

**L'importance de la filière graines et plants chez le pin maritime et la forte dynamique de création variétale rendent nécessaire la maîtrise de la gestion des vergers à graines afin d'améliorer la disponibilité en graines de haute valeur génétique.**

Du fait de sa bonne aptitude à fructifier, le pin maritime a fait l'objet de peu de travaux de recherche destinés à mieux maîtriser sa fructification contrairement à d'autres espèces résineuses (Douglas, épicéas...). Afin d'assurer une disponibilité continue de graines améliorées, les structures de production ont été très largement dimensionnées et gérées de manière extensive.

Il est possible si l'on souhaite disposer de matériel le plus performant d'optimiser la gestion des vergers afin d'avoir une régularité dans la production ; en effet, tous les composants des vergers n'ont pas les mêmes potentialités florales et de nombreuses pertes peuvent subvenir entre la période de floraison et la récolte des cônes (de 20 à 70 % de pertes) : certaines années des pertes de 100 % ont été constatées privant ainsi les gestionnaires puis les sylviculteurs de ressources de graines améliorées.

Les gains apportés par les variétés actuelles (VF2) et en cours de développement (VF3) justifient leur attrait ; cependant les variétés apportant le plus de gain notamment sur la rectitude et la forme (variétés inter raciales) sont de plus en plus demandées et la production est trop faible pour répondre à cette demande tout à fait justifiée.

Il convient donc d'optimiser la gestion des vergers dédiés à cette production, d'imaginer de nouveaux concepts de production (vergers de clones hybrides) et de mieux connaître l'impact négatif des facteurs biotiques et abiotiques sur les pertes de fleurs, cônelets et cônes dans les vergers.

### Objectifs de l'étude

Mieux connaître les facteurs de la floraison afin de mieux les maîtriser :

- ✓ Quantifier les pertes sur la fructification tout au long du cycle de développement depuis le stade fleurs jusqu'à celui du cône,
- ✓ Connaître, pour les variétés inter raciales, les taux d'hybridation en pollinisation libre ou contrôlée,
- ✓ Proposer de nouvelles stratégies d'installation de vergers.

### Principaux résultats obtenus

Les principaux résultats obtenus concernent les points suivants :

- ✓ Effets génétiques et stationnels sur la floraison, la fructification et le rendement en graines,
- ✓ Evaluation des dépérissements des cônelets et mise en place de traitements (cette action a bénéficié d'un appui complémentaire de caisse Phytoforêt),
- ✓ Evaluation des taux d'inter croisements pour les hybrides landes\*corse en pollinisation naturelle.

A partir de ces résultats, il sera possible de proposer de nouvelles orientations pour l'installation et la conduite des vergers à graines.



### Effets sites et nature du verger (clone ou famille)

Les inventaires concernent d'une part le potentiel florifère (notation au printemps du nombre d'inflorescences femelles) et d'autre part le potentiel fructifère (nombre de cônes à l'automne suivant) ; le différentiel entre ces 2 critères donne le taux de dépérissement entre fleurs et cônes.

Le support de ces inventaires est essentiellement constitué par les vergers VF3 installés entre 2002 et 2006 soit par greffes (vergers de clones) soit par graines (vergers de familles).

Le tableau 1 donne le potentiel florifère et fructifère (nombre

moyen de fleurs ou de cônes par arbre) pour 3 vergers de clones et un verger de familles (St Laurent) installé la même année.

Site	Type	Fleurs 2014	Cônes 2015	Pertes (%)	Fleurs 2015	Cônes 2016	Pertes (%)
Beychac	Clones	40	15	62	32	30	6
St Sardos	Clones	27	15	44	40	20	50
St Laurent	Clones	23	11	52	25	20	20
St Laurent	Familles	13	4.7	64	15	4	73

Tableau 1 : floraison et fructification (moyenne par arbre) en verger de clones et de familles

Ces résultats montrent que :

- ✓ Le potentiel des vergers de clones est nettement supérieur à celui des vergers de familles : quel que soit le critère, la supériorité se situe dans un rapport de 1 à 3, voire 4 ; ceci est dû à la greffe qui confère aux arbres une maturité physiologique qui favorise les critères de reproduction,
- ✓ Les taux de dépérissement (ratio cône/fleur) sont très variables et souvent très importants. En moyenne ces taux sont voisins de 50 % mais peuvent atteindre parfois 75 %.

### Effets site et nature des vergers sur la production de graines

La production de graines par cône est également sous très forte influence du site et de la nature du matériel végétal utilisé pour la création du verger ; 8 sites dont 3 vergers de clones ont fait l'objet d'échantillonnage de cônes lors des récoltes afin de quantifier le rendement en graines et le taux de graines vaines ; la figure 1 donne le nombre de graines pleines et vides par cône pour la récolte 2014-2015.

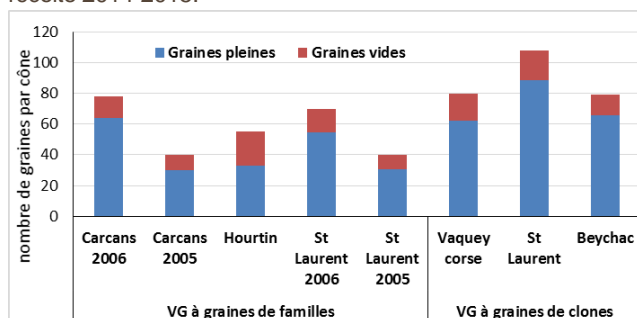


Figure 1 : nombre moyen de graines (pleines et vides) par cône en fonction des sites de verger

Ces résultats montrent que :

- ✓ Les vergers de clones (à droite sur le graphique) ont un meilleur rendement que les vergers de familles : le rendement est en moyenne de 90 graines par cône pour un verger créé par greffage et 60 pour un verger de familles ; ces résultats ont été confirmés par la récolte 2015-2016.
- ✓ Le taux de graines vaines est élevé puisqu'il est en moyenne supérieur à 20 %. Ce taux varie entre 20 % et 40 % mais aucune tendance ne se dessine en fonction du type de matériel végétal.

### Effets génétiques

Dans les vergers de clones on a pu estimer les effets génétiques sur les différents critères : aptitude florifère, taux de dépérissement des fleurs et des cônelets, rendement en graines, grosseur des graines et taux de graines vaines.

Pour tous ces critères, on note une très forte variabilité de chaque unité génétique.

Il existe une corrélation positive entre l'aptitude florifère et la croissance ; en revanche les unités génétiques à forte valeur d'amélioration pour la rectitude sont en moyenne plutôt moins florifères.

Toutes les informations sont donc disponibles pour optimiser la gestion des vergers à graines et notamment pour guider la réalisation future d'éclaircies dans les vergers de familles.

### Evaluation des dépérissements des cônelets

Un monitoring de l'évolution des cônelets a été réalisé sur 2 parcs à clones et 2 vergers à graines VF3 depuis le mois de juillet 2014 jusqu'en avril 2015 afin de déterminer l'intensité des dépérissements (voir photo 1) et la dynamique des pertes.



Photo 1 : cônelets nécrosés au centre du bouquet floral

Le tableau ci-dessous montre que les dégâts sont variables suivant les sites et apparaissent tout au long de la saison de végétation depuis le mois de juillet jusqu'au mois de novembre.

Sites	Juillet 2014	Septembre 2014	Novembre 2014	Avril 2015
Parc à clones Castillonville	8	16	18	18
Parc à clones Domaine de France	13	19	20	21
Verger de St Laurent	12	18	50	52
Verger de Carcans	10	20	49	63

Tableau 2 : évolution des taux de pertes de cônelets (% cumulé) sur 4 sites

## Essais de traitements

Suite aux discussions avec les partenaires de la filière graines et plants et compte tenu des résultats précédents, la mise en place de traitements destinés à prévenir les attaques d'insectes et/ou d'acariens a été décidée ; cette action, soutenue en partie par la Caisse de Prévoyance, avec la collaboration des gestionnaires de vergers et sous l'égide de la DRAAF Aquitaine, avait pour objectif l'étude de l'efficacité de ces traitements sur le développement des cônelets.

Des traitements expérimentaux ont ainsi été réalisés au cours de 2 années successives : la première année (campagne 2014) a eu pour objectif de tester l'efficacité de traitements acaricides et insecticides ; la deuxième année (campagne 2015) a cherché à valider les résultats obtenus et à préciser les modalités d'application (nombre et époque des traitements).

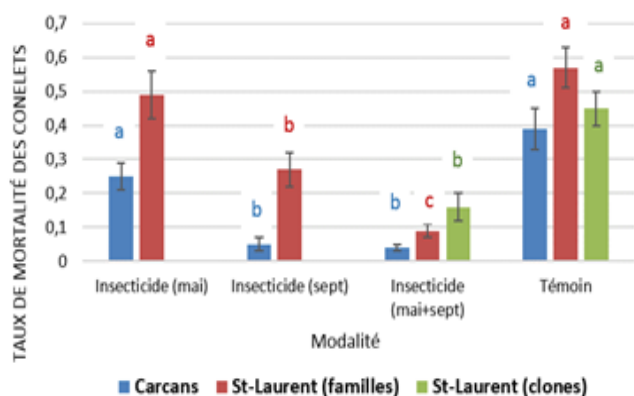


Figure 2 : taux de mortalité observés en fin de saison de végétation sur les dispositifs expérimentaux de traitement des vergers (campagne 2015)

Ces deux séries d'expérimentations ont montré tout d'abord l'efficacité de traitements insecticides par rapport à l'absence de traitement et aux traitements acaricides (campagne 2014) puis ont précisé la meilleure modalité d'application (campagne 2015) : la figure 2 montre que deux traitements appliqués en mai puis en septembre permettent de réduire de manière significative le taux de pertes (*analyse des résultats en collaboration avec Thomas BOIVIN de l'INRA d'Avignon*).

Ces résultats ont été transférés aux gestionnaires qui mettent en œuvre ces préconisations dans la gestion de leurs vergers.

## Evaluation des taux d'inter croisements pour les hybrides Landes\*Corse en pollinisation naturelle

Onze marqueurs moléculaires de type microsatellites nucléaires (SSRs) ont été sélectionnés pour différencier la population landaise et la population corse. Ils ont été validés sur la population hybride Landes x Corse obtenue par croisements contrôlés puis utilisés pour l'analyse des 240 individus, obtenus en pollinisation libre, issus des tests de descendance Landes x Corse.

L'utilisation du logiciel STRUCTURE basé sur une analyse bayésienne de regroupement permettant de déterminer le nombre et les limites de populations à partir de données de génotypage moléculaire d'un ensemble d'individus, a permis de différencier les populations (figures 3 et 4).

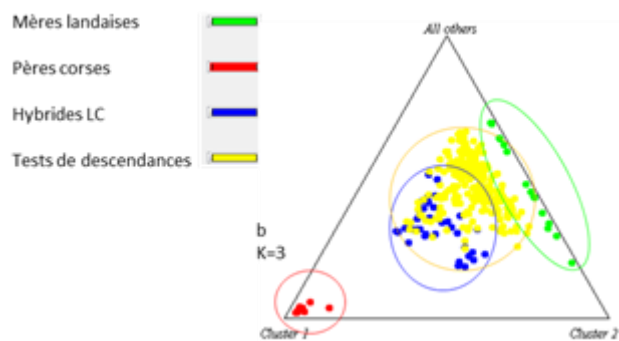


Figure 3 : Triangle d'appartenance des individus à chaque population. Chaque individu est représenté par un point coloré correspondant à l'une des 4 populations à laquelle il appartient (mères landaises, pères corses, hybrides LC et individus issus des tests de descendance). La position d'un individu permet d'évaluer son appartenance plus ou moins forte à la population landaise ou corse.

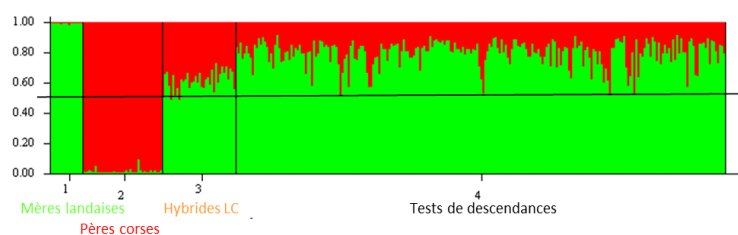


Figure 4 : Histogramme des probabilités d'assignement des individus à chaque population. Chaque individu est représenté par une fine barre verticale bicolor correspondant aux coefficients d'appartenance estimés pour les 2 populations (landaise et corse).

Ces 2 figures montrent bien la distinction entre la population landaise (vert) et la population corse (rouge). Les hybrides LC issus de pollinisations contrôlées se situent approximativement entre ces 2 populations. Les individus issus des tests de descendance (obtenus en pollinisation libre) montrent une plus forte appartenance attendue à la population landaise avec un taux de sang corse estimé à en moyenne 20 %.

## Conclusions et perspectives

Les résultats obtenus au cours de ce projet apportent des avancées sur plusieurs points :

- ✓ En ce qui concerne l'installation des structures de production, les vergers de clones sont plus efficaces pour la production grainière que les vergers de familles : cette option a d'ailleurs été largement retenue pour la future génération de vergers. La création de vergers mixtes (clones et familles) permettrait d'optimiser la production tout en diminuant les coûts d'installation. Ces vergers pourraient être créés pour partie avec des greffes pour les parents très fructifères et pour partie avec des plants issus de graines (voire de boutures de familles) pour les composants à faible aptitude fructifère. On prévoit d'alterner 4 lignes de clones et 2 lignes de familles selon le même schéma que pour le maïs. L'adoption de cette stratégie suppose une évolution de la réglementation.

- ✓ Pour les vergers hybrides Landes x Corse, la stratégie actuelle de création de vergers hybrides est renforcée par les résultats acquis grâce au marquage moléculaire puisqu'on retrouve environ 20 % de « sang » corse dans les descendance « open » des hybrides.
- ✓ Pour la gestion des vergers actuels et notamment les vergers de familles VF3, les informations recueillies permettent d'envisager la réalisation d'éclaircies sur la base de plusieurs critères : valeurs génétiques additives mais aussi critères de fructification en éliminant dans ces vergers les arbres à faible aptitude florifère, sensibles au dépérissement ou à très faible rendement grainier.
- ✓ Les résultats positifs obtenus avec les expérimentations faisant intervenir des traitements insecticides sont déjà mis en pratique par les gestionnaires mais des essais devraient être poursuivis pour mieux préciser les conditions d'application afin d'améliorer leur efficacité et de réduire l'impact sur l'environnement.
- ✓ Les inventaires relatifs au dépérissement ont également montré que ces phénomènes sont probablement d'origine multifactorielle et que les conditions de pollinisation jouent également un rôle. Des investigations devraient être poursuivies sur plusieurs thématiques : déterminisme des bio-agresseurs, poursuite de l'analyse des phénomènes de dépérissement, rôle de la fertilisation (en cours pour partie), rôle de la pollinisation (quantité et qualité du pollen).



## Contact

Alain BAILLY ● [alain.bailly@fcba.fr](mailto:alain.bailly@fcba.fr)  
Tél. 05 56 79 95 00



Pôle Biotechnologies Sylviculture Avancée  
71 route d'Arcachon, Pierroton  
33610 CESTAS