

2010

Les effets d'un entraînement physique pré-saison sur le travail et la sécurité des débroussailleurs : étude de faisabilité d'une approche de mesure

Daniel Imbeau
Polytechnique Montréal

Philippe-Antoine Dubé
Polytechnique Montréal

Denise Dubeau
Direction de la recherche forestière, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune

Luc LeBel
Université Laval

Suivez ce contenu et d'autres travaux à l'adresse suivante: <https://pharesst.irsst.qc.ca/rapports-scientifique>

Citation recommandée

Imbeau, D., Dubé, P.-A., Dubeau, D. et LeBel, L. (2010). *Les effets d'un entraînement physique pré-saison sur le travail et la sécurité des débroussailleurs : étude de faisabilité d'une approche de mesure* (Rapport n° R-664). IRSST.

Ce document vous est proposé en libre accès et gratuitement par PhareSST. Il a été accepté pour inclusion dans Rapports de recherche scientifique par un administrateur autorisé de PhareSST. Pour plus d'informations, veuillez contacter pharesst@irsst.qc.ca.

Troubles musculo-squelettiques

Études et recherches

RAPPORT R-664



Les effets d'un entraînement physique pré-saison sur le travail et la sécurité des débroussailleurs

Étude de faisabilité d'une approche de mesure

*Daniel Imbeau
Philippe-Antoine Dubé
Denise Dubeau
Luc LeBel*



Solidement implanté au Québec depuis 1980, l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) est un organisme de recherche scientifique reconnu internationalement pour la qualité de ses travaux.

NOS RECHERCHES

travaillent pour vous !

Mission

Contribuer, par la recherche, à la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles ainsi qu'à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes.

Offrir les services de laboratoires et l'expertise nécessaires à l'action du réseau public de prévention en santé et en sécurité du travail.

Assurer la diffusion des connaissances, jouer un rôle de référence scientifique et d'expert.

Doté d'un conseil d'administration paritaire où siègent en nombre égal des représentants des employeurs et des travailleurs, l'IRSST est financé par la Commission de la santé et de la sécurité du travail.

Pour en savoir plus

Visitez notre site Web ! Vous y trouverez une information complète et à jour. De plus, toutes les publications éditées par l'IRSST peuvent être téléchargées gratuitement. www.irsst.qc.ca

Pour connaître l'actualité de la recherche menée ou financée par l'IRSST, abonnez-vous gratuitement au magazine Prévention au travail, publié conjointement par l'Institut et la CSST. Abonnement : 1-877-221-7046

Dépôt légal

Bibliothèque et Archives nationales
2010
ISBN : 978-2-89631-494-2 (version imprimée)
ISBN : 978-2-89631-495-9 (PDF)
ISSN : 0820-8395

IRSST - Direction des communications
505, boul. De Maisonneuve Ouest
Montréal (Québec)
H3A 3C2
Téléphone : 514 288-1551
Télécopieur : 514 288-7636
publications@irsst.qc.ca
www.irsst.qc.ca
© Institut de recherche Robert-Sauvé
en santé et en sécurité du travail,
septembre 2010



Troubles musculo-squelettiques

Études et recherches

■ RAPPORT R-664

Les effets d'un entraînement physique pré-saison sur le travail et la sécurité des débroussailleurs Étude de faisabilité d'une approche de mesure

Avis de non-responsabilité

L'IRSST ne donne aucune garantie relative à l'exactitude, la fiabilité ou le caractère exhaustif de l'information contenue dans ce document. En aucun cas l'IRSST ne saurait être tenu responsable pour tout dommage corporel, moral ou matériel résultant de l'utilisation de cette information.

Notez que les contenus des documents sont protégés par les législations canadiennes applicables en matière de propriété intellectuelle.

*Daniel Imbeau et Philippe-Antoine Dubé,
Chaire de recherche du Canada en ergonomie,
École polytechnique de Montréal*

*Denise Dubeau,
Direction de la recherche forestière,
Ministère des Ressources naturelles et de la Faune*

*Luc LeBel,
Faculté de foresterie et de géomatique,
Université Laval*

Cliquez recherche
www.irsst.qc.ca



Cette publication est disponible
en version PDF
sur le site Web de l'IRSST.

CONFORMÉMENT AUX POLITIQUES DE L'IRSST

Les résultats des travaux de recherche publiés dans ce document
ont fait l'objet d'une évaluation par des pairs.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent d'abord à remercier tous les participants qui ont pris part à cette étude. Cette participation a été exigeante pour eux. L'équipe de recherche le reconnaît et les en remercie.

Les auteurs tiennent aussi à remercier les deux responsables de l'évaluation de la condition physique du PEPTF au Club Santé 2000, Mme Ariane Thériault et Mathieu Villeneuve pour leur grande contribution dans ces évaluations. Nous soulignons notamment leur travail remarquable réalisé dans le suivi auprès des participants (jusqu'à cinq fois pour certains participants) afin que ces derniers se présentent pour l'évaluation de leur condition physique.

Les auteurs tiennent aussi à remercier les intervenants du Bas-St-Laurent qui ont contribué à cette étude, dont notamment, Mme Arlette Lauzier, M. Alain Marcoux, M. Daniel Bélanger et M. Claude Bellavance.

Enfin, les auteurs remercient Isabelle Auger, statisticienne au Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, pour ses judicieux conseils lors des analyses statistiques.

Cette étude a été rendue possible par un financement de l'IRSST.

SOMMAIRE

Depuis quelques années, des intervenants du Bas-St-Laurent (BSL) ont développé et mis en application un Programme d'entraînement physique pour les travailleurs forestiers (PEPTF). Le PEPTF vise à améliorer leur condition physique avant le début de la saison de travail afin de leur faciliter le retour au travail et éventuellement de réduire les accidents du travail et les TMS. Des travaux récents montrent que les débroussaillieurs sont soumis à une charge de travail physique considérée comme lourde (ex., selon le RSST) durant toute la saison des travaux qui dure approximativement 6 mois, soit de mai à octobre. Pour effectuer un tel travail de façon sécuritaire, les ouvriers sylvicoles doivent posséder une bonne capacité cardio-respiratoire (une capacité supérieure réduit l'astreinte physique relative et donc aussi le niveau de fatigue). Or, durant la saison morte les débroussaillieurs sont en majorité inactifs de sorte qu'ils doivent débiter une saison de travail lourd alors qu'ils sont déconditionnés sur le plan physique (capacité cardio-respiratoire réduite). Ainsi, chaque année ce retour au travail est pénible pour plusieurs d'entre eux. Un entraînement physique pré-saison visant à améliorer la capacité cardio-respiratoire avant le début des travaux sur le terrain devrait logiquement faire en sorte que ces travailleurs débutent la saison avec une meilleure capacité physique ce qui permettrait de réduire la fatigue excessive en début de saison et possiblement tout au long de la saison.

L'objectif de cette étude était de vérifier la faisabilité opérationnelle d'une approche visant à mesurer les effets du PEPTF sur la condition physique, l'astreinte physique, la productivité et les accidents durant le travail chez les travailleurs forestiers.

Douze travailleurs ont été répartis en deux groupes: contrôle (6 participants), entraîné (6 participants). Le groupe entraîné a suivi le PEPTF. Un ensemble de mesures liées à la condition physique des travailleurs ont été obtenues pour les deux groupes avant le début du programme d'entraînement et à quatre moments au cours de la saison de travail. À ces moments, tous les travailleurs ont aussi fait l'objet d'observations systématiques de leur productivité et de leur astreinte physique durant le travail. Des mesures des conditions de terrain et d'ambiance thermique ont aussi été réalisées en vue de contrôler ces facteurs de biais possibles. Pour chaque journée d'observation, une paire de travailleurs était suivie (un contrôle et un entraîné).

Cette mise à l'essai montre que l'approche telle que conçue au départ est techniquement faisable. La mise à l'essai mène cependant à formuler plus d'une vingtaine de recommandations visant à la simplifier et à en faciliter la mise en application. Elles concernent l'organisation de la collecte de données, le choix et le pairage des participants, la mesure de la condition physique, les mesures sur le terrain et l'analyse des données.

Cette mise à l'essai montre également que le programme d'entraînement actuel permet d'améliorer significativement la capacité cardiorespiratoire des travailleurs. Néanmoins, il apparaît que pour amener cette capacité au niveau de celle requise pour le travail de reboisement, le programme d'entraînement devrait être rendu plus exigeant.

Cette approche peut maintenant être répliquée durant une ou deux années additionnelles en vue d'obtenir une quantité suffisante de données pour assurer des résultats robustes en ce qui a trait notamment aux mesures liées à la productivité, à l'astreinte et aux accidents de travail. Si ces résultats sont concluants, alors le PEPTF pourrait représenter un moyen d'améliorer la santé et la

sécurité du travail des débroussaillieurs et ainsi contribuer à l'amélioration de la productivité des travailleurs forestiers. Ces résultats de recherche pourraient donc influencer les stratégies d'aménagement des forêts en encourageant une utilisation responsable du potentiel humain.

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION.....	1
2. OBJECTIFS DES TRAVAUX	5
3. MÉTHODOLOGIE.....	5
4. RÉSULTATS ET DISCUSSION.....	7
4.1 Contexte	7
4.2 Calendrier de l'étude	7
4.2.1 Travaux sur le terrain.....	7
4.2.2 PEPTF et évaluation de la condition physique.....	10
4.2.3 Préparation et analyse des données.....	10
4.3 Participants.....	11
4.4 Évaluation de la condition physique	14
4.4.1 Capacité cardio-respiratoire: Physitest Canadien modifié.....	16
4.4.2 Capacité cardio-respiratoire: Step-test de Meyer et Flenghi.....	24
4.4.3 Autres mesures de condition physique.....	31
4.5 Observations sur le terrain	31
4.5.1 Productivité et astreinte physique.....	32
4.5.2 Mesures de SST.....	33
4.5.3 Préparation des sites d'observation.....	33
4.5.4 Suivi des travailleurs sur le terrain.....	35
4.5.5 Autres considérations liées aux observations sur le terrain.....	35
4.5.6 Exemples de mesures recueillies sur le terrain: température centrale.....	36
4.6 Équipements de mesure.....	37
4.7 Analyses Statistiques additionnelles.....	38
5. RECOMMANDATIONS	39
6. CONCLUSION	43

7. RÉFÉRENCES.....	45
A1 MÉTHODOLOGIE PROPOSÉE AU DOCUMENT DE DEVIS D'ACTIVITÉ.....	49
A1.1 Approche proposée	49
A1.1.1 Participants.....	49
A1.1.2 Entraînement physique pré-saison.....	50
A1.1.3 Observations sur le terrain.....	51
A1.1.4 Équipements.....	56
A1.1.5 Analyses Statistiques.....	57
A1.1.6 Calendrier des travaux.....	58
A2 ASSURANCE QUALITÉ	59
A3 RÉSULTATS ATTENDUS (CONTRIBUTION SCIENTIFIQUE OU TECHNIQUE ATTENDUE)	60

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Évolution du calendrier de l'étude	9
Tableau 2: Résultats de l'analyse statistique sur le gain hebdomadaire moyen de capacité cardio-respiratoire durant chacune des 4 périodes de la saison.	22

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Capacité cardio-respiratoire – VO_{2max} ($mlO_2/kg/min$) des participants étudiés selon le moment de l'étude: estimation faite à partir du Physitest Canadien.....	17
Figure 2: Relation entre la fréquence cardiaque au dernier palier atteint lors du Physitest Canadien modifié et le moment de la saison.	19
Figure 3: Évolution de la capacité cardio-respiratoire mesurée pas le Physitest Canadien modifié dans les deux groupes de participants selon le moment de la saison.....	23
Figure 4: Relation Fc (bpm) vs VO_2 ($mlO_2/kg/min$) obtenue par le step-test de Meyer et Flenghi (a: relations brutes, b: relations corrigées pour le participant BSL-15; c: relations brutes, d: relations corrigées pour le participant BSL-10).....	27
Figure 5: Capacité cardio-respiratoire – VO_{2max} ($mlO_2/kg/min$) des participants étudiés selon le moment de l'étude: estimation faite à partir des step-tests de Meyer et Flenghi corrigés	29
Figure 6: Fréquence cardiaque au 4 ^e palier du step-test de Meyer et Flenghi selon le moment de la saison	30
Figure 7: Pourcentage (%) du temps de travail (plantation ou débroussaillage) durant lequel la température centrale a dépassé la valeur de 38°C en fonction du moment de la saison (a: participants entraînés, b: participants contrôles)	37

Liste des abréviations

<u>ASSIFQ</u>	Association de santé et sécurité des industries de la forêt du Québec
<u>Clo</u>	Unité d'isolement thermique vestimentaire
<u>FQRNT</u>	Le Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies
<u>GPS</u>	Appareil de navigation utilisant le Global Positioning System
HR	Humidité relative de l'air (%)
<u>IMC</u>	Indice de masse corporelle
<u>IRSST</u>	Institut de recherche Robert Sauvé en santé et en sécurité du travail
<u>MRNF</u>	Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (Québec)
<u>OMS</u>	Organisation mondiale de la santé
<u>PHS</u>	Predicted Heat Strain: indice de contrainte thermique (ISO7933:2004)
RSST	Règlement sur la santé et la sécurité du travail (Québec)
Ta	Température de l'air (degrés Celsius)
Tg	Température du globe noir (mesure de rayonnement)(degrés Celsius)
TMS	Troubles musculosquelettiques
Va	Vitesse de l'air (m/s)

1. INTRODUCTION

Depuis quelques années, des intervenants au Bas-St-Laurent (BSL) ont développé et mis en application un Programme d'entraînement physique pour les travailleurs forestiers (PEPTF). Le PEPTF vise à améliorer la condition physique des travailleurs forestiers avant le début de la saison de travail afin de faciliter leur retour au travail et éventuellement de réduire les accidents du travail et TMS (troubles musculosquelettiques). Le retour au travail est jugé pénible par plusieurs parce qu'ils sortent alors d'une période de faible activité physique (« la saison morte »). Un certain nombre de travailleurs forestiers (débroussailleurs, abatteurs, planteurs) ont reçu le PEPTF au fil des ans. La composition du programme a évolué d'une année à l'autre pour finalement se stabiliser en 2005 (Bellavance et al., 2004, 2005b). Les promoteurs du programme d'entraînement physique pré-saison sont d'avis que ce dernier produit des résultats positifs. Les intervenants du BSL souhaitent donc établir à l'aide d'une méthodologie rigoureuse si l'entraînement physique pré-saison offre les bénéfices escomptés.

1.1 Travaux portant sur les débroussailleurs déjà réalisés par l'équipe de recherche

Depuis 2001 notre équipe (Dubeau, LeBel, Imbeau) a étudié les débroussailleurs forestiers en situation de dégagement et d'éclaircie précommerciale en vue de faciliter le développement de modèles permettant, notamment, d'améliorer les conditions de rémunération des débroussailleurs. Ces modèles doivent tenir compte des conditions de terrain rencontrées (densité végétale et obstacles) qui ont un impact direct sur la productivité (surface traitée par heure de travail). La productivité des travailleurs détermine le revenu des travailleurs, puisque ces traitements sylvicoles sont typiquement rémunérés à forfait (Toupin et al. 2007). Au fil de ces travaux, nous avons été amenés à évaluer la productivité des débroussailleurs ainsi que leur charge de travail physique par la mesure de la fréquence cardiaque. Nous avons également fait passer des épreuves sous-maximales à 75 débroussailleurs entre 2000 et 2007. Ces épreuves nous ont permis d'évaluer l'astreinte physique et la dépense énergétique associée aux différentes activités du travail. Des mesures d'ambiance thermique ont aussi été prises au fil de ces études afin d'évaluer le risque associé à la contrainte thermique. Des méthodes de mesure des conditions de terrain qui affectent la productivité et la charge de travail ont été développées. Ces travaux ont été financés conjointement par le MRNF, le FQRNT (Actions concertées en aménagement forestier), la Chaire de recherche du Canada en ergonomie (CRCE) de l'École Polytechnique de Montréal, par l'Université Laval et aussi par l'IRSST (Dubeau, LeBel, Imbeau 2003; Imbeau, Dubeau, Farbos 2007)..

Nos résultats montrent que le travail du débroussailleur est exigeant. La méthode de mesure utilisée, la fréquence cardiaque, a permis d'estimer le coût cardiaque relatif (CCR, une mesure d'astreinte) et d'estimer la dépense énergétique associée au dégagement de la régénération naturelle et artificielle afin de comparer ce travail aux valeurs guides présentées dans la littérature. Le coût cardiaque relatif estimé se situait en moyenne à près de 50% pour l'activité de débroussaillage et le CCR moyen sur une journée de travail était de 41% (toutes activités et pauses confondues). Lorsqu'on compare avec les valeurs proposées dans la littérature, ces niveaux sont très élevés soit entre 11 et 21 % de plus que les maximums proposés pour 9 heures de travail (Wu and Wang 2002; Chengalur et al. 2004). Concernant la dépense énergétique, on l'estime à 7.4 ± 2 Kcal/min (moyenne \pm écart-type), ce qui classe ce travail comme lourd selon l'annexe V du Règlement sur la santé et la sécurité au travail (RSST 2007, Chiasson 2004). Il

s'agit donc d'un travail physiquement très exigeant, qui s'étale sur une journée type de 9 heures. D'autre part, nous avons trouvé que les conditions d'ambiance thermique représentent en moyenne 12% du CCR, ce qui paraît important. Dans une période de travail sur quatre, une accumulation de chaleur corporelle dépassant la limite acceptable pour 95% de la population de travailleurs industriels a été observée (Imbeau et al. 2007). Les débroussailleurs ont une capacité cardio-respiratoire (VO_{2max}) nettement au-dessus de la moyenne par rapport à leur groupe d'âge si on les compare à des données de populations de travailleurs industriels nord-américains (ex., Mital et Shell 1986). Par contre, jusqu'à 39% des débroussailleurs auraient une capacité cardio-respiratoire sous la moyenne de leur groupe d'âge si on les compare aux données du rapport Campbell¹ (1988) qui portent sur la condition physique de la population canadienne. Ces données mènent donc à un jugement plus sévère de la condition physique des débroussailleurs.

Des simulations sur nos données indiquent que l'amélioration de la capacité cardio-respiratoire ne contribuerait pas à réduire le CCR des débroussailleurs de façon significative durant le travail, celui-ci apparaissant trop exigeant par rapport aux gains de capacité (le VO_{2max}) qui sont apportés par l'entraînement. En d'autres termes, il ne paraît pas utile de chercher à entraîner les débroussailleurs durant la saison, parce que leur capacité est déjà bonne à ce moment. Par contre, plusieurs débroussailleurs nous ont dit au fil des ans que le début de la saison est très exigeant pour eux parce qu'ils sont généralement peu actifs durant la saison morte. Plusieurs nous ont dit perdre beaucoup de poids en début de saison. Dans ce contexte, il est plausible de penser qu'un entraînement physique visant à augmenter la capacité cardio-respiratoire durant la saison morte faciliterait le retour au travail en début de saison. En effet, en début de saison, les travailleurs doivent augmenter rapidement leur VO_{2max} pour pouvoir être en mesure de faire leur travail de façon productive et atteindre leurs objectifs de production hebdomadaire.

Si les travailleurs sont plus fatigués en début de saison, et ce jusqu'à ce qu'ils aient retrouvé leur capacité cardio-respiratoire de la fin de saison précédente, alors on devrait être en mesure d'observer une productivité moindre et des accidents plus fréquents en début de saison chez les participants non entraînés. Au cours de la saison, à mesure que la capacité cardio-respiratoire s'améliore par le fait du travail, la productivité devrait suivre la même tendance, alors que les accidents et incidents devraient être à la baisse. Par ailleurs, il est possible qu'une augmentation dans les accidents et les TMS se produise en milieu et fin de saison. Ce serait le cas où une fatigue excessive s'accumulerait dès le début de la saison pour atteindre un niveau délétère en milieu de saison. Pour ceux qui auraient suivi un entraînement physique pré-saison, on pourrait supposer qu'ils se fatiguent moins en début de saison parce qu'ils ont une meilleure capacité physique dès le départ et donc que la fatigue accumulée (épuisement progressif) soit moins importante en milieu et fin de saison ce qui irait dans le sens des observations faites par Roberts (2002) chez les planteurs. On devrait donc observer pour ces participants un nombre moindre d'accidents et de TMS en milieu et fin de saison ce qui irait dans le sens des résultats de Hébert et al. (2000) et d'Anonyme (2005).

La fatigue excessive associée à une charge de travail élevée et/ou à une récupération inadéquate (nombre et durée insuffisants de pauses) mène à une détérioration de la capacité musculaire ainsi

¹ Institut Canadien de la recherche sur la condition physique et le mode de vie. (1988). Données de l'enquête Campbell sur la condition physique et l'anthropométrie (données fournies sous forme de tableaux). Canada, 6 p. http://www.cflri.ca/fr/donnees_provinciales/campbell1988/index.php.

que de la coordination musculaire (Rohmert 1973) lesquelles peuvent être à l'origine d'une perte de contrôle de l'équilibre ou de précision dans les gestes lors de la manipulation des outils de travail (ici la débroussailleuse). Il est aisé de concevoir qu'une fatigue excessive pendant l'exécution d'un travail impliquant l'utilisation d'un outil dangereux puisse facilement mener à des incidents ou à des mouvements mal contrôlés dont les conséquences peuvent être très graves. De plus, dans des conditions de fatigue excessive, l'attention diminue de sorte que les accidents deviennent plus probables parce que l'opérateur n'est plus en mesure de composer aussi efficacement avec les incidents pouvant survenir (Roberts 2002, Bridger 2003).

Il apparaît donc qu'un entraînement physique pré-saison visant à améliorer la capacité cardio-respiratoire pourrait produire des bénéfices non seulement en début de saison, mais aussi en milieu et fin de saison; en augmentant la capacité cardio-respiratoire par l'entraînement avant le début de la saison, on réduit l'astreinte physique relative due au travail en début de saison et donc aussi le niveau de fatigue associé au travail. Ces effets pourraient s'atténuer graduellement pour disparaître quelque part en milieu de saison lorsque le travailleur a atteint un niveau de capacité cardio-respiratoire suffisant. Il se peut aussi que ces effets soient cumulatifs, c.-à-d., qu'une dette de fatigue soit contractée en début de saison à cause d'une capacité cardio-respiratoire réduite et que cette dette s'accroisse tout au long de la saison en raison du fait que le travail de débroussaillage est exigeant. Comme le débroussaillage est un travail lourd, on peut imaginer que les travailleurs deviennent épuisés en fin de saison et donc que la productivité (surface traitée par heure de travail) se mette à décroître graduellement, et les accidents et incidents à augmenter. On peut aussi imaginer que les chaleurs de mi-saison puissent masquer cette tendance au moins partiellement, la chaleur ajoutant à la pénibilité et à la fatigue associée au travail durant cette période.

Un questionnaire administré à 45 débroussailleurs au cours des années 2001 et 2002 nous indique que ceux-ci rapportent statistiquement plus de douleurs au cou et aux membres inférieurs (jambes et mollets), soit deux fois plus que la population d'hommes de quinze ans et plus. Les chevilles et les pieds sont affectés chez quatre fois plus de sujets que dans la population des travailleurs québécois (Langlois 2004). Une proportion de 26.7% des travailleurs rapporte des douleurs au bas du dos, ce qui est équivalent à ce qu'on trouve dans la population québécoise. On peut penser que le fait de constamment regarder au sol pour voir la lame de l'outil et pour chercher les plants à dégager, que le poids de l'équipement transporté toute la journée sur un terrain accidenté et encombré, ainsi que l'asymétrie de la charge causée par le port de la débroussailleuse sur la hanche droite et non compensée par l'ajustement du harnais contribuent à expliquer ces résultats. Les débroussailleurs relient ces douleurs à leur travail dans une majorité des cas. Ces résultats de notre équipe vont dans le sens de ceux rapportés par des chercheurs de l'IRSST. En effet, lors d'une étude d'événements accidentels ayant porté sur les opérations de débroussaillage, entre juin 1997 et mai 1998, Hébert et coll. mettaient en évidence un nombre élevé de blessures aux membres inférieurs, chez les débroussailleurs (Hébert et al. 2000). Les principales causes de ces blessures, sur deux tiers des 189 événements accidentels étudiés, étaient liées aux conditions de terrain : présence de résidus ligneux ou de pierres au sol et pente du terrain. Selon ces auteurs, ces conditions favoriseraient la perte d'équilibre chez l'opérateur et le risque de blessures par contact avec la lame de la débroussailleuse, ainsi que des blessures au dos ou aux genoux.

La fatigue excessive en début de saison résultant d'un déconditionnement physique durant la saison morte ne peut qu'aggraver des conditions de travail déjà difficiles. Il est donc logique de penser qu'un entraînement physique pré-saison permettant de diminuer cette fatigue excessive dès le début de la saison devrait contribuer à améliorer la santé et la sécurité des travailleurs ainsi que leur productivité durant la première partie de la saison ainsi que plus tard dans la saison. Bernard (1997) rapporte que les études épidémiologiques montrent une relation positive entre les problèmes musculosquelettiques au dos et le travail physique lourd. Ainsi, le gain anticipé d'un entraînement physique pré-saison devrait normalement se manifester sous différentes formes, dont possiblement une réduction des accidents de travail au cours de la saison.

Les documents qui nous ont été remis (Bellavance et al. 2004, 2005a, b; Anonyme 2005) concernant le PEPTF font état d'une évaluation des effets de l'entraînement physique pré-saison à la fin de chaque année. Ces documents tendent à indiquer que la capacité cardio-respiratoire s'améliore par l'entraînement grâce au PEPTF et qu'elle continue de progresser durant la saison, pour se mettre à réduire dès la fin de la saison de travail et ce, tout au long de la saison morte.

La littérature rapporte que la VO_{2max} est le meilleur indicateur de l'aptitude cardio-respiratoire à l'endurance et qu'il est possible de l'accroître de 4% à 93%, les valeurs habituelles se situant dans les 15% à 20% si on considère un sujet sédentaire qui s'entraîne trois fois par semaine, 30 minutes par session durant 6 mois (McArdle et al. 2001). L'augmentation de cette capacité par le PEPTF est donc prévisible tout comme l'est la perte de capacité durant la saison morte. En effet, plusieurs auteurs rapportent une diminution significative de la capacité cardio-respiratoire de l'ordre de 4% à 20% après deux semaines d'inactivité et plus (Pollock et al. 1972, Coyle et al. 1985, Moore et al. 1987). Selon Godfrey (2007), chez des athlètes, la capacité cardio-respiratoire était toujours en deçà de 4% après 20 semaines d'entraînement suite à 12 semaines d'inactivité. La différence pourrait être plus grande pour des non-athlètes. Ce dernier résultat indique qu'il y aurait avantage à maintenir un programme régulier d'activité physique tout au long de la saison morte.

Il semble que le PEPTF permet réellement d'améliorer la capacité cardio-respiratoire (VO_{2max}), une dimension de la capacité physique qui est déterminante de l'astreinte physique du travail de débroussaillage. Il apparaît donc opportun d'évaluer le gain que le PEPTF apporte quant à cette capacité et de suivre celle-ci tout au long de la saison au moyen des mesures utilisées par le PEPTF. Pour les autres composantes de l'entraînement, il apparaît intéressant de les suivre afin de confirmer leur utilité ou le cas échéant, de les remplacer par d'autres exercices jugés plus pertinents.

2. OBJECTIFS DES TRAVAUX

L'objectif de l'étude était de vérifier la faisabilité opérationnelle d'une approche visant à mesurer les effets d'un entraînement physique pré-saison sur la condition physique, l'astreinte physique, la productivité du travail de débroussaillage, et les accidents du travail. L'étude a porté sur les débroussaillieurs forestiers. Le PEPTF tel que développé a été appliqué dans sa version la plus récente par les intervenants du BSL.

Le critère d'atteinte de l'objectif de cette étude de faisabilité demeure la réalisation des mesures selon la procédure prévue à la méthodologie et selon le calendrier prévu. La méthodologie telle qu'approuvée par les instances de l'IRSST au printemps 2008 est détaillée à l'Annexe 1 du présent rapport.

Cette méthodologie est basée sur les huit années d'expérience de recherche de notre équipe (Dubeau, Lebel, Imbeau, Dubé) sur le travail des débroussaillieurs dans toutes les régions du Québec. Au cours de ces années, nous avons adapté et appliqué au contexte spécifique du travail de débroussaillage un ensemble de méthodes proposées dans la littérature scientifique. Nous avons aussi développé certaines méthodes, notamment en ce qui a trait à la caractérisation des conditions de terrain. Nous savions que les mesures proposées dans la méthodologie sont réalisables et ont un lien avec l'évaluation des effets sur le terrain d'un PEPTF. La méthodologie telle que proposée pour cette étude porte donc uniquement sur le travail de débroussaillage (éclaircie précommerciale et dégagement). Par ailleurs, si les bénéfices d'un PEPTF peuvent être démontrés pour les débroussaillieurs, il est logique de penser que ces bénéfices se matérialiseront également pour les autres métiers de la sylviculture.

Le défi de l'étude telle que proposée n'était pas tellement de réaliser les mesures de façon ponctuelle comme tel puisque nous faisons une collecte de données similaire pour l'essentiel depuis quelques années déjà. La difficulté était plutôt de s'assurer que l'approche pour obtenir ces mesures pourrait être répliquée exactement de la même façon tout au long de la saison de travail et aussi durant au moins deux autres années afin d'obtenir des données robustes. Le fait de répliquer une méthodologie pose des défis au niveau de l'organisation de la collecte des données notamment en ce qui a trait à la coordination des différents partenaires impliqués dans la collecte de données et dans le déroulement de l'étude. C'est de ce défi qu'origine la présente étude de faisabilité.

3. MÉTHODOLOGIE

L'approche proposée pour l'étude de faisabilité consiste essentiellement à comparer la méthodologie approuvée (Annexe 1) au déroulement sur le terrain au cours de la saison 2008. Plus spécifiquement, il s'agit de documenter l'implantation de chacun des éléments de la méthodologie lors de l'étude pour faire ressortir tout écart par rapport à ce qui était prévu (i.e., quelles étapes ont été implantées telles quelles, lesquelles n'ont pu l'être, quelles difficultés ont été rencontrées, quels facteurs ont facilité ou ont représenté un obstacle à l'implantation) (Robson et al. 2001). Ce rapport doit donc dresser un bilan du déroulement de la collecte de données et le

cas échéant, des difficultés rencontrées. Les recommandations doivent rendre le dispositif de suivi plus robuste et adapté en prévision d'un éventuel projet devant faire suite à cette étude.

Chaque section de la méthodologie originale présentée à l'Annexe 1 est traitée individuellement. Pour chacune, un état du déroulement sur le terrain est dressé et selon le cas, des résultats sont présentés et discutés dans la perspective d'améliorer la méthodologie s'il y a lieu. Afin d'alléger le rapport, le texte de la méthodologie originale n'est pas répété intégralement à chaque section. Le lecteur est donc invité à consulter l'Annexe 1 au besoin.

4. RÉSULTATS ET DISCUSSION

4.1 Contexte

Il apparaît utile de situer dans le temps le contexte plus large de l'étude. Ainsi, en octobre 2007, Daniel Imbeau est invité par l'IRSST à préparer un devis d'activité de recherche visant les objectifs décrits plus haut. Il s'associe à ses collaborateurs du domaine forestier (Denise Dubeau et Luc LeBel) pour développer une étude atteignant les objectifs de l'IRSST et ce, en collaboration avec des intervenants du BSL et de la Société d'Exploitation des ressources de la Neigette inc. (SERN). La méthodologie proposée pour l'étude est présentée au début de décembre 2007 à un comité réunissant différents partenaires au projet (BSL, SERN, Club Santé 2000, CSST, IRSST, ASSIFQ, CSMOAF, Polytechnique, Direction de la recherche forestière — DRF— du MRNF). Cette rencontre avait pour but de présenter, discuter et ajuster au besoin la méthodologie et le calendrier proposés selon les caractéristiques particulières de la région du BSL. Lors de cette rencontre, les partenaires ont accepté la méthodologie et le calendrier présentés par l'équipe de recherche sans proposer d'ajustements ni de modifications. Bien qu'un doute ait été exprimé par des représentants de la SERN et du CSMOAF eu égard au nombre de participants et au risque de désintéressement des travailleurs en cours de saison, ce sont cette méthodologie et ce calendrier qui ont par la suite été approuvés par les instances de l'IRSST (Annexe 1) plus tard au printemps 2008.

Le programme d'entraînement des travailleurs devait débuter en février 2008 afin que ceux-ci aient terminé leur entraînement avant le début de la saison des travaux sylvicoles (généralement au mois de mai). La mobilisation des intervenants du BSL et des chercheurs a donc été nécessaire avant l'approbation du projet. Peu après l'approbation de l'étude par les instances de l'IRSST le 23 avril 2008, une rencontre du comité de projet réunissant les principaux partenaires impliqués directement dans l'étude (BSL, SERN, DRF, Université Laval et Polytechnique) visant à lancer l'étude et planifier le début de la collecte de données a eu lieu à Rimouski (6 mai 2008). À la demande de l'IRSST, un état d'avancement du projet a été présenté par l'équipe de chercheurs au début de septembre 2008 (5 septembre 2008).

4.2 Calendrier de l'étude

Dans le document du devis d'activité approuvé par les instances de l'IRSST, le calendrier est présenté à la fin de la section méthodologie (section A1.1.6), mais cet aspect est ici traité en premier étant donné qu'une connaissance du calendrier facilite la présentation des autres résultats.

4.2.1 Travaux sur le terrain.

En ce qui a trait aux observations sur le terrain, le calendrier a été modifié à six reprises, ce qui a entraîné un certain nombre de difficultés. L'évolution du calendrier est présentée au Tableau 1. Ce tableau indique sur les colonnes les dates auxquelles le calendrier a été modifié. La colonne "Trait." indique le traitement sylvicole prévu selon le moment de la saison. La colonne

"Moment" indique le moment de mesure prévu (voir Figure A2 en annexe). Rappelons que le calendrier proposé pour validation au comité de projet en décembre 2007 était basé sur les connaissances et l'expérience cumulée sur plusieurs années des membres de notre équipe en ce qui a trait au travail de débroussaillage dans les différentes régions du Québec. Sur ces bases, la saison devait s'étendre sur 26 semaines et comporter uniquement du travail de débroussaillage (éclaircie précommerciale: EPC et dégagement: DEG). Les moments d'observation avaient été fixés au début de chaque période d'activité afin de permettre de détecter le changement dans la condition physique associée à la période précédente.

Le premier calendrier a été remis en question lors de la réunion du comité en mai 2008. À cette occasion l'équipe de recherche a été informée que chez l'entreprise partenaire (SERN), la saison débute normalement par du reboisement (REB) pour une majorité de travailleurs forestiers de cette organisation. L'équipe a aussi été avisée à ce moment seulement qu'en raison du contexte forestier difficile, la saison débiterait à la mi-mai et se terminerait fin septembre, s'échelonnant ainsi sur 20 semaines ce qui avait pour effet de raccourcir les périodes des différentes activités en forêt. En somme, le calendrier présenté pour validation au comité de travail en décembre ne correspondait pas au calendrier type de la SERN. Comme l'équipe comptait sur un technicien expérimenté du MRNF qui partage son temps entre différentes équipes de la DRF tout au long de la saison, il a fallu revoir son affectation au complet pour la saison 2008 (donc aussi les calendriers des autres équipes de la DRF auxquelles il avait été affecté) afin de rendre possible sa collaboration à la collecte de données de la présente étude. Également, ce changement a eu des effets au niveau de la méthodologie: un moment de mesure a dû être ajouté au début du reboisement afin de pouvoir éventuellement séparer l'effet, sur les différentes mesures, du reboisement de la période d'éclaircie précommerciale qui le suit. Ce nouveau moment de mesure est indiqué par des "X" au Tableau 1 (le moment "0" étant juste avant le début du PEPTF; c.f. Figure A2 en annexe).

Quelques jours plus tard, soit le vendredi précédant le début de la collecte de données sur le terrain, le calendrier était encore modifié pour reporter le début de la saison d'une semaine (soit au 26 mai) en raison d'une fonte des neiges tardive dans la région du BSL qui rendait les chemins forestiers impraticables. Ce second changement nous a privé des services du technicien expérimenté du MRNF, sauf pour la semaine du 16 juin; ses obligations envers les différentes équipes de la DRF ne pouvant accommoder le second changement sans mettre en péril leurs propres travaux au cours de la saison. Puisque ce technicien travaillait avec notre équipe depuis l'an 2000 (évaluation du travail des débroussaillieurs), la perte apparaissait importante. La SERN a été en mesure de fournir un technicien forestier qui a pu assez rapidement combler une partie de l'expertise perdue au sein de l'équipe. Ce technicien a été formé aux mesures terrains chez les débroussaillieurs par le technicien du MRNF au cours de la semaine du 16 juin, soit le moment où les mesures en lien avec le débroussaillage devaient commencer. Le technicien de la SERN a fait un excellent travail sur le terrain et sa connaissance de la région et des travailleurs ont finalement été un atout au sein de l'équipe tout au long de la saison.

Le second changement au calendrier a eu des répercussions transitoires au niveau du fonctionnement de l'équipe (répartition des tâches, formation sur le tas), de la logistique (ex., le véhicule devant transporter l'équipe sur le terrain n'était plus fourni par le MRNF) et du budget (ex., location d'un véhicule additionnel, coût du technicien de la SERN).

Tableau 1: Évolution du calendrier de l'étude

Sem	Date (Lundi - Vendredi)	5 déc. 07		6 mai 08		19 mai 08		4 juil. 08		9 juil. 08		8 sept. 08		1 oct. 08	
		Trait.	Moment	Trait.	Moment	Trait.	Moment	Trait.	Moment	Trait.	Moment	Trait.	Moment	Trait.	Moment
1	12 mai - 16 mai	EPC1	1												
2	19 mai - 23 mai	EPC1	1	REB	X										
3	26 mai - 30 mai	EPC1		REB	X	REB	X	REB	X	REB	X	REB	X	REB	X
4	2 juin - 6 juin	EPC1		REB		REB	X	REB	X	REB	X	REB	X	REB	X
5	9 juin - 13 juin	EPC1		EPC1	1	REB		REB		REB		REB		REB	
6	16 juin - 20 juin	EPC1		EPC1	1	EPC1	1	EPC1	1	EPC1	1	EPC1	1	EPC1	1
7	23 juin - 27 juin	EPC1		EPC1		EPC1	1	EPC1	1	EPC1	1	EPC1	1	EPC1	1
8	30 juin - 4 juil.	DEG	2	EPC1		EPC1	1	EPC1	1	EPC1	1	EPC1	1	EPC1	1
9	7 juil. - 11 juil.	DEG	2	EPC1		EPC1		EPC1		EPC1		EPC1		EPC1	
10	14 juil. - 18 juil.	DEG		EPC1		EPC1		EPC1		EPC1		EPC1		EPC1	
11	21 juil. - 25 juil.	DEG		EPC1		EPC1		EPC1		EPC1		EPC1		EPC1	
12	28 juil. - 1 août	DEG		DEG	2	EPC1		EPC1		EPC1		EPC1		EPC1	
13	4 août - 8 août	DEG		DEG	2	DEG	2	EPC1		EPC1		EPC1		EPC1	
14	11 août - 15 août	DEG		DEG		DEG	2	EPC/DEG	2	EPC/DEG		EPC/DEG		EPC/DEG	
15	18 août - 22 août	DEG		DEG		DEG		DEG	2	DEG	2	DEG	2	DEG	2
16	25 août - 29 août	DEG		DEG		DEG		DEG	2	DEG	2	DEG	2	DEG	2
17	1 sept - 5 sept	DEG		EPC2	3	DEG		EPC2	3	DEG		DEG		DEG	
18	8 sept - 12 sept	DEG		EPC2	3	EPC2	3	EPC2	3	EPC2	3	DEG		DEG	
19	15 sept - 19 sept	EPC2	3	EPC2		EPC2	3	EPC2	4	EPC2	3	DEG		DEG	
20	22 sept - 26 sept	EPC2	3	EPC2	4	EPC2		EPC2	4	EPC2		EPC2		EPC2	
21	29 sept - 3 oct.	EPC2		EPC2	4	EPC2	4			EPC2	4	EPC2	4	EPC2	
22	6 oct. - 10 oct.	EPC2				EPC2	4			EPC2	4	EPC2	4	EPC2	4
23	13 oct. - 17 oct.	EPC2												EPC2	4
24	20 oct. - 24 oct.	EPC2													
25	27 oct. - 31 oct.	EPC2	4												
26	3 nov. - 7 nov.	EPC2	4												

Note: Trait: traitement sylvicole, Moment: moment de mesure, EPC: éclaircie précommerciale, REB: reboisement, DEG: dégagement

Au début du mois de juillet le calendrier des travaux a été modifié par la SERN une troisième fois pour prolonger la première période d'EPC et devancer la seconde, puis une quatrième fois pour allonger la seconde période d'EPC. Ces changements, qui sont la conséquence d'une décision du MRNF, ont eu l'effet de décaler le moment 2 pour le rapprocher du moment 3, puis d'espacer les moments 2, 3 et 4 d'une semaine. À cette époque, l'équipe de recherche envisageait de ne pas faire les mesures du moment 3 puisque les moments 2, 3 et 4 étaient jugés trop rapprochés dans le temps pour qu'une différence dans l'évolution de la condition physique puisse être observée. On considérait qu'à ce moment de la saison la condition physique devrait être relativement stabilisée et que la différence d'astreinte entre l'EPC et le dégagement n'était probablement pas suffisante pour être observable. En éliminant les mesures du moment 3, l'étude comporterait 4 moments de mesure, et ce tel que prévu au protocole original (ajout du reboisement et retrait du moment 3).

Au début du mois de septembre, un cinquième changement a été introduit au calendrier des traitements pour allonger la période de dégagement (et donc raccourcir la seconde période d'EPC). Le sixième et dernier changement au calendrier a été réalisé au tout début du mois d'octobre pour allonger la seconde période d'EPC, alors débutée depuis peu. À cette époque, le moment 4 a été décalé d'une semaine pour coïncider avec la fin de la saison. Ces deux derniers changements ont été faits suite à la demande de l'entreprise pour laquelle la SERN réalise les travaux sylvicoles.

En somme, dans une étude qui s'échelonne sur une saison complète, les changements de calendrier posent des problèmes qui peuvent être surmontés dans la mesure où du personnel de remplacement peut être trouvé suffisamment à l'avance pour être correctement formé. Nous avons déployé des efforts importants pour contourner les obstacles et contretemps liés aux changements de calendrier tout en cherchant à préserver la qualité des données recueillies. Les différentes personnes participant à l'étude ont été suffisamment accommodantes pour déplacer leur période de vacances au gré des changements de calendrier.

Soulignons que la SERN était tributaire des décisions prises en cours de saison par d'autres partenaires (ex., MRNF, client ou « donneur d'ouvrage ») qui ont eu un impact direct sur le calendrier de ses travaux. Il était donc impossible pour la SERN de définir un calendrier fixe dès le début de la saison. Ainsi, il apparaît essentiel de s'assurer que tous les partenaires comprennent les difficultés imposées aux chercheurs par les changements de calendrier en cours de saison ainsi que les risques que ces changements supposent pour la qualité de la recherche. Les partenaires devraient être amenés à s'entendre le plus tôt possible sur un calendrier stable s'alignant sur le calendrier habituel des travaux dans la région ainsi qu'à déterminer les changements probables en cours de saison afin que les chercheurs puissent mieux s'y préparer.

4.2.2 PEPTF et évaluation de la condition physique.

Le programme d'entraînement physique d'une durée prévue de 10 semaines a été prolongé de deux semaines pour combler l'écart entre le calendrier original (qui a servi à déterminer le moment du début du programme) et le 3^e calendrier (Tableau 1) afin d'éviter que les participants, qui seraient possiblement inactifs durant ces deux semaines, ne se déconditionnent.

Les moments de l'évaluation de la condition physique ont été adaptés aux différentes évolutions du calendrier. Enfin, en ce qui a trait au dernier moment (seconde période d'EPC - EPC2) il a été décidé de procéder à l'évaluation de la condition physique à la fin de la période d'EPC (plutôt qu'au début comme pour les trois autres moments précédents) étant donné que l'évaluation de la condition physique associée à la période de dégagement était relativement proche dans le temps.

4.2.3 Préparation et analyse des données.

La préparation des données suite à la collecte sur le terrain et leur entrée dans différentes bases de données a nécessité un effort plus grand que ce qui avait été estimé dans le protocole original. Les types de données (mesures) sont nombreux et chaque collecte de données doit être minutieusement vérifiée pour déceler les erreurs. Les difficultés au niveau de la coordination des participants et de la préparation des terrains ont nécessité un temps additionnel de la part des

membres de l'équipe tout au long de la saison (voir section Observations sur le terrain) ce qui diminuait d'autant le temps disponible pour la saisie. Dans ce contexte, une préanalyse des données en cours de saison a été impossible. Mais, dans la mesure où les difficultés vécues peuvent être aplanies et qu'une équipe stable de trois personnes est possible, une préanalyse en cours de saison est probablement envisageable.

L'analyse des données s'est avérée plus complexe que prévu. En fait, une partie des données a été explorée afin de réévaluer la pertinence de certaines mesures prévues à la méthodologie. Ce type d'exploration nécessite beaucoup de temps. Ainsi, dans la mesure où l'analyse des données est relativement répétitive (ne nécessite pas d'exploration) alors la période de trois mois prévue au protocole pour l'analyse, l'interprétation des données et la production d'un court rapport apparaît réaliste. Par contre, dans la mesure où des résultats ne correspondent pas aux attentes et qu'une exploration est nécessaire, il faut envisager d'offrir plus de temps pour cette étape; une durée de 6 mois apparaît adéquate.

4.3 Participants

La population des travailleurs forestiers employés par la SERN a été tout juste assez grande pour permettre la formation des paires nécessaires au projet. La formation des paires de participants (entraîné et contrôle) a posé des difficultés. Pour former les paires il fallait utiliser 4 critères: VO_{2max} , productivité, âge et tabagisme. Or, la VO_{2max} était un paramètre inconnu chez ces travailleurs au moment où les paires devaient être formées, soit en février 2008, juste avant le début du programme d'entraînement); ce paramètre serait déterminé au début du programme d'entraînement pour ceux qui participeraient à l'étude. En janvier, il devenait donc important pour les intervenants du BSL d'identifier les travailleurs qui suivraient le programme d'entraînement avant qu'il ne débute et ceux qui seraient dans le groupe contrôle. Afin de pouvoir procéder rapidement à la formation des paires, l'équipe de recherche a demandé à la SERN (l'employeur) de proposer les noms de 24 participants dont 12 suivraient le programme d'entraînement et 12 serviraient de contrôles. L'hypothèse de travail était que parmi les 12 participants de chacun des groupes (entraînés et contrôles), il serait possible d'identifier les 6 paires nécessaires au projet juste avant le début des travaux sur le terrain. Le choix de ces 24 participants par la SERN devait être guidé par leur motivation et assiduité anticipées à participer à une étude se déroulant sur toute la saison. Suite à cet exercice, 22 participants ont été identifiés à partir desquels 6 paires "officielles" ont été formées au début du PEPTF ainsi que quelques "paires" additionnelles qui pourraient servir en réserve.

Des informations critiques concernant les participants ont été obtenues par l'équipe seulement après le programme d'entraînement (donc plusieurs semaines après la formation initiale des paires):

- 1) Certains des participants identifiés par les intervenants du BSL étaient des abatteurs et non pas des débroussaillieurs. Pourtant, il était pris pour acquis dès la présentation de décembre 2007 que l'étude devait porter exclusivement sur le débroussaillage puisque c'était l'activité que l'équipe de recherche connaissait le mieux et pour laquelle elle avait développée une expertise utile. Cette caractéristique des participants a été portée à la connaissance des chercheurs lors de la réunion du 6 mai 2008.

- 2) Parmi les participants identifiés par les intervenants du BSL, certains étaient volontaires pour la SOPFEU (Société de protection des forêts contre le feu). Ils étaient donc susceptibles de quitter le travail à n'importe quel moment de la saison pour aller combattre des feux de forêt. L'année précédente, ces volontaires avaient quitté la région durant environ 8 semaines en cours de saison. Cette caractéristique pose donc un risque important à l'intégrité des mesures d'une paire de participants tout au long de la saison. Cette information a été portée à la connaissance de l'équipe à la réunion du comité de travail du 6 mai 2008, ce qui a nécessité la redéfinition des paires initiales.
- 3) En fonction des contrats sylvicoles obtenus par la SERN, des travailleurs allaient œuvrer en forêt publique alors que d'autres seraient affectés à la forêt privée. Des paires de travailleurs pourraient donc être dans des lieux physiques différents. Les forêts privées sont habituellement à proximité des villes et des villages tandis que les forêts publiques sont généralement plus éloignées. Les distances de déplacement ainsi que les horaires ne sont pas les mêmes dans les deux cas, ce qui complique le suivi des travailleurs d'autant plus qu'ils sont dirigés par des contremaîtres différents qui ne communiquent pas entre eux (ex., dans le cas d'une paire publique-privé). Aussi, il nous est apparu que les contremaîtres du privé ont des exigences de qualité plus grandes pour leurs travailleurs. Ce manque de communication ainsi que l'écart dans les exigences de qualité ont créé des tensions telles qu'une paire de participants (BSL05-BSL10) a presque été délaissée en milieu de saison. Cette caractéristique (publique-privé) a été portée à la connaissance des chercheurs à la réunion du 6 mai, alors que les problèmes de communication et d'écart dans les exigences de qualité qu'elle engendre sur le terrain ont été observés en cours de saison.
- 4) Plusieurs des travailleurs forment des équipes stables d'une saison à l'autre (équipe dite 'naturelle'). Il est donc difficile de défaire des équipes naturelles pour les besoins de l'étude, tout en maintenant la motivation des participants tout au long de la saison. Les travailleurs formant de telles équipes profitent du covoiturage. Ces équipes se partagent le travail et les revenus. Les partenaires d'une équipe ont souvent, mais pas tout le temps, une productivité et un âge semblables. Cette façon de faire a été observée lors des premières collectes de données sur le terrain et a été portée à la connaissance des chercheurs par les travailleurs eux-mêmes qui se demandaient pourquoi les équipes naturelles n'avaient pas été prises en compte lors de la formation des paires.

À la réunion de lancement de l'étude et de planification finale de la collecte de données (6 mai 2008) l'échantillon utile comportait 19 participants (22 identifiés moins les 3 abatteurs). C'est alors que l'équipe a appris que 8 participants dont 5 ayant suivi le programme d'entraînement étaient volontaires pour la SOPFEU. On apprenait aussi à ce moment que 6 participants dont 5 contrôles œuvraient en forêt privée. Lors de cette réunion, trois participants contrôles additionnels ont pu être identifiés. Les paires de participants ont alors été entièrement redéfinies en respectant au mieux les 4 critères d'appariement tout en tentant d'exclure les volontaires SOPFEU et les travailleurs de la forêt privée. Dans deux des paires reformées, le participant contrôle n'avait pas vu sa condition physique évaluée (participants contrôles nouvellement identifiés BSL22 et BSL24). Une seule paire combinait un travailleur de forêt publique et un privé (BSL05 et BSL10). Il a été convenu pour cette paire, d'alterner entre la forêt publique et la forêt privée tout au long de la saison afin de pouvoir suivre les participants sur des terrains adjacents. C'est lors de cette alternance que les difficultés rapportées au point 3) ci-dessus ont pu être observées.

Suite au lancement du projet, au début de la collecte de données sur le terrain, l'existence d'équipes naturelles est devenue une évidence. Dans l'échantillon, il y avait trois de ces équipes. L'une d'elles a pu être préservée pour le projet (la paire BSL09-BLS21), alors que pour les deux autres, les deux membres de l'équipe avaient suivi le programme d'entraînement. Ces deux équipes naturelles ont donc été séparées pour les besoins de l'étude.

D'un point de vue méthodologique, les deux partenaires d'une équipe naturelle sont exposés aux mêmes conditions de terrain et environnementales tout au long de la saison et sont faciles à suivre parce qu'ils évoluent souvent sur des terrains adjacents ou rapprochés puisqu'ils travaillent ensemble. Ces avantages sont importants pour l'étude réalisée. D'un point de vue pratique, il faut s'assurer que les terrains de chacun soient bien délimités afin d'éviter qu'ils ne se croisent durant la journée auquel cas les mesures de productivité individuelle respectives deviennent impossibles.

En ce qui a trait aux critères de formation des paires que sont la VO_{2max} et de la productivité, deux observations s'imposent. Dans le cas de la VO_{2max} , ce critère perd beaucoup d'importance s'il est possible d'utiliser des équipes naturelles comme paires. En effet, l'évolution de la capacité cardio-respiratoire d'un participant peut être suivie durant toute la saison de sorte qu'il est possible de déterminer une différence dans l'amélioration relative de chaque participant même s'ils ne partent pas d'un niveau semblable. Il apparaît que les avantages associés à l'utilisation d'équipes naturelles d'un point de vue logistique, coordination sur le terrain et motivation des participants dépassent largement les inconvénients associés à des écarts de départ dans la capacité cardio-respiratoire d'une même paire.

En ce qui a trait à la productivité, il est primordial d'avoir accès à des données individuelles, lesquelles ne sont pas systématiquement disponibles via l'employeur. En effet, nous avons noté que pour certaines équipes naturelles, la production totale de l'équipe (et le revenu) est souvent attribuée à parts égales aux deux travailleurs. Nous avons été témoins d'au moins un cas où l'un des travailleurs était significativement plus productif que son co-équipier puisque nous avons mesuré la productivité de chacun; pour ces deux travailleurs, l'écart était important. Pourtant, les données de l'employeur indiquaient que ces deux travailleurs avaient une productivité semblable. Ce critère pose donc une difficulté avec une équipe naturelle.

Il est donc important de rappeler que dans une étude se déroulant sur toute la durée de la saison, en plus des critères d'appariement habituels (ex., âge, productivité, tabagisme, capacité cardio-respiratoire), il faut aussi prendre en compte des caractéristiques propres à la région où les observations se dérouleront, le fait que certains travailleurs peuvent être volontaires pour la SOPFEU, le fait de travailler en forêt publique vs privée, le fait d'avoir un partenaire régulier (équipe naturelle), etc. Tel qu'indiqué plus haut, notre équipe ne possédait pas ces informations au moment de la planification détaillée de l'étude qui a suivi le programme d'entraînement (soit juste avant le début de la saison). Il ne fait aucun doute que la prise en compte dès le départ de ces caractéristiques aurait évité plusieurs plaintes de la part des travailleurs et des contremaîtres tout au long de la saison. L'implication active des intervenants du milieu est nécessaire afin de permettre la détermination des meilleures paires. Les exigences critiques pour les intervenants du milieu qui sont décrites dans la méthodologie (section A1.1.1) quant à la formation des paires de

participants demeurent entières et doivent être remplies dès les premiers moments de la planification de l'étude.

En résumé, la formation des paires pour une telle étude résulte toujours d'un compromis. Il faut d'abord identifier des participants motivés et susceptibles de collaborer tout au long de la saison. Le choix d'une équipe naturelle comme base d'une paire demeure une avenue de choix dans la mesure où aucun des partenaires n'est volontaire pour la SOPFEU et que la productivité individuelle des co-équipiers est semblable. Ensuite, les autres critères doivent être appliqués pour la sélection des paires qui ne sont pas des équipes naturelles (âge, capacité cardio-respiratoire, tabagisme, productivité, etc.) tout en gardant à l'esprit que les travailleurs devraient avoir le même employeur, travailler au même endroit dans le même type de forêt (terrains proches, voire adjacents) et si possible avoir le même contremaître.

4.4 Évaluation de la condition physique

Le programme d'entraînement physique pré-saison a été appliqué tel que prévu. Deux spécialistes de l'activité physique se sont partagé les évaluations de la condition physique tout au long de la saison. Ces personnes travaillaient au même centre de conditionnement physique (Club Santé 2000) depuis plusieurs années. Elles réalisent régulièrement des évaluations pour des individus (privé) et pour différentes organisations (ex., armée). Alors qu'une seule personne était initialement chargée d'administrer l'ensemble des évaluations, le recours à deux personnes a été nécessaire en raison des changements de calendrier. Néanmoins, les deux évaluateurs se sont concertés pour s'assurer d'uniformiser leurs techniques de mesure, en particulier la mesure des plis adipeux et anthropométriques (circonférences).

L'assiduité durant le PEPTF des participants entraînés qui ont été étudiés a été excellente. Sur les 36 jours où les participants devaient se présenter au Club Santé 2000 pour recevoir leur entraînement, deux participants ont manqué une séance, deux participants en ont manqué 7, un participant a manqué deux séances et un autre, trois séances. Les jours manqués étaient généralement répartis tout au long du programme. Ainsi, le prolongement du programme de deux semaines pour combler l'écart jusqu'au début de la saison (reporté deux fois) n'a pas causé de problème d'assiduité pour les participants étudiés. Par contre, quelques participants qui avaient suivi le programme d'entraînement ne se sont pas présentés durant les deux semaines de prolongement, parce que d'autres activités les en empêchaient (ex. travail dans leur érablière).

Le nombre de participants, dont la condition physique a été évaluée, a diminué tout au long de la saison. Ainsi, 21 participants se sont présentés à l'évaluation précédant le début du PEPTF (moment 0 dans la méthodologie originale – Annexe 1). Parmi ces 21 participants, la capacité cardio-respiratoire a pu être évaluée pour 18 seulement (ex., tension artérielle trop élevée – BSL18). Neuf des 21 participants ont finalement été étudiés tout au long de la saison (les 6 entraînés et 3 contrôles). À la fin du programme d'entraînement (REB au moment X du Tableau 1) la condition physique de 19 participants a été réévaluée, mais parmi eux seuls 17 ont vu leur capacité cardio-respiratoire réévaluée. Parmi ceux-ci on comptait 11 participants étudiés (les 6 entraînés et les 5 contrôles). Au troisième moment, soit à la première période d'EPC (EPC1 au moment 1, Tableau 1), la condition physique a été réévaluée pour 16 participants, dont les 12

étudiés. Au moment du dégagement (DEG au moment 2, Tableau 1), 15 participants ont vu leur condition physique évaluée, dont 11 étudiés. Enfin pour le dernier moment, soit la seconde période d'EPC (EPC2 au moment 4, Tableau 1), la condition physique de 13 participants a été évaluée, dont 9 participants étudiés; 1 entraîné étudié (BSL01) ne s'est pas présenté ainsi qu'un contrôle étudié (BSL24) à cause d'une lombalgie présente depuis quelques semaines. Notons enfin, qu'un participant contrôle étudié (BSL15) ne s'est pas présenté pour trois des évaluations de sa condition physique (REB, EPC1 et DEG), alors qu'un second contrôle étudié, congédié en mi-saison (BSL22) a manqué les deux dernières évaluations. À cette dernière évaluation, la capacité cardio-respiratoire a été évaluée pour 12 participants.

Au final, parmi les 12 participants étudiés, les données d'évaluation de la condition physique sont complètes (i.e, obtenues pour les 5 moments d'évaluation) pour 7 d'entre eux (5 entraînés et 2 contrôles). Parmi les 12 participants non étudiés, les données sont complètes pour 2 d'entre eux (1 entraîné et un contrôle).

Les mesures avant le PEPTF ont été effectuées en grande majorité sur une période de trois jours au cours de la dernière semaine de février 2008. Trois participants ont fait l'évaluation la semaine suivante soit au tout début de mars et un autre le 10 mars. Pour les autres moments, le nombre de jours entre l'évaluation de la condition physique et le jour des mesures sur le terrain pour un même participant a varié d'un moment à l'autre de la saison. Pour la période de reboisement (REB), les participants ont subi l'évaluation de leur condition physique en moyenne 16.5 jours avant les mesures terrains (11 participants: étendue de 7 à 25 jours). Pour la première période d'EPC (EPC1), la valeur correspondante est 10.5 jours (11 participants: étendue de 2 à 20) avant les mesures terrain. Pour la période de dégagement (DEG), les participants ont subi l'évaluation en moyenne 6 jours avant ou 4 jours après le terrain (10 participants: étendue de 10 jours avant jusqu'à 5 jours après). Enfin, pour la seconde période d'EPC (EPC2) les participants ont subi l'évaluation en moyenne 11.5 jours après les mesures terrain (8 participants: étendue de 1 à 24 jours). Les écarts sont les plus importants au début de la saison et en fin de saison. L'allongement du programme de formation explique vraisemblablement une partie de l'écart du début de saison, alors que le manque de motivation peut expliquer celui de la fin.

Les participants étudiés ont mieux collaboré aux évaluations de la condition physique que les participants non-étudiés. Bien que prévu ainsi, les évaluations de la condition physique n'ont pas été réalisées dans la même semaine que les observations sur le terrain. Il a été difficile pour les évaluateurs du centre de santé d'inciter les travailleurs à se présenter au centre d'entraînement lors de la saison. Il est donc recommandé, dans un tel contexte, de demander à l'employeur d'user de son autorité pour amener tous les travailleurs à respecter leur engagement initial.

La compensation offerte aux participants qui se présentaient au centre de conditionnement physique pour l'évaluation de leur condition physique avait été établie conjointement avec les intervenants du BSL. Les participants qui avaient bénéficié du programme d'entraînement recevaient 15\$ pour leurs frais de déplacement. On considérait qu'ils n'avaient pas à être rémunérés pour leur temps puisqu'ils avaient reçu le PEPTF d'une valeur estimée à 250\$ par personne. Pour les autres participants, la compensation était de 65\$ par visite au centre de conditionnement physique (15\$ pour les frais de déplacement et 50\$ pour le temps au centre de conditionnement physique). Ainsi, la compensation totale reçue par chaque participant était

identique (5 visites x 65\$ = 250\$ + 5 x 15\$). Néanmoins, en fin d'étude, n'ayant pas reçu le même montant en argent sonnante que leurs confrères, certains participants entraînés ont estimé qu'ils avaient été traités injustement même si le montant de la compensation qu'ils devaient recevoir à la fin de l'étude était clairement indiqué dans le formulaire de consentement informé que chacun avait signé avant le début de l'étude. Une option à envisager serait de donner la même compensation en argent à tous les participants (entraînés ou non) pour les visites au centre de conditionnement physique, avec la condition que les entraînés doivent s'engager jusqu'à la fin de l'étude étant donné qu'ils reçoivent en plus le PEPTF. Ainsi, tous les participants auront reçu le même montant en argent. L'autre option serait de faire comprendre et accepter aux entraînés qu'ils reçoivent un programme d'entraînement qui a une valeur réelle. Dans un cas comme dans l'autre, une augmentation de la compensation doit être envisagée dans la mesure où une meilleure assiduité serait attendue. Une prime de participation attribuée à ceux qui complètent le programme pourrait s'avérer être un incitatif efficace. Cependant, cette prime devrait respecter les règles d'éthique dans la recherche impliquant des sujets humains en évitant de mettre les travailleurs en danger (par exemple s'ils persistaient malgré une blessure). Le montant de la compensation (et du bonus éventuel) doit être considéré avec soin par les gens de la région puisque c'est un irritant qui a refait surface à différents moments de la saison et qui a causé de la frustration chez certains participants.

4.4.1 Capacité cardio-respiratoire: Physitest Canadien modifié.

La Figure 1 présente les résultats de la capacité cardio-respiratoire (VO_{2max}) estimée avec le Physitest Canadien modifié (Weller et al. 1995) pour les 12 participants étudiés selon le moment de l'étude (avant PEPTF, début du reboisement: REB, début de la première période d'éclaircie précommerciale: EPC1, début dégageage: DEG, fin de la seconde période d'éclaircie précommerciale: EPC2). Bien que quelques points soient manquants, dans les deux graphiques on remarque une tendance à l'augmentation rapide en début de saison de travail pour la moitié des participants, suivie d'une certaine stabilisation en milieu de saison. Pour deux des participants entraînés, la progression au cours de la période de reboisement semble suivre celle entamée par le PEPTF.

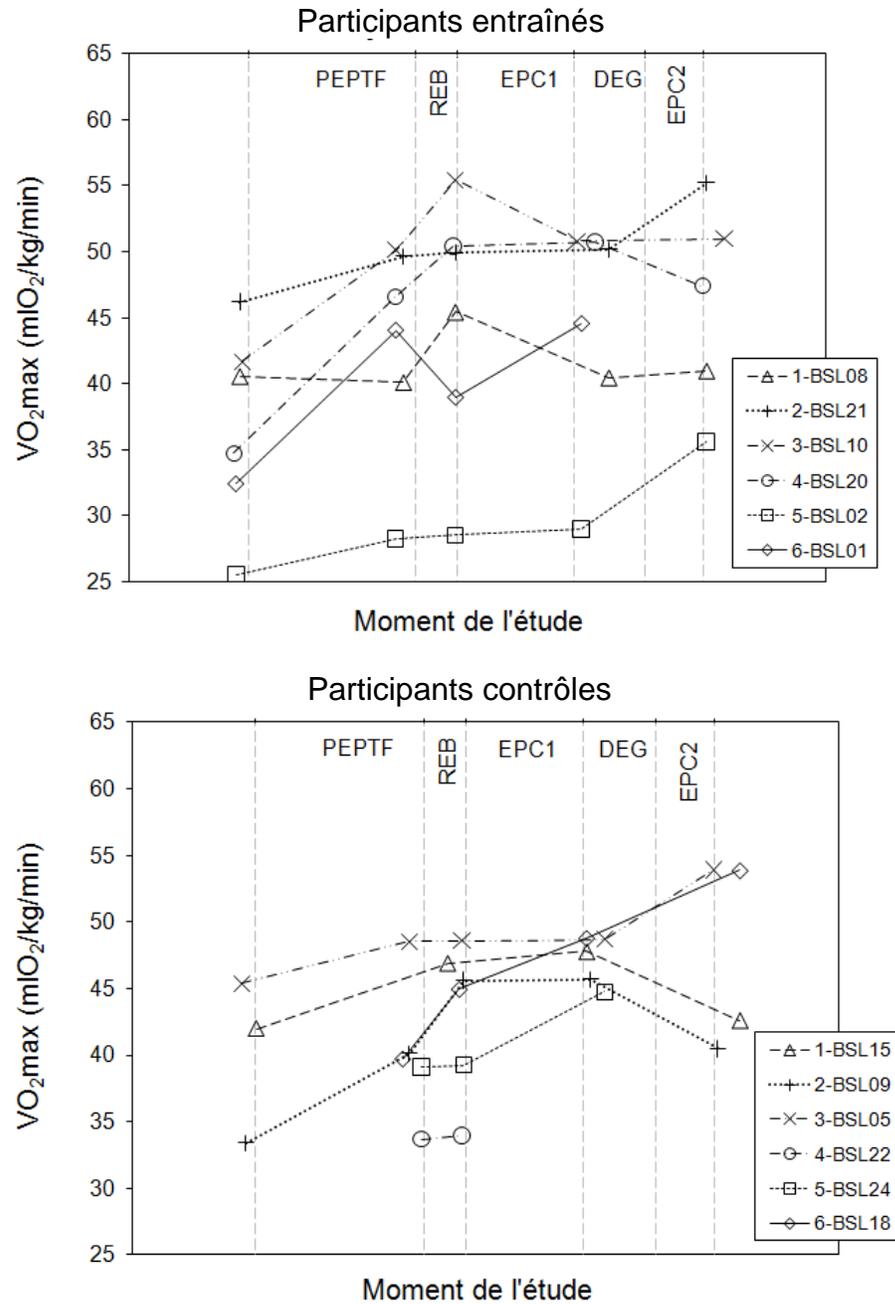


Figure 1: Capacité cardio-respiratoire – VO_{2max} ($mlO_2/kg/min$) des participants étudiés selon le moment de l'étude: estimation faite à partir du Physitest Canadien (PEPTF: programme d'entraînement, REB: reboisement, EPC: éclaircie précommerciale, DEG: dégagement).

La Figure 1 tend à montrer que la capacité cardio-respiratoire augmente rapidement durant le PEPTF pour trois participants entraînés et donc qu'il a l'effet attendu sur leur condition physique. Par contre, la capacité cardio-respiratoire augmente relativement peu pour trois autres durant le PEPTF, dont deux débutent le PEPTF avec une bonne capacité cardio-respiratoire qu'ils amélioreront au cours de la saison. Pour ces trois participants, l'augmentation durant le PEPTF est inférieure à celle observée chez les trois participants contrôles pour qui des données sont disponibles durant cette période. Il semble donc selon les résultats du Physitest que tous les

participants aient un certain niveau d'activité qui fait en sorte qu'ils gagnent en condition physique durant le printemps, mais que le PEPTF ait un effet plus important pour certains participants (3 entraînés ici). La Figure 1 montre que le reboisement a pour effet d'améliorer la condition physique pour une majorité de participants et le niveau atteint suite à cette période apparaît maintenu ou amélioré pour certains participants durant le reste de la saison, alors que pour d'autres on observe une diminution de la capacité en cours de saison. Les variations d'un moment à l'autre dans la capacité cardio-respiratoire estimée par le Physitest sont à l'intérieur de l'erreur standard d'estimation (RMSE ou SEE) pour ce test, soit 6.1 mlO₂/kg/min (Weller et al. 1995).

Il serait intéressant de mieux documenter les activités réalisées par les participants (entraînés et contrôles) tout au long du PEPTF afin de mieux interpréter l'augmentation de la capacité cardio-respiratoire dans les deux groupes avant le début de la saison. Certains participants ne sont pas venus à certains moments du PEPTF parce qu'ils devaient travailler dans leur érablière, soit un travail qui requiert un niveau d'activité physique susceptible d'augmenter la capacité cardio-respiratoire suite à une période d'inactivité de quelques mois. L'effet de ce travail pourrait être confondu avec celui du PEPTF, créant ainsi un biais. Pour les participants entraînés, la question des activités physiques hors programme pourrait être posée à chaque semaine d'entraînement au centre de conditionnement physique. Pour les participants contrôles, une courte entrevue téléphonique (questionnaire dirigé) effectuée chaque semaine par les évaluateurs du centre de conditionnement physique permettrait d'obtenir cette information facilement, laquelle pourrait par la suite être utilisée comme covariable dans les analyses statistiques. Par exemple BSL05 (contrôle) a une capacité cardio-respiratoire supérieure à une majorité de participants du groupe entraîné au moment de débiter le PEPTF laquelle s'explique vraisemblablement par le fait qu'il est un adepte du ski de fond.

L'un des participants entraînés (BSL02) a une condition physique nettement moindre que celle de ses collègues en début de saison et cette condition ne s'améliore que légèrement au cours du PEPTF. Par contre, en fin de saison sa capacité augmente significativement. A priori, on peut se demander si ce participant tout comme son collègue BSL08 ont vraiment bénéficié du PEPTF et s'ils ont réellement fait un effort pour améliorer leur condition physique. Par ailleurs, d'un point de vue statistique la présence d'un participant tel que BSL02 dans l'échantillon aura pour effet d'accroître significativement la variance de la VO_{2max} de l'échantillon, forçant l'augmentation de la taille des groupes à l'étude pour qu'une différence statistiquement significative puisse être observée entre eux (entraînés vs contrôles).

On remarque à la Figure 1 que la capacité de deux participants contrôles et un entraîné baisse en fin de saison. Ces baisses peuvent s'expliquer de deux façons. Dans l'un des cas (BSL15), le participant a indiqué au responsable de son évaluation avoir pris deux bières trois heures avant de se présenter au centre de conditionnement physique pour l'évaluation. Cette consommation d'alcool se reflète dans le résultat du test. Dans les autres cas, il est possible que le participant ait été moins motivé et n'ait pas déployé le même effort qu'au test précédent, réalisant ainsi un palier de moins. Le Physitest Canadien estime la capacité cardio-respiratoire d'une personne à partir de son âge, de son poids et du dernier palier atteint à une fréquence cardiaque limite de 85% de sa Fc max (85% de 220 - âge). La fréquence cardiaque est utilisée uniquement pour éviter que le participant ne dépasse un seuil sécuritaire; elle n'est pas utilisée pour estimer la

capacité cardio-respiratoire. Le participant est incité à (et en principe doit) déployer un effort près du niveau de 85% de Fc max lors de ce test, soit un niveau élevé d'effort en comparaison de celui du travail habituel. Ainsi, un tel résultat (ex., baisse en fin de saison) reflèterait davantage un manque de motivation du participant au moment du test qu'une réduction réelle de sa capacité. Comme les évaluations de la condition physique ont été faites le weekend (samedi ou dimanche), on peut aussi penser que le résultat du Physitest peut avoir été influencé par une fatigue importante associée à des activités sociales (fêtes ou souper le vendredi soir ou le samedi soir). Le manque de motivation à se pousser ou la fatigue passagère, par exemple associée à un lendemain de veille, sont des explications qui s'appliquent vraisemblablement à d'autres participants pour lesquels un profil en dent de scie est observable à la Figure 1 (ex., BSL01) ou d'autres pour qui le test montre une baisse de leur capacité en cours de saison.

La Figure 2 illustre bien ce phénomène. Lors de l'administration du Physitest au centre de conditionnement physique, les kinésiologues ont noté la fréquence cardiaque atteinte au dernier palier. Les deux graphiques de la Figure 2 décrivent des situations où il est probable que le participant ne se soit pas poussé autant lors de l'un des Physitests. On peut penser que le participant BSL01 aurait terminé au palier 6 au moment 2 s'il s'était poussé au même niveau qu'aux moments 1 et 3 (soit 10 bpm plus haut ou à un CCR 9% plus élevé). Pour BSL05, on peut penser que si au moment 3 il s'était poussé au même niveau qu'aux moments 1 et 4 (soit 20 bpm de plus ou à un CCR 19% plus élevé), il aurait atteint le palier 8 et peut être le 9. Parmi les participants étudiés et non étudiés ayant passé au moins 2 Physitests à des moments consécutifs au cours de la saison (N = 78 tests), on compte au moins 10 de ces tests (13%) où il est plausible de penser que le participant ne s'est pas poussé lors du test (i.e., la Fc atteinte au dernier palier était $\leq 80\%$ de Fc max). Le fait de perdre un palier à un moment donné fait en sorte que la capacité cardio-respiratoire estimée par le test à ce moment est moindre de près de 10%. Ces variations subites, peu probables en réalité, de la capacité cardio-respiratoire réelle telle qu'estimée par le Physitest introduisent de la variabilité dans les données ce qui aura pour effet d'accroître significativement la variance de la VO_{2max} de l'échantillon à ce moment, forçant l'augmentation de la taille des groupes à l'étude pour qu'une différence statistiquement significative puisse être observée entre eux (contrôles vs entraînés) ou entre deux moments de la saison.

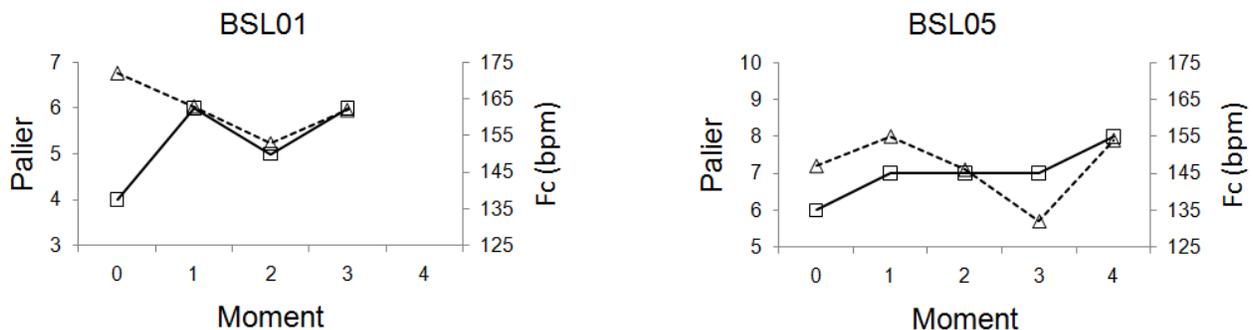


Figure 2: Relation entre la fréquence cardiaque au dernier palier atteint lors du Physitest Canadien modifié et le moment de la saison pour 2 participants. Le trait plein décrit le palier atteint lors de l'administration du test, alors que le trait pointillé décrit la Fc correspondant à ce palier.

Afin de réduire la variance de la VO_{2max} dans l'échantillon en raison du phénomène décrit plus haut, il apparaît opportun de motiver le participant à dépasser sinon à égaliser sa performance précédente lors de l'évaluation de la capacité cardio-respiratoire au centre de conditionnement physique, et ce tout en respectant les critères de sécurité habituels. Peut être aussi vaudrait-il la peine d'envisager faire l'évaluation de la condition physique sur les heures régulières de travail (durant la semaine) afin de s'assurer que le participant se présente à l'évaluation dans la même condition que s'il allait travailler (ce qui n'est vraisemblablement pas le cas le weekend). Une possibilité dans la région du Bas-St-Laurent serait de faire l'évaluation de la condition physique le vendredi matin et de compenser cette période comme si elle avait été travaillée puisque dans cette région seule la matinée est travaillée le vendredi durant la saison de travail forestier.

Analyses statistiques. Pour analyser l'effet du PEPTF sur la capacité cardio-respiratoire des participants, nous avons utilisé le gain hebdomadaire moyen de cette capacité d'un moment de mesure à l'autre, soit pour 4 périodes durant la saison (PEPTF, REB, EPC1, DEG-EPC2). Le gain est la différence entre la mesure de la capacité cardio-respiratoire de la fin de la période et celle du début. Cette différence est ensuite divisée par le nombre de jours durant la période lequel varie d'un participant à l'autre, puis multipliée par 7 pour ramener le résultat à une base hebdomadaire. Par exemple, le gain de capacité d'un participant à la période PEPTF est la différence entre la mesure de VO_{2max} (mesurée par le Physitest) au moment 1 et au moment 0. Pour les périodes DEG et EPC2, nous n'avons que la mesure au début du DEG et à la fin de l'EPC2. Les changements au calendrier n'ont pas permis la mesure de la condition physique au début de l'EPC2 de sorte qu'il est impossible de distinguer les deux périodes; d'où la période DEG/EPC2.

L'intérêt d'utiliser le gain moyen de capacité cardio-respiratoire durant la période est qu'il est indépendant d'une période à l'autre et qu'il permet l'utilisation d'un modèle d'analyse moins complexe. En effet, l'analyse des valeurs de VO_{2max} obtenues par le Physitest requiert une analyse de variance avec mesures répétées utilisant une structure de covariance tenant compte des intervalles de temps inégaux et de la corrélation entre les mesures d'un moment à l'autre, soit une analyse plus complexe. Le critère d'information (AICC) nous indique que l'analyse portant sur le gain hebdomadaire moyen présentée au Tableau 2 est un choix supérieur par rapport à une analyse plus complexe sur les valeurs de VO_{2max} (AICC de 47 pour l'analyse des gains hebdomadaires vs 211 pour l'analyse plus complexe; "smaller is better").

Un autre intérêt du gain hebdomadaire moyen dans la présente étude est qu'il permet d'obtenir une valeur décrivant l'évolution de la capacité individuelle d'un participant au cours de chaque période de la saison. Cet aspect est important dans la présente étude parce que le nombre de participants qui se sont présentés pour l'évaluation de leur condition physique a varié d'un moment à l'autre (i.e., la taille de l'échantillon varie selon le moment). La mesure du gain hebdomadaire moyen suppose une mesure à deux moments consécutifs pour un même participant. La variance introduite dans les données à cause du nombre différent de participants à chaque moment est donc réduite lorsqu'on utilise le gain plutôt que la valeur de VO_{2max} .

Il n'apparaît pas opportun de réaliser des analyses statistiques sur les données de capacité cardio-respiratoires des participants étudiés puisque dans le groupe contrôle il n'y a que 2 participants pour lesquels des données ont été obtenues à chacun des 5 moments. Par contre, si on ajoute à cet

échantillon des participants qui n'ont pas été étudiés, mais pour lesquels on a des données complètes, alors on obtient un échantillon comportant 6 participants entraînés et 3 participants contrôles. Un tel échantillon permet des analyses statistiques quoique l'interprétation des résultats exige une prudence certaine. Ainsi, une analyse de variance portant sur le gain hebdomadaire moyen de capacité cardio-respiratoire durant chacune des 4 périodes de la saison (PEPTF, REB, EPC1, DEG/EPC2) est présentée au Tableau 2. L'analyse montre qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les gains de capacité cardio-respiratoires (mesurées par le Physitest Canadien modifié) des deux groupes (entraînés vs contrôles) quelle que soit la période de la saison. Par contre, l'effet Période est significatif. Ce résultat est dû au gain significatif de capacité cardio-respiratoire chez les entraînés durant le PEPTF ainsi qu'au gain significatif dans les deux groupes durant le reboisement. En somme, le PEPTF a mené à une augmentation significative de la VO_{2max} chez les participants entraînés et la période de reboisement a amélioré cette capacité de façon significative dans les deux groupes. Par contre, à chacune des périodes de la saison les deux groupes ne diffèrent pas l'un de l'autre ce qui indique que le gain apporté par le PEPTF (groupe entraîné) n'est pas statistiquement différent du gain moyen du groupe contrôle. L'importante variabilité des résultats entre les participants et le petit nombre de participants ont pu contribuer à ce dernier résultat.

Tableau 2: Résultats de l'analyse statistique sur le gain hebdomadaire moyen de capacité cardio-respiratoire durant chacune des 4 périodes de la saison.

Effets fixes					
Effet	DDL Num.	DDL Dénom.	Valeur du test F	Pr > F	
Période	3	28	5.11	0.0061	
Groupe	1	28	0.29	0.5949	
Groupe*Période	3	28	0.44	0.7236	

Effet aléatoire					
Paramètre de covariance	Estimation	Erreur type	Valeur du test Z	Pr (Z)	
Résiduel	0.212	0.05666	3.74	<.0001	

Moyenne des moindres carrés						
Groupe	Période	Estimation	Erreur type	DDL	Valeur du test t	Pr > t
Contrôle	PEPTF	0.2841	0.2658	28	1.07	0.2943
Contrôle	REB	0.8002	0.2658	28	3.01	0.0055
Contrôle	EPC1	0.1819	0.2658	28	0.68	0.4994
Contrôle	DEG/EPC2	-0.1896	0.2658	28	-0.71	0.4817
Entraîné	PEPTF	0.5562	0.188	28	2.96	0.0062
Entraîné	REB	0.7578	0.188	28	4.03	0.0004
Entraîné	EPC1	0.03156	0.188	28	0.17	0.8679
Entraîné	DEG/EPC2	0.08128	0.188	28	0.43	0.6688

Différence des moindres carrés						
Groupe	Période	Estimation	Erreur type	DDL	Valeur du test t	Pr > t
Contrôle	PEPTF-REB	-0.5161	0.376	28	-1.37	0.1807
Contrôle	REB-EPC1	0.6183	0.376	28	1.64	0.1112
Contrôle	EPC1-					
Contrôle	DEG/EPC2	0.3715	0.376	28	0.99	0.3316
Entraîné	PEPTF-REB	-0.2017	0.2658	28	-0.76	0.4545
Entraîné	REB-EPC1	0.7263	0.2658	28	2.73	0.0108
Entraîné	EPC1-					
Entraîné	DEG/EPC2	-0.04972	0.2658	28	-0.19	0.853
Contr.-Entr.	PEPTF	-0.2721	0.3256	28	-0.84	0.4104
Contr.-Entr.	REB	0.04236	0.3256	28	0.13	0.8974
Contr.-Entr.	EPC1	0.1504	0.3256	28	0.46	0.6478
Contr.-Entr.	DEG/EPC2	-0.2709	0.3256	28	-0.83	0.4125

Il est intéressant de noter que deux participants contrôles (BSL16 et BSL17) qui ne font pas partie de l'analyse parce que leurs données sont incomplètes ont tout de même reçu une évaluation de leur VO_{2max} avant et après le PEPTF. Leur gain hebdomadaire moyen durant le PEPTF est comparable ou inférieur à celui des trois participants contrôles faisant partie de l'analyse (BSL16 = 0.27 mlO₂/kg/min par semaine et BSL17 = 0.03 mlO₂/kg/min par semaine vs 0.2841 mlO₂/kg/min par semaine pour les trois participants de l'analyse). Dans le cas des participants entraînés, une seule comparaison est possible: BSL01 pour qui le gain durant le PEPTF de 1.04 mlO₂/kg/min par semaine, soit une valeur plus haute que la valeur moyenne des 6 participants entraînés entrant dans l'analyse (0.5562 mlO₂/kg/min), mais tout de même comparable à la valeur individuelle de trois de ces participants (BSL10, BSL20, BSL21) tel que l'illustre la Figure 1.

La Figure 3 montre l'évolution de la capacité cardio-respiratoire moyenne au cours de la saison pour les 9 participants entrant dans l'analyse (3 contrôles et 6 entraînés) selon la modélisation utilisée dans l'analyse statistique. On y observe une amélioration de la capacité cardiorespiratoire moyenne plus rapide pour le groupe entraîné durant le PEPTF (d'une durée moyenne de 80 jours). Le groupe des participants entraînés était un peu moins en forme que le groupe contrôle au début du PEPTF et l'a rattrapé en fin de PEPTF. Le PEPTF apporte donc un gain aux participants, mais leur condition physique ne dépasse pas celle du groupe contrôle. Dans une étude future, il faudrait intégrer une estimation de la dépense énergétique hebdomadaire (ex., kcal/semaine ou autre unité de mesure) associée aux activités de chaque participant dans les deux groupes. Cette estimation pourrait être utilisée en covariable dans l'analyse statistique pour rééquilibrer les données et être en mesure de montrer les différences réelles entre les deux groupes. La covariable agirait comme si on avait contrôlé le niveau d'exercice physique de tous les participants. Suite au PEPTF, soit avec le début de la saison de travail, les moyennes des deux groupes ont des profils d'évolution de la capacité cardio-respiratoire qui se suivent dans le temps et se stabilisent autour de 47 mlO₂/kg/min. L'amélioration de la capacité durant le reboisement (d'une durée de 27 jours) apparaît importante.

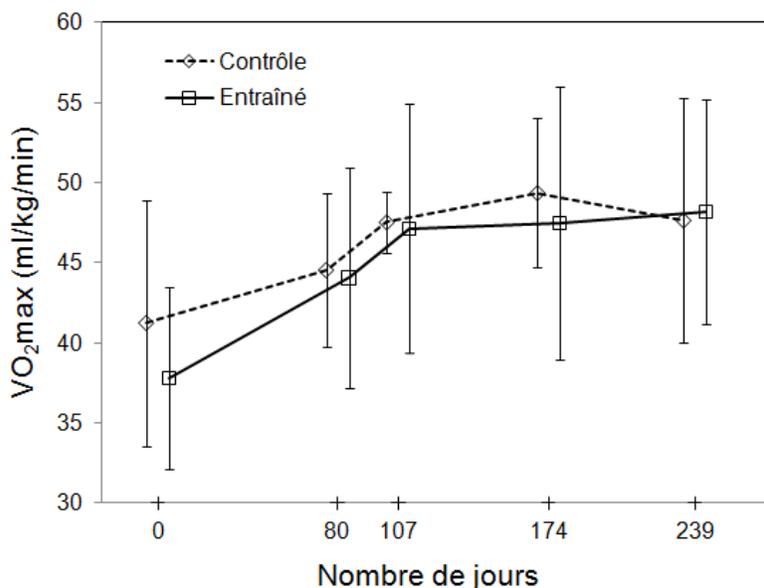


Figure 3: Évolution de la capacité cardio-respiratoire mesurée par le Physitest Canadien modifié dans les deux groupes de participants selon le moment de la saison.

Le Tableau 2 montre qu'au cours du PEPTF le gain moyen de capacité a été 0.56 mlO₂/kg/min par semaine pour les 6 participants entraînés (étudiés et non étudiés), soit le double du gain observé pour les 3 participants contrôles (0.28 mlO₂/kg/min). Durant la période de reboisement, les valeurs correspondantes sont respectivement 0.76 et 0.80 mlO₂/kg/min par semaine. Malgré que les participants entraînés aient accru significativement leur capacité cardio-respiratoire durant le PEPTF, leur gain moyen de capacité durant la période de reboisement demeure tout de même beaucoup supérieur à celui enregistré durant le PEPTF et comparable à celui observé dans le groupe contrôle. En somme, le reboisement pourrait être une activité significativement plus exigeante que le PEPTF. On peut imaginer que si le groupe contrôle avait eu une capacité de départ (avant le PEPTF) comparable à celle des participants entraînés, alors la courbe du groupe

contrôle se situerait en deçà de celle observée chez les participants entraînés, et cela tout au long de la saison. Aussi, la pente de la courbe serait encore plus abrupte durant la période de reboisement.

Afin de réduire la pénibilité de la période de reboisement, il serait opportun de chercher à augmenter l'effet du PEPTF en le rendant plus exigeant. Ainsi, il pourrait être intéressant de le modifier de façon à procéder à l'évaluation de la condition physique des participants en cours de programme (en plus des évaluations avant et après le programme). Ces évaluations permettraient de suivre l'évolution durant le programme pour s'assurer que le participant progresse suffisamment afin d'être prêt en début de saison. Le programme, dans sa version actuelle, comporte quatre phases progressives. Les évaluations de la condition physique pourraient être faites entre ces phases ce qui résulterait en cinq évaluations en cours de programme. Ce changement suppose que la sollicitation produite par le PEPTF puisse être ajustée en cours de programme pour assurer que le participant atteigne un niveau de capacité cardio-respiratoire aussi proche que possible de ce qui est nécessaire pour réaliser le reboisement sans que ce soit trop pénible (ex., une VO_{2max} supérieure ou égale à 44-45 mlO₂/kg/min atteinte par plusieurs des participants de la Figure 1). Les participants qui ne réussiront pas à approcher ce niveau trouveront vraisemblablement la période de reboisement plus pénible.

Si les participants BSL02 et BSL08 avaient su tirer avantage du PEPTF, leur gain hebdomadaire moyen de capacité cardio-respiratoire aurait été supérieur à celui des participants contrôles (voir Figure 1). Dans ce cas, la différence entre les participants contrôles et les participants entraînés aurait probablement été jugée significative pour la période du PEPTF (voir ligne en italique au Tableau 2) ce qui aurait contribué à démontrer l'intérêt du PEPTF pour améliorer la capacité cardio-respiratoire au-delà de ce que peut apporter une activité physique régulière (ex., comme BSL05, un participant contrôle qui fait du ski de fond). Dans cet ordre d'idée, en se basant sur les données de la présente étude, une analyse de puissance statistique permet de déterminer que le nombre de participants nécessaire pour trouver une différence (de 0.5 mlO₂/kg/min par semaine correspondant à l'erreur standard d'estimation du Physitest Canadien modifié) statistiquement significative du gain de capacité cardio-respiratoire hebdomadaire moyen consécutif au PEPTF entre les participants entraînés et les participants contrôles est de 14 (Lenth 2006-9). Ainsi, pour démontrer avec une puissance statistique de 80% que le PEPTF augmente la VO_{2max} telle que mesurée par le Physitest Canadien modifié significativement ($p < 0.05$) au-delà de l'amélioration normalement attendue dans le groupe contrôle, il aurait fallu obtenir les données pour 14 paires de participants. Si les 12 paires de participants avaient été formées correctement dès le début de l'étude (ex., pas d'abatteurs dans l'échantillon de départ) et si tous les participants s'étaient présentés aux 2 premières évaluations de leur condition physique (avant et après le PEPTF), alors la puissance statistique aurait été de 73% ce qui est un niveau fort intéressant.

4.4.2 Capacité cardio-respiratoire: Step-test de Meyer et Flenghi.

Le step-test de Meyer et Flenghi permet d'obtenir la relation linéaire entre la fréquence cardiaque (F_c) et la dépense énergétique d'un participant pour des niveaux d'effort physique connus. Cette relation est fort utile pour estimer la dépense énergétique associée à une activité de travail par le biais d'une mesure de la F_c durant cette activité ou pour évaluer la progression de la capacité physique dans le temps (par une réduction graduelle de la pente de la relation causée par un coût

cardiaque moindre pour un même effort). La présence de ces deux caractéristiques explique le choix de ce test dans cette étude.

Peu avant le début du programme d'entraînement, il avait été convenu que lors des évaluations de la condition physique au Club Santé 2000 avant et après le PEPTF (moments 0 et X dans la Tableau 1), le step-test de Meyer et Flenghi (1995) serait aussi administré, évidemment en laissant suffisamment de temps de récupération entre les deux tests. Puisque ce test serait aussi utilisé sur le terrain, ses résultats devaient faciliter la comparaison des données associées au programme d'entraînement avec celles obtenues sur le terrain. La prise de mesure pour ce test s'est bien déroulée avant le PEPTF, tandis que les données ont été perdues lors de la mesure après le PEPTF (second moment) en raison d'une erreur d'utilisation des cardiofréquencemètres. Dans les circonstances, les chercheurs ont donc demandé aux responsables du programme d'entraînement de faire passer le step-test de Meyer et Flenghi à chacune des évaluations subséquentes de la condition physique dans l'espoir de "reconstruire" les résultats du step-test manqué à partir des couples de résultats des deux step-tests obtenus aux quatre autres moments (avant PEPTF, EPC1, DEG, EPC2). Les chercheurs ont demandé à ce que le step-test de Meyer et Flenghi soit administré avant le Physitest Canadien de façon à ne pas biaiser le premier. En effet, le test de Meyer et Flenghi est beaucoup moins exigeant sur le plan physique que le second de sorte qu'il risque peu de l'affecter, mais risque fortement d'être affecté s'il est administré en deuxième. Même s'il n'a pas été possible de reconstruire ces résultats, ceux-ci ont été très éclairants quant à l'évolution de la capacité cardio-respiratoire au cours de la saison (c.f. fin de la présente section: Fc au 4^e palier). Le step-test de Meyer et Flenghi fournit une information semblable à celle du Physitest Canadien modifié, mais sans les effets liés à une baisse de motivation décrits ci-dessus. Soulignons que pour des raisons d'ordre technique liées au matériel, les résultats de trois step-tests de Meyer et Flenghi ont été perdus au cours d'évaluation ultérieures de la condition physique (1 test au moment EPC1, et 2 au moment DEG).

La comparaison de la relation Fc-VO₂ obtenue lors de l'évaluation de la condition physique avec celle obtenue sur le terrain lors d'un jour d'observation dans la même période (quelques jours avant ou après) permet de constater que certains participants n'ont pas respecté les consignes (pas de café ni de cigarette au moins trois heures avant et pas d'alcool ou d'activité physique intense la veille) lorsqu'ils se sont présentés au centre de conditionnement physique pour l'évaluation de leur condition physique (pour un exemple, voir la section précédente). En effet, dans quelques cas de participants étudiés la Fc de repos au début du step-test fait au centre de conditionnement physique était largement supérieure (ex., jusqu'à 30 bpm) à celle typiquement observée au cours d'une journée type de travail en forêt. Dans ces cas, la relation entre la Fc et la VO₂ semble entièrement déplacée vers le haut (Fc plus élevées à tous les paliers d'effort). La Figure 4a montre la relation Fc-VO₂ obtenue à trois moments rapprochés dans le temps pour le participant (BSL15) qui a pris deux bières avant l'évaluation de sa condition physique (dont il était question ci-dessus). On y observe deux relations obtenues lors de tests de la condition physique et une obtenue sur le terrain (droite la plus basse). La Figure 4b montre les mêmes relations une fois corrigées pour tenir compte de la Fc de repos observée lors de la longue pause suivant le step-test réalisé au Centre Santé 2000 ou durant la journée de travail (pour le test sur le terrain). Deux de ces relations coïncident presque parfaitement décrivant bien la relation caractérisant la condition du participant, alors que la 3^e apparaît nettement modifiée. Dans cette dernière, le participant au repos a une Fc qui est quelques bpm plus faible que la valeur atteinte au 4^e palier d'effort aux

deux autres occasions. Visiblement, ce participant n'était pas dans son état normal lorsqu'il s'est présenté au Club Santé 2000 au cours du weekend pour l'évaluation de sa condition physique, lors de la seconde période d'EPC (EPC2). Ces résultats montrent l'importance lors d'une étude longitudinale de rappeler régulièrement aux participants d'adhérer aux consignes pour qu'ils soient frais et dispos lorsqu'ils se présentent au centre de conditionnement physique, ceci afin d'assurer la validité des mesures; les participants doivent se rendre au centre de conditionnement physique dans la même forme que s'ils se rendaient au travail.

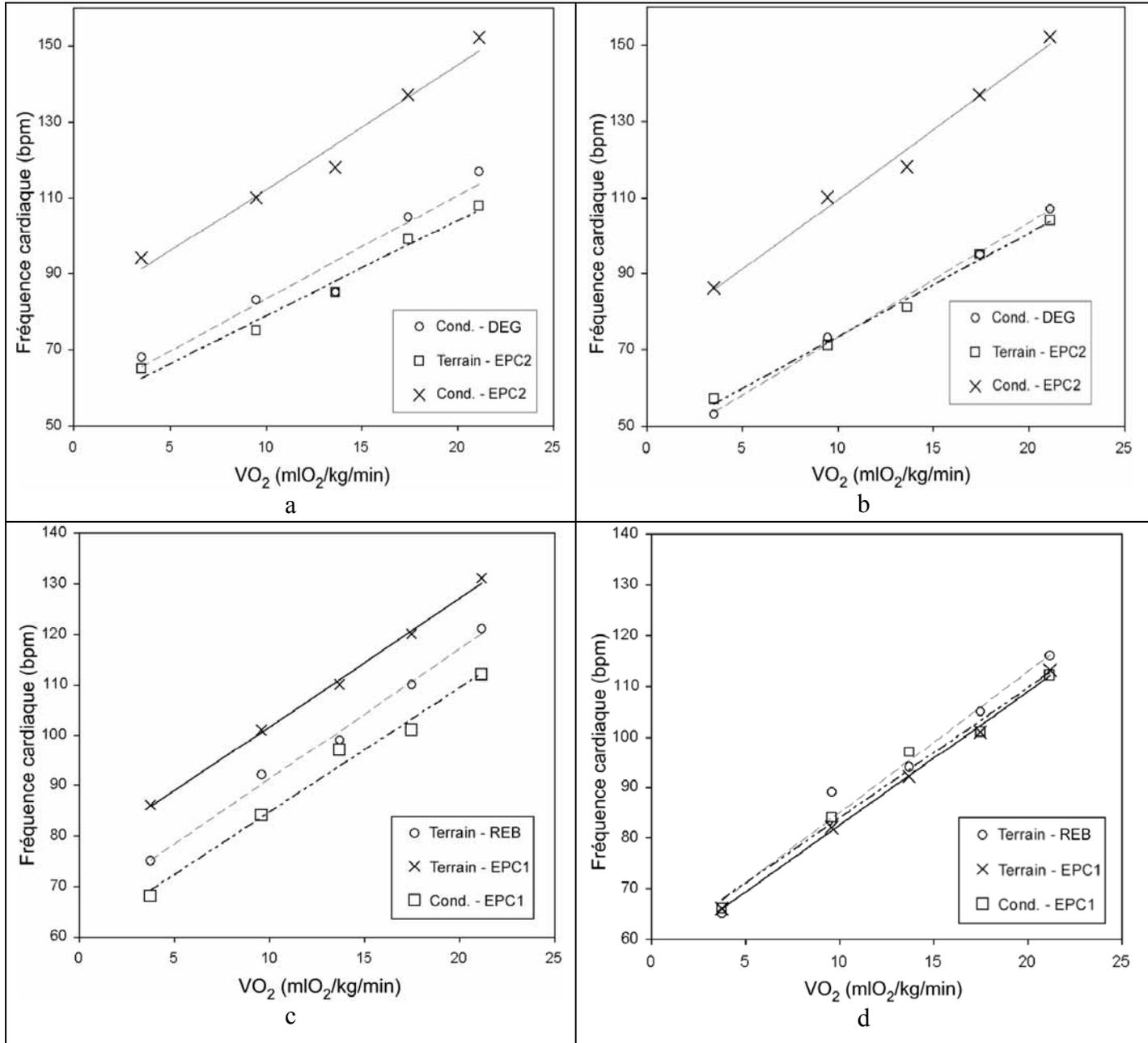


Figure 4: Relation Fc (bpm) vs VO₂ (mlO₂/kg/min) obtenue par le step-test de Meyer et Flenghi (a: relations brutes, b: relations corrigées pour le participant BSL-15; c: relations brutes, d: relations corrigées pour le participant BSL-10) (PEPTF: programme d'entraînement, REB: reboisement, EPC: éclaircie précommerciale, DEG: dégagement, Terrain: test administré en forêt le matin, Cond.: test administré au centre de conditionnement physique).

On s'attend normalement à ce que les step-tests passés au centre de conditionnement physique (donc dans de bonnes conditions) produisent une relation Fc-VO₂ non biaisée, c'est à dire plus proche de la relation qui caractérise la capacité réelle du participant. Or, pour certains participants une relation plus exacte était obtenue lors des observations sur le terrain plutôt qu'au centre de conditionnement physique. C'est particulièrement le cas lorsqu'on examine les step-tests passés au centre de conditionnement physique au début du PEPTF. Cinq des step-tests passés à ce moment (sur les 8 utilisables) montrent des relations fortement modifiées par rapport aux step-tests passés aux autres moments de la saison que ce soit au centre de conditionnement physique ou sur le terrain (comme à la Figure 4a). Entre autres, dans ces cinq cas, la Fc de repos au début du step-test de Meyer et Flenghi est significativement plus élevée que celle notée le jour de l'évaluation par les évaluateurs de la condition physique (25 bpm en moyenne, étendue de 19 à 39 bpm). Une explication plausible serait que le step-test de Meyer et Flenghi a été administré après le Physitest Canadien lors duquel le participant aurait accumulé une fatigue dont il n'aurait pas récupéré avant de débiter le second test.

La comparaison des résultats des step-tests de Meyer et Flenghi (centre de conditionnement physique vs terrain) a parfois aussi permis l'inverse, soit de corriger une relation Fc-VO₂ obtenue au début de la journée de travail. Dans quelques cas, on observe une fréquence cardiaque de repos supérieure en début de journée à celle obtenue plus tard au cours de la journée (ex., à la fin du lunch du midi ou à la fin des pauses de 10 minutes prises à différents moments de la journée pour permettre l'estimation des extrapulsoires cardiaques thermiques – EPCT). Dans ces cas, la relation Fc-VO₂ du step-test en début de journée de travail apparaît déplacée vers le haut par rapport à celle obtenue lors d'un step-test au centre de conditionnement physique dans la même période. Cette information (test au centre de conditionnement et Fc de repos plus basse au cours de la journée) a permis d'ajuster la droite de certains step-tests obtenus durant la saison, ceci afin de mieux estimer la relation Fc-VO₂ réelle de chaque participant selon le moment de la saison. La Figure 4c montre trois relations Fc-VO₂ mesurées sur une période d'environ trois semaines pour le même participant (deux sur le terrain et une au centre de conditionnement physique), alors que la Figure 4d montre les mêmes relations ajustées pour tenir compte de la Fc de repos mesurée au cours de la journée de travail correspondant à chacun des step-tests. Les deux relations ajustées coïncident mieux avec la relation obtenue au centre de conditionnement physique et reflètent vraisemblablement mieux la capacité réelle du participant.

La Figure 5 montre l'évolution de la capacité cardio-respiratoire (VO_{2max}) au cours de la saison à partir des multiples step-tests de Meyer et Flenghi ajustés et ce pour les deux groupes de participants étudiés (au Club Santé 2000 lors des évaluations de la condition physique et en début de journée de travail sur le terrain). Les valeurs de VO_{2max} avant le PEPTF ne sont pas fiables pour les motifs exposés plus haut. Il faut plutôt se fier aux valeurs de la Figure 1 pour ce moment précis. Également, comme tous les step-tests de Meyer et Flenghi ont été perdus lors de l'évaluation de la condition physique après le PEPTF, il est impossible de voir l'évolution de la VO_{2max} suite au programme à travers ce step-test. Par contre, pour les autres moments, les tendances générales et les valeurs sont similaires à celles observées à la Figure 1 soit une augmentation rapide de la condition physique pour tous les participants lors du REB, puis une certaine stabilisation pour le reste de la saison. Les oscillations observées suite au REB sont généralement à l'intérieur de l'erreur standard d'estimation (RMSE ou SEE) pour ce test, soit 4.0 mlO₂/kg/min pour les 21-31 ans et 4.9 mlO₂/kg/min pour les 39-46 ans (Imbeau, Dubé et

Waddell 2009). En bref, le step-test de Meyer et Flenghi produit une information semblable à celle du Physitest Canadien modifié en ce qui a trait à l'évolution de la capacité cardio-respiratoire durant la saison.

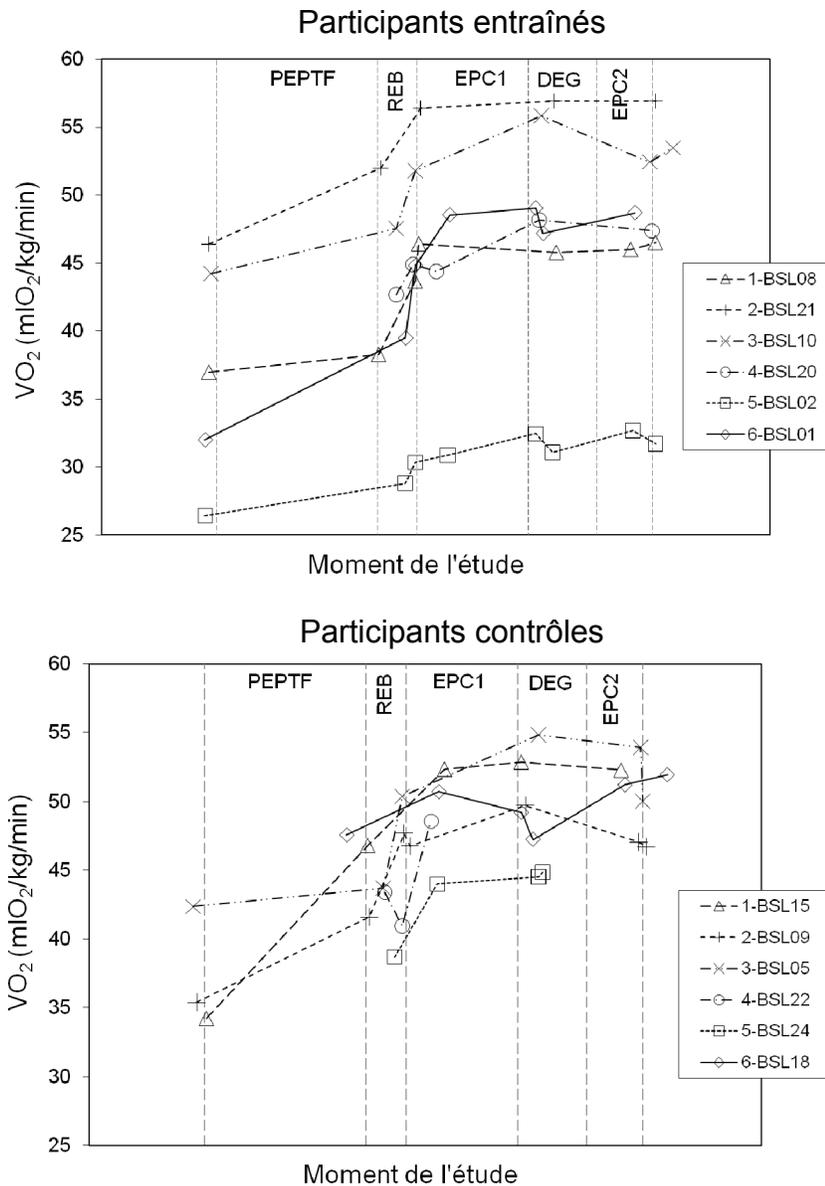


Figure 5: Capacité cardio-respiratoire – VO_{2max} ($mlO_2/kg/min$) – des participants étudiés selon le moment de l'étude: estimation faite à partir des step-tests de Meyer et Flenghi ajustés (PEPTF: programme d'entraînement, REB: reboisement, EPC: éclaircie précommerciale, DEG: dégagement).

Intérêt de la Fc au 4^e palier du step-test de Meyer et Flenghi. La relation Fc- VO_2 présente un intérêt pratique pour l'évaluation de l'amélioration de la capacité cardio-respiratoire (VO_{2max}) d'un participant au cours de la saison. Normalement, à mesure que la VO_{2max} s'améliore au cours

de la saison, on devrait s'attendre à ce que la fréquence cardiaque (Fc) atteinte au dernier palier d'effort du step-test diminue, reflétant ainsi une meilleure efficacité du système cardio-respiratoire associée à une amélioration de la condition physique. L'intérêt du 4^e palier d'effort du step-test de Meyer et Flenghi —soit le dernier palier d'effort de ce test— tient au fait qu'il entraîne une Fc qui correspond généralement bien aux valeurs de Fc observées durant le travail de débroussaillage; ce palier suscite un effort équivalent au travail en forêt (Imbeau et al. 2007). La Figure 6 montre l'évolution de la Fc au 4^e palier pour les deux groupes de participants étudiés.

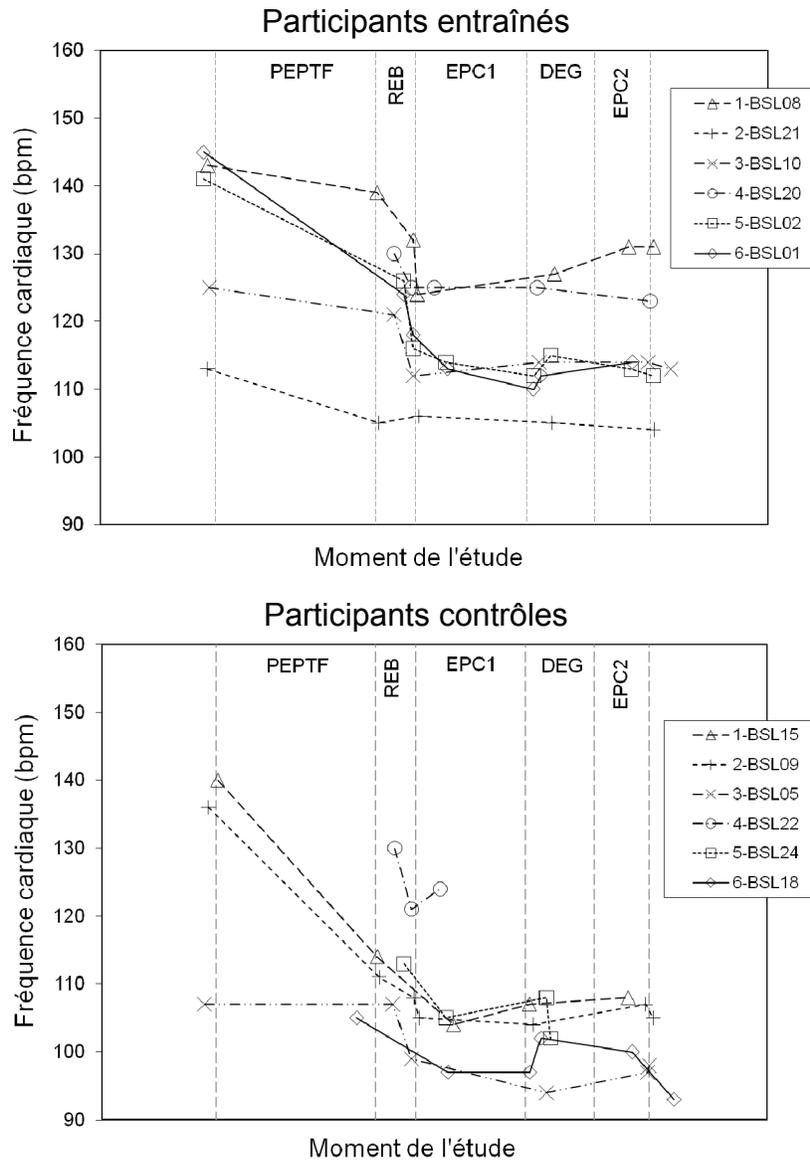


Figure 6: Fréquence cardiaque (bpm) au 4^e palier du step-test de Meyer et Flenghi selon le moment de la saison pour les participants étudiés (PEPTF: programme d'entraînement, REB: reboisement, EPC: éclaircie précommerciale, DEG: dégagement).

La Fc au 4^e palier du test montre que le reboisement contribue à augmenter significativement la capacité cardio-respiratoire et que celle-ci plafonne par la suite. Ici encore, les valeurs avant le

PEPTF ne sont pas fiables: elles sont vraisemblablement surestimées puisque le participant était dans une majorité de cas déjà fatigué lorsqu'il a débuté le step-test de Meyer et Flenghi. Pour certains participants comme BSL22, le nombre de tests est insuffisant pour permettre un ajustement. La Fc au 4^e palier du step-test présente le grand avantage de la simplicité en ce sens qu'elle est notée directement durant le step-test ou obtenue suite à un ajustement simple à la droite du step-test lorsque nécessaire.

Ainsi, dans l'optique de simplifier la méthodologie d'évaluation de la condition physique au cours de la saison, on pourrait envisager utiliser uniquement le step-test de Meyer et Flenghi. Ce test offre de multiples avantages par rapport au Physitest Canadien (peut être administré sur le terrain sans équipement sophistiqué ni encombrant, rythme facile à suivre pour les participants moins en forme, permet d'obtenir la relation Fc-VO₂; voir Meyer et Flenghi 1995) tout en fournissant une information utile sur l'efficacité du système cardio-respiratoire d'un participant. La Fc au 4^e palier, directement mesurable, pourrait remplacer l'estimation plus complexe de la VO_{2max}. Le fait de faire passer deux de ces tests sur une période relativement courte comme dans la présente étude (i.e., un test un jour de travail et un autre au centre de conditionnement physique dans les jours suivants) permet de valider les deux tests simplement en les comparant et en apportant les ajustements nécessaires. Le fait de réaliser plusieurs couples de ces tests au cours de la saison permet d'en arriver à estimer de façon précise la relation Fc-VO₂ propre à chaque participant en fournissant deux fois plus de points de mesure que lorsque le Physitest est utilisé (possible uniquement lors de l'évaluation de la condition physique au Club Santé 2000). Cet aspect est important si on compte utiliser cette relation Fc-VO₂ pour estimer la dépense énergétique associée au travail (ex., pour l'utilisation d'indices d'astreinte thermiques tels que le PHS ou pour corrélérer l'astreinte physique —comme covariable— à la productivité).

4.4.3 Autres mesures de condition physique.

Les autres mesures faisant partie de l'évaluation de la condition physique (Bellavance et al. 2005b) ont été obtenues chaque fois que les participants étudiés se présentaient au centre de conditionnement physique Club Santé 2000 (tension artérielle pré et post exercice; poids santé (IMC et % de graisse estimé par mesure des plis adipeux à l'aide d'un adipomètre), facteurs de risques liés à la distribution du poids (mesure de circonférences et du ratio abdomen-hanches); flexibilité du tronc (flexion mesurée avec le flexomètre modifié de Wells et Dillon; extension mesurée par la position du cobra); force musculaire (force maximale de préhension mesurée avec un dynamomètre); et endurance musculaire (mesurée par le nombre d'extensions des bras, de redressements assis et d'extensions du tronc). Quelques exceptions ont trait au fait qu'un participant souffrant de douleur au dos n'a pu réaliser certains tests (ex., redressement assis et cobra), alors qu'un autre ayant une malformation au sternum n'a pas fait les extensions des bras. Par contre, les mesures sont complètes (mesures obtenues aux 5 moments) pour les même 9 participants pour lesquels une analyse de la capacité cardio-respiratoire a été réalisée à la section 4.4.1 ainsi que pour un dixième participant (BSL12, un participant entraîné non étudié).

4.5 Observations sur le terrain

Les mesures sur le terrain prévues à la méthodologie pour la productivité et l'astreinte physique du travail ont été réalisées tel que prévu à quelques exceptions près. Au cours de la période de

reboisement, l'un des participants contrôle (BSL18) n'a pas fait de reboisement. Aucune mesure n'est donc disponible durant cette période, bien qu'il ait accepté de faire un step-test de Meyer et Flenghi. Au cours de la première période d'EPC (EPC1), toutes les observations ont été faites pour les 6 paires étudiées. Les observations ont dû être étendues sur 3 semaines pour compléter l'observation des 6 paires en raison des congés de la St-Jean-Baptiste et de la fête du Canada (Tableau 1). Au cours de la période de dégagement, l'un des participants contrôles (BSL22) a quitté le travail au bout d'une heure mettant fin à la collecte des données. Un autre participant contrôle (BSL15) ne s'est pas présenté à son rendez-vous parce qu'il venait de quitter l'employeur pour aller travailler dans une autre entreprise sylvicole. Puisqu'il continuait de faire le même type de travail dans l'autre entreprise, il a accepté de maintenir sa participation à l'étude. Néanmoins, il n'a pu être mesuré pour cette période en raison de problèmes de coordination ayant fait en sorte que le participant entraîné avec qui il était apparié ne s'est pas présenté. Enfin, lors de la seconde période d'EPC (EPC2), le participant BSL22 avait été congédié de sorte qu'il n'était plus jugé utile de mesurer son partenaire (BSL20) d'autant plus que des contraintes logistiques rendaient la prise de mesure difficile. Enfin, un participant entraîné (BSL24) n'a pas travaillé durant cette période en raison d'une lombalgie persistante. D'un point de vue pratique, une paire a été perdue à partir du dégagement et une seconde au moment suivant.

4.5.1 Productivité et astreinte physique.

Les mesures d'astreinte ont été obtenues comme prévu pour les trois périodes de la saison (REB, EPC1 et DEG/EPC2) sauf dans les cas d'exception décrits ci-dessus. Pour ce qui est de la productivité, l'équipe de recherche ayant peu d'expérience avec le reboisement, avait demandé à ce qu'au moins une mesure fiable par participant soit obtenue sur le terrain pour la période du REB. Ainsi, le nombre de plants mis en terre par jour avait été proposé par les intervenants du BSL lors de la rencontre du 6 mai 2008. Or, l'équipe de recherche a constaté à la fin de la période de reboisement que les contremaîtres répartissent également entre les divers membres d'une équipe, la productivité journalière de l'équipe. Ils ne calculent pas de mesure individuelle de sorte qu'après coup, il est impossible de connaître la productivité individuelle des participants. Ainsi, bien que la mesure soit possible puisque les contremaîtres ont en main l'information en fin de journée de plantation, l'évaluation de la productivité individuelle n'a pas été possible parce qu'ils ont procédé comme à leur habitude. Puisque cette variable est importante pour les analyses statistiques (comme variable principale et possiblement comme covariable), un dispositif doit être mis en place pour que les contremaîtres pensent à produire des mesures de productivité individuelle journalière pour le reboisement. Cette avenue est la plus facile à envisager compte tenu du fait que les trois membres de l'équipe de recherche sont déjà très occupés à obtenir les différentes mesures sur le terrain et donc qu'il leur serait difficile de suivre chaque participant pour compter les plants mis en terre. En ce qui a trait aux deux autres périodes de la saison (EPC1 et DEG/EPC2), les mesures de productivité sont disponibles pour 8 participants étudiés sur 12 sauf exception (voir ci-dessus)(BSL01, 02, 05, 08, 09, 10, 18, 21). Tel qu'indiqué à la section 4.4.1, les données d'évaluation de la condition physique (ex., capacité cardio-respiratoire) sont disponibles pour 7 des participants étudiés (2 contrôles: BSL05, 09; et 5 entraînés: BSL02, 08, 10, 20, 21). Il est donc possible d'explorer les liens possibles entre les mesures d'évaluation de la condition physique et les mesures terrain sur ce petit nombre de participants.

4.5.2 Mesures de SST.

Les mesures de SST reliées à l'entreprise ont été obtenues. Néanmoins il faudra cumuler ces données sur quelques années avant de pouvoir tirer des conclusions fiables quant à leur évolution au fil du temps. En effet, sur 28 accidents apparaissant au registre de l'entreprise, trois accidents sont reliés à des participants ayant pris part à l'étude (1 non-étudié, 1 entraîné et 1 contrôle). En ce qui a trait aux mesures pour l'ensemble de la région, il semble que la CSST doive être mise à contribution.

Les entrevues qui devaient être réalisées en fin de journée avec les travailleurs pour recueillir des données pertinentes sur les incidents, les accidents et le temps perdu déclaré ou non (description des incidents / accidents survenus, date, temps perdu) et ce, à chaque moment de la saison, n'ont pas fonctionnées. D'une part, la journée était très chargée pour tous les membres de l'équipe de recherche (inventaire du terrain avant traitement, step-test aux deux participants, installation des différents équipements de mesure, suivi au cours de la journée, inventaire du terrain après traitement en fin de journée, désinstallation des équipements, téléchargement et vérification sommaire des données, préparation des équipements pour le lendemain). D'autre part, les travailleurs aiment démarrer tôt le matin afin de couvrir une superficie convenable et profiter de la température plus fraîche. L'entrevue est donc impossible le matin. En fin de journée, la collaboration des travailleurs pour une entrevue de 30 à 60 minutes a été pratiquement impossible à obtenir et ce, malgré le fait que chacun était compensé pour le temps d'arrêt associé à l'étude; les travailleurs avaient terminé leur journée de travail d'une durée dépassant souvent le 9 heures et, fatigués, ils voulaient simplement rentrer chez eux. Dans les études précédentes que notre équipe a menées par le passé, la collaboration des travailleurs a été plus facile à obtenir pour des entrevues puisque celles-ci étaient faites suite au traitement d'un bloc expérimental, soit après 3 à 4 heures de travail.

Devant cette difficulté, nous avons distribué à chaque travailleur un petit carnet dans lequel il pourrait consigner les incidents rencontrés durant la période de deux semaines où l'équipe de recherche serait présente sur le terrain. Seulement deux travailleurs sur les 12 ont rempli le carnet pour une partie des moments de la saison.

Il faut préférablement interroger les travailleurs lors de l'évaluation de la condition physique au centre de conditionnement physique. Le participant est alors reposé et mieux disposé à donner du temps pour répondre aux questions. Cette mesure pourrait s'accompagner d'une augmentation de la compensation pour s'assurer que le participant accepte de prendre le temps nécessaire pour répondre aux questions. Dans un tel scénario, il faut dès le début du projet former les responsables de l'évaluation de la condition physique à administrer les questions et consigner les réponses dans un formulaire spécialement conçu à cette fin.

4.5.3 Préparation des sites d'observation.

Lors de la réunion du 6 mai 2008, il avait été convenu que les intervenants du BSL étaient responsables de la préparation des terrains d'observation. Ce travail suppose de réserver des zones de forêt à traiter suffisamment grandes pour ensuite y délimiter deux terrains adjacents devant être traités au cours de la journée par les deux membres d'une même paire; la délimitation

des deux terrains adjacents vise à éviter que les deux travailleurs d'une même paire ne se croisent au cours de la journée, auquel cas la mesure de la productivité individuelle devient impossible. Ce travail qui devait être fait la veille ou tôt le matin des observations s'ajoutait au travail normal des contremaîtres qui ont la responsabilité d'organiser la journée de travail de leurs travailleurs, de faire les inventaires et de surveiller les travailleurs tout au long de la journée. Ce travail de préparation des terrains leur a causé beaucoup de frustration, puisque disaient-ils, allouer plus de temps aux deux travailleurs étudiés pour le projet de recherche se faisait nécessairement au détriment des autres travailleurs sous leur supervision et de la rentabilité de l'entreprise, et de surcroît ils n'étaient pas payés pour ce travail additionnel. Il est arrivé très fréquemment en début d'étude que l'équipe de recherche se présente en forêt et que les terrains ne soient pas préparés, ce qui a entraîné des pertes de temps pour tout le monde. Un rappel écrit a été fait aux contremaîtres lors de la première période d'EPC (EPC1). Il est alors apparu clairement que les contremaîtres n'avaient pas été bien informés par leur employeur à propos du projet de recherche ni des exigences que cela supposait pour eux non plus que de l'importance de leur collaboration à cette étude.

Durant la première période d'EPC (EPC1), il est arrivé à une occasion que les travailleurs se croisent durant leur journée de sorte qu'il était difficile de calculer la superficie traitée par chacun. Le technicien du MRNF lors de sa collaboration à l'étude dans la semaine du 16 juin avait proposé une approche qui a permis à l'équipe de recherche de s'occuper elle-même de la préparation du terrain sans mettre en péril les autres activités de la journée. L'approche consistait à faire débiter les travailleurs chacun à l'extrémité la plus éloignée des terrains pendant que le technicien et le stagiaire effectuaient l'inventaire avant traitement. Suite à l'inventaire, le technicien apposait les rubans de délimitation ("flag") au centre entre les deux travailleurs en revenant vers le chemin forestier (voir Figure A1). Ainsi, les travailleurs ne se croisaient plus. Pendant ce temps, le responsable de l'équipe observait simultanément les deux travailleurs du bord du chemin jusqu'à ce que le stagiaire et le technicien redeviennent disponibles pour participer aux observations. Le technicien de la SERN qui avait une bonne connaissance des terrains à traiter et les cartes topographiques correspondantes sur son appareil de navigation GPS a facilité l'opérationnalisation de cette approche.

Cette façon de procéder n'est possible que si une zone ("patch") est réservée spécifiquement pour les besoins de l'étude. Cette zone doit être suffisamment grande pour permettre de réaliser plusieurs journées d'observations et rendre facile la délimitation rapide de terrains adjacents. Il faut aussi que les deux participants d'une même paire puissent évoluer sur les terrains adjacents. Suite au développement de cette méthode, il est devenu possible à une équipe de deux personnes (un technicien forestier connaissant bien la région et un chercheur maîtrisant bien la méthodologie et les instruments de mesure) de réaliser toutes les mesures si peu d'incidents surviennent au cours de la journée (ex., défectuosité des équipements de mesure). Le chercheur peut ensuite en fin de journée télécharger et vérifier les données, et enfin préparer les équipements pour le lendemain si le processus est relativement automatisé et que les bris d'équipement sont rares. Les journées demeurent chargées pour le chercheur, mais l'équipe de deux personnes bien entraînées et qualifiées est une option réaliste, dans la mesure où les techniques d'inventaire utilisées pour mesurer les facteurs biophysiques sont connues et maîtrisées (végétation, obstacles aux déplacements des travailleurs). S'il faut développer ou

adapter des méthodes de mesure, ou qu'un travail moins connu est étudié, l'équipe doit comporter au moins trois personnes.

4.5.4 Suivi des travailleurs sur le terrain.

Pour les participants en forêt publique, les journées de collecte de données se sont bien déroulées, car l'ensemble des terrains était dans un même secteur; l'équipe arrivait à faire le suivi et l'observation des participants d'une même paire. Pour les participants en forêt privée, les choses ont été plus compliquées. Trois participants étaient du secteur privé: une paire complète (BSL20 et BSL22) et un travailleur dans une autre paire (BSL05). Lors d'une journée d'observations dans le secteur privé, les terrains de reboisement n'étaient pas adjacents, mais plutôt situés à quelques kilomètres l'un de l'autre, de sorte que l'équipe de recherche était séparée et ne pouvait communiquer. De plus, le quart de la journée de travail d'un participant a été occupé à attendre les instructions du contremaître qui l'a finalement redirigé sur un terrain situé dans un autre secteur. Tel qu'indiqué plus haut, il faut éviter les paires de travailleurs du secteur privé dans la mesure du possible et certainement, les paires publique-privé.

4.5.5 Autres considérations liées aux observations sur le terrain.

Au tout début de la période de reboisement, il est arrivé à l'équipe de recherche de se perdre dans les chemins forestiers ce qui a entraîné des pertes de temps considérables autant à l'équipe de recherche qu'au contremaître qui de son côté cherchait l'équipe. Cette situation ne s'est plus présentée suite à l'embauche du technicien de la SERN qui connaissait très bien les chemins forestiers et les lieux de rencontre de travailleurs. La possibilité de pouvoir compter sur un technicien qui connaît bien la région est un avantage considérable pour les chercheurs. Dans le cas où cela était impossible, il faudrait envisager que les cartes topo utilisées par la SERN et les tracés des chemins forestiers soient rendus disponibles aux chercheurs suffisamment d'avance pour qu'ils puissent installer le tout sur leur propre appareil de navigation GPS. Les coordonnées d'un point de rencontre avant l'entrée en forêt publique chaque matin ("Waypoint") pourraient être transmises facilement par Internet et téléchargées sur les GPS.

Un autre aspect important est le rappel aux travailleurs qu'ils feront l'objet d'observations dans les jours suivants. Au départ, ces rappels avaient été faits pour la plupart par un chercheur de l'équipe et ce, le plus souvent la veille des observations: deux travailleurs étaient contactés chez eux le soir pour les informer que le lendemain ils seraient observés toute la journée. Bien que les travailleurs étudiés s'attendaient à faire l'objet d'observations, il aurait été hautement préférable qu'ils soient informés du jour de leur participation un peu plus d'avance. Ce contact doit idéalement être fait par l'employeur qui peut profiter de l'occasion pour rappeler à son travailleur l'importance de collaborer à l'étude pour son bien et celui de l'entreprise. Le message est différent et moins fort lorsque c'est le chercheur qui fait l'appel; nous avons pu le constater dès l'embauche du technicien de la SERN qui s'occupait d'avertir les participants une semaine à l'avance.

4.5.6 Exemples de mesures recueillies sur le terrain: température centrale.

La Figure 7 montre le pourcentage du temps de travail durant lequel la température centrale mesurée par la capsule ingérée par le participant a dépassé 38°C, soit le seuil moyen à ne pas dépasser durant le travail selon l'OMS (Malchaire 2004). Ce pourcentage est montré pour chaque moment de la saison. Dans cette figure, uniquement le temps pendant lequel le travailleur effectuait de la mise en terre de plants ou du débroussaillage est compté; les autres activités ne sont pas prises en compte (ex., faire le plein, pause, discuter avec le contremaître).

Aucune conclusion fiable ne peut être tirée sur les tendances au cours de la saison puisque l'effet des conditions ambiantes, de la productivité ou de l'astreinte cardiaque n'ont pas encore été prises en compte comme covariables. Néanmoins, on observe clairement que certains participants ont à certains moments dépassé le seuil durant une proportion importante du temps travaillé, ce qui signifie une exposition à un risque pour la santé pour 50% des travailleurs dans ces conditions. On observe également que pour plusieurs de ces participants cette proportion du temps au-delà du seuil varie beaucoup d'un moment à l'autre de la saison. Cette variation ne suit pas systématiquement celle des conditions d'ambiance thermique au cours de la saison ce qui indique qu'il y a vraisemblablement moyen d'agir sur l'astreinte thermique. Par exemple, le tracé de la Fc du participant entraîné BSL08 obtenu durant la période de reboisement en début de saison montre qu'il est monté tout près de sa Fc max théorique durant une partie importante de son temps de travail ce qui se reflète aussi dans sa température centrale (Figure 7). Dans ce cas précis, on ne peut pas retenir les conditions d'ambiance thermique comme facteur explicatif de l'astreinte de ce participant puisqu'il s'agissait d'une journée plutôt fraîche. Hormis les facteurs intrinsèques propres à l'individu (maladie, prise de médicaments ou drogues affectant le système thermorégulateur, etc.), seuls l'isolement procuré par la tenue vestimentaire et l'activité physique peuvent expliquer une telle hausse de la température centrale, soit deux facteurs sur lesquels il y a moyen d'agir. Dans le cas du participant BSL08 au cours du reboisement, si ce participant avait été moins habillé (mais moins protégé des moustiques par contre) et qu'il s'était moins poussé, sa température centrale aurait été plus basse.

L'intérêt de cette mesure réside dans la comparaison qu'elle permet avec le calcul du PHS faite à partir de l'estimation de la dépense énergétique en utilisant la relation Fc-VO₂ du participant et l'évaluation des conditions d'ambiance. Cette mesure permet donc de valider l'estimation de l'astreinte thermique par le PHS de même que celle réalisée par le calcul des extrapulsations cardiaques thermiques (EPCT). Elle peut enfin être utilisée comme covariable lors de l'analyse statistique de l'effet du PEPTF sur la productivité ou la charge de travail physique des travailleurs pour voir si elle enlève une partie de la variabilité observée ou rend les relations plus significatives.

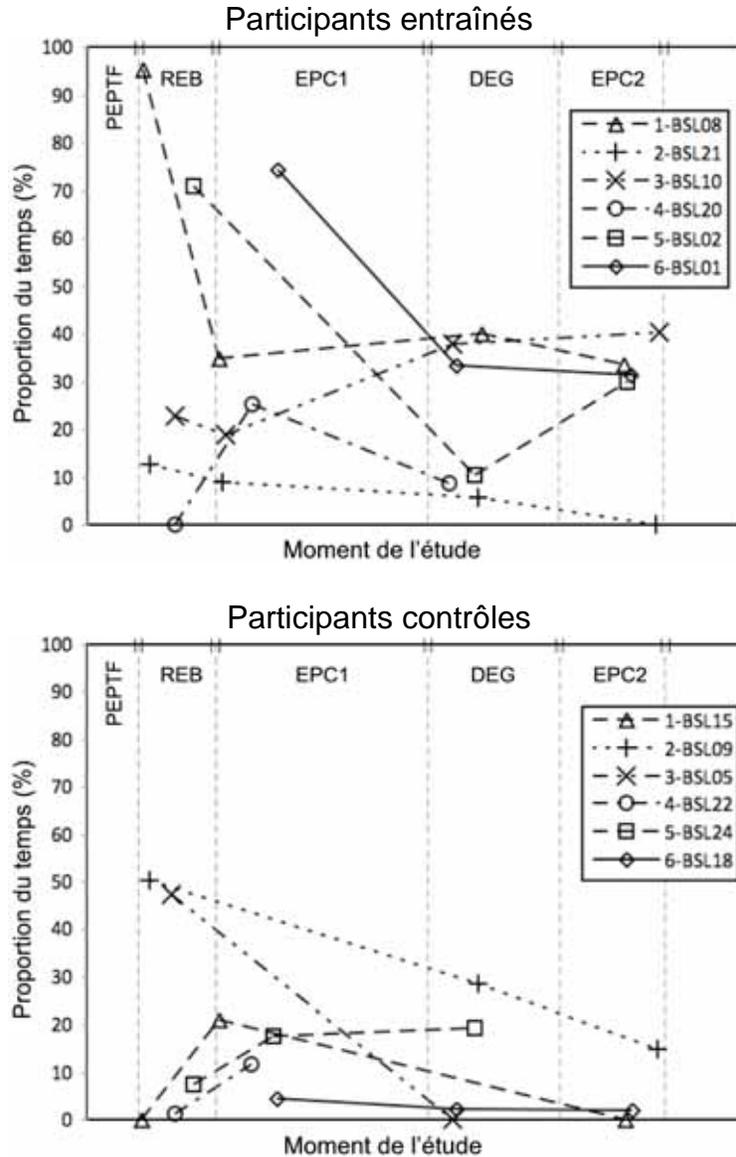


Figure 7: Pourcentage (%) du temps de travail (plantation ou débroussaillage) durant lequel la température centrale a dépassé la valeur de 38°C en fonction du moment de la saison (PEPTF: programme d'entraînement, REB: reboisement, EPC: éclaircie précommerciale, DEG: dégagement).

4.6 Équipements de mesure

Les équipements prévus à la méthodologie ont tous été utilisés comme prévu sans difficulté. Certains équipements ont été endommagés (ex., thermomètres globe), mais ont pu être remplacés rapidement et à peu de frais sans que des données soient perdues. Rappelons l'importance d'utiliser des équipements munis de mémoires permettant d'accumuler les données d'une journée au complet afin d'éviter d'avoir à interrompre la collecte de données pour transférer les données sur un ordinateur au cours de la journée ou d'avoir à noter des données manuellement. Le milieu

forestier est hostile aux équipements électroniques de sorte qu'il faut bien choisir et protéger les équipements.

4.7 Analyses Statistiques additionnelles

La section 4.4.1 présente quelques résultats d'analyse statistiques pour la mesure de la capacité cardio-respiratoire selon le Physitest Canadien modifié. D'autres analyses demeurent à réaliser comme par exemple sur la productivité, l'astreinte physique et les accidents/incidents de travail. L'astreinte pourrait être analysée en relation avec le groupe de participants (entraînés vs contrôles) ou comme covariable pour expliquer la productivité. D'autres mesures effectuées dans cette étude pourraient aussi être utilisées comme covariables (ex., ambiance thermique, végétation et facteurs de sites) dans les analyses. Une bonne partie des données recueillies demeurent encore à être explorées, ce qui nécessitera beaucoup de temps. Par ailleurs, pour les données de productivité et d'astreinte l'échantillon utilisable à l'issue de cette étude compte 2 contrôles et 5 entraînés, soit un contrôle et un entraîné de moins que pour les analyses de la section 4.4.1 (Physitest). En effet, 2 des participants inclus dans l'échantillon de la section 4.4.1 n'ont pas été étudiés sur le terrain (un contrôle et un entraîné). Aussi, il faut rappeler qu'aucune mesure de productivité n'est disponible pour la période de reboisement, soit la période de la saison où l'effet du PEPTF risque d'être le plus important sur cette variable. Rappelons enfin que les mesures d'accidents et incidents de travail nécessiteront vraisemblablement une collecte sur plus d'une saison avant de pouvoir être analysées (i.e., avant que le nombre d'événements soit suffisant). Il ne fait aucun doute qu'un échantillon plus grand que celui recueilli dans la présente étude permettra d'en arriver à des conclusions plus fiables, d'où l'intérêt de répliquer la méthodologie sur un plus grand échantillon ou sur plus d'une saison tout en tenant compte des recommandations de la section suivante afin d'assurer de données complètes et de qualité.

5. RECOMMANDATIONS

Cette première mise à l'essai montre que la méthodologie devant servir à évaluer les effets d'un PEPTF telle que conçue au départ est techniquement faisable. Néanmoins, un certain nombre de recommandations visant à la simplifier et à en faciliter la mise en application sont de mise.

En ce qui a trait au PEPTF:

- Lors de chaque semaine du PEPTF, il faut demander au participant de décrire le type d'activité physique qu'il a fait au cours de la semaine précédente afin de mieux contrôler le niveau d'activité externe au programme pour éventuellement l'utiliser comme covariable pour expliquer les gains réalisés entre le début et la fin du programme. Pour le groupe entraîné: recueillir l'information lors de la visite du participant au centre de conditionnement physique. Pour le groupe contrôle: une courte entrevue téléphonique apparaît adéquate.
- Le PEPTF pourrait être revu de façon à évaluer la progression de la capacité cardio-respiratoire du participant entre les phases du programme pour assurer qu'il soit prêt en début de saison (i.e., évaluation de la condition physique en cours de programme et non pas seulement au début et à la fin). Ceci suppose que le PEPTF permet une augmentation de la sollicitation cardio-respiratoire de façon à amener le participant plus près du niveau de condition physique nécessaire, par exemple celui atteint à la fin du reboisement dans cette étude.

En ce qui a trait à l'organisation des collectes de données:

- Le calendrier de l'étude (moments des mesures) doit être examiné attentivement par les intervenants de la région afin qu'il corresponde au mieux aux pratiques habituelles. Les chercheurs et autres intervenants impliqués dans les mesures (kinésiologues) doivent développer dès le départ des stratégies d'adaptation aux changements du calendrier qui seront apportés en cours d'étude.
- L'information aux contremaîtres et aux travailleurs doit être transmise par l'employeur en ce qui a trait aux objectifs de l'étude. Un rappel périodique de la part de l'employeur visant à encourager les travailleurs à rester dans l'étude est nécessaire.
- Le contact des travailleurs quelques jours avant ou la veille de leur observation sur le terrain doit être fait par l'employeur. Le calendrier déterminant qui sera observé et à quelle date à l'intérieur d'une période de deux semaines devrait être préparé et communiqué par l'employeur aux travailleurs.

En ce qui a trait au choix des participants:

- Le pairage des participants doit tenir compte des équipes naturelles dans toute la mesure du possible. La productivité réelle de chaque co-équipier d'une telle équipe devrait être assez semblable. On doit éviter les volontaires pour la SOPFEU, ou tout autre engagement qui pourrait forcer un travailleur à se retirer de l'étude ou à manquer des moments de mesure. On devrait n'utiliser que des travailleurs du même secteur (forêt publique ou privée). Il faut éviter à tout prix d'avoir des paires publique-privée.
- Les participants d'une paire doivent être supervisés par le même contremaître tout au long de la saison pour assurer un meilleur suivi (ex., information du travailleur quant à sa prochaine évaluation et aux consignes) et une uniformisation des conditions d'exécution du travail pour

les participants de la paire.

- Les participants doivent être motivés et bien informés par l'employeur (ou par les chercheurs en présence de l'employeur) des exigences que l'étude représente pour eux tout au long de la saison. À cet effet, le consentement informé devrait être vulgarisé et même schématisé pour fournir rapidement une vue d'ensemble des raisons qui justifient les mesures et la logistique proposée.
- Le bassin de participants possibles dans la région où se déroulera l'étude doit être suffisant pour former le nombre désiré de paires de participants bien appariés.
- Pour le pairage, il faut le cas échéant, s'assurer que la mesure de productivité utilisée soit une mesure individuelle (réelle).

En ce qui a trait aux mesures de la condition physique et de SST:

- Il est préférable de pouvoir compter sur une équipe de deux personnes au centre de conditionnement physique pour qu'elles soient en mesure de se relayer tout au long de la saison (ex., vacances de l'une de ces personnes). Ces deux personnes doivent harmoniser leurs pratiques et bien maîtriser l'utilisation de tous les équipements qu'ils auront à utiliser (ex., cardiofréquencemètres).
- Tous les observateurs qui prennent des mesures doivent s'entendre sur une façon de faire unique avant le début des observations, tant au centre de conditionnement physique qu'en forêt: façon d'administrer le test de condition physique, inventaires en forêt, protocole pour les périodes de repos, méthode d'administration des questionnaires, etc.
- Le Physitest Canadien modifié pourrait être retiré de l'ensemble des mesures de la condition physique afin de raccourcir la durée de l'évaluation. Le step-test de Meyer et Flenghi peut remplacer le Physitest en ce qui concerne l'estimation de la VO_{2max} du travailleur (Meyer et Flenghi 1995, Imbeau et al. 2009) tout en permettant d'obtenir la relation Fc- VO_2 , laquelle est nécessaire à l'estimation du métabolisme (M) du travail.
- Si les deux tests sont conservés, il est impératif que le step-test de Meyer et Flenghi soit administré avant le Physitest et qu'une période de récupération suffisante soit donnée au participant entre les deux tests (ex., administration du questionnaire ayant trait aux mesures de SST et aux activités externes au programme). La bonne pratique en matière d'évaluation de la condition physique suggère qu'idéalement, ces deux tests ne devraient pas être effectués le même jour pour un même participant.
- Si le Physitest est utilisé, il apparaît important d'inciter les participants à égaler la performance atteinte au moment précédent ou à la dépasser afin d'éviter si possible un profil de la capacité cardio-respiratoire en dent de scie au cours de la saison et ce évidemment, dans la mesure où le critère de sécurité n'est pas dépassé (85% de Fc max).
- Lors de l'évaluation de la condition physique, on doit s'assurer que le participant est bel et bien au repos lors de la pause avant le step-test, autrement il faut prolonger la pause et faire comprendre au participant qu'il doit être au repos (ex., ne pas parler, ne pas bouger, ne pas fumer). Après le test, il faut s'assurer d'une pause d'une durée minimum de 10 minutes lors de laquelle le participant est réellement au repos.
- La mesure de la Fc au 4^e palier du step-test de Meyer et Flenghi devrait être utilisée pour suivre l'évolution de la condition physique au cours de la saison.
- Les step-test de Meyer et Flenghi réalisés lors de l'évaluation de la condition physique devraient normalement, s'ils sont correctement exécutés (puces précédentes), être utilisés pour valider ceux réalisés sur le terrain.

- Il est important de rappeler aux travailleurs de se présenter frais et dispos au centre de conditionnement physique le weekend. Les recommandations usuelles sur le tabagisme, la consommation d'alcool et l'activité physique avant le test doivent être scrupuleusement suivies. L'employeur devrait faire ce rappel régulièrement.
- Il est important de s'assurer que le travailleur se présente pour l'évaluation de sa condition physique dans les jours précédant ou suivant son observation sur le terrain afin que l'évaluation de la condition physique et l'observation sur le terrain se fassent à l'intérieur d'une courte période (maximum d'une semaine d'intervalle), soit alors que la capacité du participant est susceptible d'être semblable aux deux moments de mesures.
- Quel que soit le test d'évaluation de la capacité cardio-respiratoire utilisé, on devrait dans la mesure du possible le faire passer au même moment de la journée à chaque moment d'évaluation et préférentiellement à un moment au cours de la semaine de travail pour mieux s'assurer que le participant se présente à l'évaluation dans une condition physique comparable à celle d'un jour travaillé.
- L'entrevue avec le travailleur visant à recueillir les mesures SST individuelles (voir Figure A1) devrait être faite au centre de conditionnement physique au moment de l'évaluation de la condition physique. Le montant de la compensation doit tenir compte de la durée additionnelle que l'entrevue nécessite pour obtenir une information de qualité.
- Donner la même compensation monétaire à tous les participants (entraînés ou non) pour les visites au centre de conditionnement physique avec la condition que les entraînés s'engagent jusqu'à la fin de l'étude étant donné qu'ils reçoivent en plus le PEPTF. De cette façon, au terme de l'étude tous les participants auront reçu le même montant en argent.
- Un bonus progressif pour avoir participé à l'ensemble des observations pourrait améliorer la motivation des travailleurs à persister, particulièrement en fin d'étude.
- Il apparaît inutile d'évaluer la condition physique de participants autres que ceux qui seront étudiés à moins qu'une compensation adéquate (ou un autre moyen de les motiver) soit envisagée pour ces participants "non étudiés". En effet, l'assiduité a diminué significativement en cours de saison pour les participants non étudiés. Ainsi, s'il est jugé essentiel d'évaluer la condition physique d'un échantillon plus grand que celui des participants étudiés, alors il faut prévoir une compensation adéquate aussi pour les participants non étudiés.
- L'assiduité des participants est critique pour le succès de l'étude. Tel qu'anticipé au départ par la SERN et les chercheurs, il s'agit d'une difficulté non négligeable. Tous les partenaires de l'étude doivent sans relâche rappeler aux travailleurs l'importance de se présenter pour l'évaluation de leur condition physique tout au long de la saison. Si le protocole de l'étude (ex., mesures d'évaluation de la condition physique) peut être intégré le plus possible au travail quotidien, alors l'assiduité est grandement facilitée.

En ce qui a trait aux mesures sur le terrain:

- Dans le cas où une période de reboisement est présente dans la saison, on doit s'assurer que les contremaîtres obtiennent l'information nécessaire pour la détermination d'une mesure de productivité individuelle.
- Des équipements de mesure robustes et permettant l'enregistrement des données sur une journée complète doivent être utilisés.
- Le processus de transfert de données en fin de journée doit être le plus automatisé possible.
- Une équipe de terrain composée de deux personnes dont un technicien forestier connaissant

bien la région est nécessaire au bon déroulement d'une telle étude. L'équipe doit inclure une personne qui maîtrise bien chaque mesure et les instruments associés. Elle doit parfaitement maîtriser la méthodologie et comprendre l'utilisation qui sera faite de chaque mesure. Une troisième personne n'est pas essentielle, mais peut être incluse dans l'équipe pour parer aux imprévus. Cette personne peut être un stagiaire (étudiant). Toutefois dans ce cas, il faudra s'assurer que cette personne demeurera disponible jusqu'à la fin de l'étude afin d'éviter d'avoir à former du nouveau personnel en cours d'étude.

- Une zone suffisamment grande pour permettre l'observation au même endroit de toutes les paires de participants durant les deux semaines d'observation doit être identifiée à chaque moment de mesure. Cette zone doit pouvoir être facilement délimitée suivant l'approche développée au cours de notre étude.
- Dans la mesure où cette approche peut être utilisée, deux paires peuvent être suivies dans une même journée par une équipe de 4 personnes ce qui ouvre la possibilité de doubler l'échantillon (ex., 12 paires) de l'étude. Il faut dans ce cas un bassin de travailleurs suffisant pour trouver 12 paires respectant les critères de l'étude (i.e., nombre suffisant de travailleurs dans la région) et que le double des instruments nécessaires soit disponible. Le fait de pouvoir suivre plus de paires, permet de protéger contre la perte de paires en cas d'imprévus tout au long de la saison (ex., maladie, congédiement).

En ce qui a trait aux analyses de données:

- Une période de 6 mois devrait être allouée pour la préparation et l'analyse des données. La préparation nécessite beaucoup de temps; les données sont variées, nombreuses et exigent du temps pour la vérification. Et, l'analyse suppose une partie exploratoire qui nécessite du temps; aucune autre étude n'a été réalisée sur laquelle il est possible de se référer pour savoir comment analyser les données rapidement.
- Le design statistique doit être le plus simple possible tout en maximisant le contrôle de l'erreur. Le dispositif utilisé dans cette étude apparaît comme un choix opportun et économique.
- Le nombre de participants devrait être augmenté pour réduire la variance de l'échantillon ou améliorer la puissance statistique des tests. Lorsque la variance est élevée, il est plus difficile d'observer des effets statistiquement significatifs, s'ils existent.

6. CONCLUSION

Cette première étude a permis de mettre au point, puis tester au cours de la saison 2008 une méthodologie visant à évaluer les effets d'un PEPTF sur la condition physique, l'astreinte physique, la productivité, et les accidents du travail. Plusieurs avenues d'amélioration de la méthodologie proposée à l'origine sont présentées. Si elle est répliquée à plus grande échelle, la méthodologie améliorée devrait permettre d'amasser suffisamment de données pour permettre une évaluation fiable des effets du PEPTF.

7. RÉFÉRENCES

- American College of Sport Medicine, (2001), ACSM's Guidelines for prescription. 6e édition. Lippincott Williams et Wilkins, USA, 368 p.
- Anonyme (2005). Programme d'entraînement physique pour les travailleurs forestiers (PEPTF) – Indicateurs de résultats, 7 pages.
- Bellavance, C., Villeneuve, M., Gasse, S. (2004). Programme d'entraînement physique pour les travailleurs forestiers (PEPTF). Rapport, 64 pages.
- Bellavance, C., Villeneuve, M., Gasse, S. (2005a). Programme d'entraînement physique pour les travailleurs forestiers – étude approfondie (PEPTF). Rapport, 44 pages.
- Bellavance, C., Villeneuve, M., Gasse, S. (2005b). Programme d'entraînement physique pour les travailleurs forestiers (PEPTF) – Implantation régionale. Rapport 2005, 45 pages.
- Bernard, B. P. (1997). Musculoskeletal disorders and workplace factors. A critical review of epidemiologic evidence for work-related musculoskeletal disorders of the neck, upper extremity, and low back. Bruce Bernard, Ed. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health. DHHS (NIOSH) Publication No. 97 141.
- Bridger R. S. (2003). Introduction to ergonomics. Taylor & Francis, 2^e éd., Londres. 548p.
- Chengalur, S. N., S. H. Rodgers and T. E. Bernard (2004). Kodak's ergonomic design for people at work, John Wiley & sons.
- Chiasson, M-E. (2004). Évaluation de la charge de travail des débroussailleurs. Département de mathématique et de génie industriel. École Polytechnique de Montréal. 81p.
- Cole, D. C., Wells, R. P., Frazer, M. B., Kerr, M. S., Neumann, W. P., Laing, A. C. (2003). Methodological issues in evaluating workplace interventions to reduce work-related musculoskeletal disorders through mechanical exposure reduction. Scandinavian Journal of Work Environmental Health, 29(5), 396-405.
- Coyle, E.F., Martin, W.H., Bloomfield, S. A., Lowry, O.H., Holloszy, J.O. (1985). Effect of detraining on response to submaximal exercise. Journal of Applied Physiology, Vol 59(3), 853-859
- Dubeau, D., L. G. LeBel, Imbeau, D. (2003). Étude intégrée des ouvriers sylvicoles débroussailleurs au Québec, XIIe Congrès forestier Mondial, Vol A (pp. 262-263), Centre des congrès de Québec, Québec, Canada, FAO,
(<http://www.congresforestier.gouv.qc.ca/memoires.jsp>)
- Dubeau, D. (2005). Productivité des débroussailleurs en dégagement – de la recherche vers les opérations. Paru dans Résumé des présentations - Forum de transfert de connaissances, Saguenay, 29 novembre 2005. pp 29-32.
<http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Dubeau-Denise/C-R-29nov-produc-debroussailleurs-29-32.pdf>
- Godfrey, R. (2007). Detraining - why a change really is better than a rest. Document accédé sur le web le 30 novembre 2007 à: <http://www.pponline.co.uk/encyc/detraining.htm>
- Hébert, F., E. Cloutier, M. Gervais, D. Granger, M. Levy and P. Massicote (2000). Les accidents de travail en forêt : Analyse de scénarios d'accidents survenus entre le 1er juin 1997 et le 31 mai 1998. Montréal, QC, IRSST: 160 p.
- Imbeau, D., Dubeau, D., Farbos, B. (2007). Étude ergonomique d'un nouveau traitement sylvicole. Études et recherches - Rapport R-540, IRSST, Montréal, Qc, 29 pages.

- Imbeau, D., Dubé, P.-A., Waddell, O. (2009). Validation du step-test de Meyer et Flenghi (1995) à l'aide d'un test maximal sur tapis roulant, *Études et recherches - Rapport R-621*, IRSST, Montréal, Qc, 24 pages
- LeBel, L. G. et D. Dubeau (2007). "Predicting the productivity of motor-manual workers in precommercial thinning operations." *The Forestry Chronicle* 83(2): 215-220.
- Langlois, J. (2004). Intégration des facteurs humains dans l'étude du travail de débroussailleur: Dégagement de la régénération naturelle et artificielle. Faculté de foresterie et géomatique, Département des sciences du bois et de la forêt. Sainte-Foy, QC, Université Laval: 142 p.
- Lee, S. M. C., Williams, W. J., Schneider, S. M. (2000). Core temperature measurement during submaximal exercise: Esophageal, rectal, and intestinal temperature. NASA/TP2000-210133. pp.58.
- Lenth, R. V. (2006-9). Java Applets for Power and Sample Size [Computer software]. Retrieved 01-26,-2010, from <http://www.stat.uiowa.edu/~rlenth/Power>.
- Malchaire, J. (2004). Travail à la chaleur. Encyclopédie Médico-Chirurgicale, Toxicologie-Pathologie professionnelle, 16-782-A-10, 14 pages).
- McArdle, W., Katch, F. et Katch, V. (2001). Physiologie de l'activité physique : énergie, nutrition et performance. 4e éd., Paris: Maloine/Edisem. 711 p.
- Meyer, J.-P. et Flenghi, (1995). Détermination de la dépense énergétique de travail et des capacités cardio-respiratoires maximales à l'aide d'un exercice sous-maximal sur step-test, Documents pour le Médecin du travail, No 64, 4^e trimestre. France: INRS.
- Mital, A. et Shell, R. L. (1986). Determination of rest allowances for repetitive physical activities that continue for extended hours. Dans Richard Shell (Éd.) *Work Measurement - Principles and Practices*. Institute of Industrial Engineers, Norcross, Georgia. pp. 133 à 141.
- Moore, R.L., E. M. Thacker, G. A. Kelley, T. I. Musch, L. I. Sinoway, V. L. Foster and A. L. Dickinson. (1987). Effect of training/detraining on submaximal exercise responses in humans. *J Appl Physiol* 63: 1719-1724
- National Research Council / Institute of Medicine (NRC/IM) (2001). *Musculoskeletal Disorders and the Workplace - Low back and Upper extremities*. Washington, D.C. National Academy Press.
- Pollock M. L., Broisa, J., Kendrick, Z., Miller, H. S., Janeway, R., Linnerud, A. C. (1972). Effects of training two days per week at different intensities on middle-aged men. *Med. Sci. Sports*. 4(4): 192-197.
- Roberts, D. (2002). In-season physiological and biochemical status of reforestation workers. *Journal of occupational and environmental medicine (JOEM)* 44(6): 559-567.
- Robson, L., Schannon, H., Goldenhaar, L., Hale, A. (2001). Guide to evaluating the effectiveness of strategies for preventing work injuries. Washington, CD: NIOSH.
- Rohmert, W. (1973). Problems in determining rest allowances - part 1: Use of modern methods to evaluate stress and strain in static muscular work. *Applied Ergonomics* 4(2): 91-95.
- Québec, É. o. d. (2007). Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST). c. S-2.1, r.19.01. L'Annexe V. accédé sur le web le 11 octobre 2007 à:
http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/S_2_1/S2_1R19_01.htm.
- Saucier, J.-P., J.-P. Berger, H. D'Avignon et P. Racine (1994). Le point d'observation écologique - Normes techniques. M. d. R. Naturelles, Gouvernement du Québec: 116.
- Toupin, D., L. LeBel, D. Dubeau, D. Imbeau and L. Bouthillier (2007). Measuring the productivity and physical workload of brushcutters within the context of a production-based pay system. *Forest Policy and Economics* 9(8): 1046-1055.

- Weller, I. M. R., Scott G. T., Gledhill, N., Paterson, D., Quinney, A. (1995). A study to validate the modified Canadian aerobic fitness test. *Canadian Journal of Applied Physiology*. Vol. 20 (2) : 211-2.
- Wu, H.-C. and M.-J. J. Wang (2002). Relationship between maximum acceptable work time and physical workload. *Ergonomics* 45(4): 280-289.

Annexe 1 Méthodologie de l'approche testée

Cette section fournit la méthodologie du devis d'activité (099-734) tel qu'approuvé par les instances de l'IRSST au printemps 2008. Cette méthodologie avait préalablement fait l'objet d'une présentation à un comité de partenaires (SERN, Club Santé 2000, CSST, IRSST, ASSIFQ) en décembre 2007. Cette présentation avait pour but de décrire l'approche envisagée pour mieux en valider la faisabilité avec les partenaires du projet.

A1 MÉTHODOLOGIE PROPOSÉE AU DOCUMENT DE DEVIS D'ACTIVITÉ

Les principales catégories de mesures proposées ici sont la condition physique des débroussailleurs, leur productivité (surface traitée par heure de travail), leur astreinte physique et les accidents du travail. Les principaux facteurs de biais sur la productivité qui aussi ont un effet sur l'astreinte, sont les conditions de terrain (ex., recouvrement végétal et obstacles rencontrés) et les conditions d'ambiance thermique.

L'approche proposée concerne uniquement les débroussailleurs, parce que nous demeurons convaincus que les sollicitations physiques sont spécifiques aux différents métiers forestiers. Le fait de considérer simultanément différents métiers dans une même étude nous paraît risqué à moins de suivre des échantillons de chacun des métiers, ce qui aurait pour effet de compliquer énormément la collecte de données et son organisation durant la saison, ainsi que d'augmenter le budget nécessaire de façon très significative. Nous choisissons donc les débroussailleurs parce que nous avons une bonne expérience du terrain avec ce groupe de travailleurs forestiers et que nous croyons que l'étude proposée, si elle doit être répliquée durant deux ans, pose déjà un défi intéressant tant pour les chercheurs que pour les milieux qui seront impliqués. Par ailleurs, si les bénéfices d'un entraînement physique pré-saison peuvent être démontrés pour les débroussailleurs, il est logique de penser que ces bénéfices se matérialiseront également pour les autres métiers forestiers.

A1.1 Approche proposée

A1.1.1 Participants.

Douze travailleurs seront suivis durant leur travail pour la première année de cette étude dont six dans le groupe expérimental (c.-à-d., ceux qui suivront l'entraînement) et six dans le groupe contrôle. Dans la mesure du possible, les travailleurs seront appariés quant à leur capacité cardio-respiratoire (VO_{2max}) et, si possible, leur productivité hebdomadaire (hectares traités/semaine). On tentera si possible d'apparier les participants selon leur consommation de cigarettes afin de contrôler l'effet du tabagisme sur la Fc (et ainsi retrancher cette source de variation du terme d'erreur de l'analyse statistique)

Pour faciliter l'appariement, les participants devraient être recrutés dans une même entreprise ou coopérative sylvicole pour que les deux travailleurs d'une paire puissent être observés durant leur travail le même jour sur des terrains adjacents (donc semblables en termes de conditions de recouvrement végétal et d'obstacles).

Afin de se protéger contre les imprévus, un ensemble de 12 paires de participants seront prévues dès le début de l'étude. Ces 12 paires de participants seront suivies durant toute la saison pour ce qui concerne les mesures de condition physique, mais uniquement six paires choisies au hasard (ou selon les disponibilités) seront observées durant le travail au cours de la saison (les mêmes paires seront suivies tout au long de la saison).

Le choix et l'appariement des participants posent des exigences pour les intervenants du milieu du Bas St-Laurent. Ces exigences sont critiques pour le bon déroulement de cette étude et ont trait à: 1) faciliter le choix de la coopérative forestière ou des entreprises de façon à ce qu'elles soient physiquement proches d'un centre de conditionnement physique où les mesures liées à la condition physique seront effectuées tout au long de la saison; 2) collaborer à la détermination des paires de participants; 3) motiver les participants à se prêter aux mesures liées à la condition physique durant la saison et le cas échéant, faciliter les transports des participants pour ces mesures; 4) motiver les entreprises à faciliter les observations sur le terrain de chaque paire de participants sur des terrains adjacents.

A1.1.2 Entraînement physique pré-saison.

La composition de l'entraînement physique pré-saison (PEPTF) conçu par les intervenants du Bas-St-Laurent est conservée et appliquée telle quelle dans l'étude ici proposée (voir l'annexe). Le PEPTF est administré durant 10 semaines avant le début de la saison de travail. Selon ses auteurs, cet entraînement a été développé pour améliorer la capacité cardio-respiratoire et l'endurance de certains groupes musculaires mis en jeu lors du travail forestier (Bellavance et al. 2005b). Pour assurer une meilleure transition entre la saison morte et le retour au travail, l'entraînement prévoit trois phases d'intensité croissante (Bellavance et al. 2005a).

Toutes les mesures de condition physique prévues au PEPTF (voir condition physique de la figure 1) seront administrées aux deux groupes (12 paires de participants), mais seul le groupe expérimental recevra l'entraînement pré-saison. Ces mesures seront faites à cinq moments précis (moment 0, 1, 2, 3 et 4 de la figure 2), soit avant le début de l'entraînement (moment 0 = ligne de base) et aux quatre mêmes moments que pour les observations terrains durant la saison de travail. Ces mesures effectuées par les responsables de l'entraînement physique sont les suivantes: tension artérielle pré et post exercice; poids santé (IMC et % de graisse estimé par mesure des plis adipeux à l'aide d'un adipomètre), facteurs de risques liés à la distribution du poids (mesure de circonférences et du ratio abdomen-hanches), capacité cardio-respiratoire ou aérobie (ou VO_{2max} estimée par le Physitest aérobie canadien modifié –PACm, un step-test), flexibilité du tronc (flexion mesurée avec le flexomètre modifié de Wells et Dillon, extension mesurée par la position du cobra), force musculaire (force maximale de préhension mesurée avec un dynamomètre) et endurance musculaire (mesurée par le nombre d'extensions des bras, de redressements assis et d'extensions du tronc)(Bellavance et al. 2005).

En fin de saison on aurait ainsi des mesures de la condition physique concernant 24 débroussailleurs et ce, pour cinq moments durant l'année. À chaque moment, les mesures devraient être concentrées sur une période de 2 semaines au maximum pour qu'elles puissent avoir été prises pour tous les participants à la même période de la saison.

Les mesures de condition physique posent des exigences pour les intervenants du Bas-St-Laurent et notamment pour les responsables de l'entraînement. En effet, il est très important que: 1) ces mesures soient réalisées selon la bonne pratique en kinésiologie, et 2) qu'elles soient réalisées par la même personne tout au long de la saison. Si plusieurs personnes participent à la prise des mesures, il faut obligatoirement que leurs façons de faire aient été uniformisées AVANT le début des prises de mesures pour cette étude et ce, par des rencontres et des essais leur permettant le cas échéant d'aligner leur façon de faire sur celle proposée par la bonne pratique en la matière, 3) les équipements de mesure doivent être calibrés avant chaque session de mesure afin d'éliminer des biais possibles dus à cette source de variation. Une attention particulière devra donc être portée par les responsables de l'entraînement physique à ces aspects.

A1.1.3 Observations sur le terrain.

Sur le terrain, deux participants (une paire de participants) sont suivis durant une journée complète, à raison de trois paires par semaine et ce, durant deux semaines pour recueillir les données concernant les 12 participants expérimentaux. Au bout de deux semaines, on aurait donc un ensemble de mesures terrain pour 12 participants. Ces observations auraient lieu à quatre moments de la saison soit: semaines 1 et 2 (10 et 17 mai – début de saison – moment 1); semaine 7 et 8 (28 juin et 5 juillet – fin de l'éclaircie précommerciale – moment 2); semaines 18 et 19 (13 et 20 septembre – fin dégagement de régénération – moment 3); semaines 24 et 25 (25 octobre et 1^{er} novembre – éclaircie précommerciale – moment 4). Ces dates devront être ajustées selon la durée de la saison. Ainsi, au terme de la saison on aurait des données d'observations pour 12 participants (6 expérimentaux et 6 contrôles) et ce, à quatre moments de la saison (moments 1, 2, 3 et 4). Ces données d'observation sont prises à la même période que les mesures de condition physique. On aurait donc en parallèle, des données sur la capacité des travailleurs et sur leur performance.

Les mesures à recueillir concernant les facteurs de site sont les suivantes pour les deux traitements : nombre d'obstacles nuisibles pendant l'observation, rugosité du terrain (selon les critères du Point d'observation écologique, Saucier et al. 1994). La rugosité du terrain est déterminée entre autres par la quantité de résidus, l'abondance de trous et bosses, la fréquence de variations de pente, la présence d'escarpements, la pierrosité et la taille des pierres. Cette mesure devrait être prise dans des zones de 400 mètres carrés (20 x 20 m). La pente du terrain devrait être estimée à l'aide d'un clinomètre pour chaque zone homogène. Ainsi, si l'aire d'étude pour une journée est constituée de plusieurs zones dont la pente est différente, il sera possible d'en tenir compte lors de l'analyse.

Pour l'éclaircie précommerciale, on estime la densité des arbres et arbustes qui font compétition aux espèces à dégager (résineux de plus de un mètre de hauteur, et feuillus de plus de 1.6 m), en les dénombrant dans des placettes d'échantillonnage de 25 mètres carrés (rayon = 2.82 m). Pour les besoins de l'étude, une placette d'échantillonnage sera installée dans l'aire d'étude de chaque

participant. Cette variable permet de prédire la productivité, de déterminer le niveau de difficulté du traitement, et de comparer le travailleur avec ceux des échantillons ayant servi à établir les modèles (en tout plus de 200 travailleurs en éclaircie précommerciale ont participé à deux études espacées de neuf ans, LeBel et Dubeau (2007)).

Pour le dégagement de la régénération, il faut estimer la densité d'arbres et arbustes de plus d'un mètre de hauteur dans des placettes d'échantillonnage de 4 mètres carrés (rayon = 1.13 m). Dans ces mêmes placettes, il faut estimer la proportion de la placette qui est recouverte par le feuillage des trois espèces les plus inconfortables pour la visibilité des semis et du sol : les framboisiers, les fougères et les épilobes (%). Il faudrait établir entre cinq et dix placettes dans l'aire d'étude de chaque participant selon le niveau d'hétérogénéité de la végétation sur le site (homogène = 5 placettes). Cette variable permet de prédire la productivité, de déterminer le niveau de difficulté du traitement, et de comparer le travailleur avec ceux des échantillons ayant servi à établir les modèles (en tout plus de 110 travailleurs en dégagement de la régénération ont participé à l'étude. Toupin et al. (2007) présentent les résultats pour un sous-ensemble de ces travailleurs).

Toutes ces variables sont utiles au moment de l'analyse statistique pour expliquer les différences entre les observations, soit comme covariable dans le modèle pour éliminer cette source de variation si elle s'avère significative, soit à titre descriptif pour assister la réflexion.

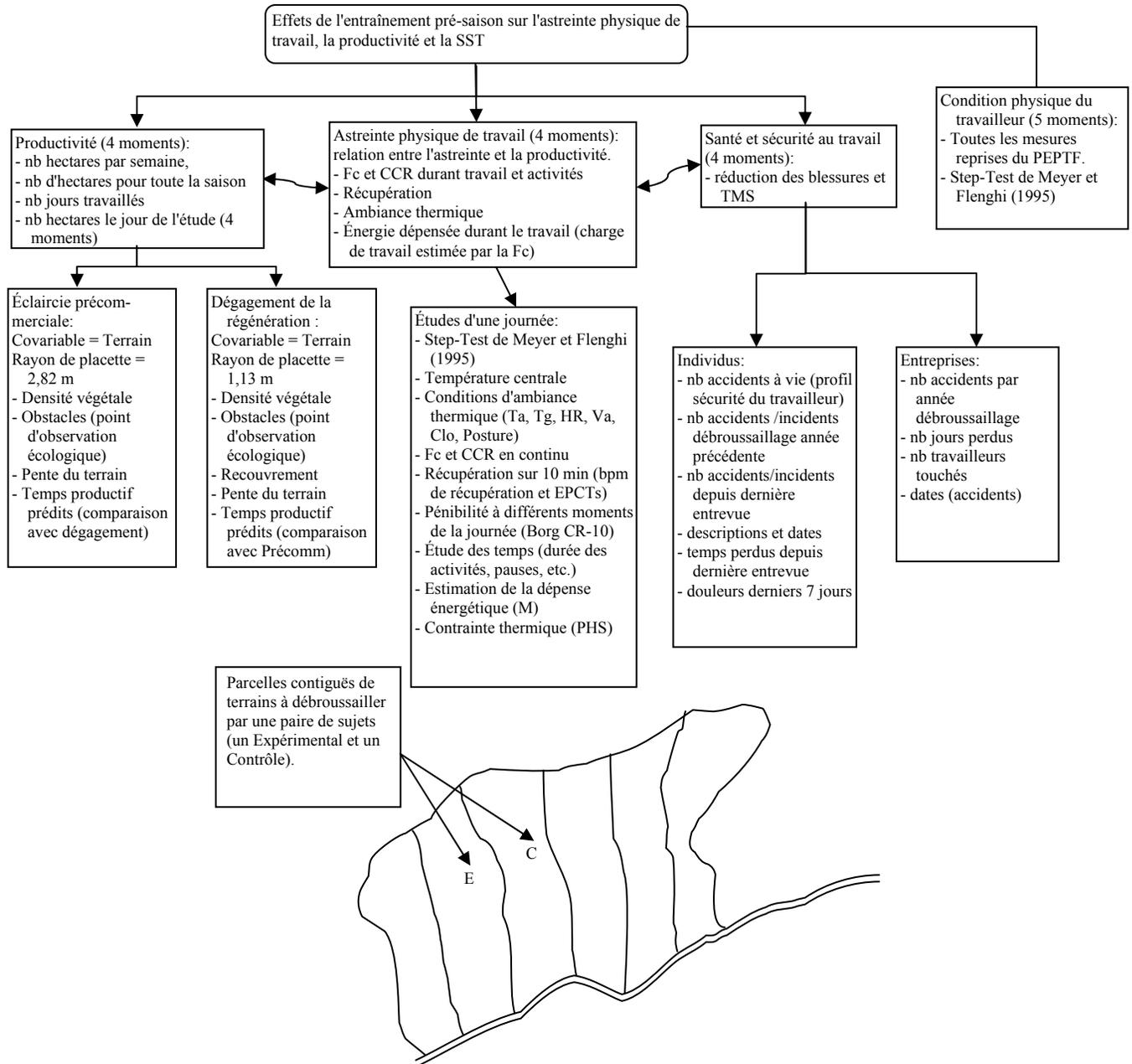


Figure A1. Mesures prises à chacun des quatre moments (cinq pour les mesures de la condition physique) durant l'étude.

Pour ce qui est de la productivité, il faut mesurer pour chaque participant les quatre variables indiquées à la figure 1. Les trois premières fournissent des indications sur le volume total de travail réalisé par le débroussaillier et permettent de créer les paires et de comparer le groupe contrôle au groupe expérimental. La quatrième, soit la productivité le jour de l'étude aux quatre moments, permet de déterminer la productivité en termes de surface traitée par heure effective de

travail, peu importe la durée réelle de la journée de travail. Il est important d'utiliser cet indicateur plutôt que la productivité annuelle totale (en surface totale traitée par le travailleur). En effet, dans le cas où l'entraînement physique pré-saison aurait un effet positif sur la productivité, on ne peut pas écarter la possibilité que le travailleur décide d'écourter sa journée parce que la surface qu'il devait traiter pour atteindre ses objectifs personnels est terminée. Dans ce cas, en utilisant la surface totale traitée dans la saison comme indicateur de productivité pour un travailleur, on ne pourrait pas déceler l'effet de l'entraînement physique pré-saison. Pour mesurer l'indicateur de productivité en termes de surface traitée par heure effective de travail, il faut faire une étude de temps pour établir le temps de travail effectif (moins les pauses et les délais divers, comme par exemples les pannes et bris) durant la journée ainsi que la superficie exacte traitée au courant de la période d'observation.

Les mesures de productivité sont obtenues en calculant le temps effectif (étude de temps) et la surface totale traitée durant la journée. Pour estimer le nombre d'hectares traités durant la journée, on délimitera le périmètre du terrain traité cette journée-là avec un GPS. L'aire de la surface décrite par la trace enregistrée par le GPS nous fournira une indication de la surface traitée. Ce calcul est obtenu simplement à partir des logiciels fournis avec les GPS commerciaux (ex. MapSource pour les GPS de marque Garmin). Il faut contrôler la difficulté des terrains des travaux d'éclaircie précommerciale et de dégagement de la régénération en évaluant sur place la densité végétale, le recouvrement végétal, les obstacles du terrain et la pente du terrain. Pour ce faire, nous utiliserons les approches développées ces dernières années dans le cadre de nos recherches avec les débroussaillieurs. La difficulté du terrain a un effet direct sur la productivité et donc peut causer un biais. En observant un participant expérimental et un participant du groupe contrôle le même jour sur des terrains adjacents, on s'organise pour faciliter la comparaison de la productivité entre ces participants. Mais, comme les terrains peuvent varier grandement, il est nécessaire de procéder aussi à des mesures des caractéristiques du terrain. Il est nécessaire de prendre les mesures à la fin de chaque période d'éclaircie et de dégagement puisque ces deux catégories de travaux sont susceptibles de solliciter différemment les groupes musculaires en jeu. Les modèles de prédiction du temps nécessaires aux travaux d'éclaircie et de dégagement, développés précédemment, permettront de contrôler les conditions de terrains différentes des deux catégories de travaux (en les incluant comme covariables dans l'analyse statistique).

Pour l'astreinte physique du travail, on utilisera la méthodologie appliquée depuis 6 ans (Imbeau et al. 2007). En bref, le matin, on fait passer un Step-test de Meyer et Flenghi (1995) au participant avant le début de la journée. Ensuite, on mesure la fréquence cardiaque durant toute la journée tout en notant les activités réalisées sur un ordinateur de poche (étude de temps). Ces mesures sont recueillies pour les deux participants appariés. On mesure également les conditions d'ambiance thermique (T_a , HR, V_a , T_g , Clo) afin d'évaluer le risque de contrainte thermique selon le PHS (ISO 2004). Une étude de temps est réalisée afin de pouvoir situer les différentes activités dans le temps, ce qui facilite grandement l'interprétation de la Fc durant la journée. À partir de la relation VO_2 -Fc obtenue avec le Step-test du matin, on estime le métabolisme de travail nécessaire au PHS. En forçant quelques pauses de 10 minutes au cours de la journée, il est possible d'évaluer la récupération du participant (un indice de condition physique) et l'effet de l'ambiance thermique (EPCTs). Lors de ces pauses, on demande au participant de fournir une évaluation de la pénibilité du travail sur l'échelle de Borg. À ce dispositif éprouvé, on ajoutera

par le biais d'un dispositif de mesure par télémétrie, la mesure de la température centrale afin de suivre l'évolution de la température centrale durant la journée et ainsi mieux évaluer la capacité du participant à se débarrasser de sa chaleur corporelle durant les pauses (i.e., baisse de la température centrale entre le début et la fin de la pause). L'appareil mesure la température centrale à l'aide d'une pilule sonde que le travailleur ingère. Ce dispositif est plus facilement accepté par un travailleur que la méthode de la mesure de la température rectale ou cutanée (ou même par l'oesophage), mesures invasives et peu envisageables en forêt. Selon une étude de la NASA (Lee et al. 2000), la température intestinale est un bon indicateur de la température centrale et peut remplacer la température oesophageale et rectale. La mesure de la température centrale à l'aide des pilules sondes est une méthode plus facile d'application et plus adéquate dans les mesures terrains où l'environnement n'est pas contrôlé (Lee et al. 2000). La seule limite à l'application d'une telle mesure est la situation où la température corporelle change rapidement ce qui n'est pas notre cas puisque les débroussaillieurs ne changent pas d'habillement et que les conditions d'ambiance ne changent jamais rapidement (des mesures au quart d'heure seraient amplement suffisantes).

Comme le Step-test utilisé sur place est celui de Meyer et Flenghi (1995) et que celui utilisé dans les mesures de condition physique est le PACm (Weller et al. 1995), il faudrait envisager de faire passer le Step-test de Meyer et Flenghi aux 5 moments de mesures de condition physique, ceci afin de permettre la comparaison directe entre les mesures de ces deux tests et ainsi de faciliter l'interprétation des données recueillies sur le terrain et au centre de conditionnement physique. Le Physitest aérobic canadien (PACm) ne semble pas approprié pour une utilisation sur le terrain puisqu'il nécessite un système audio. Toutefois, une microchaîne ou même un baladeur pourrait être utilisé. Nonobstant, nous estimons que le Step-test de Meyer et Flenghi (1995), conçu spécifiquement pour les études sur le terrain est une meilleure alternative dans les conditions rencontrées lors de l'étude des travailleurs forestiers.

Pour ce qui concerne les mesures de productivité et d'astreinte physique, la collaboration des intervenants du Bas-St-Laurent sera le cas échéant, très importante pour motiver les travailleurs à se prêter aux mesures tout au long de la saison. En effet, notre expérience nous montre que les débroussaillieurs sont habitués de travailler seuls et donc la présence d'autres personnes peut leur déplaire. Par le passé il est arrivé que des travailleurs se prêtant de bonne volonté aux mesures, nous aient indiqué qu'ils étaient tout de même contents de nous voir partir après une journée de participation. Non pas que notre dispositif soit lourd ou leur crée des problèmes de productivité, mais simplement parce qu'ils sont habitués d'être seuls. Il faudra donc motiver ces participants à se prêter aux observations aux quatre moments. Le succès de cette étude en dépend puisque tout retrait de participants en cours de saison aurait pour effet d'affaiblir les résultats de l'étude. Le choix des participants en début de saison apparaît donc critique.

En ce qui a trait à la SST, il serait nécessaire de compiler les accidents selon la date d'occurrence et le moment de la journée pour toute la région visée. Il serait ainsi possible de faire un suivi des accidents selon le moment de la saison et observer l'évolution en cours de saison. Il faudrait également obtenir les statistiques correspondant aux 24 participants. Ces données pourraient être compilées par les intervenants du Bas-St-Laurent à partir de données fournies par les entreprises associées au projet. Alternativement, la CSST pourrait partager ses informations pour les besoins de l'étude. Afin de minimiser le biais dû à une éventuelle réticence à déclarer les accidents et le

temps perdu par les entreprises, de courtes entrevues pourraient être réalisées à chacun des quatre moments de la saison pour recueillir les informations pertinentes sur les incidents, les accidents et le temps perdu, déclaré ou non (description des incidents / accidents survenus, date, temps perdu). Ces entrevues pourraient être réalisées à la fin de la journée de travail par les membres de l'équipe de recherche. On mesurera également les douleurs d'origine musculosquelettiques au cours des sept derniers jours de travail en utilisant le questionnaire de l'Enquête sociale et de santé du Québec tel que réalisé par Langlois (2004). Cette partie de la collecte des données (SST) nécessite une collaboration étroite des entreprises participant au projet afin que toute l'information pertinente soit transmise à l'équipe de recherche. Elle nécessitera également la collaboration des intervenants du Bas-St-Laurent au besoin, pour inciter les travailleurs à fournir les informations nécessaires aux analyses.

Toutes les mesures proposées ici, à l'exception de la mesure de la température centrale et des accidents de travail, ont été utilisées ou développées au cours de nos six années de recherche portant sur les débroussaillieurs. Ces mesures sont relativement simples à obtenir. Elles sont cependant coûteuses du simple fait que les conditions en forêt sont très variables et que les sites sont en zones forestières ce qui suppose des frais de déplacement et de logement. De façon pratique, il est impossible de suivre plus de deux participants par jour sur le terrain à moins d'augmenter significativement la taille de l'équipe de soutien. L'ajout d'observateurs dans l'équipe de recherche risque d'augmenter la variabilité des données, ce qui peut nuire au succès de l'étude. Pour suivre deux travailleurs, il faut au minimum trois personnes en tout temps sur le terrain. Comme les sites sont en région, il faut prévoir le lundi pour se rendre au site et préparer le matériel et le vendredi pour revenir et préparer les données en vue des analyses (transfert des appareils et ajouts à la base de données). Donc, dans les faits, un maximum de six participants peuvent être observés par semaine avec une équipe de trois personnes. Le choix de 12 participants est un compromis entre le coût de l'étude et la nécessité d'avoir un nombre de participants qui permet des analyses statistiques fiables. Toutefois, considérant l'attrition que nous avons subie, il est recommandé de disposer d'au moins 24 participants.

A1.1.4 Équipements.

Les équipements principaux qui sont nécessaires aux observations sur le terrain sont les suivants:

- Deux cardiofréquencemètres de marque Polar Électro, modèle S810, que les participants porteront lors des Step-tests et des observations durant le travail. La fréquence cardiaque sera obtenue à un intervalle de 5 secondes tout au long de la journée.
- Une caméra vidéo et un ordinateur portable pour réaliser l'étude de temps.
- Deux bancs de Step-test pour le test de Meyer et Flenghi (1995) ainsi que deux métronomes portatifs.
- L'équipement nécessaire pour mesurer les conditions de terrains (boussole, topofil, GPS, ruban, bloc-notes hydrofuges, etc.).
- L'équipement nécessaire pour mesurer les paramètres d'ambiance thermique lors des journées d'observation (psychromètre électronique, thermomètre globe, anémomètre).
- Deux systèmes de mesure de la température interne par télémétrie ainsi que le nombre de sondes nécessaires (48 sondes minimum: 2 participants par jour x 3 jours x 2 semaines x 4 moments) de marque VitalSense de Mini Mitter® (<http://www.minimitter.com/Products/VitalSense/>).

- Ordinateur portatif pour assembler la base de données.

La caméra vidéo sert à enregistrer l'habillement du travailleur et obtenir une description visuelle des conditions de terrain le jour des observations, et permet également de se faire une idée de la posture de travail, de la technique de travail et de l'équipement porté par le travailleur. Tous les équipements seront fournis par l'équipe de recherche.

A1.1.5 Analyses Statistiques.

L'effet de l'entraînement sur la productivité et l'astreinte physique de travail peuvent être mesurés à l'aide du dispositif de recherche suivant :

Blocs : 6 paires de travailleurs
 Traitements : 2 : (E) = expérimental ou entraîné et (C) = contrôle
 Temps : 4 moments durant la saison

Pour les mesures de la condition physique, le modèle serait le suivant (il y a 5 mesures) :

Blocs : 12 paires de travailleurs
 Traitements : 2 (E) = expérimental ou entraîné et (C) = contrôle
 Temps : 5 moments durant la saison (incluant la mesure avant entraînement)

Le tableau 1 ci-dessous montre les degrés de liberté du modèle statistique selon les dispositifs expérimentaux.

Tableau A1. Degrés de liberté du modèle statistique pour les objectifs 1 et 2.

	<i>Productivité et astreinte</i>		<i>Condition physique (VO_{2max})</i>	
<i>Source de variation</i>	<i>Degrés de liberté</i>		<i>Degrés de liberté</i>	
Blocs	(6-1)	5	(6-1)	5
Traitements	(2-1)	1	(2-1)	1
Blocs x Traitements (erreur)	5 x 1	5	5 x 1	5
Temps	(4-1)	3	(5-1)	4
Temps x Traitements	3 x 1	3	4 x 1	4
Temps x Blocs	3 x 5	15	4 x 5	20
Temps x Blocs x Traitements	3 x 1 x 5	15	3 x 1 x 5	20
TOTAL	(6 x 2 x 4) -1	47	(6 x 2 x 5) -1	59

Il s'agit d'une analyse de variance avec mesures répétées (l'équivalent d'un "split-plot" dans lequel il y a deux termes d'erreur où le temps est le facteur en split). La corrélation possible entre les mesures d'un même travailleur durant la saison sera prise en compte par ce dispositif. La condition physique ainsi que les conditions de terrain pourraient au besoin être incluses dans le dispositif à titre de covariables, soit dans le cas où le pairage des participants ne fonctionne pas de façon satisfaisante.

Les moments de mesure durant la saison sont choisis pour tenir compte d'un possible effet du changement de travail pendant la saison (éclaircie précommerciale vs dégagement) ainsi que pour obtenir une mesure de base (au début de la saison ou ligne de base).

L'effet observateur sur le comportement des travailleurs et des collaborateurs au projet devra être contrôlé en faisant en sorte que les mesures soient effectuées par les mêmes observateurs dans toute la mesure du possible et que le cas échéant, les mêmes mesures soient effectuées par des observateurs différents qui se sont concertés au préalable. Par exemple, le même observateur administrera le Step-test initial de Meyer et Flenghi (avant entraînement) à tous les travailleurs. L'effet de l'observateur sur la qualité des données pourra être contrôlé par un suivi rigoureux d'un membre de l'équipe de recherche. Cette personne formera les autres observateurs potentiels en début de saison. Elle veillera également à ce que des observateurs différents uniformisent leurs pratiques s'ils doivent faire des mesures similaires.

En ce qui a trait aux accidents, le profil de leur évolution sera suivi sur les années où l'approche proposée ici sera répliquée. Il apparaît peu probable que suffisamment de données puissent être obtenues dès la première année pour tirer des conclusions robustes compte tenu de la nature aléatoire et peu fréquente des accidents.

A1.1.6 Calendrier des travaux.

La Figure 2 présente le calendrier des prises de mesures durant la saison. Tel qu'indiqué plus haut, l'entraînement physique pré-saison pourrait débuter à la troisième semaine de février (17 février 2008) pour s'étaler sur dix semaines consécutives jusqu'à la deuxième semaine de mai (semaine du 11 mai 2008). Avant le début de l'entraînement (moment 0), les mesures de condition physique seront prises sur chacun des 24 participants. Nous estimons que deux jours seraient nécessaires pour réaliser ces mesures. À la fin de la période d'entraînement, les débroussailleurs commenceront leur saison de travail en éclaircie précommerciale. À ce moment (moment 1), 12 participants seront mesurés sur le terrain ce qui nécessitera 2 semaines à raison de six travailleurs par semaine. De la même façon, nous retournerons sur le terrain pour réaliser les mêmes mesures lorsque les débroussailleurs commenceront les travaux de dégagements de la régénération (moment 2), lorsqu'ils termineront les travaux de dégagement et recommenceront les travaux d'éclaircie précommerciale (moment 3), et finalement lorsqu'ils termineront la saison de travail (moment 4).

La prise de mesures nécessite donc 8 semaines complètes durant la saison et deux jours au moment 0 pour l'équipe de recherche. Pendant que notre équipe sera sur le terrain, en parallèle les responsables de l'entraînement physique pré-saison devront procéder en parallèle aux mesures de condition physique. Également, les intervenants du Bas-St-Laurent auront la responsabilité d'obtenir la participation des entreprises et de compiler les informations relatives aux accidents de travail.

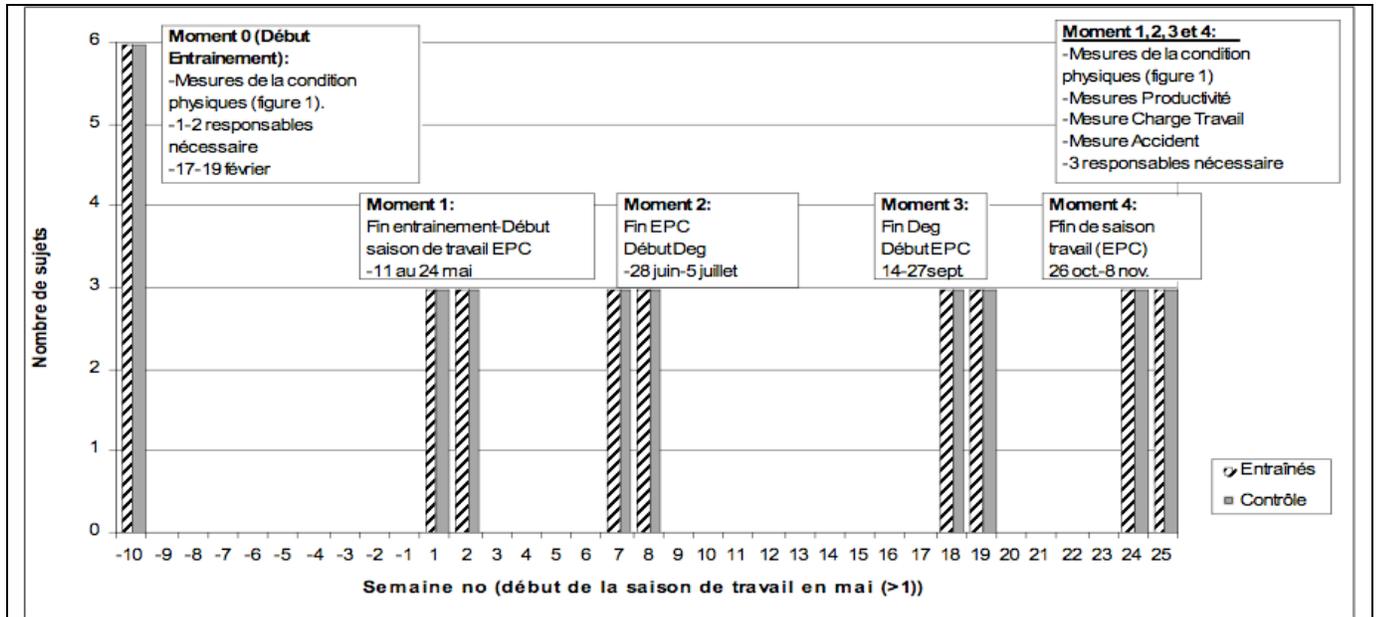


Figure A2. Calendrier des mesures effectuées sur les participants des groupes expérimental et de contrôle (EPC = éclaircie pré-commerciale, Deg = dégageement).

Les données seront préparées et entrées dans la base de données tout au long de la saison. Une pré-analyse sera effectuée au fur et à mesure. Au terme de la saison, les analyses finales seront réalisées et un rapport sera produit.

L'analyse finale des données et la production du rapport devraient nécessiter trois mois après la fin de la saison. Le rapport pourrait donc être livré vers la fin de janvier 2009, mais les résultats pourraient être présentés avant la période des fêtes de 2008.

A2 ASSURANCE QUALITÉ

L'approche proposée pour cette étude en ce qui a trait aux observations sur le terrain, s'appuie sur notre expérience gagnée à étudier les débroussaillieurs au cours des six dernières années. Nos méthodes sont relativement stables et nous avons développé des techniques de mesure bien adaptées au contexte forestier. De plus, nous sommes bien informés concernant les recherches pertinentes à ce traitement qui sont disponibles via la littérature scientifique.

En ce qui a trait au PEPTF, il semble que la composition de l'entraînement physique (types d'exercices et mesures de condition physique) soit relativement bien stabilisée. L'équipe de recherche s'assurera que les différents intervenants uniformisent leurs pratiques en matière de mesures de condition physique afin d'éliminer les difficultés rapportées au cours des années précédentes.

Enfin, en ce qui a trait à la collecte des données d'accident, notre équipe comptera sur une collaboration avec les intervenants du Bas-St-Laurent. Ils nous paraissent les mieux placés pour recueillir ces informations, car ils connaissent bien les entreprises de la région.

Notre équipe de recherche fera le maximum pour assurer la qualité des données et favoriser la collaboration de tous. Le succès de ce projet dépend de l'étroite collaboration de tous les intervenants, notamment ceux provenant de la région du Bas-St-Laurent. Non seulement est-il souhaitable qu'ils participent activement à la collecte de données, mais leur présence et leur collaboration sont essentielles pour maintenir l'intérêt et la participation des travailleurs jusqu'à la toute fin de la saison. Nous ne saurions sous-estimer le risque associé à un manque de collaboration de la part d'un ou des intervenants ou des travailleurs en cours de saison.

A3 RÉSULTATS ATTENDUS (CONTRIBUTION SCIENTIFIQUE OU TECHNIQUE ATTENDUE)

Au terme de cette étude, la faisabilité opérationnelle de la méthode aura été vérifiée. En nous basant sur notre expérience avec les débroussailleurs, il nous paraît évident que malgré le nombre limité de participants dans cette étude, des tendances pourraient être observées quant à l'effet de l'entraînement physique pré-saison sur les différentes catégories de mesures proposées, dont en particulier les mesures de productivité et d'astreinte. Si l'astreinte est effectivement réduite en début de saison grâce à l'entraînement physique pré-saison, alors la réduction de la fatigue excessive devrait, selon la littérature, mener à une augmentation de la productivité (mesurée surface traitée par heure de travail) et à une réduction des accidents/TMS.

Comme les accidents et les TMS en particulier sont des problèmes qui prennent du temps à se manifester, il est logique de supposer qu'il pourrait falloir des années additionnelles de collecte de données avant de voir un effet fiable de l'entraînement physique pré-saison. Par contre, il est possible d'envisager qu'au terme de cette étude, des résultats positifs puissent être observés tel que cela semble avoir été le cas dans les analyses faites par les gens du BSL (Anonyme 2005). L'étude proposée permettra de voir si les résultats de 2005 se répètent dans le temps et si c'est le cas, alors on aurait en main une bonne indication que l'entraînement physique pré-saison est efficace à ce niveau.

Malgré qu'il est tout à fait prévisible qu'à l'issue de cette activité de recherche on soit en mesure d'observer des tendances fort intéressantes pour toutes les catégories de mesures proposées ici, il faut envisager la réalisation d'un projet consécutif lors duquel l'approche proposée ici serait répliquée. Le but d'un tel projet serait d'augmenter la quantité de donnée (plus grand nombre de participants observés) afin d'améliorer la robustesse des résultats quant à l'effet de l'entraînement physique pré-saison sur les mesures proposées. Ainsi, l'un des résultats attendus de cette étude est la production d'un protocole de recherche visant à poursuivre la collecte de données sur une ou deux années additionnelles. Des calculs de puissance statistique nous permettront de déterminer la durée de ce projet. A priori, il apparaît raisonnable d'envisager une durée de deux ans pour ce projet, bien qu'une seule année additionnelle puisse être trouvée suffisante à la fin de l'étude proposée ici.

En ce qui a trait aux mesures de condition physique et les observations sur le terrain, les comparaisons entre les deux groupes et entre les différents moments de la saison nous permettront de connaître l'évolution de l'astreinte physique au cours de la saison de même que

celle de la capacité cardio-respiratoire des débroussailliers. Ce type de données est inexistant à l'heure actuelle et donc présente un grand intérêt scientifique. En effet, aucune donnée n'existe sur les charges de travail admissibles pour le travail saisonnier ni sur l'évolution de la capacité des travailleurs saisonniers durant la saison de travail. On est dans un vide d'information qui peut facilement faire en sorte que des populations de travailleurs soient sur-sollicitées sur le plan physique. Les conséquences néfastes d'une sur-sollicitation sont bien documentées dans la littérature: fatigue excessive, productivité réduite, problèmes de santé, accidents/TMS soit des choses qu'on observe chez les débroussailliers.

La mesure de la température centrale apportera une information utile pour valider les approches utilisées à l'heure actuelle pour évaluer la contribution de l'ambiance thermique à l'astreinte physique telle que mesurée par la Fc (EPCTs). Jusqu'à présent, une telle validation n'a pas encore été faite dans des études sur le terrain, principalement en raison de l'absence d'équipements portatifs suffisamment sophistiqués. Ces équipements sont désormais disponibles et relativement peu coûteux. Ce volet qui fera le lien entre la température centrale et les autres indicateurs de contrainte thermique chaude est d'un très grand intérêt sur le plan scientifique et sur le plan des applications en milieu de travail.

La possibilité de montrer l'effet positif d'un entraînement physique pré-saison sur la capacité aérobie des travailleurs, sur l'évolution de cette capacité durant la saison, sur leur capacité de récupération, sur leur capacité à se débarrasser de la chaleur corporelle accumulée durant le travail est importante. En effet, dans l'éventualité où un tel effet positif était démontré, on aurait des indicateurs de réduction de l'astreinte physique lesquels constituent des indicateurs "précoces" (c.f. Cole et al. 2003) d'amélioration possible de la santé et de la sécurité du travail des débroussailliers. De tels indicateurs devraient être éventuellement confirmés par une réduction des accidents de travail (et des incidents) surtout en début de saison. NRC/IM (2001) indiquent que les TMS sont reliés au travail physique exigeant. Si par l'entraînement physique pré-saison on arrive à réduire la charge relative (ou l'astreinte), il serait logique de penser pouvoir observer une réduction des douleurs d'origine musculosquelettique et avec le temps, une réduction des TMS.