Les plants d'origine somatique (POS) : un produit d'élite en développement chez l'épinette blanche

Présentation préparée par Laurence Tremblay*, biol., M.Sc.* et Sylvie Carles*, ing.f., Ph. D.,* Direction générale de la production de semences et de plants forestiers – DGPSPF

Forêts, Faune et Parcs
Québec

Reboisement

Production de semences

94 vergers à graines

Centre de semences forestières de Berthier

Clients - 10 régions

Forêts publiques

Forêts privées

9 responsables régionaux de la production des semences et des plants

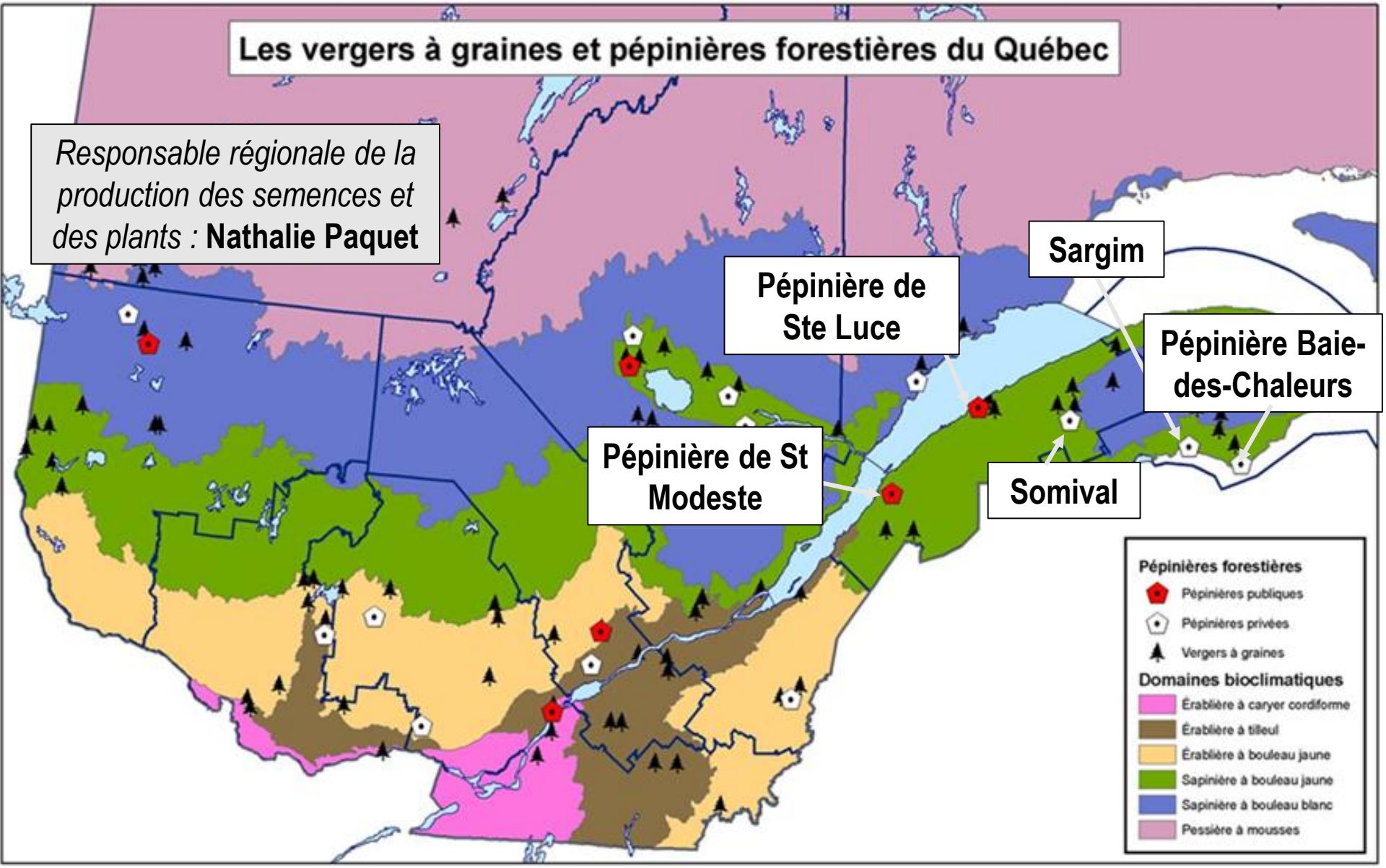
Direction générale de la production de semences et de plants forestiers

Production de plants

6 pépinières publiques

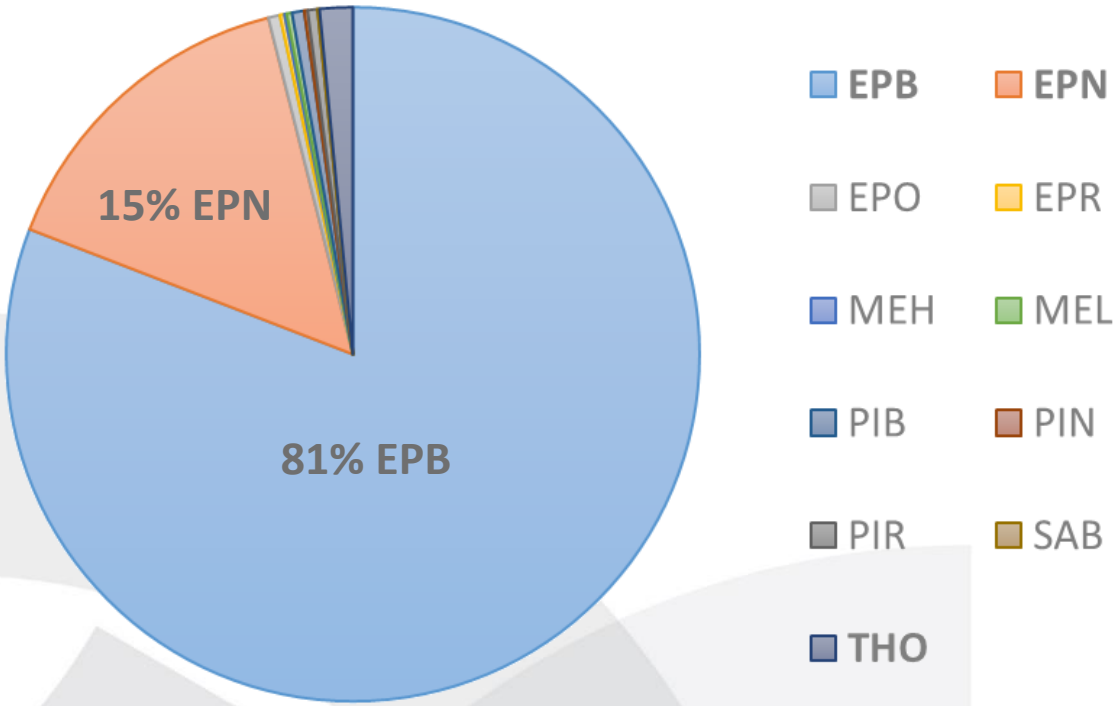
13 pépinières privées

6 pépinières publiques – 13 pépinières privées – 9 RRPSP



Plants livrés dans la R11 de 2013 à 2017

- Moyenne du nombre de plants livrés annuellement : **4,3 M**
- **97%** : essences résineuses



Forêts, Faune et Parcs
Québec

Pépinière forestière de Saint-Modeste

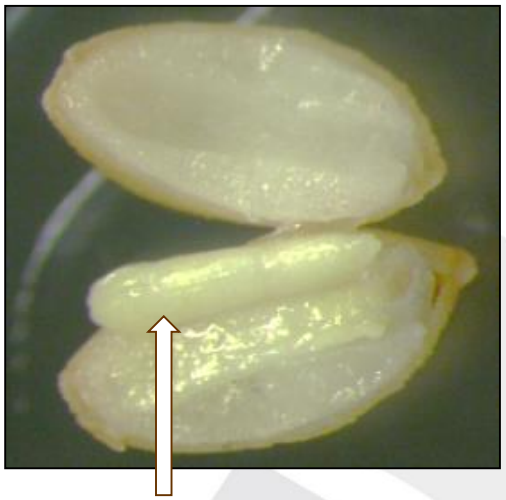
- Superficie : 150 ha
- Jusqu'à 350 employés au cœur de la saison
- Jusqu'à 10 millions de plants produits par an :
  - ✓ Plants en récipients ou à racines nues
  - ✓ Plants issus de boutures
  - ✓ Épinettes noire, blanche ou de Norvège, pins gris ou blanc, mélèzes hybride ou laricin.
- La seule, au Québec, à pouvoir produire des plants par embryogenèse somatique

Forêts, Faune et Parcs
Québec

L'embryogenèse somatique (ES), c'est…

… une technique de **multiplication végétative** comme le bouturage

… qui permet d'obtenir un nombre illimité d'individus à partir d'un organe (ex.: embryon de la graine). Ces individus sont génétiquement identiques à l'individu de départ (**Clone**)



Embryon de la graine

POS transférés en serre

… à l'ère des clones

L'ensemble de copies obtenues par multiplication végétative du même individu constitue **un clone**. Toutes les « copies » ont le même génotype.

Le clonage existe dans la nature

*« Au nord de la toundra, le développement de l'épinette noire est presque exclusivement assuré par le **marcottage** naturel de quelques sujets issus de graines apportées par le vent ou des animaux. »*

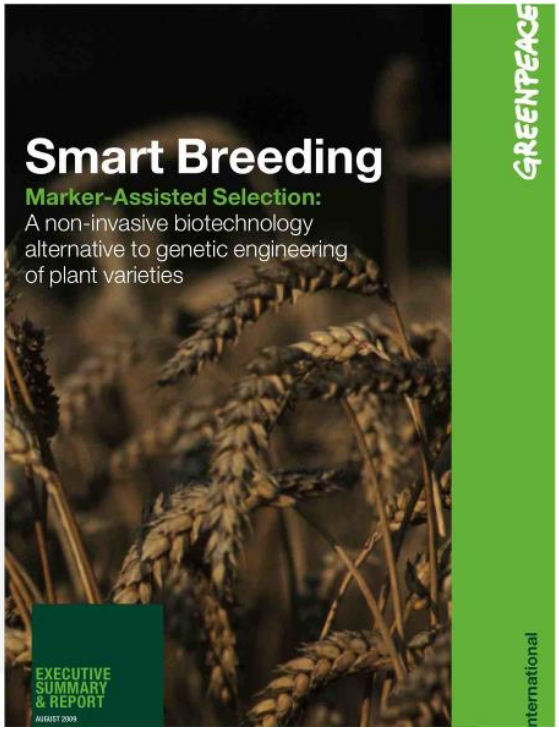
Forêts, Faune et Parcs
Québec

L'embryogenèse somatique (ES)

… n'est **pas** une méthode de transformation génétique

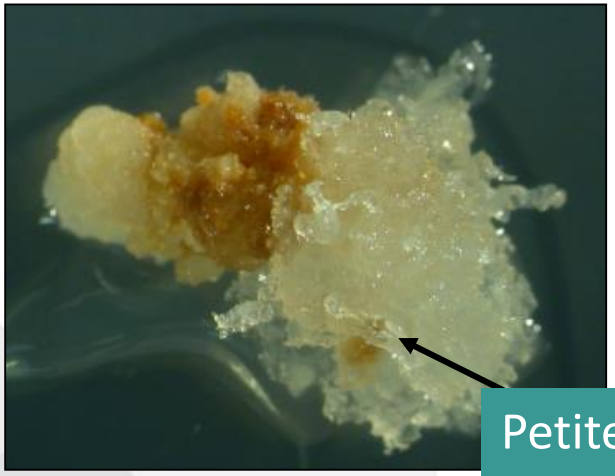
… sera une façon de reproduire les meilleurs individus identifiés avec la sélection assistée par marqueurs génétiques (S.A.M.) avec l'aide de la génomique (ou sélection génomique)

« *une méthode jugée non invasive s'appuyant sur la diversité génétique naturelle, et souhaitable pour éviter l'utilisation d'OGM et l'ingénierie génétique (Greenpeace 2009)* »



Les différentes étapes de l'ES

1 - Induction

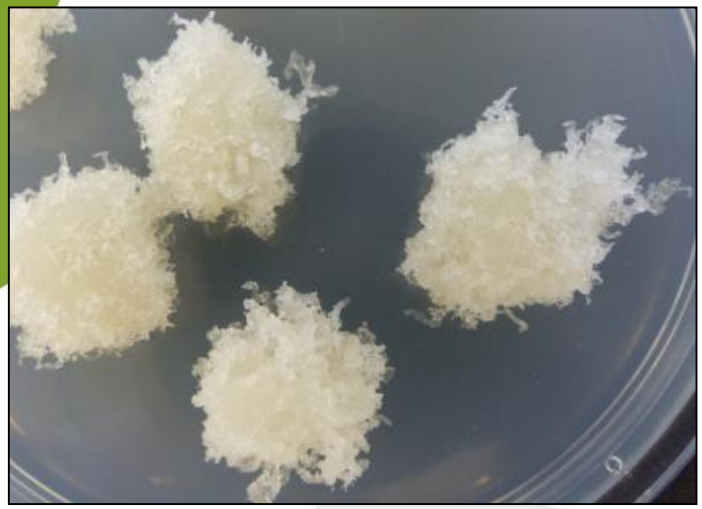


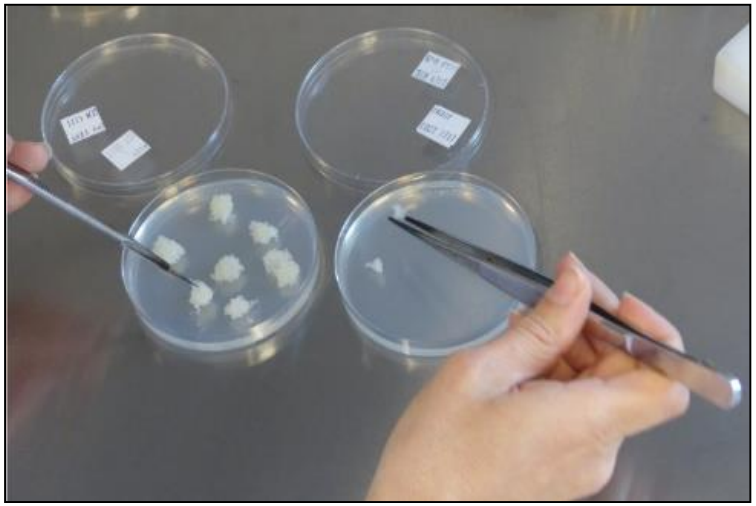
2 à 10 semaines

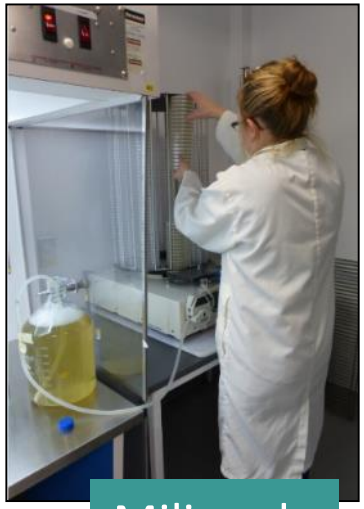
Petites masses à structure bipolaire nommées embryons somatiques.

Les différentes étapes de l'ES

2 - Maintenance





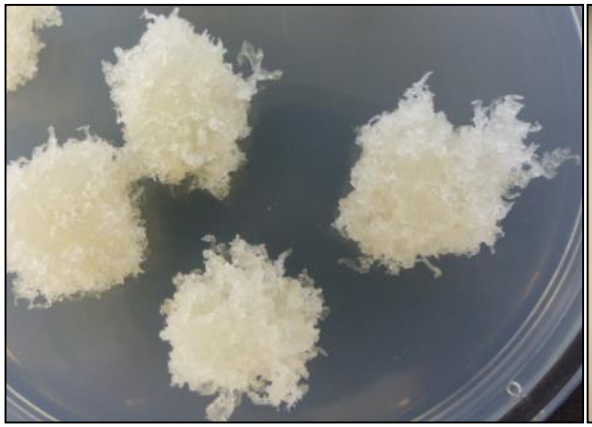


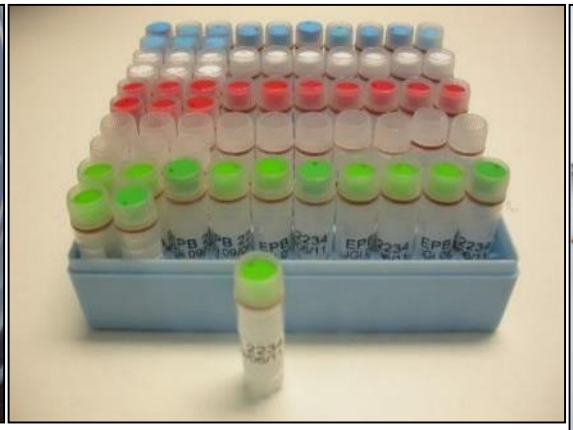
Milieu de culture

Illimitée (Transfert aux 2 semaines)

Forêts, Faune et Parcs
Québec

Principal avantage : **Cryoconservation**



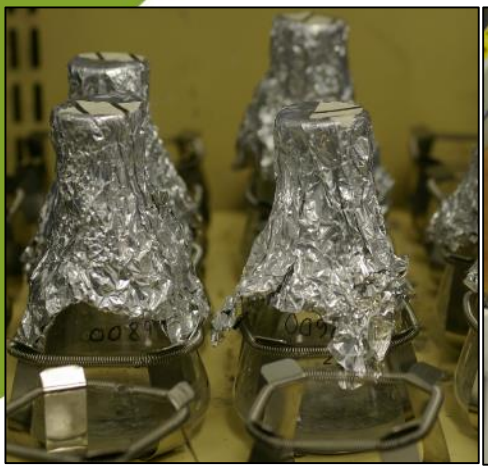


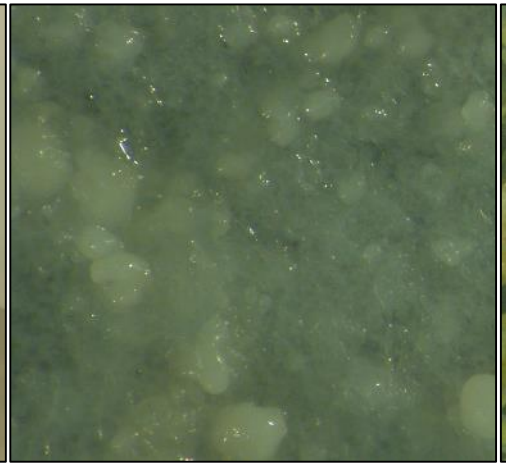
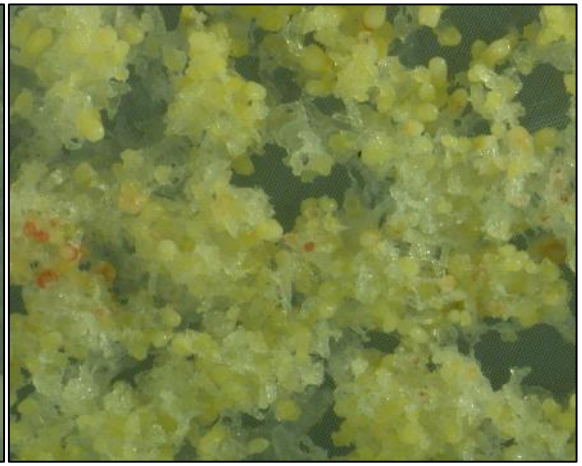
Entreposage du tissu embryogène (TE) dans l'azote liquide (–196 °C)
= Une opportunité unique

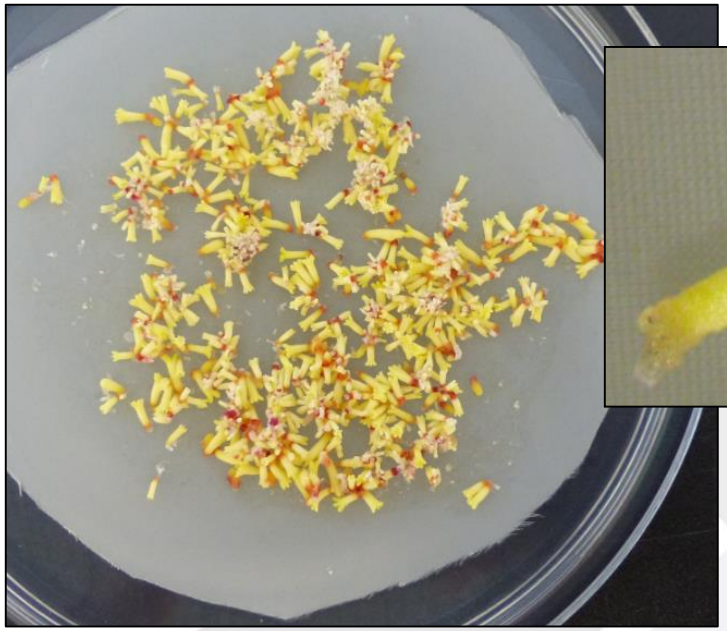
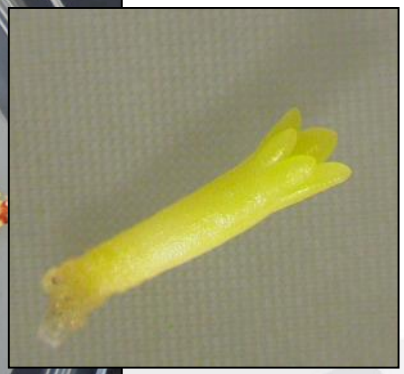
Forêts, Faune et Parcs
Québec

Les différentes étapes de l'ES

3 - Maturation



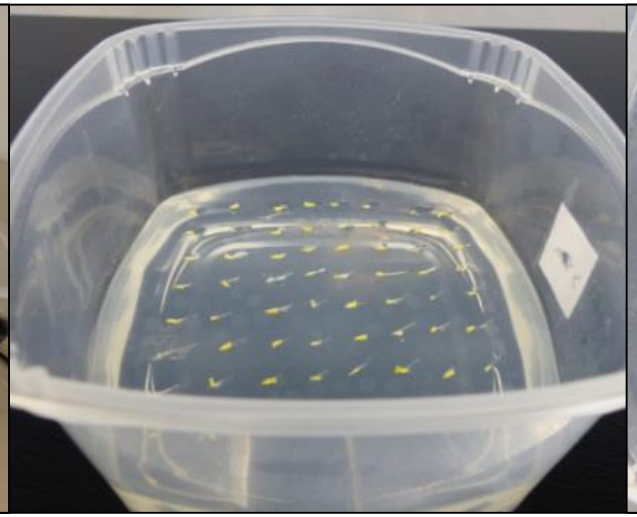



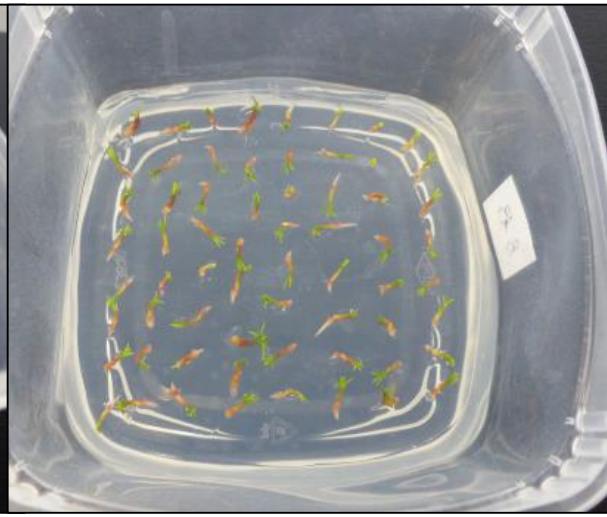



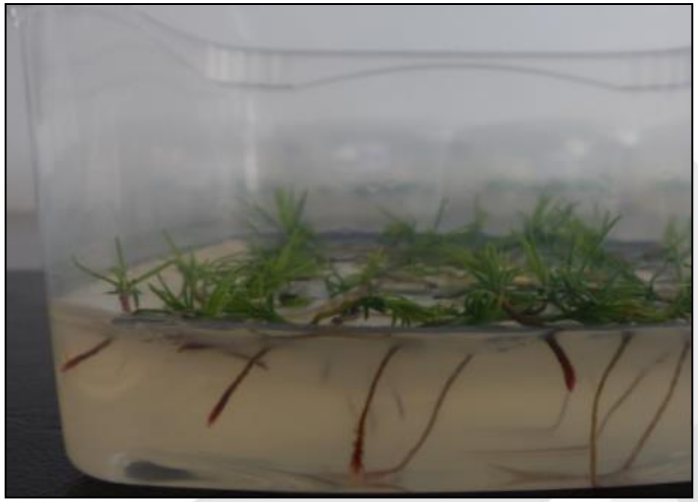
4 semaines

Les différentes étapes de l'ES

4 - Germination





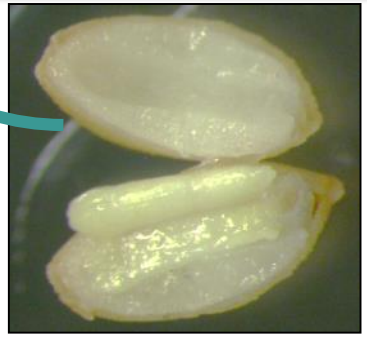


5 semaines

Les différentes étapes de l'ES

5 – Transfert en sol

1 semaine pour l'acclimatation puis transfert en sol



Des milliers de plants avec le même génotype que la semence de départ

Forêts, Faune et Parcs
Québec

Historique de l'embryogenèse somatique (ES)

Optimisation en laboratoire

MRNF – Université Laval

1990 à 2000

2001 à 2004

Transfert de connaissances

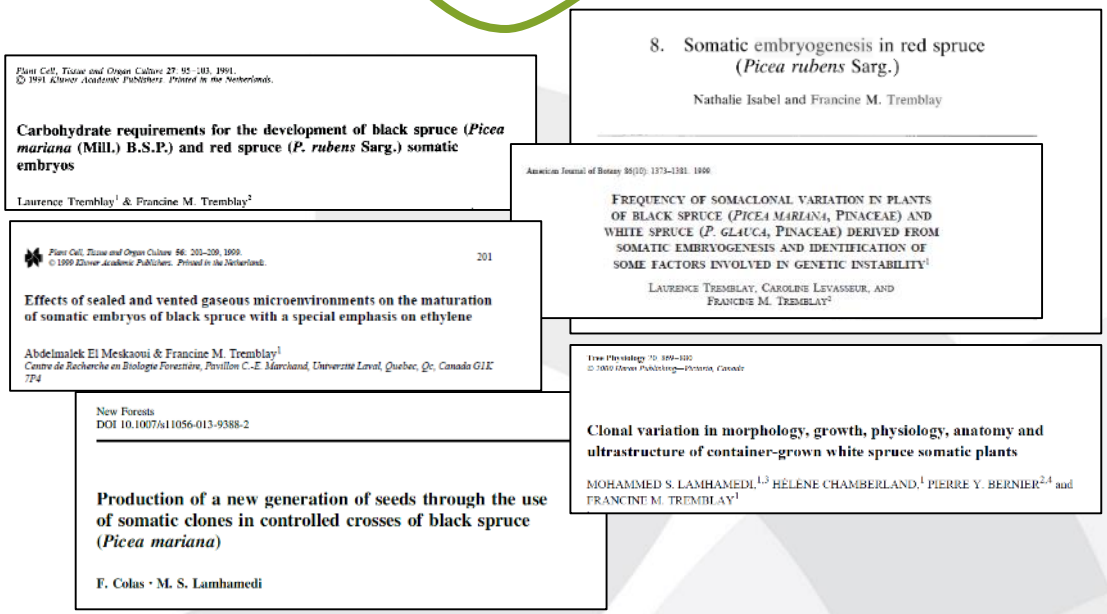
Pépinière de Saint-Modeste – Université Laval

2004 = Début des tests clonaux

Mise à l'échelle opérationnelle

Pépinière de Saint-Modeste

2005 à aujourd'hui



Plant Cell, Tissue and Organ Culture 27: 95–103, 1991.
© 1991 Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.

Carbohydrate requirements for the development of black spruce (*Picea mariana* (Mill.) B.S.P.) and red spruce (*P. rubens* Sarg.) somatic embryos

Laurence Tremblay[1] & Francine M. Tremblay[2]

8. Somatic embryogenesis in red spruce (*Picea rubens* Sarg.)

Nathalie Isabel and Francine M. Tremblay

American Journal of Botany 86(10): 1373–1381. 1999.

FREQUENCY OF SOMACLONAL VARIATION IN PLANTS OF BLACK SPRUCE (*PICEA MARIANA*, PINACEAE) AND WHITE SPRUCE (*P. GLAUCA*, PINACEAE) DERIVED FROM SOMATIC EMBRYOGENESIS AND IDENTIFICATION OF SOME FACTORS INVOLVED IN GENETIC INSTABILITY[1]

LAURENCE TREMBLAY, CAROLINE LEVASSEUR, AND FRANCINE M. TREMBLAY[2]

Plant Cell, Tissue and Organ Culture 56: 201–209, 1999.
© 1999 Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.

201

Effects of sealed and vented gaseous microenvironments on the maturation of somatic embryos of black spruce with a special emphasis on ethylene

Abdelmalek El Meskaoui & Francine M. Tremblay[1]
Centre de Recherche en Biologie Forestière, Pavillon C.-E. Marchand, Université Laval, Québec, Qc, Canada G1K 7P4

Tree Physiology 20: 889–896
© 2000 Heron Publishing—Victoria, Canada

Clonal variation in morphology, growth, physiology, anatomy and ultrastructure of container-grown white spruce somatic plants

MOHAMMED S. LAMHAMEDI,[1,3] HÉLÈNE CHAMBERLAND,[1] PIERRE Y. BERNIER[2,4] and FRANCINE M. TREMBLAY[1]

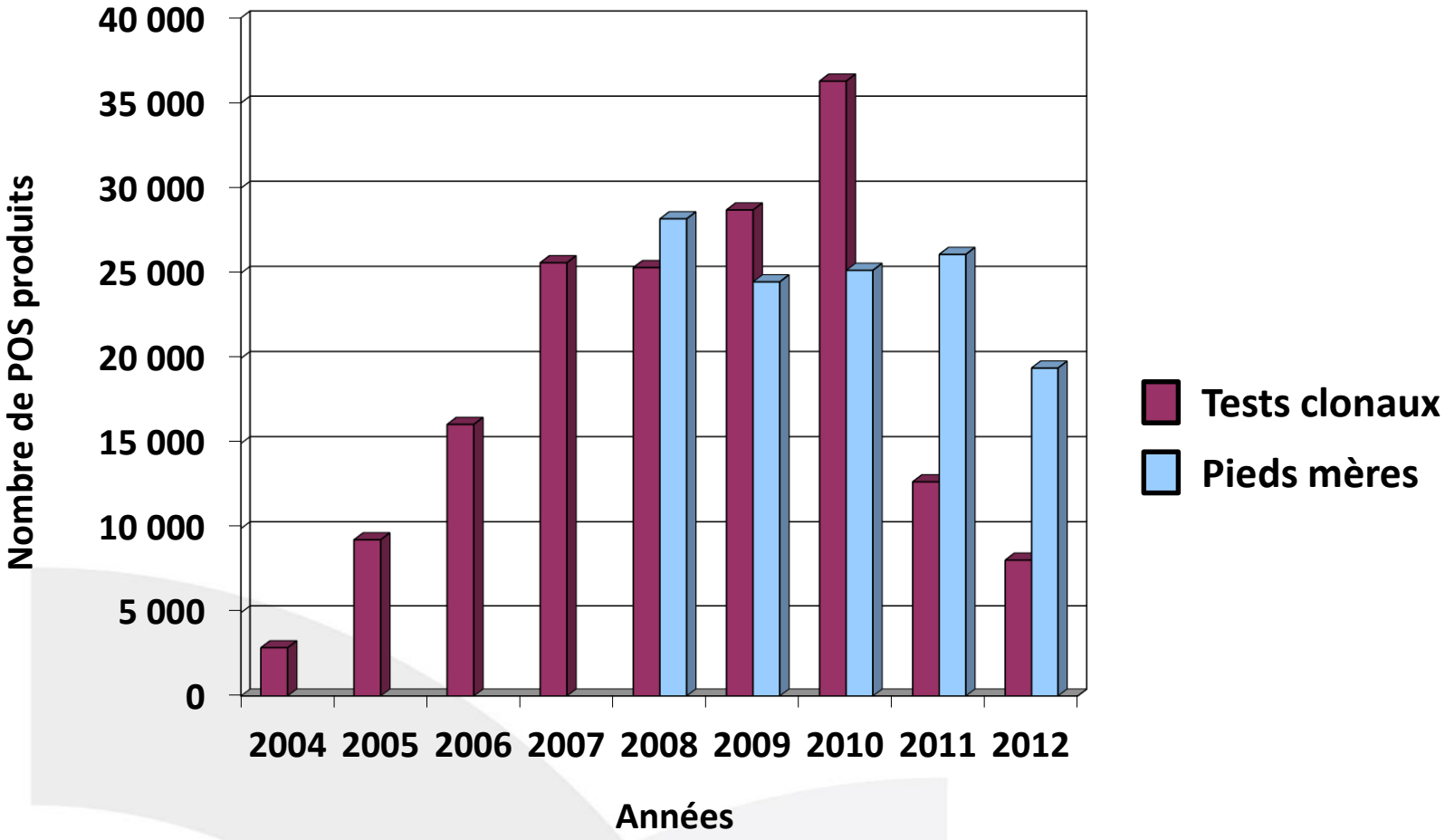
New Forests
DOI 10.1007/s11056-013-9388-2

Production of a new generation of seeds through the use of somatic clones in controlled crosses of black spruce (*Picea mariana*)

F. Colas · M. S. Lamhamedi

Forêts, Faune et Parcs Québec

Mise à l'échelle opérationnelle progressive



2004 - 2017 : **3294 clones d'épinette blanche** en banque cryogénique provenant de 71 croisements dirigés recommandés. **1513 clones** en tests clonaux

Historique de l'embryogenèse somatique (ES)

1990 à 2000

Optimisation en laboratoire

MRNF – Université Laval

2001 à 2004

Transfert de connaissances

Pépinière de Saint-Modeste – Université Laval

2004 = Début des tests clonaux

2005 à aujourd'hui

Mise à l'échelle opérationnelle

Pépinière de Saint-Modeste

2012

Plan strat. ES

2013

Agrand. labo ES

Projets en génomique

leSoleil

Québec 1°C

ACTUALITÉS EN RÉGION

Pépinière de St-Modeste: une subvention pour cloner des arbres

MARC LAROUCHE
Le Soleil

Forêts, Faune et Parcs
Québec

Laboratoire d'embryogenèse somatique

- Unité de production de plants d'ES à Saint-Modeste
- Le **seul** laboratoire au Québec à produire des plants résineux par Embryogenèse somatique
- Un seul autre laboratoire au Canada *(compagnie Irving au Nouveau-Brunswick)*

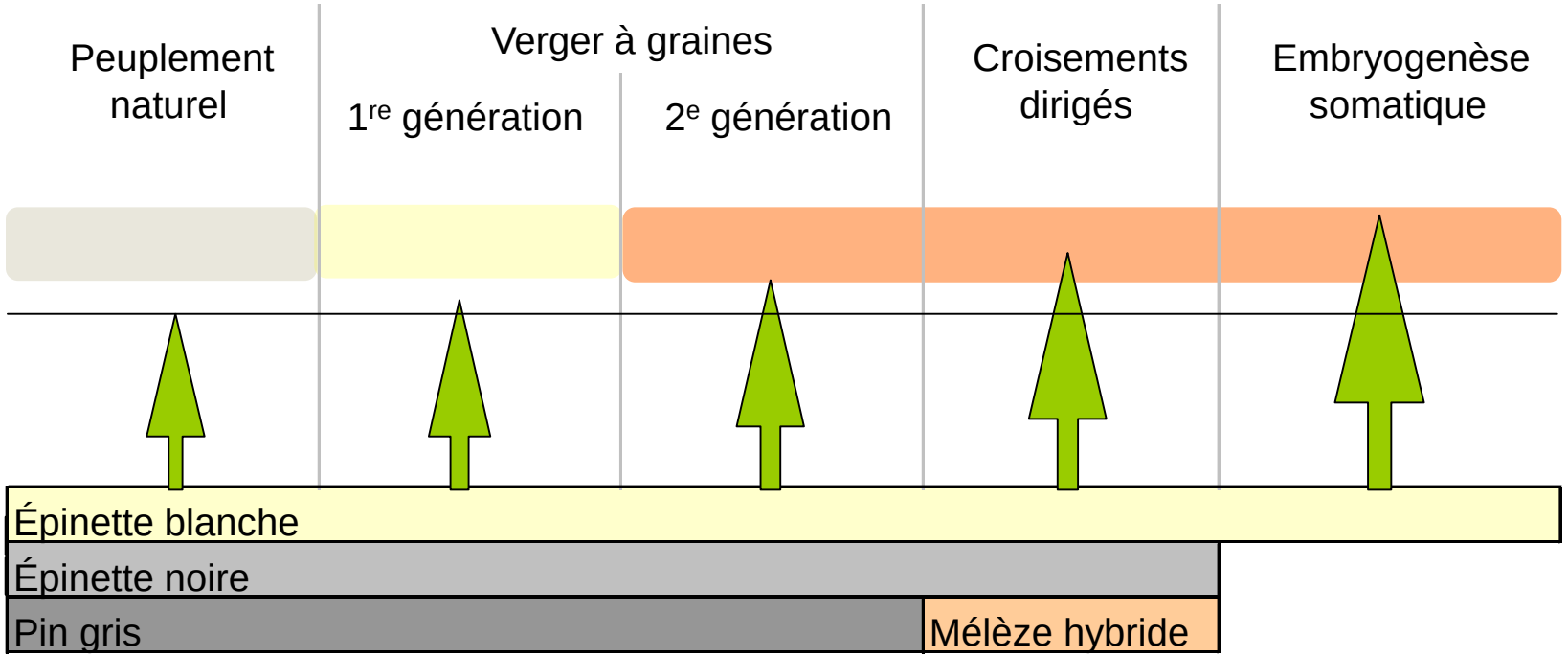
Plants produits par embryogenèse somatique

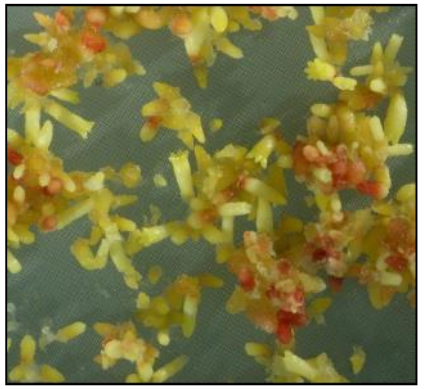
- Le premier million de plants d'épinette blanche produits par embryogenèse somatique (POS) sera déployé livré en 2018 dans les régions 01 et 11.
- Ces POS représentent un nouveau produit d'élite.
- L'embryogenèse somatique est notre fer de lance en termes d'amélioration génétique.

Test clonal de POS d'ÉPB mis en terre en 2008

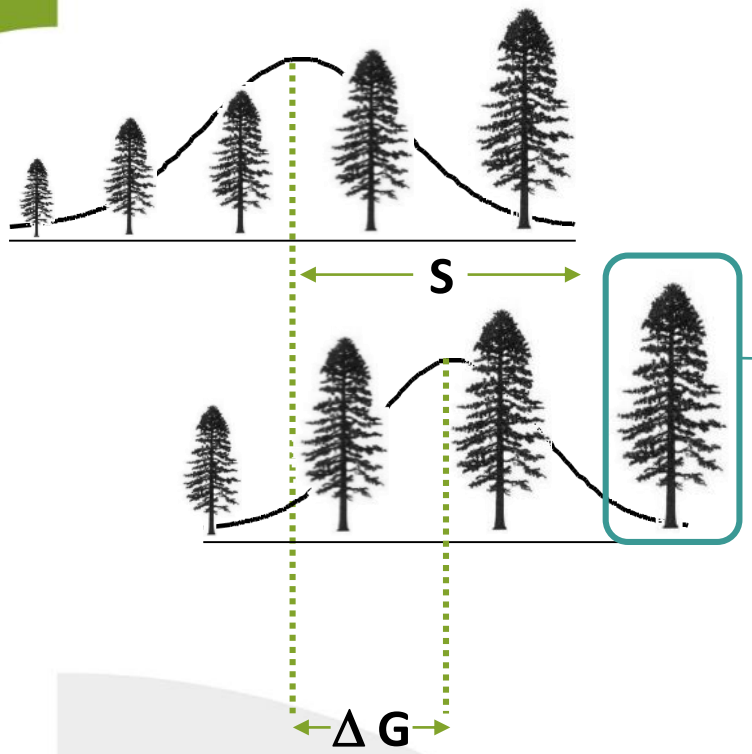
Nul Bas Intermédiaire Élevé

NAP Niveau d'amélioration des plants





La crème de la crème – NAP élevé



On identifie ce que la nature fait de mieux et on le reproduit par embryogenèse somatique

Essence	N0	V1	V2	CD
EPB	0,0 %	5,0 %	15,0 %	25,0 %

Valeurs du gain anticipé sur la hauteur moyenne

Source : André Rainville, DRF pour les gains anticipés

La place et le rôle des POS

Il n'est pas envisagé d'établir toutes les plantations avec des plants produits par embryogenèse somatique

Livraison annuelle de plants :	130 000 000
Livraison annuelle de plants d'ÉPB :	27 000 000
Livraison annuelle de POS d'ÉPB :	2 000 000

L'intensification permise sur de petites surfaces par ce matériel d'élite permettra de diminuer la pression de récolte sur les forêts issues de régénération naturelle

Forêts, Faune et Parcs
Québec

POS : Un produit en développement

- **Caractériser les clones en tests clonaux**

Tests clonaux

2004 - 2017 : **3294 clones d'épinette blanche** en banque cryogénique provenant de 71 croisements dirigés recommandés

Tests clonaux

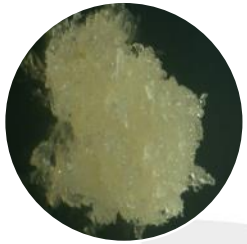
Dix années de tests clonaux (2007 à 2016) : **1513 clones** provenant de 71 croisements différents.

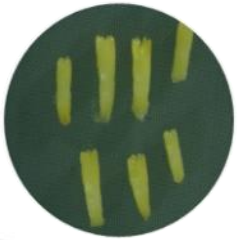
Objectif : identifier des clones performants dans les tests clonaux pour constituer des variétés multiclonales performantes.

Forêts, Faune et Parcs
Québec

POS : Un produit en développement

- **Caractériser les clones en tests clonaux** (octobre 2017 : 1348 mesurés sur 1513)
- **Identifier des clones performants sur le terrain et en laboratoire**


Maintenance


Maturation

Germination

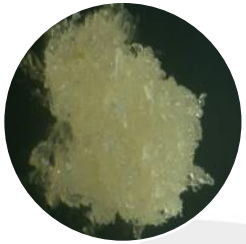
Transfert en sol

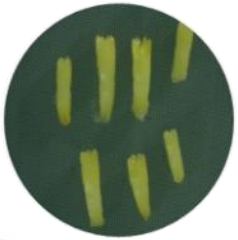
Test clonal

Forêts, Faune et Parcs
Québec

POS : Un produit en développement

- **Caractériser les clones en tests clonaux** (octobre 2017 : 1348 mesurés sur 1513)
- **Identifier des clones performants sur le terrain et en laboratoire**


Maintenance


Maturation

Germination

Transfert en sol

Test clonal

- **Perfectionner les méthodes en laboratoire** (diminution des coûts, bioréacteur, …)

Forêts, Faune et Parcs
Québec

POS : Un produit en développement

- **Caractériser les clones en tests clonaux** (octobre 2017 : 1348 mesurés sur 1513)
- **Identifier des clones performants sur le terrain et en laboratoire**
- **Perfectionner les méthodes en laboratoire** (diminution des coûts, bioréacteur, …)
- **Sélection génomique** *(SCF – U. Laval – MFFP)* des meilleurs clones à partir de leur ADN

Forêts, Faune et Parcs
Québec

POS : Un produit en développement

- **Caractériser les clones en tests clonaux** (octobre 2017 : 1348 mesurés sur 1513)
- **Identifier des clones performants sur le terrain et en laboratoire**
- **Perfectionner les méthodes en laboratoire** (diminution des coûts, bioréacteur, …)
- **Sélection génomique** *(SCF – U. Laval – MFFP)* des meilleurs clones à partir de leur ADN
- Caractériser **le comportement des clones en pépinière**

Forêts, Faune et Parcs
Québec

Un suivi par clone tout au long de la production

En laboratoire : une approche par clone

À partir du transfert en sol :

Clones mélangés

Clones purs

Nombre de plants par pétri

Forêts, Faune et Parcs
Québec

Un suivi par clone tout au long de la production

… pendant **la production des pieds mères** et au moment du prélèvement des tigelles …

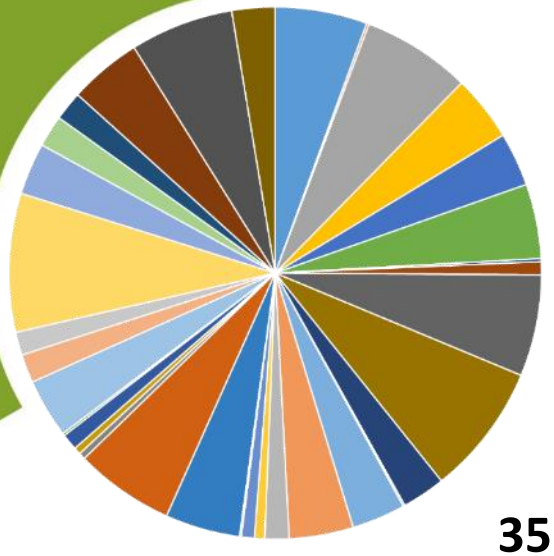
Nombre de tigelles prélevées par pied mère

Pourcentage d'enracinement

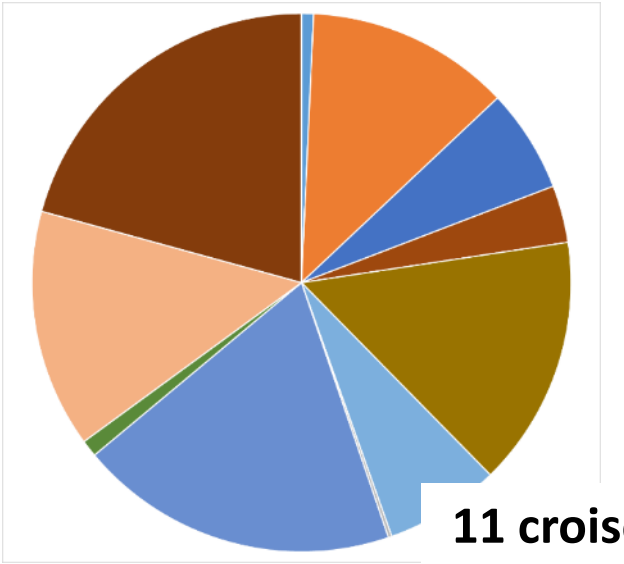
… puis tout au long de la production des **plants issus de boutures - POS**

Nombre de plants livrables

Des plantations multiclonales



35 clones



11 croisements

Lots de plants livrés en 2018 : **35 clones** distincts représentant **11 croisements dirigés** différents ⇒ **plantation multiclonale**

Il n'est pas envisagé d'établir des plantations avec un seul clone

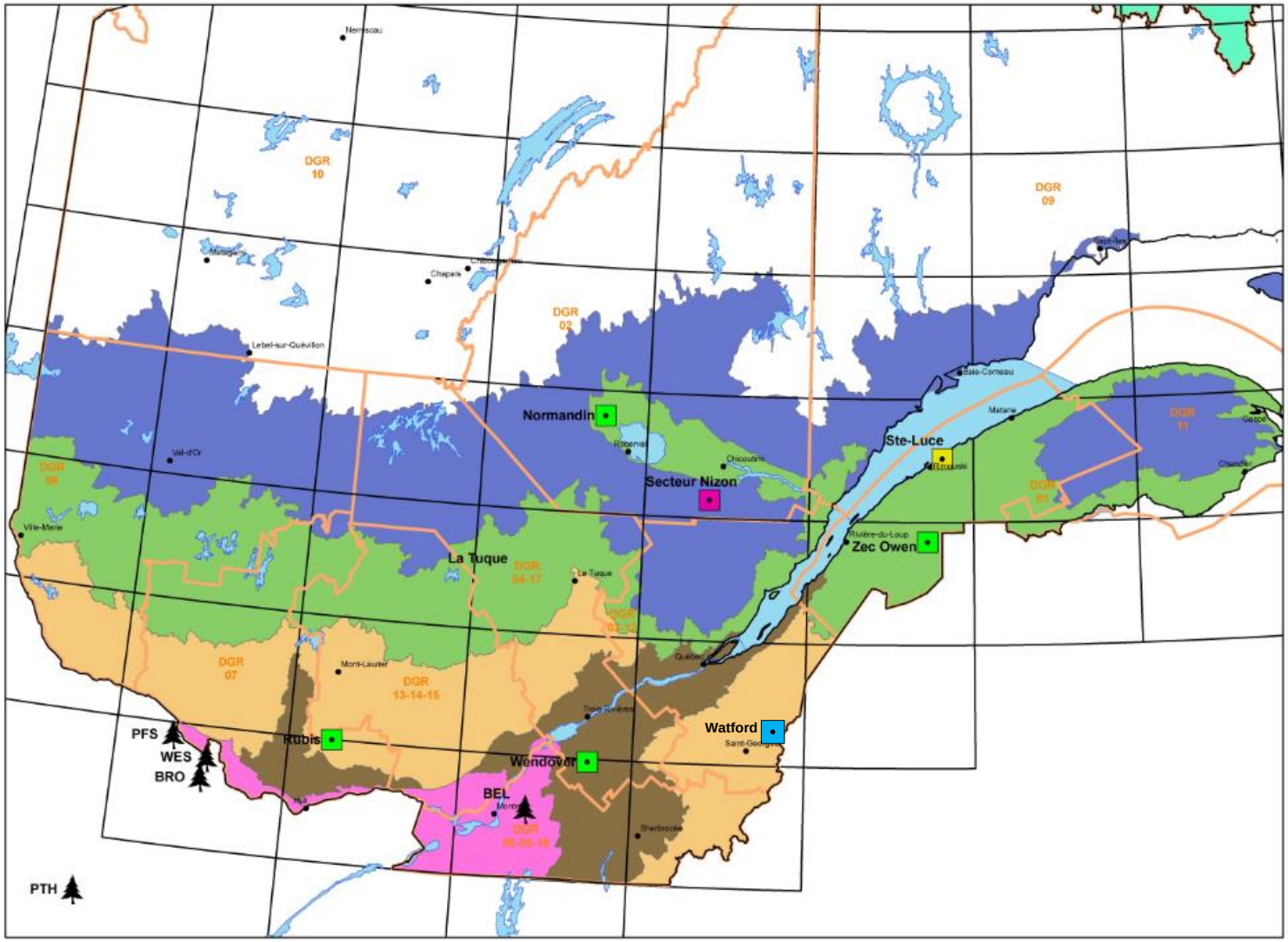
Forêts, Faune et Parcs
Québec

POS : Un produit en développement

- Caractériser **le comportement des clones en plantations forestières**
  - Tests de déploiement

Forêts, Faune et Parcs
Québec

Tests de déploiement : 7 plantations



Localisation des essais de plantations POS et des provenances ayant servies aux croisements dirigés

Légende

Type

- Provenances
- Test 2014
- Test 2015
- Test 2016
- Test 2017

André Deshaies ing.f.

Direction générale de la production de semences et de plants forestiers

17 novembre 2015

Forêts, Faune et Parcs
Québec

POS : Un produit en développement

- Caractériser **le comportement des clones en plantations forestières**
  - Tests de déploiement
  - Plantations avec des POS à partir de 2018 : **traçabilité de ces plantations**

Gestion des plants de reboisement

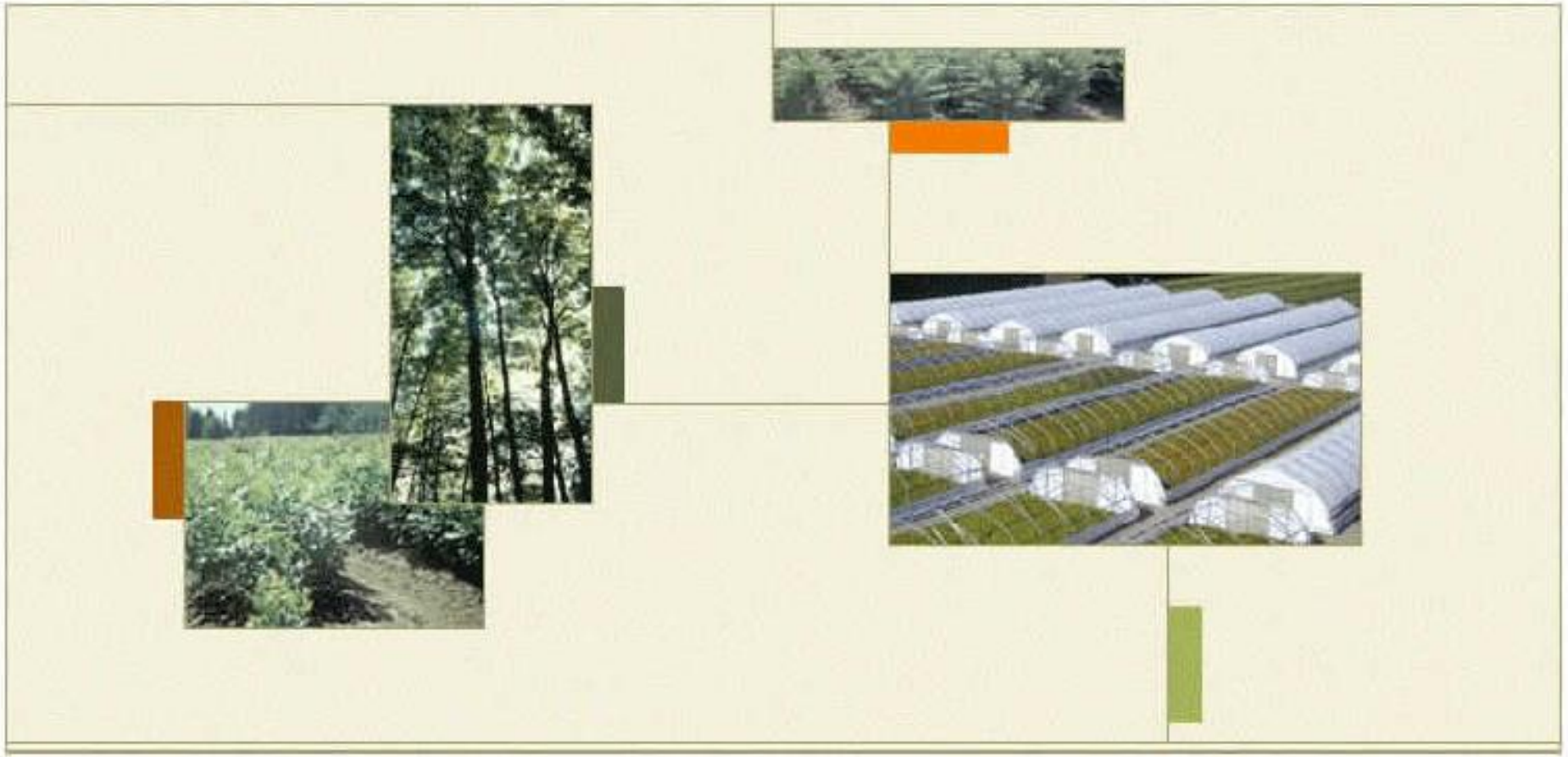
Dossier Edition Demande Programmation Suivi Production Allocation/Livraison Pilotage Rapport Outils ? Fenêtre

Fenêtre principale

CARSY7 2015-04-29 U.A. % Prd. % An. %

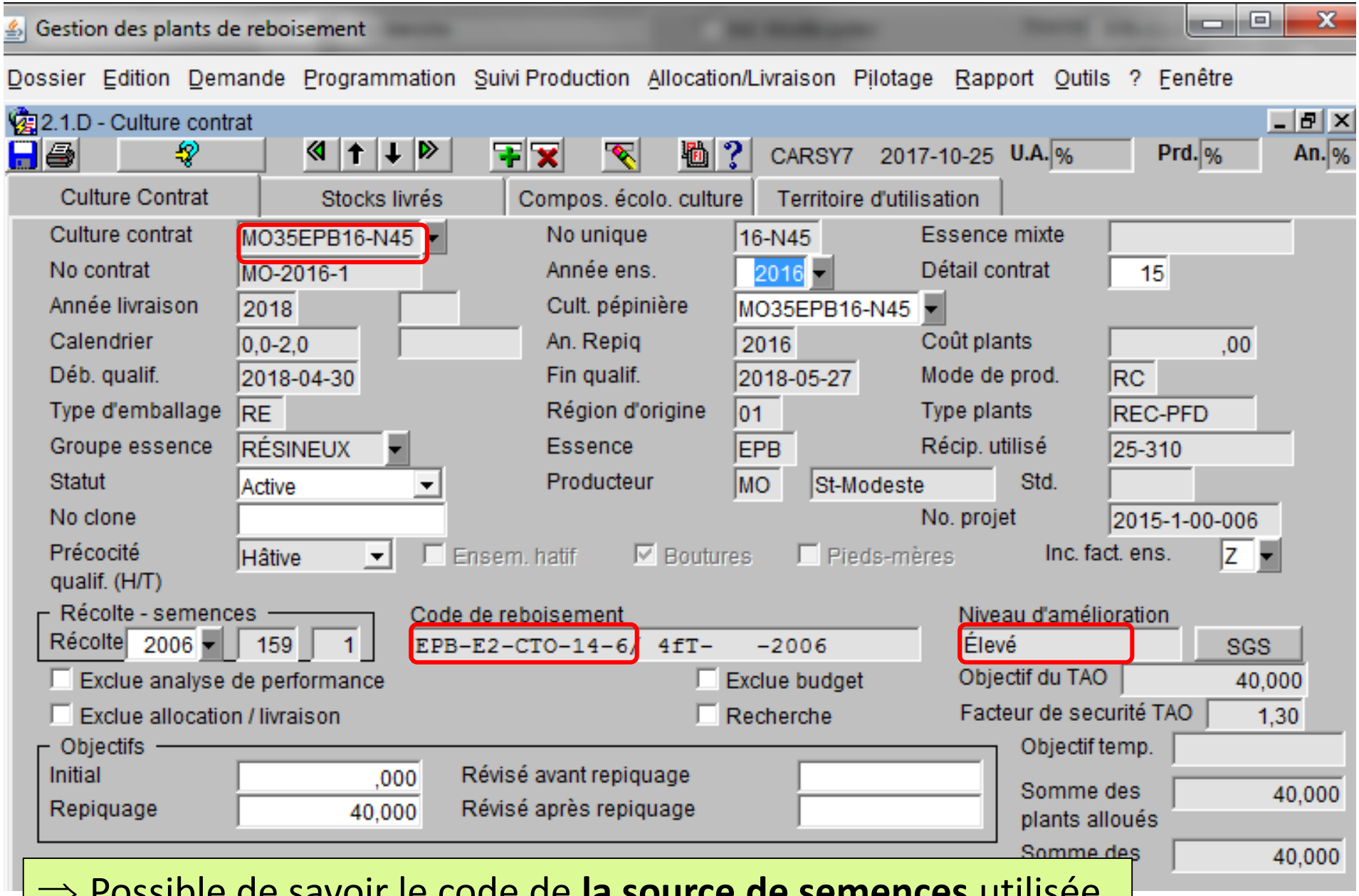
Forêts, faune et Parcs Québec

Systeme Plants



Québec

© Gouvernement du Québec, 2025



⇒ Possible de savoir le code de **la source de semences** utilisée pour produire ces plants

Traçabilité des plantations POS

À retenir …

- Le clonage existe dans la nature (ex. : marcottage, boutures)
- L'embryogenèse somatique n'est pas une méthode de transformation génétique

- Les POS sont un produit en développement
- Il n'est pas envisagé d'établir des plantations avec un seul clone
- Il n'est pas envisagé d'établir toutes les plantations avec des plants produits par embryogenèse somatique