Application opérationnelle de la biotechnologie forestière : Cas de l'épinette blanche

Laurence Tremblay, Julie Gingras, Michel Rioux, Annie Dionne, Josée Gravel, Annie Carrier et Claude Gagné. 2011.

Tremblay, L., Gingras, J., Rioux, M., Dionne, A., Gravel, J., Carrier, A. et Gagné, C. 2011. Application opérationnelle de la biotechnologie forestière : Cas de l'épinette blanche. Stand présenté au Carrefour Forêt Innovations: Inspiration, Motivation et Réussite. 4 au 6 octobre 2011, Centre des Congrès, Québec, Canada. 6p.

L'épinette blanche est une essence importante pour la production de plants au Québec, 92% des graines ensemencées en 2005, provenaient de sources améliorées. Ces graines issues de croisements dirigés de très haute qualité génétique se trouvent en quantité limitée. Les biotechnologies telles que les techniques d'embryogenèse somatique (ES) permettraient d'obtenir des milliers d'embryons somatiques identiques à partir d'une seule graine sans manipulation génétique. L'objectif est d'établir un laboratoire d'application opérationnelle permettant la production en grande quantité d'embryons somatiques. L'ultime but est de produire de meilleurs plants ayant des caractéristiques désirées avec des rendements accrus. En 2001, une unité de production de plants issus d'ES a été établie à la pépinière de Saint-Modeste. L'implantation de l'ES à l'échelle opérationnelle est en cours grâce à une collaboration scientifique et technique intensive. Les plants produits par ES sont évalués dans des tests clonaux. Nous avons augmenté la productivité et l'efficacité de certaines étapes en ES en passant par la culture semi-liquide qui diminue les manipulations en laboratoire et augmente les rendements. Nous visons à raccourcir la période *in vitro* sans diminuer les rendements obtenus. En 2009, 59 755 plants issus d'ES ont été mis en sol soit pour des tests de variétés ou de production de pieds-mères. L'application de cette technologie offre aux aménagistes forestiers un outil performant pour soutenir l'intensification de la production ligneuse et l'aménagement écosystémique des forêts.

Ressources naturelles et Faune
Québec

Plants forestiers améliorés : exploiter la diversité génétique existante

L'amélioration génétique des conifères est un processus d'évaluation et de sélection d'individus performants qui s'appuie sur la variabilité naturelle de chaque espèce. Les programmes québécois d'amélioration génétique des arbres forestiers ont maintenant plus de 40 ans. Déjà, plus de 80 % des plants de reboisement proviennent de sources améliorées. La sélection de semenciers constituant les vergers à graines ou les parcs de croisements permet d'obtenir des plants de haute qualité avec des gains de productivité élevés. L'épinette blanche est une essence très productive et son programme d'amélioration génétique est le plus avancé parmi les espèces résineuses.

Plants améliorés

Vergers à graines

Pollinisation libre

Plants hautement améliorés

Parcs de croisements

Croisements dirigés

Sélection de semences avec NAP élevé (semis direct) et de tissus embryogènes (embryogenèse somatique)

Production des pieds-mères

Production de plants issus de boutures

Récolte de cônes

Banque de semences NAP faible, intermédiaire ou élevé

Banque de tissus embryogènes au NAP élevé.

Production de plants réguliers

Livraison des plants
Plantations

Le NAP : Niveau d'Amélioration des Plants

NAP	Gain génétique (% hauteur)	Exemple de sources
Aucun	**0**	Régénération naturelle Source non améliorée
Faible	**≤ 3**	Verger à graines non éclairci
Intermédiaire	**3 à 15**	Verger à graines éclairci, 1ère génération
Élevé	**≥ 15**	**Exemple de l'épinette blanche** ≥ 15 Verger de 2e génération et plus ≥ 25 Variétés multifamiliales (croisements dirigés) ≥ 35 Variétés somatiques (embryogenèse somatique)

Adapté de: A. Savary, 2008. *Connaissez -vous votre NAP ?* DGPSP - Des gens de culture Vol. 1(1):14 -15.

DGPSP

Ressources naturelles et Faune Québec

Le NAP précise la catégorie d'amélioration d'un plant, basé sur le pourcentage de gain génétique associé à la source. Cela peut servir de guide afin de reboiser les meilleurs plants sur les meilleurs sites.

En pratique : le gain supérieur à 35 % obtenu par l'utilisation de variétés reproduites par embryogenèse somatique permet de reboiser une plus faible superficie pour obtenir un même volume de bois. Ceci diminue la pression exercée sur nos forêts naturelles.

Méthodes de production d'arbres améliorés

Sexuée : Fécondation et formation d'un embryon (cycle naturel).

Asexuée : Pas de fécondation, multiplication végétative (bouturage ou embryogenèse somatique).

Embryogenèse somatique :

- Capacité de multiplication illimitée;
- Conservation à très long terme dans l'azote liquide (banque de tissus);
- Automatisation du procédé.

Bouturage :

- Capacité limitée de multiplication;
- Pas de conservation à long terme;
- Efficace et rapide.

Ces deux techniques sont complémentaires et n'impliquent aucune manipulation génétique.

Fleurs femelles

Fleurs mâles

Croisement entre arbres supérieurs

Cône (coupe longitudinale, flèches = graines)

1 graine

Cycle naturel

Plant issu d'une graine

1 : 1

1 graine

Bouturage de masse

Culture de pieds-mères
Récolte des boutures et enracinement

1 : 10-100

1 embryon

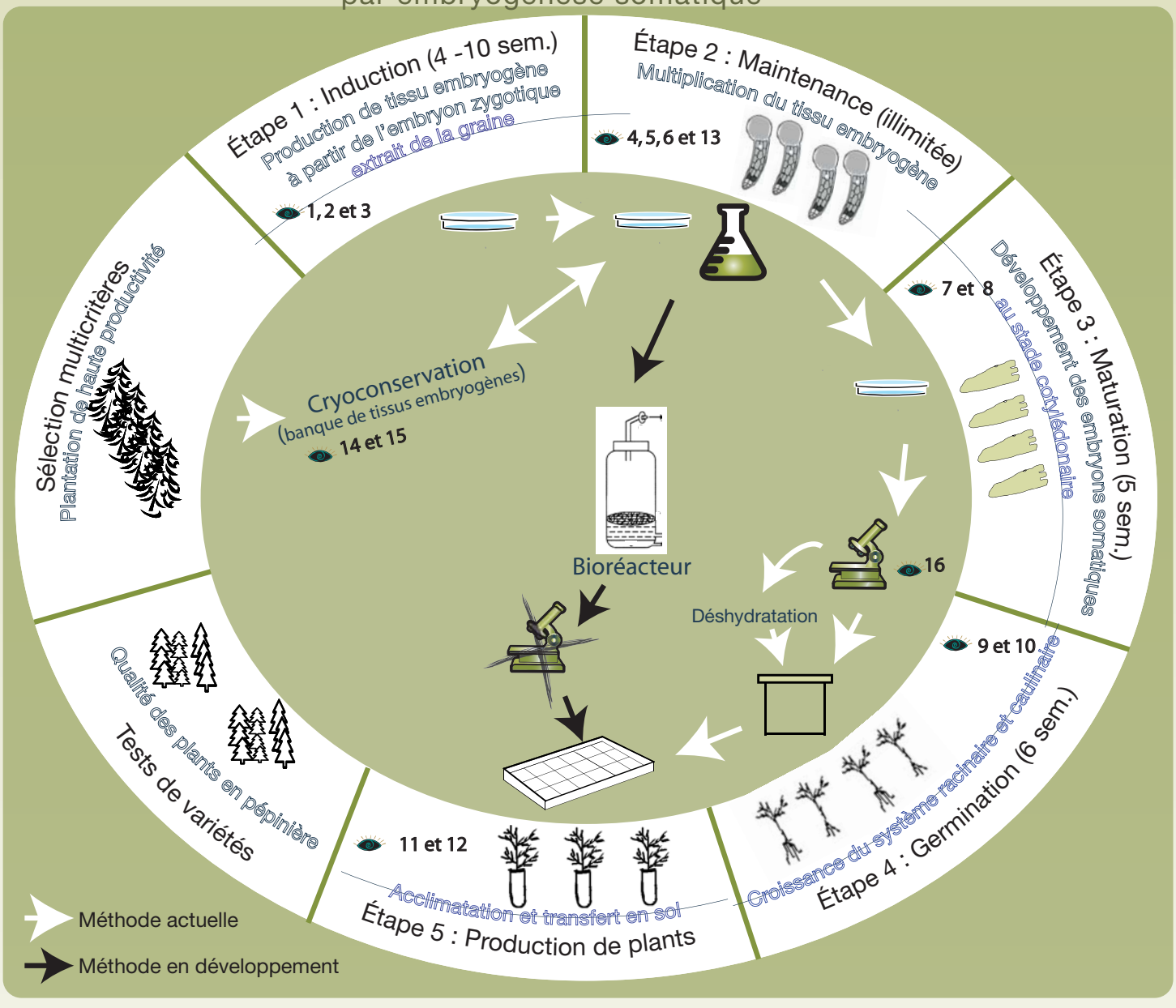
Embryogenèse somatique

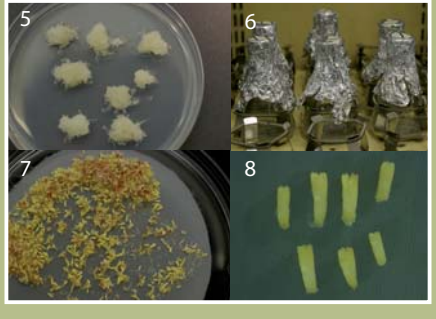
Production d'embryons somatiques

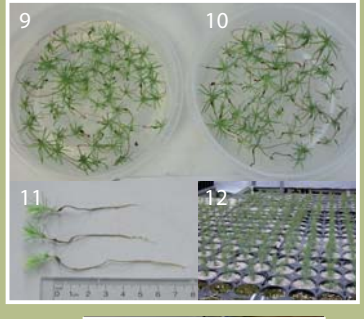
1 : ∞

Technologie innovante et applicable de manière opérationnelle

Principales étapes de la production de plants d'épinette blanche par embryogenèse somatique







Unité opérationnelle de production de plants par embryogenèse somatique à la pépinière de Saint-Modeste

Technologie d'avenir :

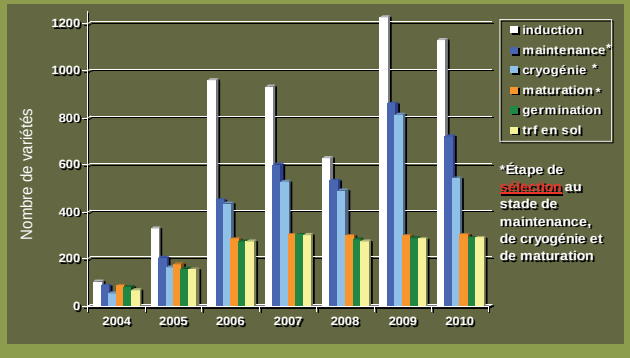
- Conservation des ressources génétiques (banque de tissus)
- Sylviculture intensive (permet de tirer profit des meilleures sélections variétales)
- Produit commercial (offrir sur demande un produit de qualité supérieure)

Avantages des tests de variétés :

- Évaluation de la performance des variétés
- Productivité accrue
- Plus de résistance aux insectes et maladies
- Meilleure adaptation aux changements climatiques
- Régularité de productivité et de forme

L'état actuel des tests de variétés avec l'épinette blanche

Protocole standard pour l'épinettte blanche



Plants en serre

11 semaines (12 cm)

Plants en pépinière

1 an (23 cm)

2 ans (37 cm)

En 2010, 3038 variétés somatiques d'épinette blanche en banque cryogénique, issues de 69 croisements dirigés recommandés.

Plants en champ

1 an (64 cm)

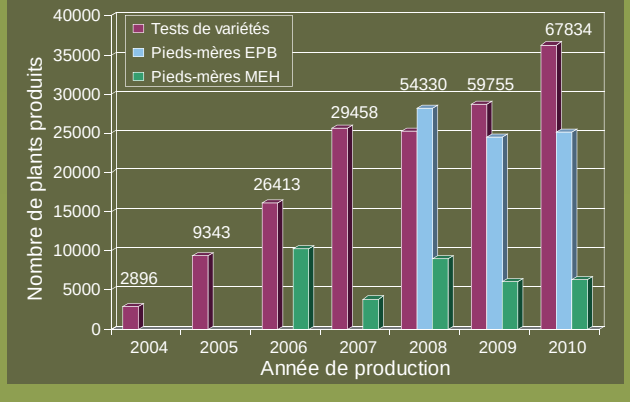
2 ans (80 cm)

3 ans (121 cm)

4 ans (210 cm)

Bilan de la production de plants par embryogenèse somatique depuis 2004

En complémentarité avec le bouturage



Culture de plants issus de boutures (1 an en pépinière)

Laurence Tremblay[1], Biologiste, M.Sc.
Julie Gingras[2], B.Sc. MCB. C. environnement.
Michel Rioux[2],Tech.f., B.Sc., DESS.
Annie Dionne[2], B.Sc. (biologiste concentration microbiologie).
Josée Gravel[2], Tech. horticole, C. biotechnologie.
Annie Carrier[2], Tech. bioécologie.
Claude Gagné[1], Ing. f., M.Sc.

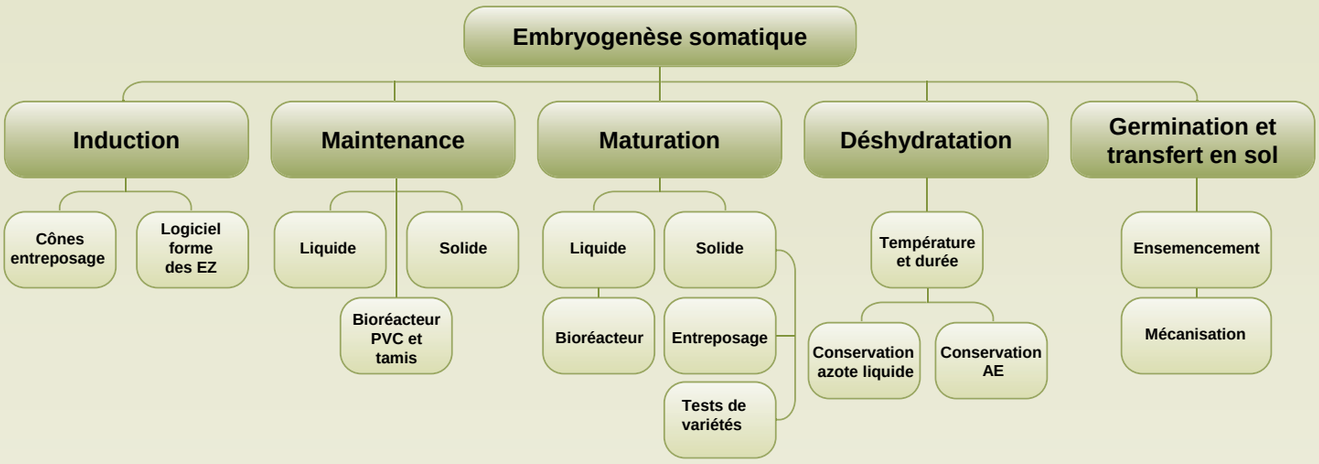
[1]*Division de la production des semences forestières, Direction générale des pépinières et des stations piscicoles (DGPSP), Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF).*

[2]*Pépinière forestière de Saint-Modeste, DGPSP, MRNF.*

Ressources naturelles et Faune
Québec

DGPSP

Développement et optimisation



Laboratoire d'application opérationnelle :

- Optimiser les protocoles d'embryogenèse somatique
- Améliorer les techniques de production à grande échelle
- Diminuer les coûts de production et réduire les manipulations
- Assurer la traçabilité (base de données informatisée)

Différents types de bioréacteurs pour la maturation

Comptage en maturation

	Boite de Pétri HLM 6 45			Bioréacteur PEG et 45 ABA				
	Nombre embryons normaux	Inoculation de départ (g)	Nombre par gramme	Nombre embryons normaux	Nombre embryons anormaux	% normaux	Inoculation de départ (g)	Nombre normaux par gramme
EPB03936 (bio 1)	317	2	158,5	2207	1639	57,4	7,18	307,4
EPB03967 (bio 3)	167	2	83,5	92	133	40,8888889	1,5	61,3
EPB03957 (Bio 4)	554	2	277,0	541	301	64,2517815	2	270,5

Plantules d'épinette blanche issues d'embryons somatiques, mises directement après la maturation dans un contenant Jiffy

Un investissement de 1,7 million de dollars a été accordé à la pépinière de Saint-Modeste afin d'améliorer les installations du laboratoire d'embryogenèse somatique, dont la superficie passera de 60 m² à 416 m².

Intégration de l'embryogenèse somatique dans la filière de reboisement

- Déterminer des variables morpho-physiologiques permettant de caractériser les variétés (performance, identifier les meilleurs, gain de croissance);
- Corréler les variables morpho-physiologiques des variétés évaluées en pépinière (sélection hâtive multi-critères) avec celles en plantation;
- Intégrer des variétés somatiques dans la filière de bouturage;
- Évaluer la qualité des semences et des plants issus des variétés somatiques;
- Favoriser la conservation à moyen et à long terme d'embryons somatiques en passant par la déshydratation et le suivi de l'activité de l'eau.

Photos : J. Gingras, A. Deshaies et L. Tremblay