

Synthèses

Reproduction sexuée des conifères et production de semences en vergers à graines

G. Philippe, P. Baldet, B. Héois, C. Ginisty



Table des matières

I. DU MÉRISTÈME À LA GRAINE

1. Particularités de la floraison des conifères	25
Une longue période juvénile	25
Irrégularité de la floraison et de la fructification	26
Localisation des fleurs	27
2. Initiation florale	29
Processus d'initiation florale	29
Où s'initient et quand se différencient les méristèmes ?	30
Douglas	31
Sapins	31
Épicéa commun	32
Mélèzes d'Europe et du Japon	32
Pins	33
3. Développement des ébauches florales	39
Évolution des ébauches mâles et formation du pollen	39
Évolution des ébauches femelles	44
Formation des bractées, des écailles ovulifères et des ovules chez les Pinacées	44
Chronologie des transformations chez le Douglas, les sapins, les mélèzes, les épicéas et les pins	45
4. Pollinisation	49
Une pollinisation anémophile	49
En dépit d'adaptations, ce mode de pollinisation est peu économe en pollen	49
Distance de dispersion du pollen	50
Période et durée de la pollinisation	51
Trois mécanismes de pollinisation	52
Les fleurs ne sont réceptives que quelques jours	56
Germination du pollen	57
Le processus de germination	57
Époque et durée de la germination	59

5. Fécondation et formation de la graine	61
Achèvement du gamétophyte femelle	61
Fécondation	62
Embryogenèse	63
Formation de la graine	66
Incompatibilité inter et intra-spécifique	67
6. Cycles reproducteurs	71
Douglas, mélèzes, épicéas et sapins	71
Pins	73
Cèdres	75
7. Facteurs favorables et défavorables à la production de graines	77
Facteurs favorables à l'initiation florale	77
Facteurs environnementaux	77
Facteurs internes	80
Facteurs réduisant la production de graines	82
De l'initiation florale à la pollinisation	82
De la pollinisation à la fécondation	83
De la fécondation à la graine mûre	86
Principales causes des pertes de graines dans les genres <i>Larix</i> , <i>Picea</i> , <i>Abies</i> , <i>Pseudotsuga</i> et <i>Pinus</i>	87
8. Recommandations pour l'installation et la gestion d'un verger	91
Choix du site d'implantation	91
Sélection des génotypes	92
Composition et gestion du verger	92
9. Conclusion	93

II. STIMULATION DE LA FLORAISON

1. Mise en œuvre et modes d'action des techniques d'induction florale	101
Efficacité et mise en œuvre des techniques d'induction florale	102
Traitements cultureux	102
Fertilisation	102
Annélation d'écorce	104
Cernage racinaire	106
Chaleur et sécheresse	106
Autres traitements cultureux	108
Traitements hormonaux	109
Historique	109
Comment appliquer les gibbérellines ?	109
Quelle quantité de gibbérellines appliquer ?	111
Quand intervenir ?	111

Combinaisons de traitements	113
Modes d'action des traitements	115
Augmentation de la disponibilité en gibbérellines	115
Augmentation des ressources en éléments nutritifs.....	117
Action sur le métabolisme de l'azote	117
Réduction de l'activité racinaire	118
Amélioration de la vigueur de l'arbre	118
2. Influence des traitements sur la production de graines	121
Influence des traitements sur les floraisons mâle et femelle	122
Démarche expérimentale	122
Résultats obtenus chez le Douglas.....	125
La fertilisation azotée, l'annélation,	
le cernage et les gibbérellines stimulent la floraison	126
L'annélation est le traitement simple le plus efficace	130
Les meilleurs résultats s'obtiennent	
grâce à des combinaisons de traitements	133
Résultats obtenus chez les mélèzes	148
Clone V44 DK de mélèze d'Europe	148
Mélèze du Japon	153
Résultats obtenus chez l'épicéa commun	158
Les gibbérellines stimulent la floraison	158
L'annélation renforce l'effet des gibberellines	164
La fertilisation et le cernage racinaire sont inefficaces	164
Résultats obtenus chez les pins	167
Pin maritime	167
Pin laricio de Corse	178
Pin sylvestre	180
Répercussions des traitements sur le développement des cônes	
et le rendement en graines viables	181
Développement des fleurs femelles en cônes	181
Grosseur des cônes et potentiel en graines	183
Pourcentage et nombre de graines pleines/cône	187
Caractéristiques morphologiques et physiologiques des graines	189
Potentiel de production des fleurs mâles et qualité du pollen	190
Optimisation de la production de graines et de pollen	190
Facteurs susceptibles de moduler l'efficacité des traitements	193
Facteurs du milieu	193
L'année	193
Le site.....	195
Le matériel végétal	196
L'espèce et la provenance	196
Le géotype	196
L'âge et la nature du matériel végétal	198
La vigueur et la santé des arbres	199
Le mode de gestion du verger	200
Les tailles	200

La fréquence des inductions	205
Facteurs humains	209
Conclusion	211
3. Influence des traitements sur la qualité génétique des récoltes	215
Méthodes	216
L'induction florale homogénéise les contributions clonales chez le Douglas et l'épicéa commun	218
L'effet des traitements est limité chez le pin maritime	220
Conclusion	221
4. Coût et rentabilité des traitements	223
Les scénarios étudiés	224
Installation et maintenance du verger	224
Gestion fructifère	225
Coûts de gestion du verger	225
Installation et maintenance du verger	226
Gestion fructifère	226
Estimation de la production de graines dans les quatre scénarios de gestion fructifère	227
Coûts de production du kilogramme de graines	227
Graines « sur pied »	227
Le même organisme finance l'installation et l'entretien du verger	227
L'exploitant hérite d'un verger productif.....	230
Graines à la sortie de la sécherie	231
La justification économique de l'induction florale ne se limite pas aux vergers traditionnels de Douglas.....	232
Vergers traditionnels et intensifs d'épicéa commun, de mélèze et de Douglas	232
Vergers polycross de pin maritime	233
Conclusion	233
5. Conclusion générale	235

FICHES DE RECOMMANDATIONS POUR LE GESTIONNAIRE DE VERGERS

Mise en œuvre des techniques d'induction florale	241
Fertilisation azotée	241
Annélation d'écorce	242
Cernage racinaire	244
Injection de gibbérellines	245
Traitements préconisés et planning des travaux	247
Note préliminaire	247

Vergers traditionnels de Douglas	248
Vergers à haute densité (VHD) de Douglas	250
Vergers de mélèzes d'Europe et du Japon	254
Vergers traditionnels d'épicéa commun	255
Vergers polycross de pin maritime	257

III. TECHNOLOGIE DU POLLEN

1. Les objectifs de la pollinisation artificielle	261
Plan quantitatif : augmenter le rendement en graines	261
Plan qualitatif	262
2. Les paramètres à maîtriser	265
Intégrer le mode de gestion à la conception du verger	265
Les ressources humaines	265
Gérer une succession de tâches	266
3. La récolte du pollen	267
État de l'art	268
La récolte manuelle de strobiles ou de rameaux florifères	268
Récolte semi-mécanisée du pollen aux États-Unis	269
Le cas des semences hybrides de mélèze	271
La mobilisation du pollen dans le verger de plein-champ de mélèze du Japon	271
Verger sous serre de mélèze du Japon	275
Récolte mécanisée du pollen de Douglas	279
Récolter du pollen de Douglas	279
Mécanisation de la récolte	280
4. La gestion du pollen	287
Extraction du pollen	287
État de l'art	288
Travaux réalisés dans les vergers de l'État	289
Séchage	295
État de l'art : deux grandes catégories de procédés	296
Un nouveau concept de sécheur de pollen	299
Mesure de l'état hydrique du pollen	302
État de l'art	302
Une approche dynamique de l'eau et de son rôle	303
Évaluation de la qualité du pollen	310
Évaluer la viabilité et la vigueur du pollen	310
Les techniques généralement utilisées	311
L'expérience du Cemagref. L'évaluation comparative des différents tests, le cas du pollen de mélèze	320
Conservation	327
Effets de la conservation sur la qualité du pollen	328
Facteurs influençant la conservation du pollen	329

5. La pollinisation artificielle	333
Réceptivité femelle et période d'application du pollen	334
Appréciation de la réceptivité des fleurs femelles durée de la période de réceptivité	334
Établir un calendrier de pollinisation – Début et fréquence des pollinisations	335
Préparation du pollen	339
Apport de pollen par voie sèche ou par voie humide	339
Dilution du pollen	341
Mise en œuvre de la pollinisation – Les méthodes classiques de pollinisation	341
Polliniser avec le pollen présent dans le verger – Le soufflage d'air ..	341
Apports de pollen : les différents équipements de pollinisation	343
Un cas concret de pollinisation artificielle, la production de semences hybrides	344
Une technique originale de pollinisation : le poudrage électrostatique	347
Le principe	348
Pollinisation électrostatique mécanisée.....	349
La pollinisation électrostatique manuelle : le pistolet électrostatique	350
 6. Répercussion des interventions liées à la pollinisation artificielle sur le coût de la graine	355
Impact du coût de la récolte de pollen	355
Récolte manuelle de strobiles	356
Récolte mécanisée du pollen	358
Coût de la pollinisation – Le cas de la production de semences hybrides de mélèze	362
Coûts liés à la main-d'œuvre	362
Coût lié à la consommation de pollen	363
Coûts de mise en œuvre du matériel	363
Coût total de la pollinisation artificielle du mélèze et impact sur le coût de la graine	364
Analyse globale et conclusion	365
 7. Bilan et perspectives	367
Un choix stratégique aux multiples implications	367
L'association de compétences biologiques et technologiques	368
L'innovation technologique en réponse à des contraintes spécifiques	368
Un suivi constant de la qualité	369
Perspectives	369

FICHES DE RECOMMANDATIONS POUR LA TECHNOLOGIE DU POLLEN

La récolte du pollen	373
La récolte manuelle de strobiles de mélèze du Japon	373
La récolte mécanisée du pollen de mélèze du Japon	375
La récolte mécanisée du pollen de Douglas ou de pins	377
Les différentes phases de la gestion du pollen	379
L'extraction du pollen au laboratoire à partir de strobiles	379
Le séchage du pollen de mélèze, de Douglas et de pins	381
Le contrôle de l'état hydrique du pollen	383
Le conditionnement et la mise en conservation du pollen	385
L'évaluation de la viabilité du pollen	387
La mise en œuvre de la pollinisation artificielle en vergers	390
La détection du stade optimal de réceptivité des fleurs femelles –	
Le cas du mélèze d'Europe	390
La pollinisation par soufflage de pollen et le poudrage électrostatique	393
Le contrôle de la qualité de la pollinisation	395

IV. PERSPECTIVES DE PRODUCTION DE VARIÉTÉS AMÉLIORÉES DE RÉSINEUX EN VERGERS À GRAINES

1. Amélioration génétique, politique forestière et contexte réglementaire	401
2. Les vergers existants constituent un gisement de variabilité génétique. Valorisation par éclaircies génétique, récoltes ciblées ou supplémentation pollinique	405
3. Quels sont les facteurs qui déterminent l'installation de nouveaux vergers à graines de résineux ?	409
4. Trois solutions techniques pour de nouvelles structures de production grainière de résineux	413
5. Quelles sont les alternatives techniques aux vergers à graines ?	421
Conclusion générale	425
Annexes	429
Partie 2	429
Partie 3	519
Références bibliographiques	547
Glossaire	569
Crédit photographique	571

Cette synthèse présente les résultats de vingt ans de recherches du Cemagref sur la gestion fructifère des vergers à graines de résineux et, plus particulièrement de Douglas, mélèzes, épicéa commun et pin maritime.

En première partie, une étude bibliographique décrit les grandes étapes du cycle de reproduction des principales essences résineuses cultivées en Europe, de l'initiation florale à la libération des graines. Les deux parties suivantes dressent le bilan technico-économique des expérimentations menées sur la stimulation de la floraison, la récolte et la gestion du pollen et la pollinisation artificielle. L'ouvrage s'achève par une réflexion sur les différentes stratégies de production de variétés forestières.

Première synthèse publiée en langue française depuis vingt ans, cet ouvrage intéressera les scientifiques, les enseignants et étudiants en foresterie et en biologie, les gestionnaires de vergers à graines mais aussi les forestiers désireux d'approfondir leurs connaissances sur la reproduction des grandes essences résineuses.

Les auteurs sont rattachés à l'unité de recherche « Écosystèmes forestiers » du Cemagref à Nogent-sur-Vernisson (Loiret).

Gwenaël Philippe, ingénieur des techniques forestières, a consacré l'essentiel de ses travaux à la gestion fructifère des vergers à graines et à l'évaluation de variétés forestières. À présent, il est impliqué dans les recherches liées à la gestion des forêts mélangées irrégulières.

Patrick Baldet, ingénieur d'études, spécialisé en ingénierie de la production des semences forestières améliorées, a associé biologie et technologie pour élaborer plusieurs outils ou méthodes innovants de gestion du pollen et des graines.

Bernard Héois, ingénieur en chef du Génie rural, des eaux et forêts, docteur en sciences agronomiques, a longtemps animé l'équipe « Génétique forestière ». Il est actuellement responsable national des travaux au département Forêt de l'Office national des forêts.

Christian Ginisty, ingénieur de recherche, est spécialisé en sciences forestières, sylviculture et modélisation de la croissance des peuplements forestiers.

En couverture : Cônelet de Douglas et fleurs mâles desséchées. Cliché de Gwenaël Philippe.

www.quae.com



ISBN : 978-2-85362-656-9

ISSN : 1777-4624

Réf. : CF6563POD

Prix : 59 euros



9 782853 626569