

Accidents du travail et assemblage

Lucie Laflamme and Patrice Duguay

Volume 48, Number 2, 1993

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/050854ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/050854ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Département des relations industrielles de l'Université Laval

ISSN

0034-379X (print)

1703-8138 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Laflamme, L. & Duguay, P. (1993). Accidents du travail et assemblage. *Relations industrielles / Industrial Relations*, 48(2), 267–284.
<https://doi.org/10.7202/050854ar>

Article abstract

The study was carried out in a Québec company that manufactures transportation equipment, and its goal was to compare the effect of two production organization strategies used on two different assembly lines on the qualitative risk of accidents. For the same type of product, these lines differed essentially in the number of workstations and the average duration of a cycle by workstation. On the assembly line with fewer workstations, the number of parts to be assembled per workstation and the coactivity between workers are both higher. This line also had the highest accident frequency rate over the last year of the study.

To compare the accidents associated with each of the production lines, a series of characteristics of the 150 accidents with the time lost over three years was compiled and analyzed to answer the following question: "What are the most characteristic types of injuries to assemblers, and under what circumstances do they occur?" Then, the existence of a possible link between the types of accidents and the production line as well as between the types of accidents and the production phase was tested. Using multivariate analysis techniques, the assemblers' 150 accidents were summarized into six typical situations (classes): falls and impacts during displacements and during descents from vehicles; pain and muscular reactions caused by body movements; excessive efforts during the handling of parts or heavy equipment; pinches, blows and impacts associated with the handling of parts or tools; cuts to hands resulting from blows or rubbing; foreign bodies projected into the eyes. It was subsequently observed that there was no significant relationship between the types of accidents and the assembly line, nor between the types of accidents and the assembly phase.

It is understood that the results of this study cannot be assumed to apply to other companies in the sector concerned, since these are not results from a sectorially representative random sample. However, it seems that two observations have broader application regarding the work and the assembly tasks. The first is that accidents occur under circumstances, and have consequences, which can be typified. This observation invalidates the hypothesis of the strictly random character of accidents and promotes the pinpointing of typical accident situations and problems for prevention. The second observation is that, for the same type of process, increased coactivity seems to be a determinant in the frequency of accidents, but not in their type. This does not mean that the extent of the coactivity by itself explains why accidents occur, but it suggests that it is a contributing factor in their occurrence.

As for the determinant factors revealed by the study for each type of accident, the results obtained and the available data do not allow solid conclusions. The question answered is the following, "What is happening, and under what work situations does it occur?" However, for determining "Why does this happen?" or "Why does it happen in this way?", at the very most, avenues may be opened. It is proposed that an attempt be made to answer these questions, considering the knowledge acquired, the potential number of workers affected, and the enduring nature of the tasks involved.

Accidents du travail et assemblage

Lucie Laflamme
et
Patrice Duguay

Cette étude compare l'influence, sur le risque qualitatif d'accidents, de deux lignes d'assemblage de matériel de transport. L'organisation de la production de ces lignes diffère par le nombre de postes réduit sur l'une d'elles, ce qui intensifie la coactivité entre travailleurs à chaque phase du processus. Les 150 accidents avec perte de temps des assembleurs survenus sur ces deux lignes d'assemblage de véhicules routiers pendant trois ans sont regroupés en six classes homogènes, à partir d'une analyse multivariée de leurs caractéristiques. Aucun lien significatif n'est toutefois observé entre ces classes d'accidents et les lignes d'assemblage. Il est discuté que l'intensification de la coactivité puisse être un facteur de contribution à la fréquence des accidents mais non à leur type.

L'assemblage est une activité de production qui emploie de nombreux travailleurs, et ce dans plusieurs secteurs de l'activité économique. Au Québec, dans le secteur de la fabrication de matériel de transport, notamment, on en dénombrait 42,5 milliers en 1990 et 37,1 milliers en 1991. Dans le cas particulier de l'industrie de la fabrication de véhicules automobiles (i.e. autos, camions et autobus), on en comptait 5,6 et 4,2 milliers respectivement pour les deux mêmes années (Statistique Canada 1992). Par ailleurs, les tâches d'assemblage constituent le plus souvent des tâches parcellaires et routinières, dont le rythme d'exécution est déterminé par la machine ou la chaîne. Ce sont aussi des tâches qui souvent s'avèrent pénalisantes, sous plusieurs angles, pour la santé et la sécurité du travail. Au chapitre de la sécurité, les problèmes qui leur

* LAFLAMME, L., National Institute of Occupational Health, Suède.
DUGUAY, P., Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec, Montréal.

sont le plus souvent associés sont les lésions attribuables aux travaux répétitifs (LATR) et les accidents du travail.

L'étude dont il est ici question s'adresse exclusivement aux accidents du travail, dans un seul secteur d'activité, celui de la fabrication de véhicules automobiles. Réalisée dans une entreprise québécoise qui fabrique deux modèles d'un même type de véhicule de transport, son objectif est de comparer l'influence, sur le risque qualitatif d'accidents, de deux stratégies d'organisation de la production employées sur deux lignes d'assemblage.

Celles-ci se différencient essentiellement par le nombre de postes de travail et la durée moyenne d'un cycle par poste. Sur la ligne où le nombre de postes est le moins important, le nombre de pièces à assembler par poste et la coactivité entre travailleurs sont tous deux plus élevés. Nous entendons par coactivité la juxtaposition d'activités de travail indépendantes qui, bien qu'indépendantes les unes des autres, sont réalisées simultanément dans le temps et en un même lieu ou espace de travail (Leplat et Cuny 1979; Carlin et Six 1988; Darmon, *et al.* 1975). De plus, sur chacune des deux lignes, les technologies de production employées sont peu automatisées et les véhicules sont assemblés non pas sur une chaîne, au sens conventionnel du terme, mais sont plutôt montés dans une succession de cellules de travail à l'intérieur desquelles ils sont introduits, au début de chaque cycle, au moyen d'un transbordeur.

Pour comparer les accidents associés à chacune des deux lignes d'assemblage, un ensemble de caractéristiques de tous les accidents avec perte de temps survenus pendant trois ans a été compilé et analysé en vue de répondre d'abord à la question suivante : « Quels sont les types de lésions les plus caractéristiques des assembleurs et dans quelles circonstances se produisent-elles ? » Enfin, l'existence d'un lien possible entre type d'accidents et ligne de production ainsi qu'entre type d'accidents et phase de production a été testée.

ÉTAT DES CONNAISSANCES À PROPOS DES ACCIDENTS DE L'ASSEMBLAGE

On dénote actuellement deux courants de recherche dans les études, peu nombreuses, relatives aux accidents associés au travail d'assemblage. Certains travaux portent, d'abord et avant tout, sur l'identification des caractéristiques particularisant les individus accidentés (notamment l'âge, l'expérience dans l'emploi et l'occupation), alors que d'autres s'intéressent plus spécifiquement aux caractéristiques qualitatives des accidents eux-mêmes en vue de les regrouper en patterns types.

Parmi les études mettant l'emphasis sur les caractéristiques individuelles, une première a spécifiquement porté sur la répartition des accidents par groupes ethniques dans une usine de machinage et d'assemblage de moteurs

(Baker 1987). Une autre, conduite dans une usine d'assemblage de transmissions, a analysé la distribution de deux groupes d'accidents et la différence entre eux, différenciés selon qu'ils aient ou non occasionné des pertes de temps (Shannon et Manning 1979). Une troisième étude, réalisée à partir de données provenant de trois usines d'une même compagnie qui moulent, machinent et assemblent des pièces de remplacement d'automobiles, a été conduite en vue de tester un système de surveillance de lésions professionnelles (blessures et maladies), à un niveau local, en considérant un ensemble de variables descriptives des individus et des lésions (Oleske, *et al.* 1989). Une dernière a été conduite à partir de données d'accidents survenus dans une grande entreprise de machinage et d'assemblage de pièces automobiles sur une période de cinq ans. Elle avait pour but de caractériser les lésions occasionnées par ces accidents en vue de cerner les problèmes et les groupes de travailleurs vers lesquels orienter l'action des médecins du travail (Baugé 1976).

Les résultats de ces études ont montré, notamment, que le taux d'accidents du travail varie d'un métier à l'autre (Baugé 1976), qu'il tend à être plus élevé pour des travailleurs d'âge et d'expérience de travail moindres (Baker 1987; Baugé 1976; Shannon et Manning 1979), et qu'il peut y avoir un lien entre type d'accidents et groupe d'âges. Certains types d'accidents affectent plus spécifiquement les travailleurs moins âgés et d'autres types, les travailleurs plus âgés (Oleske, *et al.* 1989).

Dans l'autre groupe d'études, les types d'accidents des travailleurs de l'assemblage ont été décrits en vue, entre autres, d'en tester la distribution en fonction de certains paramètres d'organisation de la production : le poste de travail; la machinerie; la phase et la ligne de production. Deux recherches ont ainsi permis de classifier et de typer les accidents enregistrés par des travailleurs de métier d'une grande entreprise suédoise de fabrication et d'assemblage de pièces et de véhicules routiers sur une période de deux ans : l'une d'elles concernait tous les travailleurs de deux usines de fabrication de moteurs (Laflamme, Döös et Backström 1990, 1991) et la seconde, les assembleurs de pièces ou de véhicules (Laflamme, Backström et Döös 1991, 1993).

Dans chacune de ces études, il a d'abord été possible de regrouper les accidents en classes, puis de vérifier la distribution de ceux-ci en fonction d'un certain nombre de paramètres. Un lien significatif entre type d'accidents et usine a été observé dans la première étude (Laflamme, Döös et Backström 1990, 1991), alors que dans celle touchant directement les assembleurs, le lien entre type d'accidents et usine n'a pu être formellement testé. Cependant, la distribution des accidents en fonction de ces deux paramètres indiquait un lien possible entre type d'accidents et usine. Aussi, comme dans le cas des recherches décrites plus haut (Oleske, *et al.* 1989), il a pu être vérifié, dans l'une des deux études (Laflamme, Döös et Backström 1990, 1991), que

certains types d'accidents affectaient plus spécifiquement les travailleurs de catégories d'âges moindres et d'autres types, les travailleurs de catégories d'âges supérieures.

Dans la présente étude, comme dans les deux autres menées dans l'industrie automobile suédoise, le risque d'accidents est analysé en tenant compte, d'abord et avant tout, des types et circonstances d'accidents plutôt que de leur fréquence, ceci en vue de mesurer le lien entre types d'accidents et ligne, de même qu'avec la phase de production.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Données générales sur l'entreprise

Le processus de production de l'entreprise participante en est un à cycle long (environ quatre heures) dans lequel deux produits similaires sont assemblés selon deux principes de division du travail. Chacune des deux lignes comporte les mêmes phases d'assemblage : lavage, préparation et peinture ; plomberie et revêtement ; mécanique et finition ; livraison. Sur une première ligne (ligne A), de rendement attendu plus élevé pour la production, les phases de plomberie et revêtement de même que de mécanique et finition concentrent le travail en une dizaine d'unités de production ; dans l'autre (ligne B), on en compte une trentaine. Les véhicules de chacune des deux lignes passent aux mêmes sections pour la phase de lavage, préparation et peinture, mais ils se séparent dans des sections distinctes pour les phases subséquentes. On retrouve des assembleurs aux phases de plomberie et revêtement ainsi que de mécanique et finition.

Les taux d'accidents qu'il a été possible de calculer par phase et par ligne de production ne couvrent que la dernière des trois années incluses dans l'étude, soit juillet 1990 à juin 1991. De plus, ils prennent en considération tous les travailleurs de métier employés dans les sections d'assemblage plutôt que les assembleurs uniquement, les données disponibles n'ayant pas permis de ventiler le temps travaillé par métier (i.e. peintres, plombiers, mécaniciens, électriciens). Pour la dernière tranche de 12 mois couverte, nous avons pu estimer un taux d'accidents par 100 travailleurs selon la formule suivante :

$$\text{Taux d'accidents} = \frac{\text{nombre de lésions}}{\text{nombre total d'heures travaillées} / 1\ 840 \text{ heures (1 personne année)}} \times 100$$

Le nombre total d'accidents avec perte de temps, tous métiers confondus, était de 68 pour cette même période ; les assembleurs ont enregistré 40 de

ceux-ci. En excluant les jours fériés et les vacances annuelles, le temps total travaillé pour un travailleur à plein temps a été estimé à 1 840 heures.

Toutes sections confondues, le nombre moyen d'accidents par 100 travailleurs a été de 46. Au tableau 1, on remarquera que le taux d'accidents a varié de façon notable d'une phase de production et d'une ligne de production à l'autre. Il est en outre nettement plus élevé dans les deux phases de production où l'on retrouve les assembleurs : 51 dans la phase plomberie et revêtement et 67 dans la phase mécanique et finition.

TABLEAU 1

Nombre annuel moyen d'accidents par 100 travailleurs
par phase et ligne de production, tous métiers confondus

<i>Phase de production</i>	<i>Nombre moyen</i>	<i>Ligne de production*</i>	<i>Nombre moyen</i>
Lavage, préparation et peinture	25	Lavage, préparation et peinture	25
Plomberie et revêtement	51	Ligne A	59
Mécanique et finition	67	Ligne B	49
Livraison	41		

* Les véhicules A ou B ne peuvent être différenciés à la phase lavage, préparation et peinture.

Une collecte de données a été effectuée en vue de caractériser les accidents du travail survenus dans l'entreprise. Pour chaque accident, le document utilisé comme base d'information a été le formulaire administratif, expédié à la Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST), intitulé Avis de l'employeur et demande de remboursement (ADR). De plus, pour les accidents survenus à partir de l'automne 1989, l'ADR a été jumelé au rapport d'enquête maison dont la pratique a été instaurée à ce moment. Plus détaillés, ces rapports font état des circonstances d'accidents et listent les recommandations envisageables pour la prévention ultérieure des événements ou circonstances identifiés.

Pour la période couverte, un total de 150 accidents avec perte de temps avaient été enregistrés par les assembleurs. On remarquera au tableau 2 que la dernière tranche de 12 mois est celle pendant laquelle le nombre d'accidents des assembleurs a été le moins élevé. Cela peut en partie s'expliquer par le fait que, pendant ces 12 mois, la compagnie a subi une diminution sensible de la production et, par conséquent, du temps travaillé.

TABLEAU 2
Nombre annuel d'accidents chez les assembleurs
pour chaque tranche de 12 mois couverte dans l'étude

<i>Année</i>	<i>N</i>	<i>%</i>
01 / 07 / 88 - 30 / 06 / 89	63	42,0
01 / 07 / 89 - 30 / 06 / 90	47	31,3
01 / 07 / 90 - 30 / 06 / 91	40	26,7
Total	150	100,0

Les caractéristiques de ces 150 accidents ont été décrites en 25 variables qu'il est possible de regrouper en sept thèmes (voir tableau 3) : le travailleur accidenté; le moment de l'accident; son lieu d'occurrence; le travail en cours lors de l'accident; les circonstances de la lésion; ses caractéristiques et les recommandations formulées pour la prévention ultérieure d'accidents.

TABLEAU 3
Variables descriptives des accidents regroupées en sept thèmes

		Circonstances
Travailleur		Genre d'accident
	Lieu	Principal agent causal
Métier		Autre agent impliqué
Remplacement	Ligne de production	
Âge	Phase d'assemblage	
Ancienneté		Lésion
Sexe	Travail en cours	Siège de la lésion
	Tâche	Nature de la lésion
Moment	Problème rencontré	Durée d'absence
	Mouvement / geste	Coût
Année	Outil employé	
Mois / saison	Objet (lié au geste)	
Jour		Recommandations
Heure		Recommandation 1
		Recommandation 2

La compilation initiale des modalités de réponses possibles, variable par variable, a été réalisée de manière large. Au cours de l'exercice, plusieurs

visites d'usine ont été effectuées et des séances de travail ont eu lieu avec un groupe restreint de représentants de l'entreprise et des travailleurs en vue d'effectuer des regroupements aussi logiques que possible sur des variables clés, notamment celles décrivant l'activité de travail au moment de l'accident (outil utilisé, pièce sur laquelle l'accidenté travaillait, tâche effectuée, agent causal de la lésion).

Analyse des données : regroupement des accidents en classes homogènes

Après les regroupements univariés, une classification des accidents a été produite à l'aide de deux techniques d'analyse multidimensionnelle utilisables en complémentarité : l'analyse factorielle des correspondances (AFC) et la classification ascendante hiérarchique (CAH). Ces techniques sont particulièrement appropriées pour des études exploratoires (Benzécri 1985; Fénelon 1981; Greenacre 1984). Dans l'analyse de données d'accidents, leur grand avantage est de permettre une classification à partir de laquelle des groupes d'événements homogènes peuvent être décrits et quantifiés (Laflamme 1991). Aussi, leur distribution peut être mesurée selon certains paramètres et cela permet d'établir des priorités et des stratégies d'intervention (sections, poste de travail, groupe d'emplois, d'âge et d'expérience des travailleurs).

Ces techniques ont déjà été appliquées dans plusieurs études réalisées à l'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec (IRSST), notamment dans le cas de recherches visant à décrire les principaux types d'accidents et leur distribution par type d'entreprises et par phases de production dans le secteur des scieries (Cloutier et Laflamme 1989; Laflamme et Cloutier 1991) ou des forêts (Laflamme et Vinet 1988); ou encore dans des études plus spécifiquement intéressées aux principaux types d'accidents associés aux tâches à effectuer dans des métiers comme celui des monteurs de lignes de l'industrie de la construction (Arsenault, Laflamme et Marinacci 1984).

Dans l'étude dont il est ici question, il s'agit de voir quels sont les principaux types d'accidents encourus par les travailleurs occupant le poste d'assembleurs de véhicules et si ces types d'accidents se répartissent également d'une ligne de production et d'une phase de production à l'autre. Ainsi, tel que mentionné plus haut, la question sous-jacente à l'analyse peut être énoncée comme suit : « Quels sont les types de lésions les plus caractéristiques des assembleurs et dans quelles circonstances se produisent-elles ? »

Techniquement, pour répondre à cette question, l'AFC a été effectuée en maintenant actives les six variables décrivant la lésion et le mouvement exécuté par le travailleur lors de l'accident : nature, genre et siège de la lésion, agent causal, mouvement effectué lors de l'accident et objet lié au mouvement. Les autres variables ont été traitées comme variables passives. La CAH a été

pratiquée par la suite sur la base des cinq premiers facteurs de l'AFC, ceux-ci cumulant 38,6 % de l'inertie (variance) totale. Les résultats de cette classification sont présentés à la section suivante.

Relation entre classe d'accidents et ligne ou phase de production

Une fois les classes d'accidents formées, deux tests de chi-carré ont été employés afin de mesurer si un lien existait entre classe d'accidents et ligne de production, de même qu'entre classe d'accidents et phase de production (seuil de signification retenu 0,05).

RÉSULTATS

Regroupement des accidents en six classes

Six situations d'accidents typiques du travail des assembleurs se sont dégagées de la CAH. Pour cette classification, l'inertie interclasses est de 1,77 et l'inertie totale, de 2,32¹. L'inertie intraclasse (l'homogénéité interne de chacune d'elles) est donnée au fur et à mesure qu'elles sont décrites. Ces situations sont décrites plus en détail dans le texte qui suit. La description donnée est basée sur les chiffres présentés plus loin aux tableaux 4 et 5. Sur ces tableaux figurent, dans l'ordre, les variables codées, la liste de leurs catégories respectives, la distribution de ces catégories dans chacune des classes (colonnes des classes 1 à 6) et globalement (colonne du total). Les variables présentées au tableau 4 décrivent les caractéristiques de la lésion de même que le mouvement effectué par le travailleur au moment de l'accident et l'objet sur lequel le mouvement était dirigé. Les variables figurant au tableau 5 informent sur les circonstances de travail relatives à l'accident et sur les recommandations formulées pour la prévention.

Chutes et heurts lors de déplacements ou descentes de véhicule (classe 1; 16 accidents; inertie intraclasse : 0,6). La classe 1 regroupe des accidents qui se sont à peu près tous produits au moment de déplacements des travailleurs, dans ou autour des véhicules, et souvent quand les travailleurs descendaient d'un véhicule. Les lésions sont des contusions ou des blessures musculaires de type élongations, entorses et foulures. Elles résultent soit de chutes ou de trébuchements, soit de heurts contre des objets immobiles. Un membre

¹ Soulignons que la CAH est une technique de classification qui a pour but de maximiser l'inertie (variance) entre classes et de minimiser l'inertie intraclasse. En conséquence, plus l'inertie entre classes est élevée, plus les classes sont différentes les unes des autres et plus l'inertie à l'intérieur d'une classe est faible, plus les accidents se ressemblent (Benzécri 1985; Fénelon 1981; Greenacre 1984).

TABLEAU 4

**Classification des accidents des assembleurs en fonction des variables
descriptives de la lésion et du mouvement effectué au moment de l'accident
(actives dans l'analyse)**

<i>Variables</i>	<i>Catégories</i>	<i>Classe 1 (16 cas)</i>	<i>Classe 2 (30 cas)</i>	<i>Classe 3 (20 cas)</i>	<i>Classe 4 (38 cas)</i>	<i>Classe 5 (34 cas)</i>	<i>Classe 6 (12 cas)</i>	<i>Total (150 cas)</i>
Genre d'accident	Être frappé par, coincé par un objet manipulé	-	-	-	27	1	-	28
	Heurter objet immobile	6	3	-	4	14	-	27
	Effort excessif	-	7	19	-	-	-	26
	Coupure par frottement	-	-	-	4	17	-	21
	Réaction de l'organisme	1	18	-	-	-	-	19
	Corps étranger	-	-	1	2	2	12	17
	Chuter, trébucher	9	2	-	1	-	-	12
	Agent causal	Structure	2	2	3	11	2	-
Chassis, grosses pièces		2	3	9	4	-	-	18
Pièce coupante		-	-	-	1	21	-	22
Pièces électr. / finition		1	1	3	-	8	-	13
Outil à main		-	2	2	19	1	-	24
équipement		6	-	3	3	-	-	12
Particule/éclat		-	-	-	-	2	12	14
Mouv. du corps/surface		5	22	-	-	-	-	27
Siège de la lésion	Poignet, main, dgt - d.	-	-	-	11	19	-	30
	Poignet, main, dgt - g.	-	-	-	16	13	-	29
	Bras et coude	5	5	3	3	1	-	17
	Nuque, épaule	1	13	1	-	-	-	15
	Dos	1	11	15	-	-	-	27
	Membres inférieurs	9	1	1	5	-	-	16
	Oeil, visage	-	-	-	3	1	12	16
Nature de la lésion	Douleur	1	26	13	-	-	-	40
	Coupure/plaie superf.	1	-	-	6	16	12	35
	Coupure profonde	-	-	-	15	18	-	33
	Contusion	11	1	-	14	-	-	26
	Élongation, entorse, foulure	3	3	7	3	-	-	16
Mouvement	Manipuler objet lourd	-	1	1	4	13	5	24
	Presser sur un outil	-	5	-	8	4	3	20
	Visser/tourner avec outil	1	3	5	5	1	-	15
	Tirer (sur outil, objet)	-	2	6	3	5	-	16
	étirement memb. sup.	-	3	8	3	1	1	16
	Mouvem. mains (autres)	-	1	-	12	6	-	19
	Se déplacer	6	12	-	2	1	2	23
	Descendre	9	2	-	-	3	-	14
	Non spécifié	-	1	-	1	-	13	-
Objet lié au mouve- ment	Structure, compartiment	1	11	1	4	5	4	26
	Pièces électric. /finition	1	3	3	7	7	3	24
	Pièce de tôle, panneau	-	5	1	3	10	2	21
	Outils, boulons, vis	-	3	-	13	5	-	21
	Surface de travail	3	1	-	1	1	-	16
	Machinerie, équipement	-	2	3	3	-	-	8
Aucun	-	5	2	3	2	-	12	

TABLEAU 5

Classification des accidents des assembleurs en fonction des variables descriptives de l'activité de travail en cours au moment de l'accident (illustratives dans l'analyse)

Variables	Catégories	Classe	Classe	Classe	Classe	Classe	Classe	Total
		1 (16 cas)	2 (30 cas)	3 (20 cas)	4 (38 cas)	5 (34 cas)	6 (12 cas)	
Tâche	Installation de structure	2	8	4	9	7	1	31
	Installation de pièce	1	6	9	6	6	1	29
	Fixer, corriger, finir	-	2	-	8	7	6	23
	Poser pièce (percer, visser, etc.)	-	9	-	6	3	3	21
	Mécanique, électricité	2	4	3	4	6	1	20
	S'approvisionner, transporter	7	1	3	3	3	-	17
	Autre (se déplacer)	4	-	1	2	2	-	9
	Outil lié au mouvement	Aucun	16	17	17	20	28	4
Outil à main		-	5	1	9	6	3	24
Outil à main mécanique		-	8	2	9	-	5	24
Objet impliqué	Aucun	12	20	16	20	18	11	97
	Oui	4	10	4	18	16	1	53
Problème rencontré	Aucun	11	17	14	21	21	10	69
	Surface, posture	3	5	2	1	3	1	15
	Irrégularité du produit	1	2	3	4	4	1	15
	Espace restreint, encombré	1	6	1	4	2	-	14
	Perte de contrôle	-	-	-	8	4	-	12
Recommen- dation 1	Aucune	12	13	9	18	11	6	69
	Conception outil/ méthode/prod.	-	9	3	7	13	1	33
	Outil/équipement	3	4	1	8	6	5	27
	Méthode, posture	1	4	7	5	4	-	21
Recommen- dation 2	Aucune	15	23	17	31	29	11	126
	Une	1	7	3	7	5	1	24

inférieur (jambe, cheville ou pied) a été blessé le plus souvent; mais il y a eu aussi des lésions du bras et du coude, plus rarement du dos, de la nuque, et de l'épaule. L'agent causal de la lésion est soit un mouvement du corps, soit une pièce ou partie de véhicule contre laquelle le travailleur s'est heurté en glissant ou en trébuchant.

Ces accidents se sont produits surtout dans des tâches diverses d'approvisionnement ou de transport de matériel et dans la catégorie des tâches « autres » qui regroupe notamment les déplacements sur les lieux de travail. Dans les rares cas où des problèmes ont été observés en relation avec l'accident, il a été question de la stabilité ou d'adhérence de la surface de travail, de l'espace de travail (restreint ou encombré) ou de l'irrégularité du produit.

Les recommandations inscrites dans les rapports d'enquête pour prévenir ces accidents ont principalement porté sur les méthodes et les équipements de

travail. Dans le cas des méthodes de travail, il était surtout recommandé d'être prudent; dans le cas des équipements, de faire usage ou de fournir des équipements appropriés pour le travail en cours ou de s'assurer de leur bon état.

Douleurs occasionnées par des mouvements du corps (motions ou efforts) (classe 2; 30 accidents; inertie intraclasse: 0,13). Cette classe regroupe des blessures survenues alors que les travailleurs se déplaçaient ou lorsqu'ils effectuaient divers mouvements impliquant les membres supérieurs (presser sur un outil, travailler avec étirement des membres supérieurs, tirer). Les lésions subies sont plus spécifiquement des douleurs au dos ou à la nuque, à l'épaule, ou au bras. Ces accidents se sont produits lors de tâches variées, mais souvent lors de l'installation ou de la pose de pièces (pièces de structure et compartiment surtout, mais aussi, pièces de tôle et panneaux, ou pièces d'électricité ou de finition). Dans certains de ces mouvements, des outils à main étaient employés (mécaniques ou non). Les problèmes mentionnés, le cas échéant, avaient trait d'abord et avant tout à l'espace de travail, restreint ou encombré, et à la surface de travail qui ne permettait pas de maintenir une posture stable ou confortable.

Dans les recommandations préventives, il a été suggéré de réviser la conception des méthodes et des procédés de travail, d'assurer l'emploi ou la fourniture d'outils et d'équipements adéquats ou en bon état, de faire usage de méthodes ou postures de travail plus confortables.

Efforts excessifs lors de la manipulation de pièces lourdes ou d'équipements (classe 3; 20 accidents; inertie intraclasse: 0,06). Les lésions de cette classe résultaient d'efforts excessifs et les trois quarts d'entre elles ont occasionné des douleurs et elongations du dos. On retrouve aussi des lésions musculaires plus ou moins sévères à la nuque, à l'épaule, ou au bras. Ces accidents sont survenus soit lorsque le travailleur manipulait un objet lourd, soit lorsque, plus spécifiquement, il tirait sur un outil ou objet, ou encore alors qu'il effectuait un mouvement indéterminé des membres supérieurs. En considération des tâches en cours, la situation d'accident la plus typique était l'effort musculaire impliquant le travail sur de grosses pièces, telles les grosses pièces de finition ou de structure, sans utilisation d'outils. En d'autres cas, plus rares, il pouvait aussi être question de manipulation d'équipement, lors de travaux mécaniques et électriques ou lors de l'approvisionnement ou du transport de marchandise. Il est rarement fait mention de problèmes d'exécution du travail rencontrés au moment de ces accidents.

Dans les recommandations, on a d'abord insisté sur l'emploi de procédures de travail plus adéquates ou plus prudentes, puis sur la conception, par le service des méthodes, de procédés, d'outils, ou de méthodes de travail facilitant la réalisation de certaines tâches.

Coincements, coups et heurts associés à la manipulation d'outils et de pièces (classe 4; 38 accidents; inertie intraclasse : 0,18). La classe 4 inclut toutes les lésions (sauf une) de type « être frappé par un objet » ou « être coincé entre des objets ». À ces lésions s'ajoutent, en moins grand nombre, des heurts contre des objets immobiles et des coupures par frottement. Les lésions subies ont été le plus souvent des blessures des doigts ou de la main (droite ou gauche) et, dans de plus rares cas, des membres inférieurs, des bras ou du visage; ce sont surtout des contusions ou des coupures. Plusieurs de ces accidents sont survenus lors de la manipulation d'objets ou de l'emploi d'outils : mouvement des mains (ex. : prendre, presser, tenir un objet), presser sur un outil (parfois sur une vis ou un boulon), manipuler un objet lourd, etc. Dans plus de la moitié des cas, un outil était utilisé par le travailleur. Des accidents de ce genre se sont produits dans tous les types de tâches, mais surtout dans les tâches d'installation et de pose de pièces, pièces de structure ou de finition. Les problèmes d'exécution du travail relevés étaient assez spécifiques. Il était souvent question de perte de contrôle, de la part du travailleur, soit de l'outil de travail soit de l'objet sur lequel le travail s'effectuait. En de plus rares cas, il a été question d'irrégularité du produit, d'espace de travail restreint et encombré, ou encore de posture ou de surface de travail inadéquates.

Les recommandations formulées pour contrer ces accidents ont surtout porté sur la nécessité de faire usage d'outils et d'équipements adéquats ou en bon état, ou encore de les utiliser de manière appropriée. Il a aussi été question de la conception de procédés, d'outils, ou de méthodes de travail facilitant la réalisation de certaines tâches. D'autres recommandations insistaient sur la nécessité de faire usage de méthodes de travail adéquates ou sécuritaires.

Coupures de la main par heurt et frottement lors de la manipulation de pièces ou d'outils (classe 5; 34 accidents; inertie intraclasse : 0,10). Les lésions de cette classe sont des coupures et plaies, superficielles ou profondes, des doigts ou de la main. C'est notamment ici que l'on retrouve toutes les lésions (sauf une) ayant comme agent causal une pièce de métal ou de tôle coupante. Les autres agents causaux sont de grosses pièces à assembler, ou des pièces d'électricité ou de finition, ou des outils à main. Comme pour les accidents de la classe précédente, diverses tâches étaient réalisées au moment de l'accident. Par contre, les mouvements les plus fréquents sont différents : manipulation d'objets lourds; tirer sur des objets ou des outils; mouvement des membres supérieurs non spécifié. Les objets le plus souvent associés au mouvement sont les tôles ou panneaux et la structure, de même que les pièces électriques et de finition. Les problèmes d'exécution du travail relevés sont semblables à ceux de la classe 4 : perte de contrôle; irrégularité du produit; posture ou surface de travail inadéquates; espace de travail restreint et encombré.

Les recommandations formulées ont d'abord porté sur la conception, par le service des méthodes, de procédés, d'outils, ou de méthodes de travail facilitant la réalisation de certaines tâches. Il a aussi été question de la nécessité de faire usage d'outils et d'équipements adéquats ou en bon état, ou encore de les utiliser de manière appropriée. En de plus rares cas, il a été fait mention de l'usage de méthodes de travail adéquates ou plus sécuritaires.

Particule ou éclats dans les yeux (classe 6; 12 accidents; inertie intraclasses : 0,01). Cette dernière classe contient 12 accidents dont les lésions sont toutes des plaies superficielles de l'œil occasionnées par des éclats ou particules projetés au visage du travailleur. Ces accidents se sont produits alors que le travailleur exerçait une pression sur un outil, effectuait un mouvement non spécifié des membres supérieurs, ou encore se déplaçait d'un endroit à un autre. Les tâches associées à ces accidents ont surtout trait à la pose ou à l'ajustement (fixer, corriger, finir) de petites pièces. Il arrive souvent que le travailleur soit en train d'utiliser un outil lors de l'accident. Peu de problèmes ont été mentionnés en relation avec ces accidents. Les recommandations, lorsqu'il y en a eu, ont surtout porté sur l'usage d'outils et d'équipements de travail en bon état ou adéquats.

Distribution des accidents types par ligne et phase de production

Le tableau 6 met en évidence le fait qu'il n'existe pas de relation statistiquement significative entre classe d'accidents et ligne de production (chi-carré = 8,62; $p = 0,12$), les accidents de chacune des classes étant aussi fréquents qu'attendus sur chacune des deux lignes de production.

TABLEAU 6

Distribution des accidents des assembleurs en fonction des six classes d'accidents et des deux lignes d'assemblage

<i>Classes d'accidents</i>	<i>Ligne A</i>	<i>Ligne B</i>
1 Chutes et heurts lors de déplacements et de descentes de véhicules	14 (11,9)	24 (26,1)
2 Douleurs occasionnées par des mouvements du corps (motions du corps ou efforts)	16 (10,7)	18(23,3)
3 Efforts excessifs lors de la manipulation de pièces ou d'équipements	4 (3,8)	8 (8,2)
4 Coincements, coups et heurts associés à la manipulation d'outils et pièces	3 (5,0)	13 (11,0)
5 Coupures de la main par heurt et frottement lors de la manipulation de pièces ou d'outils	6 (9,4)	24 (20,6)
6 Corps étrangers dans les yeux	4 (6,3)	16 (13,7)
Total	47	103

valeur observée (valeur attendue)
chi-carré = 8,62; d.l. = 5; $p = 0,12$

Le tableau 7 indique, pour sa part, qu'il n'y a pas non plus de relation significative entre phase de production et classe d'accidents ($\chi^2 = 2,93$; $p = 0,71$). En ce dernier cas aussi, les accidents de chacune des classes sont aussi fréquents qu'attendus à chacune des deux phases de production.

TABLEAU 7

Distribution des accidents des assembleurs en fonction des six classes d'accidents et de deux phases de production

<i>Classes d'accidents</i>	<i>Plomberie et revêtement</i>	<i>Mécanique et finition</i>
1 Chutes et heurts lors de déplacements et de descentes de véhicules	25 (26,6)	13 (11,4)
2 Douleurs occasionnées par des mouvements	22 (23,8)	12 (10,2)
3 Efforts excessifs lors de la manipulation de pièces ou d'équipements	9 (8,4)	3 (3,6)
4 Coincements, coups et heurts associés à la manipulation d'outils et pièces	10 (11,2)	6 (4,8)
5 Coupures de la main par heurt et frottement lors de la manipulation de pièces ou d'outils	23 (21,0)	7 (9,0)
6 Corps étrangers dans les yeux	16 (14,0)	4 (6,0)
Total	105	45

valeur observée (valeur attendue)
 $\chi^2 = 2,93$; d.l. = 5; $p = 0,71$

DISCUSSION ET CONCLUSION

Au terme de cette étude, l'éventail des situations d'accidents susceptibles de se produire en cours d'assemblage est nettement plus précis. Les 150 accidents initialement compilés sont classifiés en six situations types dont les circonstances d'occurrence, les sièges de lésion les plus typiques, les tâches et problèmes d'exécution les plus critiques sont mieux définis. En outre, la fréquence relative d'occurrence de chaque type d'accidents est mieux cernée. On sait, par exemple, que les accidents des classes 4 (coincements, coups et heurts associés à la manipulation de pièces ou d'équipements) et 5 (coupures de la main par heurt et frottement lors de la manipulation de pièces ou d'outils) — deux types d'accidents occasionnant des lésions de la main — sont plus fréquents que ceux des classes 1 (chutes et heurts lors de déplacement ou de descente de véhicules) et 6 (corps étrangers dans les yeux) qui affectent d'autres sièges de lésion dont, notamment, les membres inférieurs ou les yeux.

Il est en outre intéressant de noter que plusieurs des situations d'accidents ressorties de cette étude ressemblent à celles qui ont été décrites dans une étude antérieure réalisée dans l'industrie automobile suédoise qui portait aussi sur les types d'accidents encourus par les assembleurs de véhicules (Laflamme, Backström et Döös 1993) et ce, en dépit des fortes différences dans les technologies de production employées. C'est le cas, en particulier, des chutes autour de véhicules, des efforts excessifs, des blessures occasionnées par la manipulation d'outils et des coupures sur des pièces à assembler manuellement.

Dans l'étude actuelle, un pas additionnel a toutefois pu être franchi puisque, pour chaque situation d'accident, on a pu indiquer des avenues de prévention relatives notamment à l'organisation des tâches et des espaces de travail. Cela a été rendu possible grâce aux informations disponibles localement (enquêtes d'accident maison) et portant sur le travail exécuté lors de l'accident, sur les problèmes d'exécution du travail rencontrés, et sur les suggestions des enquêteurs relatives à la correction de ces problèmes. Selon le cas, celles-ci ont trait à l'ordonnancement des pièces à assembler, à l'aménagement des espaces de travail prévues pour certaines tâches, aux principes de conception d'outils manuels, et aux méthodes ou postures de travail (principes de manutention).

Par ailleurs, ces résultats mettent en évidence le fait qu'il n'y a pas de lien significatif entre type d'accidents et ligne d'assemblage, non plus qu'entre type d'accidents et phase d'assemblage. En d'autres termes, ni la ligne ni la phase de production ne s'avèrent déterminants du point de vue du type d'accidents susceptibles de se produire, en dépit des caractéristiques organisationnelles qui les différencient.

Il semble donc que la réduction du nombre de postes de travail et la coactivité accrue soient de meilleurs prédicteurs de la variation du nombre d'accidents du travail (Leplat et Cuny 1979; Carlin et Six 1988; Darmon, *et al.* 1975) que de la nature de ceux-ci. En effet, sur celle des deux lignes qui concentre les activités d'assemblage en un nombre réduit de postes de travail, bien que le nombre total d'accidents enregistrés se soit avéré plus bas, nos estimations indiquent que le taux d'accidents est plus élevé, du moins pour la dernière tranche de 12 mois couverte dans l'étude.

Certes, les résultats de cette étude ne sont pas applicables à d'autres entreprises du secteur concerné, puisqu'il ne s'agit pas ici de résultats issus d'un échantillonnage aléatoire représentatif par secteur. Il semble néanmoins que deux constats soient de portée plus étendue eu égard au travail et aux tâches d'assemblage. Le premier est que les accidents surviennent dans des circonstances, et ont des conséquences, qu'il est possible de typer. Ce constat invalide l'hypothèse du caractère strictement aléatoire des accidents et encourage l'identification de situations et problèmes types d'accidents pour le travail

de prévention. Le second constat est que, pour un même type de processus, une coactivité accrue semble être un déterminant de la fréquence des accidents mais non de leur type. Cela ne signifie pas que l'intensité de la coactivité puisse à elle seule expliquer que des accidents se produisent, mais cela suggère qu'elle soit un facteur de contribution à leur survenue.

Quant aux facteurs déterminants de l'occurrence de chaque type d'accidents dégagés de cette étude, les résultats obtenus et les données disponibles ne permettent pas de conclusions très fermes. La question à laquelle une réponse est apportée est la suivante : « Qu'arrive-t-il et dans quelles circonstances de travail cela se produit-il ? ». Quant à savoir « Pourquoi cela se produit-il ? » ou « Pourquoi cela se produit-il ainsi ? », des pistes peuvent être mises en lumière, tout au plus. Il apparaît néanmoins souhaitable de tenter de répondre à ces questions, compte tenu des connaissances acquises, du nombre potentiel de travailleurs touchés et de la pérennité des types de tâches concernées.

BIBLIOGRAPHIE

- ARSENAULT, A., L. LAFLAMME et L. MARINACCI. 1984. *Étude comparée d'opinions à propos des moyens de prévention relatifs à des accidents types des monteurs de lignes*. Annexe au rapport de recherche RA-012. Montréal : IRSST.
- BAKER, C.C. 1987. « Ethnic Differences in Accident Rates at Work ». *British Journal of Industrial Medicine*, vol. 45, 206-211.
- BAUGÉ, J. 1976. « Les accidents du travail dans l'industrie automobile, étude sur 5 ans dans une usine de l'ouest ». Thèse de doctorat, Université François Rabelais, Faculté de médecine de Tours, France.
- BENZÉCRI, J.P. 1985. « Introduction à la classification ascendante hiérarchique d'après un exemple de données économiques ». *Les Cahiers de l'Analyse des Données*, vol. X, n° 3, 279-302.
- BENZÉCRI, J.P., F. BENZÉCRI, Y.L. CHEUNG et S. MAIZA. 1985. « Aide à l'interprétation et étiquetage des arbres en classification ascendante hiérarchique : listage factor, vacor et insfsup ». *Les Cahiers de l'Analyse des Données*, vol. X, n° 3, 311-338.
- CARLIN, N. et F. SIX. 1988. « Espace de travail et coactivité dans le bâtiment ». *Modèles et pratiques de l'analyse du travail, Résumé des communications*. XXIV^e congrès de la Société d'ergonomie de langue française (ASELF). Paris, 21-23 septembre 1988, 209-210.
- CLOUTIER, E. et L. LAFLAMME. 1989. *Organisation de la production et accidents du travail en scierie : étude comparée d'entreprises et de phases de production*. Annexe au rapport de recherche RA-026. Montréal : IRSST.
- DARMON, M., M. MONTEAU, E. QUINOT, D. ROHR et J. SZEKELY. 1975. *Les facteurs potentiels d'accidents, méthode et instruments pour la prévention des risques industriels*. Rapport n° 200-RE. Paris : INRS.

- FÉNÉLON, J.P. 1981. *Qu'est-ce que l'analyse des données ?* Paris : Lefonen.
- GREENACRE, M.J. 1984. *Theory and Application of Correspondence Analysis*. London : Academic Press.
- KJELLÉN, U. et T.J. LARSSON. 1981. « Investigating Accidents and Reducing Risks — A Dynamic Approach ». *Journal of Occupational Accidents*, vol. 11, n° 3, 121-140.
- LAFLAMME, L. 1988. *Modèles et méthodes d'analyse de l'accident du travail : de l'organisation du travail aux stratégies de prévention*. Montréal : SyGeSa ltée.
- LAFLAMME, L. 1990. « A Better Understanding of Occupational Accident Genesis to Improve Safety in the Workplace ». *Journal of Occupational Accidents*, vol.12, n° 1-3, 155-165.
- LAFLAMME, L. 1991. *The Multivariate Analysis of Accident Data as a Basis for Safety Planning : Its Application to Accidents Encountered by Blue-Collar Workers in a Swedish Automobile and Truck Factory*. Sweden, Arbetsmiljöinstitutet, Undersökningsrapport, 17.
- LAFLAMME, L., T. BACKSTRÖM et M. DÖÖS. 1991. *Accidents Encountered by Assembly Workers in a Swedish Automobile and Truck Factory : Their Most Common Circumstances and Consequences*. Sweden, Arbetsmiljöinstitutet, Undersökningsrapport, 23.
- LAFLAMME, L., T. BACKSTRÖM et M. DÖÖS. 1993. « Typical Accidents Encountered by Assembly Workers : Six Scenarios for Safety Planning Identified Using Multivariate Methods ». *Accident Analysis and Prevention* (à paraître).
- LAFLAMME, L. et E. CLOUTIER. 1991. « Processus de production et sécurité du travail : une étude exploratoire des risques d'accidents intraentreprise dans le secteur des scieries ». *Le Travail Humain*, vol. 54, n° 1, 43-55.
- LAFLAMME, L., M. DÖÖS et T. BACKSTRÖM. 1990. *Accidents Encountered in the Engine Workshops of a Swedish Automobile and Truck Factory : Their Most Common Circumstances and Consequences*. Sweden, Arbetsmiljöinstitutet, Undersökningsrapport, 19.
- LAFLAMME, L., M. DÖÖS et T. BACKSTRÖM. 1991. « Identifying Accident Patterns Using the FAC and HAC : Their Application to Accidents at the Engine Workshops of an Automobile and Truck Factory ». *Safety Science*, n° 14, 13-33.
- LAFLAMME, L. et A. VINET. 1988. « Accidents du travail et modernisation du processus de production ». *Relations industrielles*, vol. 43, n° 3, 591-608.
- LEPLAT, J. et X. CUNY. 1979. *Les accidents du travail*. Que sais-je ? Paris : PUF, n° 1591.
- OLESKE, D.M., R.D. BREWER, P. DOAN et J. HAHN. 1989. « An Epidemiologic Evaluation of the Injury Experience of a Cohort of Automotive Parts Workers : A Model for Surveillance in Small Industries ». *Journal of Occupational Accidents*, vol. 10, 239-253.
- SHANNON, H.S. et D.P. MANNING. 1979. « Differences Between Lost-Time and Non-Lost-Time Industrial Accidents ». *Journal of Occupational Accidents*, vol. 9, n° 2, 265-272.
- STATISTIQUE CANADA. 1992. *Enquête sur l'emploi, la rémunération et les heures de travail* (compilation spéciale).

Occupational Accidents and Road Vehicle Assembly

The study was carried out in a Québec company that manufactures transportation equipment, and its goal was to compare the effect of two production organization strategies used on two different assembly lines on the qualitative risk of accidents. For the same type of product, these lines differed essentially in the number of workstations and the average duration of a cycle by workstation. On the assembly line with fewer workstations, the number of parts to be assembled per workstation and the coactivity between workers are both higher. This line also had the highest accident frequency rate over the last year of the study.

To compare the accidents associated with each of the production lines, a series of characteristics of the 150 accidents with the time lost over three years was compiled and analyzed to answer the following question: "What are the most characteristic types of injuries to assemblers, and under what circumstances do they occur?" Then, the existence of a possible link between the types of accidents and the production line as well as between the types of accidents and the production phase was tested.

Using multivariate analysis techniques, the assemblers' 150 accidents were summarized into six typical situations (classes): falls and impacts during displacements and during descents from vehicles; pain and muscular reactions caused by body movements; excessive efforts during the handling of parts or heavy equipment; pinches, blows and impacts associated with the handling of parts or tools; cuts to hands resulting from blows or rubbing; foreign bodies projected into the eyes. It was subsequently observed that there was no significant relationship between the types of accidents and the assembly line, nor between the types of accidents and the assembly phase.

It is understood that the results of this study cannot be assumed to apply to other companies in the sector concerned, since these are not results from a sectorially representative random sample. However, it seems that two observations have broader application regarding the work and the assembly tasks. The first is that accidents occur under circumstances, and have consequences, which can be typified. This observation invalidates the hypothesis of the strictly random character of accidents and promotes the pinpointing of typical accident situations and problems for prevention. The second observation is that, for the same type of process, increased coactivity seems to be a determinant in the frequency of accidents, but not in their type. This does not mean that the extent of the coactivity by itself explains why accidents occur, but it suggests that it is a contributing factor in their occurrence.

As for the determinant factors revealed by the study for each type of accident, the results obtained and the available data do not allow solid conclusions. The question answered is the following, "What is happening, and under what work situations does it occur?" However, for determining "Why does this happen?" or "Why does it happen in this way?", at the very most, avenues may be opened. It is proposed that an attempt be made to answer these questions, considering the knowledge acquired, the potential number of workers affected, and the enduring nature of the tasks involved.