

Les ectomycorhizes dans les pépinières forestières au Québec: éléments historiques et effets sur la qualité morpho-physiologique des plants

Mohammed S. Lamhamedi

Mario Renaud

Direction de la recherche forestière

mohammed.lamhamedi@mffp.gouv.qc.ca

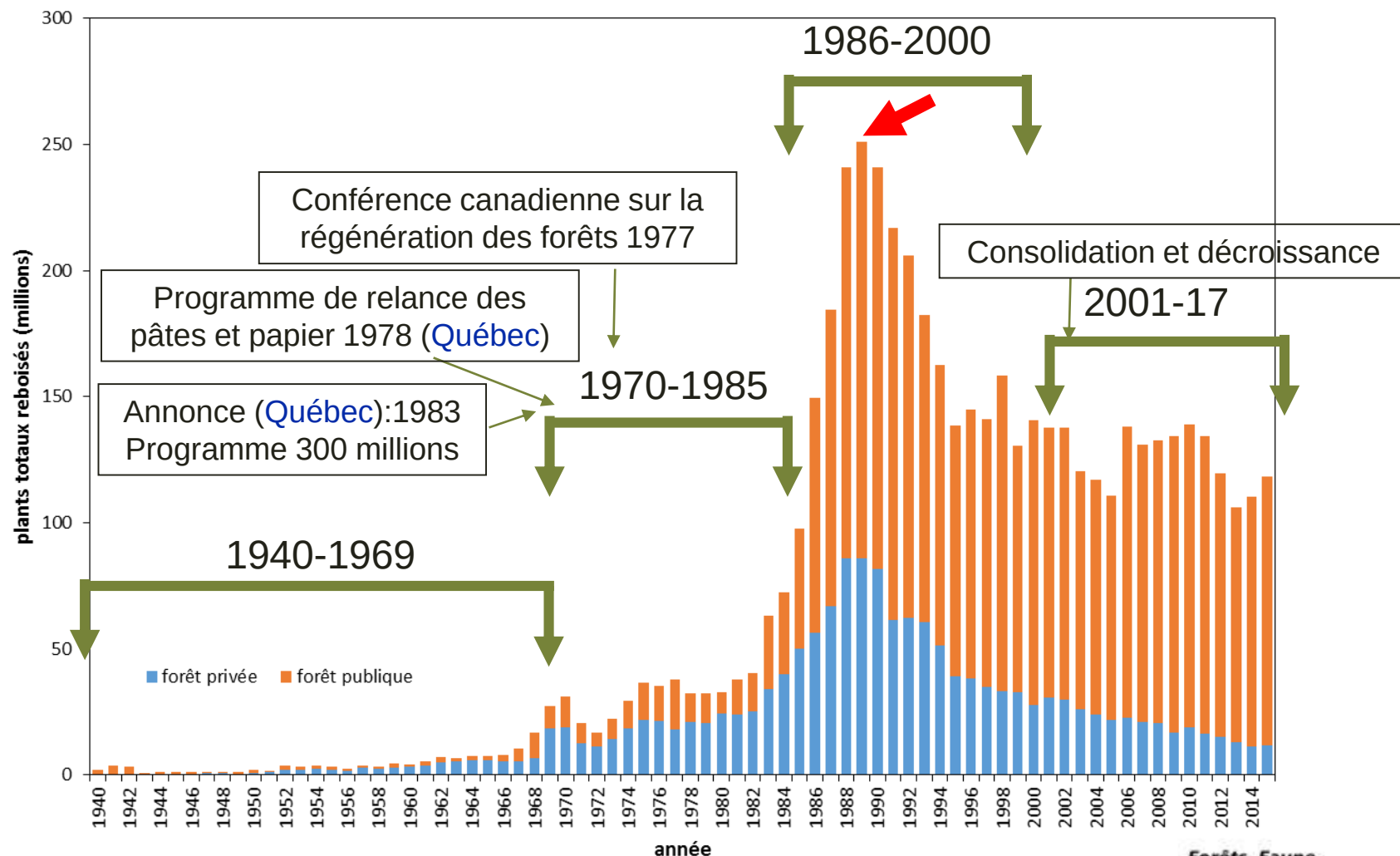


Mycorhizes 2017
10 et 11 mai 2017, Québec

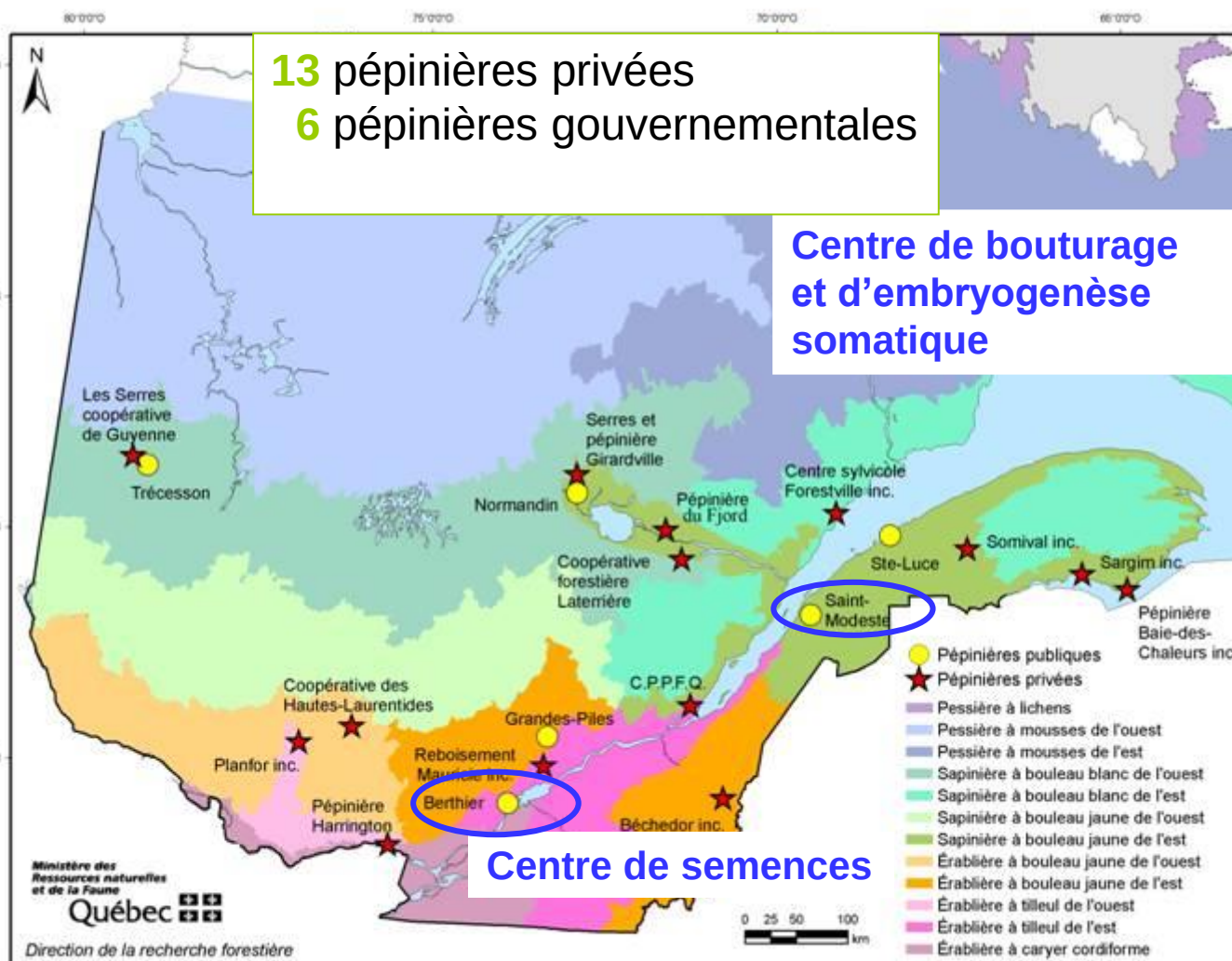
OBJECTIS

- Retracer les principaux éléments historiques spécifiques à la production de plants forestiers, d'inoculats de champignons ectomycorhiziens et les techniques d'inoculation dans les pépinières forestières gouvernementales du Québec;
- Énumérer les principaux axes de recherche développés au Québec pour faciliter la mise en application des ectomycorhizes à une échelle opérationnelle
- Exposer quelques exemples d'intégration de techniques culturales (calcite) permettant la colonisation rapide des racines par les ectomycorhizes et la diminution du taux d'insuffisance racinaire.

Principales phases historiques de production de plants et du reboisement au Québec pour la période 1940 à 2015 : Plants totaux reboisés par année en forêt privée et publique



Pépinières forestières du Québec (2017)



130 millions de plants dotés d'un système de traçabilité

Pas d'AGM

Diversité génétique

États-Unis (2012-13):

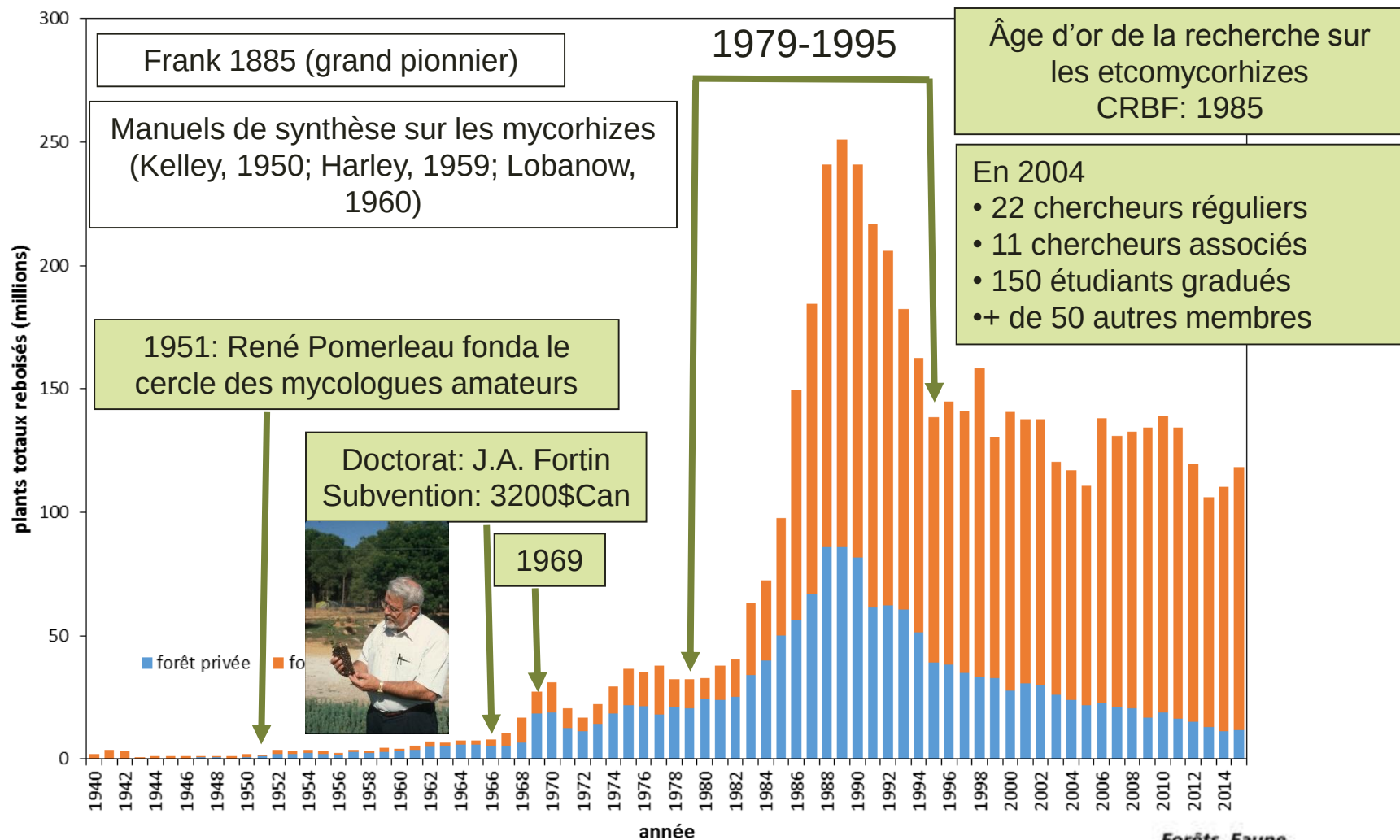
Total: 1 181 554 535

- RN: 907 919 142
- REC: 273 635 393

Suède 2013:

381 millions

Quelques phases historiques ayant marqué la recherche sur les ectomycorhizes au Québec



Quelques pionniers de la recherche et de la mise en application des ectomycorhizes à une échelle opérationnelle

- Université Laval

- J. André Fortin
- Yves Piché
- Maurice Lalonde
- Julie Samson
- Christian Godbout
- Claude Fortin
- Serge Lemay
- Près de 80 étudiants gradués
- Stagiaires postdoctoraux
- Professionnels et techniciens
- Étudiants de premier cycle

- Ministère des Forêts de la Faune et des Parcs

- Charles-Gilles Langlois
- Jean Gagnon
- Mario Renaud
- Mohammed S. Lamhamedi
- Étudiants et stagiaires
- Pépinières gouvernementales

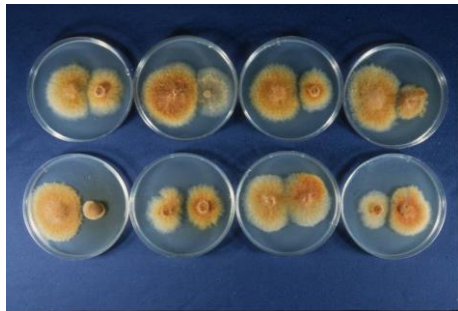
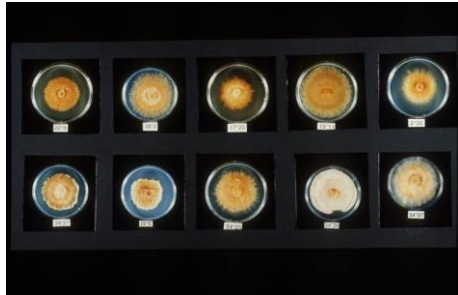
Principaux axes de recherche développés au Québec pour faciliter la mise en application des ectomycorhizes à une échelle opérationnelle

- Mise au point des techniques de production des différents types d'inoculum des champignons ectomycorhiziens (solide, liquide).
- Développement des techniques de culture et de mycorhization des plants en relation avec la compréhension des interactions spécifiques champignon-espèce forestière,
- Optimisation des techniques d'inoculation et des régions de culture (propriétés physico-chimique des substrats, fertilisation, etc.) selon les stades de croissance des plants;



Principaux axes de recherche développés au Québec pour faciliter la mise en application des ectomycorhizes à une échelle opérationnelle

- Génétique des champignons ectomycorhiziens et compréhension des différents processus (physiologiques, moléculaires, chimiques, etc.) intervenant dans la formation des ectomycorhizes et la protection des plants contre les agents pathogènes.
- Optimisation des techniques de culture et des variables environnementales en relation avec la compréhension des processus écophysologiques qui favorisent la fructification des champignons ectomycorhiziens;



Principales phases d'intégration et de mise en application des ectomycorhizes à une échelle opérationnelle

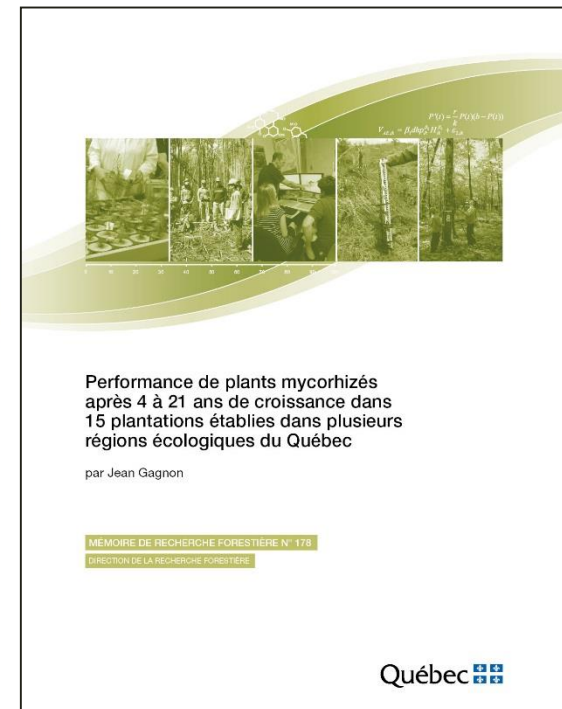
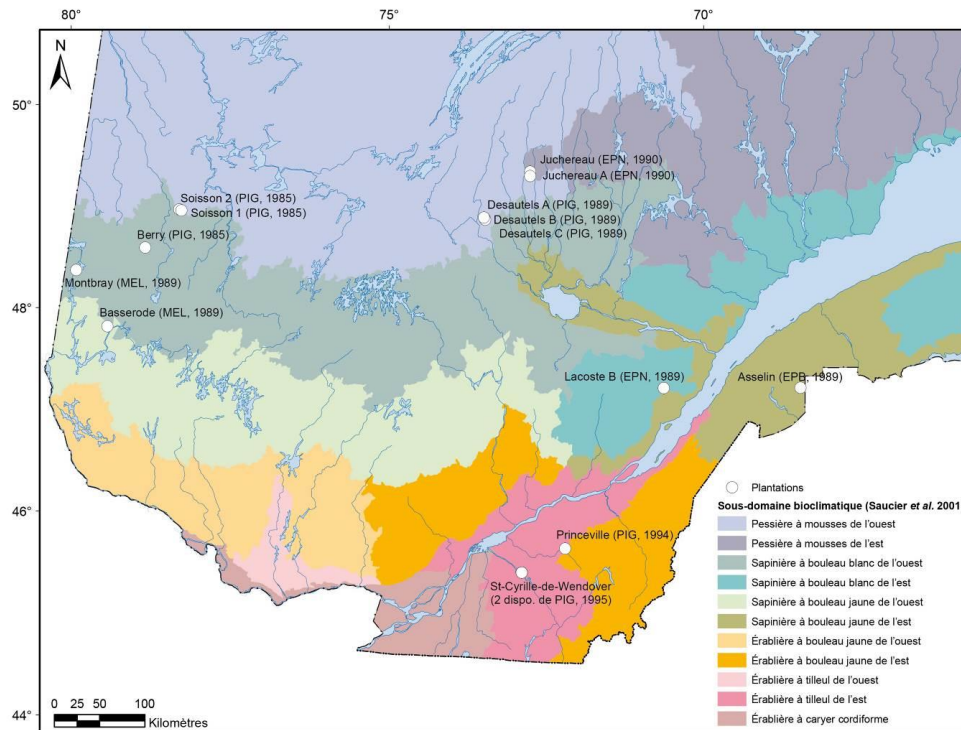
- 1979-1986: Production des inoculats solides (tourbe-vermiculite) et liquide: *C.geophilum*, *H. cylindrosporum*, *L. bicolor*, *P. involutus*, *P. tinctorius*, *Rhizopogon sp.*, *S. tomentosus*, *T. terrestris*)
- 1985-1988: Production de l'inoculum liquide (*L. bicolor*) à l'échelle commerciale dans des fermenteurs de 150 à 1500 litres.
- 1987: 700 000 plants (45-110; 10 mL lors de l'empotage)
600 000 plants (après germination)
- 1988: 500 000 plants (45-110; 10 mL lors de l'empotage)
500 000 plants (après germination)

Principales phases d'intégration et de mise en application des ectomycorhizes à une échelle opérationnelle

- 1985-1988: Sélection des souches, optimisation et ajustement des conditions culturales et du calendrier de fertilisation en pépinière forestière
 - Différents constituants de substrat avec différentes densités;
 - Différents récipients (cm³): 35, 45, 95, 110, 150, 336, 340 et 1127 cc
 - Différents niveaux de fertilisants: azote et phosphore
 - Phénologie (épinettes noire, blanche et de Norvège, pin gris, mélèze, chêne rouge et sapin).
- À partir de 1989, 10 000 à 30 000 plants inoculés ont été produits à chaque année dans les pépinières gouvernementales du Québec

Principales phases d'intégration et de mise en application des ectomycorhizes à une échelle opérationnelle

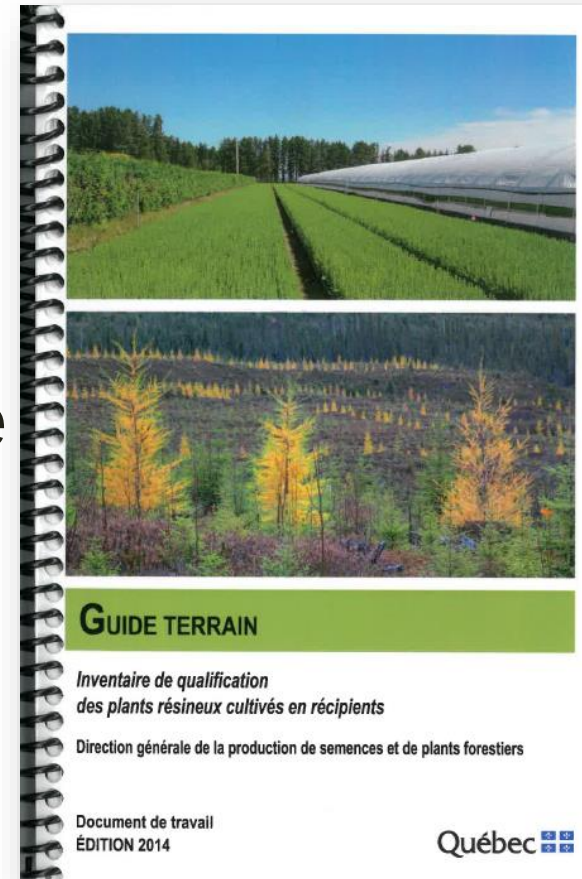
- 1985-1990: Installation de 15 plantations de démonstration avec des plants mycorhizés dans les différentes régions écologiques du Québec (EPN, EPB, PIG et MEL).



Gagnon, J. 2016. Mémoire de recherche forestière n°178. 31p.

Production de plants dans les pépinières forestières du Québec

- Avant la mise en terre, tous les plants produits au Québec dans les pépinières forestières privées et publiques, **selon des clauses contractuelles**, sont assujettis à une évaluation selon **des critères et normes de qualité morpho-physiologique spécifiques aux plants forestiers**.





Insuffisance racinaire

critère 01



Elle se caractérise par une trop faible quantité de racines vivantes et s'évalue principalement par le degré de colonisation de la carotte de tourbe.

Le défaut est enregistré lorsque au moins des cas suivants se présente:

- La carotte se défait partiellement ou complètement
- La carotte n'est pas complète
- La carotte se présente en sections distinctes retenues ensemble par un système racinaire non endommagé avec plus de 5 mm de discontinuité entre les sections
- Plus de 33% des racines situées en périphérie sont mortes ou nécrosées.

OBJECTIFS

- Évaluer les effets de la calcite et de la silice sur l'extension précoce de la phase extramatricielle des champignons ectomycorhziens en relation avec la cohésion des carottes et l'insuffisance racinaire
- Comparer les effets de la calcite et de la silice sur les propriétés physico-chimiques du substrat, la croissance et la nutrition minérale des plants d'épinette blanche en pépinière forestière

Dispositif expérimental (Epb; 25-310): Calcite et silice (Grandes-Piles)

- Essence: Épinette blanche
- Substrat: Tourbe (80%) + vermiculite (20%)
- Récipient: 25-310 (25 cavités, 310 cm³/cavité)
- Mise en tunnel: 7 mai 2014
- 3 traitements:
 - ✓ Silice (29 g/cav.), calcite (24 g/cav.) calcite+(31 g/cav.)
- 5 BAC (21 Récipients/ Traitement/ Bloc), soit 105 Réc./traitement
- Échantillonnage d'un réceptier/traitement/ bloc de façon systématique à chaque deux semaines: croissance, nutrition minérale et fertilité du substrat (1+0);
- Pour chaque date d'échantillonnage et pour chaque traitement, on a utilisé 75 plants/traitement à raison de 15 plants/traitement/bloc.

Dispositif expérimental (Epb; 25-310): Calcite et silice; Grandes-Piles



Pépinière Grandes-Piles, 2014



2 juin 2014

315 récipients

Stations météorologiques: Tunnel et extérieur



➤ T (air extérieur et tunnel)

➤ Humidité relative (extérieur & Tunnel)

➤ Intensité de lumière et rayonnement (tunnel et extérieur)

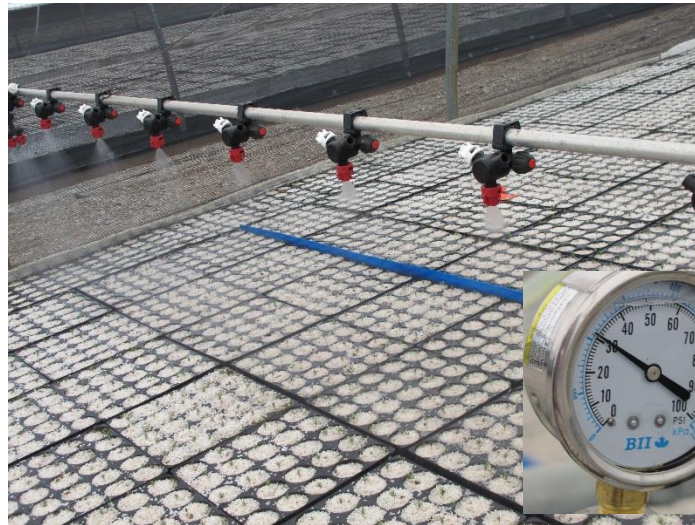
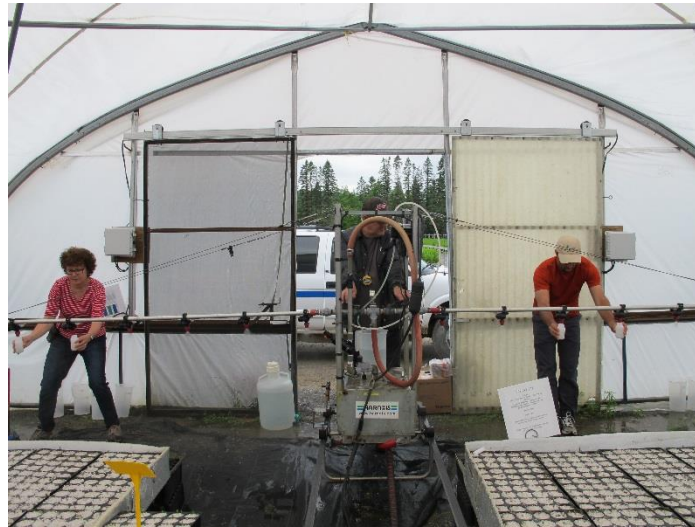
➤ T (surface de la cavité et à l'intérieur de la carotte)

➤ Quantité d'eau lors des irrigations

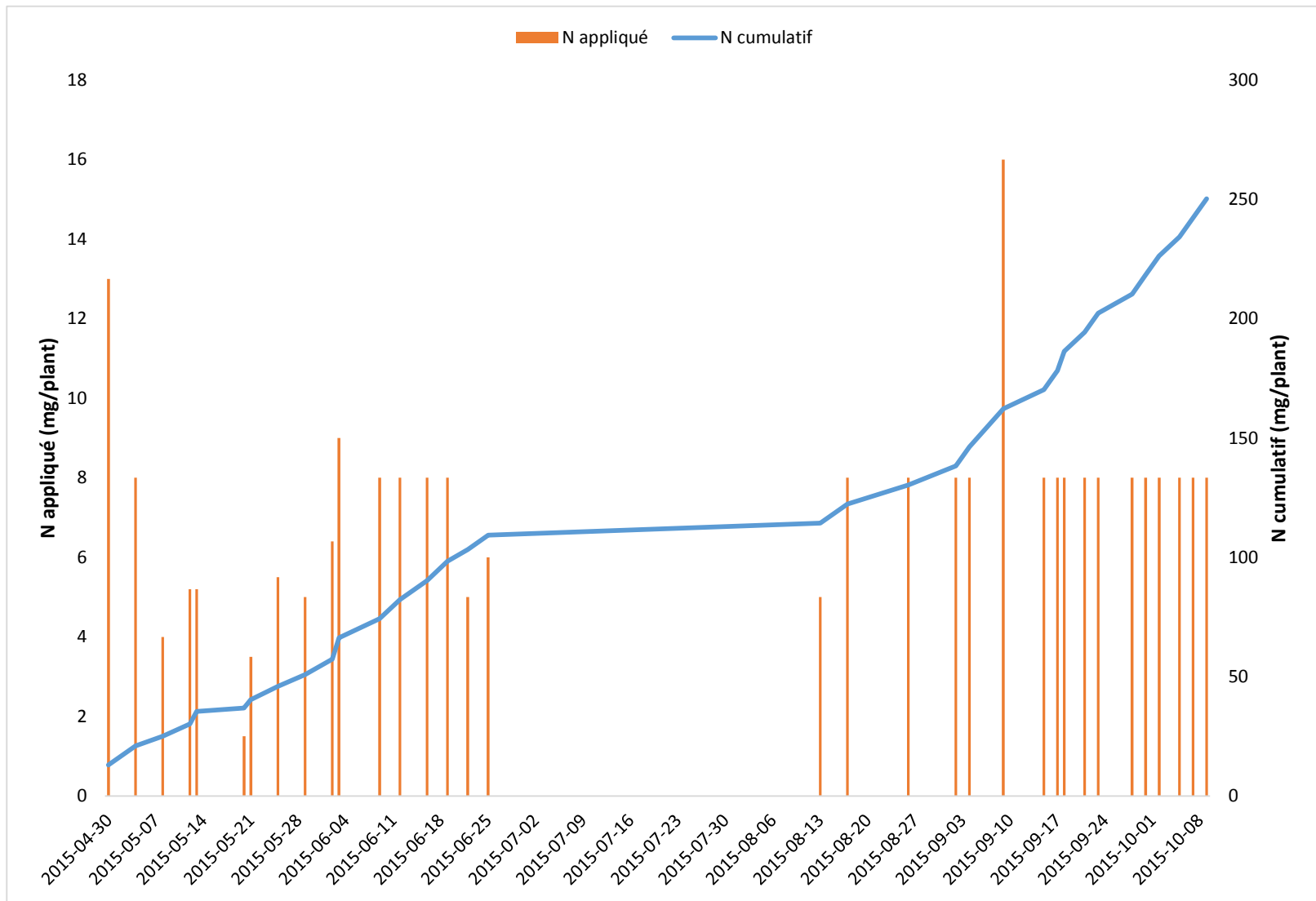


Calibrage du robot: Irrigation et fertilisation

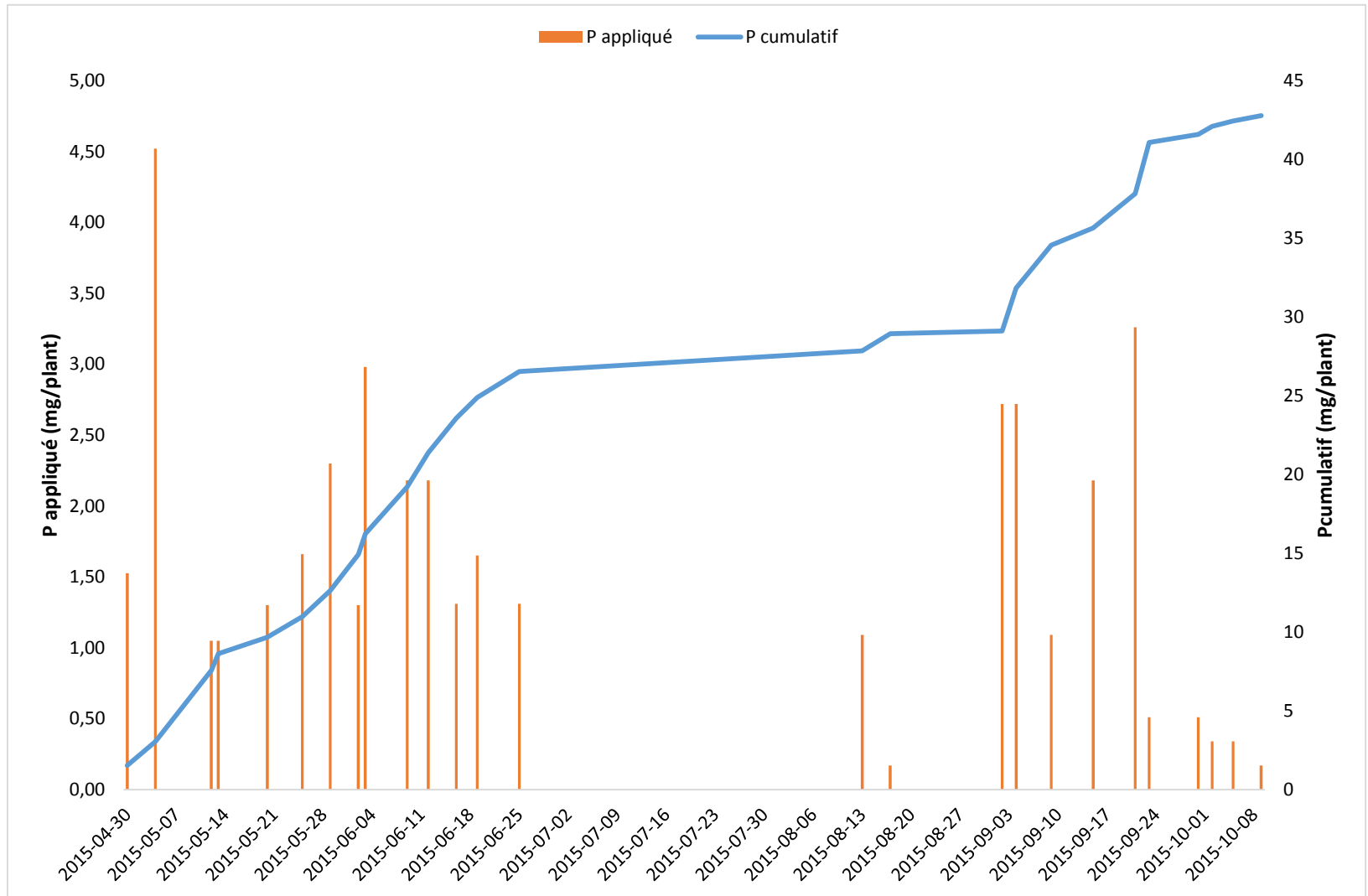
Épinette blanche 1+0; 25-310



Azote appliqué et cumulatif: Épinette blanche 2+0 (Grandes-Piles 2015)

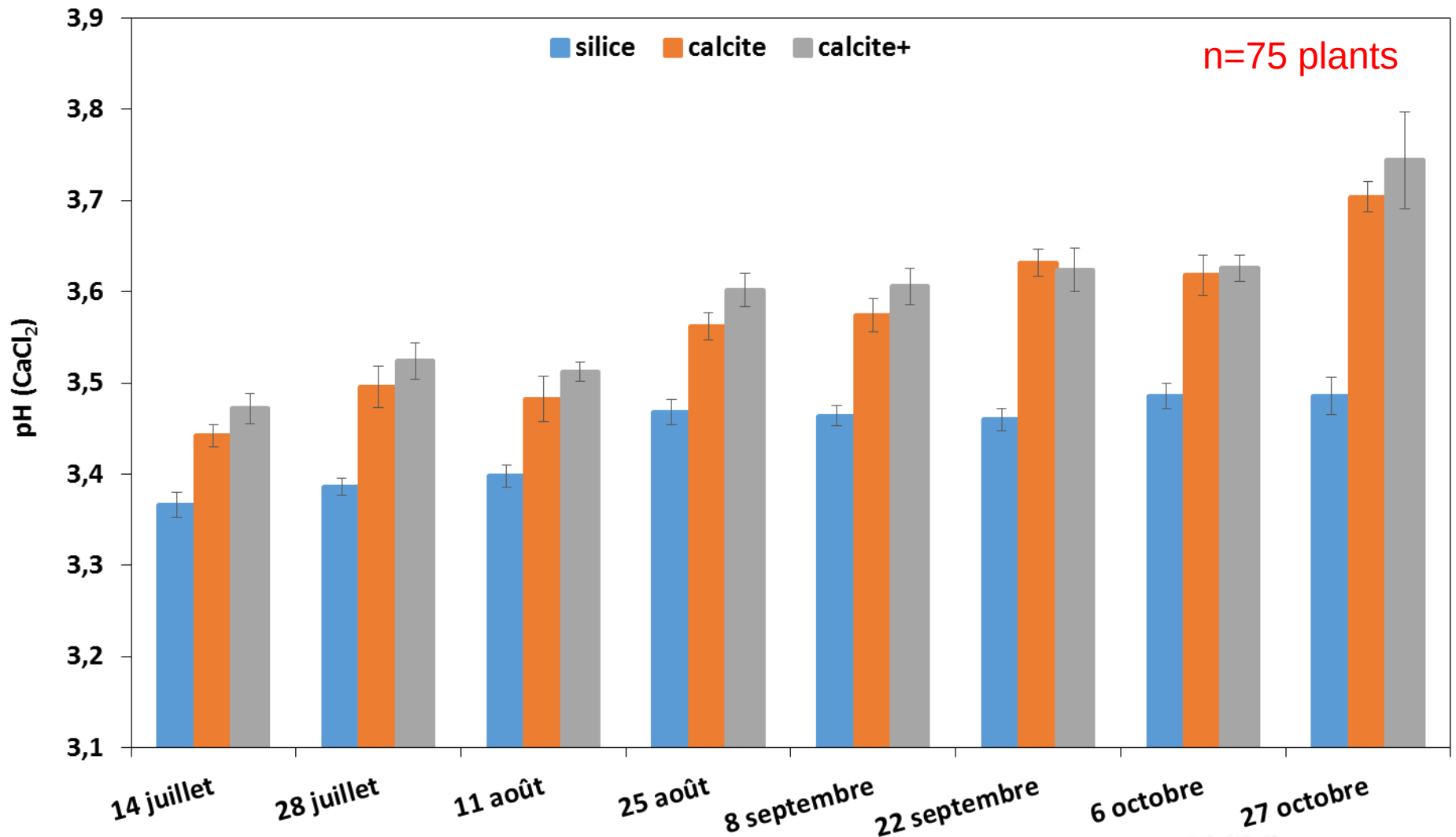


Phosphore appliqué et cumulatif: Épinette blanche 2+0 (Grandes-Piles 2015)

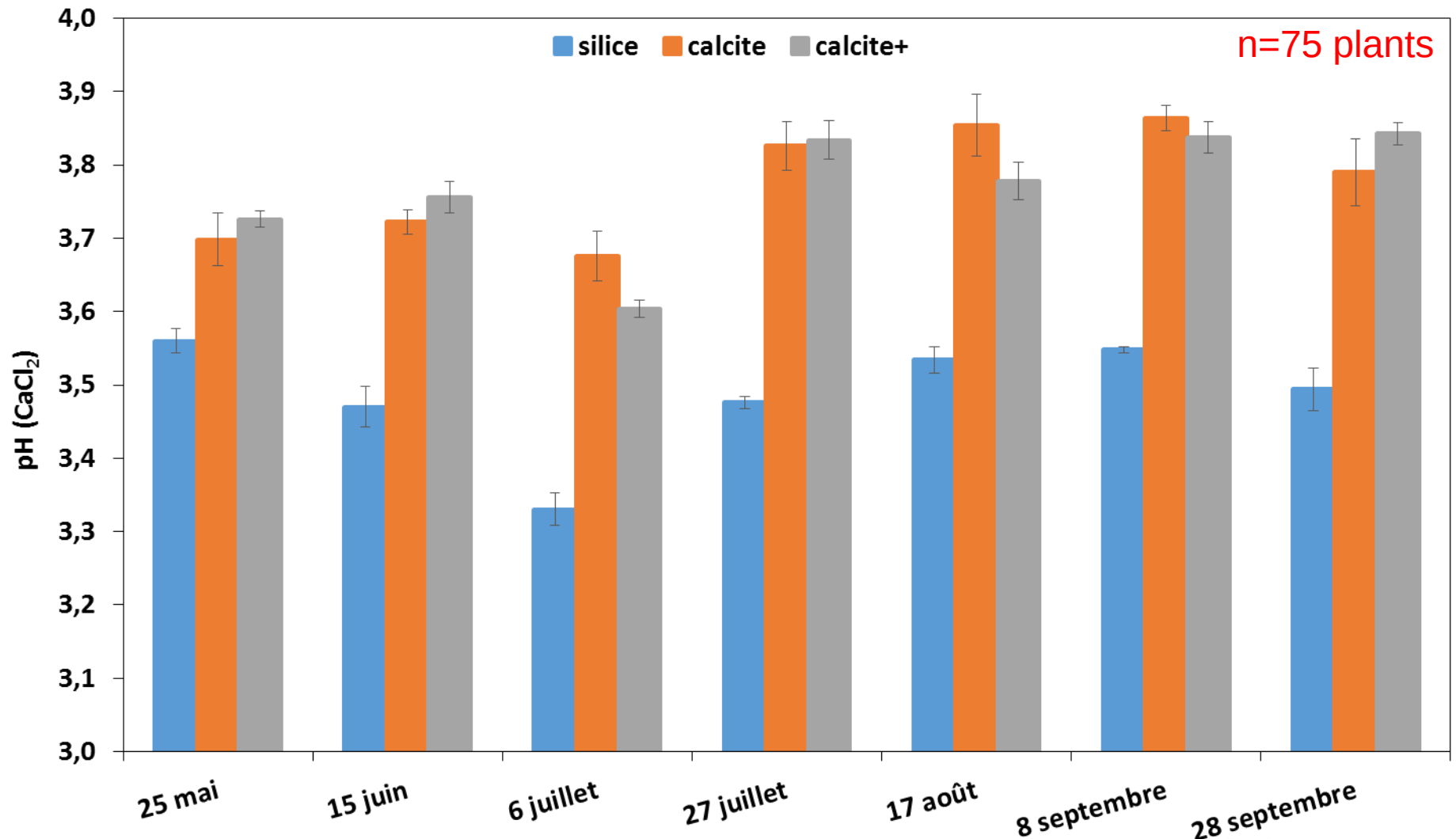


Évolution du pH (CaCl_2) dans le substrat: Épinette blanche

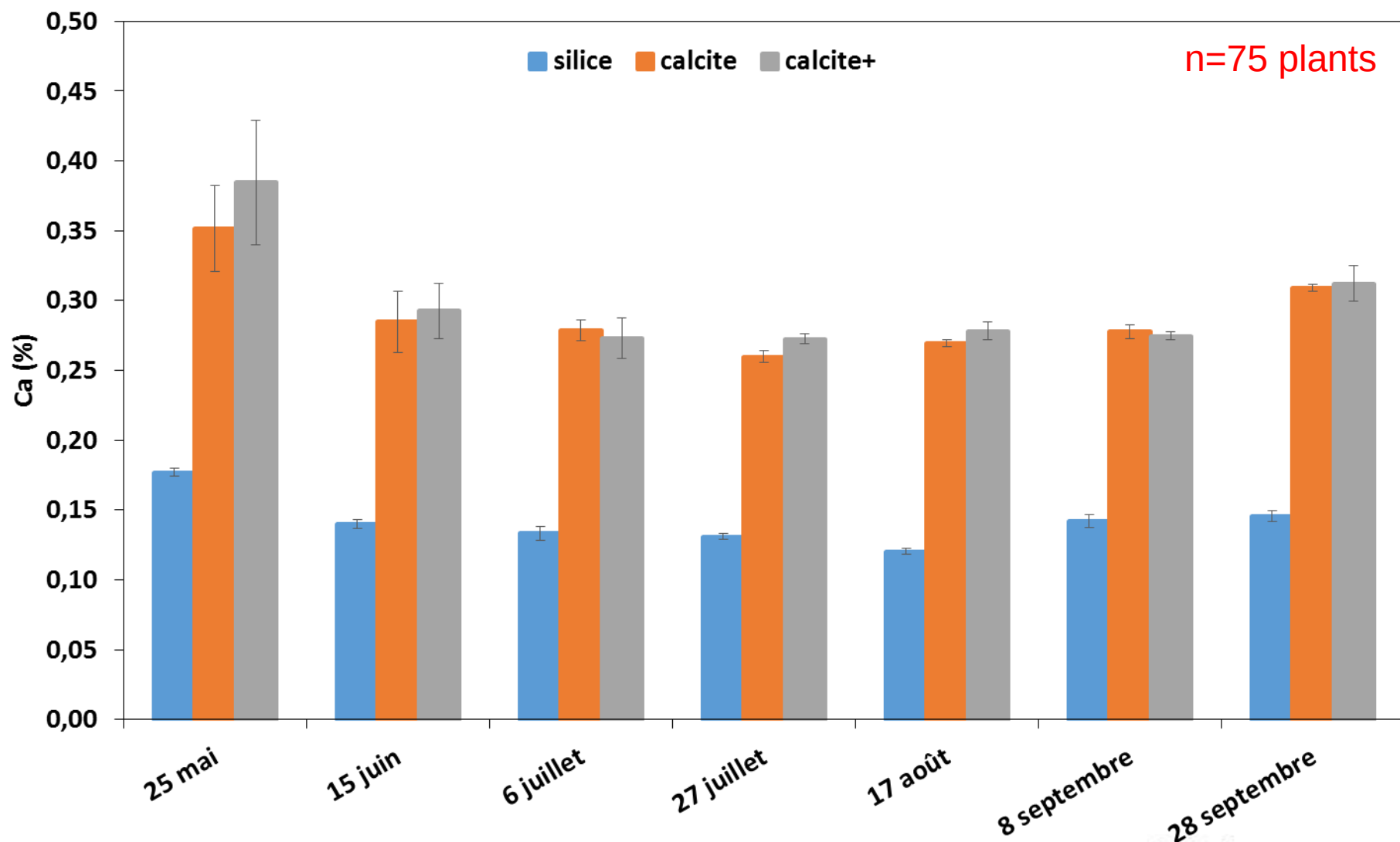
1+0 (Grandes-Piles 2014)



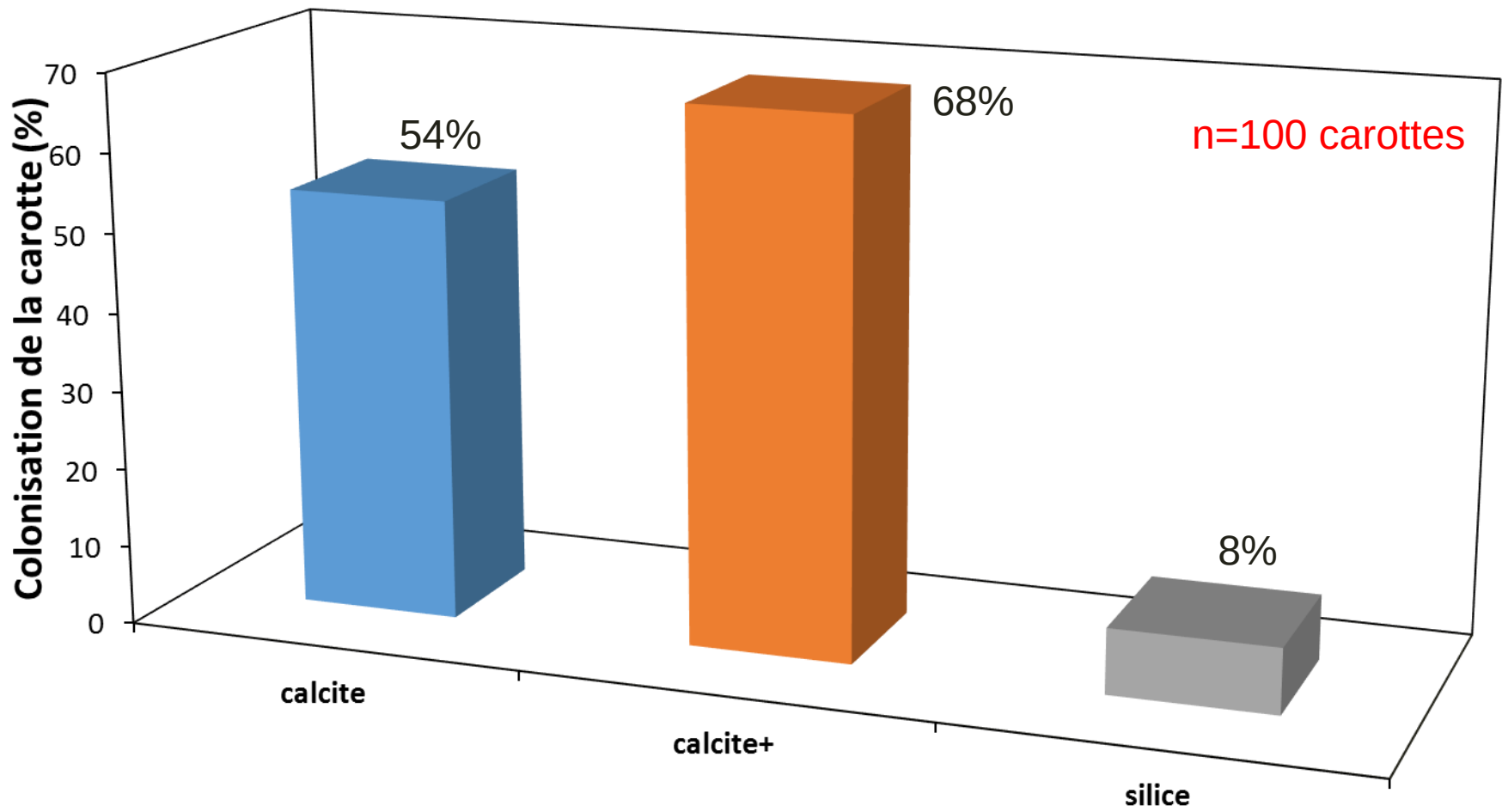
Évolution du pH (CaCl_2) dans le substrat: Épinette blanche 2+0 (Grandes-Piles 2015)



Concentration en **calcium** dans les parties aériennes des plants d'épinette blanche **2+0** (Grandes-Piles 2015)



Effets de la silice et de la calcite sur le degré de **colonisation externe** des carottes des plants d'épinette blanche **2+0** (25-310) en pépinière forestière
Grandes-Piles 2015; 28 septembre 2015



Effets de la silice et de la calcite sur le degré de colonisation **externe** des carottes des plants d'épinette blanche **2+0 (25-310)** en pépinière forestière Grandes-Piles 2015; **28 septembre 2015**



Silice
29 g/cavité

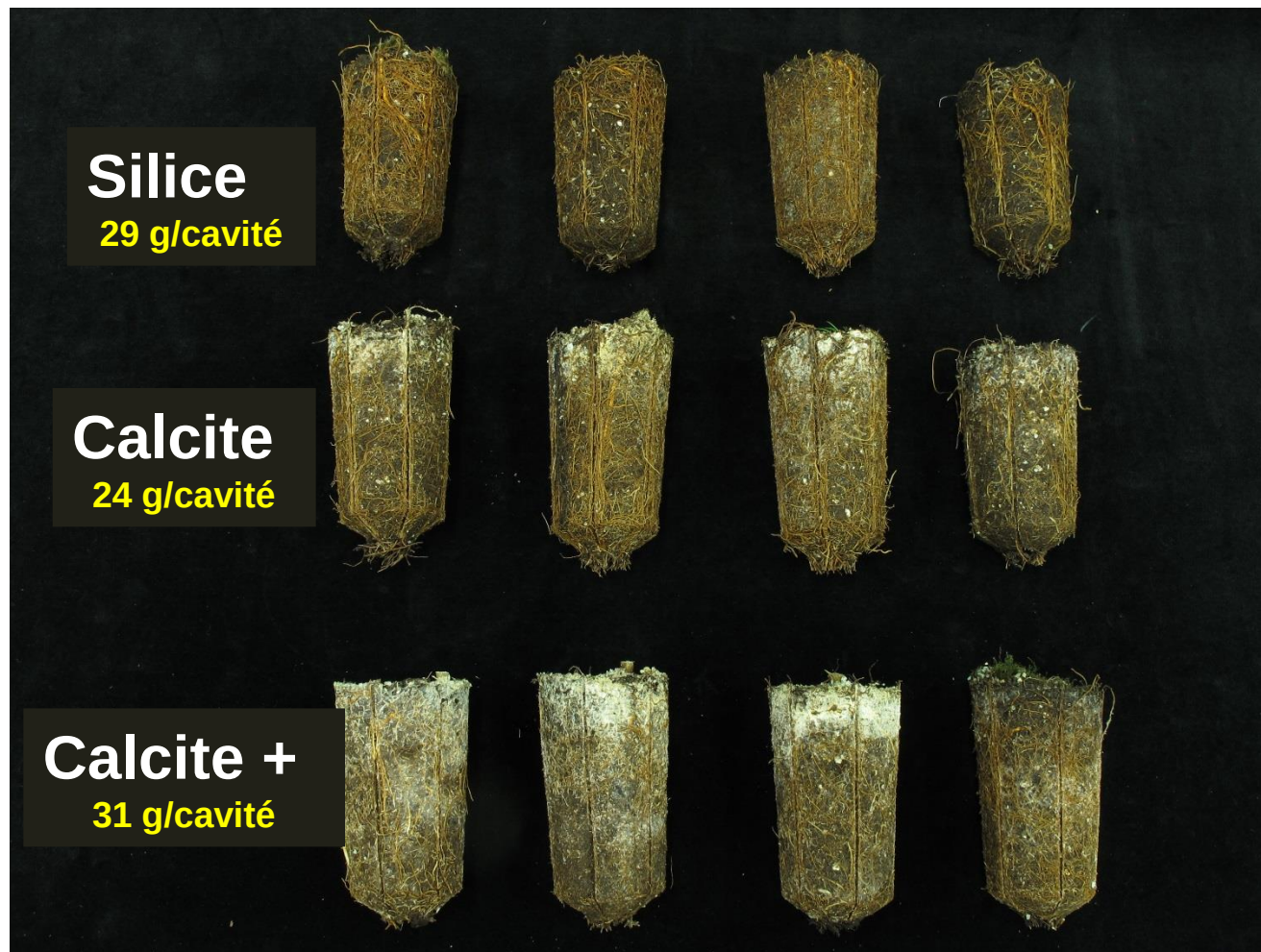


Calcite
24 g/cavité



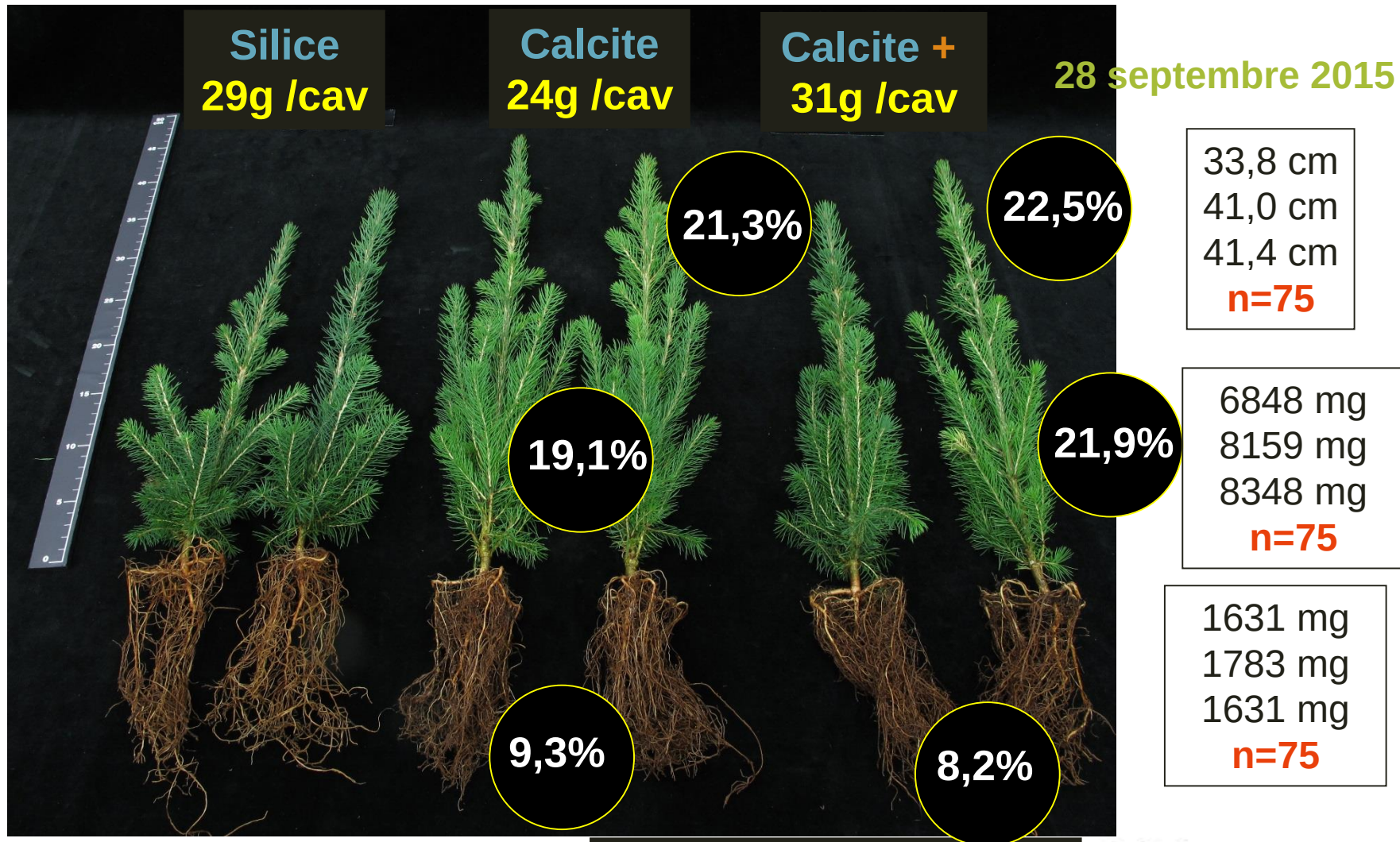
Calcite +
31 g/cavité

Effets de la silice et de la calcite sur le degré de colonisation **externe** des
carottes des plants d'épinette blanche 2+0 (25-310) en pépinière forestière
Grandes-Piles 2015; 28 septembre 2015



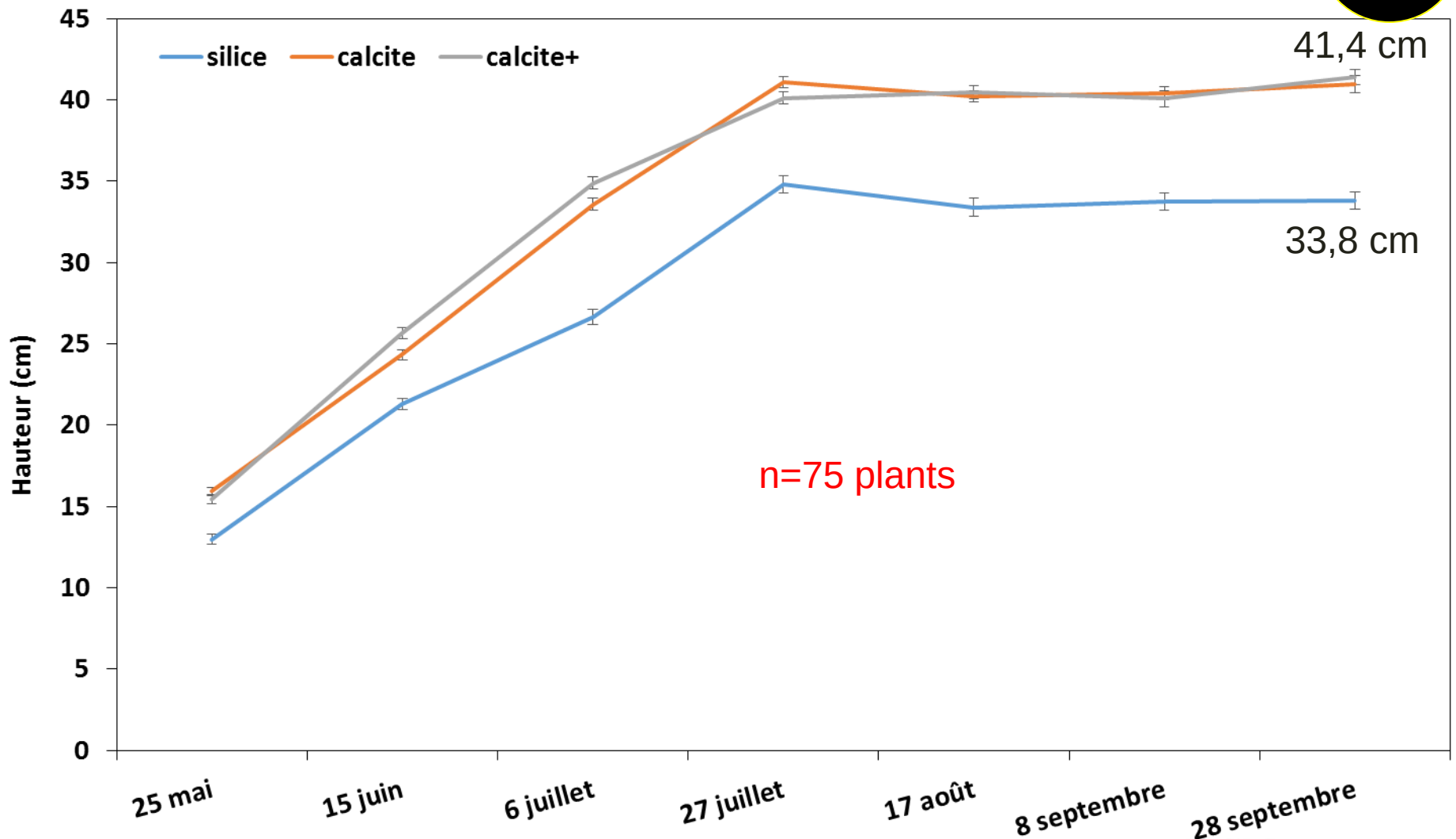
28 septembre 2015

Croissance des plants (2+0) selon le matériel de recouvrement



Croissance en hauteur des plants (silice-calcite) Épinette blanche 2+0; 25-310 (2015)

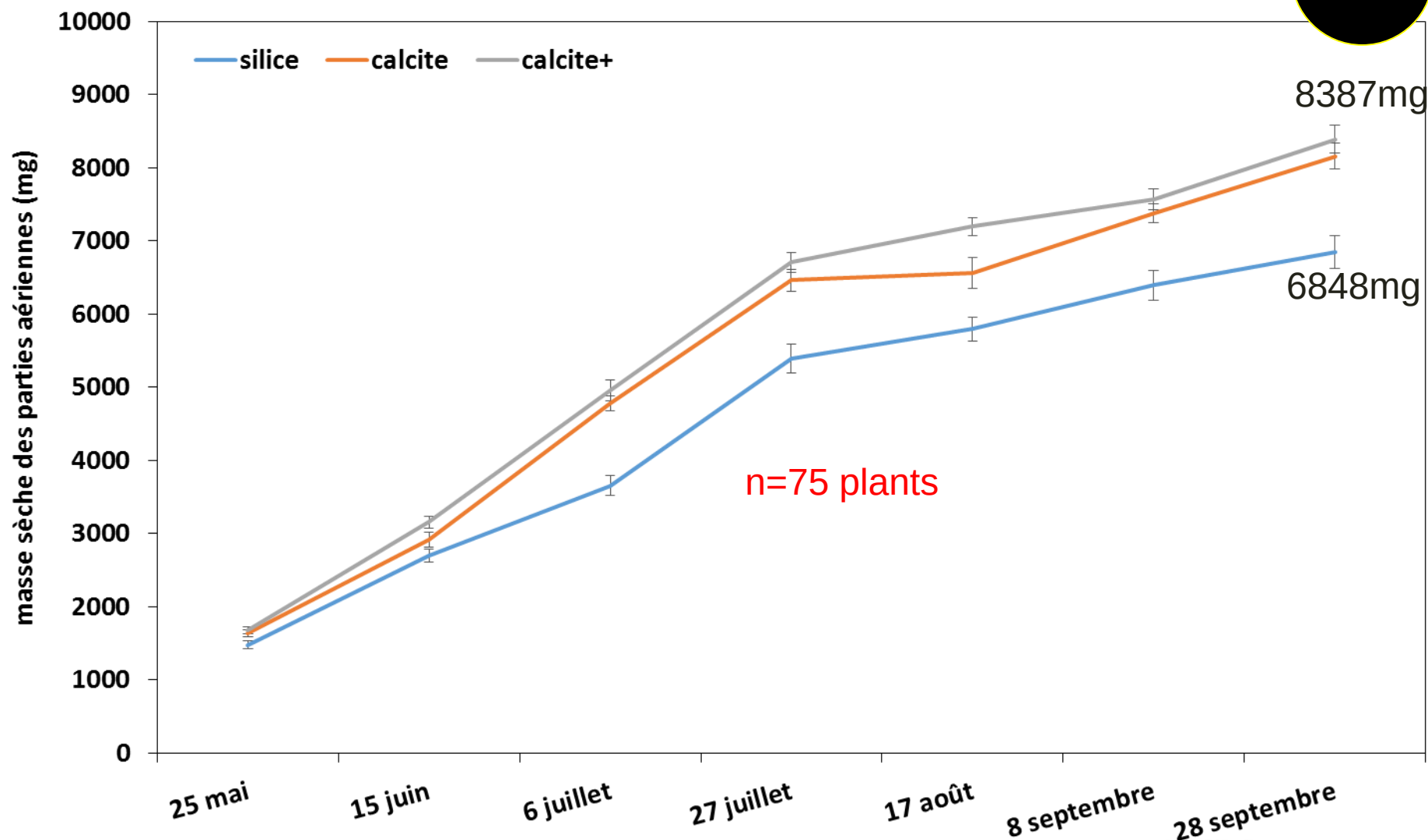
22,5%



Masse sèche des parties aériennes (silice-calcite)

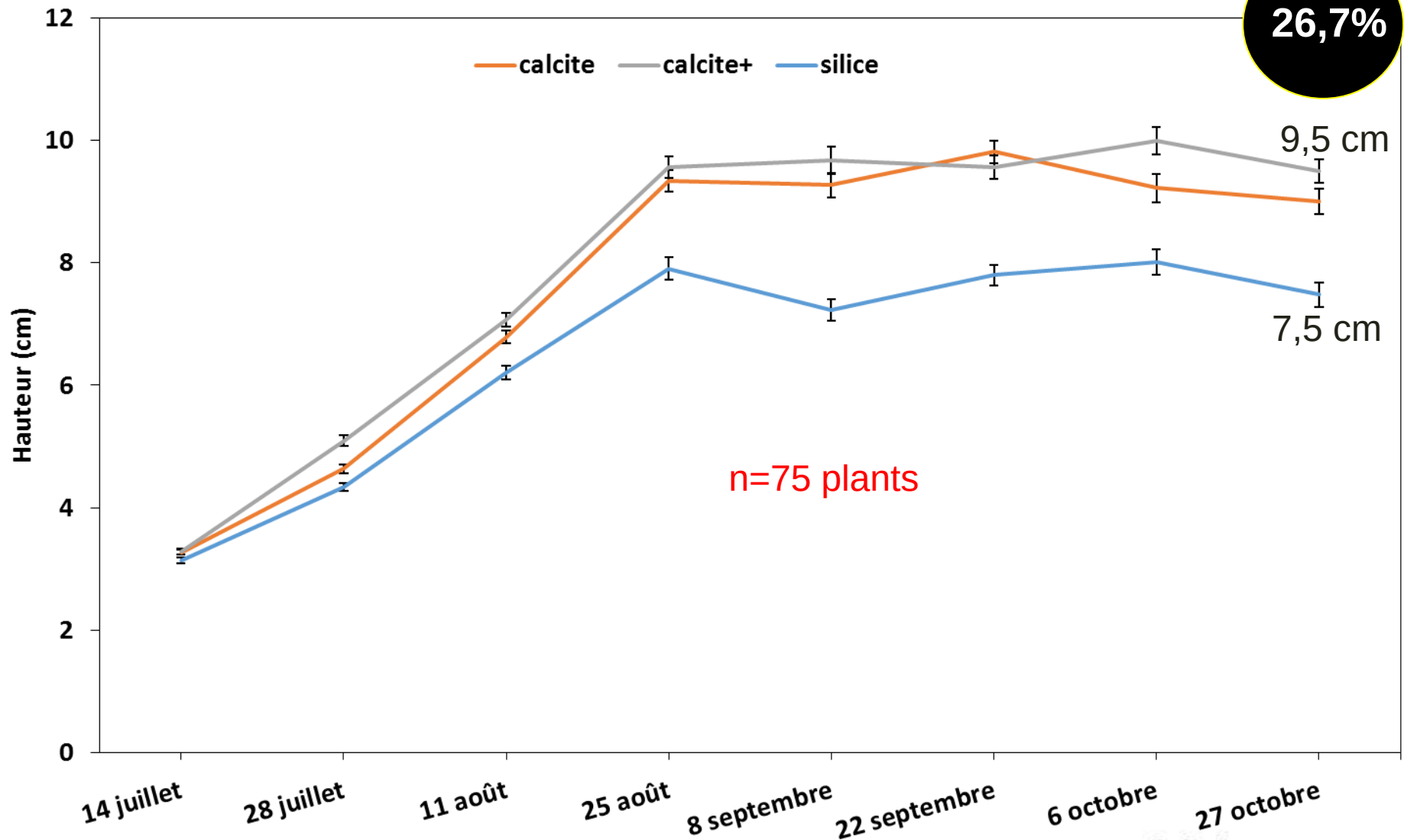
Épinette blanche 2+0; 25-310 (2015)

21,9%

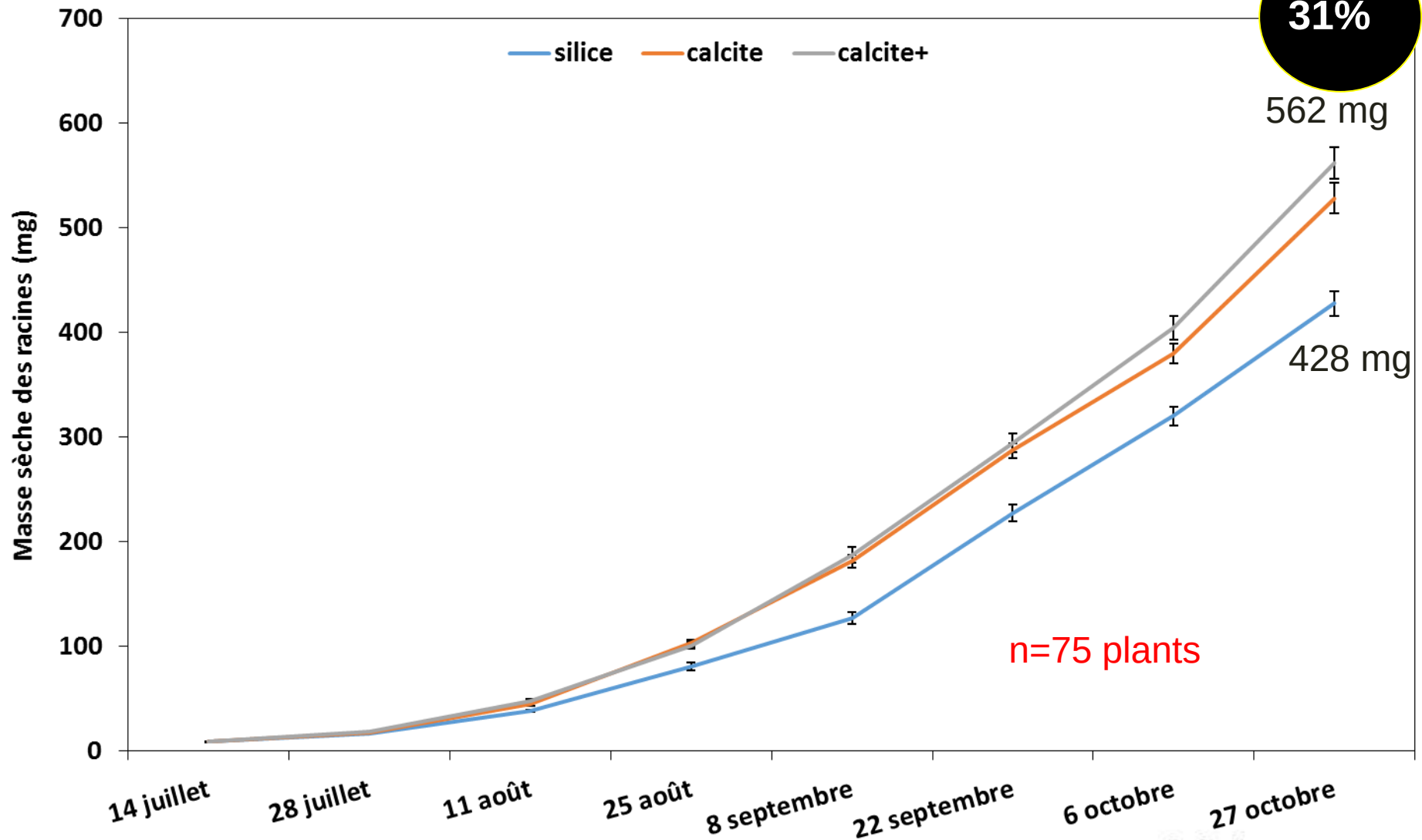


Croissance en hauteur des plants (silice-calcite)

Épinette blanche 1+0; 25-310 (2014)



Masse sèche des racines (silice-calcite) Épinette blanche 1+0; 25-310 (2014)



Ectomycorhizes et qualité des plants



Amélioration de la tolérance à la sécheresse

Amélioration du contact sol-racines en plantation

Amélioration de la tolérance au gel

Diminution du lessivage des éléments minéraux

Protection accrue contre les agents pathogènes

Augmentation significative de la surface d'absorption des racines (eau et éléments minéraux) et de la capacité de stockage des éléments minéraux

Augmentation significative de la capacité de rétention en eau par capillarité

Indicateur fiable et certifiant la survie des racines

Amélioration significative de la cohésion de la carotte (insuffisance racinaire)

Amélioration de la croissance des racines

Amélioration de la structure du substrat / sol

Épinette blanche

DIRECTION DE LA RECHERCHE FORESTIÈRE

