

EN003919

RAPPORT D'ENQUÊTE

VERSION DÉPERSONNALISÉE

**Accident mortel survenu à un travailleur
le 19 décembre 2010 à l'entreprise Fonderie Poitras Itée
168, rue Nilus-Leclerc à L'Islet**

Direction régionale de Chaudière-Appalaches

Inspecteurs :

Julian Samson, M.Sc.

Daniel MacLeod, ing.

Date du rapport : 19 mars 2012

Rapport distribué à :

- Monsieur **S** , Fonderie Poitras Itée;
- Comité de santé et de sécurité;
- Monsieur **W** , représentant à la prévention;
- Monsieur **X** , Syndicat des salarié-e-s de Fonderie Poitras Itée;
- Monsieur Martin Toussaint, coroner;
- Monsieur Philippe Lessard, directeur de la santé publique

TABLE DES MATIÈRES

1	<u>RÉSUMÉ DU RAPPORT</u>	1
2	<u>ORGANISATION DU TRAVAIL</u>	3
	2.1 STRUCTURE GÉNÉRALE DE L'ÉTABLISSEMENT	3
	2.2 ORGANISATION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL	3
	2.2.1 MÉCANISMES DE PARTICIPATION	3
	2.2.2 GESTION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ	3
3	<u>DESCRIPTION DU TRAVAIL</u>	4
	3.1 DESCRIPTION DU LIEU DE TRAVAIL	4
	3.1.1 POSTE DE MEULAGE	4
	3.1.2 MACHINE À MEULER	5
	3.1.3 MEULE	9
	3.2 DESCRIPTION DE L'ACTIVITÉ PRINCIPALE	9
	3.2.1 MEULAGE	9
	3.2.2 RECTIFICATION	9
4	<u>ACCIDENT: FAITS ET ANALYSE</u>	11
	4.1 CHRONOLOGIE DE L'ACCIDENT	11
	4.2 CONSTATATIONS ET INFORMATIONS RECUEILLIES	12
	4.2.1 TÉMOIGNAGES	12
	4.2.2 ABSENCE DU TENDEUR À ŒILLET	15
	4.2.3 CARACTÉRISTIQUES DE LA MEULE ÉCLATÉE	16
	4.2.4 ENTRETIEN ET PROCÉDURES DE LA MACHINE À MEULER M8003	16
	4.2.5 EXPÉRIENCE DU TRAVAILLEUR, ACCUEIL ET FORMATION	17
	4.2.6 MANUELS DU FABRICANT	18
	4.2.7 DISPOSITIONS LÉGISLATIVES, RÉGLEMENTAIRES ET NORMATIVES	20
	4.2.8 RAPPORT D'EXPERTISE	25
	4.2.9 MESURES DE VITESSE DES MACHINES À MEULER M8001 ET M8003	26

4.3	ÉNONCÉS ET ANALYSE DES CAUSES	28
4.3.1	UNE VITESSE DE ROTATION EXCESSIVE PROVOQUE L'ÉCLATEMENT DE LA MEULE	28
4.3.2	LE CARTER DE LA MACHINE À MEULER PERMET AUX ÉCLATS DE LA MEULE D'ATTEINDRE MORTELLEMENT LE MEULEUR.	29
4.3.3	LA GESTION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL DES ACTIVITÉS DE MEULAGE EST DÉFICIENTE	30
4.3.4	UNE DÉFECTUOSITÉ DE LA MEULE OU DE LA MACHINE À MEULER PROVOQUE L'ÉCLATEMENT DE LA MEULE LORS DE SON UTILISATION.	31
5	<u>CONCLUSION</u>	33
5.1	CAUSES DE L'ACCIDENT	33
5.2	AUTRES DOCUMENTS ÉMIS LORS DE L'ENQUÊTE	33

ANNEXES

ANNEXE A :	Information sur le travailleur accidenté	34
ANNEXE B :	Liste des témoins et des autres personnes rencontrées	35
ANNEXE C :	Rapport d'expertise	36
ANNEXE D :	Manuel du fabricant des machines à meuler M8004 à M8006	96
ANNEXE E	Fiche d'inspection mécanique - M8001 à M8006	110
ANNEXE F :	Procédure sécuritaire de tâche de la machine à meuler M8003	113
ANNEXE G	Table de conversion de vitesse de rotation de meule	116
ANNEXE H :	Références bibliographiques	117

SECTION 1**1 RÉSUMÉ DU RAPPORT****Description de l'accident**

Le 19 décembre 2010, un meuleur est à son poste de travail devant une machine à meuler en fonction. La meule éclate et le travailleur est projeté au sol.

Conséquences

Le travailleur décède à la suite de ses blessures.



Source : CSST

Abrégé des causes

- Une vitesse de rotation excessive provoque l'éclatement de la meule
- Le carter de la machine à meuler permet aux éclats de la meule d'atteindre mortellement l'opérateur
- La gestion de la santé et de la sécurité du travail lors des activités de meulage est déficiente

Mesures correctives

Le rapport d'intervention RAP9090819 émis le 20 décembre 2010, contient deux décisions interdisant l'utilisation de la machine à meuler impliqué dans l'accident et des autres machines à meuler similaires.

Le rapport d'intervention RAP9095572, émis le 21 décembre 2010, précise les mesures correctives nécessaires pour autoriser la reprise des activités de meulage soit :

- la conformité des machines à meuler à la norme ANSI B7.1-2000 : « Safety requirements for the use, care, and protection of abrasive wheels », notamment en ce qui concerne la présence de protecteur à déclenchement de fermeture automatique « self-closing guard »;
- l'inspection des machines à meuler par une personne compétente et le respect des instructions du fabricant notamment quant à la présence d'un registre d'inspection;
- la formation et l'information des travailleurs visés (les utilisateurs, le personnel d'entretien et le personnel de supervision).

Le rapport d'intervention RAP9090193 émis le 30 décembre 2010, autorise la reprise des travaux sur la machine à meuler au poste 8006 (et ultérieurement aux postes 8004 et 8005)

Le présent résumé n'a pas comme tel de valeur légale et ne tient lieu ni de rapport d'enquête, ni d'avis de correction ou de tout autre décision de l'inspecteur. Il ne remplace aucunement les diverses sections du rapport d'enquête qui devrait être lu en entier. Il constitue un aide-mémoire identifiant les éléments d'une situation dangereuse et les mesures correctives à apporter pour éviter la répétition de l'accident. Il peut également servir d'outil de diffusion dans votre milieu de travail.

SECTION 2

2 ORGANISATION DU TRAVAIL

2.1 Structure générale de l'établissement

Fonderie Poitras ltée, ci-après nommée Fonderie Poitras, est une entreprise spécialisée dans la fabrication de composantes fusionnées en fonte utilisées principalement dans le secteur automobile et autres types de véhicules et équipement motorisés. Située à L'Islet, l'entreprise existe depuis 1980 et emploie 60 personnes, dont 45 travailleurs d'usine.

L'entreprise a un président-directeur général. Il y a aussi un directeur d'usine et un directeur de l'entretien (maintenance). À chacun des quarts, un contremaître de production supervise les travailleurs d'usine.

Lors de l'accident, un contremaître de production supervise le quart de [...].

2.2 Organisation de la santé et de la sécurité du travail

2.2.1 Mécanismes de participation

Suivant la classification de la CSST, Fonderie Poitras œuvre dans le secteur 09 – « Première transformation des métaux ». Elle a un programme de prévention propre à l'établissement et un représentant à la prévention conformément à la Loi sur la santé et la sécurité du travail (LSST).

2.2.2 Gestion de la santé et de la sécurité

L'employeur dispose d'une politique de santé et sécurité écrite. Elle inclut notamment les règles générales en santé et sécurité appliquées dans l'établissement ainsi que les procédures en cas d'urgence. Les travailleurs sont informés de ces règles à l'embauche, lors d'une rencontre avec le directeur d'usine. Par ailleurs, il y a des procédures sécuritaires de travail et des procédures de cadenassage pour différentes activités de l'entreprise.

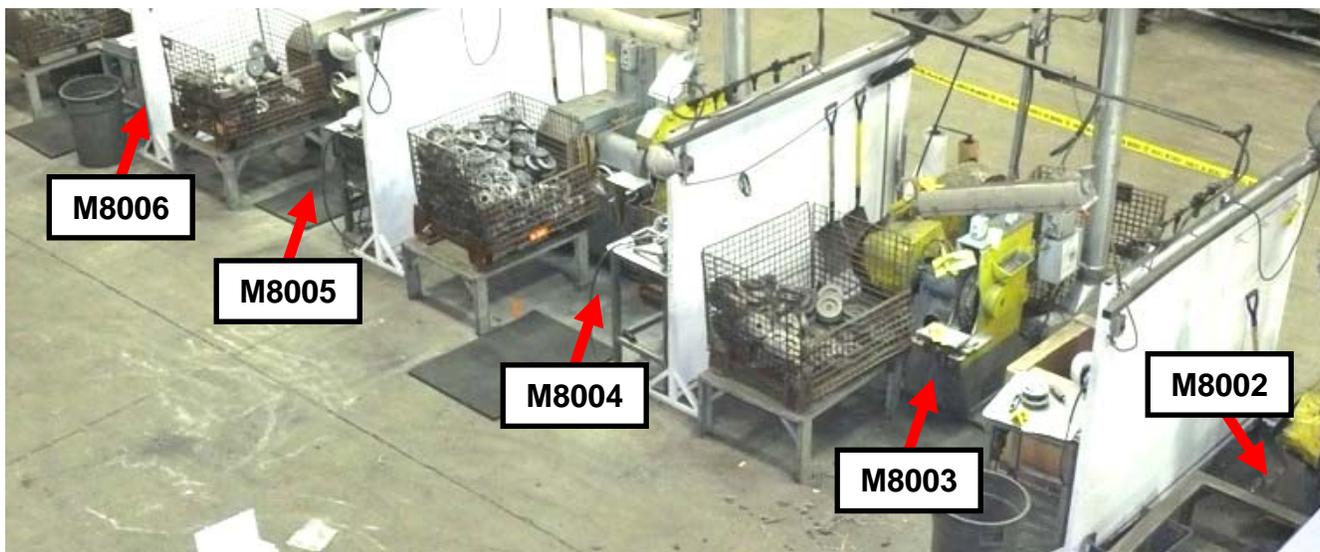
L'employeur forme les travailleurs pour les postes qu'ils occupent. La formation des opérateurs se fait par compagnonnage et par une session d'information spécifique présentée annuellement aux travailleurs. Cette formation comprend des éléments relatifs à la santé et à la sécurité.

SECTION 3**3 DESCRIPTION DU TRAVAIL****3.1 Description du lieu de travail**

L'accident est survenu chez Fonderie Poitras situé à L'Islet. Il est survenu au département de finition à l'un des six postes de meulage équipés des machines à meuler fixées au plancher (« floor stand grinder »).

3.1.1 Poste de meulage

Ce secteur du département de finition est constitué de différents postes de meulage. Six d'entre eux sont alignés côte à côte et séparés par des cloisons. Chacun de ces postes a une dimension d'environ 3 m par 3 m.



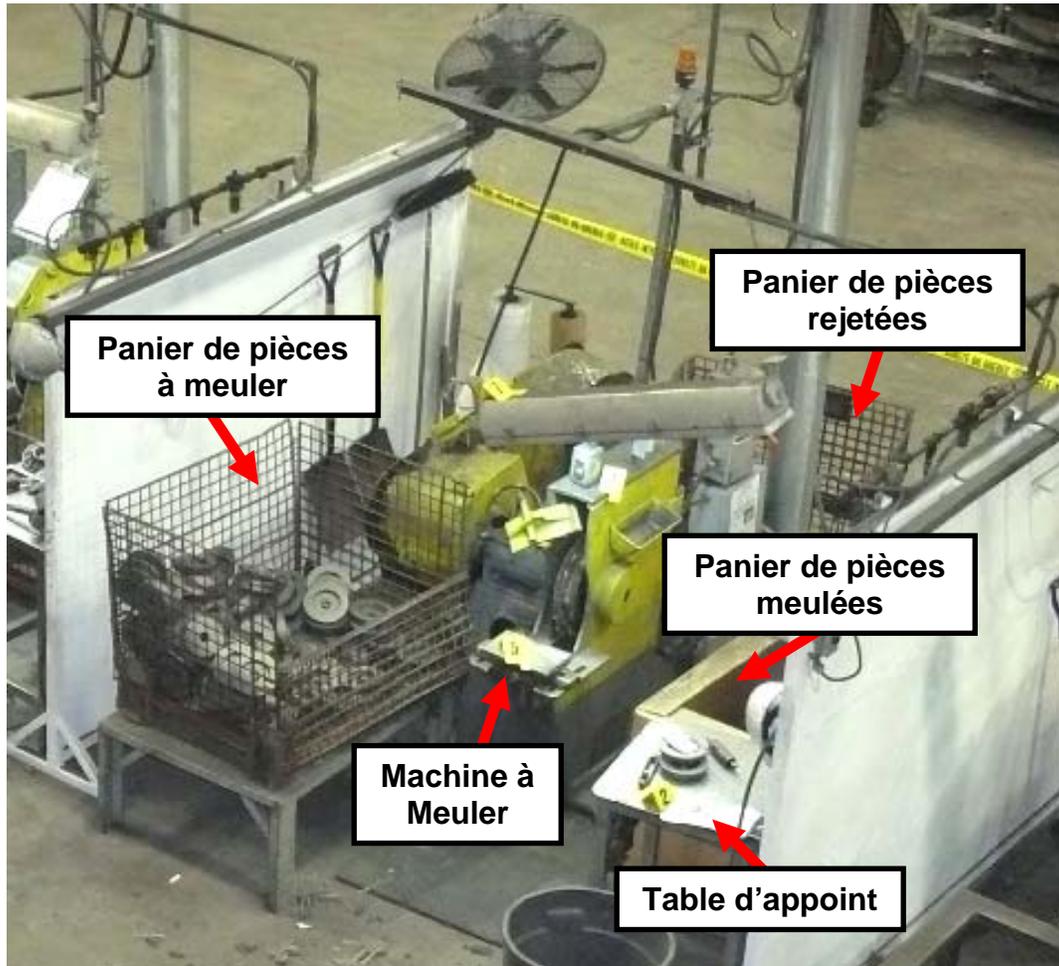
Source : CSST

Photo 1 : Postes de meulage

De façon générale, les postes de meulage ont tous la même configuration. Les machines à meuler se trouvent au centre du poste. À la gauche du meuleur qui fait face à la machine à meuler, se trouve le panier de pièces à meuler. À sa droite se trouve une table. Le panier dans lequel le travailleur dépose les pièces à meuler se trouve à l'arrière de la table. Enfin, à l'arrière de la machine à meuler, se trouve un panier pour les pièces rejetées.

3.1.2 Machine à meuler

Les machines à meuler fixées au plancher **M8001**, **M8002** et **M8003** sont de marque Fox Grinders (ci-après nommée FOX). Trois autres machines à meuler, numérotées **M8004**, **M8005** et **M8006**, sont de marque SETCO.



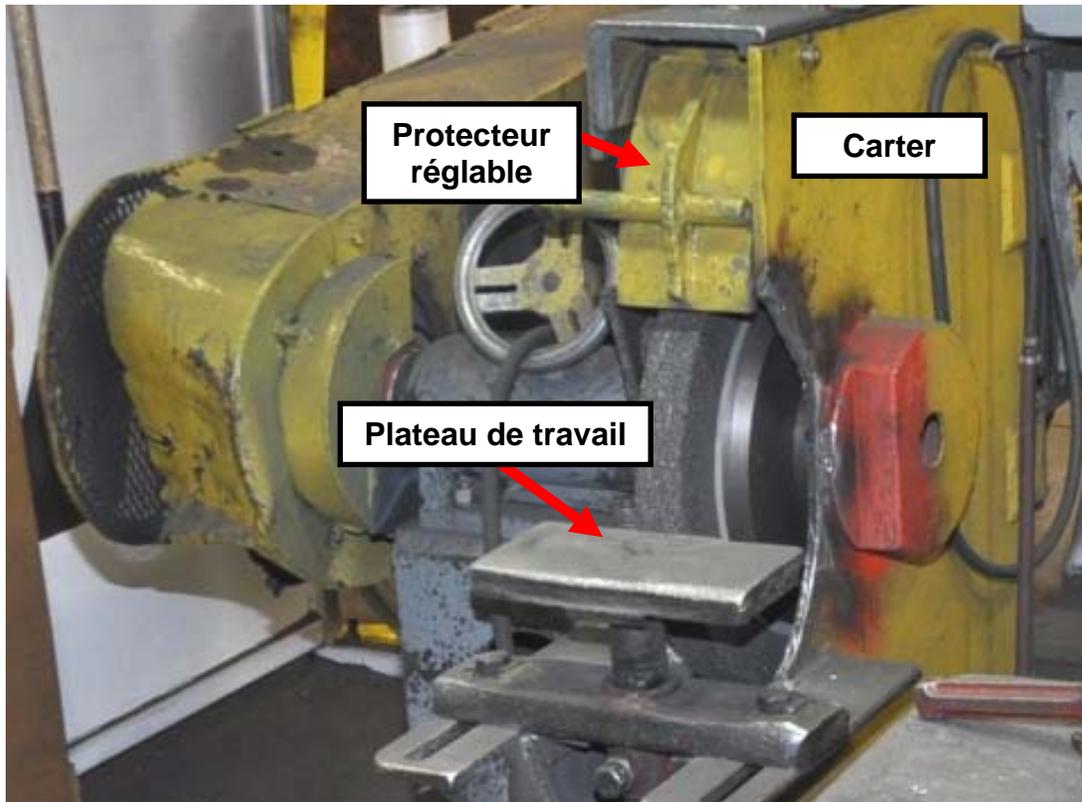
Source : CSST

Photo 2 : Poste de meulage de la machine à meuler M8003

Les machines à meuler **M8003** et **M8001** sont de modèle G50G. L'accident est survenu à la machine à meuler **M8003** dont le numéro de série est le #6754240.

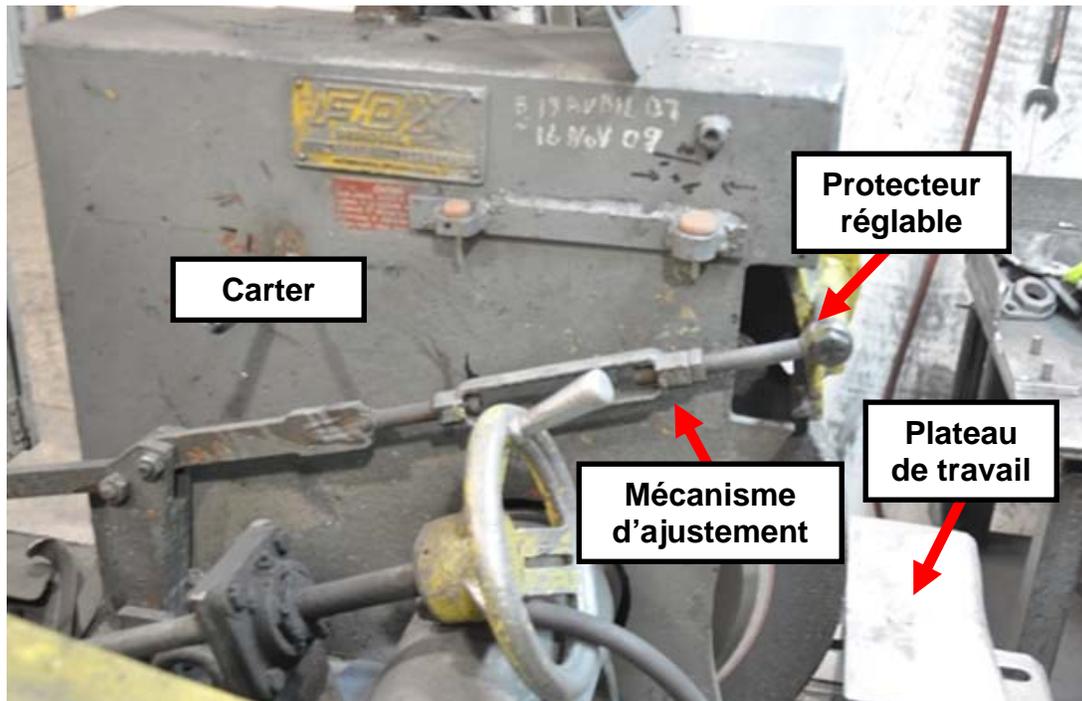
Protecteurs et composantes fixes

Sur la machine à meuler, la meule est placée à l'intérieur d'un carter qui possède une ouverture à l'avant afin de permettre l'activité de meulage. Cette ouverture est réduite par la présence d'un protecteur réglable (pare-étincelle) dans sa partie supérieure. Celui-ci est relié au moteur électrique par un mécanisme d'ajustement. Dans la partie basse de l'ouverture du carter, se trouve un plateau de travail qui doit être ajusté manuellement par les meuleurs sur la **M8001** et la **M8003**.



Source : Pyrotech

Photo 3 : Machine à meuler M8001 (non impliquée dans l'accident)

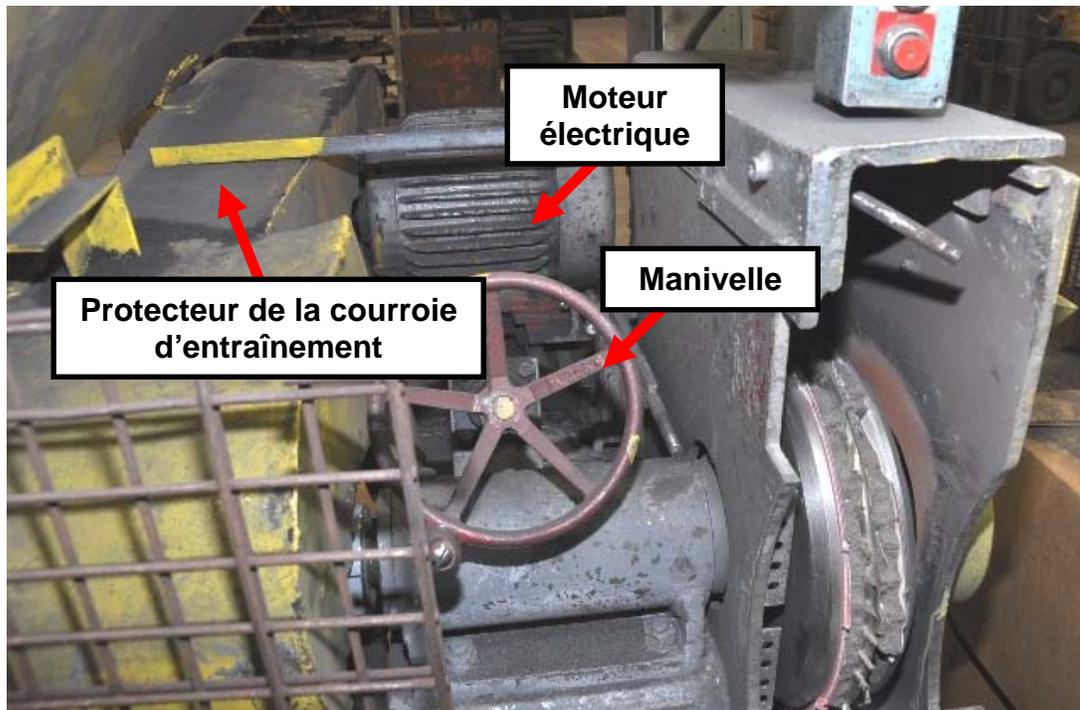


Source : Pyrotech

Photo 4 : Machine à meuler M8001 (non impliquée dans l'accident)

Mécanisme d'entraînement

La meule est entraînée par un mécanisme composé d'un moteur électrique, d'une poulie fixe, d'une courroie de transmission et d'une poulie variable.



Source : Pyrotech

Photo 5 : Vue « avant » de la machine à meuler M8003

Le moteur électrique est installé sur une base réglable reliée à une manivelle munie d'un système de vis sans fin. La rotation de la manivelle fait avancer ou reculer longitudinalement le moteur par rapport au bâti de la machine à meuler.

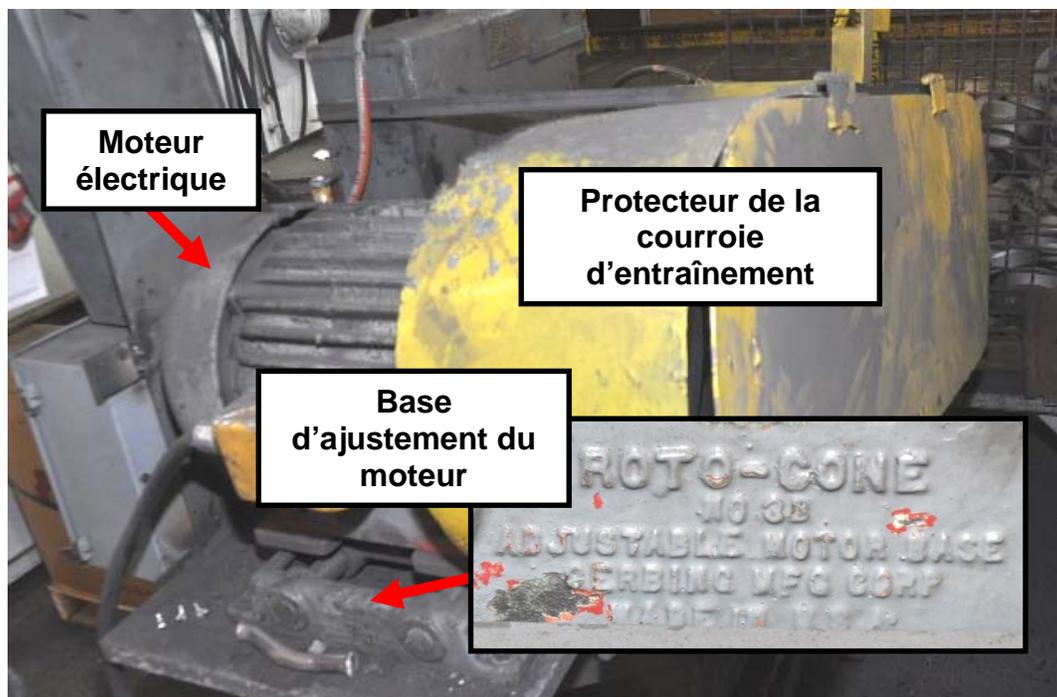
Principe de réglage du protecteur et de la vitesse

La vitesse tangentielle d'une meule est fonction de sa vitesse de rotation et de son diamètre. Cette vitesse doit être constante afin d'obtenir un meulage optimum des pièces.

Lors des activités de meulage, la meule installée sur la machine à meuler s'use, ce qui se traduit par une réduction de sa vitesse tangentielle. Ceci a également pour effet d'augmenter la distance entre la meule et le protecteur situé en partie haute de l'ouverture du carter.

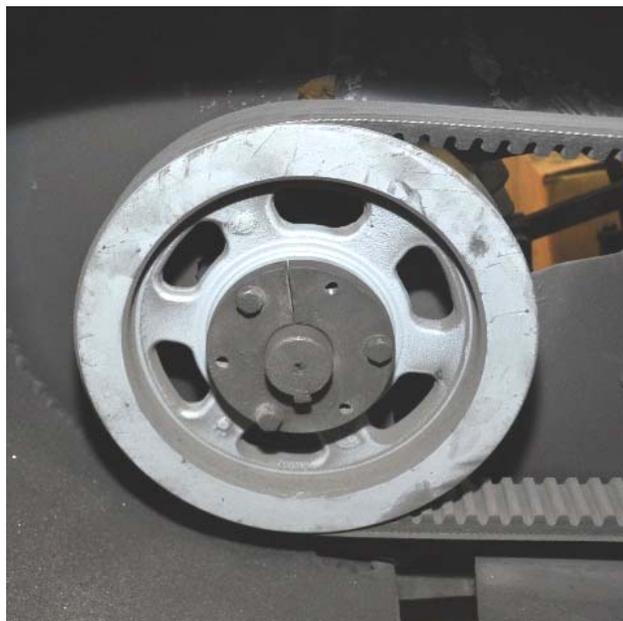
Conformément aux instructions du fabricant, le meuleur doit maintenir une distance constante entre le protecteur et la meule. Pour y arriver, il doit tourner la manivelle (voir **photo 5**) pour compenser l'usure de la meule. Cette manivelle provoque l'éloignement du moteur et approche le protecteur réglable de la meule.

Cet éloignement du moteur entraîne également le rapprochement de la courroie du centre de la poulie variable et augmente ainsi la vitesse de rotation de la meule afin de maintenir la vitesse tangentielle.



Source : Pyrotech

Photo 6 : Vue « arrière » de la machine à meuler M8003



Source : Pyrotech



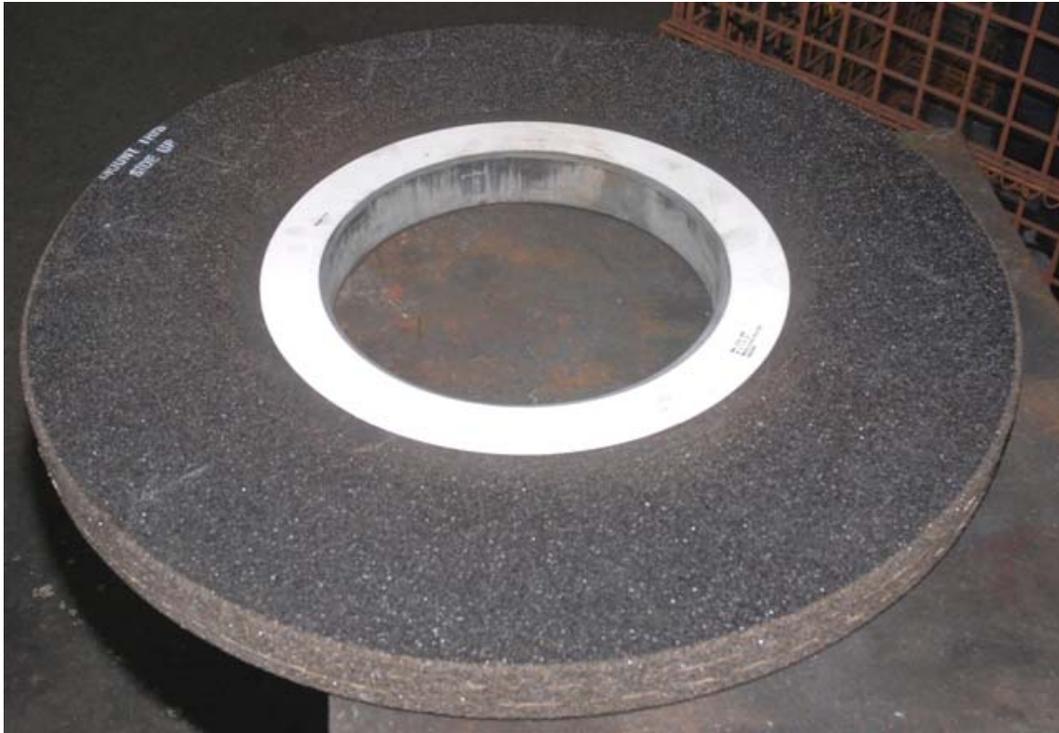
Source : Pyrotech

**Photo 7 (gauche) : Poulie « fixe » montée sur l'axe de rotation du moteur
Photo 8 (droite) : Poulie « variable » montée sur l'axe de rotation de la meule**

3.1.3 Meule

Les meules installées sur les machines à meuler M8001 à M8006 ont un diamètre extérieur initial de 0,762 m (30 po) et un diamètre intérieur de 0,305 m (12 po).

Les meules ont une épaisseur de 0,048 m (1,9 po). Sur le plan radial, les meules sont composées de cinq sections soit trois couches de granulat séparées les unes des autres par une couche en treillis de fibre de verre.



Source : Pyrotech

Photo 9 : Meule du même lot que celui impliqué dans l'accident

3.2 Description de l'activité principale

3.2.1 Meulage

Aux machines à meuler M8001 à M8006, l'activité principale consiste à l'ébarbage manuel (meulage grossier) des aspérités sur les pièces fusionnées en fonte. Ces aspérités sont habituellement localisées à l'entrée (gate) et à la sortie (raiser) du matériel en fusion lors de la coulée. L'ébarbage est effectué selon le devis de meulage de la pièce produite.

3.2.2 Rectification

Pour augmenter l'efficacité (agressivité) de la meule, le meuleur doit aussi périodiquement redresser (rectifier) le grain de la meule à l'aide d'un dresseur à molette. Ceci augmente la rapidité de meulage et diminue l'effort requis par le meuleur.



Source : Pyrotech



Source : Pyrotech

Photo 10 (gauche) : Meuleur en position d'ébarbage sur une machine à meuler
Photo 11 (droite) : Échantillon des pièces destinées à être meulées



Source : DESMOND



Source : Sureté du Québec

Photo 12 (gauche) : Dresseur à molette
Photo 13 (droite) : Dresseur à molette en position de dressage

SECTION 4

4 ACCIDENT: FAITS ET ANALYSE

4.1 Chronologie de l'accident

Le 19 décembre 2010, monsieur **A** amorce sa journée de travail vers 14 h 30. Il se dirige vers le département de finition où il entreprend son travail à la machine à meuler **M8002**.

Après la pause, vers 17 h 15, monsieur **A** retourne à son poste de travail. Lors de sa tournée de l'usine, le [...] du quart de [...], monsieur **B**, dit à monsieur **A** que lorsqu'il aura terminé de meuler le panier de pièces qu'il meule actuellement, il devra meuler un autre type de pièce.

Un peu plus tard, monsieur **A** mentionne à ses collègues qui travaillent aux machines à meuler adjacentes que sa meule s'arrête lors du meulage. Ceux-ci l'invitent à en faire part au contremaître.

À la recherche du contremaître, monsieur **A** se rend jusqu'au département de l'entretien. Messieurs **C**, [...], et **D**, [...], s'y trouvent. Monsieur **A** leur mentionne le problème rencontré sur sa machine à meuler et qu'il est à la recherche du contremaître.

Monsieur **A** quitte le département de l'entretien en direction du département de finition. Peu de temps après, monsieur **D** rejoint monsieur **A**.

Monsieur **D** démarre la **M8002**, constate le problème, en informe le contremaître puis retourne au département de l'entretien.

Le contremaître se rend à la **M8002** et discute avec monsieur **A**. Il constate le problème et invite monsieur **A** à travailler à la machine à meuler **M8003**. Il est environ 19 h.

Quelques minutes plus tard, les travailleurs à proximité entendent une détonation. Lorsqu'ils se retournent, ils aperçoivent monsieur **A** au sol. Ils arrêtent alors les machines à meuler, vont chercher le contremaître et le secouriste, monsieur **E**. À 19 h 25, ces derniers portent secours à monsieur **A** et contactent le 911. Monsieur **A** est pris en charge par les services ambulanciers et transporté dans un centre hospitalier où son décès est constaté.

4.2 Constatations et informations recueillies

4.2.1 Témoignages

Des témoignages recueillis, les éléments suivants sont à souligner :

- Monsieur **F**, [...], témoigne :
 - qu'il réalise généralement l'inspection hebdomadaire des machines à meuler. Il effectue cette tâche au courant de la semaine, généralement à l'heure du dîner (lorsque les machines ne sont pas utilisées par les meuleurs). Un à deux jours peuvent être nécessaires pour compléter l'inspection;
 - qu'il vérifie la vitesse de rotation des machines à meuler lors des changements de meules. Les valeurs mesurées ne sont pas recueillies dans un registre;
 - avoir procédé au changement de la poulie variable, la poulie fixe et la courroie de la **M8003** environ un mois avant l'accident. Il précise que la vitesse de rotation de la meule n'a pas été vérifiée à ce moment puisque celle-ci n'est vérifiée que lors d'un changement de meule.

- Monsieur **C**, [...], témoigne :
 - avoir procédé, deux semaines avant l'accident et en raison de l'absence de monsieur **F**, au dernier changement de meule de la **M8003**. Cela a été fait à la demande du directeur de l'entretien;
 - avoir effectué, par le passé, quelques changements de meule en compagnie de monsieur **F** ;
 - ne pas avoir vérifié la vitesse de rotation lors du changement de meule de la **M8003** et n'avoir jamais été avisé de faire de telles vérifications.

- Monsieur **G**, [...], témoigne :
 - avoir utilisé la **M8003** peu de temps après le dernier changement de meule et que ce changement a eu lieu un vendredi ;
 - avoir constaté, à sa première utilisation de la M8003 après que la dernière meule ait été installée, que la meule « ne sautait pas » et n'avoir perçu aucun problème ;
 - avoir constaté qu'un ou deux jours plus tard, la machine à meuler « sautait ». L'avoir alors fait rectifier par un collègue, Monsieur **Y**. Par la suite, la meule fonctionnait bien.

- Monsieur **H** , [...], témoigne :
 - avoir opéré la **M8003** lors du quart de jour, le jeudi 16 décembre et avoir meulé une partie de la matinée et tout l'après-midi;
 - avoir constaté à ce moment que la meule vibrait et avoir essayé de la redresser mais que cela n'éliminait pas complètement la vibration;
 - avoir ensuite réduit la vitesse (il a alors donné 2 à 3 tours de manivelle). En baissant la vitesse, la vibration résiduelle était moindre;
 - avoir eu une conversation sur le phénomène de vibration de la meule avec monsieur **F**. Ce dernier lui avait fait observer que s'il réduisait la vitesse, cela réduisait les vibrations.

- Monsieur **I**, [...], témoigne :
 - s'être servi de la **M8003** pendant environ deux heures le vendredi 17 décembre au matin;
 - que la **M8003** a toujours vibré plus que les autres. Mais le vendredi, elle ne vibrait pas plus que d'habitude. Il précise que c'était toute la machine qui vibrait et qu'en raison des vibrations, l'écrou verrouillant le tendeur à œillet se dévissait.

- Les témoignages de messieurs **B**, [...], de **J** et d'autres travailleurs permettent de déterminer que :
 - le vendredi 17 décembre 2010, lors du quart de soir :
 - monsieur **J** a refusé d'utiliser la **M8003**, considérant qu'elle vibrait anormalement;
 - un collègue, monsieur **K**, a procédé à la rectification de la meule. Toutefois, après deux tentatives, celle-ci vibrait toujours;
 - le [...] du quart de soir, monsieur **D** et le [...], monsieur **B** se sont rendu sur les lieux, ont observé la meule et ont jugé que la situation était normale;
 - à la suite d'une conversation avec le contremaître, monsieur **J** est assigné à un autre poste;
 - le contremaître a, par la suite, utilisé la M8003 pour effectuer du meulage préalable à des tests de dureté sur différentes pièces.

- le 19 décembre 2010, jour de l'accident, lors du quart de soir :
 - monsieur **J** :
 - a été affecté de nouveau aux machines à meuler;
 - a démarré la **M8003**;
 - a constaté que l'appareil vibrait toujours et est alors allé travailler à un autre type de machine à meuler sans en discuter avec le contremaître;
 - a été assigné à un autre département plus tard dans la soirée.
 - monsieur **B**, [...], témoigne :
 - avoir utilisé la M8003 pour effectuer du meulage préalable à des tests de dureté sur différentes pièces;
 - qu'à ces occasions, il a effectué le démarrage et l'arrêt complet de la M8003.
 - monsieur **L**, [...] témoigne :
 - que le soir de l'accident, il était affecté à la **M8005**;
 - qu'alors qu'il se trouvait à proximité de la **M8004** pour discuter avec monsieur **M**, [...] affecté à ce poste, Monsieur **A** est venu les voir avec un tendeur à œillet et l'écrou le verrouillant dans ses mains.

4.2.2 Absence du tendeur à œillet

Le tendeur à œillet devant faire la jonction entre la tige filetée du protecteur réglable de la **M8003** a été trouvé sur la table adjacente à la machine à meuler.



Photo 13 à 15 : Localisation du tendeur à œillet et de son écrou verrouillant

4.2.3 Caractéristiques de la meule éclatée

Les renseignements suivants ont été recueillis concernant la meule impliquée dans l'accident. Cette meule :

- a été fabriqué par la compagnie BATES ;
- porte les numéros de produit NAC16.2-06-B12-F2B et de lot B491592 ;
- a une vitesse de rotation maximale prescrite et inscrite sur la meule de 1512 révolutions par minute (RPM) ;
- a subi un test de rotation avant sa sortie de l'usine avec un facteur de sécurité de 1.5. Ainsi, suivant une fiche du fabricant intitulé : « Order Notification » (voir rapport d'expertise, Annexe B), la meule a tourné à une vitesse de 2268 RPM sans éclater ;
- a été livrée, parmi un lot de douze, chez le distributeur Pilot PB inc. Dix meules du lot B491592 ont été livrées à la Fonderie Poitras en deux livraisons ;
- a été empilée horizontalement puis entreposée verticalement dans un support et déplacée par chariot élévateur ou autres moyens similaires, à l'instar des autres meules livrées.

4.2.4 Entretien et procédures de la machine à meuler M8003

Une procédure d'entretien numérotée « IP 45 » précise l'entretien à réaliser sur les machines à meuler (voir Annexe E). La procédure ne précise pas de mesurer la vitesse de rotation de la meule.

Une procédure sécuritaire de tâche est affichée sur l'écran séparateur entre les postes de la **M8002** et la **M8003** (voir Annexe F). La procédure est reproduite sur une feuille plastifiée format « lettre ». La fiche contient des informations sur :

- chaque étape de travail, les risques de blessures et les méthodes sécuritaires sont précisés ;
- les risques identifiés sont : douleurs au dos, blessures aux pieds, dommages aux oreilles, mains / écrasement / coincement, projection de particules aux yeux
- les méthodes sécuritaires pour chacun de ces risques sont relatives au port des équipements de protections individuels et au maintien d'une bonne posture de travail.

4.2.5 Expérience du travailleur, accueil et formation

- Monsieur **A** :
 - travaille pour l'entreprise du 19 mai 2010 jusqu'à sa mise au chômage le 23 octobre 2010;
 - est de retour au travail depuis le 6 décembre 2010;
 - a appris les techniques de meulage en cours d'emploi, avec les contremaîtres et autres travailleurs;
 - a reçu une formation sur le meulage le 14 septembre 2010.
- Lors de leur accueil, les travailleurs rencontrent le directeur d'usine. À ce moment, une présentation leur est faite. Cette présentation concerne notamment :
 - les règlements d'usine, par exemple l'interdiction d'utiliser des appareils électroniques;
 - les règlements de santé et de sécurité notamment sur la tenue vestimentaire, les comportements interdits dans l'usine, les équipements de protection individuels, la méthode sécuritaire de travail au poste de meulage, le comité de santé et de sécurité, les procédures d'urgence et de cadenassage et la conduite des chariots élévateurs.
- Monsieur **B**, [...], dispense une formation sur le meulage aux travailleurs le [...]. Cette formation concernait :
 - les équipements de meulage utilisés à la fonderie;
 - les équipements de protection individuels obligatoires;
 - les informations de base sur le meulage (type de grain, dureté, liant, dressage du grain de la meule, facteurs influençant le meulage);
 - la procédure de meulage (incluant le démarrage des meules, le réglage de l'espace entre la meule et la table et le dressage de la meule);
 - les rapports d'inspection et les défauts de meulage.

4.2.6 Manuels du fabricant

Machines à meuler M8004 à M8006

Au moment de l'accident, l'employeur a le manuel d'opération de machine à meuler de marque SETCO (voir Annexe D).

Les éléments contenus dans ce manuel et pertinents à la présente enquête sont :

- Concernant les responsabilités du propriétaire de la machine :
 - obtenir et lire la norme American National Standards Institute SAFETY CODE FOR THE USE, CARE AND PROTECTION OF ABRASIVE WHEELS (ANSI Code B7.1 – 1970 ou ses éditions plus récentes;
 - les opérateurs et le personnel d'entretien vont lire et comprendre la norme et le manuel d'opération et se conformer aux dispositions qu'il contient.
- Concernant l'inspection à réaliser avant l'installation d'une nouvelle meule :
 - effectuer un test sonore sur toute nouvelle meule (p.5 et 8);
 - effectuer une vérification de la vitesse de rotation de la machine à meuler pour s'assurer que celle-ci est adéquate (p.5).
- Concernant le démarrage de la machine à meuler :
 - s'assurer que le protecteur réglable de la meule et le carter soient en place avant de démarrer la machine à meuler (p.7).
- Concernant la vitesse de rotation de la meule :
 - vérifier la vitesse de rotation de la meule sur une base hebdomadaire par une personne compétente et qualifiée (p.7);
 - compléter le registre d'inspection de vérification hebdomadaire de la vitesse (p.7). Le registre est reproduit à la dernière page du manuel (p.13).
- Concernant les protecteurs.
 - si les protecteurs doivent être enlevés pour des raisons d'entretien, ils doivent être remis en place avant de redémarrer les opérations de meulage (p.7).

Machines à meuler M8001 et M8003

Au moment de l'accident, l'employeur n'a pas le manuel de fabrication des machines à meuler M8001 et M8003. Ce manuel a été obtenu par celui-ci après l'accident.

Le manuel est reproduit en annexe du rapport d'expertise de la firme Pyrotech inc., ci-après nommé Pyrotech, (voir Annexe C).

Les éléments contenus dans ce manuel et pertinents à la présente enquête sont :

- Concernant l'opération de la machine à meuler :
 - garder en tout temps une distance de 1,5 à 3,0 mm (1//16^e à 1/8^e de pouce, po) entre la meule et le plateau de travail;
 - s'assurer de garder une distance de 6,3 mm (¼ de po) entre la meule et le protecteur réglable (en tournant la manivelle de contrôle de la vitesse) pour maintenir constante la vitesse tangentielle.
- Concernant l'entretien de la machine à meuler :
 - le tendeur à œillet doit être ajusté seulement lorsque le protecteur réglable d'ajustement de la vitesse est placé à 6,3 mm (¼ de po) d'une meule de 762 mm (30 po) et que la courroie n'est pas tendue;
 - après que l'ajustement ait été fait, vérifier la vitesse de rotation avec un tachymètre;
 - lorsqu'une nouvelle courroie est installée sur la machine à meuler, il sera nécessaire d'ajuster le tendeur à œillet à nouveau puisque la courroie sera vraisemblablement plus courte que la courroie usée;
 - ne jamais mettre une courroie de remplacement qui est trop courte parce qu'elle va causer une vitesse excessive de la meule et subséquemment l'éclatement de la meule et de possibles blessures sérieuses.

4.2.7 Dispositions législatives, réglementaires et normatives

Loi sur la santé et la sécurité du travail

L'article 51 de la LSST prévoit les **obligations générales** de l'employeur en matière de santé et de sécurité du travail :

- Le paragraphe 3 prévoit que l'employeur doit s'assurer que l'organisation du travail et les méthodes et techniques utilisées pour l'accomplir sont sécuritaires et ne portent pas atteinte à la santé du travailleur;
- Le paragraphe 5 oblige l'employeur à utiliser les méthodes et techniques visant à identifier, contrôler et éliminer les risques pouvant affecter la santé et la sécurité du travailleur;
- Le paragraphe 7 prévoit que l'employeur doit fournir un matériel sécuritaire et assurer son maintien en bon état;
- Le paragraphe 9 prévoit que l'employeur doit informer adéquatement le travailleur sur les risques reliés à son travail et lui assurer la formation, l'entraînement et la supervision appropriés afin de faire en sorte que le travailleur ait l'habileté et les connaissances requises pour accomplir de façon sécuritaire le travail qui lui est confié.

Les articles 12 à 31 de la LSST prévoient la marche à suivre en cas de **droit de refus**. Sur le site web de la CSST, il est mentionné :

Selon la loi, un travailleur a le droit de refuser d'exécuter un travail qui présente un danger pour lui ou pour une autre personne. Il ne peut pas exercer ce droit si le refus met en péril la vie, la santé ou l'intégrité physique d'une autre personne (ex. : un pompier en service). Il doit aviser immédiatement son supérieur (ou un représentant de l'employeur), et lui donner les raisons de son refus de travail. Il doit rester disponible sur les lieux de travail, pour exécuter d'autres tâches, s'il y a lieu.

Que doit faire l'employeur?

L'employeur convoque le représentant du travailleur (représentant à la prévention, représentant syndical ou travailleur désigné). L'employeur et le représentant du travailleur examinent la situation et proposent des solutions pour apporter des corrections.

En désaccord?

Si l'employeur et le représentant du travailleur ne s'entendent pas sur le danger ou la solution, ils peuvent demander l'intervention d'un inspecteur de la CSST. Si le travailleur croit que le danger est toujours présent, il peut maintenir son refus et demander l'intervention d'un inspecteur de la CSST. L'inspecteur de la

CSST détermine si le danger justifie le refus. Sa décision prend effet immédiatement. Elle doit être suivie même si les parties ne sont pas d'accord. L'employeur et le travailleur, ou son représentant, peuvent toutefois demander une révision de la décision auprès de la CSST.

[...]

Le travailleur ne peut pas être congédié parce qu'il exerce son droit de refus. Il continue de recevoir son salaire et aucune sanction ne peut lui être imposée. Si l'employeur considère que le travailleur abuse de ce droit, c'est lui qui doit en faire la preuve.

Règlement sur la santé et la sécurité du travail

La quatrième sous-section de la section XXI – MACHINE du Règlement sur la santé et la sécurité du travail comporte les dispositions réglementaires relatives aux machines à meuler :

§4. Machines à meuler et meules

197. Les machines à meuler, à l'exception des tourets, qui sont munis d'une meule de 50 millimètres de diamètre ou plus, doivent être pourvues d'un protecteur compatible avec le travail exécuté et offrant la protection la plus efficace.

[...]

200. Avant d'installer ou d'utiliser une meule, les précautions suivantes doivent être prises:

1° la meule ne doit pas être fêlée, ni fissurée, ni ébréchée, ni déséquilibrée ;

2° en aucun temps lors de son utilisation, la vitesse maximale de rotation indiquée sur la meule par le fabricant ne peut être dépassée.

Dispositions normatives

La norme « *American National Standard Institute (ANSI) B7.1 Safety requirements for the use, care and protection of abrasive wheels* » prévoit les règles de sécurité pour l'utilisation, l'entretien et la protection des meules abrasives.

Les machines à meuler sur piédestal de l'entreprise sont conçues selon la norme B7.1 de 1970. L'édition de l'an 2000 de la norme B7.1 est le résultat de révisions successives depuis sa rédaction initiale en 1930. Les révisions ont eu lieu en 1930, 1935, 1943, 1947, 1956, 1964, 1970, 1978, 1988 et 1995.

Il existe une norme canadienne, B173.5-1979 « *safety requirements for the use, care, and protection of abrasive wheels* ». Elle n'est en fait qu'une adoption de l'édition de 1978 de la norme ANSI B7.1. Il n'y a pas eu de mise à jour de cette norme depuis.

Protecteur à déclenchement de fermeture automatique

La section 4.3.3.1.1 de l'édition 2000, de la norme B7.1 prévoit pour les machines à meuler fixées au plancher « *floor stand grinders* » munies d'une meule d'un diamètre de 0,61 m (24 po) ou plus doit être munie d'un « *self-closing guard* » (protecteur à déclenchement de fermeture automatique (traduction libre)) ou d'un moyen offrant une sécurité équivalente. Ce dispositif de protection est situé à l'intérieur du carter. Il doit réagir en cas de rupture de la meule en fermant le carter.



Source : ANSI

Photo 14 : Extrait de la norme B.7.1 édition 2000 montrant un exemple de « floor stand grinder » muni d'un protecteur à déclenchement de fermeture automatique

L'édition 1970 de la norme ANSI B7.1 ne prévoyait pas la présence d'un protecteur à déclenchement de fermeture automatique. La première référence à un protecteur à déclenchement de fermeture automatique dans la norme ANSI B7.1 apparaît dans l'édition de 1988. Elle prévoit que dans les deux ans de la mise en œuvre de cette révision de la norme,

la nouvelle machine à meuler qui utilise une meule de plus de 60 cm (24 po) doit être munie d'un protecteur à déclenchement de fermeture automatique qui ferme l'ouverture du carter en cas de rupture de la meule ou d'un moyen de protection équivalent. Cette échéancier est de cinq ans pour les machines existantes.

Montage de la meule

La norme B7.1-2000 prévoit la réalisation de différents tests lors de l'installation d'une meule. Il est mentionné notamment, à la sous-section 6.1 « *Inspection* » que des meules présentant des signes de fissures, de manipulation ou d'entreposage abusifs ne doivent pas être installées.

La sous-section 6.1.1.2. de la norme prévoit qu'un test sonore doit être réalisé, il est spécifié qu'en raison des caractéristiques d'amortissement du son d'une meule, lorsque frappé légèrement, une meule fissurée présentera un son différent. Il est spécifié que pour les grandes meules épaisses le coup doit être fait sur la périphérie de la meule plutôt qu'au centre. Une meule en bon état donnera un son clair. Une meule craquée aura plutôt un son sourd. Dans ce dernier cas, la meule ne doit pas être utilisée.

La sous-section 6.2 de la norme, il est indiqué que la vitesse de rotation doit être déterminée au moment du montage de la meule et que cette vitesse ne doit pas dépasser la vitesse de rotation maximale indiquée sur l'emballage de la meule ou sur la meule elle-même.

Aussi, lorsqu'une meule en partie utilisée est remontée, la vitesse de rotation en tours par minute peut dépasser les révolutions par minute maximum marquées sur la meule à condition que la vitesse tangentielle (en pieds linéaires par minute) pour une meule neuve ne soit pas dépassée.

Vérification de la vitesse

La norme B7.1-2000 prévoit la vérification de la vitesse à différents moments de l'utilisation d'une meule. À la sous-section 7.2 relative à la responsabilité de l'utilisateur quant à la vérification de la vitesse, il est mentionné notamment que l'utilisateur doit établir un programme visant à assurer que les meules installées sur des machines à meuler ne soient pas soumises à des vitesses supérieures aux vitesses maximales indiquées sur la meule ou de l'emballage. Il est spécifié que dans le cas de machines à vitesse variable, le nombre de tours par minute (RPM) peut être augmenté lorsque le diamètre d'une meule est réduit par l'usure, à condition que la vitesse tangentielle (« *surface feet per minute* » (SFPM)) ne soit jamais dépassée.

Il incombe à l'utilisateur de ne pas dépasser ces vitesses maximales. La vitesse de rotation doit être mesurée alors que la meule n'est pas freinée dans sa course.

La norme recommande une fréquence de mesure de la vitesse pour différent type de machines à meuler. Suivant l'illustration 79 de la norme, pour les machines à vitesse variable, la vitesse devrait être mesurée une fois par semaine et après chaque entretien ou réparation pouvant influencer la vitesse de la machine.

À la sous-section 7.3 relative à la responsabilité de l'utilisateur quant au contrôle du réglage de la vitesse il est ajouté que si la vitesse de l'axe de la meule est réglable pour compenser l'usure des meules, l'ajustement de la vitesse doit être exécuté seulement sous la supervision et le contrôle des personnes compétentes et autorisées. Le réglage de la vitesse doit être vérifié pour s'assurer de la vitesse appropriée chaque fois que l'on fait un changement de meule et après chaque entretien ou réparation qui pourrait modifier la vitesse de la machine.

Conversion de la vitesse de rotation par minute d'une meule en vitesse tangentielle

La norme B7.1-2000 montre le calcul nécessaire pour effectuer la conversion entre la vitesse de rotation par minute (RPM) d'une meule et sa vitesse tangentielle (SFPM) :

La vitesse en pieds/minute (« *Surface feet per minute* » (SFPM)) est la distance en pieds qui est parcourue par la partie abrasive de la surface périphérique d'une meule en rotation pendant une minute. Cette vitesse en pieds/minutes est calculée alors que meule n'est pas freinée dans sa course.

La vitesse exprimée en pieds/minute correspond à la constante Pi ($\pi = 3,1416$) multipliée par le diamètre de la meule en pouces et multiplié par le nombre de révolutions par minute. Le tout est divisé par 12 afin de convertir cette distance de pouces en pieds. La conversion en mètre par seconde de ce résultat est obtenue en multipliant la vitesse en pieds/minute par la constante : 0,00508.

Enfin, la norme comprend également un tableau de conversion (voir Annexe G). En bas de page de ce tableau, il est précisé que la force centrifuge, soit la force qui tend à la rupture d'une meule lors de survitesse, augmente au carré de l'augmentation de vitesse de cette meule.

À titre d'exemple, la force centrifuge d'une meule qui tourne à 5500 pieds linéaires par minute est de 49% supérieure à cette même meule qui tournerait à 4500 pieds linéaires par minute et cela même si la vitesse est seulement supérieure de 22%.

4.2.8 Rapport d'expertise

Pyrotech, a été mandatée pour procéder à l'examen de la meule éclatée et de la machine à meuler **M8003** afin de départager les causes techniques de l'éclatement de la meule. Un rapport d'expertise a été produit (voir Annexe C).

Pour réaliser leur mandat, des ingénieurs de Pyrotech ont procédé à l'examen de la meule et à des tests « perte par ignition » de son matériau. Ils ont également procédé à l'examen visuel et à des essais de fonctionnement de la machine à meuler. L'ensemble des observations ont été fait sur la **M8003** et à la **M8001**.

À la suite de leur analyse, les ingénieurs en arrivent aux conclusions suivantes :

- Concernant l'examen des restes de la meule :

« Considérant le type de dommages et l'état de destruction quasi complète de la meule en cause, l'examen visuel de cette meule et de ses restes ne nous permet pas, à lui seul de conclure à la cause de sa défaillance. » (p.7)
Concernant l'examen du matériau de la meule :

« [...] la matrice est de composition assez homogène et comprend entre 7,8% et 10,2% de liant (avec 89,8 à 92,2% d'oxyde d'aluminium.) En résumé toutes les parties du matériau qui étaient quasi intact, soit dans les plus gros fragments [...] étaient très résistant et avaient une très bonne cohésion interne. Leur composition est également constante. Nous n'avons constaté aucune anomalie du matériau qui pourrait expliquer la défaillance du disque. » (p.8)

- Concernant les essais de fonctionnement :

« Bien que les spectres de réponse en fréquence des vibrations affichaient une amplitude plus élevée sur la meuleuse M8003 que sur la meuleuse M8001, aucun mode anormal ou particulier n'a été détecté lors de ces essais. » (p.12)

« Selon nos observations, il n'y a aucun élément nous permettant de conclure à un problème de nature mécanique avec les systèmes d'entraînement de la meuleuse M8003, c'est-à-dire le moteur électrique, la courroie d'entraînement, les poulies, l'arbre de transmission et les paliers de roulement. » (p.12)

« Si on considère que la meule avait un diamètre de 26½ pouce lors de son bris, les charges de vitesse de rotation permettaient une vitesse maximale d'opération de 1802 RPM (pour une vitesse linéaire tangentielle de 12 500 pi/min). La valeur de rotation lors de l'accident était de 1 451 RPM au-dessus de celle maximale d'opération, soit de 80% supérieur à la valeur de sécurité prescrite par le fabricant. Il est à noter que les force centrifuges, soit celles qui engendrent la désintégration des meules sont directement proportionnelles au carré de la vitesse de rotation de la meule. Également, si on considère que la meule peut être utilisée jusqu'à un diamètre de 18 pouces (usure maximum du

disque abrasif), la vitesse de rotation maximale de la meuleuse ne devrait pas dépasser 2653 RPM. » (p.13)

« En résumé, les essais en marche de la meuleuse M8003 ont démontré le fonctionnement normal de celle-ci et ce avec une meule neuve de comparaison. Également, ces essais nous ont permis d'observer que la meule lors de son bris tournait à 3 253 RPM, soit à plus de 80% de sa valeur sécuritaire. » (p.13)

Dans leur rapport, les ingénieurs concluent :

« En vertu de notre analyse, de nos observations et essais, ainsi que des informations recueillies à ce jour, nous sommes en mesure d'éliminer, comme causes possibles du bris, la qualité de la meule et une défectuosité d'une pièce de la meuleuse ». (p.19)

« [...] la cause la plus probable de la désintégration de la meule serait reliée à une vitesse de rotation excessive ayant dépassé ses propriétés physiques et mécaniques intrinsèques. En effet la vitesse de rotation de la meule, lors de l'accident, qui était de 80% plus élevée que la vitesse sécuritaire prescrite par le manufacturier, aurait engendré des forces centrifuges plus élevées que celles auxquelles la meule était capable de supporter selon sa conception et sa fabrication. » (p.20)

4.2.9 Mesures de vitesse des machines à meuler M8001 et M8003

Des mesures de vitesse de rotation des machines à meuler **M8001** et **M8003** ont été effectuées chez *Fonderie Poitras* par les inspecteurs de la CSST avec la collaboration de l'employeur et des travailleurs de l'entreprise.

Les mesures effectuées visaient à s'assurer du principe général de fonctionnement de ces appareils avec les composantes (moteur, poulies, courroie) actuellement en place. De plus, elles avaient pour but de s'assurer qu'en présence d'un protecteur réglable bien ajusté, la meule constituait une limite physique empêchant un éloignement excessif du moteur et que dans de telles conditions, une meule n'aurait pu atteindre la vitesse de rotation qui prévalait lors de son éclatement.

Des mesures ont tout d'abord été obtenues pour la **M8001**. La manivelle a été tournée de façon à placer le protecteur réglable tel qu'il devrait se trouver à 6,3 mm (1/4 de po) d'une meule de 0,762 m (30 po) puis à démarrer l'appareil pour mesurer sa vitesse de rotation à l'aide d'un tachymètre. Les mêmes tests pour diamètres de meule de 0,716 m, 0,609 m et 0,46 m (28, ,24 et 18 po).

Des mesures ont ensuite été obtenues pour la **M8003**. Une nouvelle tige a été utilisée afin de fixer le protecteur réglable de la **M8003** au carter. Le protecteur réglable a été ajusté de façon à obtenir une vitesse de 1512 RPM pour une meule d'un diamètre de 762 mm (30 po). Des mesures de vitesse ont ensuite été obtenues pour les mêmes diamètres que la **M8001**.

Les tests ont été réalisés sans meule. Afin de positionner les protecteurs réglables, des gabarits de meule en carton ont été utilisés lorsque les machines à meuler étaient arrêtées.

Les mesures suivantes ont été obtenues puis converties en pieds / minute :

	M8001	M8003		M8001	M8003
Diam. (")	RPM	RPM	Diam. (")	pieds/min.	pieds/min.
30	1654	1644	30	12991	12912
26	2054	2167	26	13981	14750
22	2491	2618	22	14347	15079
18	3230	3375	18	15221	15904

Tableau 1 (gauche) : Mesures de vitesse des machines à meuler M8001 et M8003
Tableau 2 (droit) : Vitesse obtenue convertie en pieds par minute

Ces résultats peuvent être comparés avec la vitesse prescrite par le fabricant de la meule*.

	Fabricant	Écart M8003 - M8001		Écart M8003 - Fabricant	
Diam. (")	RPM	RPM	pieds/min.	RPM	11 875' /min.
30	1512	-10	-78,54	132,03	1036,98
26	1745	113	769,17	422,42	2875,34
22	2062	127	731,47	556,22	3203,63
18	2520	145	683,30	855,05	4029,35

Tableau 3 : Comparaison des vitesses prévues avec les vitesses obtenues

* la vitesse linéaire de 11875 pieds / minute à maintenir est obtenue à partir de la vitesse initiale prescrite par le fabricant de 1512 RPM pour une meule de 30 po. Les RPM à maintenir à 26, 22 et 18 po ont été calculés à partir de la vitesse linéaire obtenue.

Ces résultats montrent une augmentation de la vitesse tangentielle et sont similaires pour la **M8001** et la **M8003**. Celles-ci sont en effet dotées des mêmes composantes.

Ainsi, nous pouvons conclure que le principe général de fonctionnement de ces appareils n'est pas respecté avec les composantes en place (moteur, poulies, courroie) sur la **M8001** et la **M8003** au moment de l'accident. Ainsi, même en présence d'un protecteur réglable bien ajusté, le maintien du protecteur à une distance de ¼ de po de la meule, ne permet pas de maintenir la vitesse tangentielle constante.

Toutefois, il est à préciser que cette augmentation de la vitesse tangentielle demeure inférieure au facteur de sécurité de 1.5 auquel les meules sont testées. Aussi, il est de loin inférieur à la vitesse de rotation mesurée sur la **M8003** qui excédait de 80 % la vitesse normale d'utilisation à un diamètre de 0,67 m (26½ po).

Ainsi, la vitesse de rotation estimée comme celle de la M8003 au moment de l'accident n'aurait pu être atteinte en présence d'un tendeur à œillet bien ajusté.

4.3 Énoncés et analyse des causes

4.3.1 Une vitesse de rotation excessive provoque l'éclatement de la meule

La machine à meuler fixée au plancher **M8003** est munie d'une meule. La vitesse de rotation maximale prescrite de la meule est de 1512 RPM. Selon le fabricant, chaque meule subit un test de rotation avant sa sortie de l'usine. Celle impliquée dans l'accident a été testée après sa fabrication à une vitesse de 2268 RPM sans éclater.

La vitesse de rotation produite par le moteur de la machine **M8003** est transmise à la meule par la combinaison d'une poulie fixe, une courroie et une poulie variable. La machine à meuler est conçue pour induire une vitesse tangentielle constante à la meule. La vitesse tangentielle d'une meule est fonction de sa vitesse de rotation et de son diamètre. Lors des activités de meulage, la meule s'use ce qui a pour conséquence de réduire sa vitesse tangentielle. Ceci a également pour effet d'augmenter la distance entre la meule et le protecteur réglable.

La vitesse mesurée sur la machine à meuler dans sa configuration après l'accident était de 3253 tours/ minutes. Le diamètre de la meule au moment de l'accident est estimé à 0,67 m (26½ po). La vitesse tangentielle de la meule était alors de 111,75 m/s (22 000 pieds/minute) alors que la vitesse tangentielle autorisée par le fabricant de la meule et à maintenir pendant toute son utilisation devait être de 60,33 m/s (11875 pieds/ minutes).

Les instructions du fabricant de la machine à meuler, qui doivent être transmises aux meuleurs, sont qu'ils doivent maintenir une distance de 6,3 mm (¼ de po) entre la meule et le protecteur réglable. Pour y arriver, ils doivent actionner la manivelle présente sur la machine. Cette opération provoque l'éloignement du moteur et approche le protecteur réglable de la meule.

L'éloignement du moteur entraîne la réduction du diamètre de la courroie autour de la poulie variable et une augmentation de la vitesse de rotation de la meule de façon à la maintenir à la vitesse tangentielle de 63,5 m/s.

Les tests réalisés confirment ce principe général de fonctionnement et montrent qu'en présence d'un protecteur réglable bien ajusté, la meule constitue une limite physique empêchant un éloignement excessif du moteur. Dans de telles conditions, la meule n'aurait pu atteindre la vitesse de rotation qui prévalait lors de l'éclatement.

C'est un tendeur à œillet qui fait la jonction entre une tige fixée au moteur et une autre fixée au protecteur réglable. Le tendeur à œillet de la machine à meuler impliquée dans l'accident a été retrouvé sur la table adjacente à la machine à meuler.

L'absence de ce tendeur a permis de reculer manuellement le moteur, augmentant du même coup la vitesse de rotation de la meule à la hauteur de celle mesurée sur la machine à meuler après l'accident.

Aucun des témoignages recueillis ne fait état d'un retrait de ce tendeur avant que monsieur **A** ne travaille sur la machine à meuler. Un collègue travaillant à proximité à son poste de travail, témoigne que monsieur **A** serait venu le voir avec la pièce et l'écrou le verrouillant dans les mains. Cette situation aurait eu lieu dans les minutes qui ont précédé l'accident.

Un autre travailleur, ayant utilisé la machine à meuler dans les jours précédents l'accident, témoigne que l'écrou verrouillant le tendeur avait tendance à se desserrer. D'autres travailleurs mentionnent que la machine à meuler vibrait déjà dans les jours précédents l'accident.

A posteriori, il n'est pas possible de préciser si le retrait du tendeur est strictement dû à une manipulation humaine ou si les vibrations de la machine à meuler observées par les autres travailleurs dans les heures et les jours précédents l'accident, ont pu amorcer ce retrait. Il n'est pas possible non plus de préciser la ou les causes de ces vibrations.

Malgré le retrait du tendeur à œillet, la machine à meuler est demeurée en fonction. En définitive, c'est une manipulation de la manivelle qui a mené à l'éloignement du moteur et entraîné une vitesse de rotation excessive et provoqué l'éclatement de la meule.

Le rapport d'expertise produit par Pyrotech va dans ce sens : « *la cause la plus probable de la désintégration de la meule serait reliée à une vitesse de rotation excessive ayant dépassé ses propriétés physiques et mécaniques intrinsèques. En effet la vitesse de rotation de la meule, lors de l'accident, qui était de 80% plus élevée que la vitesse sécuritaire prescrite par le manufacturier, aurait engendré des forces centrifuges plus élevées que celles auxquelles la meule était capable de supporter selon sa conception et sa fabrication.* » (p.20)

Cette cause est retenue.

4.3.2 Le carter de la machine à meuler permet aux éclats de la meule d'atteindre mortellement le meuleur.

La machine à meuler de marque Fox utilisée par l'employeur a été fabriquée en 1975. À l'époque, cette machine a été conçue suivant l'édition 1970 de la norme « *ANSI B7.1 Safety code for the use, care and protection of abrasive wheels.* » Conformément à cette norme, la machine à meuler est munie d'un carter qui entoure une partie de la meule.

Le carter a une ouverture afin de permettre à un meuleur d'effectuer manuellement des travaux de meulage. Cette ouverture est nécessaire à l'utilisation de la machine à meuler. En contrepartie, en cas d'éclatement de la meule, l'ouverture permet la projection des éclats.

La configuration du poste de travail fait en sorte que le meuleur est placé face à l'ouverture du carter pour réaliser le meulage. Au moment de l'accident, monsieur **A** est face à l'ouverture. En cas d'éclatement de la meule, il se trouve exposé aux éclats.

Lors de l'accident, l'éclatement de la meule entraîne la projection d'éclats de meule. Les éclats de différentes tailles sortent du carter à une vitesse d'environ 111,75 m/s. Cette projection est suffisante pour avoir causé le décès du travailleur.

Depuis que les machines à meuler **M8001** et **M8003** ont été construites, il y a eu différentes mises à jour de sa norme de conception. La section 4.3.3.1.1. *protecteur à déclenchement de fermeture automatique (traduction libre)* « 4.3.3.1.1 *Self-closing guard* » de l'édition 2000 de la norme ANSI B.7.1 mentionne l'obligation pour les machines à meuler fixées au plancher, qui utilisent des meules d'un diamètre de 24 po ou plus, d'être muni d'un dispositif de protection intérieur qui se ferme en cas d'éclatement d'une meule ou un moyen qui procure une protection équivalente. L'édition de 1988 de cette norme a introduit cette nouvelle obligation.

La présence d'un protecteur à déclenchement de fermeture automatique ou d'une mesure de protection équivalente sur la machine à meuler aurait fourni un moyen de protéger le travailleur lors de l'éclatement de la meule.

Cette cause est retenue.

4.3.3 La gestion de la santé et de la sécurité du travail des activités de meulage est déficiente

Selon la LSST, l'employeur doit prendre les mesures nécessaires pour protéger la santé et assurer la sécurité et l'intégrité physique du travailleur. Il doit notamment informer adéquatement le travailleur sur les risques reliés à son travail et lui assurer la formation, l'entraînement et la supervision appropriés afin de faire en sorte que le travailleur ait l'habileté et les connaissances requises pour accomplir de façon sécuritaire le travail qui lui est confié. L'employeur est aussi tenu d'utiliser les méthodes et techniques visant à identifier, contrôler et éliminer les risques pouvant affecter la santé et la sécurité du travailleur.

Or, plusieurs lacunes concernant la gestion et la supervision des activités de meulage ont été relevées pendant l'enquête.

- Malgré le refus d'un travailleur d'utiliser la machine à meuler en raison de vibrations excessives, les dispositions de la loi à l'égard du droit de refus n'ont pas été respectées et la machine à meuler est demeurée en fonction;
- Le contremaître témoigne ne pas connaître l'importance de mesurer les vitesses de rotation des meules et que cette vitesse pouvait être la cause de l'éclatement d'une meule;
- La formation donnée par le contremaître aux meuleurs sur l'utilisation des machines à meuler ne comportait que le coincement de pièce comme cause d'éclatement d'une meule;
- L'employeur ne disposait pas du manuel d'opération de la machine à meuler **M8003** du fabricant FOX;
- Malgré des instructions en ce sens dans le manuel d'un autre fabricant dont l'employeur avait un exemplaire en sa possession :

- La vitesse de rotation de la meule impliqué(e) dans l'accident n'a pas été mesurée lors du dernier changement de courroie et de poulie;
- La vitesse de rotation de la meule impliqué(e) dans l'accident n'a pas été mesurée lors de son installation;
- Les vitesses de rotation de la meule n'étaient pas mesurées hebdomadairement et aucun registre à cet effet n'était tenu;
- Il n'existe pas de procédure écrite quant au changement de meule ou au changement de pièces sur la machine à meuler;
- La seule procédure relative à l'entretien des machines à meuler (l'inspection hebdomadaire) ne mentionne pas l'obligation de mesurer la vitesse de rotation des meules ;
- En raison de la combinaison des composantes d'entraînement (moteur, poulie, poulie variable et courroie) présentes sur la machine à meuler **M8003**, le maintien de la distance prévu 6,3 mm (¼ de po) entre le protecteur réglable et la meule ne permet pas de maintenir la vitesse de rotation à l'intérieur des limites prévues par le fabricant de meules;
- Il n'y a pas de test sonore réalisé sur les meules avant leur installation;
- L'employeur n'a pas modernisé les moyens de protection des machines à meuler conformément à la norme B7.1. depuis 1988.

Ces éléments démontrent que la gestion de la santé et de la sécurité du travail des activités de meulage est déficiente.

Cette cause est retenue.

4.3.4 Une défectuosité de la meule ou de la machine à meuler provoque l'éclatement de la meule lors de son utilisation.

Deux observations sur la meule éclaté(e) laissent supposer qu'un défaut de la meule explique son éclatement.

Le premier élément, relevé par le président et des représentants de Fonderie Poitras, est relatif à une tache sombre observée sur un des éclats de la meule. L'hypothèse d'un défaut dans l'homogénéité du matériau a été envisagée.

Sur ce point, les observations et les tests « perte par ignition » réalisés par des ingénieurs de Pyrotech leur ont permis de conclure que : « [...] la matrice est de composition assez homogène et comprend entre 7,8% et 10,2% de liant (avec 89,8 à 92,2% d'oxyde d'aluminium.) En résumé toutes les parties du matériau qui étaient quasi intactes, soit dans les plus gros fragments [...] étaient très résistant et avaient une très bonne cohésion interne.

Leur composition est également constante. Nous n'avons constaté aucune anomalie du matériau qui pourrait expliquer la défaillance du disque. » (p.8)

Le deuxième point concerne le décentrage du cerceau se trouvant au cœur de la meule (voir photographie 22 du rapport d'expertise). Pour les ingénieurs de Pyrotech, le décentrage observé sur l'anneau n'a pas ou peu d'influence sur une éventuelle vibration, en raison du poids (inertie) et du rayon.

En ce qui a trait à l'état de la machine à meuler, des essais de vibration ont été réalisés par les ingénieurs de Pyrotech. Leur rapport indique : « *Selon nos observations, il n'y a aucun élément nous permettant de conclure à un problème de nature mécanique avec les systèmes d'entraînement de la meuleuse M8003, c'est-à-dire le moteur électrique, la courroie d'entraînement, les poulies, l'arbre de transmission et les paliers de roulement. » (p.12)*

Ils concluent : « *En vertu de notre analyse, de nos observations et essais, ainsi que des informations recueillies à ce jour, nous sommes en mesure d'éliminer, comme causes possibles du bris, la qualité de la meule et une défectuosité d'une pièce de la meuleuse ».* (p.19)

Cette cause est rejetée.

SECTION 5

5 CONCLUSION

5.1 Causes de l'accident

- Une vitesse de rotation excessive provoque l'éclatement de la meule
- Le carter de la machine à meuler permet aux éclats de la meule d'atteindre mortellement le meuleur
- La gestion de la santé et de la sécurité du travail lors des activités de meulage est déficiente

5.2 Autres documents émis lors de l'enquête

Le rapport d'intervention RAP9090819, émis le 20 décembre 2010, contient deux décisions. Une première concerne l'arrêt de l'utilisation de la machine à meuler **M8003**. Une autre concerne les machines à meuler similaire à celle impliquée dans l'accident (**M8001**, **M8002**, **M8004**, **M8005** et **M8006**). Le scellé E46252 est posé sur la machine à meuler **M8003**.

Le rapport d'intervention RAP9095572, émis le 21 décembre 2010, précise les mesures correctives nécessaires pour autoriser la reprise des activités de meulage soit :

- la conformité des machines à meuler à la norme ANSI B7.1-2000 : « Safety requirements for the use, care, and protection of abrasive wheels », notamment en ce qui concerne la présence de protecteur à déclenchement de fermeture automatique « self-closing guard »;
- l'inspection des machines à meuler par une personne compétente et le respect des instructions du fabricant notamment quant à la présence d'un registre d'inspection;
- la formation et l'information des travailleurs visés (les utilisateurs, le personnel d'entretien et le personnel de supervision).

Le rapport d'intervention RAP9090193 émis le 30 décembre 2010, autorise la reprise des travaux sur la machine à meuler au poste 8006 (et ultérieurement aux postes 8004 et 8005).

ANNEXE A

Information sur le travailleur accidenté

ACCIDENTÉ

Nom, prénom : **A**

Fonction habituelle : Meleur

Fonction lors de l'accident : Meleur

ANNEXE B

Liste des témoins et des autres personnes rencontrées

Coroner

- Monsieur Martin Toussaint, M.D.

Sûreté du Québec

- Sergent Pascal Thiffault, enquêteur
- Agent Gaétan Ringuette, technicien - Service de l'identité judiciaire

Fonderie Poitras

- Monsieur **S** , [...]
- Monsieur **T** , [...]
- Madame **U** , [...]
- Monsieur **V** , [...]
- Monsieur **B** , [...]
- Monsieur **C** , [...]
- Monsieur **D** , [...]
- Monsieur **E** , [...]
- Monsieur **F** , [...]
- Monsieur **G** , [...]
- Monsieur **H** , [...]
- Monsieur **I** , [...]
- Monsieur **J** , [...]
- Monsieur **K** , [...]
- Monsieur **L** , [...]
- Monsieur **M** , [...]
- Monsieur **N** , [...]
- Monsieur **O** , [...]
- Monsieur **P** , [...]

Autres

- Monsieur **Q** , [...], *Pilote P.B. inc.*
- Monsieur **R** , [...], *Bates Abrasives*
- Monsieur Guy Allard, ingénieur, *Pyrotech-BEI inc.*
- Monsieur Frédéric Charest, *Pyrotech-BEI inc.*
- Monsieur Normand Juneau, *Pyrotech-BEI inc.*

ANNEXE C

Rapport d'expertise



RAPPORT D'EXPERTISE

Présenté à : Monsieur Guy Tremblay
Monsieur Julian Samson
COMMISSION DE LA SANTÉ ET DE LA
SÉCURITÉ DU TRAVAIL DU QUÉBEC (CSST)
835, rue de la Concorde
Saint-Romuald (Québec)
G6W 7P7

Émis le : 10 juin 2011
À : Lévis (Québec)

Référence : CSST
168, boulevard Nilus-Leclerc (Fonderie Poitras)
L'Islet (Québec)

Votre dossier : DPI4144386
Notre dossier : Q10L160853

Bris/accident du : 19 décembre 2010

Préparé par : Guy Allard, ing.
Frédéric Charest, ing.
Normand Juneau, ing., CFEI

TABLE DES MATIÈRES

1-	Mandat, démarches et méthodologie	1
2-	Mise en situation.....	2
3-	Caractéristiques techniques	3
3-1	Meule.....	3
3-2	Meuleuse	4
4-	Observations	6
4-1	Examen de spécimens.....	6
4-2	Examen du matériau « perte par ignition ».....	7
4-3	Examen de la meuleuse <i>M8003</i>	9
4-4	Essais de fonctionnement (vibration)	11
4-5	Examens comparatifs.....	13
5-	Informations recueillies et documentation.....	14
5-1	Résumé de déclarations	14
5-2	Registres de <i>Fonderie Poitras</i>	14
5-2-1	Fiche d'inspection mécanique	14
5-2-2	Historique des transactions	15
5-2-3	Bons de travail.....	16
5-3	Manuel de <i>FOX</i>	16
5-4	Manuel de <i>TB Wood's</i>	18
6-	Analyses.....	19
7-	Conclusion.....	21

Annexes

- Annexe A Fiche « Order Notification »
- Annexe B Manuels des manufacturiers *FOX* et *TB Wood's*
- Annexe C Photographies

- 1 -

Q10L160853

1- Mandat, démarches et méthodologie

Le 21 décembre 2010, nos services ont été retenus pour départager les causes possibles du bris d'une meule survenu lors d'une opération de meulage à la *Fonderie Poitras* localisée à L'Islet. Plus spécifiquement, il s'agit de mesurer l'influence de diverses composantes mécaniques impliquées dans cette opération. Dans ce rapport, nous vous présentons notre démarche, nos observations, les informations recueillies, nos analyses et notre conclusion.

Pour effectuer notre mandat, nous avons, entre autres, fait l'examen de la meule en question, de marque *Bates* et d'un diamètre de 30 pouces, ainsi que de l'appareil sur lequel elle était fixée, soit une meuleuse de marque *FOX* (poste de travail *M8003*). Nous avons également obtenu certains documents dont, entre autres, le manuel du fabricant de cette meuleuse et son registre d'entretien tenu par *Fonderie Poitras*.

La méthode de travail utilisée pour effectuer ce mandat est basée sur des principes scientifiquement reconnus en recherche de causes d'accidents et de défaillances, ainsi que sur une analyse méthodique de la problématique: identification du problème, définition du problème, collecte de données, analyse de données, développement d'hypothèses, confrontation des hypothèses et sélection de la cause la plus probable de l'accident.

- 2 -

Q10L160853

2- Mise en situation

Le 19 décembre 2010, un opérateur a été retrouvé au sol, inanimé, à une distance de 18 pieds devant la meuleuse portant le numéro *M8003*, qui est située dans le département de finition de l'entreprise *Fonderie Poitras*. À ce moment, le moteur et les pièces mobiles tournaient toujours et la meule s'était désintégrée. Seul son moyeu (« hub ») était resté en place. Des fragments de cette meule ont été retrouvés au sol, ceci jusqu'à 34 pieds en avant du poste de travail. D'autres fragments auraient été retrouvés dans le corps de l'opérateur.

À la suite de cet événement, une enquête et un examen des lieux ont été effectués par la *Sûreté du Québec*, puis les débris de la meule ont été ramassés et rassemblés pour examen ultérieur. Selon les informations obtenues de cette enquête, les seules particularités ou pièces retrouvées, autres que les débris de la meule, étaient une clé (outil) présente sur le poste de travail, des composantes du garde de sécurité ainsi qu'un des supports de meule situés en partie inférieure de la meuleuse *M8003*.

Nous avons effectué un examen général des lieux le 22 décembre 2010, l'examen exhaustif de la meuleuse le 11 janvier 2011, et des essais de fonctionnement et vibratoires le 1^{er} février suivant.

- 3 -

Q10L160853

3- Caractéristiques techniques

3-1 Meule

La meule désintégrée avait été fabriquée par *Bates* et comportait les dimensions nominales suivantes à l'état neuf: 30 pouces de diamètre extérieur, 12 pouces de diamètre intérieur (« hub ») et 2 pouces d'épaisseur. Dans le plan radial, elle était composée de cinq sections, soit trois couches de granulat séparées les unes des autres par une couche en treillis de fibre de verre, pour une largeur totale mesurée de 1,9 pouce (4,8 centimètres). Elle avait les numéros d'identification *NAC16.2-06-B12-F2B* et *B491592*, respectivement les numéros du produit et de lot.

La vitesse de rotation maximale prescrite par le manufacturier (*Bates*) et inscrite sur la meule est de 1 512 RPM (photographies 1 à 6). Selon M. Herb Spencer de *Bates*, cette valeur comporte un facteur de sécurité de 50%. En effet, le manufacturier procéderait à des essais en rotation de chaque meule, et la meule en cause aurait été testée à une vitesse de 2 268 RPM, sans se pulvériser. Cette valeur a été consignée sur une fiche « Order Notification » dont nous avons obtenu copie (annexe A).

Les meules sont livrées en lot de douze chez le distributeur *Pilot PB*. Dix meules de ce lot, dont celle en cause, ont été livrées à *Fonderie Poitras* en deux livraisons. Elles sont entreposées dans des étagères, rangées verticalement (plan radial) et déplacées par des transpalettes ou autres moyens similaires. Lors de son installation sur la meuleuse, la meule est manipulée manuellement. Elle est déposée sur deux supports puis ensuite installée sur l'axe de rotation de la meuleuse (photographies 1 à 6).

- 4 -

Q10L160853

3-2 Meuleuse

L'appareil en question, de marque *FOX GRINDERS INC (FOX)*, modèle *G50G*, numéro de série *6754240*, porte le numéro *M8003* qui correspond au numéro de poste de travail interne. La meuleuse est composée, de façon simplifiée, d'un moteur électrique, d'une courroie de transmission et d'une poulie variable dont l'axe (arbre de transmission) fait tourner la meule. La poulie variable, dont le diamètre est variable, permet de faire varier la vitesse de rotation de la meule en fonction de son usure. Plus la meule est usée, plus son diamètre est réduit, et plus sa vitesse de rotation doit être augmentée pour conserver une vitesse tangentielle d'opération constante, soit la vitesse qui maintiendra un meulage optimum des pièces.

Plus spécifiquement, cette meuleuse est munie d'un système pouvant modifier la vitesse de rotation de la meule, simplement en utilisant une manivelle localisée au centre de la meuleuse et qui est reliée à la base supportant le moteur électrique via un système de vis sans fin. En tournant cette manivelle, on modifie la position longitudinale du moteur par rapport au bâti de la meuleuse (on l'avance ou on le recule), ce qui a pour effet d'appliquer (ou de relâcher) la tension sur la courroie de transmission. Cette tension dans la courroie de transmission diminuera (ou augmentera) le diamètre de la poulie variable, ce qui en résultera à l'augmentation (ou à la diminution) de la vitesse de rotation (RPM) et tangentielle (pi/min) de la meule.

- 5 -

Q10L160853

La meule est logée dans une volute ne laissant qu'une petite section à découvert (ouverture) pour l'opération de meulage. Il y a un garde de sécurité en portion haute de cette ouverture et ce garde est relié mécaniquement au moteur via un bras d'ajustement et un tendeur à œillet (« turnbuckle »). Il s'auto-ajuste en fonction de la position relative du moteur par rapport au bâti de la meuleuse. En d'autres termes, ce garde s'ajuste automatiquement en fonction de la vitesse de rotation de la meule et de son diamètre (en fonction de l'usure de la meule), via la position relative du moteur. En portion basse de l'ouverture, il y a un plateau de travail, manuellement ajustable et non auto-ajustable, pour y appuyer la pièce à meuler. Ce plateau s'ajuste en fonction du type de pièces à meuler dont la hauteur de la pièce.

Pour installer une meule, une porte (côté droit de la meuleuse) donne accès à la volute. On assoit la meule sur deux supports (à la base de la volute), puis on fixe la meule à l'aide d'un écrou vissé sur l'arbre de la meuleuse, soit en portion centrale de la meule. Il y a une marque sur la meule, « *Mount this side up* », située près de son diamètre extérieur et celle-ci doit être positionnée en haut (à midi) lors de son installation. Il s'agit d'un point d'équilibrage testé en usine, soit le point optimal à respecter pour minimiser les vibrations de la meule en rotation. Finalement, il y a un système d'aspiration des poussières à la base de la volute et en portion arrière de la meuleuse (photographies 7 à 11).

- 6 -

Q10L160853

4- Observations

4-1 Examen de spécimens

Nous avons examiné les restes de la meule (de la meuleuse *FOX M8003*) et des fragments de meule récupérés au sol.

Nous avons retiré de la meuleuse la partie restante de la meule. Le diamètre extérieur était d'environ 16 pouces, ce qui correspondait avec la délimitation du papier d'identification de la meule. La surface radiale (diamètre externe) présentait un aspect « effiloché » et non homogène, comportant des fissures dans tous les plans (radial et axial). Nous n'avons pas noté un patron de fissures dominant.

La partie restante de cette meule n'était plus intègre et était devenue fragile. En revanche, nous n'avons pas retrouvé de dépôt ou saleté quelconque entre le papier collé sur cette meule et les brides de serrage de la meuleuse (la meule devait être bien alignée, selon toute vraisemblance).

L'examen des fragments nous a permis de constater que, mis à part quelques gros fragments qui représentaient plus ou moins la distance complète entre le diamètre interne du moyeu (« hub ») et la surface d'usure (diamètre externe), ils étaient de petite taille et de forme diverse. L'examen visuel de ces restes nous permet d'établir que la meule s'est désintégrée (photographies 12 à 21).

L'examen comparatif de cette meule détruite avec deux meules neuves du même lot entreposées dans l'usine nous permet d'établir qu'au moment du bris, la meule avait un diamètre extérieur d'environ 26½ pouces, ce qui représente une usure d'environ 28,5% de la bande d'usure du disque abrasif.

- 7 -

Q10L160853

Considérant le type de dommages et l'état de destruction quasi complète de la meule en cause, l'examen visuel de cette meule et de ses restes ne nous permet pas, à lui seul, de conclure à la cause de sa défaillance.

4-2 Examen du matériau « perte par ignition »

Lors de l'examen des fragments de la meule, nous avons noté les caractéristiques suivantes du disque abrasif:

- Il y avait trois couches (d'environ 1,6 cm d'épaisseur) de matière abrasive, avec une couche de fibre de verre tissée entre chacune de ces couches, coulées autour d'un support en acier. Nous avons identifié ces trois couches comme étant « A », « B » et « C »;
- Bien que visuellement la matière abrasive était assez homogène, elle semblait plus dense et comporter des particules abrasives plus fines vers le centre du disque;
- Près du moyeu (« hub »), il y avait un cerceau en acier entouré de matière abrasive. Ce cerceau était décentré radialement par rapport aux trois couches de matière abrasive et touchait à la couche de fibre de verre, à l'interface des couches d'abrasif « B » et « C » (photographie 22);
- La matière abrasive était très résistante et très difficile à fractionner, et ce, sur tous les fragments examinés.

- 8 -

Q10L160853

Étant donné que la matière abrasive est fabriquée à partir d'un mélange de particules abrasives (oxyde d'aluminium) et d'un liant organique, nous avons effectué des prélèvements du matériau à différents endroits (sur certains grands fragments) pour en vérifier son homogénéité chimique. Cette vérification a été faite par des essais « perte par ignition » (« loss on ignition ») à une température de 900°C. Ces essais permettent de mesurer la concentration de liant organique (et combustible) dans la matrice. Le tableau ci-après donne les résultats de ces essais :

Fragment	Échantillon	Rayon	Couche	% de liant
A1	1A	externe	A	8,40
A1	2C	interne*	C	9,57
A4	1A	externe	A	8,10
A4	2A	interne*	A	10,24
A4	3C	interne*	C	7,80
4/4		interne (entre anneau et support)	A-C	9,76

* = prélèvement au rayon interne du fragment, ce qui correspond au rayon externe de l'anneau en acier

L'analyse de ces résultats démontre que la matrice est de composition assez homogène et comprend entre 7,8 et 10,2% de liant (avec 89,8 à 92,2% de particules d'oxyde d'aluminium). En résumé, toutes les parties du matériau qui étaient quasi intactes, soit dans les plus gros fragments (A1 et A4), étaient très résistantes et avaient une très bonne cohésion interne. Leur composition est également constante. Nous n'avons constaté aucune anomalie du matériau qui pourrait expliquer la défaillance du disque.

- 9 -

Q10L160853

4-3 Examen de la meuleuse M8003

Nous avons procédé à un examen exhaustif de la meuleuse *FOX, M8003*, et de son environnement immédiat. Mis à part les débris de la meule, aucune pièce, outil ou autres objets n'ont été retrouvés au sol, sur d'autres surfaces ou dans la meuleuse. Par contre, on nous rapporte qu'il y avait une clé 1 1/8 pouce (outil) suspendue à un paravent situé à la droite du poste *M8003*. Cette dernière n'était pas déformée ou marquée. Un maillon de la chaîne gauche du luminaire fluorescent situé au-dessus du poste de travail était cassé, faisant en sorte que le luminaire pendait par l'autre chaîne (photographie 23). Les pièces à meuler au moment de l'accident étaient rangées dans des boîtes et portaient le nom *Nutech*, et le #705501251 (devis *devM249*). Le diamètre de ces pièces était de 6 1/2 pouces et l'épaisseur de 1 3/8 pouce (photographie 24).

L'examen visuel de la meuleuse nous a permis d'observer que le bâti de la volute était déformé, que l'axe du garde de sécurité était tordu et sectionné, et que les deux supports à la base de la volute (pour installer la meule) étaient tordus, dont l'un arraché complètement (photographies 25 et 26). Dans la volute, il y avait plusieurs traces de frottement mécanique, signe que des fragments de la meule étaient venus en contact avec elle. Il y avait des évidences de frottement entre la meule et les pièces d'acier du plateau de travail et du garde de sécurité.

- 10 -

Q10L160853

Le tendeur à œillet (« turnbuckle »), qui faisait partie du système d'auto-ajustement du garde de sécurité, était complètement dévissé et sorti de son attache. Cette pièce n'était pas endommagée. Cette condition n'était pas une conséquence de l'accident car cette pièce avait été retirée de son attache avant l'accident, ceci par une intervention humaine. Nécessairement, le garde de sécurité pendait par son axe et devait s'appuyer sur la meule au moment de l'accident. Le garde n'était donc plus fonctionnel au moment de cet accident et il frottait littéralement sur la meule en rotation (photographies 27 et 28).

Les mesures de la localisation du plateau de travail nous permettent d'établir qu'il était positionné à 4 pouces sous le plan horizontal du centre de la meule, et qu'il y avait une distance d'au moins ½ pouce entre la meule (avant l'accident) et l'arrière du plateau. Cette localisation nous permet d'établir objectivement que ce plateau de travail n'était pas ajusté de façon optimale, étant donné que les pièces à meuler, au moment de l'accident, pouvaient se coincer entre l'arrière du plateau et la meule. En fait, il était positionné d'une manière dangereuse et non sécuritaire (photographie 29).

L'analyse des déformations et des bris observés à la meuleuse et au niveau du poste de travail nous permet de déterminer, objectivement, que ces dommages sont survenus en conséquence de la désintégration de la meule. Ces déformations et bris ne sont donc pas en lien avec la cause de la désintégration de cette meule. En effet, aucune pièce ou trace de coincement n'a été observée sur la meuleuse ou dans ses environs.

4-4 Essais de fonctionnement (vibration)

Nous avons procédé à des essais de fonctionnement de la meuleuse en cause, soit en mode de rotation de la meule, et ce, conformément à un protocole d'essais de mesures en vibration qui a été élaboré à cette fin. Le but de ces essais était d'examiner visuellement et de façon auditive le comportement de la meuleuse, ainsi que de quantifier les vibrations des paliers de roulement de la meuleuse, à l'aide d'un accéléromètre et d'un système d'acquisition de données, lors de son fonctionnement.

Ces essais ont été effectués sur deux meuleuses du même type, soit sur la meuleuse identifiée *M8001*, comme étant une meuleuse intacte et de référence, et la meuleuse *M8003*, celle qui a été endommagée lors de l'accident.

Les essais sur les meuleuses ont été conduits sans charge (sans meule) et sous charge, et ce, à l'aide d'une nouvelle meule de même type que celle en cause. La marque de la meule d'essai était du fabricant *Norton* et avait des spécifications similaires. Les points de mesure de vibrations ont été pris sur deux axes, horizontal et vertical, et ce, sur chacun des paliers de roulement, soit du côté meule et du côté poulie.

En tout, 26 mesures de spectre de réponse en fréquence ont été effectuées, soit 13 mesures sur la meuleuse *M8001* et 13 mesures sur la meuleuse *M8003*. Nous avons fait l'analyse de ces mesures. Le spectre de réponse en fréquence de la meuleuse *M8003* affichait une amplitude des vibrations plus élevée que la meuleuse *M8001*. Les différences observées dans le spectre de fréquence entre la meuleuse *M8003* et la meuleuse *M8001* peuvent être expliquées par des moteurs d'entraînement comportant les mêmes caractéristiques (même modèle) mais qui n'étaient pas identiques (année de fabrication, usure, etc.), et un fonctionnement intrinsèque de la poulie variable utilisée sur chacune des meuleuses.

- 12 -

Q10L160853

Bien que les spectres de réponse en fréquence des vibrations affichaient une amplitude plus élevée sur la meuleuse *M8003* que sur la meuleuse *M8001*, aucun mode anormal ou particulier n'a été détecté lors de ces essais.

Selon nos observations, il n'y a aucun élément nous permettant de conclure à un problème de nature mécanique avec les systèmes d'entraînement de la meuleuse *M8003*, c'est-à-dire le moteur électrique, la courroie d'entraînement, les poulies, l'arbre de transmission et les paliers de roulement.

Lors de ces essais, nous avons observé que les conditions d'opération de la meuleuse *M8003*, telles qu'au moment de l'accident (en tenant compte que ce poste de travail a été mis sous scellé immédiatement après l'accident et qu'aucune manipulation n'y a été effectuée), étaient hors normes. En effet, lorsque nous avons effectué l'essai sans charge, nous avons noté que tout le bâti et le sol vibraient de façon importante avec un niveau sonore plus élevé que la normale. La vitesse de rotation mesurée était de 3 253 RPM et la distance entre l'axe des deux poulies de 33 1/8 pouces (centre à centre). Cette distance était à son maximum d'ajustement, ce qui correspondait au positionnement du moteur ayant été reculé à son maximum, faisant en sorte que la tension dans la poulie était à son maximum. Cet ajustement permettait d'atteindre la vitesse de rotation maximale de la meuleuse et de la meule. Il est à noter que la vitesse de sécurité maximale de la poulie variable est de 3 100 RPM.

- 13 -

Q10L160853

Si on considère que la meule avait un diamètre de 26½ pouces lors de son bris, les chartes de vitesse de rotation permettaient une vitesse maximale d'opération de 1 802 RPM (pour une vitesse linéaire tangentielle de 12 500 pi/min). La valeur de rotation lors de l'accident était de 1 451 RPM au-dessus de celle maximale d'opération, soit de 80% supérieure à la valeur de sécurité prescrite par le fabricant. Il est à noter que les forces centrifuges, soit celles qui engendrent la désintégration des meules, sont directement proportionnelles au carré de la vitesse de rotation de la meule. Également, si on considère que la meule peut être utilisée jusqu'à un diamètre de 18 pouces (usure maximum du disque abrasif), la vitesse de rotation maximale de la meuleuse ne devrait pas dépasser 2 653 RPM.

En résumé, les essais en marche de la meuleuse *M8003* ont démontré le fonctionnement normal de celle-ci, et ce, avec une meule neuve de comparaison. Également, ces essais nous ont permis d'observer que la meule, lors de son bris, tournait à 3 253 RPM, soit à plus de 80% de sa valeur sécuritaire.

4-5 Examens comparatifs

Notre examen des meuleuses *M8001* et *M8003* a permis d'établir qu'elles avaient le même type de moteur, de poulie d'entraînement, de courroie d'entraînement et de poulie variable :

- Moteur : 15 HP à 1 725 RPM (*Baldor*);
- Poulie d'entraînement : diamètre 11 pouces;
- Courroie d'entraînement : *3230HV931 (Jason)*;
- Poulie variable : *MCS-12S (TB Wood's)*.

5- Informations recueillies et documentation

5-1 Résumé de déclarations

Basé sur un résumé de déclarations, il appert que sept opérateurs auraient déclaré que la meuleuse *M8003* vibrait « anormalement », du moins, que les vibrations ressenties auraient été plus importantes que la normale pour l'appareil en question et/ou en comparaison avec les autres appareils (entre autres, les meuleuses *M8001* et *M8002* de même marque), selon notre analyse de ce document. Un seul opérateur de même qu'un contremaître et un employé d'entretien n'auraient pas constaté d'anomalie notable.

5-2 Registres de *Fonderie Poitras*

Nous avons examiné trois documents préparés par le propriétaire de *Fonderie Poitras*. Il s'agit d'une fiche d'inspection mécanique, d'un historique de transactions et de bons de travail. En voici le résumé.

5-2-1 Fiche d'inspection mécanique

Cette fiche concerne les travaux à faire sur les meuleuses (peu importe le manufacturier *Setco* ou *FOX*). À chaque jour, on doit, entre autres, s'assurer qu'il n'y a aucune vibration anormale, sinon, on doit « *faire l'inspection une fois par semaine immédiatement* », tel qu'indiqué sur cette fiche. Le niveau d'huile de la poulie variable de même que l'usure de la courroie (*#pces 3230HV821*) sont des exemples d'inspection à faire à chaque semaine.

- 15 -

Q10L160853

5-2-2 Historique des transactions

Pour la meuleuse *M8003*, cet historique consigne les sorties de pièces du magasin interne de *Fonderie Poitras*. Plus spécifiquement, il s'agit de transactions datées du 11 novembre 2010 et reliées au bon de travail #24186. En voici le résumé :

- Une poulie à vitesse variable (*MCS12S X1-7/8*);
- Une poulie (*11.0X1S-SF*);
- Une courroie (*3230HV931*).

On note aussi que le numéro de pièce de la courroie listée ci-dessus (*#3230HV931*) diffère de celui spécifié sur la fiche d'inspection mécanique (*#3230HV821*). D'après notre examen de l'historique des transactions, il apparaît que la pièce *#3230HV931* serait destinée aux meuleuses *FOX (M8001, M8002 et M8003)* et que celle portant le *#3230HV821* serait destinée aux meuleuses *Setco (M8004, M8005 et M8006)*, ceci bien qu'une courroie destinée aux meuleuses *Setco* aurait été installée sur la meuleuse en cause (*FOX M8003*) le 5 mai 2010. Considérant que cette date était antérieure au 11 novembre 2010 et à l'accident du 19 décembre suivant, il appert que la courroie effectivement installée sur la meuleuse *M8003* était bien celle préconisée par *Fonderie Poitras*.

- 16 -

Q10L160853

5-2-3 Bons de travail

Le bon de travail #C24050 démontre qu'une meule aurait été installée sur la meuleuse M8003 le 29 septembre 2010 par **monsieur F**. Selon les informations obtenues, le dernier changement de meule sur la meuleuse M8003 aurait été fait environ deux semaines avant l'accident, mais aucun bon de travail n'a été produit pour cette opération.

Nous avons constaté, sur le bon de travail #C24186, que les pièces sorties du magasin, soit les poulies et la courroie listées à l'historique des transactions (section précédente 5-2-2), ont été installées le jour même de la transaction, soit le 11 novembre 2010, et donc environ cinq semaines avant l'accident. Ces travaux ont été exécutés par **monsieur F** et ils ont nécessité 2,25 heures de temps. Aucune remarque particulière n'est mentionnée sur le bon de travail en question.

5-3 **Manuel de FOX**

Selon le manuel d'opération et d'entretien préparé par le manufacturier, voici ci-dessous les points pertinents retenus :

- L'ajustement de la vitesse de rotation de l'arbre de l'appareil (donc de la meule) doit se faire avant qu'une nouvelle meule ne soit montée sur l'arbre en question (annexe B);
- La mise en marche doit se faire progressivement (cycles rapprochés de marche/arrêt);
- Il faut s'assurer d'observer la vitesse spécifiée de l'appareil et de choisir les meules en conséquence de cette vitesse;

- 17 -

Q10L160853

- Si la vitesse de rotation choisie se situe entre 12 500 et 16 500 pi/min, un autocollant de couleur rouge doit être placé sur le garde de sécurité de l'appareil;
- En tout temps, le plateau de travail doit être positionné entre 1/16 et 1/8 pouce (distance horizontale) de la meule;
- En tout temps, le garde de sécurité doit être positionné à ¼ pouce de la meule;
- Le tendeur à œillet (« turnbuckle »), qui est placé sur le bras d'ajustement du garde de sécurité, doit être ajusté uniquement s'il est positionné à ¼ pouce d'une nouvelle meule de 30 pouces de diamètre et que la courroie d'entraînement est lâche. C'est uniquement à ce moment que ce tendeur à œillet doit être ajusté. Également, une procédure d'ajustement est décrite par le fabricant et celle-ci doit être exécutée par du personnel qualifié seulement;
- Ne jamais remplacer une courroie d'entraînement par une courroie trop courte, car celle-ci peut causer une vitesse de rotation excessive de la meule, son éclatement éventuel et de possibles blessures corporelles sérieuses;
- Le numéro de pièce de la poulie variable est le *MCS-12-W*.

Nous pouvons constater que la poulie à vitesse variable utilisée sur les meuleuses *M8001* et *M8003* (*MCS-12S*) n'est pas la même que celle spécifiée par le fabricant *FOX*, soit la pièce *MCS-12-W*.

- 18 -

Q10L160853

5-4 Manuel de TB Wood's

Selon le manuel du manufacturier *TB Wood's* de poulies variables et de courroies, si on utilise une poulie *MCS-12-W* telle que spécifiée par le manufacturier *FOX*, on doit utiliser une courroie de type *4430V*, ce qui n'était pas le cas sur les meuleuses *M8001* et *M8003* (annexe B).

Si on utilise une poulie *MCS-12S* telle que retrouvée sur les meuleuses *M8001* et *M8003*, on doit utiliser une courroie de type *3230HV* telle qu'installée sur les deux meuleuses. Par contre, tenant compte de la distance centre à centre des deux poulies ($29\frac{1}{4}$ pouces minimum à $33\frac{1}{16}$ pouces maximum), on doit utiliser une courroie ayant une longueur de type *960* (96 pouces) et non de *931* (93 pouces), telle qu'installée sur les deux meuleuses.

La différence entre les deux types de poulie variable (*MCS-12-W* vs *MCS-12S*) est la largeur nominale. Cela n'aurait pas d'incidence directe sur la vitesse de rotation puisque les diamètres minimal et maximal sont les mêmes. La différence entre les deux types de courroie est la longueur totale de la courroie, ce qui fait en sorte que la courroie *#3230HV931* est plus courte que la *#3230HV960*. Cette situation rendait la meuleuse sujette à atteindre des vitesses de rotation plus élevées qu'avec le bon type de courroie, et ce, pour une même distance centre à centre des deux poulies. Donc, l'utilisation d'une courroie plus courte rendrait l'utilisation de la meuleuse moins sécuritaire, telle que spécifiée par le manufacturier *FOX* :

« Ne jamais remplacer une courroie d'entraînement par une courroie trop courte, car celle-ci peut causer une vitesse de rotation excessive de la meule, son éclatement éventuel et de possibles blessures corporelles sérieuses ».

6- Analyses

Lors de l'exécution de notre mandat, nous avons identifié différentes causes possibles pouvant expliquer le bris de la meule:

- Qualité de la meule (défaut des composants du matériau lui-même ou de fabrication);
- Choc mécanique sur la meule lors de sa manipulation, du transport ou lors d'une opération de rectification (meulage);
- Vitesse de rotation excessive de la meuleuse (vitesse mesurée, prescrite et maximale théorique);
- Défectuosité d'une pièce mécanique de la meuleuse;
- Entretien déficient ou inadéquat de l'appareil, mauvais choix de pièces de remplacement;
- Erreur humaine (mauvaise utilisation, mauvais ajustement, etc.).

En vertu de notre analyse, de nos observations et essais, ainsi que des informations recueillies à ce jour, nous sommes en mesure d'éliminer, comme causes possibles du bris, la qualité de la meule et une défectuosité d'une pièce de la meuleuse. En effet, aucune observation objective ne nous permet de retenir ces deux scénarios. Également, comme nous n'avons obtenu aucune information à savoir que la meule aurait pu subir un choc mécanique et jumelée au fait qu'elle avait été utilisée durant environ deux semaines, occasionnant une usure sur près de 28% de sa bande d'usure, nous éliminons également le choc mécanique comme cause probable.

- 20 -

Q10L160853

En vertu de nos essais et observations, nous sommes d'avis que la cause la plus probable du bris serait reliée à une vitesse de rotation excessive de la meule ayant dépassé les propriétés physiques et mécaniques intrinsèques de celle-ci. En effet, nous avons mesuré une vitesse de rotation de 3 253 RPM qui dépassait de 80% la vitesse de sécurité prescrite du fabricant de la meule (*Bates*), ce qui représente aussi 1,8 fois cette vitesse. Cette vitesse dépasse également la vitesse nominale majorée du facteur de sécurité du fabricant (50%) et elle dépassait par surcroît la vitesse maximale de sécurité de la poulie variable (maximum de 3 100 RPM).

Soulignons que la majorité des opérateurs de la meuleuse *M8003* auraient noté que cette meuleuse vibrait « anormalement », ou bien que les vibrations ressenties auraient été plus importantes que la normale. Cela corrobore nos observations, en particulier nos mesures de spectre de réponse en fréquence des vibrations sur la meuleuse *M8003*, qui affichaient une amplitude plus élevée que sur la meuleuse *M8001*. Rappelons finalement que les forces centrifuges sont directement proportionnelles au carré de la vitesse de rotation, et donc que la vitesse de particules projetées augmente dans la même proportion.

Quant à la cause de cette vitesse excessive, elle serait vraisemblablement reliée à une intervention humaine (type d'utilisation et/ou d'ajustement de composantes de la meuleuse). Également, les choix de certaines pièces ne correspondaient pas aux recommandations des fabricants de la meuleuse et des poulies. Plus spécifiquement, le choix de la courroie d'entraînement avec une longueur réduite n'était pas conservateur (prudent) en termes de sécurité.

Enfin, nous avons observé que des manipulations avaient été effectuées au niveau du garde de sécurité, et ce, avant l'accident, et que l'ajustement du bâti du moteur était rendu à son maximum. Aucun dispositif de cadenassage ou de sécurité (goujon) n'était prévu pour limiter les ajustements de la meuleuse, de sorte que la vitesse de rotation sécuritaire de la meule ne puisse être dépassée.

- 21 -

Q10L160853

7- Conclusion

En vertu de nos observations, de notre analyse, des informations recueillies à ce jour et de tout ce qui précède, nous sommes d'avis que la cause la plus probable de la désintégration de la meule serait reliée à une vitesse de rotation excessive ayant dépassé ses propriétés physiques et mécaniques intrinsèques. En effet, la vitesse de rotation de la meule, lors de l'accident, qui était de 80% plus élevée que la vitesse sécuritaire prescrite par le manufacturier, aurait engendré des forces centrifuges plus élevées que celles auxquelles la meule était capable de supporter selon sa conception et sa fabrication.

PYROTECH BEI

Guy Allard, ing.

Frédéric Charest, ing.

Normand Juneau, ing., CFEI

GA/FC/NJ/gs

p.j.

Annexe A

Fiche « Order Notification »

ORDER NOTIFICATION



BRAND: BATES ABRASIVES
COMPANY: BATES ABRASIVES
WAREHOUSE: 02 MARYSVILLE
ORDER TYPE: MANUFACTURED
RECEIVED 10-07-10 ENTERED 10-07-10

DATE
10/22/10

BILL-TO# PILOT P.B. INC.
410648 140 BOUL, INDUSTRIEL
BOUCHERVILLE
QUEBEC J4B 2X2 CN 00000

P.O.# 82274 TYPE: PD

SHIP-TO# PILOT P.B. INC.
410648 140 BOUL, INDUSTRIEL
BOUCHERVILLE
QUEBEC J4B 2X2
CANADA

P.O.# .

EXPEDITE

10/22/10

MARK-FOR# NORCAST
415365

TERRITORY: 606
BRUCE DUNCAN

PRODUCT# 30 X 2 X 12 NAC16.2-O6-B12-F2B BTM 22-BATES
R69975 SPECIAL SPEED: 1,512 RPM TYPE 01 245.45 LIST PRICE
50846 238.88 STANDARD COST
TEST SPEED 2268 OPERATING SPEED 1512

ORDER QUANTITY 12 FREIGHT TERMS: COLLECT
U/M: EA UPS F81137
UNIT PRICE \$291.23 ORDER VALUE \$3494.76
SPECIAL PRICE

ORDER COMMENTS

MANUFACTURE SPECIAL INSTRUCTIONS

OTHER SPECIAL INSTRUCTIONS

INSP BY	
TEST SPEED	2268
TESTED BY	
DATE	10/22/10
TESTED	10
TESTING	0

ENTERED

31 1/2

48
10
7

S. Dem - 1

ORDER NOTIFICATION

491592



BRAND: BATES ABRASIVES
COMPANY: BATES ABRASIVES
WAREHOUSE: 02 MARYSVILLE
ORDER TYPE: MANUFACTURED
RECEIVED 10-07-10 ENTERED 10-07-10

SCHEDULE DATE
~~11-11-10~~ 10/22/10

P.O.# 82274 TYPE: PD

BILL-TO# PILOT P.B. INC.
410648 140 BOUL, INDUSTRIEL
BOUCHERVILLE
QUÉBEC J4B 2X2 CN 00000

P.O.#

EXPEDITE
10/22/10

SHIP-TO# PILOT P.B. INC.
410648 140 BOUL, INDUSTRIEL
BOUCHERVILLE
QUEBEC J4B 2X2
CANADA

TERRITORY: 606
BRUCE DUNCAN

MARK-FOR# NORCAST
415365

PRODUCT# 30 X 2 X 12 NAC16.2-O6-B12-F2B BTM 22-BATES
R69975 SPECIAL SPEED: 1,512 RPM TYPE 01 245.45 LIST PRICE
50846 238.88 STANDARD COST
TEST SPEED 2268 OPERATING SPEED 1512

ORDER QUANTITY 12 U/M: EA

FREIGHT TERMS: COLLECT UPS F81137

UNIT PRICE \$291.23 SPECIAL PRICE

ORDER VALUE \$3494.76

ORDER COMMENTS

MANUFACTURE SPECIAL INSTRUCTIONS

OTHER SPECIAL INSTRUCTIONS

INSP. BY	2268
TEST SPEED	AD
TESTER	12/11
DATE	2
NO. TEST	0
NO. PREY TESTING	

TESTING BY	
DATE	

RACK #	3
CITY	2
OVEN #	41
BURN	

31 1/2

S. Dem - 42

(ORD001-1)

INTERNAL ORDER COPY

ORIGINAL 21:02 CT 10-07-10

Order No: 491592 Product No: R69975 PAGE 1
10 X 2 X 12
JAC16.2-06-B12-P2B



958127

Oper #/ Quota/Minutes NAME: 5600 DATE: 10-19 #GOOD: _____ #BAD: _____
20.100/ 112/ 4.30 NAME: 5462 DATE: 12-1 #GOOD: 1 #BAD: _____
Res: Weigh Mix 1 NAME: _____ DATE: _____ #GOOD: _____ #BAD: _____



958128

Oper #/ Quota/Minutes NAME: ✓ DATE: ✓ #GOOD: _____ #BAD: _____
20.101/ 59/ 8.09 NAME: 5462 DATE: 12-1 #GOOD: 1 #BAD: _____
Res: Blend Mix 1 NAME: _____ DATE: _____ #GOOD: _____ #BAD: _____



958129

Oper #/ Quota/Minutes NAME: ✓ DATE: ✓ #GOOD: _____ #BAD: _____
20.150/ 421/ 1.14 NAME: _____ DATE: _____ #GOOD: _____ #BAD: _____
Res: Weigh Mix 2 NAME: _____ DATE: _____ #GOOD: _____ #BAD: _____



958130

Oper #/ Quota/Minutes NAME: ✓ DATE: ✓ #GOOD: _____ #BAD: _____
20.151/ 194/ 2.48 NAME: _____ DATE: _____ #GOOD: _____ #BAD: _____
Res: Blend Mix 2 NAME: _____ DATE: _____ #GOOD: _____ #BAD: _____



958131

Oper #/ Quota/Minutes NAME: _____ DATE: _____ #GOOD: _____ #BAD: _____
40.306/ 11/ 42.58 NAME: _____ DATE: _____ #GOOD: _____ #BAD: _____
Press Res: Domn S NAME: _____ DATE: _____ #GOOD: _____ #BAD: _____



958132

Oper #/ Quota/Minutes NAME: _____ DATE: _____ #GOOD: _____ #BAD: _____
83.000/ 0/ 0.00 NAME: _____ DATE: _____ #GOOD: _____ #BAD: _____
Oven Unload NAME: _____ DATE: _____ #GOOD: _____ #BAD: _____



952465

Oper #/ Quota/Minutes NAME: _____ DATE: _____ #GOOD: _____ #BAD: _____
90.910/ 41/ 11.60 NAME: _____ DATE: _____ #GOOD: _____ #BAD: _____
Vitrobond Bush: 4 - 1 NAME: _____ DATE: _____ #GOOD: _____ #BAD: _____



958133

Oper #/ Quota/Minutes NAME: _____ DATE: _____ #GOOD: _____ #BAD: _____
91.130/ 57/ 8.48 NAME: _____ DATE: _____ #GOOD: _____ #BAD: _____
Disc True OD & Balanc NAME: _____ DATE: _____ #GOOD: _____ #BAD: _____



958134

Oper #/ Quota/Minutes NAME: _____ DATE: _____ #GOOD: _____ #BAD: _____
95.100/ 81/ 5.90 NAME: _____ DATE: _____ #GOOD: _____ #BAD: _____
Speed Test: 21-35 & (NAME: _____ DATE: _____ #GOOD: _____ #BAD: _____



958135

Oper #/ Quota/Minutes NAME: _____ DATE: _____ #GOOD: _____ #BAD: _____
97.505/ 59/ 8.11 NAME: _____ DATE: _____ #GOOD: _____ #BAD: _____
PID/MtUp/Sten/Blot/Bx NAME: _____ DATE: _____ #GOOD: _____ #BAD: _____

Annexe B**Manuels des manufacturiers *FOX* et *TB Wood's***

PARTS LIST

G-50-C-1	motor base pivot linkage
G-50-C-2	pivot
G-50-CA	speed adjustment flap control arm, includes turnbuckle (not illustrated)
G-50-J	speed adjustment flap
G-50-MB	sliding motor base assembly
G-50-RR-1	work rest support plate
G-50-RR-2	work rest
G-50-S	speed adjustment screw
G-50-U	universal joint plate to hold bearing unit
V-G-50	hand wheel for speed adjustment screw
G-50-W1	bearing unit for speed adjustment screw
G-50-X	bearing unit for speed adjustment screw

NOTE: WHEN ORDERING PARTS, ALWAYS SPECIFY THE EXACT MODEL NUMBER, SERIAL NUMBER, AND SPEED (SFPM) THAT MACHINE OPERATES.

FOX GRINDERS, INC.

9600 PERRY HIGHWAY • PITTSBURGH, PENNSYLVANIA 15237

FOX MODEL G-50 STAND GRINDER INSTALLATION, OPERATING and MAINTENANCE PROCEDURES

INSTALLATION

A. Make certain that the machine is firmly set on a minimum of 6" of concrete. Mounting bolts should be 3/4" dia. x 4". Machine is supplied with 7/8" drilled holes.

SETUP

A. Wire the machine. Make certain that this grinder is wired to coincide with your service voltage. It is recommended that the push button be located as close to the operator as possible. The starter may be placed on a convenient post or nearby wall.

B. Open the wheel guard door, back off the wheel nut, and remove the outside flange and the shipping blocks from between the flanges *before* starting the machine.

C. With wheel nut and flange removed, start the machine and crank the speed control handwheel clockwise and counterclockwise to run the machine through the complete speed range. Note that this operation also controls movement of the guard flap. *Before* shutting down, return the guard flap up to the new wheel position.

D. Mount new wheel over spindle, replace flange, and spin on nut until snug. With the bars supplied, tighten the nut in this manner: insert one bar in one of the two holes in the nut and the other in one of the two holes in the collar on shaft, and then scissor the bar ends away from each other. The tightening procedure is opposite on left-hand models.

E. Hook exhaust stack to dust collection system.

F. It is suggested that the machine be bump-started when first put into operation after installation.

OPERATING

A. **NOTE:** Be sure to observe the rated speed of the machine and choose wheels accordingly. If machine is set up to run at 12,500 sfpm or 16,500 sfpm, it will have a red sticker affixed to the outside of the guard flap. Machines set to operate at 9500 sfpm will not have a sticker.

B. Set work rest to within 1/16" to 1/8" of wheel at all times.

C. At all times keep the top guard flap 1/4" from grinding wheel (by turning the speed control handwheel) to assure constant peripheral speed.

IMPORTANT: Never turn speed control handwheel unless machine is operating. If at any time it is necessary to do so when the machine is shut down, be sure to bump-start machine until variable speed pulley and belt or belts realign themselves.

D. Before opening main door to change the grinding wheel, remove dust door (not supplied on some models). Both doors must be closed and secured while the machine is running.

E. **NOTE:** When a wheel change is forthcoming, always turn the speed control handwheel so that the guard flap returns to the new wheel position *before* shutdown.

MAINTENANCE

A. The main bearings in the spindle are cartridge type and should never be greased. Greasing of the spindle voids its two-year guarantee. Greasing of the motor should be followed per manufacturer's instructions.

IMPORTANT: Periodically the diameter of the arbor seat on the flange should be checked for excessive wear. This arbor seat is supplied from the factory .001 under the nominal wheel size. Whenever this arbor seat is worn in excess of .010 under, it should be returned to the factory for reconditioning. Operating a grinding machine with a seriously worn arbor seat can result in wheel breakage.

B. The flap arm which connects the speed adjustment flap inside the top of the wheel guard and the movable part of the motor base is equipped with an adjustable turnbuckle. This turnbuckle should be adjusted only when the speed adjustment flap is set at $\frac{1}{4}$ " from a 30" diameter new wheel and the belt is loose due to normal belt wear or stretch. It is only at this time that this turnbuckle should be adjusted to properly tension the belt. The adjustment procedure is as follows:

The wheel flap should be exactly $\frac{1}{4}$ " from the face of a new 30" wheel. Then, after it has been definitely determined that there is slack in the drive belt with a new wheel, the turnbuckle should be adjusted so as to move the speed adjustment flap away from the wheel an additional $\frac{1}{4}$ ". Then turn the speed control handwheel to again bring the flap to $\frac{1}{4}$ " away from the face of the wheel. Next, check the belt to see if it is exactly flush with the top of the variable speed pulley. A small amount of adjustment one way or the other with the turnbuckle may be necessary to get the belt exactly flush with the top of the variable speed pulley at the same time that the speed adjustment flap is $\frac{1}{4}$ " from the face of the new 30" grinding wheel. After the adjustment has been made, check the speed of the spindle with a reliable tachometer. The operating speed of the spindle at this time should be 1590 RPM. If the speed is above this, readjust until the speed is 1590 or slightly below this figure. (This rating of 1590 RPM is for 12,500 SFPM machines with 30" dia. wheels. For 16,500 SFPM use 2099 RPM; for 16,000 SFPM use 2036 RPM; for 9,500 SFPM use 1209 RPM.)

CAUTION: This operation should be performed by qualified personnel only. Also, **REMEMBER** when a new belt is put on the machine *it will be necessary to adjust the turnbuckle again*, as the new belt very likely will be shorter than the discarded belt. The preceding procedures can be performed in a few minutes and will help insure long life for both the driving pulley and the driven variable speed pulley.

C. The movable motor base should be kept free of heavy accumulations of dust. Several times a year, depending on atmospheric conditions, the 2 slide bars and the screw assembly should be cleaned and coated with molybdenum disulphide. The pivot points on the speed control linkage assembly should be cleaned and oiled periodically. At the same time the universal joint, which connects the speed control and handwheel and the movable motor base, should also be cleaned and oiled.

D. When it becomes necessary to replace the main drive belt, loosen the locking collar on the motor base slide bar (front) and turn the handwheel so that the motor moves as far towards the front (spindle) of the machine as possible. Remove the old belt, which will now have a considerable amount of slack in it. Inspect the motor pulley to see that it is not worn to the point where the belt is riding on the bottom of the groove, in that this will shorten belt life considerably. If the pulley is in this condition, replace immediately. Also at this time inspect the variable speed sheave. If it is of the dry lubricated type, the only inspection necessary will be to see that undue wear has not occurred on the flanges. If it is of the oil lubricated type, remove the plug and follow manufacturer's instructions for lubrication.

CAUTION: Check tag inside the belt guard for the correct belt size. *Never put on a replacement drive belt that is too short*, because this will cause excessive overspeeding of the wheel and subsequent wheel breakage and possible serious injury. After a new belt has been installed, turn the speed handwheel so that the motor base moves back to its original position (flat $\frac{1}{4}$ " from wheel), and replace the locking collar and tighten securely. If adjustment is necessary, follow procedure detailed in paragraph B above.

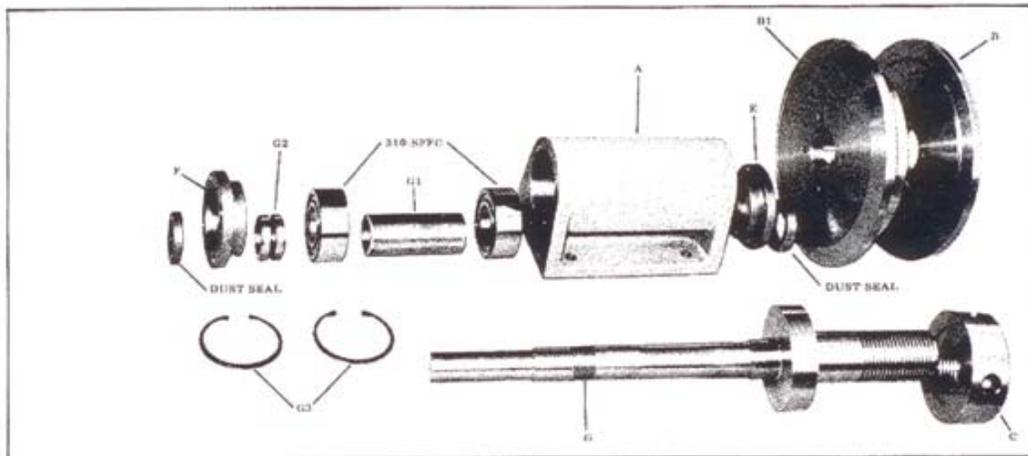
FOX GRINDERS, INC.

9600 PERRY HIGHWAY • PITTSBURGH, PENNSYLVANIA 15237

FOX G-50 PARTS LIST

DRIVE ASSEMBLY

MCSHP-12 single belt variable speed sheave
MP-2-30 single belt companion motor sheave
MP-1 bushing for companion sheave
KV-2 adapter on sheave for visilube hose



SPINDLE ASSEMBLY

G-50-A	spindle housing (no internal parts included under this designation)	G-50-G	main spindle shaft (under this designation parts G1 and G2 normally supplied with shaft)
G-50-B	loose flange	G-50-G1	spacer
G-50-B1	rigid flange	G-50-G2	shaft nuts
G-50-C	spindle retaining nut	G-50-G3	Truarc bearing retaining rings
G-50-E	right-hand end cap (dust seal not included)	310-SFFC	bearings
G-50-F	left-hand end cap (dust seal not included)	G-50-F1	dust seal for left-hand end cap
		G-50-E1	dust seal for right-hand end cap

**MCS SHEAVE FEATURES**

Wood's MCS sheaves incorporate a proven lubrication system that eliminates fretting corrosion, freezing, and sticking. Wood's exclusive cam followers exert side wall pressure on the belt in proportion to the torque required to carry the load. As the load increases, so does the grip on the belt. Thus, constant pitch diameter and constant speed are maintained under varying torque loads. Heavy thrust springs are not constantly squeezing the flanges against the belt and cam pressure is exerted only when the load requires it, greatly prolonging belt life.

- 15 thru 125 HP @ 1750 RPM
- Rugged Cast Iron Construction
- Dynamically Balanced
- V to V Operation
- Exclusive Oil Lube Design
- Cam Assisted Operation
- Proven Reliability

NOTE: MCS sheaves are not recommended for vertical shaft applications or on applications involving the use of plug reversing or plug stop motors.

MCS SHEAVE SELECTION



PRODUCT NO.	HP RATING @		BELT	PITCH DIA.		DRIVE CHART PAGE NO.
	1750	1160		MIN.	MAX.	
MCS-10W-HD	15	7-1/2 - 10	4430V	5.00	10.00	D1—10
MCS-12W-HD	15 - 20	7-1/2 - 15	4430V	6.00	12.00	D1—10
MCS-12S	15 - 25	7-1/2 - 15	3230HV	6.00	12.00	D1—11
MCS-13S *	25 - 30	15 - 20	3230HV	6.38	12.75	D1—11
MCS-13-Y *	25 - 40	15 - 30	4836V	6.38	12.75	D1—12
MCS-14-Y *	40 - 60	25 - 40	4836V	7.00	14.00	D1—12
MCS-15-Y *	60 - 125	40 - 75	4836V	10.00	15.00	D1—13

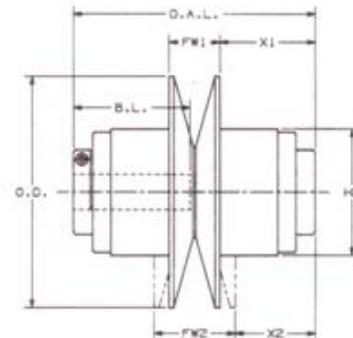
Horsepower ratings are based on constant torque and are shown for maximum pitch diameters.
Horsepower ratings at other pitch diameters reduce in proportion the driven speed.
* Use MBA motor base only.

STOCK BORE SIZES

PRODUCT NO.	1-5/8	1-7/8	2-1/8	2-3/8	2-7/8	MAX. BORE
MCS-10W-HD	X	X	...	...	...	1-7/8
MCS-12W-HD	X	X	...	...	...	1-7/8
MCS-12S ▲	X	X	...	...	...	1-7/8
MCS-13S ▲	...	X	...	...	...	1-7/8
MCS-13-Y ▲	...	X	X	...	...	2-1/8
MCS-14-Y ▲	...	...	X	X	...	2-7/8
MCS-15-Y ▲	...	...	...	X	X	2-7/8

▲ Clamp hub style.

ORDERING EXAMPLE: MCS12S x 1-5/8



MCS SHEAVE DIMENSIONS

PRODUCT NO.	O.D.	HD	O.A.L.	B.L.	FW 1	X1	FW2	X2	WT. LBS.
MCS-10W-HD	10.40	6-3/4	9-3/4	5-13/16	3-1/4	3.09	4-9/16	2-7/16	57
MCS-12W-HD	12-1/4	6-3/4	9-3/4	5-3/4	3-1/4	3.09	4-13/16	2-5/16	63
MCS-12S	12-1/4	6-3/4	9-9/16	6	2-1/2	3-3/16	4-1/16	2-3/8	69
MCS-13S	13	6-3/4	9-9/16	6	2-1/2	3-3/16	4-3/16	2-5/16	67
MCS-13-Y	13	6-5/8	10-15/16	6	3.40	3-3/8	5-1/2	2.34	72
MCS-14-Y	14.45	9.26	14	7-1/2	3-3/4	4.53	6.02	3.4	200
MCS-15Y	15.45	9.26	14	7-1/2	3-3/4	4.53	5.37	3.72	200

For optional Sight-Lube lubrication system, refer to D1—23.

D1-9



MCS DRIVE SELECTION CHARTS

MCS-10W-HD (4430V BELT)

DRIVEN SPEED		PRODUCT NUMBER	GROOVED COMPANION SHEAVE	CENTER DISTANCE IN INCHES AT MAXIMUM AND MINIMUM SPEEDS												
1750 RPM Motor	1160 RPM Motor			VARIABLE SPEED V-BELT NUMBER*												
				4430V 555	4430V 578	4430V 610	4430V 630	4430V 660	4430V 690	4430V 730	4430V 790	4430V 850	4430V 910	4430V 970	4430V 1090	4430V 1320
2188	1450	801W	8.0 x 1W-SF	13.5	14.7	16.2	17.2	18.7	20.2	22.2	25.2	28.2	31.2	34.2	40.2	51.7
1094	725			17.4	18.6	20.1	21.2	22.6	24.1	26.1	29.1	32.1	35.1	38.1	44.1	55.6
2059	1365	851W	8.5 x 1W-SF	13.1	14.3	15.8	16.8	18.3	19.8	21.8	24.8	27.8	30.8	33.8	39.8	51.3
1029	682			16.9	18.2	19.7	20.7	22.2	23.7	25.7	28.7	31.7	34.7	37.7	43.7	55.2
1944	1299	901W	9.0 x 1W-SF	12.7	13.9	15.4	16.4	17.9	19.4	21.4	24.4	27.4	30.4	33.5	39.5	51.0
972	644			16.5	17.8	19.3	20.3	21.8	23.3	25.3	28.3	31.3	34.3	37.3	43.3	54.8
1842	1221	951W	9.5 x 1W-SF	12.3	13.6	15.1	16.1	17.6	19.1	21.0	24.0	27.0	30.1	33.1	39.1	50.6
921	611			16.1	17.3	18.9	19.9	21.4	22.9	24.9	27.9	30.9	33.9	36.9	42.9	54.4
1750	1160	1001W	10.0 x 1W-SF	11.9	13.2	14.7	15.7	17.2	18.7	20.7	23.7	26.7	29.7	32.7	38.7	50.2
875	580			15.6	16.9	18.4	19.4	20.9	22.5	24.5	27.5	30.5	33.5	36.5	42.5	54.0
1591	1054	1101W	11.0 x 1W-SF	11.0	12.4	13.9	14.9	16.4	17.9	19.9	22.9	25.9	28.9	31.9	37.9	49.4
795	527			14.7	16.0	17.6	18.6	20.1	21.6	23.6	26.6	29.7	32.7	35.7	41.7	53.2
1458	967	1201W	12.0 x 1W-SF	...	11.6	13.1	14.1	15.6	17.1	19.1	22.1	25.1	28.1	31.1	37.1	48.6
729	483			...	15.1	16.7	17.7	19.2	20.7	22.7	25.8	28.8	31.8	34.8	40.9	52.4
1346	892	1301W	13.0 x 1W-SF	...	...	12.4	13.2	14.7	16.2	18.2	21.2	24.3	27.3	30.3	36.3	47.8
673	446			...	...	15.9	16.8	18.3	19.8	21.9	24.9	28.0	31.0	34.0	40.0	51.6
1250	828	1401W	14.0 x 1W-SF	...	...	...	12.5	13.9	15.4	17.4	20.4	23.4	26.5	29.5	35.5	47.0
625	414			...	...	...	16.0	17.3	18.9	21.0	24.0	27.1	30.1	33.2	39.2	50.8
1167	773	1501W	15.0 x 1W-SF	...	...	...	...	13.2	14.5	16.5	19.6	22.6	25.6	28.6	34.7	46.2
583	387			...	...	...	...	16.5	18.0	20.0	23.1	26.2	29.2	32.3	38.3	49.9
1094	725	1601W	16.0 x 1W-SF	...	...	...	...	...	13.8	15.7	18.7	21.7	24.8	27.8	33.8	45.4
547	363			...	...	...	...	...	17.1	19.1	22.2	25.3	28.3	31.4	37.5	49.1
972	644	1801W	18.0 x 1W-SF	...	...	...	...	...	...	...	16.9	20.0	23.0	26.1	32.1	43.7
486	322			...	...	...	...	...	...	...	19.2	24.4	26.5	29.6	35.7	47.4
875	580	2001W	20.0 x 1W-SF	...	...	...	...	...	...	...	...	18.1	21.2	24.3	30.4	42.0
438	290			...	...	...	...	...	...	...	...	21.4	24.6	27.7	33.9	45.6
795	527	2201W	22.0 x 1W-SF	...	...	...	...	...	...	...	...	...	19.3	22.4	28.6	40.3
398	264			...	...	...	...	...	...	...	...	...	22.6	25.8	32.0	43.9
729	483	2401W	24.0 x 1W-SF	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	20.5	26.8	38.5
365	242			...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	23.7	30.1	42.0
625	414	2801W	28.0 x 1W-E	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	22.9	35.0
312	207			...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	26.1	38.4

MCS-12W-HD (4430V BELT)

DRIVEN SPEED		PRODUCT NUMBER	GROOVED COMPANION SHEAVE	CENTER DISTANCE IN INCHES AT MAXIMUM AND MINIMUM SPEEDS												
1750 RPM Motor	1160 RPM Motor			VARIABLE SPEED V-BELT NUMBER*												
				4430V 555	4430V 578	4430V 610	4430V 630	4430V 660	4430V 690	4430V 730	4430V 790	4430V 850	4430V 910	4430V 970	4430V 1090	4430V 1320
2625	1740	801W	8.0 x 1W-SF	11.8	13.0	14.5	15.5	17.1	18.6	20.6	23.6	26.6	29.6	32.6	38.6	50.1
1313	870			16.6	17.9	19.4	20.4	21.9	23.4	25.3	28.3	31.3	34.4	37.4	43.4	54.9
2470	1638	851W	8.5 x 1W-SF	11.4	12.7	14.2	15.2	16.7	18.2	20.2	23.2	26.2	29.2	32.2	38.2	49.7
1235	819			16.2	17.4	18.9	19.9	21.5	23.0	24.9	27.9	30.9	34.0	37.0	43.0	54.5
2333	1547	901W	9.0 x 1W-SF	10.7	12.3	13.8	14.8	16.3	17.8	19.8	22.8	25.8	28.8	31.9	37.9	49.4
1167	773			15.9	17.0	18.5	19.5	21.0	22.5	24.5	27.5	30.5	33.6	36.6	42.6	54.1
2210	1465	951W	9.5 x 1W-SF	...	11.9	13.4	14.4	15.9	17.4	19.4	22.4	25.5	28.5	31.5	37.5	49.0
1105	733			...	16.6	18.1	19.1	20.6	22.1	24.1	27.1	30.1	33.2	36.2	42.2	53.7
2100	1392	1001W	10.0 x 1W-SF	...	11.6	13.1	14.1	15.6	17.1	19.1	22.1	25.1	28.1	31.1	37.1	48.6
1050	696			...	16.2	17.7	18.7	20.2	21.7	23.7	26.7	29.7	32.8	35.8	41.8	53.3
1909	1265	1101W	11.0 x 1W-SF	...	...	12.4	13.3	14.7	16.3	18.3	21.3	24.3	27.3	30.3	36.3	47.8
954	633			...	...	17.0	17.9	19.3	20.9	22.9	25.9	28.9	31.9	34.9	40.9	52.5
1750	1160	1201W	12.0 x 1W-SF	...	...	...	12.7	14.0	15.5	17.5	20.5	23.5	26.5	29.5	35.5	47.0
875	580			...	...	...	17.2	18.5	20.0	22.0	25.0	28.1	31.1	34.1	40.1	51.7
1615	1071	1301W	13.0 x 1W-SF	...	...	...	...	13.4	14.7	16.7	19.7	22.7	25.7	28.7	34.7	46.2
808	535			...	...	...	...	17.7	19.1	21.2	24.2	27.2	30.3	33.3	39.3	50.8
1500	994	1401W	14.0 x 1W-SF	...	...	...	...	...	14.1	15.9	18.9	21.9	24.9	27.9	33.9	45.4
750	497			...	...	...	...	...	18.4	20.3	23.3	26.4	29.4	32.4	38.5	50.0
1400	928	1501W	15.0 x 1W-SF	...	...	...	...	...	...	15.1	18.1	21.1	24.1	27.1	33.1	44.7
700	464			...	...	...	...	...	...	19.3	21.4	25.5	28.5	31.6	37.6	49.2
1313	870	1601W	16.0 x 1W-SF	...	...	...	...	...	...	...	17.3	20.3	23.3	26.3	32.3	43.8
656	435			...	...	...	...	...	...	...	21.5	24.6	27.6	30.7	36.8	48.3
1167	773	1801W	18.0 x 1W-SF	...	...	...	...	...	...	...	...	18.6	21.6	24.6	30.7	42.2
583	387			...	...	...	...	...	...	...	...	22.7	25.8	28.9	35.0	46.6
1050	696	2001W	20.0 x 1W-SF	...	...	...	...	...	...	...	...	16.8	19.8	22.9	29.0	40.6
525	348			...	...	...	...	...	...	...	...	20.8	23.9	27.1	33.2	44.9
954	633	2201W	22.0 x 1W-SF	...	...	...	...	...	...	...	...	...	18.1	21.1	27.2	38.9
477	316			...	...	...	...	...	...	...	...	...	22.0	25.1	31.4	43.2
875	580	2401W	24.0 x 1W-SF	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	19.2	25.4	37.1
438	290			...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	23.1	29.4	41.3
750	497	2801W	28.0 x 1W-E	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	33.6
375	248			...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	37.7

Refer to table on page D1—53 for additional belts available.

MCS DRIVE SELECTION CHARTS



MCS-12S (3230HV BELT)

DRIVEN SPEED		PRODUCT NUMBER	GROOVED COMPANION SHEAVE	CENTER DISTANCE IN INCHES AT MAXIMUM AND MINIMUM SPEEDS														
1750 RPM Motor	1160 RPM Motor			VARIABLE SPEED V-BELT NUMBER*														
				3230 HV 585	3230 HV 603	3230 HV 613	3230 HV 620	3230 HV 626	3230 HV 644	3230 HV 670	3230 HV 685	3230 HV 702	3230 HV 723	3230 HV 821	3230 HV 931	3230 HV 960	3230 HV 1060	
2210	1465	951S	9.5 x 1S-SF	12.3	13.2	13.7	14.1	14.4	15.3	16.6	17.3	18.2	19.2	24.3	25.9	31.1	36.1	
1105	733			17.0	17.9	18.4	18.7	19.0	20.0	21.3	22.0	22.9	23.9	28.8	30.6	35.8	40.8	
2100	1392	1001S	10.0 x 1S-SF	11.9	12.8	13.3	13.7	14.0	14.9	16.2	16.9	17.8	18.9	23.9	25.6	30.7	35.7	
1050	696			16.6	17.5	18.0	18.3	18.6	19.5	20.8	21.6	22.5	23.5	28.4	30.2	35.5	40.4	
1909	1265	1101S	11.0 x 1S-SF	...	12.1	12.6	12.9	13.2	14.1	15.4	16.2	17.0	18.1	23.0	24.3	29.9	34.9	
955	633			...	16.8	17.1	17.5	17.8	18.7	20.0	20.8	21.6	22.7	27.6	29.4	34.6	39.6	
1750	1160	1201S	12.0 x 1S-SF	...	...	...	...	12.4	13.4	14.7	15.4	16.3	17.3	22.3	24.0	29.2	34.2
875	580			...	...	...	...	16.9	17.8	19.1	19.9	20.7	21.8	26.8	28.5	33.7	38.8
1615	1071	1301S	13.0 x 1S-SF	...	...	...	...	...	12.5	13.9	14.6	15.5	16.5	21.4	23.2	28.3	33.4
807	535			...	...	...	...	...	16.9	18.2	19.0	19.9	20.9	25.9	27.7	32.9	37.9
1500	994	1401S	14.0 x 1S-SF	...	...	...	...	...	...	...	13.8	14.6	15.7	20.7	22.4	27.6	32.6
750	497			18.1	19.0	20.0	25.0	26.8	32.1	37.1
1400	928	1501S	15.0 x 1S-SF	...	...	...	...	...	...	...	...	13.8	14.9	20.0	21.6	26.8	31.3
700	464			18.1	19.1	24.6	26.0	31.2	36.2
1312	870	1601S	16.0 x 1S-SF	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	19.1	20.8	25.9	30.9
656	435			23.2	25.1	30.3	35.4
1166	733	1801S	18.0 x 1S-SF	17.3	19.0	24.3	29.3
583	386			21.4	23.2	28.5	33.6
1050	696	2001S	20.0 x 1S-SF	17.2	22.5	27.6
525	348			21.2	26.7	31.8

MCS-13S (3230HV BELT)

DRIVEN SPEED		PRODUCT NUMBER	GROOVED COMPANION SHEAVE	CENTER DISTANCE IN INCHES AT MAXIMUM AND MINIMUM SPEEDS														
1750 RPM Motor	1160 RPM Motor			VARIABLE SPEED V-BELT NUMBER*														
				3230 HV 585	3230 HV 603	3230 HV 613	3230 HV 620	3230 HV 626	3230 HV 644	3230 HV 670	3230 HV 685	3230 HV 702	3230 HV 723	3230 HV 821	3230 HV 931	3230 HV 960	3230 HV 1060	
2348	1557	951S	9.5 x 1S-SF	11.7	12.6	13.1	13.4	13.7	14.6	15.9	16.7	17.5	18.6	23.6	29.1	30.5	35.5	
1175	779			16.7	17.6	18.1	18.5	18.8	19.7	21.0	21.7	22.6	23.6	28.6	34.1	35.5	40.5	
2231	1479	1001S	10.0 x 1S-SF	...	12.0	12.7	13.1	13.4	14.3	15.6	16.3	17.2	18.2	23.3	28.7	30.1	35.1	
1116	740			...	17.2	17.7	18.0	18.3	19.2	20.6	21.3	22.2	23.2	28.2	33.7	35.1	40.1	
2028	1344	1101S	11.0 x 1S-SF	...	...	...	12.3	12.6	13.5	14.8	15.6	16.4	17.5	22.5	27.9	29.3	34.3
1015	673			...	...	...	17.2	17.5	18.4	19.7	20.5	21.3	22.4	27.4	33.0	34.3	39.3
1859	1232	1201S	12.0 x 1S-SF	...	...	...	...	...	12.8	14.0	14.8	15.7	16.7	21.7	27.1	28.6	33.6
930	617			...	...	...	...	...	17.5	18.9	19.6	20.5	21.5	26.5	32.0	33.4	38.5
1784	1183	1301S	13.0 x 1S-SF	...	...	...	...	...	...	13.3	14.0	14.9	15.9	20.9	26.4	27.8	32.8
858	589			...	...	...	...	...	...	18.0	18.7	19.6	20.7	25.7	31.2	32.6	37.6
1593	1056	1401S	14.0 x 1S-SF	...	...	...	...	...	...	...	...	14.1	15.1	20.2	25.5	27.0	32.0
737	488			18.7	19.8	24.8	30.4	31.8	36.0
1487	986	1501S	15.0 x 1S-SF	...	...	...	...	...	...	...	...	...	14.3	19.3	24.8	26.2	31.2
744	493			18.9	23.9	29.5	30.9	36.0
1394	924	1601S	16.0 x 1S-SF	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	18.6	24.0	25.4	30.4
697	463			23.0	28.6	30.1	35.1
1240	822	1801S	18.0 x 1S-SF	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	16.8	22.3	23.7	28.8
620	411			21.1	27.4	28.3	33.4
1115	740	2001S	20.0 x 1S-SF	20.5	22.0	27.0
558	370			24.9	26.4	31.6

Refer to table on page D1—53 for additional belts available.



MCS DRIVE SELECTION CHARTS

MCS-13-Y (4836V BELT)

DRIVEN SPEED		PRODUCT NUMBER	GROOVED COMPANION SHEAVE	CENTER DISTANCE IN INCHES AT MAXIMUM AND MINIMUM SPEEDS											
1750 RPM Motor	1160 RPM Motor			VARIABLE SPEED V-BELT PART NUMBER*											
				4836V 670	4836V 710	4836V 800	4836V 850	4836V 900	4836V 950	4836V 1000	4836V 1060	4836V 1120	4836V 1180	4836V 1250	
2231	1479	1001Y	†10.0 x 1Y-F	15.6	17.6	22.1	24.6	27.1	29.6	32.1	35.1	38.1	41.1	44.6	
1117	740			20.6	22.6	27.1	29.6	32.1	34.6	37.1	40.1	43.1	46.1	49.6	
2028	1345	1101Y	†11.0 x 1Y-F	14.8	16.8	21.3	23.8	26.3	28.8	31.3	34.3	37.3	40.3	43.8	
1015	673			19.7	21.7	26.3	28.8	31.3	33.8	36.3	39.3	42.3	45.3	48.8	
1859	1233	1201Y	12.0 x 1Y-F	14.1	16.1	20.6	23.1	25.6	28.1	30.6	33.6	36.6	39.6	43.1	
930	617			18.9	20.9	25.4	27.9	30.4	33.0	35.5	38.5	41.5	44.5	48.0	
1594	1056	1401Y	14.0 x 1Y-F	....	14.5	19.0	21.5	24.0	26.5	29.0	32.0	35.0	38.0	41.5
798	529			....	19.1	23.7	26.2	28.7	31.3	33.8	36.8	39.8	42.8	46.3
1395	924	1601Y	16.0 x 1Y-F	....	....	17.3	19.9	22.4	24.9	27.4	30.4	33.4	36.4	39.9
698	463			....	....	21.9	24.5	27.0	29.5	32.1	35.1	38.1	41.1	44.7
1240	822	1801Y	18.0 x 1Y-F	....	....	....	18.2	20.7	23.2	25.7	28.7	31.8	34.8	38.3
620	411			....	....	....	22.6	25.2	27.8	30.3	33.4	36.4	39.4	43.0
1116	740	2001Y	20.0 x 1Y-F	....	....	....	....	18.9	21.5	24.0	27.0	30.1	33.1	36.6
558	370			....	....	....	....	23.3	25.9	28.5	31.5	34.6	37.7	41.2
930	616	2401Y	24.0 x 1Y-F	....	....	....	....	....	....	20.4	23.5	26.6	29.6	33.2
465	308			24.6	27.7	30.9	34.0	37.6
744	493	3001Y	30.0 x 1Y-F	....	....	....	....	....	....	....	....	....	23.9	27.6
372	247			28.0	31.8

† This companion sheave only recommended for 30 HP @ 1750 RPM & 20 HP @ 1160 RPM.

MCS-14-Y (4836V BELT)

DRIVEN SPEED		PRODUCT NUMBER	GROOVED COMPANION SHEAVE	CENTER DISTANCE IN INCHES AT MAXIMUM AND MINIMUM SPEEDS											
1750 RPM Motor	1160 RPM Motor			VARIABLE SPEED V-BELT PART NUMBER*											
				4836V 670	4836V 710	4836V 750	4836V 850	4836V 900	4836V 950	4836V 1000	4836V 1060	4836V 1120	4836V 1180	4836V 1250	
2450	1624	1001Y	†10.0 x 1Y-F	14.5	16.5	18.6	23.6	26.1	28.6	31.1	34.1	37.1	40.1	43.6	
1225	812			20.1	22.1	24.1	29.1	31.6	34.1	36.6	39.6	42.6	45.6	49.1	
2227	1476	1101Y	†11.0 x 1Y-F	13.8	15.8	17.8	22.8	25.3	27.8	30.3	33.3	36.3	39.3	42.8	
1114	738			19.3	21.3	23.3	28.3	30.8	33.3	35.8	38.8	41.8	44.8	48.3	
2042	1353	1201Y	†12.0 x 1Y-F	....	15.0	17.0	22.1	24.6	27.1	29.6	32.6	35.6	38.6	42.1
1021	677			....	20.4	22.4	27.5	30.0	32.5	35.0	38.0	41.0	44.0	47.5
1750	1160	1401Y	14.0 x 1Y-F	....	....	15.5	20.5	23.0	25.5	28.0	31.0	34.0	37.0	40.5
875	580			....	....	20.7	25.8	28.3	30.8	33.3	36.4	39.4	42.4	45.9
1531	1015	1601Y	16.0 x 1Y-F	....	....	....	18.9	21.4	23.9	26.4	29.4	32.4	35.4	38.9
766	508			....	....	....	24.0	26.5	29.1	31.6	34.6	37.7	40.7	44.2
1361	902	1801Y	18.0 x 1Y-F	....	....	....	17.3	19.8	22.3	24.8	27.8	30.8	33.8	37.3
681	451			....	....	....	22.2	24.8	27.3	29.9	32.9	36.0	39.0	42.5
1225	812	2001Y	20.0 x 1Y-F	....	....	....	....	18.1	20.6	23.1	26.1	29.2	32.2	35.7
613	406			....	....	....	....	22.9	25.5	28.1	31.1	34.2	37.2	40.8
1021	677	2401Y	24.0 x 1Y-F	....	....	....	....	....	....	....	22.6	25.7	28.7	32.3
510	338			....	....	....	....	....	....	....	27.3	30.5	33.6	37.2
816	541	3001Y	30.0 x 1Y-F	....	....	....	....	....	....	....	....	....	23.1	26.8
408	270			27.6	31.4

† This companion sheave only recommended for 50 HP @ 1750 RPM & 30 HP @ 1160 RPM.

Refer to table on page D1—53 for additional belts available.

MCS DRIVE SELECTION CHARTS



MCS-15-Y (4836V BELT)

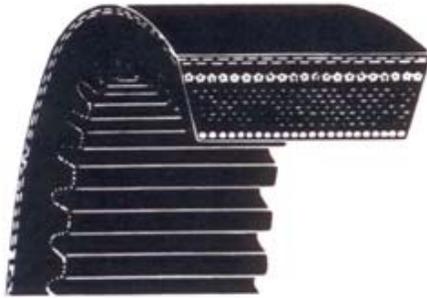
DRIVEN SPEED		PRODUCT NUMBER	GROOVED COMPANION SHEAVE	CENTER DISTANCE IN INCHES AT MAXIMUM AND MINIMUM SPEEDS									
1750 RPM Motor	1160 RPM Motor			VARIABLE SPEED V-BELT PART NUMBER*									
				4836V 710	4836V 750	4836V 850	4836V 900	4836V 950	4836V 1000	4836V 1060	4836V 1120	4836V 1180	4836V 1250
2625	1740	1001Y	†10.0 x 1Y-F	15.7	17.7	22.7	25.2	27.8	30.3	33.3	36.3	39.3	42.8
1750	1160			19.8	21.8	26.8	29.3	31.8	34.3	37.3	40.3	43.3	46.8
2386	1582	1101Y	†11.0 x 1Y-F	14.94	17.0	22.0	24.5	27.0	29.5	32.5	35.5	38.5	42.0
1590	1054			19.0	21.0	26.0	28.5	31.0	33.5	36.5	39.5	42.5	46.0
2188	1450	1201Y	†12.0 x 1Y-F	...	16.2	21.2	23.8	26.3	28.8	31.8	34.8	37.8	41.3
1458	967			...	20.2	25.2	27.7	30.2	32.7	35.7	38.7	41.7	45.2
1875	1242	1401Y	14.0 x 1Y-F	...	...	19.7	22.2	24.7	27.2	30.2	33.2	36.2	39.7
1250	828			...	...	23.6	26.1	28.6	31.1	34.1	37.1	40.1	43.6
1640	1088	1601Y	16.0 x 1Y-F	...	...	18.2	20.6	23.2	25.6	28.6	31.7	34.6	38.2
1094	725			...	...	21.9	24.4	26.9	29.4	32.4	35.4	38.5	42.0
1458	967	1801Y	18.0 x 1Y-F	...	...	...	19.0	21.5	24.0	27.0	30.0	33.0	36.5
972	644			...	...	...	22.7	25.2	27.7	30.8	33.8	36.8	40.3
1313	870	2001Y	20.0 x 1Y-F	...	...	...	...	19.9	22.4	25.4	28.4	31.4	34.9
875	580			...	...	...	...	23.4	26.0	29.0	32.1	35.1	38.6
1094	725	2401Y	24.0 x 1Y-F	...	...	...	...	...	...	21.9	25.0	28.0	31.5
729	483			...	...	...	...	...	...	25.3	28.4	31.5	35.1
875	580	3001Y	30.0 x 1Y-F	...	...	...	...	...	...	...	...	...	26.1
583	386		

† This companion sheave only recommended for 75 HP @ 1750 RPM & 50 HP @ 1160 RPM.

Refer to table on page D1—53 for additional belts available.



VARIABLE SPEED BELTS

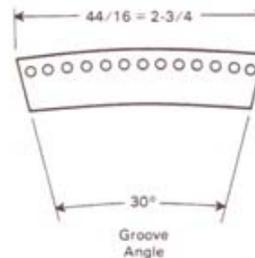
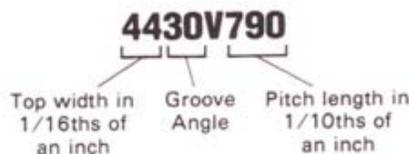


All Wood's Variable Speed Belts are precision molded to assure a completely uniform cross section. This allows even tracking and smooth running, without any vibration problems, extending the life of the belt, bearings, sheaves and other drive components.

These belts are built thin with precision, uniform notches on the underside for maximum lengthwise flexibility. Therefore, they can be used on small pulley drives without sacrificing any gripping action or cross-rigidity. Because of their arched construction, Variable Speed Belts have amazing crosswise rigidity that resists distortion under speed change tensions.

The aramid fiber tensile members of the Variable Speed Belts are dimensionally stable, therefore extending belt life. The rubber used in these belts is especially compounded for a strong resistance to the harmful, belt-damaging effects of heat and oil. Also, they are static conducting.

BELT CODE EXPLANATION



1422 V Belts [M]

Belt No.	Pitch Length	Wt.
*1422V235	23.5	.29
*1422V240	24.0	.29
*1422V270	27.0	.32
*1422V290	29.0	.35
*1422V300	30.0	.36
*1422V330	33.0	.39
*1422V340	34.0	.40
*1422V360	36.0	.43
*1422V400	40.0	.47
*1422V420	42.0	.50
*1422V440	44.0	.52
*1422V460	46.0	.55
*1422V466	46.6	.55
*1422V470	47.0	.55
*1422V480	48.0	.57
*1422V540	54.0	.64
*1422V600	60.0	.72
*1422V660	66.0	.75
*1422V720	72.0	.82
*1422V780	78.0	.89

1922 V Belts [N]

Belt No.	Pitch Length	Wt.
1922V256	25.6	.48
1922V277	27.7	.52
1922V282	28.2	.53
1922V298	29.8	.56
1922V302	30.2	.57
1922V321	32.1	.60
1922V332	33.2	.62
1922V338	33.8	.63
1922V363	36.3	.68
1922V381	38.1	.71
1922V386	38.6	.72
1922V403	40.3	.75
1922V417	41.7	.78
1922V426	42.6	.79
1922V443	44.3	.83
1922V454	45.4	.85
1922V460	46.0	.86
1922V484	48.4	.90
1922V526	52.6	.98

1922 V Belts [N]

Belt No.	Pitch Length	Wt.
*1922V544	54.4	1.01
*1922V604	60.4	1.12
*1922V630	63.0	1.17
*1922V646	64.6	1.20
*1922V666	66.6	1.23
*1922V686	68.6	1.37
*1922V706	70.6	1.40
*1922V721	72.1	1.33
*1922V726	72.6	1.44
*1922V751	75.1	1.39
*1922V756	75.6	1.40
*1922V806	80.6	1.60
*1922V846	84.6	1.68
*1922V891	89.1	1.77
*1922V966	96.6	1.92
*1922V1146	114.6	2.27

*These sizes are machine cut notch with envelope construction.
All others are molded notch, rubber edge construction.

VARIABLE SPEED BELTS



1930 V Belts [Q]			2530 V Belts [R] (Continued)			3230 HV Belts [S]			4430 V Belts [W] (Continued)		
Product No.	Pitch Length	Weight	Product No.	Pitch Length	Weight	Product No.	Pitch Length	Weight	Product No.	Pitch Length	Weight
1930V366	36.6	.86	2530V610	61.0	2.49	3230HV528	52.8	3.13	4430V1410	141.0	10.55
1930V400	40.0	.93	2530V630	63.0	2.57	3230HV546	54.6	3.22	4430V1460	146.0	10.93
1930V425	42.5	.99	2530V660	66.0	2.67	3230HV553	55.3	3.28	4430V1610	161.0	12.04
1930V431	43.1	1.00	2530V670	67.0	2.73	3230HV570	57.0	3.38			
1930V450	45.0	1.05	2530V690	69.0	2.82	3230HV585	58.5	3.47			
1930V491	49.1	1.14	2530V700	70.0	2.86	3230HV603	60.3	3.57			
1930V500	50.0	1.16	2530V730	73.0	2.98	3230HV613	61.3	3.63			
1930V541	54.1	1.25	2530V750	75.0	3.06	3230HV620	62.0	3.67			
1930V560	56.0	1.30	2530V790	79.0	3.22	3230HV626	62.6	3.69			
1930V591	59.1	1.37	2530V840	84.0	3.42	3230HV644	64.4	3.81			
1930V600	60.0	1.39	2530V850	85.0	3.46	3230HV685	68.5	4.05			
1930V641	64.1	1.48	2530V890	89.0	3.62	3230HV702	70.2	4.15			
1930V691	69.1	1.60	2530V934	93.4	3.81	3230HV723	72.3	4.27			
1930V991	99.1	2.28	2530V990	99.0	4.02	3230HV821	82.1	4.85			
1930V1091	109.1	2.51	2530V1090	109.0	4.42	3230HV856	85.6	5.05			
			2530V1190	119.0	4.83	3230HV931	93.1	5.49			
						3230HV960	96.0	5.66			
						3230HV1060	106.0	6.25			
2322 V Belts [P]			2926 V Belts [T]			4430 V Belts [W]			4836 V Belts [Y]		
Product No.	Pitch Length	Weight	Product No.	Pitch Length	Weight	Product No.	Pitch Length	Weight	Product No.	Pitch Length	Weight
2322V329	32.9	1.08	2926V366	36.6	1.47	4430V510	51.0	4.05	4836V608	60.8	5.12
2322V347	34.7	1.14	2926V400	40.0	1.60	4430V530	53.0	4.20	4836V618	61.8	5.54
2322V364	36.4	1.08	2926V426	42.6	1.70	4430V548	54.8	4.35	4836V655	65.5	5.82
2322V384	38.4	1.14	2926V471	47.1	1.88	4430V555	55.5	4.40	4836V670	67.0	5.99
2322V396	39.6	1.17	2926V477	47.7	1.90	4430V560	56.0	4.44	4836V710	71.0	6.35
2322V421	42.1	1.24	2926V486	48.6	1.93	4430V570	57.0	4.51	4836V800	80.0	7.16
2322V434	43.4	1.28	2926V491	49.1	1.95	4430V578	57.8	4.58	4836V850	85.0	7.68
2322V441	44.1	1.30	2926V521	52.1	2.07	4430V600	60.0	4.75	4836V900	90.0	8.04
2322V461	46.1	1.36	2926V534	53.4	2.12	4430V610	61.0	4.82	4836V950	95.0	8.50
2322V481	48.1	1.42	2926V546	54.6	2.17	4430V630	63.0	4.98	4836V1000	100.0	9.75
2322V521	52.1	1.53	2926V574	57.4	2.28	4430V652	65.2	5.10	4836V1060	106.0	10.34
2322V541	54.1	1.59	2926V586	58.6	2.32	4430V660	66.0	5.21	4836V1120	112.0	10.93
2322V601	60.1	1.76	2926V606	60.6	2.40	4430V670	67.0	5.29	4836V1180	118.0	11.52
2322V621	62.1	1.82	2926V616	61.6	2.44	4430V690	69.0	5.44	4836V1250	125.0	12.20
2322V661	66.1	1.94	2926V636	63.6	2.52	4430V700	70.0	5.52			
2322V681	68.1	2.00	2926V646	64.6	2.56	4430V710	71.0	5.60			
2322V701	70.1	2.05	2926V666	66.6	2.64	4430V718	71.8	5.66			
2322V721	72.1	2.11	2926V686	68.6	2.72	4430V730	73.0	5.76			
2322V801	80.1	2.34	2926V706	70.6	2.80	4430V740	74.0	5.84			
2322V826	82.6	2.42	2926V726	72.6	2.87	4430V750	75.0	5.91			
2322V846	84.6	2.47	2926V776	77.6	3.07	4430V760	76.0	5.99			
2322V886	88.6	2.59	2926V786	78.6	3.11	4430V780	78.0	6.10			
*2322V921	92.1	2.71	2926V834	83.4	3.29	4430V790	79.0	6.23			
*2322V1001	100.1	2.94	2926V856	85.6	3.38	4430V800	80.0	6.30			
*2322V1061	106.1	3.12	2926V891	89.1	3.52	4430V850	85.0	6.69			
			2926V906	90.6	3.58	4430V900	90.0	7.08			
			2926V921	92.1	3.64	4430V910	91.0	7.16			
			2926V966	96.6	3.81	4430V930	93.0	7.31			
			2926V1006	100.6	3.97	4430V950	95.0	7.47			
			2926V1026	102.6	3.57	4430V970	97.0	7.63			
			2926V1086	108.6	3.78	4430V1000	100.0	7.86			
			2926V1106	110.6	3.84	4430V1030	103.0	8.09			
			2926V1146	114.6	3.98	4430V1060	106.0	8.33			
						4430V1090	109.0	8.56			
						4430V1120	112.0	8.79			
						4430V1150	115.0	9.03			
						4430V1180	118.0	9.26			
						4430V1250	125.0	9.90			
						4430V1320	132.0	10.35			

Note: Longer 4836 V belts are available on special order. Contact factory for availability.

*These sizes are machine cut notch with envelope construction. All others are molded notch, rubber edge construction.

2530 V Belts [R]

Product No.	Pitch Length	Weight
2530V300	30.0	.84
2530V335	33.5	1.24
2530V490	49.0	2.01
2530V500	50.0	2.07
2530V530	53.0	2.17
2530V550	55.0	2.25
2530V575	57.5	2.35
2530V595	59.5	2.43
2530V600	60.0	2.45

Note: The Variable Speed Belts listed on these pages are only those used with Wood's stock Variable Speed Drives. For other available belts, refer to catalog WLP or consult the factory.

Annexe C
Photographies

Q10L160853



Photo 1 : Meule du même lot que la meule impliquée dans l'accident

Q10L160853

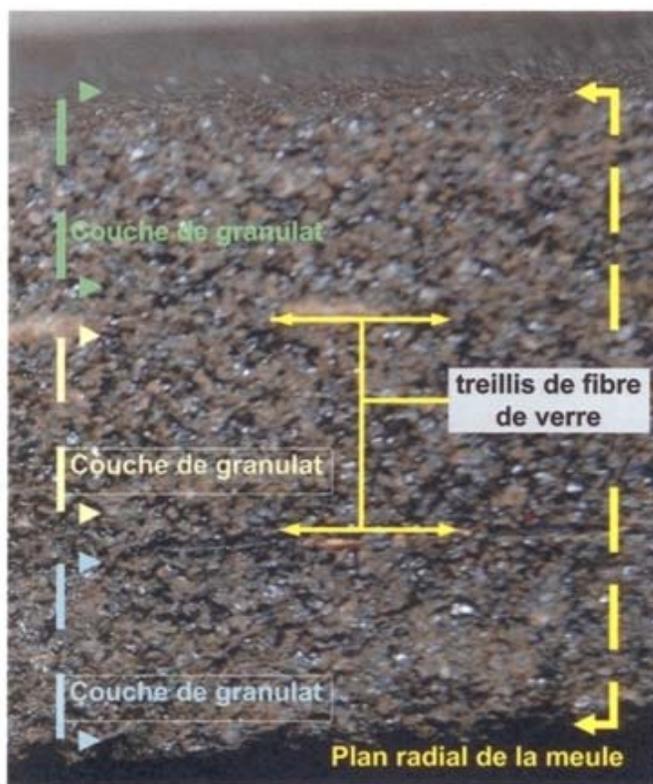


Photo 2 : Structure radiale de la meule

Q10L160853



Photo 3 : Vue latérale d'une meule



Photo 4 : Largeur de la circonférence interne de la meule

Q10L160853



Photo 5 : Diamètre de la meule



Photo 6 : Épaisseur de la meule

Q10L160853

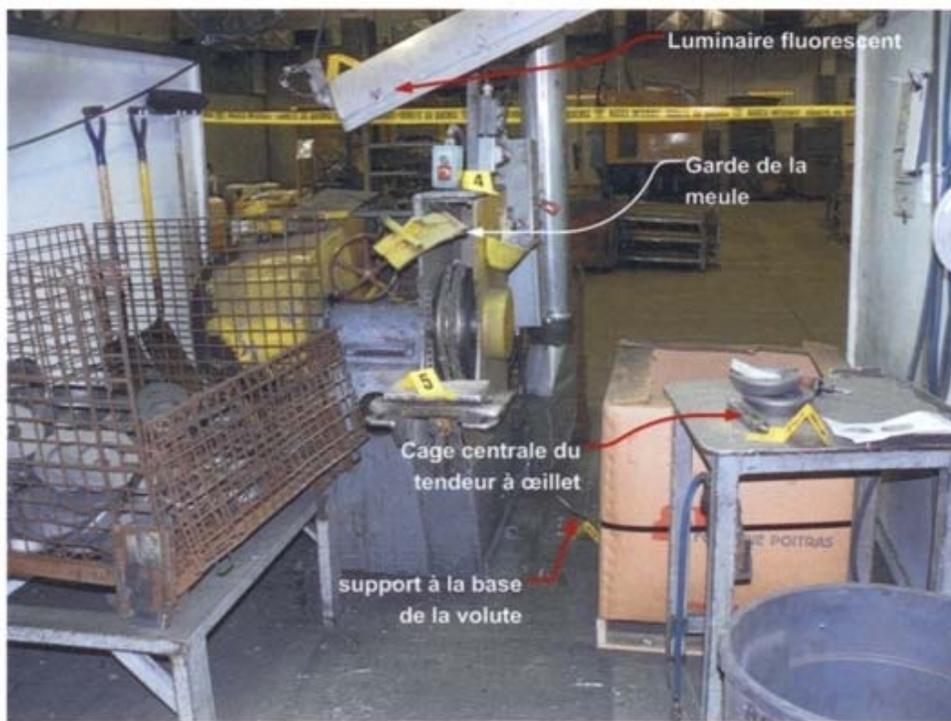


Photo 7 : Vue de la meuleuse M8003 la journée de l'accident



Photo 8 : Vue arrière de la meuleuse M8003

Q10L160853



Photo 9 : Plaque signalétique de la meuleuse M8003

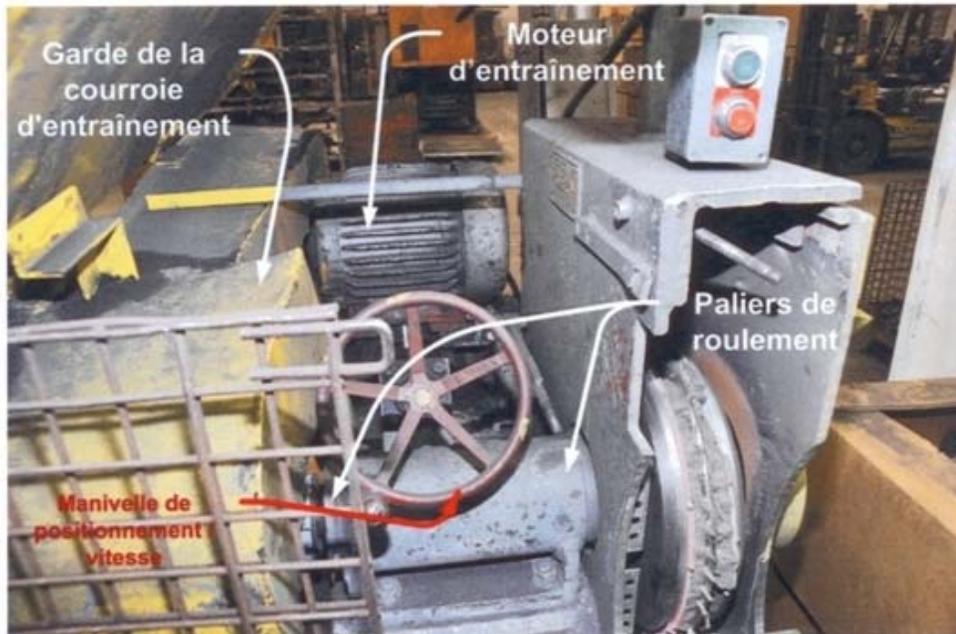


Photo 10 : Vue avant de la meule M8003

Q10L160853



Photo 11 : Poulie variable de la meule M8003



Photo 12 : Débris de la meule M8003 qui ont été récupérés

Q10L160853



Photo 13 : Vue radiale d'un débris de meule



Photo 14 : Portion avec vue du treillis de fibre de verre d'un débris de la meule

Q10L160853



Photo 15 : Autre vue radiale d'un débris de la meule



Photo 16 : Débris montrant une délamination

Q10L160853



Photo 17 : Portions de treillis de fibre de verre recueillies parmi les débris



Photo 18 : Les plus gros fragments de débris recueillis

Q10L160853



Photo 19 : Référence dimensionnelle d'un gros fragment de la meule

Q10L160853



Photo 20 : Portion de la meule près de son diamètre interne



Photo 21 : Portion de treillis de la meule

Q10L160853

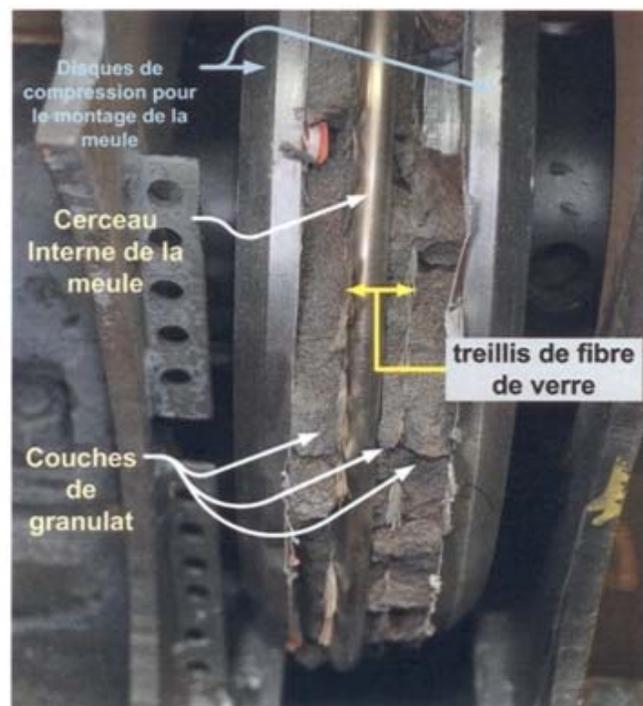


Photo 22 : Vue frontale de la portion de la meule restante dans la meuleuse

Q10L160853



Photo 23 : Luminaire fluorescent devant la meuleuse M8003

Q10L160853



Photo 24 : Échantillon des pièces destinées à être meulées

Q10L160853



Photo 25 : Portion haute avant de la volute de la meuleuse; l'axe du garde de sécurité est tordu



Photo 26 : Tige de support de la base de la volute

Q10L160853



Photo 27 : Positionnement du garde de sécurité de la meuleuse après l'accident



Photo 28 : Vue rapprochée de la position du garde de sécurité par rapport à la volute avant de la meuleuse

Q10L160853

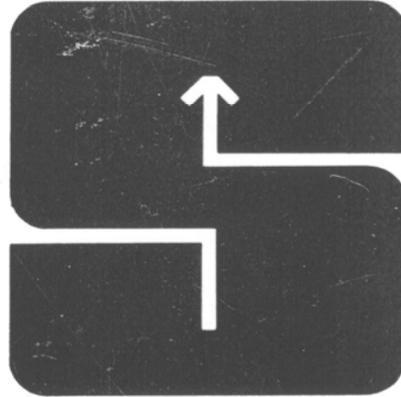


Photo 29 : Vue du garde de sécurité de la meule M8001; ce garde de sécurité est à la bonne position

ANNEXE D

Manuel du fabricant des machines à meuler M8004 à M8006

SETCO



PRODUCTION THROUGH PRECISION

**INSTALLATION,
LUBRICATION
&
OPERATOR'S
INSTRUCTION
MANUAL**

**TYPE 72
INFINITELY
VARIABLE
SPEED
SNAGGING
GRINDERS**

Price per copy \$10.00



THIS MANUAL PREPARED FOR:

GRINDER TYPE _____

MODEL _____

SERIAL NO. _____

CONTENTS

	Page
INTRODUCTION	
MACHINE DESCRIPTION	3
SPECIFICATIONS	3
SECTION A OPERATOR'S INSTRUCTIONS	4
INSTALLATION	4
Foundation	4
Lifting the Machine	4
Bolting the Machine to the Floor	4
Leveling	5
Electrical Connections	5
USER RESPONSIBILITIES	5
Handling	5
Inspection – Upon Arrival	5
Inspection – Before Mounting	5
Storage	6
Mounting	6
Balance	6
Truing and Dressing	6
Work Rests	6
Flanges	6
Starting the Wheel	7
Speed Check	7
Speed Adjustment Control	7
Special Speeds	7
Guards	7
OPERATION	7
Controls	7
TO REMOVE A WORN WHEEL	8
TO INSTALL A NEW WHEEL	8
CLEANING MACHINE	9
OPERATING THE SPEED CONTROL	10
SECTION B SERVICING	11
LUBRICATION	11
TO INSTALL NEW DRIVE BELT(S)	11
TO CHECK SPEED ADJUSTMENT RANGE	12

INTRODUCTION

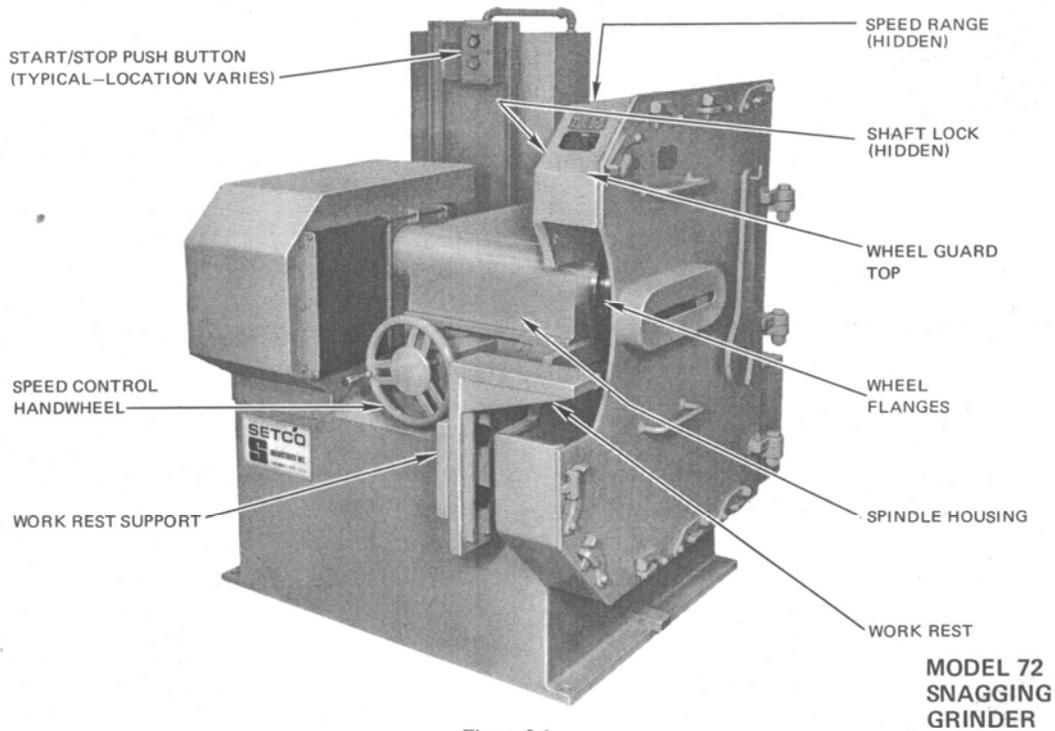


Figure 3-1

MACHINE DESCRIPTION

Snagging Grinders are used to remove flash and gate from castings. The Type 72 is a single-end, single-motor, belt driven grinder. The electric motor is mounted inside the machine base. The motor turns a fixed sheave and V-belt which drives the variable diameter sheave mounted on the wheel spindle. As the grinding wheel wears the wheel speed is maintained by turning the speed control handwheel clockwise. This moves the spindle housing forward increasing the distance between the fixed motor sheave and the variable diameter

sheave placing the V-belt down into the variable sheave. This increase in drive ratio increases the wheel speed to maintain the desired surface feet per minute. Wheel guard design prevents moving the spindle into an overspeed position.

The Type 72 snagging grinder is equipped to operate at 9,500 or 12,500 sfpm. In either case a 30 inch maximum diameter wheel is used and the wheel speed in sfpm is maintained until the wheel is reduced to a minimum diameter of 18 inches.

SPECIFICATIONS

MACHINE CODE	WEIGHT NET / GROSS	H.P.	GENERAL DATA – ALL MACHINES	
722, 723 725, 726 -510	1910 / 2150	10	WHEEL SIZE	30" x 3" x 12"
722, 723 725, 726 -515	2050 / 2290	15	FLANGE O.D.	15"
722, 723 725, 726 -520	2135 / 2375	20	SPINDLE HEIGHT	34"
722, 723 725, 726 -525	2285 / 2525	25	FLOOR SPACE	40" x 63"
722, 723 725, 726 -530	2480 / 2720	30	SPEED RANGE	MARKED ON WHEEL GUARD



INSTALLATION

Foundation

A reinforced concrete slab foundation, at least 6" thick and extending approximately 6" outside machine base, is recommended. If the ground floor is of timber construction and the distance from solid ground to the floor line is not too great, cut a hole through the wood floor and install a reinforced concrete base from the ground to the floor line. If floor is concrete, covered with wood blocks or other insulating material, remove this material and fill in with concrete to the floor line.

If the machine is to be located on an upper floor, place it directly over a supporting beam or girder. Such placement minimizes possibility of vibration.

Lifting the Machine

The machine may be lifted with a fork lift truck. Position the fork lift tongue under the guard side of the machine, see Figure 4-1. Protect the guard latches by placing a wood block between the truck and the machine if the machine is to be tilted back.

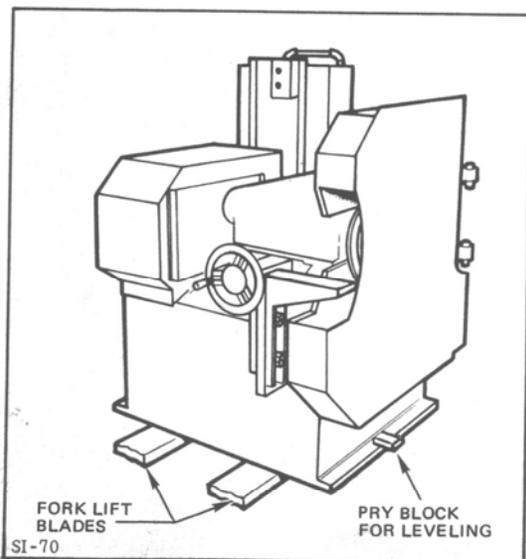


Figure 4-1 Lifting, Using Fork Lift Truck

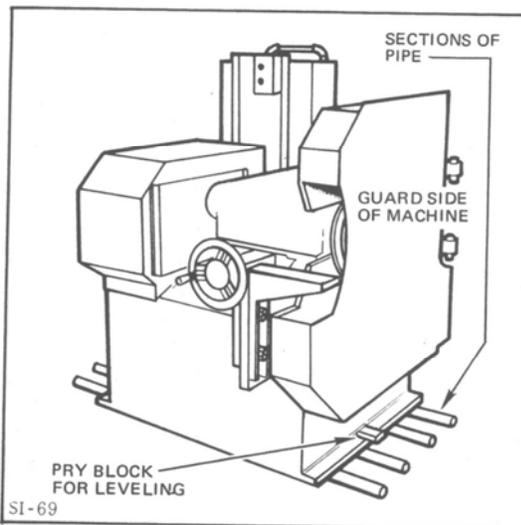


Figure 4-2 Rolling Single End Grinder

The machine may be moved by placing sections of pipe underneath the machine and rolling it on the pipes. Replace the pipes as the machine is moved, see Figure 4-2.

Bolting the Machine to the Floor

1. Position the machine on its foundation and mark the mounting holes.
2. Remove the machine and provide holes large enough to accommodate 1-1/2" ID pipes.
3. Position the machine over the foundation mounting holes.
4. Insert the hold-down bolt and washer through a 1-1/2" ID pipe, see Figure 5-1, and fill the pipe with sand.
5. Raise the machine high enough to insert the hold-down bolts through the holes in the machine base and engage the nut.
6. Lower the machine into position and fill the foundation holes around the pipe with quick drying cement, thin enough to flow easily.

SECTION A OPERATOR'S INSTRUCTIONS

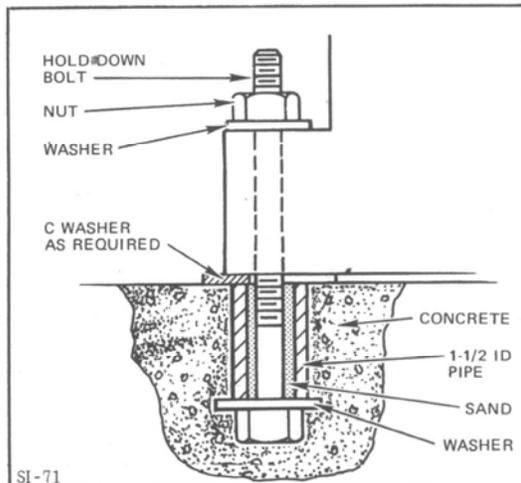


Figure 5-1 Bolting the Machine to a Concrete Floor

7. When the cement is dry, level the machine by inserting C-washers as required and tighten the hold-down nuts.

Leveling

These machines should be reasonably level, although this is not a critical factor in machine performance. Level the machine with the hold-down bolts loosened. Place level on spindle housing. Place a pry bar under the pry block to lift the machine, and insert the C-washers at the bolt hole locations. See Figure 4-1 and 4-2 for pry block location. When the machine is level, tighten the hold-down bolts.

Electrical Connections

Before connecting power lines, see machine name plate nomenclature for the electrical requirements and wire accordingly. After connecting the power line, jog the ON and OFF push button and check for proper spindle rotation. The wheel should run "down." (Counterclockwise on right-hand machines, clockwise on left-hand machines.)

USER RESPONSIBILITIES

The Machine owner will obtain and read the American National Standards Institute SAFETY CODE FOR THE USE, CARE AND PROTECTION OF ABRASIVE WHEELS (ANSI Code B7.1 – 1970 and/or later revisions). Operation and maintenance personnel and foremen will read and understand that code and fully comply with the provisions contained therein.

Also, operators and maintenance personnel will carefully read, understand and fully comply with the information contained herein, and will obtain the answer to any question concerning the information in this manual before attempting to setup, start or run this machine.

Handling

Since all grinding wheels can be broken, exercise care in handling and storage to prevent damage. Observe the following rules:

- a. Handle wheels carefully.
- b. Do not drop, roll or let wheels hit together.
- c. For large wheels use a truck with proper support.

Inspection – Upon Arrival

- a. Check the carton or crate for damage.
- b. Inspect the wheel visually for cracks or defects.
- c. The new wheel must be given the ring test as described on page 8, paragraph 6 under TO INSTALL A NEW WHEEL.

Inspection – Before Mounting

- a. Be sure wheel is rated for the maximum wheel speed (in sfpm) at which it will be operated, (usually 9,500 sfpm or 12,500 sfpm).
- b. Inspect the wheel visually for cracks or defects.
- c. The new wheel must be given the ring test as described on page 8, paragraph 6 under TO INSTALL A NEW WHEEL.
- d. Check the spindle speed of the machine to be certain it is operating at the correct speed.



USER RESPONSIBILITIES (Cont.)

Storage

When wheels are not in use they must be carefully placed in suitable racks to prevent breakage, see Figure 6-1.

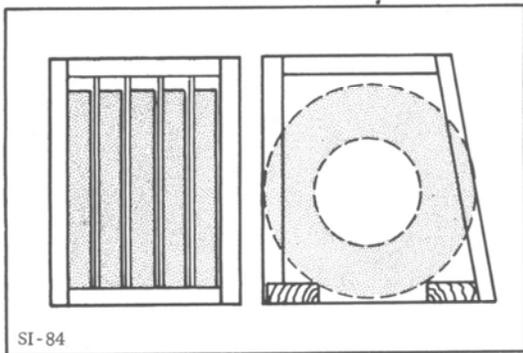


Figure 6-1 Storage Rack

The storage area cannot be subject to high humidity, freezing temperatures, or extreme temperature changes. The wheels should be placed in the rack vertically with separators between wheels. The racks should be marked with complete specifications of the wheel. Be sure to mark the date of purchase on the wheel or rack so the oldest wheels can be used first to prevent lengthy storage.

Mounting

- a. The wheel must be mounted securely between flanges, using blotters between the wheel and flanges. Snug spindle nut using the wrench provided with the machine. Do not use an extension on the wrench or hammer to exert additional force.
- b. Do not use inorganic bonded wheels when the hole is greater than 1/4 of the diameter of the wheel.

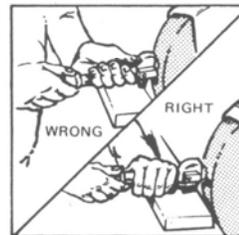
Balance

Wheels that are out of balance will set up vibration, which may cause wheel failure. In most cases truing the wheel will eliminate the vibration, see TRUING AND DRESSING that follows. If truing the wheel does not eliminate the vibration replace the wheel with a new one.

Truing and Dressing

Wheel wear will cause an out-of-round condition. To correct this condition proceed as follows:

- a. Position the work rest away from the wheel so the dresser can be supported on the work rest, see Figure 6-2.
- b. Hold the dresser firm as shown in Figure 6-2 and guide the dresser evenly across the face of the wheel.



SI-72

Figure 6-2

The Right and Wrong Method of Dressing a Wheel

Work Rests

Maintain 1/8" clearance between the work rest and the face of the wheel. Adjustment must be made only while the grinder is turned off. Lock the work rest after each adjustment.

Flanges

Each time the grinding wheel is changed, clean the flanges carefully. Remove all pieces of old blotters with a flat scraper. Be careful not to damage the metal surfaces and do not use a file. Check flanges with a straightedge to be sure they are not warped or sprung. Flanges must be clean and free of burrs and nicks. Do not use a warped, worn or otherwise damaged flange. Return damaged flanges to the manufacturer for repair or replacement.

Starting the Wheel

- Be sure the wheel guard and cover are in position before starting the wheel.
- Always wear safety protective goggles or an approved eye protection while machine is in operation.
- Do not stand directly in line with the grinding wheel when starting the machine. Allow the machine to run for one minute, at operating speed, before applying work to the wheel.

Speed Check

The speed of the grinding wheel spindle must be checked weekly by competent and qualified individuals. Fill in the INSPECTION RECORD FOR WEEKLY SPEED CHECK (Form No. 72, 71A) on the last page of this manual.

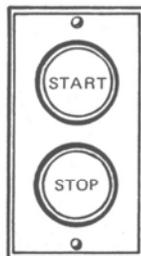
Speed Adjustment Control

The speed of the grinding wheel spindle is adjustable to compensate for wheel wear. This adjustment must be authorized and performed by competent and qualified individuals.

OPERATION

Controls

The electrical control buttons are conveniently located on the machine. The START push button starts the grinding wheel motor and the red STOP push button stops the grinding wheel motor, see Figure 7-1.



SI-73

Figure 7-1
Electrical Controls

Special Speeds

The wheels used at speeds higher than 9,500 sfpm must only be used subject to the following conditions:

- The safety guard must be used at all times.
- The machine shall be maintained in safe operating condition at all times.
- The operator's instruction manual must be observed.
- The machine must not be altered by the owner.
- Use only wheels identified for 12,500 sfpm. Do not exceed this speed.
- Follow all operating instructions in this manual.

Guards

The guards and other protective devices must be kept in good operating condition. If there are other personnel working near this machine, they should be protected by isolating this machine with heavy screen or steel sheet.

If the guards are removed for maintenance, they must be secured in place before starting the grinding operation.

The speed control handwheel, located on the front of the machine, is used to adjust the wheel speed, see Figure 7-2. As the wheel wears, turn the speed control handwheel clockwise (only when machine is running) until the wheel is 1/8" from the guard top.

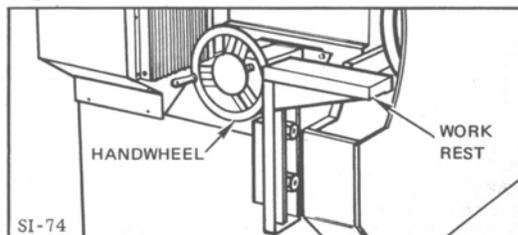
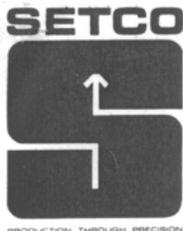


Figure 7-2 Speed Control Handwheel



TO REMOVE A WORN WHEEL

1. Turn off the machine and disconnect the power
2. Engage the shaft lock into the hole in the wheel flange, see Figure 8-1.
3. Open the guard cover latches by rapping them with a babbitt hammer. Then open the guard cover.
4. Remove the nut on the spindle shaft using the wrench provided and then carefully remove the flange and worn wheel.
5. Disengage the shaft lock.

TO INSTALL A NEW WHEEL

1. Connect the power and start the grinder.
2. While the grinder is running, turn the speed control handwheel counterclockwise to retract the spindle assembly to the rear-most (slowest) indicator mark on the wheel guard.
3. Check the speed adjustment range as instructed in TO CHECK THE SPEED ADJUSTMENT RANGE, section B of this manual. When that check is satisfactorily completed, position the spindle, with the

motor running so that the dimension from the guard top lip to the center of the spindle is equal to the radius of the wheel to be installed (usually 15") plus 1/8" for clearance. Stop and disconnect the grinder.

NOTE: The spindle assembly will be moved only if a wheel size other than the usual 30" maximum diameter is to be used.

4. Check the diameter and face of the wheel flange for runout (should not exceed .003").
5. Inspect the new wheel to be sure it has not been damaged in handling.

WARNING

Use only grinding wheels which have been rated for the highest speed in sfpm at which it will be operated (usually either 9,500 sfpm or 12,500 sfpm).

6. Perform the ring test on all vitrified bonded wheels as follows. The wheel must be dry and free from sawdust. Place the wheel vertically on a clean hard floor. Tap the wheel gently with a nonmetallic implement, such as a wooden mallet, at points 45 degrees on each side of the vertical center line and about 1" or

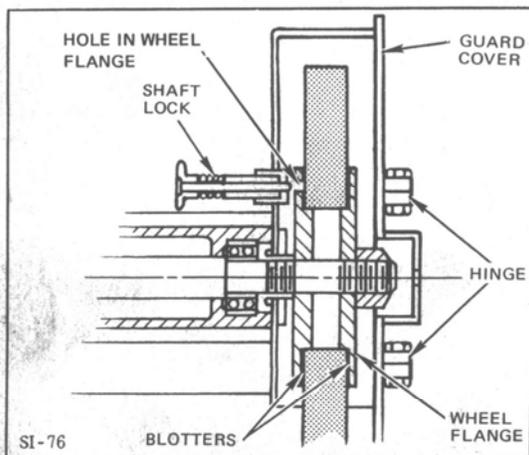


Figure 8-1 Wheel and Spindle, Sectional View

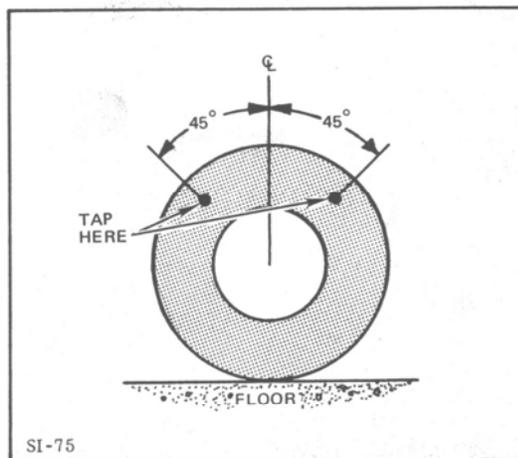


Figure 8-2 Ring Testing Wheel

2" from the periphery as indicated in Figure 8-2. Then rotate the wheel 45 degrees and repeat the test. A sound wheel will have a clear ring and a cracked wheel will have a dead sound. (DO NOT USE A DAMAGED OR UNBALANCED WHEEL.)

7. Engage the shaft lock in the hole in the wheel flange, see Figure 8-1.
8. Mount the wheel securely between flanges using blotters between wheel and flanges, see Figure 8-1. Mount the wheel so that the side marked TOP is at top, or, if no side is so marked, mount with manufacturer's name and other wheel markings upright. Snug spindle nut with the wrench provided.

WARNING

Do not use an extension on the wrench, or hammer to exert an additional force.

9. Release the shaft lock.
10. Position the work rest 1/8" from wheel face.
11. Connect the power and press the START button and immediately press the STOP button. If rotating wheel is running true, close the guard cover and secure all latches.

WARNING

Never stand directly in front of the wheel when starting the machine.

12. Press the START button and allow the machine to run for one minute.
13. Check spindle speed by inserting tachometer probe through access hole in wheel guard cover as shown in Figure 9-1. Figure 9-2 is a wheel speed conversion table showing the spindle speed in rpm necessary to obtain either 9,500 sfpm or 12,500 sfpm with grinding wheels from 18" to 30" in diameter. If, with the wheel advanced until 1/8" clearance exists between wheel guard lip and wheel face, the spindle speed is incorrect, drive belts and sheaves are worn and must be replaced. See TO INSTALL NEW DRIVE BELT(S) in section B of this manual.

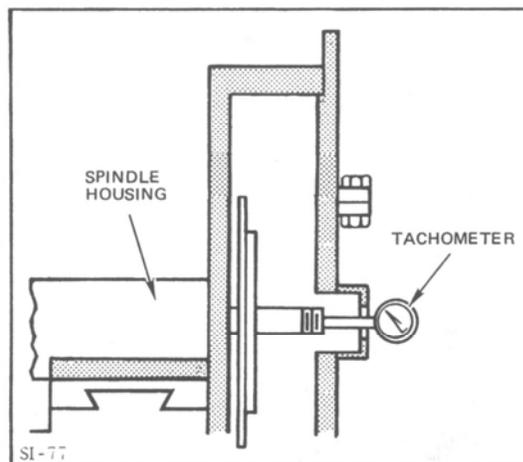


Figure 9-1 Checking Spindle Speed

Diameter of Wheel in Inches	Spindle RPM Required	
	For 9,500 sfpm	For 12,500 sfpm
18	2016	2655
20	1814	2390
22	1649	2170
24	1512	1990
26	1395	1840
28	1296	1705
30	1210	1595

Figure 9-2 Wheel Speed Conversion Table

CLEANING MACHINE

1. Blow off machine with dry compressed air.
2. Clean dust off the name plates, instruction plates and warning plates daily so they can be seen.
3. Inspect and clean the inside of the wheel guard when necessary.



OPERATING THE SPEED CONTROL

The guard top lip should always be 1/8" from the wheel outside diameter, see Figure 10-1. As the wheel wears, this dimension will increase. To compensate for wheel wear, turn the speed control handwheel clockwise, with the grinder running. This will pull the spindle assembly forward and move the belt down into the variable sheave (driven) to increase the wheel rpm.

The companion sheave (driver) has a constant pitch diameter and most of the wear is concentrated at this point. As the companion sheave or the belt wears and the belt moves to a smaller pitch diam-

eter, it will decrease the spindle rpm. If the companion sheave becomes worn enough to allow the belt to touch the bottom of the groove, slippage will occur. Replace the companion sheave and the drive belt at this time.

There is no speed adjustment possible other than the replacement of worn parts and none should be attempted. Do not allow the guard top lip to become ground off so as to permit overspeed positioning of the spindle to compensate for a worn belt and/or worn sheave. Maintain the machine in good operating condition by replacing worn parts. Do not compromise operator safety.

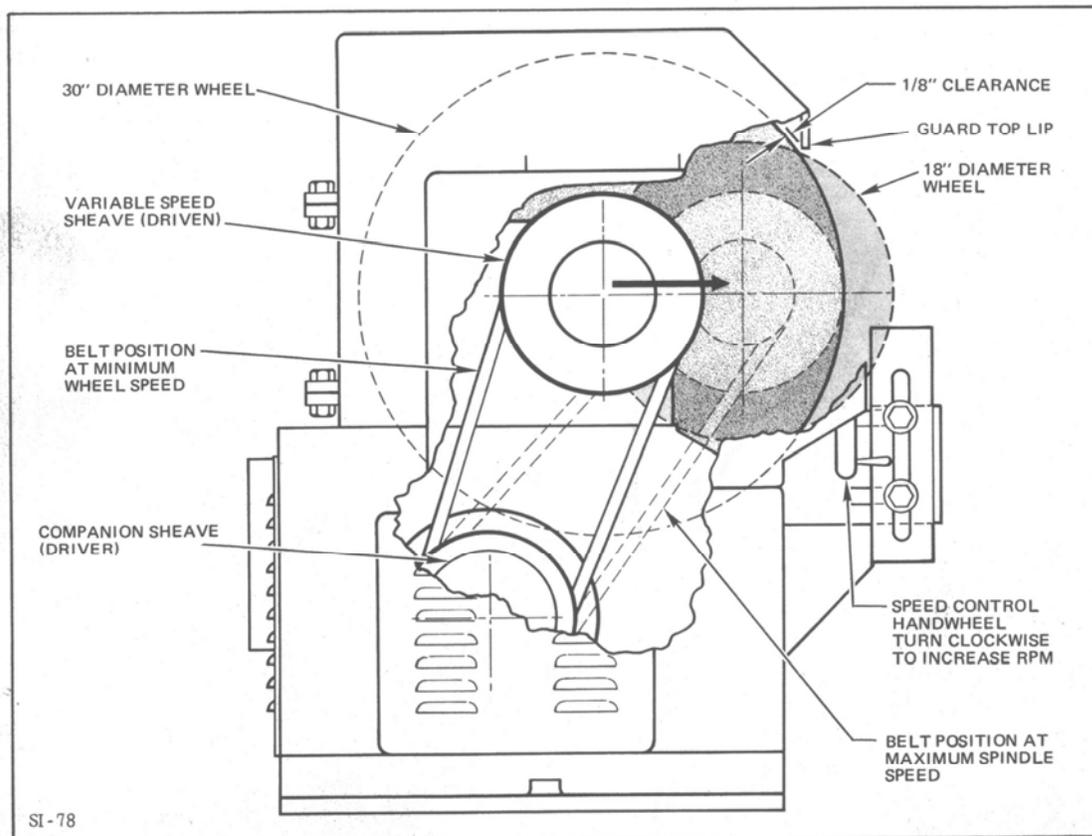


Figure 10-1 Speed Change Mechanism

SECTION B SERVICING

LUBRICATION

Inject Mobil Oil Corp. Souarex Grease No. 1, or equivalent, monthly, at the grease fittings shown in Figures 11-1 and 11-2. Whenever changing grinding wheels, or monthly, whichever is sooner, check the oil level in the variable sheave as follows.

1. Position spindle, with motor running, at the rear (slow speed) position.
2. Turn off machine, disconnect power and open belt guard door.
3. Position variable sheave so that drain plug is up (12 o'clock), see Figure 11-1. Remove drain plug and check that oil is at plug level. Add AGMA #5 EP oil until it overflows if required.
4. Install drain plug.

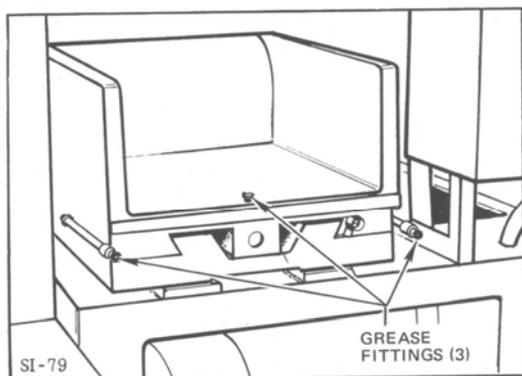


Figure 11-1 Grease Fittings in Back of Spindle Housing

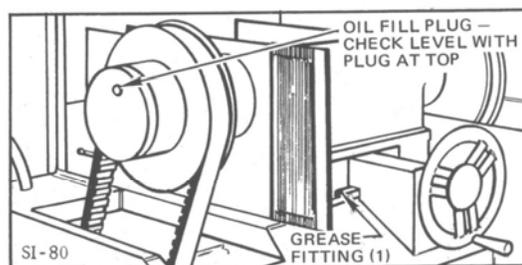


Figure 11-2 Checking Oil Level in Variable Sheave

PUBLICATION NO. 72, 71

TO INSTALL NEW DRIVE BELT(S)

1. Remove the grinding wheel as described on page 8 under TO REMOVE A WORN WHEEL.
2. Connect the power and start the grinder. Turn the speed control handwheel clockwise to advance the spindle assembly to the front-most (fastest) indicator mark on the wheel guard. Remove belt guard.
3. Stop the grinder and disconnect the power. Insert a wood spacing block, see Figure 11-3.

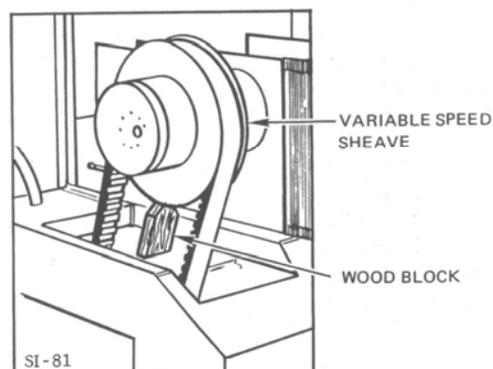


Figure 11-3
A Wood Spacing Block Inserted in Sheave

4. Turn the speed control handwheel counter-clockwise until the belt may be removed from the variable sheave and remove the belt.
5. If the motor sheave is to be replaced, replace it at this time. Place the new belt on the motor sheave.
6. Twist the belt enough to allow it to slide into the groove of the variable speed sheave.
7. Turn the speed control handwheel clockwise until the sheave centers are at a maximum distance and the belt is tight.
8. Remove spacing block.

ANNEXE E

Fiche d'inspection mécanique
Machines à meuler M8001 à M8006

IP 46



Meule

(M-8001, M-8002, M-8003, M-8004, M-8005, M-8006)

Fiche d'inspection mécanique

Travaux à faire à chaque jour

- 1-Remplir les bols des huiliers à air
- 2-Assurez-vous qu'il n'y ait aucune vibration anormale sinon faire l'inspection 1 fois par semaine immédiatement

Travaux à faire 1 fois par semaine

- 3-Vérifier le niveau d'huile dans la poëlle variable et ajouter au besoin
Type d'huile Sparran 460
- 4-Inspecter l'usure de la courroie. Il ne doit pas y avoir de fissure, de plat ou de coin arrondie sinon la changer. # pces 3230HV821
- 5-Faire tourner le chariot d'ajustement de la vitesse dans les 2 sens, inspecter l'état de ces composantes et graisser le chariot.
- 6-Graisser les bearings du shaft d'entraînement de la meule.
- 7-Passer l'air à travers les ailettes du moteur pour éliminer l'accumulation de poussière
- 8-Remplir le huilier pneumatique de la brocheuse à l'expédition.

App. :

Localisation du document : Mécaniciens (1 copie) et bureau de maintenance (1 copie)
12-03-2008

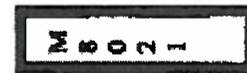
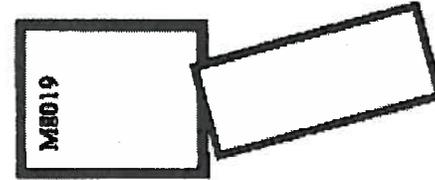
IP : 046

rev. : 5

IP 46



Meule
(M-8001, M-8002, M-8003, M-8004, M-8005, M-8006)
Fiche d'inspection mécanique



App. :
Localisation du document : Mécaniciens (1 copie) et bureau de maintenance (1 copie)
IP : 046
12-03-2008
rev. : 5

ANNEXE F

Procédure sécuritaire de tâche de la machine à meuler M8003

Fonderie Poitras
Procédures sécuritaires des tâches

Poste de travail: Meulage / Meulage de finition

Équipements de sécurité obligatoires:

- 1-Casque de sécurité A29RWH (facultatif)
- 2-Chaussures de sécurité (approuvé par CSA)
- 3-Protection auditive E.A.R. ou LPE-1
- 4-Tablier meule G4036/2721
- 5-Gants cuir meule 24-21-FR
- 6-Google EPG10033 ou S3960C
- 7-Masque 2200N95



Étapes de travail	Risques de blessures	Méthode sécuritaire
<p>Étape 1: AVANT LE DÉMARRAGE: VÉRIFIER SI LE GARDE DE LA MEULE EST À 1/8 POUCE DE LA MEULE SI NON: DÉVISSER LES BOULONS DE LA TABLE DE LA MEULE ET FAIRE AJUSTEMENT SI OUI: PROCÉDER AU DÉMARRAGE DE LA MEULE</p> <p>Étape 2: Préparer la boîte en fonction du bon de travail (Strapping, sac, papier VCI...)</p> <p>Étape 3: Saisir une pièce</p>	<p>Douleur dos</p> <p>Blessure pied Main (écrasement/coups)</p>	<p>Bonne posture pour levage des charges</p> <p>Port des chaussures de sécurité Port des gants Saisir la pièce adéquatement</p>

ATTENTION!

Source : Pyrotech

Fonderie Poitras		Méthode sécuritaire	
Étapes de travail	Procédures sécuritaires	Risques	Méthode sécuritaire
<p>Étape 4: Inspecter la pièce et scrapper au besoin</p>			<p>Ajouter une bonne posture/éviter torsion du dos Au besoin si la pièce est trop lourde l'appuyer sur la table de la meule Tenir la pièce près du corps Saisir la pièce adéquatement Port de gants</p>
<p>Étape 5: Effectuer la finition de la pièce avec le matériel adéquat selon le devis de la pièce produite (meule, mouleuse automatique, zfp gun, roller bit)</p>	<p>Douleur au dos</p> <p>Mains / écrasement/concussion</p> <p>ATTENTION!</p> <p>Projection particule yeux</p> <p>Dommages aux oreilles</p>	<p>Tenir la pièce près du corps Adopter une bonne posture</p> <p>Port de gants Tenir la pièce de manière que les doigts soient le plus éloignés de la meule</p> <p>Port de "goggles" obligatoire</p> <p>Port de protection auditive</p>	<p>Adopter une bonne posture/éviter torsion du dos</p> <p>Port de gants Bien saisir la pièce lors de la manipulation</p>
<p>Étape 6: Prendre la pièce et la diriger vers la boîte d'expédition (bonne) ou vers le panier de rejet (scrap)</p>	<p>Douleur au dos</p> <p>Main / écrasement/concussion</p>		

Approuvé par le Comité de Santé-Sécurité
Date : Réunion le 17 Janvier 2006 - Janvier 2008 - Août 2008

Source : Pyrotech

ANNEXE G

Table de conversion de vitesse de rotation de meule

Table 35 – Conversion Table — Wheel Speeds
Revolutions per minute for various diameters of abrasive wheels to give surface speed in feet per minute as indicated

Diameter of Wheel in Inches	Surface Speed in Feet per Minute														Diameter of Wheel in Inches					
	4,000	4,500	5,000	5,500	6,000	6,500	7,000	7,500	8,000	8,500	9,000	9,500	10,000	12,000		12,500	14,200	16,000	16,500	17,000
1	15,279	17,189	19,099	21,008	22,918	24,828	26,737	28,647	30,558	32,467	34,377	36,287	38,197	45,837	47,746	51,240	61,115	63,025	64,935	1
1 1/2	10,186	11,459	12,732	14,006	15,279	16,552	17,825	19,099	20,372	21,645	22,918	24,192	25,465	30,558	31,831	36,160	40,744	42,017	43,290	1 1/2
2	7,639	8,594	9,549	10,504	11,459	12,414	13,369	14,324	15,279	16,234	17,189	18,144	19,099	22,918	23,873	27,120	30,558	31,513	32,468	2
2 1/2	6,112	6,875	7,639	8,403	9,167	9,931	10,695	11,459	12,223	12,987	13,751	14,515	15,279	18,335	19,099	21,686	24,446	25,210	25,974	2 1/2
3	5,093	5,730	6,366	7,003	7,639	8,276	8,913	9,549	10,186	10,823	11,459	12,096	12,732	15,279	15,915	18,080	20,372	21,008	21,645	3
3 1/2	4,365	4,911	5,457	6,002	6,548	7,094	7,639	8,185	8,731	9,276	9,822	10,368	10,913	13,066	13,612	15,497	17,462	18,007	18,553	3 1/2
4	3,820	4,237	4,775	5,252	5,730	6,207	6,685	7,162	7,640	8,117	8,594	9,072	9,549	11,459	11,937	13,560	15,279	15,756	16,234	4
5	3,056	3,438	3,820	4,202	4,584	4,966	5,348	5,730	6,112	6,494	6,875	7,257	7,639	9,167	9,549	10,848	12,223	12,605	12,987	5
6	2,546	2,855	3,163	3,501	3,820	4,138	4,455	4,775	5,093	5,411	5,730	6,048	6,366	7,639	7,958	9,040	10,196	10,504	10,823	6
7	2,183	2,456	2,728	3,001	3,274	3,547	3,820	4,093	4,365	4,638	4,911	5,184	5,457	6,548	6,821	7,749	8,731	9,004	9,276	7
8	1,910	2,149	2,387	2,626	2,865	3,104	3,342	3,581	3,820	4,058	4,297	4,536	4,775	5,730	5,968	6,780	7,639	7,878	8,117	8
9	1,689	1,910	2,122	2,334	2,546	2,758	2,971	3,183	3,395	3,608	3,820	4,032	4,244	5,003	5,205	6,027	6,791	7,003	7,215	9
10	1,528	1,719	1,910	2,101	2,292	2,483	2,674	2,865	3,056	3,247	3,438	3,629	3,820	4,584	4,775	5,424	6,112	6,303	6,494	10
12	1,273	1,432	1,592	1,751	1,910	2,069	2,228	2,387	2,546	2,706	2,865	3,024	3,183	3,820	3,979	4,520	5,063	5,252	5,411	12
14	1,091	1,228	1,364	1,501	1,637	1,773	1,910	2,046	2,183	2,319	2,455	2,592	2,728	3,274	3,410	3,874	4,365	4,502	4,638	14
16	965	1,074	1,194	1,313	1,432	1,552	1,671	1,790	1,910	2,029	2,149	2,268	2,387	2,865	2,984	3,390	3,820	3,939	4,058	16
18	849	955	1,061	1,167	1,273	1,379	1,485	1,592	1,698	1,804	1,910	2,016	2,122	2,546	2,653	3,013	3,395	3,501	3,608	18
20	764	859	955	1,050	1,146	1,241	1,337	1,432	1,528	1,623	1,719	1,814	1,910	2,292	2,387	2,712	3,066	3,151	3,247	20
22	694	781	868	955	1,042	1,129	1,215	1,302	1,389	1,476	1,563	1,649	1,736	2,093	2,170	2,465	2,778	2,865	2,952	22
24	637	716	796	875	955	1,035	1,114	1,194	1,273	1,353	1,432	1,512	1,592	1,910	1,989	2,260	2,546	2,625	2,706	24
26	588	661	735	808	881	955	1,028	1,102	1,175	1,249	1,322	1,396	1,469	1,763	1,836	2,086	2,351	2,424	2,498	26
28	546	614	682	750	819	887	955	1,023	1,091	1,160	1,228	1,290	1,364	1,637	1,705	1,937	2,183	2,251	2,319	28
30	509	573	637	700	764	828	891	955	1,019	1,082	1,146	1,210	1,273	1,528	1,592	1,808	2,037	2,101	2,165	30
32	477	537	597	657	716	776	836	895	955	1,015	1,074	1,134	1,194	1,432	1,492	1,696	1,910	1,970	2,029	32
34	449	506	562	618	674	730	786	843	899	955	1,011	1,067	1,123	1,348	1,404	1,586	1,798	1,854	1,910	34
36	424	477	531	584	637	690	743	796	849	902	955	1,008	1,061	1,273	1,326	1,507	1,696	1,751	1,804	36
38	402	452	503	553	603	653	704	754	804	854	905	955	1,005	1,206	1,256	1,427	1,608	1,658	1,709	38
40	382	430	477	525	573	621	668	716	764	812	859	907	956	1,146	1,194	1,356	1,528	1,576	1,623	40
42	364	409	455	500	546	591	637	682	728	773	819	864	909	1,091	1,137	1,291	1,465	1,500	1,546	42
44	347	391	434	477	521	564	608	651	694	738	781	825	868	1,042	1,085	1,233	1,389	1,432	1,476	44
46	332	374	415	457	498	540	581	623	664	706	747	789	830	966	1,038	1,179	1,329	1,370	1,412	46
48	318	358	398	438	477	517	557	597	637	676	716	756	796	955	995	1,130	1,273	1,313	1,353	48
53	288	324	360	396	432	468	504	540	577	613	649	685	721	865	901	1,023	1,153	1,189	1,225	53
60	255	286	318	350	382	414	446	477	509	541	573	605	637	764	796	904	1,019	1,050	1,082	60
72	212	236	265	292	318	345	371	398	424	451	477	504	531	637	663	753	849	875	902	72

Note: "Centrifugal Force," which is the force that tends to rupture a given wheel when overspeeding, increases as the square of the velocity of that wheel. For example, the centrifugal force in a wheel running at 5,500 surface feet per minute is 49 percent greater than in the same wheel running at 4,500 surface feet per minute, although the speed is actually only 22 percent greater.

ANNEXE H

Références bibliographiques

QUÉBEC. *Loi sur la santé et la sécurité du travail : L.R.Q., chapitre S-2.1, à jour au 10 janvier 2012*, Québec, Éditeur officiel du Québec, 2012, vi, 67, xii p.

QUÉBEC. *Règlement sur la santé et la sécurité du travail, S-2.1, r. 13, à jour au 1er janvier 2012*, Québec, Éditeur officiel du Québec, 2012, vii, 115 p.

AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE. *American national standard safety code for use, use care, and protection of abrasive wheels*, New York, ANSI, 1970, 90 p. (ANSI B7.1)

AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE. *American national standard safety code for use, use care, and protection of abrasive wheels*, New York, ANSI, 1988, 121 p. (ANSI B7.1)

AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE. *American national standard safety code for use, use care, and protection of abrasive wheels*, New York, ANSI, 2000, x, 155 p. (ANSI B7.1)