

**COMPRÉHENSION ET RECHERCHE DE SOLUTIONS AU PROBLÈME DU  
GAUCHISSEMENT DE LA TIGE DE L'ÉPINETTE NOIRE:  
RAPPORT D'ÉTAPE**

par

Daniel Lord

Département des Sciences Fondamentales et  
Groupe de Recherche en Productivité Végétale  
Université du Québec à Chicoutimi  
Chicoutimi (Québec) G7H 2B1

Projet RDC-661-067/86

Programme Recherche et Développement coopérative (RDC)  
Conseil de Recherches en Sciences Naturelles et en Génie.

Soumis à: M. Yves Guay, administrateur  
programme de partenariats de recherche  
Conseil de Recherche en Sciences Naturelles et en Génie.

Dr. Charles-Gilles Langlois, ing. for.  
agent de liaison du projet  
Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec.

M. Magella Lavoie, directeur général  
Coopérative forestière de Ferland-Boileau.

M. Jacques Verrier, directeur général  
Coopérative forestière de Girardville.

M. Fernand Miron, directeur général  
Serres coopératives de Guyenne

Équipe UQAC: M. Jacques Allaire  
Mme Hélène Brousseau  
M. Daniel Gagnon  
M. Manuel Lamontagne  
M. Sylvain Morissette  
M. Denis Walsh

Équipe COOP: M. Jean-Marc Lavoie  
M. Camil Maltais  
Mme Line Martin  
Mme Nancy Tanguay

Avril 1990

**COMPRÉHENSION ET RECHERCHE DE SOLUTIONS AU PROBLÈME DU  
GAUCHISSEMENT DE LA TIGE DE L'ÉPINETTE NOIRE:  
RAPPORT D'ÉTAPE**

par

Daniel Lord  
Département des Sciences Fondamentales et  
Groupe de Recherche en Productivité Végétale  
Université du Québec à Chicoutimi  
Chicoutimi (Québec) G7H 2B1

Projet RDC-661-067/86  
Programme Recherche et Développement coopérative (RDC)  
Conseil de Recherches en Sciences Naturelles et en Génie.

Soumis à: M. Yves Guay, administrateur  
programme de partenariats de recherche  
Conseil de Recherche en Sciences Naturelles et en Génie.

Dr. Charles-Gilles Langlois, ing. for.  
agent de liaison du projet  
Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec.

M. Magella Lavoie, directeur général  
Coopérative forestière de Ferland-Boilleau.

M. Jacques Verrier, directeur général  
Coopérative forestière de Girardville.

M. Fernand Miron, directeur général  
Serres coopératives de Guyenne

Équipe UQAC: M. Jacques Allaire  
Mme Hélène Brousseau  
M. Daniel Gagnon  
M. Manuel Lamontagne  
M. Sylvain Morissette  
M. Denis Walsh

Équipe COOP: M. Jean-Marc Lavoie  
M. Camil Maltais  
Mme Line Martin  
Mme Nancy Tanguay

Avril 1990

## **1 . RAPPEL.**

Le projet sur le gauchissement de la tige de l'épinette noire a débuté en janvier 1987 suite à l'octroi d'une subvention de deux ans de 100 000\$ par année par le CRSNG, programme Recherche et Développement coopératives (RDC) et d'une participation directe annuelle de 10 000\$ et 5 000\$ des coopératives forestières de Ferland-Boilleau et de Girardville, respectivement. Il a été renouvelé pour deux autres années en juillet 1989, la participation directe des compagnies impliquées demeurant tout aussi élevée qu'auparavant.

### **1.1 Objectif général du projet.**

L'objectif général du projet est de parfaire nos connaissances sur le problème du gauchissement de la tige de l'épinette noire et d'évaluer certaines solutions qui, dans l'état actuel de nos connaissances, apparaissent envisageables.

Rappelons que le gauchissement est un défaut de croissance qui consiste en une verse de la tige de l'épinette noire lorsque le plant est en phase de croissance exponentielle. La résultante est un ensemble de plant de moindre qualité et un pourcentage de plants déclassés plus élevé. Donc des pertes nettes pour le producteur et des pertes de plants pour l'opération reboisement.

L'atteinte de cet objectif signifie pour l'industrie: 1) une meilleure compréhension d'un phénomène biologique qui a des incidences économiques importantes sur la rentabilité de leurs investissements, 2) la définition d'une solution au moins partielle, sinon complète, pour contrôler ce phénomène et ainsi produire un ensemble de plants de meilleure qualité, et 3) une compétitivité accrue par une réduction substantielle des coûts de production.

### **1.2 Plan d'action 1989-91.**

Le renouvellement du projet en juillet 1989 s'est faite sur la base de l'accomplissement de trois parties distinctes au cours des années 1989 à 1991:

Partie I: Caractérisation précise du gauchissement.

Partie II: Retarder la croissance en longueur de la tige pour réduire l'importance du gauchissement.

Partie III: Interaction gauchissement-éthylène.

Ce rapport d'étape a pour but de faire état de l'avancement des travaux en milieu de mandat, tout en indiquant les travaux qui seront réalisés en 1990-91.

## **2. RÉALISATIONS DEPUIS JUILLET 1989 ET PRÉVISIONS POUR L'ANNÉE QUI VIENT.**

### **2.1. PARTIE I: CARACTÉRISATION PRÉCISE DU GAUCHISSEMENT.**

#### **2.1.1 Objectif visé.**

La conduite des diverses expériences menées depuis deux ans nous a démontré que plusieurs patrons de gauchissement existaient dans une même population de plants. L'identification des patrons les plus fréquents a débuté en automne 1987 lors d'une expérience au cours de laquelle 320 plants étaient suivis quotidiennement et individuellement. Les résultats

confirment que plus un plant gauchit à un moment donné de sa croissance, moins il montrera de capacité à se redresser totalement. De plus, un plant montrant à un moment donné ou l'autre un angle de la tige de plus 90° ne se redressera pas assez pour donner un plant relativement droit répondant aux critères de qualité actuellement en vigueur au Québec.

Cependant, cette expérience de caractérisation du gauchissement s'est déroulée dans des conditions difficiles de croissance et de développement pour des plants d'épinette noire cultivés en récipients en serres, ce qui était voulu car nous voulions des forts taux de gauchissement pour cette expérience. Les faibles conditions de lumière naturelle et l'humidité relative élevée qui prévalent lors de la saison automnale québécoise ne sont pas idéales pour la croissance des végétaux. Il est donc plausible de croire que, dans le cas d'une production de printemps ou d'été, la plus grande disponibilité de lumière naturelle et les meilleures conditions d'humidité dans la serre lorsque les plants cherchent à se redresser pourraient aider ces derniers à combattre plus facilement une courbure extrême. Le potentiel accru de fixation de carbone et de lignification laisse croire à ce résultat.

L'objectif de la première partie est donc de poursuivre notre travail de caractérisation du gauchissement de la tige de l'épinette noire.

### **2.1.2 Méthodologie.**

#### **A) Résumé de la régie de culture:**

##### **Cédule de production standard d'hiver:**

- semis le 13-01-89, le matériel végétal étant des graines provenant d'une provenance du Saguenay-Lac St-Jean utilisée lors de toutes nos expériences (nos expériences ayant démontré que l'effet de provenance n'est pas élevé pour le gauchissement et le fait que la tenue d'une telle expérience est extrêmement exigeante en temps-homme font que nous avons limité l'étude à une seule provenance);
- mise en dormance au 15-05-89
- photopériode 18/6 h jour/nuit, la lumière d'appoint variant entre 200 lux ( $3 \mu\text{mole m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) et 700 lux ( $11 \mu\text{mole m}^{-2} \text{s}^{-1}$ );
- température jour/nuit: 23/15° C;
- fertilisation standard d'hiver utilisée lors des expériences précédentes.

#### **B) nombre de plants cultivés et expérimentaux:**

3 répétitions de 50 récipients de 67 cavités;  
donc  $3 \times 50 \times 67 = 10\,050$  plants cultivés

5 plants parmi 16 récipients choisis au hasard seront suivis précisément;  
donc  $3 \times 16 \times 5 = 240$  plants à suivre précisément.

#### **C) Fréquence de mesure des plants expérimentaux**

- suivi individuel du gauchissement
- systématiquement 3 fois par semaine (lundi, mercredi, vendredi);
- suivis plusieurs fois par jour:
  - durant la période de gauchissement maximum;
  - avant et après les arrosages durant cette période.
- destructions:
  - 3 destructions de 120 plants pour le suivi de croissance;
  - 10-04-89: 120 plants non-suivis choisis au hasard;

-15-05-89: 120 plants suivis précisément (date de mise en dormance);  
 -19-06-89: les 120 plants suivis précisément qui restent.

Les paramètres mesurés étaient:

- caractérisation individuelle du gauchissement avant la destruction;
- destruction et mesures morphologiques habituelles, soit:
- longueurs de l'hypocotyle, de la tige et de la racine principale;
- poids secs de la partie aérienne et du système radiculaire;
- diamètre de l'hypocotyle et de la tige;
- nombre de bourgeons latéraux et de branches;

### **2.1.3 Premiers résultats.**

Les résultats qui suivent ne sont donnés qu'à titre indicatif. Ils proviennent d'expériences qui n'ont pas encore été répétées dans le temps. Il ne s'agit donc pas d'affirmations catégoriques immuables. Jusqu'ici, nous avons observé les faits suivants:

- 1) La majorité des mouvements de gauchissement sur un plant et sur une population de plants sont de faible amplitude. C'est une sommation de mouvement de faible amplitude qui amène un plant à gauchir.
- 2) Les rayons de courbure de la majorité des défauts varient entre 1 et 3 cm, les rayons plus étroits et aigus étant très rares. La faiblesse de la tige n'est donc pas localisée en un point précis, mais est répartie sur une certaine longueur de la tige.
- 3) Les défauts de plus grande amplitude se retrouvent beaucoup plus à la tête qu'ailleurs sur la tige.
- 4) Les plants présentant un défaut dépassant un angle de 90° ne se corrigent pratiquement pas, ces plants étant presqu'assurément déclassés en fin de production.
- 5) De la germination à l'entrée en dormance des plants, les dimensions morphologiques des plants gauchis sont semblables aux plants non-gauchis. Quelques plants gauchis vont se différencier par la suite.
- 6) La direction et l'intensité des sources lumineuses influencent l'orientation du gauchissement. Une population de plants a plus tendance à gauchir en direction de la source lumineuse dominante, celle-ci pouvant être naturelle (soleil) ou artificielle (éclairage d'appoint plus fort que le seul éclairage utilisé pour empêcher l'entrée en dormance des plants).
- 7) Les plants fertilisés avec de plus grande quantité d'azote et/ou une proportion plus forte d'azote ont moins gauchis que les autres, malgré une croissance aussi, sinon plus importante.

## **2.2 PARTIE II: RETARDER LA CROISSANCE EN LONGUEUR DE LA TIGE POUR RÉDUIRE L'IMPORTANCE DU GAUCHISSEMENT.**

### **2.2.1 Objectif visé.**

L'utilisation de substances de croissance sur des jeunes conifères a principalement eu pour objectifs de remédier à des problèmes comme le taux de survie à l'hiver ou à influencer la croissance des plants. Par exemple, l'éthylène gazeux et les produits chimiques comme l'Ethrel® et l'ethephon sont reconnus pour retarder la croissance tout en améliorant le rapport racine/tige chez certains conifères. L'effet de ce type de substances sur la croissance de conifères est souvent accompagné d'un accroissement significatif du diamètre de la tige. En fait, plusieurs de ces produits sont reconnus pour stimuler les divisions cellulaires au niveau du cambium. L'épaisseur de la paroi cellulaire varie aussi avec la présence ou non de substances de croissance. Par exemple, la production des trachéides de fort diamètre mais de faible épaisseur de paroi cellulaire, lesquelles sont caractéristiques du bois de printemps, est associée à une augmentation rapide de la longueur de la tige et à de haut niveau de synthèse de l'auxine. Notre objectif étant qu'un traitement réduise le moins possible la quantité totale de carbone fixé, il importe d'être en mesure de suivre l'évolution des échanges gazeux dans les plants individuels. Bien sûr, la mesure de la biomasse des différentes parties de la plante que nous réalisons à chaque échantillonnage nous fournit déjà une indication relativement précise sur la quantité de carbone fixé et sa répartition dans la plante. Sauf que le chercheur n'obtient que peu d'indications sur le moment précis où le traitement interfère de façon significative avec les processus de fixation du carbone.

## 2.2.2 Méthodologie.

L'expérience commencée en janvier 1990 se résume de la façon suivante:

---

**TITRE:** Utilisation de retardants de croissance pour réduire le gauchissement de la tige de l'épinette noire et améliorer le rapport H/D de l'épinette noire et du pin gris.

**HYPOTHÈSE:** Les retardants vont diminuer la croissance en longueur sans affecter significativement la croissance en poids sec, tout en diminuant l'incidence du gauchissement de la tige chez l'épinette noire. La matière sèche va se redistribuer dans la tige, ce qui va diminuer le rapport H/D.

**OBJECTIF:** Évaluer la possibilité d'utiliser de tels produits en production de plants pour le reboisement pour réduire le taux de gauchissement, particulièrement en production hivernale et améliorer le rapport H/D.

### MÉTHODOLOGIE:

#### Variables:

- a) 2 espèces: épinette noire et pin gris;
- b) 5 produits: Rien (témoin), Cycocel, B-9, A-rest et Éthrel;
- c) 2 concentrations: Témoin: inclus dans le dispositif et hors-dispositif; Cycocel: application foliaire de 2500 et 5000 ppm; B-9: application foliaire de 2500 et 5000 ppm; Éthrel: application foliaire de 100 et 500 ppm; A-Rest: donné par "soil drenching", 0.250 et 0.5 mg/plant;

- d) 2 stades d'application: 8 et 12 semaines après le semis;
- e) 4 répétitions.

Facteurs fixes:

- a) Lumière: 18 hres de jour à ≈ 300 lux;
- b) T° jour/nuit: 22/15°C;
- c) CO<sub>2</sub>: concentration de l'air ambiant;
- d) Fertilisation: scénario hiver habituel;
- e) Irrigation: au besoin;
- f) Date des traitements de mise en dormance: entre 14 et 16 semaines après le semis.

Dates d'échantillonnage:

6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 24, 30, 36 semaines après le semis.

Nombre de récipients à semer:

2 esp. x 4 produits x 2 [] x 2 stades x 2 réc. x 4 rép. = 256 récipients;  
 2 esp. x 1 témoin x 2 emplacements x 2 réc. x 4 rép. = 32 récipients

**Total de 288 réc.:**

256 traités + 16 récipients témoins font partie d'un bloc de 272 récipients séparé en 4; pour chaque combinaison de traitement, 1 réc. côté nord et 1 côté sud;

16 autres récipients témoins sont isolés 4 par 4 (4 rép.) pour faire un témoin hors dispositif;

Nombre de plants à échantillonner:

à 6 et 8 sem.: 10 plants/rép./esp.  
 à 10 et 12 sem.: 2 esp. x 4 prod. x 2 [] x 1 stade x 4 rép. x 2 réc. x 2 pl./rép. = 256;  
 témoins: 2 esp. x 2 empl. x 4 rép. x 2 réc. x 2 pl/rép. = 64 plants;  
**Total: 320 plants**

de 14 à 36: 2 esp. x 4 prod. x 2 [] x 2 stades x 4 rép. x 2 réc. x 2 pl/rép. = 512;  
 témoins: 64 plants (inchangé p/r à ci-haut);  
**Total: 576 plants**

Paramètres mesurés:

- longueur et diamètre de l'hypocotyle et de la tige;
- poids secs de la tige, aiguille et racines;
- nombre de bourgeons et de branches;
- taux de gauchissement et sévérité;

Dans cette partie du projet, il était aussi important pour nous d'avoir accès à un système de mesure instantané des échanges gazeux. L'outil mesure instantanée des échanges gazeux est basé sur l'utilisation du système portatif de mesures des échanges gazeux de Li-Cor (LI-6200, portable photosynthesis system). Même si elle apparaît simple à première vue, la mesure des échanges en CO<sub>2</sub> d'un jeune plant d'épinette noire n'est pas nécessairement des plus faciles, car la petitesse des aiguilles fait que le manipulateur n'a pas d'autres choix que d'utiliser le plant complet pour effectuer ses mesures. De plus, l'influence de la tourbe doit être éliminée, alors que la surface foliaire doit être mesurée. Pour obvier au problème de la tourbe, nous avons, dans un premier temps, évalué la possibilité de mesurer la photosynthèse suite à l'excision du plant au niveau du collet et à son insertion immédiate dans le cabinet de mesure des échanges gazeux. Les spécifications de l'appareil disent que son temps de réponse est très rapide (de l'ordre de la seconde) et qu'il détecte de faible changement en CO<sub>2</sub> (de l'ordre de 2 à 10 ppm). L'expérience d'utilisateurs de l'ancien modèle de Li-Cor, lequel était moins sensible que celui décrit dans cette demande, nous permettait de croire qu'une mesure prendrait tout au plus de 2 à 3 minutes, et probablement moins. Il fallait également déterminer le nombre de mesures successives à prendre sur un même plant pour pouvoir calculer une moyenne individuelle représentative, puis trouver le nombre de plants à échantillonner dans une population pour que celle-ci soit évaluée avec un fort niveau de confiance. Le poids sec des plants échantillonnés sera mesuré individuellement, la mesure d'échanges gazeux étant ramenée dans un premier temps sur une base unitaire de masse (masse de CO<sub>2</sub> fixé/masse végétale/unité de temps). La mesure par unité de surface foliaire étant préférable pour fins de comparaison avec d'autres espèces (Kimball 1983), nous avons aussi travaillé à adapter une méthode de mesures de la surface des aiguilles. Une méthode volumétrique nous permet maintenant de connaître la surface foliaire d'un plant sans avoir à mesurer la surface de chacune des aiguilles.

### 2.2.3 Premiers résultats.

- 1) L'outil mesure des échanges gazeux est maintenant bien adapté à notre situation. Chaque plant doit être mesuré trois fois consécutivement pour bien évaluer sa capacité photosynthétique individuelle à un instant donné sous des conditions bien précises. Pour une population donnée, l'échantillonnage de 25 individus nous permet d'être sûr à 95% que la valeur obtenue est représentative de la moyenne réelle de cette population. L'opération pour les trois mesures d'un jeune individu prend entre 3 à 6 minutes, dépendamment de son potentiel photosynthétique. Il ne nous a malheureusement pas été possible de mesurer les plants de l'expérience hiver 1990, l'adaptation de la méthode ayant été plus longue que prévue.
- 2) L'expériences hiver 1990 décrite précédemment sur l'utilisation de régulateurs de croissance est actuellement en cours. Peu de résultats sont évidemment disponibles. L'objectif global est d'étudier la possibilité d'utiliser des retardants de croissance afin de diminuer la croissance en longueur des tiges mais non celle en poids sec du plant, et ainsi réduire l'importance du gauchissement de la tige de l'épinette noire. Elle se poursuivra jusqu'au printemps 1991 avec différentes populations de plants. Le but de l'expérience actuellement en cours est de délimiter l'intervalle de concentrations utiles pour chacun des produits étudiés, puis de vérifier la façon la plus adéquate pour fournir le produit chimique à la plante. L'influence des applications sur les plants non-traités faisant partie de l'environnement des plants traités (ex.: diffusion d'un gaz provenant de cette application) a été évaluée et semble, de prime abord, négligeable lorsqu'un minimum de précautions sont prises. Certains produits induisent une dormance prématuée des bourgeons malgré l'emploi de lumière artificielle de maintien, mais cette dormance est rapidement levée lorsque le produit cesse son effet.

## 2.3. PARTIE III: INTERACTION GAUCHISSEMENT-ÉTHYLÈNE

### 2.3.1 Objectif visé.

Dans cette partie, nous voulons évaluer l'hypothèse que le gauchissement de la tige de l'épinette noire est causé par un ensemble de conditions stressantes au niveau des racines, ce qui conduit à un métabolisme élevé de l'éthylène dans la tige. Les objectifs sont d'en arriver à identifier l'éthylène comme facteur de responsabilité et/ou de conséquence dans le gauchissement de la tige de l'épinette noire, d'en comprendre les causes, puis d'inférer sur les conditions de production en vue de réduire l'incidence du problème.

Les expériences à réaliser auront pour but de vérifier:

- 1) si une application exogène d'éthylène a effectivement une influence sur le gauchissement de la tige de l'épinette noire;
- 2) si cette influence peut être atténuée par l'application d'un inhibiteur de l'action de l'éthylène;
- 3) si des conditions d'arrosage excessif reconnues pour stimuler la formation endogène d'éthylène augmentent la formation d'éthylène dans les tissus de la tige et le taux de gauchissement;
- 4) si l'augmentation du taux de gauchissement est caractérisée par une activité plus élevée de la cellulase dans les tiges, puis par une transformation de la taille des cellules corticales suite à une digestion des parois cellulaires;
- 5) si les conditions d'humidité élevées dans une aire de croissance favorisent le gauchissement.

Les trois premiers aspects ont été ceux étudiés jusqu'ici.

### 2.3.2. Méthodologie.

Les nombreux buts à atteindre dans cette partie du travail et l'espace limité pour ce rapport ne nous permettent pas d'élaborer sur la méthodologie retenue. En résumé, nous pouvons dire que l'expérience pour atteindre les buts 1 et 2 a été faite en 89. L'effet de l'application d'éthylène exogène a été répétée à l'hiver 90 (elle est donc en cours), l'expérience étant faite en même temps que celle sur les retardants de croissance en général, tel qu'indiqué à la section méthodologie de la partie II de notre programmation de recherche.

Nous disposons maintenant des outils et techniques nécessaires pour doser l'éthylène émise par des semis d'épinette noire et pour faire de la culture parfaitement hydroponique de semis en récipients. Nous avons testé le système une première fois à l'automne 1989 et nous avons commencé une expérience à l'hiver 1990. Malheureusement, notre recette de fertilisation n'était pas à point, ce qui a eu pour effet de carencier nos semis d'épinette noire. Depuis le début avril, nous avons réussi à équilibrer notre recette d'éléments chimiques pour qu'il y ait une croissance et un développement normal de nos plants, et ce autant chez le pin gris que chez l'épinette noire. Nous sommes maintenant prêt à commencer l'expérience, mais nous prévoyons attendre l'automne afin de se retrouver sous des conditions favorables pour le gauchissement des plants. D'ici là, nous ferons des expériences à population réduite afin d'étudier la relation oxygénéation racinaire-émission d'éthylène par les plants. Le système construit nous permet, en effet, de contrôler la quantité d'oxygène dissous dans la solution nutritive où baigne les racines. Le déplacement de l'oxygène se fait avec de l'azote pur. Les traitements prévus sont:

- 1- solution saturée en oxygène ( $\approx 9$  ppm);
- 2- solution réduite en oxygène (le minimum maintenu est d'environ 2 ppm);
- 3- solution intermédiaire ( $\approx 5.5$  ppm obtenu par un mélange des solutions 1 et 2);
- 4- solution saturée plus barbottage d'air gazeux autour des racines.

### **2.3.3 Premiers résultats.**

- 1) L'application d'éthylène exogène tôt en saison réduit le % de gauchissement, alors que son application plus tardive augmente la vague de gauchissement et le pourcentage final. Il se peut, cependant, que cet effet soit causé par l'utilisation d'un surfactant dans la solution appliquée (ceci sera évalué en cours d'année). En effet, nous avons remarqué que l'eau d'arrosage s'écoulait moins bien chez les plants traités, une certaine accumulation se faisant à la jonction aiguille-tige, accumulation causée par la présence du surfactant dans la solution qui a été vaporisée. Ceci peut causer un allourdissement suffisant dans la tige pour induire le gauchissement. Cependant, ce phénomène n'a pas été constaté lors de l'application foliaire de d'autres produits, lesquels contenaient aussi un surfactant.
- 2) Plus la concentration en éthylène de la solution appliquée est élevée, plus le pourcentage de gauchissement de la population est élevée.
- 3) L'utilisation d'un inhibiteur de l'action de l'éthylène a augmenté le % de gauchissement d'une population de plants comparativement aux plants non-traités (effet du surfactant?).
- 4) Aucun résultat sur l'expérience d'oxygénéation racinaire n'est encore disponible à l'heure actuelle.

## **3. PROBLÈMES RENCONTRÉS DANS LE PROJET ET BÉNÉFICES DE LA RELATION AVEC LA COMPAGNIE.**

Aucun problème majeur n'a perturbé la bonne marche des travaux effectués dans le cadre de ce projet depuis janvier 1987. D'autres entrées de fond ont complété le financement provenant du CRSNG. La fondation de l'UQAC a subventionné le projet pour 8 500\$ en 1989-90 et le Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec a versé 25 000\$ pour des parties complémentaires à ce projet. Les emplois d'étudiant d'été ont été partiellement financés par des programmes d'emploi étudiant du gouvernement fédéral (programme Défi) ou par des bourses d'étudiants d'été données par le CRSNG. Un étudiant gradué travaille sur le projet depuis septembre 1988, alors qu'un second va débuter à l'été 1990.

Du côté des relations avec les entreprises concernées, tout a été positif. La bonne collaboration du responsable des serres de Ferland-Boilleau et de son adjoint, MM. Jean-Marc Lavoie et Camil Maltais, ainsi que du directeur-général de l'entreprise, M. Fernando Lavoie, a été et est toujours des plus intéressantes. Il faut noter, cependant, que ce dernier a démissionné de son poste de directeur-général de la coopérative en mars 1990. Il a depuis été remplacé par M. Magella Lavoie. Une expérience avait déjà été réalisée avec succès dans les serres de la coopérative en 1987 et en 1988. Une autre est en cours actuellement et fait l'objet d'un suivi conjoint par l'UQAC et la coopérative. Elle est répétée chez l'autre partenaire industriel, la coopérative forestière de Girardville, laquelle continue toujours de collaborer de façon aussi intensive que la coopérative forestière de Ferland-Boilleau. Mmes Line Martin et Nancy Tanguay, ainsi que le directeur-général, M. Jacques Verrier, nous réitèrent constamment leur appui à chacune de nos visites trimestrielles. Il a toujours été des plus

faciles de trouver un terrain d'entente qui permettait de rencontrer à la fois les objectifs scientifiques de l'équipe de recherche de l'UQAC (et tous les détails du protocole expérimental qui s'en suivent!) et les contraintes d'un environnement commercial dont l'objectif premier est la rentabilité (et non pas de s'enfarger dans des détails méthodologiques!). Tel que prévu, l'ensemble des opérations sur les plants prévus pour ces expériences a été effectué par du personnel recruté par les deux Coopératives, et tous les semis utilisés pour nos expériences ont été empotés à Ferland-Boilleau, aux frais de cette Coopérative.

Les subventions de 15 000\$ devant être versée par les Coopératives forestières de Ferland-Boilleau (10 000\$) et de Girardville (5 000\$) l'ont été à chaque année jusqu'ici, et rien n'indique qu'il en ira autrement en 1990-91. Elles ont servi, tel que prévu, à l'achat de chambres à environnement contrôlé. Une aide additionnelle du Groupe de Recherche en Productivité Végétale (GRPV) de l'UQAC et de l'institution elle-même ont permis de compléter le financement nécessaire à de tels investissements (la dernière chambre commandée en février 1990 a coûté plus de 27 000\$!!!). Nous avons donc à notre disposition quatre chambres de croissance jumelles, si ce n'est que celles payées à l'aide des subventions obtenues de Ferland-Boilleau et de Girardville possèdent le contrôle de l'humidité et sont plus étanches aux échanges gazeux (la dernière possède même le contrôle interne en CO<sub>2</sub>).

Les expériences réalisées jusqu'ici n'ont pas encore permis de trouver une solution au gauchissement. Pourtant les compagnies participantes retirent déjà un bénéfice de leur association à ce projet. Nous avons en effet trouvé qu'une certaine réduction des températures de nuit n'affecte pas de façon importante la croissance en longueur et en poids des plants d'épinette noire. Dès la production hiver 88, les producteurs ont commencé à transférer ce résultat à l'échelle commerciale. A petite échelle au départ, et à plus grande échelle les années suivantes. Une substantielle économie de la facture de chauffage a suivi l'application de ce résultat. Il s'agit là d'une des retombées complémentaires qui avaient été prévues lors de la soumission du projet en 1987. L'expérience actuellement en cours dans les serres des entreprises a aussi un objectif complémentaire, soit de faire prendre conscience aux producteurs qu'il est inutile d'exagérer dans l'arrosage, qu'un plant d'épinette noire est relativement résistant à la sécheresse. Etant donné que nous soupçonnons de plus en plus le facteur oxygénation racinaire comme étant un facteur fortement impliqué dans le gauchissement, l'expérience a été planifiée pour que les résultats soient rapidement accessibles aux coopératives participantes.

#### 4 . ÉTAT DES DÉPENSES

(voir la dernière page)

#### 5 . FONDS REQUIS POUR LA PROCHAINE ANNÉE

L'état des dépenses et les explications fournies aux sections 2 et 3 démontrent que nous avons relativement bien suivi le budget qui avait été soumis avec le projet. La multiplicité des objectifs restant encore à atteindre laisse croire qu'il en sera de même pour la seconde année de subvention. J'oserais même affirmer que nous avons été trop conservateurs dans nos prévisions de dépense, ce qui nous oblige à recourir à des sources non-prévus initialement pour ce projet. Le montant de 48 500\$ prévu en 1990-91 dans le cadre de ce projet est un strict minimum et mérirait sûrement d'être augmenté quelque peu s'il existe des possibilités de ce côté.

