



GROUPE PIN  
MARITIME DU FUTUR

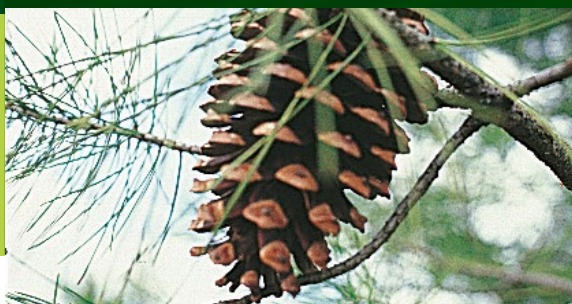
# INNOVER

POUR LA  
**PRODUCTIVITÉ**  
DES PEUPELEMENTS  
DE **PIN MARITIME**



TROIS AXES PRINCIPAUX

JUIN 2016



CRÉATION VARIÉTALE ET GAIN GÉNÉTIQUE



INTÉGRATION DES RISQUES SANITAIRES ET CLIMATIQUES



INNOVATION SYLVICOLE ET PRODUCTIVITÉ



## Une nouvelle stratégie de sélection pour des variétés améliorées diversifiées et régulièrement renouvelées

A. RAFFIN • M. VIDAL • L. BOUFFIER / INRA • FCBA

Jusqu'à la création de la variété VF3 au début des années 2000 et sa production dans les années 2010, la stratégie d'amélioration du pin maritime a reposé notamment sur deux principes visant à obtenir une bonne efficacité de la sélection. Le premier concernait l'évaluation en deux cycles successifs : un cycle pour la sélection de nouveaux géniteurs, suivi d'un cycle pour le classement de ces géniteurs entre eux, seuls les meilleurs étant retenus pour la création d'une nouvelle variété. Chaque cycle implique une phase de croisements et une phase d'évaluation des descendants en test. Le deuxième principe reposait sur le choix de l'âge de 12 ans pour l'évaluation en test (soit 1/4 de l'âge de la rotation), de façon à garantir une bonne prédiction des caractères recherchés comme par exemple le volume du tronc à la coupe rase. Ainsi chaque variété (VF1, VF2 et aujourd'hui VF3), renferme une large diversité génétique, est diffusée pendant de nombreuses années, et peut reboiser de larges surfaces (jusqu'à plus de 200.000 ha pour VF2). Si cette stratégie est efficace en termes de précision des évaluations génétiques, elle est aussi très lente : une variété a été créée tous les 20 ans environ depuis les débuts du programme.

Aujourd'hui, les sélectionneurs doivent prendre en compte un environnement en évolution rapide : changement climatique, risques sanitaires accrus. Ce contexte impose d'accélérer le processus de sélection, et notamment de raccourcir la phase d'évaluation précédant la création variétale, pour garantir la bonne adaptation des variétés au milieu où elles seront utilisées, pour permettre un renouvellement plus fréquent des variétés favorisant une

meilleure résilience à l'échelle du massif, et enfin pour permettre une diffusion en continu du meilleur gain génétique. La nouvelle stratégie de sélection proposée pour le pin maritime s'appuie sur des innovations méthodologiques qui permettent d'évaluer et de classer des géniteurs sur leur valeur individuelle en un seul cycle, et à un âge plus précoce tenant compte du raccourcissement des rotations.

La mise en place de cette nouvelle stratégie de sélection plus dynamique est rendue possible aujourd'hui grâce à des gains de précisions acquis via :

- l'évolution des outils informatiques et statistiques, permettant l'analyse globale des données mesurées sur plus de 400 000 individus appartenant à trois générations de populations d'amélioration du pin maritime (système Treeplan® PlantPlan Genetics, résultats acquis dans le programme Fortius),
- l'évolution des outils moléculaires de génotypage à haut débit, permettant la vérification des identités et des pedigrees des géniteurs via les marqueurs moléculaires aujourd'hui disponibles, amenant un gain de précision dans l'évaluation génétique individuelle.

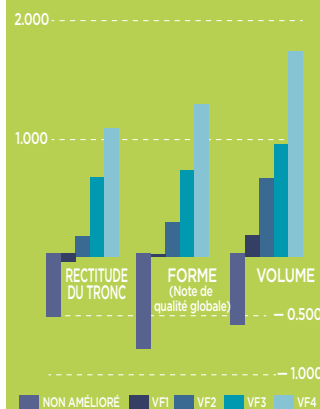
Les nouveaux vergers VF4 seront installés à partir de 2016 (un verger d'environ 30 ha tous les 3 ans) pour remplacer progressivement les vergers VF3 à partir de 2025. Contrairement aux variétés précédentes, la composition des VF4 évoluera au fur et à mesure de l'évaluation des géniteurs, pour diffuser le meilleur gain génétique tout en garantissant une diversité accrue à l'échelle du paysage grâce à une mosaïque de variétés.



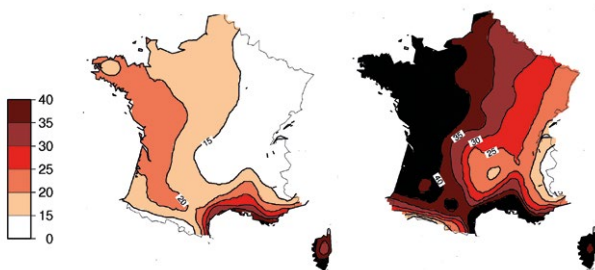
Les croisements contrôlés permettent un brassage génétique qui crée une nouvelle diversité à chaque cycle.



Puce de génotypage haut débit (génotype un grand nombre d'individus avec un grand nombre de marqueurs moléculaires en un seul passage).



Estimation des Valeurs Génétiques pour la rectitude du tronc, la note de forme globale et le volume, selon la génération de verger à graines



Durée maximum consécutive sans pluies (jours) au cours d'un été à gauche, climat de référence (Aladin, 1961-1990) à droite, climat altéré (Aladin, scénario A2, 2071-2100).  
Données ANR SCAMPEI (ANR-08-VULN-0009-01)



## Expérimentation et modélisation pour l'adaptabilité de la récolte des rémanents

C. MEREDIEU • L. AUGUSTO • J.Y. FRAYSSE • P. TRICHET / INRA • FCBA

**La biomasse forestière est une alternative crédible comme substitut aux énergies fossiles pour réduire les émissions de CO<sub>2</sub>.**

Afin de répondre à cette demande sans pénaliser les utilisations traditionnelles, les gestionnaires souhaitent récolter les branches, le feuillage, les souches et les grosses racines qui constituent le gisement des rémanents qui, par définition, sont laissés sur place. Cependant, récolter ces résidus de récolte peut affecter les propriétés du sol landais déjà pauvre en éléments minéraux, sa capacité à stocker du carbone, et la croissance des arbres.

### Quantification de la biomasse et de la minéralo-masse exportée lors de la coupe rase

Les nutriments ont une distribution hétérogène dans les parties aériennes comme dans les racines. Par exemple, les racines de pin maritime de petit diamètre (< 5 cm) sont environ 2 à 5 fois plus concentrées en phosphore (P) que les grosses racines. **L'état actuel des connaissances indique que si la récolte se concentre sur les souches et les grosses racines de structure, elle pourrait avoir un impact limité en termes nutritionnels**, mais des questions demeurent sur le bilan de carbone ou l'impact des perturbations du sol.

### Installation de dispositifs d'intensification des récoltes à la coupe rase et de mesures de maintien de la fertilité des sols

Un premier dispositif expérimental a été installé sur la commune du Teich (33) en 2009. Il va permettre de mesurer l'impact du prélèvement de biomasse pour différentes modalités de récoltes (bois, branches et souches) combinées à des mesures de maintien de la fertilité, engrais chimique ou amendement sous forme de cendres. En effet, **l'utilisation en forêt des cendres de combustion de chaudière à biomasse** que la filière va devoir recycler dans un souci d'économie circulaire vertueuse fait partie des solutions à proposer après en avoir exploré les contraintes et les limites. Cette solution permettrait de restituer, en partie, au sol des éléments prélevés par l'exportation supplémentaire de biomasse : calcium, potassium, magnésium, fer, bore, manganèse.

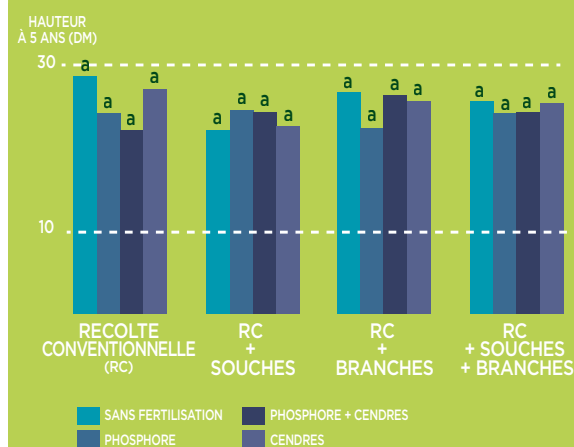
Les premières mesures de croissance des jeunes pins ne montrent aucun effet significatif des modalités de récolte de la coupe rase précédant leur installation, ou de fertilisation. Par ailleurs, un suivi systématique du sol montre que 3 ans après l'épandage de cendres ou de fertilisation phosphorique, le pH a légèrement augmenté dans toutes les modalités (y compris le témoin) et les teneurs en éléments traces métalliques sont similaires quelles que soient les modalités de maintien de la fertilité.



Tas de souches extraites



Arrachage de souches



Hauteur moyenne à 5 ans du dispositif du Teich selon les modalités de récolte de la coupe rase précédente et de gestion de la fertilité

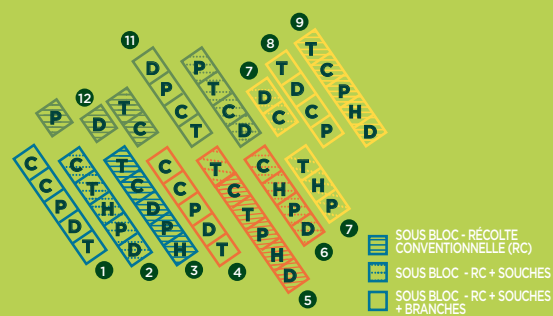


Schéma du second dispositif de Pontenx (40) en cours d'installation fin 2015 : les couleurs indiquent la répartition en 4 blocs/répétitions. Chaque sous-bloc correspond à une modalité de récolte à la coupe rase. Au sein des sous-blocs, sont disposées les placettes et leur modalité de fertilisation (T et D : Sans fertilisation, C : Cendres ; P : Fertilisation Phosphore, H : Apport de Houppier)

# La disponibilité des semences améliorées de pin maritime et la santé des vergers à graines

P. ALAZARD / FCBA

Depuis 2010, les marchands grainiers constatent de faibles récoltes de cônes en verger à graines, moins de graines par cône et moins de graines viables. Dans certains cas, le taux de dépérissement des conelets au cours de la première année du cycle de fructification atteint plus de 50 %, et le taux de graines viables chute à moins de 50 %. Cette situation pourrait conduire à terme à une pénurie de graines améliorées. Une baisse de rendement des semences récoltées est également observée en peuplements classés.

Différentes hypothèses ont été proposées pour expliquer cette baisse de production de graines, dont les causes sont probablement multiples :

- la présence de nouveaux bio agresseurs, tels que la punaise invasive *Leptoglossus occidentalis*, d'origine nord-américaine et introduite en France en 2005,
- différents problèmes de pollinisation chez le pin maritime tels que la diminution de la production de pollen, ou la désynchronisation entre les floraisons mâle et femelle, qui pourraient résulter du changement climatique,
- ou encore la faible fertilité de certains sites d'implantation des vergers.

L'observation de la fructification sur plusieurs vergers à graines VF3 depuis 2014, a montré que le taux de dépérissement des conelets est élevé et variable (de 47 à 66%) en fonction des années, des sites d'implantation, et des parents observés dans le verger (clones ou familles selon le type de verger). Le nombre moyen de graines par cône (de 40 à 95) et le taux de graines vides (de 5 à 35%) dépendent également du verger et des parents composant le verger.

Des essais de traitements insecticides sur les vergers à graines en cours de fructification ont été réalisés avec l'appui de la Caisse de Prévoyance Phyto Forêt et des gestionnaires des vergers. Ces essais ont mis en évidence que deux traitements insecticides appliqués en cours d'été (en mai et septembre) ou un seul en septembre, permettent de réduire significativement le taux de dépérissement des conelets, par comparaison au témoin non traité ou à un seul traitement en mai.

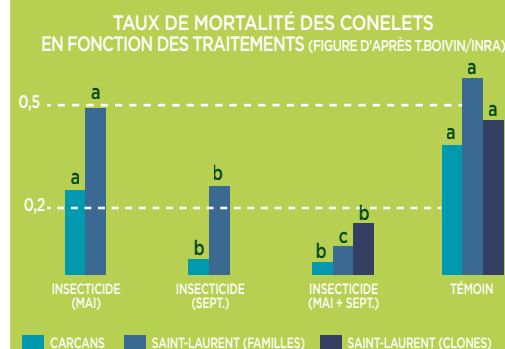
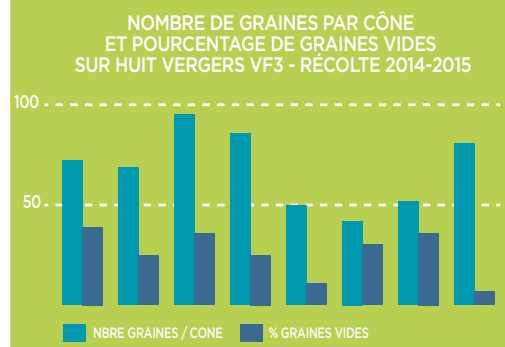
L'efficacité des traitements insecticides confirme donc l'hypothèse d'une baisse de production des vergers à graines liée au moins en partie à la présence de bio agresseurs. Une meilleure connaissance des insectes impliqués dans les dégâts en verger et de leur biologie, permettra l'optimisation des traitements pour diminuer leur coût et leur impact environnemental. Des études en cours incluant le suivi des fructifications et l'observation des insectes présents devraient apporter des réponses à court terme en ce sens.



Conelets de 1<sup>ère</sup> année nécrosés entourés de cônes de 2<sup>ème</sup> année sains



*Leptoglossus occidentalis*



## POUR EN SAVOIR PLUS

Les publications du GIS GPMF sont disponibles en ligne sur les sites des partenaires. Tapez « Cahiers de la Reconstitution » dans un moteur de recherche.

Photos : UEFP/INRA, F.Rhodes/CEA, P. Trichet/INRA, P. Alazard/FCBA, JY. Fraysse/FCBA, J. Allen.

Avec le soutien de

