

SYNTHESE DU RAPPORT FINAL

Programme soutenu par France Bois Forêt Section Spécialisée Pin Maritime

Référence FBF 20/RD/1129 – B01981

Variabilité génétique du pin maritime pour la tolérance au nématode du pin

Porteur(s) du projet : Alliance Forêts Bois & FCBA

Prestataire(s) : INIAV

Montant du soutien apporté par France Bois Forêt : 23 633 euros

Autres financements : 23 633 euros (FCBA)

Objectifs et contexte (minimum ½ page) :

Le nématode *Bursaphelenchus xylophilus* est un pathogène des conifères, affectant très majoritairement les pinacées (*Pinus* spp). Il représente une menace très forte pour les pinèdes européennes, en particulier depuis son introduction accidentelle au Portugal en 1999. Parmi les méthodes de luttés, une des pistes à explorer est la sélection de variétés « résistantes au nématode ». L'intégration de la résistance à *Bursaphelenchus xylophilus* dans le programme d'amélioration du Pin maritime nécessite un programme de screening important. Le projet proposé est donc de tester la tolérance de la génétique française au nématode du pin par installation d'essais directement en zone contaminée au Portugal.

L'objectif de ce projet est de pouvoir mesurer la diversité génétique du pin maritime pour la tolérance du pin maritime au nématode du pin et à son vecteur (*Monochamus galloprovincialis*). Le projet est constitué de 2 tâches :

Tache 1 : Essais génétiques in situ

Des plantations expérimentales ont été installées au Portugal sur les 3 ans du projet sur des zones où la présence du Nématode du pin est avérée. La tolérance sera suivie à partir d'observations directes sur parcelles in situ (hors projet).

Tache 2 : Inoculation artificielle

Un essai de tolérance au nématode du pin par inoculation artificielle au laboratoire INIAV (Portugal) en sous-traitance afin de tester le matériel végétal sous conditions contrôlées.

Principaux résultats obtenus (minimum 1 page) :

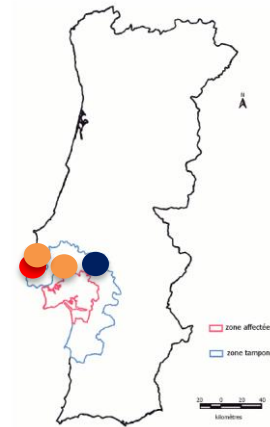
Tache 1 : Essais génétiques in situ

Ce projet a permis l'installation de 3 essais génétiques en zone infestée au nématode du pin au Portugal.

Le 1er essai a été planté à Charnequinha en juin 2018 (FBF-SSPM B01772 17/RD/832)

Le 2ème essai à Nazaré en novembre 2019 (FBF-SSPM B01835 18/RD/1030).

Le 3ème essai l'essai a été planté sur 2 zones en mars 2020 : A/ à Cartoxo-Azambuja et B/ à Alcoabaça-Pataias, en raison de la non-disponibilité inopinée du terrain initialement identifié (FBF-SSPM B01890 19/RD/1058)



Le tableau ci-après présente un comparatif synthétique des 3 essais implantés au Portugal.

	Essai N°1 ●	Essai n°2 ●	Essai n°3 ●	
Id.	CHARNEQUINHA	NAZARE	A – CARTAXO - AZAMBUJA	B – ALCOBACA - PATAIAS
Codification Conv. FBF Code projet interne	17/RD/832 B01772	18/RD/1030 B01835	19/RD/1058 B01890	
Partenaire	The Navigator Company, RAIZ	Centro Pinus, APFCAN	Centro Pinus, ICNF	
Localisation	Vallée du Taje – Alentejo, Portelegre	Estramadura, Leiria	Alentejo, Lisbonne	Estremadura, Leiria
Pays	Portugal	Portugal	Portugal	Portugal
Surface	2.63 ha	1.53 ha	0.34 ha	0.72 ha
			1.06 ha	
Pente	0-15%	0-10%	0	0-5%
Sol	Limono-argileux	Sableux	Sablo-limoneux à limono-sableux	sableux
Dispositif	Blocs	Blocs	-	Blocs incomplets
Répétitions	6 (descendances individualisés) 18 (autres)	4	1	2
Parcelle unitaire	Linéaire 8 plants	3 * 4 plants		
Date de semis	Juin 2016	Juin 2019		
Date plantation	Juin 2018	Novembre 2019	Mars 2020	
Densité	4m*2m 1250 plants/ha	3 * 2m 1666 plants/ha		
Indicateurs				
Nombre de lots installés	48	53	48	52
Nombre total de plants	3294	2544	572	1212

Une 1ère campagne de mesures a eu lieu fin 2020 sur l'ensemble des essais afin d'évaluer le taux de reprise post-plantation et donc de valider la réussite de plantation des essais.

L'installation de ces parcelles a été difficile et les pertes ont été importantes. On ne peut plus compter sur la parcelle de Nazaré et sur le versant est de Charnequinha, presque totalement détruites. Des investigations sont en cours pour comprendre les causes de perte à Nazaré : embruns salés de l'océan par exemple.

En revanche Cartaxo/Azambuja, Pataias et Charnequinha nord, malgré quelques pertes, gardent tout leur intérêt pour leur objectif d'observation de la variabilité de la résistance au nématode.

Mesures 2020	Essai n°1	Essai n°2	Essai n°3	
Id.	CHARNEQUINHA	NAZARE	A – CARTAXO - AZAMBUJA	B – ALCOBACA - PATAIAS
Taux de survie moyen	7% (est) 60% (ouest)	7% (inexpliqué)	56%	71%
Croissance moyenne en hauteur	109 cm (2 ans)	X	41 cm	31 cm

Tache 2 : Essais génétiques in situ

Un 1er essai d'inoculation artificielle sur un nombre conséquent de plants ayant l'âge requis (2 ans) dans un laboratoire compétent INIAV (Carrasquinho et al., 2018) dont leur structure peut accueillir jusqu'à presque 7000 plants. A ce jour, l'INRAE (Mark Kleinhentz et A. Raffin) a réalisé des essais d'inoculation dans une serre à Sophia Antipolis sur 150 plants max afin de mettre en place la méthodologie de travail dans l'attente de la construction de la serre confinée S2 pour mener des essais à plus grande échelle (prévue pour 2022-2023).

Le dispositif de l'essai est un dispositif randomisé en blocs complets avec 15 plants par lot (provenances, hybrides, variétés améliorées et leurs descendants tel qu'implanté dans les essais in situ au Portugal) et 4 répétitions (4 blocs) : soit un besoin de 60 plants par lot âgés de 2 ans en 2020.

Les plants semés en 2018 sont élevés en pépinière au FCBA (fertilisation) jusqu'à atteindre un âge de plants de 2 ans et un gabarit satisfaisant. Une mesure de hauteur moyenne et diamètre moyen par lots a été effectuée par FCBA afin d'estimer la variabilité entre lots avant de concevoir le dispositif expérimental et organiser le transport. Chaque plant est identifié par une étiquette et transporté par lot (1 caisse par lot).

L'INIAV a randomisé l'essai début septembre 2020 en 4 blocs dans une serre équipée de 4 grands bacs pour les 4 répétitions. L'inoculation avec du nématode du pin a eu lieu début septembre. Le fait marquant et imprévu de ce test est qu'après 1 mois, 1 mois et demi (contre une durée d'essai de 6 mois pour les programmes de l'INIAV), des symptômes, voire d'importantes mortalités sont déjà perceptibles. Une notation de mortalité a été réalisée en février 2021 et un taux de survie moyen par lots est calculé.

On observe un taux de survie inférieur à 10% sur l'ensemble des lots avec un taux allant de 0% (lot VF3-Saint Sardos, Provenance corse et marocaine) à 8.33 % (lot espagnol). On enregistre un taux de survie entre 1.67% et 5% pour les lots d'hybrides (L*C, L*P < L*M) et lots moyens de vergers (VF2, VF3, témoin non amélioré GIS PMF). Le taux de survie est très faible. Les résultats seront à discuter avec les partenaires portugais et espagnols mais également à comparer si possible avec les premiers essais menés par l'INRAE à Sophia Antipolis.

Lorsqu'on intègre les résultats de survie sur les descendants open des vergers à graines (récolte sur clones mères composant le verger à graines de Saint Laurent et Beychac identifiés ici par un numéro

de travail de 1 à N ; en vert), on remarque qu'un lot obtient un résultat de survie équivalent au lot espagnol (n°42) avec 8.33%, que 7 lots ont un taux de survie entre 2% et 8% et 9 lots ont un taux de survie de 1.67%. 17 lots n'ont pas survécu à l'inoculation (non intégrés au graphique). Même si une forte mortalité est observée, il faut noter que quelques plants (lots) ont survécu à l'inoculation.

Afin de confirmer ces tout premiers résultats et compte tenu de la forte mortalité, il est nécessaire de vérifier la présence de nématodes sur plants morts et plants vivants (quantification par parties de plants). Cette mesure non prévue au projet a été intégrée et est en cours de dépouillement par l'INIAV.

Cet essai présente des premières pistes de sensibilité du pin maritime au nématode *Bursaphelenchus xylophilus* nécessairement à confirmer par la répétition d'essais à l'INIAV et/ou à l'INRAE.

Valorisation envisagée (minimum ½ page) :

Un article a été publié dans France Bois (La Lettre B 25, Recherche et développement, 19 mars 2018, accessible en ligne : <https://franceboisforet.fr/2018/03/19/nematode-du-pin-prevenir-plutot-que-guerir/77>).

Une communication orale a été tenue lors la journée Santé des Forêts de décembre 2018. Référence : **Le nématode du pin : Tolérance des pins et Diagnostic. Journée Santé des Forêts, 07 décembre 2018.**

Une communication sous forme de poster aurait dû se tenir au congrès **IUFRO International Symposium IUFRO on Pine Wilt Disease (9 au 13 mars 2020)** mais il a été annulé en raison de la crise liée au Covid-19.

Les résultats de sensibilité du matériel végétal testé à l'INIAV par inoculation artificielle sont prévus à valorisation conjointement sous forme d'une publication scientifique par FCBA, INRAE et INIAV.

Proposition de deux indicateurs pour évaluation (1/2 page) et analyse :

Indicateur 1 : 201 lots de plants installés au Portugal

Indicateur 2 : 7622 plants installés et taux de reprise de 7% à 71%

Année de publication : 2021