

**Étude sur la sécurité
des véhicules tout-terrain
en opérations forestières**

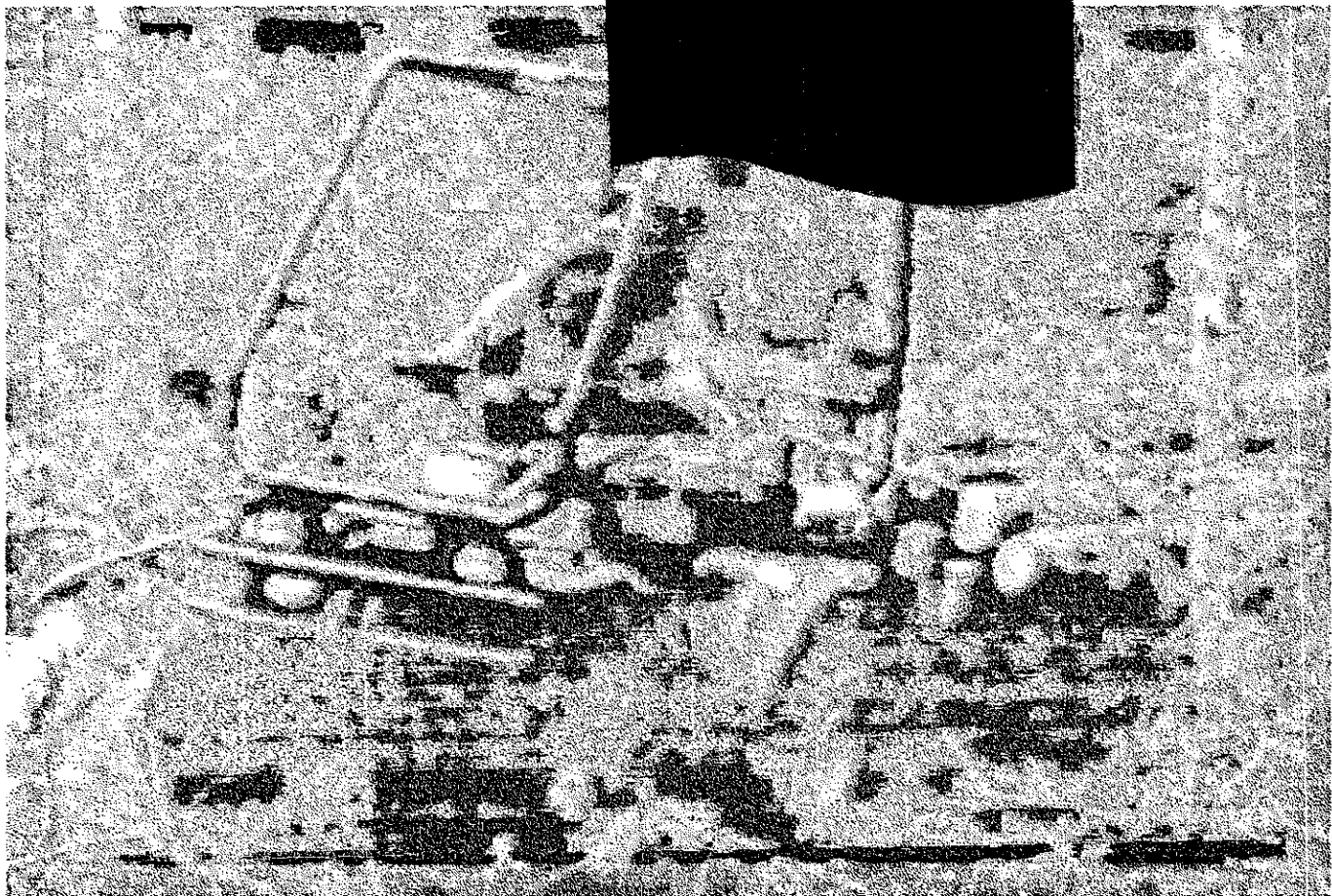
**ÉTUDES ET
RECHERCHES**

Serge Massé
Éric Lemaq

Avril 1998

R-188

RAPPORT



IRSST
Institut de recherche
en santé et en sécurité
du travail du Québec

La recherche, pour mieux comprendre

L'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec (IRSST) est un organisme de recherche scientifique voué à l'identification et à l'élimination à la source des dangers professionnels, et à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes. Financé par la CSST, l'Institut réalise et finance, par subvention ou contrats, des recherches qui visent à réduire les coûts humains et financiers occasionnés par les accidents de travail et les maladies professionnelles.

Pour tout connaître de l'actualité de la recherche menée ou financée par l'IRSST, abonnez-vous gratuitement au magazine *Prévention au travail*, publié conjointement par la CSST et l'Institut.

Les résultats des travaux de l'Institut sont présentés dans une série de publications, disponibles sur demande à la Direction des communications.

Il est possible de se procurer le catalogue des publications de l'Institut et de s'abonner à *Prévention au travail* en écrivant à l'adresse au bas de cette page.

ATTENTION

Cette version numérique vous est offerte à titre d'information seulement. Bien que tout ait été mis en œuvre pour préserver la qualité des documents lors du transfert numérique, il se peut que certains caractères aient été omis, altérés ou effacés. Les données contenues dans les tableaux et graphiques doivent être vérifiées à l'aide de la version papier avant utilisation.

Dépôt légal
Bibliothèque nationale du Québec

IRSST - Direction des communications
505, boul. de Maisonneuve Ouest
Montréal (Québec)
H3A 3C2
Téléphone : (514) 288-1 551
Télécopieur: (514) 288-7636
Site internet : www.irsst.qc.ca
© Institut de recherche en santé
et en sécurité du travail du Québec,

Étude sur la sécurité des véhicules tout-terrain en opérations forestières

Serge Massé

Programme sécurité-ingénierie, IRSST

Jean-Guy Richard

Programme sécurité-ergonomie, IRSST

François Charron et Éric Lema

Groupe de recherche en ingénierie simultanée, Université de Sherbrooke

Jean-Paul Dionne et Steeve Giguère

Centre spécialisé de technologies physiques du Québec

**ÉTUDES ET
RECHERCHES**

RAPPORT

SOMMAIRE

Les exploitants de petits boisés privés sont de plus en plus nombreux et plusieurs associations se sont formées. Parmi ces exploitants, nombreux sont ceux qui utilisent des VTT surtout pour des travaux de débusquage et de débardage, en raison des différents avantages que ces véhicules offrent. De fait, ces véhicules sont très appréciés, car ils sont légers et étroits, ils détruisent très peu la régénération et il suffit d'abattre peu d'arbres pour leur permettre de circuler. De plus, ils sont très puissants et multifonctionnels. Toutefois, ces véhicules n'ont pas été conçus pour ce genre d'activités et leur utilisation pose un certain nombre de problèmes.

Ce projet de recherche visait principalement à établir une base de connaissances permettant d'élaborer des recommandations, en termes de priorités de recherche, pour réduire les risques liés à l'utilisation des VTT dans les opérations forestières. Il comportait quatre grands blocs d'activités :

- 1) une analyse préliminaire de la littérature;
- 2) des visites et des rencontres avec des utilisateurs afin d'évaluer certains besoins et attentes, tant du point de vue fonctionnel que de la santé et la sécurité au travail (SST);
- 3) l'identification et la classification des principaux risques liés à l'utilisation des VTT;
- 4) la documentation des technologies permettant d'en améliorer la fonctionnalité et la sécurité.

À partir des informations recueillies et de leur expertise, les chercheurs ont dressé la liste des principaux risques liés aux activités observées lors des visites. Parmi les plus importants, on retrouve les risques de renversement (latéralement et par cabrage), les risques d'être frappé par des objets (fouettage de branches, chute d'objets, projection d'équipements, etc.). Les chercheurs ont également documenté les problématiques de freinage et de traction insuffisante.

La revue de la littérature et les visites ont mis en évidence, le fait que les activités de planification des opérations et les aspects comportementaux des opérateurs ont un impact majeur sur la sécurité, et ce, presque indépendamment des équipements utilisés. Par ailleurs, il se développe très souvent des pratiques d'opération qui s'appuient sur des équipements développés localement. Grâce à ces développements, les activités se font de plus en plus sécuritairement. Il semble toutefois que le

manque de stratégie concertée pour diffuser des informations validées à l'ensemble des utilisateurs, entraîne des duplications d'efforts et peut expliquer que certains exploitants ne disposent pas des meilleurs équipements disponibles.

En conclusion, à la lumière des résultats de cette étude, des recommandations ont été proposées relativement à des pistes de R & D qui permettraient d'améliorer la sécurité de ces activités. Un premier objectif consisterait à poursuivre des **études sur la stabilité des VTT** afin de générer des critères et des connaissances, qui permettraient d'évaluer la pertinence de certains équipements et d'améliorer la formation. Un deuxième objectif viserait la **validation de certaines solutions existantes** (cadre de protection intégrant un système de rangement d'accessoires, les garde-pieds et les rampes d'embarquement) et la formulation de **repères de conception** destinés aux exploitants. Un troisième objectif viserait le **développement d'un système de freinage simple**, peu coûteux, fonctionnel, sécuritaire et facilement adaptable aux remorques de débardage. Les chercheurs considèrent qu'un dernier objectif devrait viser **l'identification et la documentation des stratégies de travail les plus sécuritaires**, compte tenu des nouvelles connaissances acquises et des équipements développés dans le cadre d'un éventuel projet. Toutes ces informations pourraient être utilisées pour bonifier les **programmes de formation** actuellement dispensés par les associations et regroupements forestiers.

REMERCIEMENTS

Le groupe de recherche souhaiterait remercier, dans un premier temps, les membres du comité aviseur, nommés ci-dessous, pour leur précieuse collaboration tout au long de cette étude.

MM. Robert Piché	CSST (Québec)
Donald Duchesne	CSST (Chicoutimi)
Léon-Maurice Boivin	Association de santé et de sécurité de la forêt du Québec (ASSIFQ)
Léon-Paul Darveau	Groupe FORRES inc.
Camil Dontigny	Fédération des travailleurs du papier et de la forêt (CSN)
François Gallant	Syndicat canadien des communications de l'énergie et du papier (FTQ)
Fernand Émond	Syndicat des producteurs de bois du Saguenay-Lac St-Jean
Pierre Courtemanche	Directeur du regroupement des sociétés d'aménagement forestier (RESAM)
J.M. Golsse	Forest Engineering Research of Canada (FERIC, Pointe-Claire)
Jean-Pierre Dansereau	Union des producteurs agricoles (UPA)

Nous aimerions de plus, remercier les personnes suivantes qui ont bien voulu nous accueillir sur leur site. Leur grande disponibilité et leur précieuse collaboration ont largement contribué au bon déroulement de ce projet.

MM. Léon-Paul Darveau	St-Edmond (Lac St-Jean)
Léonce Émond	Hébertville (Lac St-Jean)
Réjean Parent	St-Côme (Beauce)
Jean-Louis Loubier	Notre-Dame-des-Pins (Beauce)
Michel Chouinard	Ste-Cécile-de-Whitton (Estrie)
Marc Blais	North Hatley (Estrie)

TABLE DES MATIÈRES

	Page
SOMMAIRE	i
1. INTRODUCTION	1
2. CONTEXTUALISATION ET OBJECTIFS DU PROJET	3
2.1 Contextualisation	3
2.2 Problématique et origine de l'étude	4
2.3 Objectifs de l'étude	5
3. APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE	7
3.1 Activités et échéancier	7
4. SYNTHÈSE DES ACTIVITÉS ET DES RÉSULTATS	11
4.1 Analyse de la littérature et de la documentation	11
4.2 Visites, entretiens et observations sur le terrain	13
4.2.1 Analyse ergonomique préliminaire	16
4.3 Identification des principaux risques d'utilisation des VTT en opérations forestières	18
4.3.1 Synthèse des risques	21
4.4 Synthèse des observations, des besoins et des attentes des utilisateurs	21
4.5 Répertoire des VTT et des accessoires recensés/liste des fournisseurs	30
5. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	33
6. RÉFÉRENCES	39

LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau 1 - Types de documents consultés pour l'analyse de la littérature et de la documentation	12
Tableau 2 - Détails concernant les visites réalisées	14
Tableau 3 - Liste des activités répertoriées se rattachant à l'utilisation d'un VTT en opérations forestières	19

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE A : Résumé des observations et discussions lors des visites

ANNEXE B : Résultats de l'analyse des risques

1. INTRODUCTION

Les exploitants de petits boisés privés sont de plus en plus nombreux et plusieurs associations se sont formées. Parmi ces exploitants, nombreux sont ceux qui utilisent des véhicules tout-terrain (VTT) surtout pour des travaux de débusquage et de débardage, en raison des différents avantages que ces véhicules offrent. En fait, ces véhicules sont très appréciés, car ils sont légers et étroits; ils détruisent donc très peu la régénération et il suffit d'abattre peu d'arbres pour leur permettre de circuler, et en plus ils sont très puissants et multifonctionnels. Toutefois, ces véhicules n'ont pas été conçus à l'origine pour ce genre d'activités et leur utilisation pose un certain nombre de problèmes.

Ce projet de recherche visait principalement à établir une base de connaissances permettant d'établir adéquatement les priorités de recherche en ce qui concerne l'utilisation des VTT dans les opérations forestières. Pour ce faire, plusieurs activités ont été réalisées dans le but de bien définir les attentes et besoins des exploitants, de répertorier les risques reliés à l'utilisation des VTT en opérations forestières, ainsi que les principales technologies existantes qui permettent d'améliorer certains aspects fonctionnels et sécuritaires de l'exploitation.

Ce rapport présente la synthèse des activités réalisées par le groupe de recherche dans le cadre de cette étude ainsi que les recommandations proposées.

2. CONTEXTUALISATION ET OBJECTIFS DU PROJET

2.1 Contextualisation

Depuis l'arrivée sur le marché des premiers véhicules tout-terrain (VTT) au début des années 70, leur popularité a eu un essor remarquable. L'utilité de ces petits véhicules est bien reconnue depuis plusieurs années pour différentes activités, telles que certains travaux de ferme, de même que pour certaines activités récréatives aussi bien que sportives (chasse, pêche, etc.). Depuis quelques années, on leur reconnaît d'autres utilités dans un tout nouveau domaine : les activités forestières.

Parmi les activités où le VTT est utilisé dans les opérations forestières, on peut citer les suivantes :

- Transport du personnel et d'équipements d'un point A au point B;
- Débusquage du bois;
- Débardage du bois;
- Travaux sylvicoles.

Note : dans ce projet, l'étude des travaux sylvicoles n'a pas été incluse.

On parle de débusquage uniquement lorsque les arbres abattus et les troncs ne sont pas accessibles, et doivent être rapprochés d'un sentier à l'aide d'un treuil auxiliaire, d'une débusqueuse ou encore d'un câble tiré par un engin de tirage comme le VTT.

Dans tous les autres cas, c'est-à-dire, quand le véhicule peut se rendre assez près des arbres abattus ou des troncs pour en effectuer le chargement, on parle de débardage. On distingue trois modes de débardage : le portage, lorsque les troncs sont entièrement soulevés du sol et portés par l'équipement, le semi-portage, lorsqu'une seule extrémité des troncs traîne au sol et que l'autre est portée et enfin, le traînage, lorsque les troncs reposent entièrement au sol [Source : Guide d'utilisation du VTT pour la production de bois long].

2.2 Problématique et origine de l'étude

Malgré les multiples avantages et les aspects multifonctionnels offerts par les VTT, ces derniers n'ont toutefois pas été conçus pour les nouvelles applications forestières décrites précédemment. Ces opérations nécessitent, entre autres, de gravir et de descendre des pentes raides en traînant des charges qui peuvent atteindre jusqu'à quatre fois leur propre poids. Plusieurs accidents sont survenus et le milieu est préoccupé par le nombre croissant de ces derniers.

En 1994, l'OPBRQ¹, en coopération avec FERIC², publiait le guide *Production de bois long à l'aide du VTT*. Dans ce guide, on retrouve de nombreux dispositifs et méthodes reliés à la sécurité. Toutefois, il semble que certaines questions sur la sécurité ne soient pas totalement résolues.

Conscient que le nombre de ces véhicules utilisés en forêt est en croissance rapide, le Syndicat des producteurs de bois du Saguenay-Lac Saint-Jean, via le groupe FORRES³, forme depuis 1995 des travailleurs à l'usage sécuritaire des VTT pour le débusquage et le débardage. En même temps, le groupe FORRES réalisait le projet intitulé « *Analyse de productivité du débardage avec un véhicule tout-terrain* ». En novembre 95, les résultats de ce dernier projet étaient dévoilés lors d'une rencontre-démonstration. La discussion à la fin de cette rencontre a permis de faire ressortir certaines préoccupations reliées à la sécurité des VTT utilisés en forêt, telles que la capacité des freins de la remorque et la protection contre les renversements. Ces préoccupations sont parmi les motifs principaux de la demande présentée à l'IRSST en septembre 1995, par le comité paritaire de prévention du secteur forestier dans le but d'intervenir pour améliorer la sécurité des VTT utilisés en forêt. Rappelons que ce dernier comité est composé des associations patronales et syndicales, de l'Union des producteurs agricoles, du ministère des Ressources naturelles, du ministère de la Santé et des Services sociaux, du Regroupement des sociétés d'aménagement forestier, de la CSST et de l'IRSST.

¹ Office des producteurs de bois de la région de Québec.

² Forest Engineering Research Institute of Canada.

³ Groupe qui effectue de la Formation en abattage, des Opérations forestières, des études de Rentabilité, du Reboisement, des études Ergonomiques et des travaux de Sylviculture.

2.3 Objectifs de l'étude

À prime abord, la question se résumait à concevoir une structure de protection contre les renversements. Les rencontres et discussions subséquentes ont toutefois amené le groupe de recherche à proposer une analyse beaucoup plus large mais préliminaire de la sécurité entourant l'utilisation des VTT et des accessoires qui y sont associés (remorques ou autres) dans les opérations forestières.

Finalement, les objectifs suivants ont été retenus pour l'étude :

1. identifier les besoins d'amélioration de la sécurité des VTT et de leurs accessoires;
2. déterminer les besoins de R&D;
3. identifier les collaborateurs requis pour la poursuite des activités de recherche.

3. APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

Le groupe de recherche était composé de deux représentants de l'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec (IRSST), de deux représentants du Groupe de recherche en ingénierie simultanée (GRIS) de l'Université de Sherbrooke et de deux représentants du Centre spécialisé de technologie physique du Québec inc. (CSTPQ) de La Pocatière.

3.1 Activités et échéancier

S'inspirant des activités de la première phase du processus de réalisation de produits (PRP) de l'ingénierie simultanée⁴, le projet a été décomposé en quatre grands blocs :

- une analyse préliminaire de la littérature;
- l'évaluation des besoins et des attentes des utilisateurs;
- l'identification et la classification des principaux risques liés à l'utilisation des VTT;
- l'identification et l'analyse des principales technologies existantes.

Dès le début du projet, un comité de suivi a été formé et était composé de membres du comité paritaire de prévention du secteur forestier, ou soit de personnes suggérées par les membres du comité paritaire. Une première réunion a eu lieu pour expliquer la nature du projet et choisir les membres qui auront le mandat de trouver les six sites à visiter. Les six sites ont été trouvés par trois syndicats de producteurs de bois.

L'analyse préliminaire de la littérature a été faite selon les différentes spécialités des membres de l'équipe, les accidents et la sécurité par l'IRSST, les besoins fonctionnels par l'Université de Sherbrooke, et les machines et accessoires par le CSTP. En plus de l'analyse de la littérature, le CSTP a rencontré différents fabricants et fournisseurs.

⁴L'ingénierie simultanée est basée sur une approche multidisciplinaire et sur l'utilisation d'un ensemble d'outils, tout au long de son PRP, qui ont tous comme objectif principal, l'amélioration de la qualité et de l'efficacité durant la phase de conception.

En plus de l'analyse préliminaire de la littérature, la suite du projet s'est déroulée de la façon suivante :

Visite :

Chacun des producteurs ayant été informé de la nature de notre visite, cette dernière s'est déroulée de la façon suivante :

- rencontre du producteur et discussions préliminaires;
- identification et observation des équipements, séquences vidéo, discussions sur les aspects techniques et ergonomiques existants, et discussion sur les besoins;
- observation du site d'exploitation et des différentes opérations, et séquences vidéo avec discussions comme ci-haut.

Synthèse des informations :

- Visionnement des vidéos (IRSST), rapport de visite des différents membres de l'équipe et synthèse.

Les visites terminées, des rencontres ont eu lieu pour :

- établir la liste des risques;
- rédiger le rapport préliminaire.

Une deuxième rencontre du comité de suivi a eu lieu pour présenter et valider les résultats, ainsi que les conclusions et recommandations.

Finalisation du rapport.

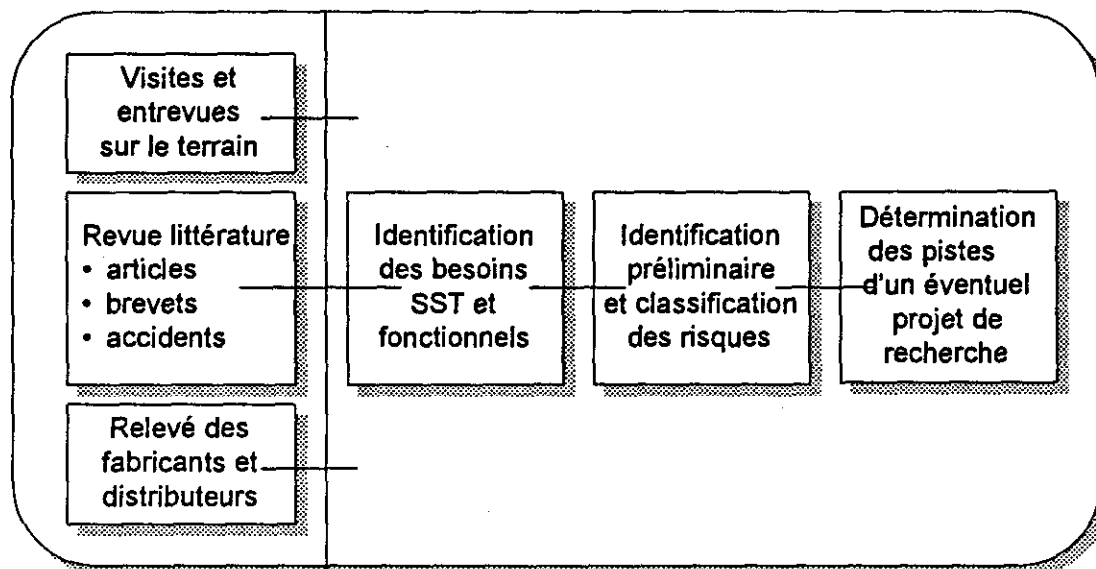


Figure 1 : Représentation schématique des activités proposées pour la réalisation de l'étude

De façon plus spécifique, les membres du groupe de recherche ont fait une analyse des cas d'accidents recensés dans la littérature et les banques de données accessibles. Ils ont également réalisé une revue des articles scientifiques consacrés à la problématique des VTT, afin de documenter les problèmes liés à la sécurité des équipements et à l'exécution des différentes tâches. Le groupe de recherche a tenté de définir les besoins fonctionnels de ces équipements et d'identifier et de caractériser les risques à la santé et à la sécurité à partir d'informations recueillies directement auprès des utilisateurs lors de six visites. Ces dernières ont également permis d'observer les activités de débardage et de débusquage dans différents contextes.

Finalement, les chercheurs ont répertorié les différents types de VTT ou de véhicules équivalents sur le marché, et ils ont identifié les différents accessoires disponibles ainsi que les différents fabricants et distributeurs. À travers cette activité, ils ont cherché à identifier et à documenter les différentes possibilités d'améliorations techniques, et à identifier les fabricants qui pourraient éventuellement collaborer à la réalisation de systèmes développés dans le cadre du futur projet de R & D.

4. SYNTHÈSE DES ACTIVITÉS ET DES RÉSULTATS

La satisfaction du client est l'élément le plus important de la philosophie de l'ingénierie simultanée. Tout le processus est conditionné par la nécessité de bien identifier et de satisfaire les besoins fonctionnels et de SST. À cette fin, les activités suivantes ont été réalisées.

4.1 Analyse de la littérature et de la documentation

Tel que déjà mentionné, une analyse de la littérature et de la documentation a été réalisée par les membres du groupe de recherche avec quatre objectifs principaux.

- 1) donner un aperçu des tendances générales actuelles dans la conception des VTT;
- 2) identifier les principaux besoins des utilisateurs, compte tenu des conditions d'opération et de la technologie disponible;
- 3) identifier les accidents les plus graves et les plus fréquents impliquant les VTT en opérations forestières et autres, et analyser les circonstances de ces accidents;
- 4) répertorier les technologies et les solutions existantes permettant de réduire les risques inhérents à l'utilisation des VTT en forêt.

Le tableau 1 présente une synthèse des documents consultés lors de l'analyse de la littérature et de la documentation, et une bibliographie complète est présentée à la fin du rapport. Ces analyses ont permis de compléter et parfois d'interpréter les informations obtenues lors des visites sur le terrain.

Parmi les articles scientifiques répertoriés, plusieurs traitent d'éléments se rapportant à l'utilisation des VTT comme véhicule récréatif, voire même comme véhicule utilitaire pour la ferme. Toutefois, très peu d'articles portent sur l'utilisation des VTT dans les exploitations forestières.

Tableau 1 - Types de documents consultés pour l'analyse de la littérature et de la documentation

Type de documents consultés
Rapports de recherche
Rapports d'accidents (CSST)
Publications scientifiques
Documents techniques de fabricants
Brevets (US, 1982 à 1995)
Autres documents

Les données statistiques disponibles dans la littérature montrent que la grande majorité des accidents associés à l'utilisation des VTT se produisent lors d'activités dites « récréatives » et qu'ils impliquent surtout des trimotos et des conducteurs assez jeunes (Dahle, 1987). Une étude menée en 1985 dans les hôpitaux du Québec (citée par Dunnigan, 1987) indique notamment que dans la majorité des cas, les véhicules circulaient à moins de 30 km/h, que les deux tiers des victimes se sont blessées dans un accident sans collision, que pour 86 % des cas, le VTT était utilisé à des fins récréatives, que dans 10,5 % des cas, l'utilisateur se rendait à un endroit précis et que dans seulement 3 % des cas, le VTT était utilisé pour travailler. Une étude récente (Tormoehlen & Sheldon, 1996) rapporte que les trimotos sont encore très présents aux États-Unis (40 %) et que les jeunes de l'Indiana affirment utiliser un VTT pour le travail dans 20 % des cas.

McKnight et Hetzel (1986) ont étudié, pour leur part, 64 accidents mortels survenus sur des fermes de 1983 à 1985. Leur étude a montré que dans 86 % des cas, une trimoto était utilisée et que la première cause d'accident était le renversement (48 % des cas), suivi par les collisions (17 % des cas) et le fait d'être projeté (14 % des cas).

D'après Coninx (1986), plusieurs facteurs associés à la conception des VTT et au comportement des conducteurs, peuvent expliquer le nombre important d'accidents. Il cite notamment l'absence de différentiel à l'arrière, l'absence de suspension indépendante, un centre de gravité élevé, des pneus mous qui affectent grandement le comportement du véhicule en fonction de la surface de roulement.

L'IRSST a réalisé une activité de recherche qui s'intitule « Les accidents de travail survenus en 1994 dans l'industrie forestière : analyse de scénarios d'accidents à partir des dossiers d'accidents (ADR) de la CSST ». Dans le cadre de cette étude, F. Hébert a dénombré cinq accidents de travail impliquant un VTT. Ces événements qui sont survenus dans cinq régions différentes, représentent 0,5% des 1 026 dossiers ADR dépouillés. À l'exception d'un cas qui a occasionné plus de 75 semaines d'indemnisation, la durée moyenne d'indemnisation se chiffre à 8 semaines.

Les circonstances suivantes ont été rapportées :

- « fait une chute en VTT et forcé pour déplacer le véhicule »;
- « les rampes glissent lors de l'embarquement du VTT »;
- « un arbre sort de dessous le VTT et heurte le conducteur dans le dos »;
- « heurte une butte de terre et le VTT s'immobilise brusquement »;
- « VTT bascule en traversant la rivière ».

La recherche bibliographique sur les brevets a permis d'identifier quelques brevets concernant les VTT ou les accessoires associés à la SST et ce, pour la période de 1982 à 1996. Toutefois, la majorité des éléments répertoriés s'adressent aux VTT en utilisation sportive ou récréative, et très peu de ces brevets traitent de cas où des composantes de sécurité sont intégrées aux VTT spécifiquement pour l'utilisation en forêt.

Finalement, toutes les informations de la littérature nous permettant de préciser les caractéristiques recherchées des véhicules et équipements sont synthétisées à la section 4.4. Les équipements et accessoires ont été ajoutés à ceux répertoriés tout au long des autres activités et sont présentés à la section 4.5.

4.2 Visites, entretiens et observations sur le terrain

Six visites de sites d'exploitation ont été effectuées par les membres du groupe de recherche et une visite supplémentaire a été réalisée lors de la plus importante exposition sur les technologies forestières (DEMO96) qui se déroulait cette année au coeur de la forêt Montmorency dans la région de Québec. Les visites avaient les objectifs suivants :

- présenter le projet aux différents intervenants participants;

- se familiariser avec l'activité de travail et recueillir des informations sur l'organisation du travail, les outils et équipements utilisés, leur entretien, la formation reçue et disponible, ainsi que sur les accidents et les incidents, et finalement sur les activités de prévention entreprises.

Les exploitations sélectionnées étaient situées dans plusieurs régions de la province. Elles étaient représentatives des différents types de production que l'on retrouve au Québec. Le tableau suivant présente les dates et localités où se sont déroulées les visites.

Tableau 2 - Détails concernant les visites réalisées

Visite	Date	Région	
1	10/07/96	St-Edmond	(LacSt-Jean)
2	11/07/96	Hébertville	(LacSt-Jean)
3	29/08/96	St-Côme	(Beauce)
4	30/08/96	Notre-Dame-des-Pins	(Beauce)
5	17/09/96	Ste-Cécile de Whitton	(Estrie)
6	18/09/96	North-Hatley	(Estrie)

Les chercheurs ont remarqué une certaine diversité par rapport aux essences de bois et à leurs dimensions (diamètre et longueur) d'une région à l'autre. Les produits récoltés lors des visites dans la région du Lac Saint-Jean étaient principalement de petites épinettes en longueur de 4 et 8 pieds ainsi que des trembles moyens en longueur de 4 pieds. Dans les sites de la région de la Beauce, il s'agissait de sapins et d'épinettes moyens en longueur de 4 pieds, ainsi que du nettoyage de branches et de têtes de sapin alors qu'en Estrie, les exploitants récoltaient principalement des sapins et des épinettes de moyens et de gros diamètres en longueur de 12 et de 16 pieds.

Les types de producteurs rencontrés peuvent être classés en deux catégories : le producteur « artisanal » et le producteur « professionnel ». On peut définir le producteur « artisanal » comme étant le propriétaire de terres à bois qui exploite ces dernières pour faire principalement du bois de chauffage dont il peut vendre une partie. Le producteur « professionnel » est souvent propriétaire de

terres à bois qu'il exploite pour lui-même, mais il offre également ses services à d'autres propriétaires de terres à bois pour réaliser différents travaux sylvicoles, dont la coupe et le transport de bois.

Sur les six visites réalisées, les producteurs se répartissaient également dans ces deux catégories puisque deux producteurs « artisanaux » ont été rencontrés en Beauce et un au Lac Saint-Jean, alors que deux producteurs « professionnels » ont été rencontrés en Estrie et un au Lac Saint-Jean.

Au cours de ces différentes visites, la majorité des exploitants s'affairaient à des activités de débardage avec remorque. Seuls deux exploitants effectuaient des activités de débusquage, un à l'aide d'une arche de débusquage de fabrication artisanale (basée sur les arches existantes mais améliorées à maintes reprises) et l'autre, à l'aide d'un treuil hydraulique installé sur le VTT et contrôlé à distance par télécommande.

Un résumé des observations et discussions faites lors de ces visites est donné à l'annexe A.

Ces visites ont permis au groupe de recherche de se familiariser avec le milieu, de mieux connaître les habitudes de travail des utilisateurs de VTT et d'avoir un aperçu des principales contraintes du métier. De plus, les entrevues et observations réalisées au cours de ces visites ont permis d'identifier les principaux risques associés à l'utilisation des VTT. Une synthèse de ces risques est présentée à la section 4.3.

Elles lui ont également permis de se familiariser avec la terminologie des exploitants forestiers et d'identifier leurs besoins. À ce titre, des informations ont été recueillies sur les différents types de véhicules et leurs accessoires, de même que des idées, suggestions et solutions proposées par les utilisateurs de VTT, pour réduire les risques et améliorer les équipements d'un point de vue fonctionnel. Ces dernières informations sont synthétisées à la section 4.4 du présent rapport.

4.2.1 Analyse ergonomique préliminaire

Les quelques observations préliminaires qui ont été faites dans le cadre de cette étude, nous ont permis d'identifier certains risques de troubles musculo-squelettiques (TMS) associés aux activités de travail requises pour le débusquage et le débardage à l'aide d'un VTT. Ces risques sont présentés au tableau synthèse de l'annexe B.

Pour les fins de cette étude et d'un point de vue ergonomique, il est utile de distinguer deux catégories d'activités : 1) les activités directement reliées à la conduite du VTT et 2) les activités connexes. Dans cette deuxième catégorie, on retrouve les activités de chargement et de déchargement du bois, les activités requises pour assujettir la charge lors du débusquage, les activités requises pour le transport du VTT, et pour y fixer les accessoires et équipements (notamment la remorque), les activités d'entretien, etc. La plupart des activités de cette catégorie peuvent présenter des risques de troubles musculo-squelettiques (TMS) plus ou moins importants. Les principaux déterminants du niveau de risque sont reliés à la conception des équipements et aux stratégies utilisées par les travailleurs (la méthode de travail). L'analyse détaillée de ces déterminants dépasse le cadre de cette étude préliminaire.

Pour ce qui est de la première catégorie, soit celle de la conduite du VTT, nous pouvons préciser certains éléments qui aident à la compréhension de la problématique.

Weir et Zellner (1986) distinguent trois différents niveaux d'activités : la navigation, le guidage et le contrôle.

La navigation consiste à déterminer le chemin qui sera utilisé. En forêt, trois situations existent : on utilise les chemins forestiers existants, on planifie et prépare des sentiers spécifiquement dédiés à la circulation du VTT et finalement, on se déplace hors sentier pour atteindre les arbres à débusquer.

Le premier cas ne présente généralement aucune difficulté de navigation. Dans la deuxième situation, le tracé peut être déterminé par l'opérateur ou par un bûcheron qui connaît plus ou moins bien les contraintes et possibilités du VTT. Le trajet choisi a un impact direct sur le niveau de risque associé à l'utilisation du VTT (il s'agit probablement du facteur le plus important) puisqu'il détermine les conditions de circulation. Dans le troisième cas, la navigation se fait toujours par l'opérateur du VTT. Par contre, le chemin choisi n'est généralement pas nettoyé et est souvent plus accidenté que ceux utilisés pour le débardage.

Le guidage ou la conduite proprement dite comporte toutes les activités requises pour suivre la route choisie : contourner une souche ou une roche, accélérer, freiner, etc. L'étude a mis en évidence les éléments suivants :

- Une conduite sécuritaire exige une bonne connaissance des caractéristiques du chemin à parcourir. Si le conducteur n'a pas préparé le sentier lui-même, il est important qu'il fasse une tournée de reconnaissance (à pied ou avec le VTT sans charge) avant de s'y engager avec une charge;
- La conduite est fortement déterminée par les caractéristiques du terrain, de la charge, des équipements, et par les connaissances et attitudes de l'opérateur. **Cette conduite se fait la plupart du temps à basse vitesse;**
- Les activités habituelles de coupe de bois, de débusquage et de débardage, impliquent de monter et de descendre souvent du VTT, d'avoir une bonne visibilité avant comme arrière, de pouvoir varier la posture de conduite pour l'adapter aux différentes situations (requis surtout pour des transferts de poids et des prises d'informations visuelles), d'avoir accès facilement aux équipements requis;
- Le déterminant probablement le plus important du niveau de risque est la vitesse de circulation qui est elle-même conditionnée par les contraintes de temps, les caractéristiques du VTT (puissance, traction, stabilité, démultiplication, etc.) ainsi que par l'attitude de l'opérateur. Les autres déterminants identifiés sont les accélérations brusques associées à une pente

ascendante (risque de cabrage), les arrêts brusques (risque d'être projeté vers l'avant), la perte de contrôle de la charge (risque notamment de mise en portefeuille), la connaissance du comportement du système VTT-charge, les incidents (se prendre, notamment), l'état du chemin, l'environnement, les coactivités, etc.

Au niveau des activités de contrôle du véhicule, ce sont surtout le positionnement des différentes commandes ainsi que les modifications apportées au véhicule qui influencent le niveau de risque. Parmi les aspects qui ont été notés, mentionnons l'importance de pouvoir adopter une posture permettant de maintenir l'équilibre du système VTT-opérateur, le positionnement du levier de changement de vitesse qui contraint la posture, la manette de frein qui peut être frappée par une branche, les aménagements requis pour le transport des équipements (tous les utilisateurs rencontrés avaient installé un ou deux coffres à outils) et des passagers (même si cette dernière pratique est fortement déconseillée).

Un tableau synthèse sur l'identification des risques engendrés par le non-respect des principes ergonomiques est présenté à l'annexe B.

4.3 Identification des principaux risques d'utilisation des VTT en opérations forestières

Afin d'identifier les risques (et leurs causes) associés à l'utilisation des VTT dans les activités forestières, plusieurs analyses des risques ont été réalisées. Pour ce faire, trois méthodes d'identification des risques ont été utilisées. La première, « Critical Incident Technique » [STEPHANS, R.A., TALSO, W. W. 1993], consistait en une analyse rétrospective qui se divisait en deux volets : tout d'abord, l'étude des données disponibles dans la littérature sur l'utilisation des VTT (rapports d'incidents et d'accidents, études publiées, rapports de recherche, etc.) suivie d'entrevues avec les utilisateurs ou clients lors des visites. La deuxième méthode, soit l'analyse de la tâche, a été utilisée conjointement avec la troisième méthode communément appelée « What-If? Analysis » [STEPHANS, R.A., TALSO, W. W. 1993]. Ces analyses du type « prospective inductive » ont consisté à identifier, lors d'une activité de « brainstorming », les principaux risques potentiels pouvant découler de chacune des activités ou actions requises pour exploiter un boisé privé à l'aide d'un VTT. La liste des activités identifiées est présentée dans le tableau suivant.

Tableau 3 - Liste des activités répertoriées se rattachant à l'utilisation d'un VTT en opérations forestières

Préparation au transport du VTT	<ul style="list-style-type: none">▪ Préparation au chargement▪ Monter le VTT sur camion ou remorque▪ Fixation du VTT sur camion ou remorque▪ Descendre le VTT du camion ou de la remorque
Planification des opérations (reconnaissance du terrain)	
Transport	<ul style="list-style-type: none">▪ Transport de personnel sur le site▪ Transport d'équipements▪ Transport - Sylviculture
Préparation aux travaux	<ul style="list-style-type: none">▪ Attacher - détacher la remorque▪ Charger - décharger les équipements
Débardage	<ul style="list-style-type: none">▪ Embarquer sur le VTT et en débarquer▪ Préparer le bois pour :<ul style="list-style-type: none">◦ le portage◦ le semi-portage◦ le traînage▪ Transporter le bois en forêt▪ Se déprendre▪ Transporter le bois sur route▪ Décharger le bois
Débusquage	<ul style="list-style-type: none">▪ Embarquer sur le VTT et en débarquer▪ Préparer le bois au débusquage par :<ul style="list-style-type: none">◦ cône (avec ou sans poulie)◦ arche (avec ou sans poulie)◦ câble direct (avec ou sans poulie)▪ Transporter le bois en forêt▪ Décharger le bois (détacher le bois)▪ Ranger les équipements

Entretien (réalisable sur le site)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Changer huile et filtre ▪ Vérifier les liquides ▪ Ajuster la chaîne ▪ Ajuster les freins ▪ Changer les pneus (remorque et VTT) ▪ Installer - désinstaller les chaînes de pneus ▪ Faire le plein d'essence
Autres activités	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Loisirs (chasse, pêche, canot, course, etc.) ▪ Acériculture (tubes, etc.) ▪ Travaux de la ferme (chariots de foin, etc.)

Les différentes méthodes utilisées ont permis de répertorier les risques spécifiques à ces activités ainsi que plusieurs de leurs causes et potentiels de danger. Ces risques et agents causals sont reliés à la mauvaise conception des véhicules pour les opérations forestières, à l'environnement physique de travail, à la mauvaise planification des activités, à l'utilisation d'équipements inadéquats et à des facteurs humains.

Les risques identifiés ont par la suite été classifiés selon la description des risques proposée dans la norme européenne EN 292-1 « *Sécurité des machines - Principes fondamentaux, Principes généraux de conception* ». Cette classification aborde les risques selon leur nature, soit des risques de nature mécanique, des risques engendrés par le bruit et les vibrations, par les matériaux et produits, et enfin des risques engendrés par le non-respect des principes ergonomiques.

La recherche a également permis de documenter les causes possibles des risques identifiés ainsi que les situations potentiellement dangereuses qui y sont associées. Les tableaux synthèses de l'annexe B présentent, selon la classification proposée ci-dessus, les risques identifiés ainsi que leur association avec les causes et les potentiels de danger. Cette dernière classification permettra éventuellement de mieux définir les avenues de solution aux risques identifiés. Il est important de noter qu'aucune évaluation de la probabilité d'occurrence et de la gravité des conséquences des risques n'a été réalisée dans le cadre de cette étude.

4.3.1 Synthèse des risques

Parmi les risques qui ressortent le plus souvent, on retrouve les risques de renversement, tant latéralement que par cabrage (en opération de débardage, de débusquage ou de chargement/déchargement pour le transport), les risques d'être frappé par des objets, c'est-à-dire, par le fouettage de branches, par la chute d'objets, par la projection d'équipements et enfin, les problèmes liés à la capacité de freinage et de traction insuffisante.

Étant donné les impacts importants de la planification des activités forestières et des stratégies de conduite sur le niveau de risque, nous avons présenté à la section 4.2.1, une description sommaire de ces activités. Cette description issue d'une analyse ergonomique préliminaire, illustre l'importance de certains facteurs humains et organisationnels, tels que la connaissance des caractéristiques du terrain et du comportement des équipements, les stratégies de conduite adoptées, la visibilité, etc. Une étude plus approfondie de ces aspects permettait, notamment, d'identifier les besoins de formation pour les opérateurs.

4.4 Synthèse des observations, des besoins et des attentes des utilisateurs

Les observations faites lors des visites et les commentaires obtenus des opérateurs, des exploitants de boisés et de leurs représentants, ainsi que les informations tirées de l'analyse de la littérature, ont permis d'identifier les principaux besoins des utilisateurs en termes de formation et de caractéristiques d'équipements, afin d'améliorer la sécurité et l'efficacité des opérations. Le tableau qui suit présente la synthèse des principaux éléments. Il est important de souligner que cette analyse intègre les opinions et perceptions relatives aux différents véhicules et aux accessoires; opinions et perceptions qui varient beaucoup d'un utilisateur à l'autre. Il faut également mentionner que les besoins qui s'y trouvent n'ont pas été validés et/ou pondérés par l'ensemble des utilisateurs.

Tableau synthèse des observations, des besoins et des attentes des utilisateurs

FORMATION
<p>Au cours des différentes visites, les membres du groupe de recherche ont questionné et discuté de la planification des opérations. Il ressort que la planification et la préparation des opérations sont des éléments clés de la sécurité des activités. Les chercheurs ont pu observer comment une planification soignée et une bonne méthode de travail, associées à l'utilisation d'équipements et d'outils adéquats réduisaient les risques. Dans une très grande majorité de cas, ceux qui faisaient une bonne planification de leurs activités avaient reçu une formation au préalable.</p>
CARACTÉRISTIQUES DU VÉHICULE TOUT-TERRAIN
<p>Selon les informations obtenues dans la littérature et à travers les entrevues réalisées, les caractéristiques d'un bon VTT pour les opérations forestières seraient les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none">○ Stable (stabilité latérale et longitudinale);○ Embarquement et débarquement (sur le VTT) faciles;○ Bonne capacité de retenue en pente (freins efficaces, hydraulique et à disques);○ Bonne capacité de traction;○ Frein à main efficace et facile d'engagement;○ Puissant (≥400 cc);○ Couple élevé à faible vitesse;○ Transmission à grand rapport permettant des départs doux;○ Bon frein moteur (taux de compression);○ Traction intégrale aux quatre roues (4X4);○ Suspension indépendante aux quatre roues pour une bonne absorption des rugosités du terrain;○ Centre de gravité bas et vers l'avant;○ Bonne garde au sol (hauteur libre sous le VTT);○ Peu d'entretien (pas ou peu de points de graissage). <p>La plupart des caractéristiques d'un VTT sont inhérentes au véhicule ou viennent en option, et par conséquent ne sont pas modifiables. Le choix du véhicule et ses options deviennent alors critiques pour la sécurité des opérations visées.</p>

CARACTÉRISTIQUES D'UNE STRUCTURE DE PROTECTION

Structure de protection : De type FOPS : Falling Object Protection System ou de type ROPS : Roll Over Protection System

Les structures de protection sont traitées dans la littérature et les opinions des différents auteurs sur leur efficacité sont partagées. Selon l'expérience acquise par certains opérateurs, l'installation d'une structure de protection du genre « FOPS »⁵ ou ROPS permet de limiter plusieurs risques en plus d'offrir plusieurs avantages.

Avantages :

- protège contre le fouettage des branches (FOPS seulement);
- protège contre les chutes d'objets (FOPS seulement);
- protège contre les intempéries (FOPS seulement);
- protège en cas de renversement (à faible vitesse) en opérations forestières ou autres (FOPS et ROPS);
- protège en cas de cambrage ou de mise en portefeuille en opérations forestières ou autres (FOPS et ROPS);
- peut faciliter l'entretien en permettant d'incliner le véhicule et de l'appuyer sur quelque chose ou simplement au sol (FOPS et ROPS);
- permet certaines accommodations, entre autres, en offrant de l'espace de rangement (FOPS seulement);

Bien qu'elle ne résout pas le problème de renversement à la source, la structure de protection semble toutefois protéger l'opérateur lorsqu'un tel incident survient à basse vitesse. Toutefois, le groupe de recherche ne peut se prononcer, à cette étape-ci, sur l'efficacité de cet équipement en termes de sécurité lors de renversement à haute vitesse.

Pour donner une idée de la complexité du problème, nous incluons ci-après quelques informations tirées d'études répertoriées dans la littérature.

⁵ On parle seulement ici de structure de protection du type FOPS ou ROPS, car il faut bien prendre note qu'aucune des structures jusqu'à maintenant répertoriées n'a été certifiées, du fait qu'il n'existe pas de norme pour les véhicules forestiers de moins de 700 Kg.

CARACTÉRISTIQUES D'UNE STRUCTURE DE PROTECTION (suite)

Une série d'essais ont été réalisés par « the American Society of Mechanical Engineering » dans le but d'évaluer le potentiel d'application de ce genre de structure de protection (ROPS) au VTT utilisé en récréation. Différents tests d'impacts ont été réalisés en installant sur un VTT à quatre roues, un prototype de structure conçu par Dahle (1987) qui s'est basé sur la norme SAE N° J1040. Dans ce concept, des ceintures de sécurité étaient incorporées. Piziali and all. (1992) ont poursuivi les travaux de Dahle (1987) en équipant un VTT avec une structure de protection. Leurs essais les ont conduits à conclure que ce type ROPS peut causer plus de blessures lors de renversement que s'il y en avait pas.

Johnson, Wright, Carpenter et Nelson (1991) ont fait des analyses de sécurité sur l'usage des VTT en récréation et en sont venus à la conclusion qu'un VTT plus sécuritaire et stable pouvait être construit moyennant certaines modifications. Parmi les modifications, il y a l'agrandissement des empattements latéral et longitudinal, l'ajout de plaques de métal sous les appuis-pieds, l'ajout de masses pour baisser le centre de gravité et l'ajout d'un cadre de protection contre les renversements. Une ceinture de sécurité a aussi été ajoutée. Ils ont conclu que le type de cadre conçu est prometteur pour la sécurité des VTT.

Nordfjell (1995, 1996) estime que l'arceau de sécurité est l'élément de sécurité le plus urgent à développer et il en donne des détails techniques à respecter. Il illustre un arceau en deux parties, l'une à l'avant et l'autre à l'arrière du VTT, mais mentionne que si cette protection n'est pas suffisante un arceau avec toit doit alors être construit.

Springfeldt (1996) a conduit une étude dans 12 pays pour connaître le résultat de l'application des lois sur l'usage des ROPS sur les tracteurs de ferme entre 1959 et 1992. Il mentionne qu'il y a eu une réduction drastique des accidents fatals par renversement des tracteurs. Par ordre décroissant d'efficacité, on retrouve les cabines, les cadres et les arches. D'autre part, l'étude ne mentionne pas s'il y a eu augmentation de blessures reliées à l'usage du ROPS.

Il faut cependant souligner que les opérations à basse vitesse dans le contexte des opérations forestières présentent une problématique tout à fait différente de celle rapportée dans les articles précédemment cités. L'expérience déjà acquise avec les cadres existants semble le confirmer. L'acquis de cette expérience combinée à la norme SAE J1194 (mai 1989) applicable aux véhicules d'une puissance de plus de 15 Kw pourrait, peut-être, être la piste d'un développement.

CARACTÉRISTIQUES DU PROTÈGE-PIEDS

Les protège-pieds observés sont de conception artisanale ou achetés chez un détaillant. Entre autres, on a pu observer un modèle qui pouvait coincer le pied de l'opérateur lorsque ce dernier descendait du VTT. Certains autres laissaient entrer les branches par le dessous.

Les caractéristiques discutées d'un bon protège-pied seraient les suivantes :

- empêche l'intrusion des branches par le dessous;
- protège le côté du pied;
- donne assez d'espace pour être confortable avec des bottes de forestier;
- s'autonettoie (neige, boue et débris);
- permet de retirer le pied rapidement en cas d'urgence.

CARACTÉRISTIQUES DU SYSTÈME DE ROULEMENT ET DE TRACTION

Les différents systèmes de roulement ou de traction modifiés qui sont présentement disponibles (notamment ceux qui consistent à ajouter une ou des roues non motorisées, recouvertes ou non de chenillettes, ou du liquide lave-glace), permettent de limiter les problèmes de renversement à la source en plus d'améliorer la traction des VTT. Ces systèmes demandent évidemment un investissement plus grand, mais semblent permettre une conduite plus lente et plus sécuritaire.

D'autre part, il faut porter des attentions particulières à l'utilisation de ces systèmes. En effet, s'ils ont la particularité d'augmenter la traction, ils ont aussi la particularité d'amener le VTT dans des situations qui augmentent la propension au renversement latéral, entre autres. De plus, l'usage du lave-glace dans les roues diminue la vitesse maximum utilisable du VTT en créant des forces giroscopiques qui rendent la direction incontrôlable. Nous avons calculé qu'au-delà de 15 km/h, ces forces deviennent importantes.

CARACTÉRISTIQUES DE LA REMORQUE

De la même façon que pour le VTT, les caractéristiques d'une bonne remorque ont été discutées avec les exploitants rencontrés :

- Être équipée d'un système de roues en tandem; caractéristique essentielle et indispensable pour améliorer la stabilité de la remorque lorsque cette dernière est appelée à franchir des obstacles;
- Avoir des freins à main et réguliers fonctionnant dans les deux sens;
- Pouvoir supporter le poids d'environ 1 m³ de bois, c'est-à-dire, environ 800 kg;
- Permettre de charger différentes longueurs de bois (16", 4', 8', 16');
- Permettre le chargement du bois perpendiculairement à la remorque;
- Munie de poteaux amovibles et de hauteurs variables (en deux ou trois parties) pour permettre le support progressif selon l'avancement du chargement;
- Offrir un bon dégagement au sol (égal ou supérieur à celui du VTT);
- Permettre de transporter le VTT;
- Offrir un système d'attache polyvalent (camion, auto, tracteur, VTT, ...);
- Permettre l'attache facile, rapide, par une personne et sans nécessiter d'outil;
- Permettre l'utilisation d'un mât de chargement;
- Transmettre environ 10% de son poids total sur la boule du VTT;
- Permettre le renversement de la charge sans entraîner le VTT ou vice versa (timon sur pivot);
- Être légère;
- Permettre le transport sécuritaire de passagers (personnels de travail ou autres);
- Équipée de chaîne de sécurité pour attacher la charge lors de déplacement sur route.

La plupart des remorques en opération n'ont pas de freins et ceux qui en avaient ont des freins du type contre l'avance libre qui ne sont pas adaptés aux besoins des opérations visées.

CARACTÉRISTIQUES DE L'ATTACHE À LA REMORQUE

Système d'attache « Garp Hitch »

Nous avons pu voir en opération le système d'attache « Garp Hitch » installé sur un Polaris 425. C'est une interface VTT-remorque qui permet de réduire et même de « stopper » les cabrages. Le principe de base du « Garp Hitch » consiste à ramener la charge verticale transmise par le timon vers le centre du VTT.

Cette approche semble prometteuse et mérite d'être explorée. Elle présente les avantages et désavantages suivants :

Avantages	Désavantages
<ul style="list-style-type: none">○ Redistribue bien la charge vers le centre du VTT;○ Limite le cabrage;○ Augmente la traction du VTT si la remorque est conçue en conséquence.	<ul style="list-style-type: none">○ Risque de cabrage (renversement arrière), car le système est près du sol et peut accrocher un obstacle lorsqu'il n'est pas utilisé. Il doit alors être retenu par une chaîne;○ Ne s'adapte présentement qu'au Polaris 425.

CARACTÉRISTIQUES D'UNE ARCHE DE DÉBUSQUAGE

L'arche de débusquage a l'avantage de faciliter le glissement des troncs débusqués ou débardés. Elle minimise les risques d'arrêt brusque du VTT (chute de l'opérateur par l'avant) ou même de cabrage.

Les caractéristiques d'une bonne arche de débusquage ont été discutées avec les exploitants rencontrés :

- Léger;
- Facile à déplacer manuellement pour l'aligner avec les arbres à débusquer;
- Permet d'attacher plusieurs arbres;
- Munie d'un système permettant d'attacher et de détacher les arbres de façon rapide, fiable et sécuritaire;
- Munie d'un treuil avec déroulement facile (débrayable);
- Largeur égale ou inférieure à celle du VTT.

Pour plus de sécurité, le câble d'acier du treuil de la débusqueuse aurait avantage à être remplacé par un câble de Kevlar qui brise sans produire de coup de fouet et élimine ainsi ce risque. De plus, l'arche de débusquage peut s'attacher au VTT au moyen d'un « Garp Hitch » ou l'équivalent, ce qui réduit encore plus les risques de cabrage.

CARACTÉRISTIQUES DES RAMPES DE CHARGEMENT/DÉCHARGEMENT

Certains exploitants utilisent leur VTT comme moyen de transport de la maison jusqu'au site de travail (quand les sites d'exploitations se trouvent à des distances acceptables et que les routes le permettent sans trop de risques et en toute légalité). Toutefois, lorsque les distances à parcourir sont trop grandes, les opérateurs doivent prévoir une façon de transporter leurs équipements ainsi que leur VTT. Certains chargent leur VTT à bord d'un camion et d'autres sur la remorque. Dans les deux cas, ils doivent disposer de rampes qui permettent de réaliser cette opération de façon sécuritaire. D'après la littérature et selon les commentaires des gens rencontrés, cette opération s'avère parfois périlleuse. Nous avons donc cru bon de synthétiser les principales caractéristiques de bonnes rampes de chargement et de déchargement selon les commentaires recueillis auprès des exploitants rencontrés.

Les rampes doivent :

- s'installer et se retirer facilement et rapidement;
- se fixer solidement au sol et au véhicule, ou à la remorque;
- être versatiles :
 - adaptables à tous véhicules ou remorques de transport;
 - adaptables aux dénivellations de terrain;
- offrir une bonne surface d'adhérence (coefficient de friction élevé);
- offrir une faible pente de montée (ou de descente);
- être faciles à manipuler;
- être solides et rigides;
- être légères;
- être peu coûteuses.

4.5 Répertoire des VTT et des accessoires recensés/liste des fournisseurs

Il existe sur le marché un ensemble de VTT et de véhicules équivalents, de même qu'un ensemble d'équipements et d'accessoires disponibles pour aider les exploitants de boisés privés dans leurs différentes activités. De plus, pour les rendre soit plus fonctionnels, soit plus performants ou soit plus sécuritaires, plusieurs ajouts et/ou modifications sont apportés aux VTT.

Tout au long de cette étude, le groupe de recherche a recueilli beaucoup d'informations et a choisi de les rendre disponibles en élaborant une liste des différents véhicules, équipements et accessoires répertoriés dans la littérature et au cours des différentes visites. Nous présentons une synthèse de cette liste.

**Tableau synthèse du répertoire des VTT et des
accessoires recensés/liste des fournisseurs**

Liste des différents VTT ou véhicules équivalents répertoriés	
<input type="radio"/>	Artic Cat;
<input type="radio"/>	Honda;
<input type="radio"/>	Polaris;
<input type="radio"/>	Yamaha;
<input type="radio"/>	Kawasaki;
<input type="radio"/>	Suzuki;
<input type="radio"/>	John Deer;
<input type="radio"/>	CM 2000;
<input type="radio"/>	Gyro Trac.

Équipements ou accessoires complémentaires du VTT répertoriés

- structure de protection du conducteur :
 - arceau de sécurité du type ROPS (« Roll-Over Protection System »);
 - structure de protection du type FOPS (Falling Object Protection System);
 - cabine de protection;
- garde-pieds;
- garde-mains;
- siège pour passager;
- appuie-pieds pour passager;
- pare-chocs avant et arrière;
- système de protection du radiateur et du moteur;
- système de protection des capots de cardans;
- supports de rangement (avant et arrière);
- système de ventilation du moteur en continue;
- barre d'embrayage à la main;
- dossier ajustable;
- contrepoids;
- modification des engrenages pour modifier les couples et les vitesses;
- treuil manuel, électrique ou hydraulique;
- systèmes de transport de bois intégrés;
- système d'attache anticabrage SAS-425 (Garp Hitch);
- systèmes de roulement et/ou de traction du VTT modifiés :
 - chaînes de traction sur roues avant et/ou arrière;
 - ajout de liquide lave-glace ou de calcium et d'eau dans les pneus;
 - chenillette (Bear Tracs);
 - doubles roues arrière.

Équipements et accessoires de débusquage répertoriés
<ul style="list-style-type: none">○ arche de débusquage;○ câble de KEVLAR avec crochet adapté;○ plaque adaptrice et tambour de rangement;○ chaîne-élingue avec anneau et enfileuse;○ poulie de déviation et déclencheur;○ cône de débusquage;○ plateau de débusquage;○ grappin de débusquage.
Équipements et accessoires de débardage répertoriés
<ul style="list-style-type: none">○ traîneau autochargeur;○ minidébusqueuse (ou arche de débusquage);○ remorque :<ul style="list-style-type: none">▪ système de freins conventionnels;▪ mât de chargement;▪ système de freins avec cylindre sur la pôle.
Système de remorques répertoriées
<ul style="list-style-type: none">○ freins contre l'avance libre (cylindre, tambour ou disque).
Outils, équipements de manutention ou autres répertoriés
<ul style="list-style-type: none">○ rampes d'embarquement et de débarquement;○ leviers d'abattage;○ crochet à pulpe et tourne-billes;○ crochet et pince de levage.

5. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Les travaux réalisés au cours de ce projet ont permis de bien cerner les besoins SST et fonctionnels des utilisateurs de VTT en opérations forestières. La majorité des risques potentiels ont été identifiés et pourraient servir d'éléments de validation lors d'éventuelles phases de conception préliminaire et détaillée pouvant émerger de cette étude. Enfin, beaucoup d'informations furent amassées et rapportées, entre autres, dans une liste des différents VTT ou véhicules équivalents, des différents équipements et accessoires existants sur le marché et disponibles pour améliorer la fonctionnalité et/ou la sécurité des activités des exploitants de boisés privés. Ces informations jumelées aux observations et aux quelques analyses réalisées dans le cadre de cette étude, pourraient maintenant servir de base pour orienter différents autres travaux ayant pour objectif de rendre les activités forestières avec les VTT plus sécuritaires et tout aussi fonctionnelles.

De cette étude, on peut en retenir les différents points suivants :

- Les VTT sont de plus en plus utilisés à cause des nombreux avantages qu'ils présentent : protection de l'environnement, versatilité, disponibilité des outils (qui sont généralement embarqués sur le VTT), accès rapide au site (transport de l'opérateur), coûts relativement faibles (Dunnigan et coll., 1987). Il semble évident que l'utilisation de ce type d'équipement est appelée à se développer dans l'avenir.
- On retrouve de plus en plus les deux situations suivantes : le propriétaire d'un boisé qui exploite lui-même et effectue les travaux, et également le propriétaire de boisé qui veut faire effectuer des travaux sylvicoles sur son terrain par un professionnel qui vit de ces travaux. Pour ces derniers propriétaires, les syndicats offrent actuellement différents services, entre autres, une liste de personnes disponibles pour effectuer des travaux avec une description des équipements qu'ils utilisent. Parmi ces équipements, on retrouve les tracteurs, les chevaux, les « Timberjack » et quelques VTT. Avec le temps, de plus en plus de propriétaires de terre à bois constatent que les VTT font beaucoup moins de dégâts sur leurs terrains et permettent un meilleur aménagement sans compresser le sol, ce qui fera croître encore plus leur forêt et la rendra plus rentable. C'est donc dire que de plus en plus

de propriétaires pourraient exiger que les travaux sur leurs terres soient effectués par des VTT.

- Les principaux utilisateurs sont de petits exploitants qui sont très dynamiques et qui ont de grandes capacités d'innovation. Par ailleurs, les conditions d'opération sont très variables. De plus, les besoins relatifs à l'efficacité des véhicules, équipements et accessoires varient en fonction du type de producteur. Le producteur « artisanal » aura souvent des exigences un peu moindres par rapport à l'efficacité des « outils de travail » comparativement au « professionnel » qui effectue les mêmes travaux.
- Il se développe présentement au Québec et à l'extérieur de nouvelles pratiques et de nouvelles stratégies d'opération s'appuyant sur de **nouveaux équipements** qui sont bien souvent développés localement. Grâce à ces développements, les activités se font de plus en plus sécuritairement. Par contre, le **manque de stratégies concertées pour rendre l'information validée disponible** à l'ensemble des utilisateurs, entraîne des duplications d'efforts et explique en partie que de nombreux exploitants ne disposent pas des meilleurs équipements disponibles.
- Certains équipements sont disponibles chez les distributeurs de VTT ou d'autres fabricants. Mais, le type de producteurs de bois visés par cette étude a tendance à **fabriquer ses équipements ou accessoires lui-même**, principalement à cause des coûts moindres et dans le but de mieux adapter ses équipements à ses méthodes de travail. Ils sont généralement très bons bricoleurs et très ingénieux pour développer des choses fonctionnelles, mais **pourraient bénéficier de repères de conception leur permettant de concevoir des systèmes plus sécuritaires**.
- Parmi les principaux risques identifiés qui ressortent le plus souvent, on retrouve les risques de renversement, tant latéralement que par cabrage (en opération de débardage, de débusquage ou de chargement/déchargement pour le transport). On retrouve aussi les risques d'être frappé par des objets, c'est-à-dire par le fouettage de branches, par la chute d'objets, par la projection d'équipements. Enfin, on rapporte les problèmes reliés aux

marchepieds (branches pénétrantes et ergonomie rattachée à l'embarquement et au débarquement sur le VTT) et également les problématiques de capacité de freinage et de traction insuffisante.

- **Il existe présentement beaucoup d'équipements et d'accessoires qui ont été développés par des entreprises ou les exploitants dans le but de rendre plus fonctionnels, mais aussi plus sécuritaires ces différents éléments. Entre autres, on parle de structure de protection non certifiée et de système de freinage sur la remorque. Par contre, aucune solution n'a été validée.**

- Certains propriétaires équipent leurs véhicules d'une structure de protection pour se protéger contre le fouettage de branches, la chute d'objet et se protéger également en cas de renversement. Cependant, ce type de protection ne corrige pas le problème des renversements à la source. Il existe aussi présentement différents systèmes de roulement et de traction adaptables au VTT, et qui semblent améliorer la stabilité de ceux-ci, mais jusqu'à maintenant personne n'a pu valider ces hypothèses. Plusieurs analyses sur la stabilité des VTT en opérations récréatives ont été retrouvées dans la littérature, mais aucune étude se rattachant à la stabilité de ces véhicules en opérations forestières n'est disponible, à l'exception de celle de Owen (Owen, 1992) sur l'utilisation du VTT sur la ferme qui se rapproche de la problématique de la présente étude.

- Lors des différentes visites, on a pu remarquer des différences de comportement entre les gens ayant reçu un minimum de formation sur la planification des activités et l'utilisation des équipements, et ceux n'ayant reçu aucune formation.

En fait, les activités de planification des opérations et les aspects comportementaux des opérateurs sont les deux éléments qui ont probablement le plus d'impact sur la sécurité des activités, et ceci presque indépendamment des équipements utilisés. Une bonne formation des exploitants et des travailleurs permettrait de limiter le nombre de risques auxquels ils s'exposent.

De plus, tout en respectant la dynamique actuelle de développement, en tenant compte du fait encore une fois que les utilisateurs aiment à adapter eux-mêmes les équipements à leurs besoins spécifiques et ce, avec peu de moyen et en utilisant les ressources locales, il y aurait intérêt à fournir des repères pour la conception des différents aménagements et équipements requis ainsi que des guides de réalisation.

Dans ce contexte, un projet de recherche et de développement pourrait se donner les quatre orientations suivantes :

- A) **Poursuivre des études théoriques et pratiques sur la stabilité des VTT, avec et sans remorque**, afin de générer des critères permettant d'évaluer la pertinence de certains équipements et d'améliorer la formation. Ces activités viseraient principalement à faire ressortir les facteurs responsables des renversements, et à élaborer et valider des solutions pour améliorer la stabilité. Ces activités s'adresseraient aux deux types de renversements longitudinaux et latéraux, et les résultats seraient intégrés aux programmes de formation existants.

- B) **Élaborer des activités de validation des solutions existantes dans l'objectif de vérifier, de tester et de démontrer les possibilités et les limites des divers équipements, pour ensuite établir des repères ou des guides de conception** qui seraient mis à la disposition des exploitants pour leur permettre de les concevoir eux-mêmes.

Ces activités viseraient principalement les systèmes ou les équipements suivants ayant été jugés critiques et essentiels suite à cette étude : **le cadre de protection intégrant un système de rangement d'accessoires et les garde-pieds**. Pour ces différents systèmes, les activités suivantes seraient réalisées :

- répertorier les équipements existants;
- réaliser des sondages comparatifs pour préciser et valider le besoin, et y associer des concepts;

- réaliser des essais comparatifs de base;
 - établir des repères de conception pour diffusion.
- C) Développer par une conception nouvelle ou en améliorant les concepts existants, un système de freinage simple, abordable, fonctionnel, sécuritaire et facilement adaptable aux remorques de débardage. Pour le développement de ce système, jugé également critique et essentiel pour limiter les risques identifiés, les activités suivantes seraient réalisées :**
- répertorier les équipements existants;
 - concevoir le système;
 - réaliser le ou les prototypes;
 - valider la conception.
- D) Identifier et analyser les stratégies de travail les plus sécuritaires avec les équipements présentement disponibles, mais aussi celles qui seront issues du futur projet dans le but d'alimenter et d'améliorer le contenu des programmes de formation actuellement dispensés par les associations et regroupements forestiers.**

6. RÉFÉRENCES

Publications scientifiques citées

HÉBERT, F., CLOUTIER, E., MASSICOTTE, P., LEVY, M., Les accidents de travail survenus en 1994 dans l'industrie forestière. Analyse de scénarios d'accidents à partir des dossiers d'accidents (ADR) de la CSST, 1997.

CADORETTE, P., LAMARCHE, G., DUNNIGAN, J., DANSEREAU, J.P., (1993) Guide d'utilisation du véhicule tout-terrain pour la production de bois long, Office des producteurs de bois de la région de Québec, 1993.

CONINX, P. All-terrain vehicles. Disturbing accidents reports mar the ATV's "Family Fun" image, Protect Yourself, juin 1986.

DAHLE, J.L., (1987) Occupant Protection for All-Terrain Vehicles, The Engineering Society for Advancing Mobility Land Sea Air and Space, SAE Technical Paper Series 871920, Presented at Passenger Car Meeting and Exposition, Dearborn, Michigan, 19-22 octobre 1987.

DUNNIGAN, J. (septembre 1990) J.M.S. Rin-Type Traction Chains for All-Terrain Vehicles (ATVs), Institut canadien de recherches en génie forestier, Field Note No.: Skidding/Forwarding-15, 2 p.

DUNNIGAN, J., BEAULIEU, L., FOLKEMA, M.P. (1987) Les véhicules tout-terrain pour le travail en forêt, Institut canadien de recherches en génie forestier, Forêt privée, Fiche technique FT-109, novembre 1987.

HUNTER, A.G.M. (1989) Vehicle Design for Stability on Slopes, Agricultural Engineer, Winter 1989, p. 115-119.

JOHNSON, F.H., WRIGHT, R.R., CARPENTER T.G., NELSON, R. (1991) A Safer ATV, Engineering Society for Advancing Mobility Land Sea and Space, SAE Technical Paper Series 911945, présenté au Passenger Car Meeting and Exposition, Nashville, Tennessee, 16-19 septembre, 1991.

- LAMARCHE, G., DANSEREAU, J.P., RODRIGUE, S., LÉTOURNEAU, Y., DUNNIGAN, J., VÉZINA, M. (1991) Cours de transport de bois avec des équipements légers à l'intention des propriétaires de forêts privées, Guide de l'étudiant, Office des producteurs de bois de la région de Québec et Syndicat des producteurs de bois de la Beauce, octobre 1991.
- McKNIGHT, R.H., HETZEL, G. H. (1986) All-terrain vehicle deaths and injuries on U.S. farms, American Society of Agricultural Engineers, Paper No. 86-5019.
- NORDFJELL, T. (1996) ATV'S and Work Safety, Small Scale Forestry, Department of Forest Extension Swedish University of Agricultural Sciences, Sweden, 17 p.
- NORDFJELL, T. (1995) ATVs In Forestry: Risk of Accidents, Ergonomic Problems and Possible Solutions, The Swedish University of Agricultural Sciences, Faculty of Forestry, Department of Operational Efficiency, Research Notes No. 283, 52 p.
- OWEN, G.M. (1992) ATV Selection and Safety, The Scottish Agricultural College, Technical Note T-315, 3 p.
- OWEN, G.M., HUNTER, A.G.M. et HUNTER E.A. (1993) Braking and Overturning Stability of All-Terrain Vehicles with Trailed and Mounted Loads, and Review of Guidelines, Scottish Centre of Agricultural Engineering, SAC and Scottish Agricultural Statistics Services, HSE Contract Research Report No. 52/1993, 37 p.
- Performance Criteria for Rollover Protective Structures (ROPS) for Construction, Earthmoving, Forestry and Mining Machines-SAE J1040 février 1986, 1987 SAE Handbook, 1987.
- prEN 292 (1991) Sécurité des machines - Principes fondamentaux, principes généraux de conception, Comité Européen de Normalisation, (1991).
- PIZIALI, R.L. et all. (1992) Evaluation of an Occupant Protection System For All-Terrain Vehicles, The American Society of Mechanical Engineers, novembre 1992, 7 p.
- Rollover Protective Structures (ROPS) for Wheeled Agricultural Tractors-SAE J1194 mai 1989, 1995 SAE Handbook, vol. 3, 1995.

SPRINGFELDT (1996) Rollover of Tractors - International Experiences, Permagon, Safety Science, Vol. 24, No. 2, p.95-110, 1996.

STEPHANS, R.A., TALSO, W.W. (1993) System Safety Analysis Handbook, s.l., System Safety Society, 489 p.

TORMOEHLEN, R.L., SHELDON, E.J. (1996) ATV Use, Safety Practices, and Injuries among Indiana's Youth, Journal of Safety Research, Vol. 27, No. 3.

WEIR, D.H., ZELLNER, J.W. (1986) An Introduction to the Operational Characteristics of All-Terrain Vehicles, In : Operational Characteristics of Recreational Vehicle Dynamics, SP-660 Society of Automotive Engineers Inc., février 1986.

WRIGHT, R.R., CARPENTER, T.G., (1987) Lateral and Longitudinal Stability of ATV's, American Society of Agricultural Engineers, Paper N° 87-5005, présenté au 1987 Summer Meeting, Baltimore, MD, 28 juin au 1er juillet, 1987.

Brevets

BROWN, R.K., CONNER, J., CROOKES, W.E., PURCELL, W.F., THOMPSON, R.D., WOODS, T.W., WRIGHT, D.L. (1983) Suspended Operator Station, Brevet US No.: 4392546.

COLLINS, G.B. (1995) ATV Ramp Unit For a Pickup Truck, Brevet US No.: Des. 360729.

JONES, J.C. (1988) Device For The Prevention of Vehicular Overturn of All-Terrain Vehicles, Brevet US No.: 4772037.

KINCHELOE, D. (1990) Roll Cage for Personal Motorized Vehicles, Brevet US No.: 4973082.

SMITH, M.L. (1987) Trailer for All-Terrain Vehicle, Brevet US No.: 4683970.

TATARCZUK, G. (1989) All-Terrain Vehicule Attachment, Brevet Canadien No.: 1260842.

Autres documents consultés

Note: les références en italique proviennent de la référence des documents scientifiques

AMERICAN SUPPLIER INSTITUTE (1991) Déploiement de la fonction qualité, Manuel de formation, Dearborn MI, ASI, 300 p.

ANONYME (février 1996) Nouvelle remorque pour VTT, Forêts de chez nous, p. 25.

ANONYME (janvier 1996) Le VTT pour le débardage du bois : la réconciliation entre David et Goliath, Forêts d'aujourd'hui, p. 18.

ANONYME (novembre 1995) Petit débardeur de conception Québécois, Forêt de chez nous.

ANONYMOUS (septembre 1994) ATV Safety for Farmwork, recreation, Safe Farm, Ames, Iowa, 2 p.

ARAKI, D. (novembre 1995) Selective Harvesting Using an ATV Skidder With a Trailer-Mounted Winch, Institut canadien de recherches en génie forestier, Field Note No.: Skidding Forwarding-31, 2 p.

AYERS, P. D. "Data Gathering Techniques to accurately Direct a Farm Safety Program." Transactions of the American Society of Agricultural Engineers. 1989; 32(2) : p. 443-446.

BOISVERT, H. (janvier 1994) Utilisation du VTT pour la récolte de bois en forêt privée, Le progrès forestier, p. 26, 28, 43.

CARPENTER, F.H., WRIGHT, R.R. (1991) A Safer ATV, Transaction of the Passenger Car Meeting and Exposition, The Engineering Society For Advancing Mobility Land Sea Air and Space, 16-19 septembre, 1991, 12 p.

CLAUSING, D., HAUSER J.R. (mai/juin 1988), "The house of quality", Harvard business review, Boston Ma, p. 63 à 73.

CLAUSING, D., PUGH, S. (février 1991) "Enhanced Quality Function Deployment", Proceedings of Design Productivity International Conference, Honolulu, Hawaii.

CSST, « Un renversement de tracteur... c'est si vite arrivé », 1994, 1 p.

- DUNNIGAN, J. (janvier 1993) *Le câble tressé en KEVLAR : essai lors du débardage du bois à l'aide d'un VTT*, Institut canadien de recherche en génie forestier, *Communiqué technique No.: Débardage-22*, 2 p.
- DUNNIGAN, J. (janvier 1994) *Les supports de chargement et le mât à treuil manuel : deux accessoires pour le chargement de bois long sur une petite remorque*, Institut canadien de recherche en génie forestier, *Communiqué technique No. Débardage-26*, 2 p.
- DUNNIGAN, J. (juin 1988) *The "YETI" and the "IDEAL TRACTION": ATV Attachments for Winter Forwarding on Small Woodlots*, Institut canadien de recherche en génie forestier, *Field Note No.: Skidding Forwarding-5*, 2 p.
- DUNNIGAN, J. (juin 1992) *Self-Loading for Skidding Long Lengths With an ATV (Prototype)*, Institut canadien de recherche en génie forestier, *Field Note No.: Skidding Forwarding-21*, 2 p.
- DUNNIGAN, J. (septembre 1990) *Essais de la remorque autochargeuse J.M.S. pour véhicule tout-terrain (VTT)*, Institut canadien de recherche en génie forestier, *Communiqué technique No. Débardage-14*, 2 p.
- FORD MOTOR COMPANY (1989), QED awareness seminar, s.l. , Ford motor company, 66 p.
- Forestry Commission Technical Development Branch, Report 2/94, "Equipment for All-Terrain Cycles", 1994.
- Forestry Commission Technical Development Branch, Report 25/93, "The Gorge Trial: A Case Study of Small Scale Extraction Techniques", 1993.
- Innovations - Des bûcherons écolos? », Québec Science, avril 1996, p. 41.*
- LEMAY, E. (1995) Intégration de l'analyse fonctionnelle à un processus de réalisation de produits selon l'approche de l'ingénierie simultanée, Mémoire de maîtrise, Université de Sherbrooke, 222 p.
- MELGREN P.G. (1980) *Terrain Classification for Canadian Forestry*, Institut Canadien de recherche en génie forestier et Association Canadienne des Producteurs de Pâtes et Papier, décembre 1980.
- Performance Criteria for Rollover protective Structures (ROPS) for Construction, Earthmoving, Forestry, and Mining Machines-SAE J1040 mai 1994, 1995 SAE Handbook, vol.3, 1995.

PUGH, S. (1990) Total Design - Integrated Methods for Successful Product Engineering,
England, Addison-Wesley Publishing Company, 278 p.

ANNEXE A

RÉSUMÉ DES OBSERVATIONS ET DISCUSSIONS LORS DES VISITES

RÉSUMÉ DES OBSERVATIONS ET COMMENTAIRES RECUEILLIS LORS DES VISITES

Sur huit véhicules observés, les équipements étaient les suivants :

- un avait des chenillettes et du liquide lave-glace ainsi que des chaînes douces aux roues avant;
- un autre avait un ensemble supplémentaire de roues motrices à l'arrière et des pneus à chevron sur les six roues;
- un avait des chaînes douces aux roues arrière;
- quatre avaient un cadre de protection.

Observations et commentaires sur les freins des VTT :

- les freins à disques sont plus efficaces que les freins à tambours, car ils s'encrassent moins;
- les freins à tambour des VTT ne fonctionnaient plus, car ils étaient plein de boue;
- on a observé des freins à main mécaniques ajoutés au niveau de la transmission d'un VTT (Polaris Magnum 6X6);
- tous admettent que les freins à main sont insatisfaisants;
- presque tous les opérateurs admettent que les freins des VTT sont insuffisants pour retenir la remorque chargée en descente;
- tous ceux qui ont des transmissions de VTT sans courroie disent utiliser la compression du moteur pour contrôler la descente.

Nous avons aussi pu observer deux types de rampes pour monter et descendre le VTT d'une camionnette.

Sur l'usage des mélanges lave-glace/calcium :

- certains ont dit l'utiliser l'hiver afin d'améliorer la traction;
- plusieurs ont mentionné que l'usage du lave-glace aux roues avant entraîne de grandes difficultés à diriger le VTT à de hautes vitesses;
- un autre a mentionné qu'à 70 km/h le VTT devient incontrôlable.

Les utilisateurs ont aussi mentionné que l'usage des chaînes doit être limité aux chaînes douces, car les chaînes à anneaux brisent la « machine ».

Sur l'usage des chenillettes :

- une personne a mentionné qu'elles requièrent beaucoup de puissance du VTT et ainsi ce dernier ne peut circuler aussi rapidement;
- on a observé que l'usage des chenillettes rend la progression plus douce et ne nécessite pas de donner des élans pour passer par-dessus des obstacles, ce qui réduit la propension aux renversements;
- les chenillettes requièrent, en plus de leur largeur naturelle, d'élargir la portée latérale du VTT, ce qui permet d'améliorer la stabilité latérale.

Des sept personnes interrogées sur la pertinence des cadres de protection, on a eu les réponses suivantes :

- trois ont vanté leurs mérites à titre de ROPS et de FOPS, ainsi que contre le fouettage des branches;
- un a mentionné que c'est un élément de sécurité important, mais qu'il hésite à l'utiliser à cause de sa grande taille et de son habitude de conduire dans la position debout;
- trois ont mentionné que ce serait utile contre les intempéries, mais que par contre, ce serait accrochant dans les arbres et surtout dans les tubes des érablières;
- certains ont aussi mentionné que ce serait peut-être encombrant pour monter et descendre du VTT.

Au sujet des remorques :

- toutes les remorques observées étaient équipées de quatre roues installées en tandem de deux;
- certaines avaient un timon pivotant;
- lors de l'observation d'un chargement le long d'un sentier en descente, la remorque descendait par douces secousses malgré l'application du frein à main régulier du VTT, en plus du frein auxiliaire installé au niveau de la transmission;
- une remorque avait les roues avant du tandem plus grandes afin de mieux surmonter les obstacles;
- une seule avait des freins contre l'avance libre;
- le besoin de freins sur la remorque n'est pas ressenti avec la même intensité dans chacun des sites visités : certains voient qu'ils seraient quelques fois commodes, d'autres, comme un besoin pressant selon la géographie de terrain, le type d'exploitation, etc.;
- le prix est un facteur décisif;
- l'usage de freins électriques n'est pas favorisé à cause de la fragilité des connections et des fils qui sont accrochés par les branches.

Sur le cabrage et le renversement latéral :

- aucun n'a mentionné avoir dangereusement cabré;
- on a pu observer deux quasi-renversements latéraux dont un a été stoppé par l'opérateur qui a mis un pied par terre;
- certains ont donné des récits de renversements arrière et latéraux (sans blessure) lors du chargement du VTT dans une camionnette;
- un estime que la présence du cadre a évité des blessures graves et peut-être la mort lors d'un renversement arrière en montant dans la camionnette;
- certains ont relaté des mises en situation de cabrage et de renversement :
 - par manque de frein ou d'un système anticabrage qui répartirait mieux la charge aux roues du VTT;
 - par impossibilité de retenir une charge arrêtée dans une pente en montant;
 - difficulté de contrôler la descente de la charge dans une pente, etc.

On a pu aussi observer l'utilisation d'un cadre pour passer dans des tallus d'aulnes.

Au sujet d'un dispositif anticabrage :

- un seul VTT avec « Garp Hitch » a été observé : on mentionne qu'il aide à la traction et bloque le cabrage;
- il s'installe sur le Polaris 425, seulement;
- l'usage d'un dispositif anticabrage plus universel est souhaité. Il serait doublement apprécié s'il permettait aussi une meilleure traction.

Les opérations observées ont été principalement du débardage et du débusquage :

- démonstration du débusquage d'un tronc entier et de billes à l'aide d'un cône de débusquage et d'un câble de Kevlar attaché à la boule du VTT;
- débusquage qu'on pourrait qualifier de « léger » à l'aide d'un câble attaché au panier arrière du VTT;
- débusquage de billes de 12 et de 16 pieds au moyen d'un treuil installé sur le VTT et télécommandé;
- arche de débusquage en opération;
- débardage de bois de pulpe et de billes de 8 à 16 pieds.

Au sujet des protège-pieds :

- tous les VTT observés, à part deux, avaient des marche-pieds/repose-pieds. Certains étaient d'origine artisanale, d'autres étaient achetés;
- La conception d'un repose-pieds pouvait faire en sorte que le pied reste pris en descendant du VTT;

- Certaines branches pouvaient passer par les trous de nettoyage de certains repose-pieds;
- Certains repose-pieds s'accommodent mal avec les pédales du VTT. Ils gênent ces commandes;
- Les côtés doivent être protégés;
- Les repose-pieds ajoutés pour une deuxième personne peuvent être accrochants;
- Le repose-pied se nettoie mal quand son fond est lisse, sans ouverture pour laisser tomber la neige, la boue et les débris.

ANNEXE B

RÉSULTATS DE L'ANALYSE DES RISQUES

SOMMAIRE

Cette annexe présente les tableaux synthèses des risques identifiés inhérents à l'utilisation des VTT en opérations forestières.

Les risques identifiés ont été classifiés selon la description des risques proposée dans la norme européenne EN 292-1 « *Sécurité des machines - Principes fondamentaux, Principes généraux de conception* ». Cette classification aborde les risques selon leur nature. On retrouve donc généralement des risques de nature mécanique, des risques engendrés par le bruit et les vibrations, par les matériaux et produits, et enfin, des risques engendrés par le non-respect des principes ergonomiques.

Toutefois, dans le cadre de cette étude, seuls des risques de nature mécanique et des risques engendrés par le non-respect des principes ergonomiques ont été observés et rapportés dans les tableaux qui suivent. L'ensemble des risques identifiés ont été rattachés à leurs causes. Il est à noter cependant qu'aucune évaluation de la probabilité d'occurrence et de la gravité des conséquences des risques n'a été réalisée dans le cadre de cette étude.

TABLEAU 1 : RISQUES DE NATURE MÉCANIQUE

Types de risques	Risques identifiés	Causes possibles	Potentiels de danger
Risques d'écrasement et/ou Risques de chocs	Renversement latéral	Perte de contrôle de la direction	<ul style="list-style-type: none"> • Fatigue de l'opérateur • Circulation à haute vitesse • Opérateur inexpérimenté
		Temps de réaction trop long	
		Virage sur sol incliné ou inégal	<ul style="list-style-type: none"> • Circulation sur des terrains en pente • Obstacle au sol
		Freinage inégal	<ul style="list-style-type: none"> • Circulation à haute vitesse • Usure inégale des freins
		Glissement dans une dépression du terrain ou arrêt brusque sur un obstacle latéralement	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvaise adhérence des roues avant en virage • Profil des pneus inadéquat • Pression inadéquate dans les pneus • Attention divisée entre pilotage et rétrovision • Circulation près de fossés et de dépressions • Mauvaise visibilité • Conditions environnementales difficiles • Sol glissant • Circulation sur plan d'eau gelé (bris de la glace)
		Stabilité insuffisante	<ul style="list-style-type: none"> • Charge non équilibrée
		Glissement lors de la montée ou la descente du camion, ou de la remorque de transport	<ul style="list-style-type: none"> • Visibilité réduite des rampes de chargement • Mauvais espacement des rampes de chargement
		Défaillance mécanique de la conduite	
		Perte de contrôle d'une remorque	<ul style="list-style-type: none"> • Freinage inadéquat • Pente abrupte • Mauvaise répartition du freinage entre le tracteur et la remorque • Mauvaise conception de l'attache entre le VTT et la remorque (ex. : timon non pivotant)
	Renversement vers l'arrière (cabrage)	Défaillance mécanique	

Types de risques	Risques identifiés	Causes possibles	Potentiels de danger
Risques d'écrasement et/ou Risques de chocs (suite)	Renversement vers l'arrière (cabrage) (suite)	Blocage de la charge tractée	<ul style="list-style-type: none"> • Attache de remorquage trop haute • Circulation sur terrain encombré (souches...) • Absence de contrepoids à l'avant • Débusquage avec câble ou chaîne sans cône (obstacle bloquant la charge) • Clairance au sol insuffisante • Accrochage des chaînes de traction sur pierre ou racine
		Charge trop lourde	<ul style="list-style-type: none"> • Pente abrupte (montée et descente) • Déplacement du CG (vers le haut et/ou l'arrière) par l'ajout d'équipements • Attache de débardage ou de débusquage trop haute • Absence de contrepoids à l'avant • Accrochage des chaînes de traction sur pierre ou racine
		Départ brusque	<ul style="list-style-type: none"> • Pente abrupte (montée)
		Arrêt brusque	<ul style="list-style-type: none"> • Accrochage de la structure de protection sur obstacle (mauvaise optimisation des angles de la structure)
		Pente de montée pour chargement sur camion ou remorque de transport trop élevée	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvaise conception des rampes de chargement
		Déplacement inattendu du camion ou de la remorque de transport	
		Charge de remorque mal équilibrée (poids vers l'avant)	
	Renversement vers l'avant	Arrêt brusque	<ul style="list-style-type: none"> • Collision contre obstacle (souche, etc.) • Charge trop lourde qui pousse lorsque le VTT est bloqué sur un obstacle • Freinage avant sévère
	Mise en portefeuille	Charge qui pousse le VTT dans une descente	<ul style="list-style-type: none"> • Capacité de freinage insuffisante • Charge trop lourde • Traction insuffisante • Bris d'une composante du VTT (défaillance mécanique)
		Charge tire le VTT vers l'arrière dans une montée	

Types de risques	Risques identifiés	Causes possibles	Potentiels de danger
Risques d'écrasement et/ou Risques de chocs (suite)	Écrasement de l'opérateur par le VTT (renversement, cabrage, mise en portefeuille)	Éjection de l'opérateur hors du poste de conduite lors d'un renversement	
		Absence de structure de protection	• Absence de structure de protection
		Déformation excessive ou bris de la structure de protection	
		Renversement complet	
	Choc d'une personne contre la structure de protection	Arrêt brusque	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvaise conception de la structure de protection • Absence de ceinture de sécurité
		Renversement à haute vitesse	<ul style="list-style-type: none"> • Crevaison • Ballottage-rouli • Freinage mal contrôlé ou inadéquat • Chaînes sur roues • Pneu + calcium • Virage différentiel
		Embarquement et débarquement du VTT	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvaise conception de la structure de protection • Mauvaise conception du marchepied ou du garde-pieds
	Choc ou écrasement d'une personne par des objets	Fouettage de branches	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvaise planification • Absence de structure de protection (avec grillage arrière et toit plein, entre autres)
		Retour de la charge débardée	<ul style="list-style-type: none"> • Absence de structure de protection • Négligence d'attacher la charge
		Fouettage par câble de treuil qui casse en tentant de tirer une charge ou de se déprendre	<ul style="list-style-type: none"> • Câble inadéquat • Méthode inadéquate
		Fouettage par câble ou chaîne de débusquage qui casse	<ul style="list-style-type: none"> • Absence de structure de protection • Équipements inadéquats
		Chute d'objets	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvaise planification • Absence de structure de protection
	Choc ou écrasement d'une personne par les équipements (remorque ou arche, etc.) ou accessoires (scie mécanique, crochets, levier d'abattage, etc.)	Personne à proximité des équipements	<ul style="list-style-type: none"> • Travail à plusieurs personnes

Types de risques	Risques identifiés	Causes possibles	Potentiels de danger
Risques d'écrasement et/ou Risques de chocs (suite)	Choc ou écrasement d'une personne par les équipements (remorque ou arche, etc.) ou accessoires (scie mécanique, crochets, levier d'abattage, etc.) (suite)	Projection d'accessoires lors d'arrêts brusques ou de renversements	<ul style="list-style-type: none"> • Accessoires mal rangés • Mauvaise localisation des accessoires • Mauvais système de fixation des accessoires
		Erreurs de communication et de coordination	<ul style="list-style-type: none"> • Bruit excessif
	Écrasement ou accrochage d'une personne par le VTT en mouvement	Mauvaise visibilité	<ul style="list-style-type: none"> • Structure de protection trop encombrante (visuellement) • Mauvais éclairage
		Chute d'une personne transportée	<ul style="list-style-type: none"> • Transport de passagers
		Erreur de conduite	<ul style="list-style-type: none"> • Fatigue de l'opérateur • Attention divisée entre pilotage et rétrovision
		Erreurs de communication et de coordination	<ul style="list-style-type: none"> • Bruit excessif
		Malaise de l'opérateur	<ul style="list-style-type: none"> • Opérateur en mauvaise santé • Fatigue de l'opérateur
		Frein de stationnement non engagé	<ul style="list-style-type: none"> • Frein de stationnement défectueux ou inefficace
		Mouvement intempestif du VTT	<ul style="list-style-type: none"> • VTT laissé en marche sans conducteur • Démarrage du moteur en dehors du poste de contrôle • Possibilité de démarrage avec transmission engagée
	Écrasement ou d'une personne entre le VTT ou un équipement, et un autre objet	Mauvaise visibilité	<ul style="list-style-type: none"> • Structure de protection trop encombrante (visuellement) • Mauvais éclairage
		Vitesse excessive	
		Erreur de conduite	<ul style="list-style-type: none"> • Fatigue de l'opérateur • Attention divisée entre pilotage et rétrovision
		Frein de stationnement non serré à l'arrêt	<ul style="list-style-type: none"> • Frein de stationnement défectueux ou inefficace

Types de risques	Risques identifiés	Causes possibles	Potentiels de danger	
Risques d'écrasement et/ou Risques de chocs (suite)	Écrasement ou d'une personne entre le VTT ou un équipement, et un autre objet (suite)	Mouvement intempestif du VTT	<ul style="list-style-type: none"> VTT laissé en marche sans conducteur Démarrage du moteur en dehors du poste de contrôle Possibilité de démarrage avec transmission engagée 	
		Erreur de communication	<ul style="list-style-type: none"> Bruit excessif 	
		Personne à proximité du tracteur	<ul style="list-style-type: none"> Travail à plusieurs 	
	Collision avec un autre véhicule	Vitesse excessive		
		Défaillance mécanique		
		Erreur de conduite	<ul style="list-style-type: none"> Fatigue de l'opérateur Attention divisée entre pilotage et rétrovision Circulation fréquente sur voies rapides 	
		Mauvaise visibilité	<ul style="list-style-type: none"> Structure de protection trop encombrante (visuellement) Mauvais éclairage Intersections inadéquates (planification des routes ...) 	
	Risques de chute ou de glissade de personnes	Chute lors de l'accès ou de la descente au poste de conduite	Glissade sur le marchepied	<ul style="list-style-type: none"> Fréquentes montées et descentes du poste de conduite Mauvaise conception des marchepieds (garde-pieds) Présence de glace, neige, boue sur le marchepied ou garde-pieds
Pied pris dans un endroit exigu			<ul style="list-style-type: none"> Marches glissantes Marches endommagées Mauvaise conception des marchepieds ou des garde-pieds 	
Saut du poste de conduite			<ul style="list-style-type: none"> Sol glissant 	
Risques de cisaillement, de coupure, de sectionnement et de happement	Coupures, coincement ou pincement	Manutention d'équipements et d'accessoires (remorque, arche, rampes d'accès, accessoires de manutention, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> Présence d'arêtes vives 	
	Partie du corps happée ou écrasée	Accrochage et décrochage d'équipements		

TABLEAU 2 : RISQUES ENGENDRÉS PAR LE NON-RESPECT DES PRINCIPES ERGONOMIQUES

Types de risques	Risques identifiés	Causes possibles	Potentiels de danger
Risques d'effets physiologiques sur des personnes dus à des postures défectueuses (Troubles musculo-squelettiques TMS)	Maux de cou ou de dos (lombalgie, dorsalgie, cervicalgie)	Manutention d'objets lourds dans le cadre du travail et de la préparation au travail avec le VTT	<ul style="list-style-type: none"> • Rampes d'accès trop lourdes • Remorque (ou arche) trop lourde (mauvaise répartition du poids) • VTT coincé (tente de le dépendre manuellement)
		Mouvement de torsion de la tête	<ul style="list-style-type: none"> • Conduite nécessitant la vision arrière aussi fréquente qu'à l'avant
		Mouvement de torsion du dos Effets combinés de mauvaises postures et de vibrations	