



GROUPE PIN
MARITIME DU FUTUR

INNOVER
POUR ADAPTER
ET SOUTENIR
LA PRODUCTION
DES PEUPELEMENTS
DE PIN MARITIME



PRODUCTION
DE GRAINES AMÉLIORÉES
EN VERGER

PROGRAMME PINASTER 2015-2020

AVRIL 2018



CRÉATION VARIÉTALE ET GAIN GÉNÉTIQUE



INTÉGRATION DES RISQUES SANITAIRES ET CLIMATIQUES



INNOVATION SYLVICOLE ET PRODUCTIVITÉ



Les nouvelles variétés de pin maritime : VF4 et LC3 à partir de 2025

ANNIE RAFFIN / INRA • ALAIN BAILLY / FCBA • PATRICK PASTUSZKA / INRA

Alors que la variété VF3 (Vigueur-Forme 3^{ème} génération) est diffusée depuis 2011, les nouveaux vergers VF4 sont en cours d'installation, pour une entrée en production vers 2025.

Dans le cadre de son programme d'activité Pinaster (2015-2020), le GPMF a mis en place une stratégie dynamique de création variétale pour assurer le renouvellement régulier des vergers, et ainsi garantir une diversité de variétés en mosaïque à l'échelle du massif des Landes de Gascogne et le déploiement du meilleur du gain génétique, tout en répondant aux besoins en graines améliorées permettant la production de plus de 40 millions de plants annuellement pour le reboisement.

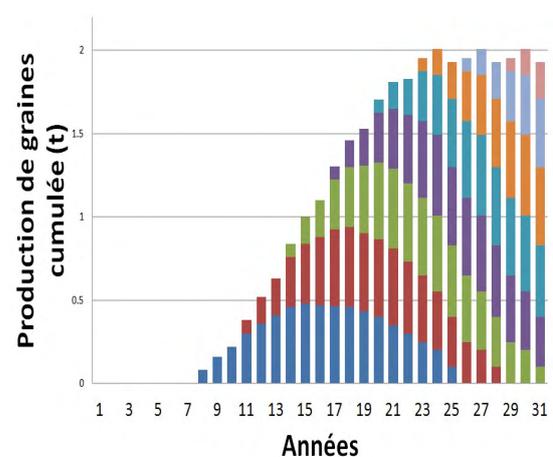
Comme pour les générations précédentes, les vergers de production de VF4 seront de deux types : vergers de clones rapidement productifs (matériel de base constitué de copies greffées des meilleurs géniteurs sélectionnés) et vergers de familles rapidement installés à moindre coût et dont la composition peut inclure en partie des géniteurs originaux non pré-multipliés (matériel de base constitué de semis issus des croisements entre les meilleurs géniteurs sélectionnés). Parallèlement, la variété Landes x Corse (LC3) sera produite à partir de matériel de base hybride en pollinisation libre (vergers de clones ou de familles hybrides), pour s'affranchir des contraintes de la pollinisation contrôlée imposée par le décalage de floraison entre provenances différentes.

La nouveauté à partir de la génération VF4 est l'établissement, avec le concours des multiplicateurs, d'un calendrier d'installations progressives sur le long terme (2016 à 2036) de vergers régulièrement renouvelés, plutôt que d'alterner de longues périodes d'installation puis de production d'une même composition variétale. En se basant sur une hypothèse basse de productivité des vergers (16 kg maximum de graines /ha/an, compte tenu des difficultés de fructification), de besoins annuels en graines améliorées évalués à 2 t/an (20 à 25 millions de plants hors période de reconstitution post-tempête), et sachant qu'un verger est productif entre 8 et 25 ans, avec un optimum de productivité à l'âge de 15 ans, il est nécessaire de disposer de 250 ha de vergers installés, dont 150 ha en pleine production. Avec un rythme d'installation de 10 ha par an, et sachant que chaque verger devra couvrir une surface minimale de 30 ha pour limiter les effets de la pollution pollinique, ce programme permettra un renouvellement des formules variétales tous les 3 ans environ. Chaque verger sera basé sur une composition parentale originale (pas de géniteurs communs avec les vergers VF3, peu de géniteurs communs entre vergers VF4) et une diversité génétique suffisante (taille efficace équivalente à un nombre de géniteurs non apparentés minimale de 20). L'installation continue dans le temps permettra ainsi à terme de récolter chaque année différents vergers, tout en réalisant un compromis entre la valorisation des investissements et la répartition des risques sur différents sites de production. Le matériel de base des vergers sera mis à disposition par le GPMF et les licences de multiplication réparties entre deux consortiums regroupant les pépinières forestières, les marchands grainiers et l'ONF.

Enfin ce programme pourra être complété selon les besoins par des variétés spécialisées comme cela a été le cas pour le verger pilote Biomasse installé par le GPMF en 2014, et par des études sur des modes de multiplication originaux optimisant le gain génétique et la productivité (intensification de la gestion des vergers, vergers sous serre, complémentation pollinique).



Cône de 1 an.



Simulation de production de graines cumulée (en tonnes) pour des vergers de 30 ha installés au rythme de 10 ha par an, avec une production entre 8 et 25 ans et un maximum à 15 ans à 16 kg/ha/an.

Qualité génétique des lots de graines produits dans les vergers VF3 de pin maritime

LAURENT BOUFFIER / INRA • SANDRINE DEBILLE / FCBA • JEAN-FRANÇOIS TRONTIN / FCBA

Quel est le régime de reproduction dans les vergers à graines de pin maritime ?

Les vergers de 3^{ème} génération (VF3, variété Vigueur-Forme) ont été installés entre 2002 et 2006, à partir d'un matériel de base multiplié par greffes (vergers clonaux) ou par graines (vergers de familles). Ces vergers produisent depuis 2011 des graines améliorées en pollinisation libre, une méthode qui permet de réduire les coûts de production par rapport aux croisements contrôlés. La pleine réalisation du gain génétique suppose toutefois que la contribution du pollen extérieur au verger (pollution pollinique) est faible tandis que celle des géniteurs est équilibrée. Un niveau de pollution élevé peut diminuer le gain génétique de la variété produite.

De nouveaux marqueurs sont disponibles pour étudier la composition génétique des lots de graines

Des marqueurs génétiques sont opérationnels en routine chez le pin maritime. Ils permettent de réaliser des études de parenté pour identifier les parents d'une graine à partir du génotypage de celle-ci et des géniteurs du verger. Il est également possible de détecter une éventuelle pollution pollinique (graine dont le père est extérieur au verger). Une étude récente¹ a ainsi estimé la qualité génétique de lots de graines récoltés dans les vergers clonaux VF3 (plus de 2500 graines analysées). Ces lots correspondent aux années de pollinisation 2011, 2013 et 2014.

Il existe de la pollution pollinique dans les 3 vergers VF3 analysés (entre 20 et 96 % selon le lot)

Trois vergers clonaux VF3 installés en 2002-2003 (Beychac-VF3, Saint-Sardos-VF3) et 2006 (Saint-Laurent 2-VF3) et constitués d'une cinquantaine de géniteurs ont été analysés (carte ci-contre). Le taux de pollution varie fortement selon le verger et l'année (figure ci-contre) : 60-96 % à Saint-Laurent-2, 30-59 % à Beychac, 20-50 % à Saint-Sardos.

Plusieurs paramètres peuvent expliquer ces différences :

- la localisation des vergers par rapport au massif landais (Saint-Sardos et Beychac sont en dehors du massif tandis que Saint-Laurent-2 est dans le massif, cf. carte),
- les conditions pédoclimatiques (Beychac et Saint-Sardos sont plus précoces en floraison),
- l'âge des vergers (Saint-Laurent-2 est plus jeune donc produit moins de pollen),
- les conditions météorologiques (le printemps 2011 a été exceptionnellement chaud).

Cette étude préliminaire ne permet pas d'analyser chaque facteur de façon indépendante mais elle met en évidence des effets site et année sur la pollution pollinique. De plus, l'étude approfondie de Beychac (lot 2013) a révélé des taux variables de pollution selon le génotype maternel (10 à 45 %) mais sans lien apparent avec la précocité de la floraison femelle.

Les contributions paternelles sont hétérogènes

Tous les génotypes contribuent comme pères dans la variété mais avec une grande hétérogénéité. Celle-ci apparaît davantage liée à l'intensité de la floraison mâle (figure ci-contre) qu'à des paramètres de structure du verger comme le nombre de ramets par génotype. On mesure également un taux d'autofécondation moyen de 5%.

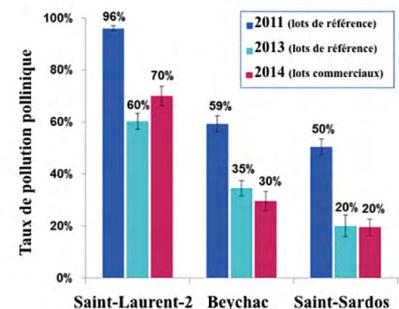
Au vu des niveaux de pollution pollinique mesurés, il semble important d'approfondir ce travail. Des analyses moléculaires annuelles associées à des notations de terrain (phénologie et intensité de la floraison, nombre de cônes, etc.) permettraient de mieux comprendre l'importance relative des différents facteurs dans le niveau de pollution pollinique et dans l'hétérogénéité des contributions parentales. Par ailleurs, différentes méthodes de réduction du niveau de pollution pourraient être évaluées (décalage phénologique, complémentation pollinique, verger sous serre, etc.). Sur cette base expérimentale élargie des conseils pourront être prodigués aux opérateurs pour optimiser l'installation des vergers et la gestion des récoltes commerciales.

Cette étude a reçu le soutien des Régions Nouvelle-Aquitaine (IMAF) et Centre-Val de Loire (IMTEMPERIES) ainsi que du Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation (QUASEGRAINE). Avec le support technique de XYLOFOREST (ANR-10-EGPX-16).

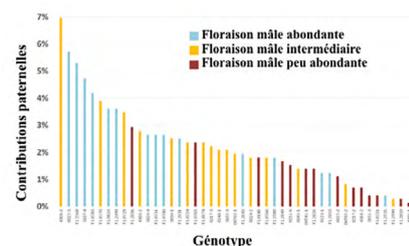
(1) Bouffier L., Debille S., Alazard P., Pastuszka P., Raffin A., Harvengt L., Lelu-Walter M.-A., Musch B., Trontin J.-F. (2017). Pollen contamination and mating structure in maritime pine clonal seed orchards. IUFRO Seed Orchard Conference 2017 (2.09.01 Unit), 04-06 sept. 2017, Bålsta (Suède). Poster, pp. 65.



Identité et localisation des 3 vergers VF3 analysés.



Taux de pollution pollinique observés dans les 3 vergers clonaux VF3. Les lots de graines analysés correspondent à 3 années de pollinisation. Les lots 2011 et 2013 ont été récoltés sur 4 géniteurs maternels de référence. Les lots 2014 sont de type "commercial" (récolte sur 40 géniteurs au hasard).



Contributions paternelles selon le génotype et en lien avec l'intensité de la floraison mâle (Beychac-VF3, 2011, 2013). En % des contributions de l'ensemble des génotypes.

Production et santé des vergers à graines de pin maritime

Un dépérissement massif des conelets de pin maritime en première année de fructification et un faible rendement des cônes en graines sont constatés sur les vergers de pin maritime depuis quelques années. Différentes causes pourraient être à l'origine de ces dégâts¹ : bio-agresseurs tels que la punaise *Leptoglossus occidentalis*, changement climatique influant sur la phénologie de la floraison ou l'incidence de gels tardifs, faible fertilité des sites d'implantation des vergers.

Suivi des fructifications et effet des traitements phytosanitaires

MARION MERCADAL / FCBA

Depuis 2014, avec l'appui de la Caisse de Prévoyance Phyto Forêt et des gestionnaires de vergers, FCBA évalue l'effet de traitements insecticides au tau-flavinate (Klartan) sur le développement des conelets et la production de cônes de vergers à graines VF3. Les essais de 2014 et 2015 ont montré une efficacité des traitements, avec 2 interventions effectuées en mai et en septembre, avec des taux de mortalité des conelets (5 à 15%) significativement inférieurs à ceux des témoins non traités (40 à 62%). En 2017, le taux moyen de mortalité des conelets a atteint 50% sur tous les vergers à graines, soit un taux supérieur à ceux de 2014 et 2015, alors que l'ensemble du réseau observé a été traité 1 à 2 fois. L'absence de témoins non traité ne permet pas de conclure sur l'efficacité des traitements de 2017, mais les résultats laissent supposer que des conditions d'application des traitements différentes des années précédentes auraient pu être moins favorables, et /ou que d'autres causes que la présence de bio-agresseurs pourraient également être impliquées dans la mortalité des conelets, tel que le gel tardif (printemps 2017).

De plus, les rendements de graines par cône sont très variables entre les sites : depuis quelques années on constate que les sites de Beychac et Saint Sardos procurent des rendements faibles (moins de 50 graines / cône) contrairement au verger de Saint Laurent 2 (près de 100 graines / cône). Ces différences pourraient s'expliquer en partie par des problèmes sanitaires, mais également par de mauvaises conditions de floraison (manque de pollen, dé-synchronisation des floraisons mâle et femelle). Les suivis de fructification en verger seront poursuivis pour mieux quantifier l'évolution des dégâts dans le temps, en lien avec les données climatiques et le contrôle des bio-agresseurs, et définir des méthodes de gestion efficaces.

Evaluation des dégâts liés à *Leptoglossus occidentalis* par radiographie des graines • HERVÉ JACTEL / INRA

La punaise américaine du pin, *Leptoglossus occidentalis*, introduite en Europe en 1999, est arrivée dans la forêt des Landes aux alentours des années 2007-2008, menaçant la production de graines de Pin maritime. Utilisant une technique de radiographie, l'INRA a analysé des lots de graines issues de plusieurs vergers ou parcs à clones, montrant une prévalence modérée de la punaise, variant de 1 à 15% avec une moyenne d'environ 5% des graines attaquées (figure ci-contre). Une étude plus précise menée dans les vergers à graines de Carcans et Saint Perdon en 2015, puis sur le domaine INRA de Cestas en 2017, montre une variation significative de la prévalence des attaques de la punaise entre clones de pin maritime, variant de 0 à 15%. Ces résultats suggèrent une résistance d'origine génétique du pin maritime à *L. occidentalis*.

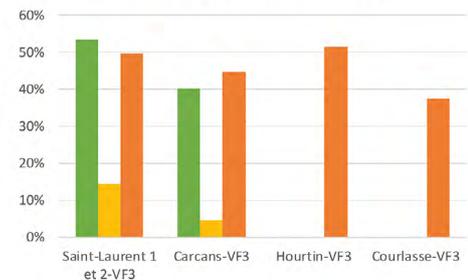
Des travaux sont en cours pour développer un piège attractif permettant d'évaluer, voire de réduire, les niveaux de population de la punaise américaine dans les vergers de pin maritime.

(1) Mission Expertise sur la rarefaction des fructifications du pin maritime dans les Landes de Gascogne. T. Boivin & H. Davi. 9 février 2016

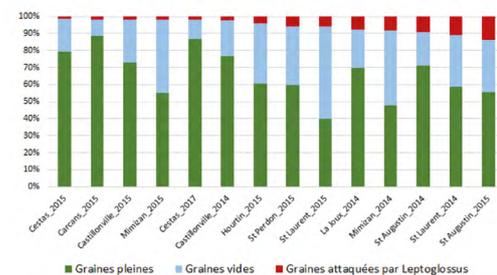


Conelets de pin maritime en décomposition récoltés fin novembre 2017.

Mortalité des conelets sur les vergers VF3



Mortalité moyenne des conelets exprimée en % de perte sur des vergers à graines VF3 non traités en 2014/15 (vert), traités en 2014/15 (jaune) et en 2017 (orange).



Prévalence des attaques de la punaise occidentale sur graines de pin maritime en Aquitaine entre 2014 et 2017.

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 : A. Raffin / INRA, FCBA

Avec le soutien de

