

COMPRÉHENSION ET RECHERCHE DE SOLUTIONS AU PROBLEME DE
GAUCHISSEMENT DE LA TIGE DE L'ÉPINETTE NOIRE:
PREMIER 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 CRD-8631
Programme Recherche et Développement coopérative (RDC)
Conseil de Recherches en Sciences Naturelles et en Génie.

Soumis à: M. Gilles Morier, administrateur
programme conjoints université-industrie
Conseil de Recherche en Sciences Naturelles et en Génie.

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

M. Fernando 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 Dominique Arsenault
Mme Janine Bissonnette
Mme Hélène Brousseau
M. Daniel Gagnon
M. Sylvain Morissette
Mme Danielle Pilote

Équipe COOP: M. Jean-Marc Lavoie
M. Camil Maltais
Mme Jacinthe Marceau
M. Alain Simard

Octobre 1987

1. RAPPEL.

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.

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 Avenues à explorer

Le niveau de connaissance relativement primaire quant au problème du gauchissement de la tige de l'épinette noire nous a obligé à choisir dès le départ certaines avenues préférentielles de recherche. Nous avons émis l'hypothèse que la solution au problème du gauchissement de la tige de l'épinette noire serait fournie après l'étude de chacune des trois avenues suivantes: 1) un hypocotyle trop fluet, 2) une allocation du carbone centrée vers la croissance en longueur de la tige, et 3) un environnement exempt de chocs environnementaux (vent). La figure 1 permet de visualiser le projet global. Dans chacune des trois avenues explorées se retrouve un certain nombre d'objets d'étude. Cependant, la pertinence d'approfondir chacun de ces objets dépend des résultats expérimentaux obtenus lors de l'exploration de ces avenues. Chacune des avenues a été partiellement explorée depuis l'octroi de la subvention en janvier 1987. Le but de ce rapport d'étape est d'indiquer où nous en sommes rendus et vers où nous nous en allons.

2. DE JANVIER 1987 A SEPTEMBRE 1987.

2.1 Objectifs visés.

Trois expériences exigeant l'entretien d'un grand nombre de plants et deux autres plus restreintes ont été entreprises depuis l'octroi de la subvention, alors que deux études visant à se donner les connaissances et les outils nécessaires ont aussi été commencées. Les sept objectifs de ces expériences sont les suivants:

- 1- Évaluer l'influence de l'utilisation de hautes intensités lumineuses et de basses températures de nuit sur le gauchissement de la tige et la croissance de l'épinette noire cultivée en récipients en serre (avenue 2).
- 2- Évaluer en conditions commerciales l'influence de l'utilisation de mécanismes de création à grande échelle de chocs environnementaux sur le gauchissement de la tige et la croissance de l'épinette noire cultivée en récipients en serre (avenue 3).
- 3- Évaluer en conditions très contrôlées de recherche l'influence de l'utilisation de mécanismes très précis de création de chocs environnementaux sur le gauchissement de la tige et la croissance de l'épinette noire cultivée en récipients en serre (avenue 3).

- 4- Évaluer l'importance de la profondeur des semis sur le gauchissement de la tige et la croissance de l'épinette noire cultivée en récipients en serre (avenue 1).
- 5- Évaluer l'importance des différences entre les graines provenant d'un même lot sur le gauchissement de la tige et la croissance de l'épinette noire cultivée en récipients en serre (avenue 1).
- 6- Identifier l'endroit de la tige ou de l'hypocotyle où le plant d'épinette noire est le plus susceptible de gauchir (avenue 1).
- 7- Mise au point des méthodes de coupe permettant l'étude anatomique des tiges et hypocotyles d'épinette noire (toutes les avenues).

2.2 Expériences effectuées.

Le court laps de temps écoulé depuis l'octroi de la subvention ne nous a pas encore permis d'atteindre complètement l'un ou l'autre des sept objectifs ci-haut décrits. Certains résultats ont été compilés et analysés (obj. 5 et 6), sauf que les expériences devront être répétées avec d'autres populations de graines pour s'assurer qu'il ne s'agit pas d'un effet de provenance. Les expériences de grande envergure (obj. 1 à 3) sont toujours en cours, les populations de plants traités et non-traités étant encore échantillonnées. L'expérience visant à atteindre l'objectif 6 était plus visuelle que quantitative, les indications désirées étant déjà en partie disponibles. Quant à l'objectif 7, son atteinte exige beaucoup de temps, l'utilisation de l'outil prévu à cet objectif étant fixée à janvier 1988.

Comme mise à jour, nous allons donc fournir un résumé de la méthodologie employée, tout en décrivant brièvement les premiers résultats disponibles. Chacun des objectifs est traité séparément.

Objectif 1:

Réalisé dans une serre de l'UQAC.

Traitement: 2 intensités lumineuses (6000 et 300 lux [70 et $3.7 \mu E m^{-2} s^{-1}$]) fournies par des lampes haute pression sodium 400W pendant 18 heures par jour (6 à 24 heures).
 5 températures de nuit (20, 15, 12.5, 10 et 5 °C) durant les 6 heures où les lumières étaient éteintes. 15°C constant pour la tourbe et les racines la nuit et 22°C constant partout durant la journée.
 3 répétitions.
 donc 30 parcelles au total.

Nombre de plants semés: 30150 d'une même provenance dans 450 contenants de 67 cavités.

Nombre de plants échantillonnés: 3600 répartis en 300 plants non-détruits mesurés hebdomadairement et 3300 (110 par parcelle ou 10 plants/parcelle/échantillonnage) mesurés destructivement au cours de 11 échantillonnages différents effectués durant la période du 23-02 au 08-09 (à toutes les 2 semaines pour les 9 premiers).

Date de semis:	15-01
Date de la première fertilisation:	26-01
Date de début des traitements:	30-01 (après germination)
Date du premier échantillonnage:	23-02
Date de mise en dormance:	05-05
Date du dernier échantillonnage:	08-09

Paramètres mesurés: Longueur de l'hypocotyle et de la tige;
Diamètre à l'hypocotyle et au collet;
Poids sec de la partie aérienne et des racines;
Nombre de branches et de bourgeons;
Gauchissement.

Premiers résultats:

- Haute intensité lumineuse et basse température de nuit réduisent le % de gauchissement.
- Le moment où le gauchissement apparaît et le nombre de plants affectés est directement reliés au type de traitement effectué. Les plants sous haute intensité lumineuse et haute température de nuit gauchissent les premiers, alors que les plants sous basse intensité et basse température gauchissent les derniers. Les plants sous haute intensité et haute température gauchissent en plus grand nombre, mais ceux sous haute intensité récupèrent en plus grande quantité, ce qui fait que le % de gauchissement final est plus petit pour les hautes intensités lumineuses.
- La lumière fait croître la partie aérienne des plants plus rapidement, alors que la diminution des températures de nuit jusqu'à 10°C n'a pas d'effets importants sur la croissance en hauteur et en poids.

Objectif 2:

Réalisé dans deux serres du complexe de la Coopérative forestière de Ferland-Boilleau.

Traitement: 4 types de chocs mécaniques (brassage par ventilation forte et faible, pliage par tiges horizontales rigides, frottement par tiges verticales en forme de peigne.
2 fréquences (chocs donnés 2 ou 5 fois/semaine).
3 stades de début de traitement (3 semaines et demi après le semis, 5 et demi et 8 et demi).
3 durées de traitement (1, 2 et 4 semaines).
donc 72 parcelles au total.

Nombre de plants échantillonnés: 1440 répartis en 720 plants non-détruits mesurés hebdomadairement (du 23-06 au 25-08) et 720 (10 par parcelle) mesurés destructivement au cours d'un échantillonnage effectué le 25-08. 20 plants témoins s'ajoutent à chaque échantillonnage.

Date de semis:	12-05
Date de début des traitements:	10-06
Date du premier échantillonnage:	23-06
Date du dernier échantillonnage:	25-08

Paramètres mesurés: idem à objectif 1

Premiers résultats:

-Les données restent à être analysées. Cependant, les plants sous traitements à haute fréquence semblent plus petits et ceux sous forte ventilation développent une tige oblique.

Objectif 3:

Traitement: 2 provenances.
 3 types de chocs mécaniques (brassage, pliage et frottage effectués manuellement).
 2 fréquences (chocs donnés 2 ou 5 fois/semaine).
 3 stades de début de traitement (2 semaines et demi après le semis, 5 et demi et 8 et demi).
 2 durées de traitement (2 et 4 semaines).
 4 répétitions.
 donc 288 parcelles au total.

Nombre de plants semés: 30150 d'une même provenance dans 450 contenants de 67 cavités.

Nombre de plants échantillonnés: Les mesures de croissance ont été prises sur 3576 plants mesurés destructivement au cours de 5 échantillonnages différents effectués à toutes les 3 semaines durant la période du 30-06 au 22-09. Le gauchissement était suivi sur 1728 plants mesurés hebdomadairement durant la période du 10-07 au 18-09.

Date de semis:	14-05
Date de la première fertilisation:	27-05
Date de début des traitements:	01-06
Date du premier échantillonnage:	30-06
Date 1 ^{ère} mesure gauchissement:	10-07
Date de la fin des traitements:	07-08
Date de mise en dormance:	01-09
Date de la dernière mesure de gauchissement:	18-09
Date du dernier échantillonnage:	22-09

Paramètres mesurés: idem à objectif 1.

Premiers résultats:

L'échantillonnage vient tout juste de se terminer.

Objectif 4:

Réalisé dans une serre de l'UQAC.

Traitement: 5 profondeurs de semis dans la tourbe (0, 2.5, 5, 10 et 15 mm).
 5 épaisseurs de silice (0, 5, 10, 15 et 18 mm).
 3 répétitions.
 donc 75 parcelles au total.

Nombre de plants semés: 1072 d'une même provenance dans 4 contenants de 67 cavités à 4 graines par cavité.
 Nombre de plants échantillonnés: 804 plants.
 Date de semis: 24-01
 Date de la première fertilisation: 02-02
 Date du premier échantillonnage: 31-01
 Date du dernier échantillonnage: 07-03

Paramètres mesurés: Longueur de l'hypocotyle et de la tige;
 % de germination;
 Gauchissement.

Premiers résultats:

- Une épaisseur de silice trop grande ou une profondeur de semis trop élevée entraînent une augmentation de la longueur de l'hypocotyle.
- Le % de germination diminue lorsque la profondeur du semis et l'épaisseur de la silice sont les plus élevées.

Objectif 5:

Réalisé dans une serre de l'UQAC.

Traitement: 600 graines d'une même provenance classifiées par la forme, le poids et la couleur.

Nombre de plants semés: 600 divisées en 7 classes de nombres inégaux.

Date de semis: 22-12
 Date de la première fertilisation: 13-01
 Date du premier échantillonnage: 09-02
 Date du dernier échantillonnage: 23-03

Paramètres mesurés: idem à objectif 1.
 Longueur des racines.

Premiers résultats:

- Les graines arrondies croissent plus rapidement que les autres formes de graines.
- Les graines caramel ont tendance à croître lentement.
- Le poids des graines ne semblent pas influencer la croissance ultérieure des plants et le gauchissement de façon aussi importante qu'on pourrait le croire à priori.

Objectif 6:

Réalisé dans une serre de l'UQAC.

Traitement: Il s'agissait de suivre visuellement un certain nombre de plants afin d'identifier l'endroit préférentiel de courbure de la tige ou de l'hypocotyle.

Nombre de plants semés: 335 plants répartis dans 5 caissettes de 67 cavités dont 30 ont été suivis à tous les jours.

Date de semis:	14-05
Date de la première fertilisation:	27-05
Date de début de suivi:	07-07
Date de fin de suivi	26-08

Paramètres mesurés: Gauchissement.

Premiers résultats:

Le gauchissement ne semble pas relié au diamètre de l'hypocotyle. En fait, les plants qui gauchissaient le faisaient toujours quelque part au niveau de la tige, bien au-dessus de l'hypocotyle. Même que la courbure apparaissait le plus souvent au-dessus du point milieu de la tige. Pourtant, l'hypocotyle était mince comme une aiguille, alors que la tige avait un diamètre plus élevé. Le temps entre la période de croissance juvénile et de croissance exponentielle semblait permettre à l'hypocotyle de se lignifier, ce qui le rend non-susceptible au gauchissement. Ce résultat indique que la première avenue soumise dans le projet initial (un hypocotyle trop fluet) ne semble pas celle en cause dans le cas du gauchissement de la tige de l'épinette noire. Cette conclusion basée sur des constatations d'ordre visuel a été confirmée par nos observations lors des autres expériences réalisées dans le cadre de ce projet sur le gauchissement. Nous allons quand même essayer de quantifier plus précisément ce fait dans une expérience ultérieure.

Objectif 7:

Réalisé dans une serre et un laboratoire de l'UQAC.

Traitement: Il s'agit ici de se donner un outil qui devrait nous aider à mieux comprendre le phénomène du gauchissement du point de vue anatomique. Faire des coupes dans du bois, si peu lignifié soit-il, n'est jamais aussi simple qu'il n'y paraît. Au départ, les travaux visaient à adapter la méthode à l'hypocotyle. Les observations décrites à l'objectif précédent nous incite maintenant à concentrer nos efforts sur la tige. Le but est d'en arriver à faire des mesures qualitatives et quantitatives de lignification, d'épaisseur des parois cellulaires et de longueur des cellules.

Nombre de plants semés: Pour la période de mise au point de la méthode de coupe, les plants nécessaires sont prélevés dans des petits lots semés à intervalle régulier ou dans les plants non-expérimentaux (ou plants de bordure) des expériences en cours.

Échéancier: La méthode doit être disponible au début de la session hiver 1988, afin d'être appliquée aux plants gauchis et non-gauchis prélevés lors des diverses expériences prévues à cette époque.

3. DE SEPTEMBRE 1987 A JANVIER 1989

En plus des objectifs à poursuivre déjà prévus lors du dépôt de la demande de subvention, certains autres sont venus se rajouter suite aux observations, conversations et expériences poursuivies durant la dernière année. Le manque d'espace ne nous permet pas d'élaborer autant que nous le

voudrions. Nous n'allons donc qu'énumérer les objectifs à atteindre en 1987-1988 et indiquer la saison et l'emplacement des expériences à effectuer pour rencontrer ces objectifs.

- 1- Identifier un endroit préférentiel de gauchissement sur la tige de plants croissant sous haute et basse intensité lumineuse, et essayer de trouver un signe précurseur de gauchissement (octobre 1987 à février 1988, serre III de l'UQAC) (avenue 1).
- 2- Vérifier si l'effet morphogénétique de ralentissement de la croissance en longueur des tiges généralement attribué à la lumière ultraviolette est valable pour l'épinette noire (novembre 1987 à février 1988, chambres de croissance UQAC) (avenue 2).
Note: cette expérience permettra en même temps à l'équipe de se familiariser avec les chambres de croissance acquises récemment.
- 3- Quantifier l'importance de la variable provenance pour ce qui est de la sensibilité de l'épinette noire au gauchissement de la tige (Janvier 1988 à septembre 1988, serres I et II de l'UQAC) (nouvelle avenue).
Note: cette expérience nous est dictée par des commentaires recueillis chez différents producteurs à l'effet que les provenances sont inégalement affectées par le gauchissement. La collaboration du MER sera essentielle pour l'attribution de petits lots de graines de différentes provenances.
- 4- Évaluer si l'addition intermittente de CO₂ jointe à l'emploi de grande quantité de lumière artificielle et de faible température de nuit réduit l'incidence du gauchissement de la tige en augmentant la quantité de carbone fixé et en augmentant l'épaisseur et la lignification des parois cellulaires (Janvier 1988 à septembre 1988, serres I et II de l'UQAC) (avenue 2).
Note: Cette expérience complexe au point de vue dispositif va être essayée pour la première fois en janvier 1988. Il est prévu la répéter de façon plus précise et avec mesures des échanges de CO₂ en janvier 1990, à la condition que le FCAR ait accepté notre demande soumise pour la période 88-91 et que nous ayons obtenu l'argent pour acheter les appareils de mesure des échanges gazeux.
- 5- Répéter l'expérience de l'été 1987 en période hivernale afin d'atteindre l'objectif suivant: évaluer en conditions commerciales l'influence de l'utilisation de mécanismes de création à grande échelle de chocs environnementaux sur le gauchissement de la tige et la croissance de l'épinette noire cultivée en récipients en serre (Janvier 1988 à septembre 1988, serres de la Coopérative forestière de Ferland-Boilleau) (avenue 3).
- 6- L'effet désiré par l'emploi de chocs mécaniques, soit l'accroissement du diamètre des tiges par formation d'éthylène par la plante, pourrait-il être remplacé par l'emploi direct de cette substance de croissance? (Janvier 1988 à juin 1988, chambres de croissance de l'UQAC; Mai 1988 à novembre 1988, serre I et II de l'UQAC) (avenue 3).
- 7- Évaluer l'effet sur le gauchissement et la croissance de l'épinette noire des conditions très humides de l'air rencontrées dans les serres durant l'hiver et le printemps (Février 1988 à octobre 1988, serre III de l'UQAC) (avenue 2).
Note: le gauchissement se produit plus fréquemment lors d'une production d'hiver que lors d'une production d'été. Non
à la
carré plus
- 8- 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 (Août 1988 à janvier 1989, serre I de l'UQAC)

(avenue 2).

Note: conditionnel à l'obtention d'une subvention du volet actions spontanées du FCAR pour l'année 1988-89

- 9- De septembre 1988 à janvier 1989, il faudra terminer l'analyse et l'interprétation des expériences entreprises depuis deux ans: évaluer la ou les avenues les plus prometteuses; évaluer les solutions possibles commercialement; écrire si nécessaire la demande pour un troisième année de subvention sur ce sujet; finaliser le rapport final au CRSNG; diffuser l'information finale aux coopératives forestières.

NOTE: Les chevauchements apparents dans la répartition des dates et des emplacements prévus pour l'atteinte de chacun des 8 premiers objectifs viennent du fait que les plants ne sont jamais gardés plus de 4 mois dans une serre (celle-ci se libérant alors pour le début d'une autre expérience), alors que l'échantillonnage d'une expérience peut se dérouler sur plus de 8 mois (les plants étant en serre au début et à l'extérieur par la suite).

4. PROBLEMES RENCONTRÉS DANS LE PROJET ET BÉNÉFICES DE LA RELATION AVEC LA COMPAGNIE.

Aucun problème majeur n'est venu perturber la bonne marche des travaux effectués dans le cadre de ce projet depuis janvier 1987. Certaines difficultés et mouvements de personne ont toutefois retardé la mise en marche de quelques expériences.

La première difficulté réside dans le refus du fond FCAR, volet actions spontanées, de financer une partie du projet global soumis au CRSNG-LUI et partiellement subventionné par ce dernier organisme. Certains objectifs, particulièrement ceux touchant l'exploration de la seconde avenue, ont dû et devront être financés à même l'octroi fourni par le CRSNG ou par d'autres sources. L'achat du microscope prévu dans la demande initiale a été reporté à plus tard, cet outil étant disponible ailleurs à l'UQAC. Ceci nous enlève énormément de souplesse dans les heures d'utilisation mais n'a pas encore eu de conséquences négatives. Nous espérons qu'il en sera de même lorsque la partie microscopie aura atteint sa vitesse de croisière, ce qui arrivera à l'hiver 1988.

D'autres entrées de fond ont partiellement compensé le sous-financement provenant du refus du FCAR. La fondation de l'UQAC a subventionné le projet pour 7 000\$, alors que trois emplois d'étudiant d'été ont été partiellement financés par des programmes d'emploi étudiant du gouvernement fédéral, soit le programme Défi-87 (2 étudiants) et le programme PARI-étudiant du CNRC (1 étudiant). Une nouvelle demande de subvention pour trois ans a été soumise en septembre dernier au FCAR, volet actions spontanées, pour la période 1988-91.

L'étudiant gradué prévu au projet a préféré accepter un emploi dans un centre de production de plants forestiers pour le reboisement. Il n'a pas encore été possible de trouver un candidat pour le remplacer. Les objectifs devant être poursuivis par cet étudiant, lesquels se rattachaient essentiellement à la seconde avenue, demeurent donc en suspens. Nous avons toutefois commencé à en étudier certains et le financement prévu pour l'étudiant a été utilisé pour l'engagement d'un assistant de recherche qui effectue des travaux reliés à cette avenue, mais avec des objectifs légèrement différents que ceux prévus pour l'étudiant lui-même.

Du côté des relations avec l'entreprise, tout a été positif. Il y a bien eu le départ de l'ingénieur forestier engagé par la Coopérative forestière de Ferland-Boilleau, M. Alain Simard. Rapidement

remplacé par un autre ingénieur forestier, M. Jean Brochu, l'intervalle de temps sans professionnel n'a pas du tout affecté l'avancement du projet. La bonne collaboration du responsable des serres 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. A tel point qu'une expérience a été réalisée avec succès dans les serres de la coopérative, et qu'une autre semblable est prévue à l'hiver 88. Il a 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 la Coopérative, et tous les semis utilisés pour nos expériences (plus de 70 000 en 1987 et encore plus en 1988) ont été empotés à Ferland-Boilleau, aux frais de la Coopérative.

L'engagement d'une biologiste diplômée de l'UQAC par la Coopérative forestière de Girardville a aussi aidé aux échanges scientifiques avec cette dernière entreprise.

La subvention de 15 000\$ à être versée par les Coopératives forestières de Ferland-Boilleau (10 000\$) et de Girardville (5 000\$) l'a été au mois d'avril et a servi, tel que prévu, à l'achat d'une chambre à environnement contrôlé. Une aide du Groupe de Recherche en Productivité Végétale (GRPV) de l'UQAC et de l'institution elle-même a permis d'obtenir deux autres chambres du même type que celle achetée avec la subvention. Nous avons donc à notre disposition trois chambres de croissance jumelles, si ce n'est que celle payée à même la subvention obtenue de Ferland-Boilleau possède le contrôle de l'humidité et est plus étanche aux échanges gazeux. Dans le projet précédemment soumis, nous avons été beaucoup trop optimistes en ce qui a trait aux dates de livraison de ces chambres. En fait, elles ne sont en fonction que depuis le milieu septembre, les délais de commande, de livraison et d'installation ayant été sous-estimés. Les expériences en chambre de croissance ne débiteront donc qu'au mois d'octobre, la première permettant la familiarisation des membres de l'équipe avec ce nouvel outil. M. Jacques Allaire est responsable du démarrage des chambres et de leur fonctionnement.

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 que la 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 vont commencer à transférer ce résultat à l'échelle commerciale. A petite échelle au départ, et à plus grande échelle les années suivantes si le résultat trouvé en recherche se répète en conditions commerciales. Une substantielle économie de la facture de chauffage devrait suivre l'application de ce résultat. Il s'agit là d'une des retombées complémentaires qui avaient été prévues lors de la soumission du projet.

5. ÉTAT DES DÉPENSES

(voir la dernière page)

6. FONDS REQUIS POUR LA PROCHAINE ANNÉE

L'état des dépenses et les explications fournies à la section 4 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. A moins qu'un étudiant gradué puisse être recruté d'ici là, l'argent prévu pour cette personne sera utilisé pour l'engagement d'un assistant de recherche dont le rôle sera de répondre en partie aux objectifs prévus pour l'étudiant, objectifs faisant essentiellement partie de la seconde avenue.

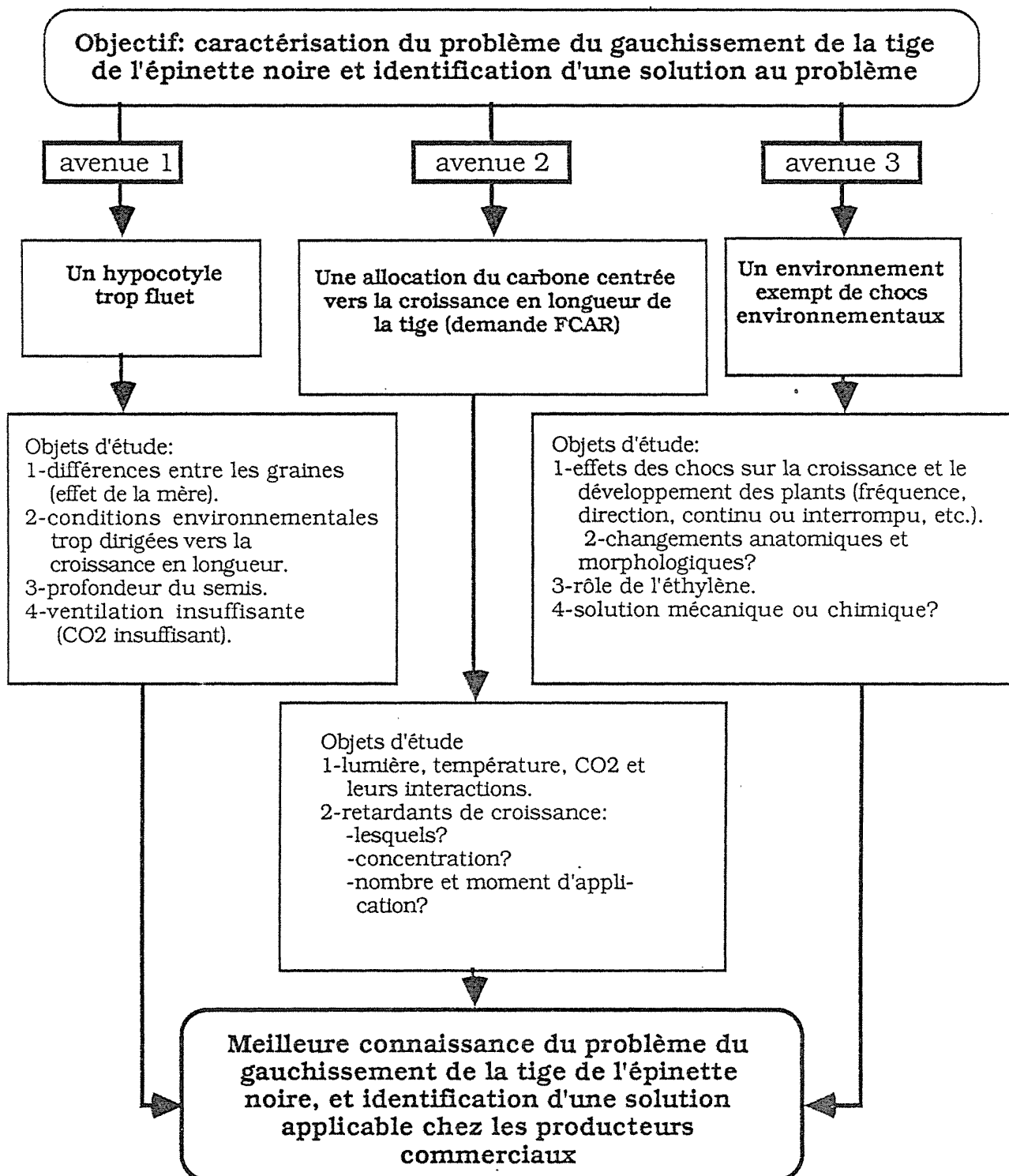


Figure 1: Schéma du projet global montrant les principaux points à étudier



**SUBVENTIONS DE RECHERCHE
ÉTAT FINANCIER DU BÉNÉFICIAIRE DE SUBVENTION**

BÉNÉFICIAIRE LORD, Daniel

DATE 21-09-87

INSTITUTION UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À CHICOUTIMI

N° DE LA SUBVENTION CRD-8631

Pour la période du 19 janv. au 15 sept. 1987
ÉTAT FINANCIER POUR L'ANNÉE TERMINÉE LE 31 MARS 1987

Solde de la subvention de l'année précédente		---
Ajouter la subvention de l'année en cours 86-87		100,000.00\$
Total des fonds disponibles pour l'année en cours		100,000.00\$
Moins dépenses pour l'année		
1) Montant total payé à des étudiants inscrits aux 2 ^e et 3 ^e cycles (donner les noms et les montants au verso)		
a) Étudiants canadiens et résidents permanents		
b) Étudiants étrangers		
2) Montant total payé à des stagiaires postdoctoraux (donner les noms et les montants au verso)		
3) Autres salaires	50,488.82\$	
4) Avantages sociaux	4,510.19\$	
5) Appareillage		
a) Plus de \$7,000		
b) \$7,000 et moins		
6) Véhicules motorisés (fournir des détails au verso)		
7) Matériaux, fournitures et autres dépenses diverses	8,185.43\$	
8) Frais de déplacement		
a) Voyages sur les lieux d'expérience	1,128.18\$	
b) Autres (conférences, séminaires, etc.)	205.50\$	
c) Chercheurs invités		
9) Frais d'ordinateur		
Total des dépenses pour l'année	64,518.12\$	64,518.12
Solde (cocher la case appropriée)		35,481.88\$

**TOTAL DES ENGAGEMENTS FINANCIERS
À LA FIN DE L'ANNÉE**

- Le montant non dépensé et non engagé de la subvention:
- a) est nécessaire pour continuer les travaux subventionnés:
 - b) n'est pas nécessaire pour continuer les travaux pour lesquels la subvention a été accordée, mais nous avons demandé ou obtenu l'autorisation de le dépenser à d'autres fins:
 - c) n'est pas nécessaire et a été ou sera remboursé au CRSNG:

Salaires 28,891.00\$

Autres 3,205.00\$

Je certifie par la présente que l'état ci-dessus est exact et que les dépenses indiquées sont conformes aux conditions et règlements régissant les subventions, tel qu'indiqué dans le Guide des subventions du CRSNG, et que les dépenses ont été faites aux fins auxquelles la subvention a été accordée.

Daniel Lord
(Bénéficiaire)

Robert Fortin
(Directeur du département)

7-10-87
(Date)

8-10-87
(Date)

Je certifie par la présente que les dépenses ci-dessus ont été effectuées et payées entièrement pour le compte du bénéficiaire et que nous avons des reçus à l'appui aux fins de vérification comptable.

René Gauthier
(Responsable du service des finances)

7-8-87
(Date)

On doit soumettre au plus tard le 31 mai un état financier signé, pour chaque compte de subvention.

*Durant l'absence du bénéficiaire (p. ex. congé sabbatique), le directeur du département peut signer cet état des dépenses comme certification provisoire, mais on doit soumettre au plus tard le 31 août un état signé par le bénéficiaire.

SI ON NE SOUMET PAS L'ÉTAT FINANCIER À LA DATE INDICUÉE, LE CRSNG POURRA FERMER LE OU LES COMPTES DE SUBVENTION DU BÉNÉFICIAIRE.