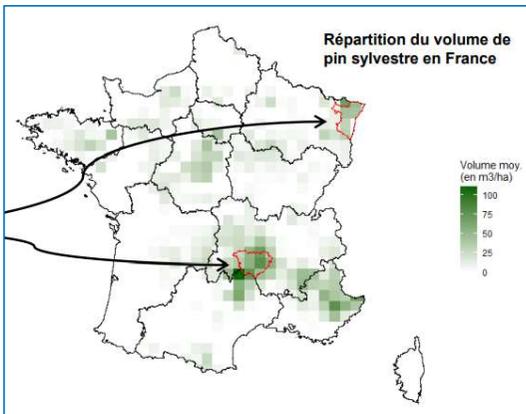
9^e réunion
publique
6 déc. 21
Nancy



Pins "gemmables"

Claire Bastick, Antoine Colin ((IGN)

Bas-Rhin
Haute-Loire



Méthodologie

1. 2 scénarios : avant exploit., « à mort »
2. Localiser les peuplements :
75% du couvert en Pins, S > 2ha
(données IFN + photo-interprétation)
3. Critères d'accessibilité (pente, route)
et type de propriété
4. Critères de maturité
et conditions de croissance

Scénario 1 : gemmage avant exploitation

Pente < 30% ; Forêts avec doc. de gestion
Distance à la route < 200 m ;
DO > 32,5 cm Volume > 175 m3/ha

Surface : 1 200 ha
Exposition : 49 % situés en versant Sud-Est
Distance aux habitations : 37 % à moins de 500 m
Caractéristiques de la ressource :
volume moy. = 300 m3/ha bois fort total
Diamètre dominant=36 cm en moyenne



Scénario 2 : gemmage « à mort »

Pente entre 30 et 45% ; versant Sud-Est ;
Distance à la route < 200 m ;
DO : 22,5 - 42,5 cm)

Surface : 1 520 ha
Propriété : 92 % en forêt privée sans PSG
Distance aux habitations : 80 % à < 500 m
Caractéristiques de la ressource :
volume moy. = 280 m3/ha bois fort total
Diamètre dominant=34 cm en moyenne



9^e réunion
publique
6 déc. 21
Nancy



Faisabilité bioéconomique

Francis Colin, Arthur Breidenstein, Armand Clopeau

La question : le gemmage peut-il apporter une plus-value au propriétaire et une activité bioéconomique à un territoire (emploi,...) (approche resource push # market pull)

Faisabilité biologique

- . La production d'oléorésine au niveau arbre
- . L'existence locale et l'accessibilité de peuplements adéquats

Faisabilité technique

- . 2 scénarios : avant récolte du bois / gemmage à mort
- . Le gemmage
- . La logistique de collecte
- . Process de purification et distillation
- . Possibilités de fonctionnalisation

Faisabilité « humaine »

- . La disponibilité du gemmeur (pendant la période de végétation)
- . le mode d'activité du gemmeur (propriétaire, saisonnier, réinsertion, sous-traitance, auto-entrepreneur, complémentaire...)
- . Promouvoir une activité de proximité, avec peu d'intermédiaires ;
- . Les déplacements du gemmeur / lieu de vie, dans la parcelle

Faisabilité économique

- . La rémunération du propriétaire (à l'ha, au kg de gemme récoltée...)
- . Rémunération du gemmeur selon son mode d'activité (propriétaire, saisonnier, réinsertion, sous-traitance, auto-entrepreneur...)
- . Coûts logistiques, de process
- . Prix de vente de l'essence de térébenthine et colophane
- . Prix du marché des différents produits où essence de térébenthine et colophane s'intègrent

Faisabilité / satisfaction de besoins du marché

- . Bioproduits / pétro-sourcés = limiter les importations
- . Traçabilité
- . Peuplements
- . Image de naturalité
- . Produits nouveaux / substitution de produits

Faisabilité règlementaire et environnementale = / satisfaction des autres services écosystémiques

- . Risques sanitaire



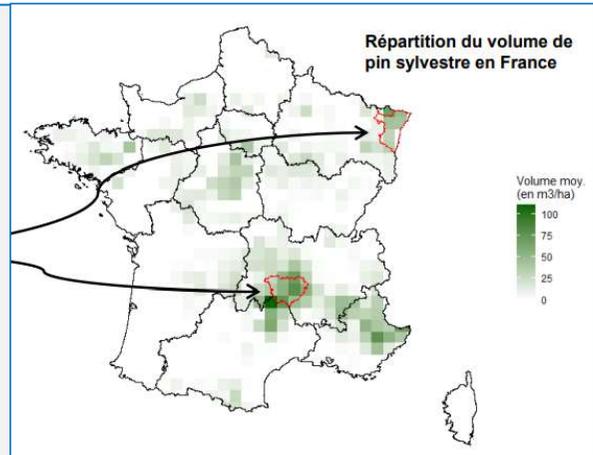
9^e réunion publique
6 déc. 21
Nancy



Discussion

Francis Colin

- . Arbres jeunes / archives (50 ans / 90 ans)
- . Situation pédo-climatique peu favorable (hydromorphie)
- . Année 2021 peu favorable (trop humide (L. Leneveu)) → autres situations
- . La pâte anti-cicatrisante (avec ac. faible) : mise au point sur P. maritime
→ la modifier pour le p. sylvestre ? Pour chaque espèce ?
- . Améliorer la durée de production : avril - octobre + monitoring annuel ?
On est encore loin des rendements « polonais »
- . Archives : care très large en arêtes de poisson
(liée à densité faible de canaux résinifères ?)
→ Faire davantage de piques, les agrandir (cf archives) ?
- . Autre système de gemmage ? *Borehole* ?



Pin maritime

- . 4 mois de gemmage
- . 5 piques (doubles)
- . 3,4 kg / saison / arbre



Pin sylvestre

- . 3 mois de gemmage
- . 6 piques simples
- . 330 gr /saison / arbre

9^e réunion publique
6 déc. 21
Nancy

Perspectives

Francis Colin

Marge d'amélioration sur Pin sylvestre

- . Autre technique : *borehole* ?
- . Augmenter le nombre de piques et allonger la période de production
- . Modifier la composition de la pâte cicatrisante ?
- . Résoudre le problème de récupération d'ARNm dans le bois
- . Etude de marché à affiner (3-carène,...)
- . Compléter l'analyse de faisabilité avec des partenaires de diverses « natures »

D'autres pins : P. d'Alep, Pins noirs, ... ; Mélèzes = f (densité de canaux résinifères)

- . **Dans quel nouveau projet, dans quel appel d'offre ?**

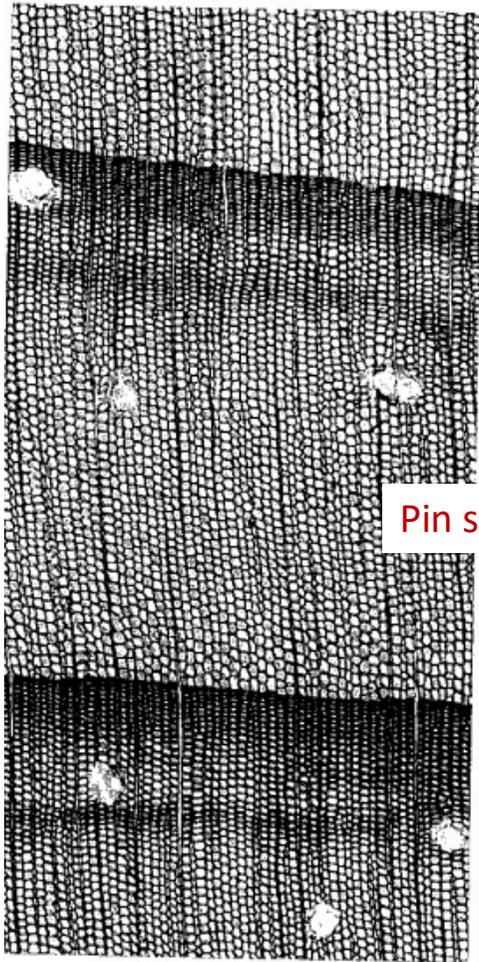
9^e réunion
publique
6 déc. 21
Nancy



Sachsse, 1984

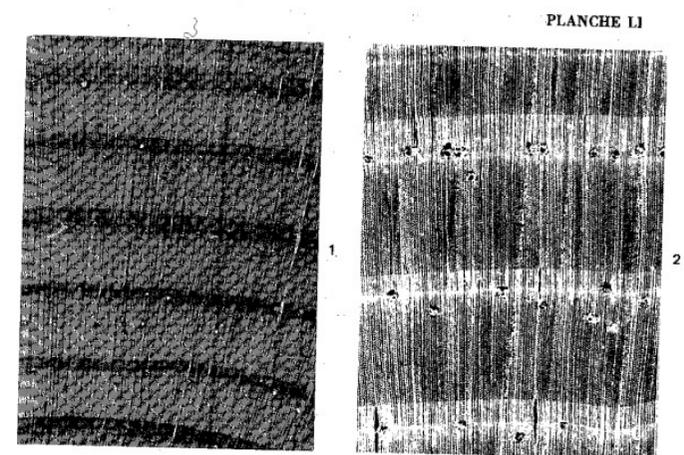
Faire des tests dans des dispositifs de comparaison de provenances

D'autres espèces ?

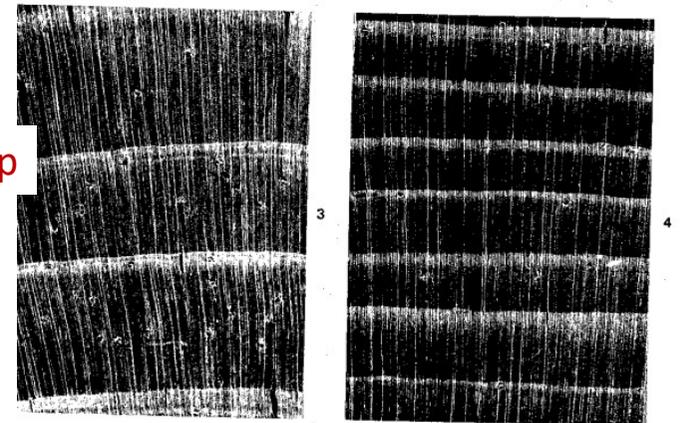


Pin sylvestre

Wagenführ & Scheiber, 1974



1 et 2. — Pin maritime.
Importance des canaux résinifères. Voir sur le négatif les sections des trachéides.



3. — Pin d'Alep.
Importance des canaux résinifères.
4. — Pin à crochets.

Venet, 1986



9^e réunion
publique
6 déc. 21
Nancy



Service !