

LES ACCIDENTS DU TRAVAIL LIÉS À LA MAINTENANCE

IMPORTANCE ET CARACTÉRISATION

La maintenance a fait l'objet de profondes modifications, ces dernières années, et est désormais considérée comme une fonction essentielle des entreprises. Pourtant, les risques qui lui sont associés, sont encore rarement envisagés et peu de travaux se sont intéressés à l'impact de la maintenance sur la sécurité. Cette étude visait, par conséquent, à mieux évaluer l'importance de l'accidentabilité liée à la maintenance et à caractériser les accidents concernés.

Pour ce faire, une étude bibliographique recensant les principaux travaux relatifs aux accidents liés à la maintenance, ainsi qu'une exploitation de la base de données EPICEA, ont été menées. Puis, des analyses des traces des accidents du travail (déclarations et comptes rendus d'accidents) recueillies dans une entreprise de production de systèmes mécaniques de réfrigération de transport et une entreprise chargée du service après-vente de ces systèmes, ont été réalisées. Les résultats confirment l'importance en nombre des accidents liés à la maintenance. Ils mettent en évidence une sur-accidentabilité, en termes de fréquence et de gravité, des techniciens de maintenance par rapport aux opérateurs de production, et permettent d'identifier des contextes d'intervention qui semblent plus accidentogènes que d'autres. Ils conduisent également à souligner la pluri-causalité des accidents liés à la maintenance. Enfin, l'importance de ces résultats pour la prévention, ainsi que les difficultés d'identification et de caractérisation de ces accidents, sont discutées.

INTRODUCTION

Aujourd'hui, avec l'automatisation accrue, la complexité et le coût croissants des équipements et, par conséquent, la nécessité de réduire les temps d'indisponibilité de ces derniers, la maintenance prend de plus en plus d'importance. Généralement définie comme la combinaison de l'ensemble des actions techniques, administratives et de management, destinées à maintenir ou à remettre un équipement¹ dans un état lui permettant d'accomplir une fonction requise, tout au long de son cycle de vie [1, 2, 3, 4, 5], la maintenance constitue en effet une fonction essentielle

des entreprises. Présente dans chacune d'entre elles, quel que soit le secteur ou le type d'activités [6], on peut estimer qu'elle concerne à minima 3,2 % de l'ensemble des actifs occupés en France (sur la base des données issues de l'enquête emplois de l'INSEE en 2002 [7, 8]). Selon l'Association Française des Ingénieurs et techniciens de Maintenance (AFIM) [9], elle représente 3 % du chiffre d'affaires annuel de l'industrie française (soit 22,8 milliards d'euros) et plus de 450 000 emplois (sans

¹ Le terme équipement est ici pris dans son sens large. Il fait référence à tout bien, élément, composant, système, dispositif ou unité fonctionnelle, qui peut être considéré individuellement.

- Accident du travail
- Analyse des accidents
- Maintenance
- Sécurité
- Organisation du travail

► Corinne GRUSENMEYER,
INRS, Département Homme au travail

MAINTENANCE-RELATED ACCIDENTS – IMPORTANCE AND CHARACTERISATION

In recent years, maintenance has been the subject of fundamental changes and is now regarded as an essential function within companies. However, maintenance-related risks continue to receive limited attention and little research has been devoted to the impact of maintenance on safety. This study therefore focuses on improved assessment of the importance of maintenance-related accidents and on characterising these accidents. For this purpose, a bibliographical survey of leading work on maintenance-related accidents and EPICEA database retrieval were undertaken. Analyses of occupational accident traces (accident declarations and reports) in companies producing mechanical transport refrigeration systems and performing after-sales servicing of these systems were then conducted. Results confirm the large number of maintenance-related accidents and show that maintenance technicians are more frequently and seriously injured than production operators. Moreover, they permit identification of a number of intervention contexts, which appear to be more critical in terms of safety. They also lead us to emphasise the multi-causality of maintenance-related accidents. The importance of these results for prevention and the difficulties in identifying and characterising these accidents are also discussed.

- Occupational accident
- Accident analysis
- Maintenance
- Safety
- Work organisation

compter ceux pour lesquels les tâches de maintenance constituent des tâches "secondaires").

Face aux marchés concurrentiels, les entreprises sont de plus en plus conscientes de l'enjeu économique que représente la maintenance et, en particulier, celle des outils et équipements de production [10]. Cette dernière est désormais considérée comme une source de productivité et un pilier de l'activité industrielle [11]. Elle peut en effet contribuer à limiter les prix de revient par la diminution des arrêts et l'augmentation de la disponibilité des équipements, et ainsi, augmenter la productivité, la continuité et la qualité de la production [11, 12]. Elle constitue d'ailleurs un des domaines professionnels qui contribue à la croissance de l'emploi en France métropolitaine, entre 1982 et 2002 [13]. Les différentes politiques de maintenance deviennent alors des moyens d'action sur les coûts et la disponibilité des équipements [10, 14]. Elles concernent en effet :

- les stratégies adoptées (choix d'une maintenance préventive systématique ou au contraire d'une maintenance centrée sur le correctif, cf. Encadré 1) ;
- les moyens mis en œuvre (outils de diagnostic, gestion des pièces de rechange, télémaintenance², systèmes de Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur, etc.) ;
- ou encore, les formes d'organisation et de prise en charge de ces activités (sous-traitance, maintenance interne et spécialisée, autonome ou géographique³, etc. [15, 16]).

La fonction maintenance a ainsi fait l'objet d'une attention nettement plus soutenue de la part des entreprises et de profondes modifications, ces dernières années.

Pourtant, le fait que le travail de maintenance puisse générer des accidents reste encore rarement considéré [17]. Les efforts pour prévenir les accidents du travail se sont en effet historiquement focalisés sur les opérations de production [18]. Et bien qu'un certain nombre de travaux soulignent la criticité de ces activités [19, 20], peu de données sur l'accidentabilité liée à la maintenance sont disponibles. À notre connaissance, il n'existe pas d'études françaises approfondies et générales, sur ces accidents. De façon plus générale, peu d'études françaises ou étrangères ont évalué ou étudié l'impact de la maintenance sur la sécurité [6, 18, 21]. Et très peu de tra-

ENCADRÉ 1

LES DIFFÉRENTS TYPES DE MAINTENANCE

Trois types de maintenance sont généralement distingués : la maintenance corrective, la maintenance préventive et la maintenance à échelle majeure [16].

La maintenance corrective

Elle est effectuée après détection d'une panne, d'une défaillance, d'un dysfonctionnement ou d'un défaut, et est destinée à remettre l'équipement dans un état lui permettant d'accomplir la fonction requise ou cette fonction dans des conditions optimales [3].

Différents types de maintenance corrective sont différenciés. On parle, par exemple, de :

- *dépannage*, dans le cas d'une intervention effectuée provisoirement,
- *réparation*, dans le cas d'une intervention définitive (rétablissement définitif de la fonction de l'équipement).

La maintenance préventive

Elle est réalisée à intervalles prédéterminés ou selon des critères prescrits, et est destinée à réduire la probabilité de défaillance ou de dégradation du fonctionnement d'un équipement (prévention des pannes [3]).

vaux ont été consacrés aux relations qu'entretiennent les organisations et prises en charge de la maintenance d'une part, et la sécurité des opérateurs d'autre part. Il convient par conséquent de développer la prévention dans ce domaine.

Pour ces différentes raisons, une étude visant à mieux évaluer l'accidentabilité liée à la maintenance et à caractériser les accidents concernés, a été initiée par l'INRS. Elle s'est déroulée en trois étapes successives.

Dans une première étape, une analyse bibliographique a été menée. Elle visait, d'une part, à recenser les principaux résultats issus de la littérature et relatifs aux accidents liés à la maintenance, et d'autre part, à définir plus précisément ces accidents et à élaborer des pistes de travail. Dans une deuxième phase, une exploitation de la base de données d'accidents EPICEA⁴ a été menée. Il s'agissait d'identifier les

Sont généralement différenciées :

- la *maintenance programmée ou systématique*, opérée selon un échéancier établi d'après le temps ou le nombre d'unités d'usage (visite tous les 6 mois ou les 500 heures d'usage, par exemple) ;
- la *maintenance non programmée ou conditionnelle*, effectuée en fonction d'un événement défini préalablement et révélateur de l'état de dégradation de l'équipement (mesure d'une usure, par exemple).

La maintenance à échelle majeure

Elle est réalisée dans le but de permettre l'accomplissement par l'équipement de fonctions nouvelles ou supplémentaires ou des mêmes fonctions dans de meilleures conditions. Ce type de maintenance est fréquemment mené lors d'arrêts programmés du fonctionnement des équipements, arrêts pendant les congés d'été par exemple [19].

Sont distingués :

- la *maintenance améliorative*, qui vise à modifier l'équipement afin d'augmenter sa sécurité, sa fiabilité, sa maintenabilité et/ou sa disponibilité,
- les *travaux neufs*, c'est-à-dire les travaux de construction, d'installation, de démarrage et de mise au point de nouveaux équipements.

accidents liés à la maintenance, afin d'évaluer leur importance en nombre, et de les caractériser sur différentes dimensions. Enfin, dans une troisième étape, des analyses des traces des accidents du travail ont été menées en entreprise. Elles devaient permettre de compléter

² La télémaintenance repose sur le suivi en temps réel de l'état et du fonctionnement de l'équipement grâce à un central de surveillance, et sur la réalisation d'interventions ou d'opérations de reconfiguration de l'équipement dès qu'un défaut est détecté.

³ La maintenance autonome fait référence aux situations où des tâches de maintenance sont confiées aux opérateurs de production. La maintenance géographique concerne les situations où des opérateurs sont chargés de la maintenance des équipements de secteurs géographiques particuliers, par exemple un atelier spécifique ou une ligne de fabrication.

⁴ Études de Prévention par Informatisation des Comptes rendus d'Enquêtes d'Accidents du travail.

les investigations précédentes et d'examiner plus précisément certaines pistes de travail.

Ces différentes étapes seront présentées successivement. Dans un premier temps, les principaux résultats et les pistes de travail issus de l'analyse bibliographique seront exposés. Puis, la base de données EPICEA, la méthodologie utilisée en vue de l'exploiter et quelques-uns des résultats de cette exploitation seront présentés. Enfin, la situation étudiée, la méthodologie et les principaux résultats relatifs aux analyses des traces des accidents du travail en entreprise seront précisés.

LES ACCIDENTS LIÉS À LA MAINTENANCE DANS LA LITTÉRATURE

Avant tout, il importe de souligner que les études relatives aux accidents (et, plus généralement, aux incidents) liés à la maintenance sont peu nombreuses. Quelques analyses spécifiques de ces accidents ou des relations maintenance-sécurité ont néanmoins été menées [17, 18, 21, 22, 23]. Par ailleurs, un certain nombre de travaux, qui ne traitent pas directement de ce sujet, permettent d'apporter des éléments d'information à ce propos. C'est le cas, par exemple, d'études relatives aux accidents survenus sur des systèmes automatisés ou robotisés [24], ou ayant conduit à des blessures spécifiques [25]. On notera que la plupart de ces travaux ont été menés à l'étranger.

Précisons également que l'analyse bibliographique résumée ici ne s'est pas attachée aux maladies professionnelles variées qui peuvent concerner les personnels de maintenance. De la même façon, les risques liés à la sous-traitance de ces activités n'ont été que très ponctuellement abordés [15, 26].

Dans un premier temps, les principaux résultats issus de la littérature seront présentés. Puis, un bilan critique de ces travaux sera effectué (pour une présentation plus détaillée de cette étude bibliographique [8]).

PRINCIPAUX RÉSULTATS ISSUS DE LA LITTÉRATURE

De nombreux accidents associés à la maintenance

En premier lieu, les études relatives aux accidents liés à la maintenance permettent de mettre en évidence l'importance en nombre de ces accidents.

Par exemple, un examen des accidents mortels survenus au Royaume Uni de 1980 à 1982, tous secteurs d'activité confondus, montre que 21 % d'entre eux sont liés à la maintenance [22]. Selon cette étude, ces accidents concernent donc plus de 100 personnes chaque année (soit 326 décès au total ou 2 accidents mortels chaque semaine). Une analyse de 294 événements critiques⁵ dans l'industrie chimique conduit Hale et ses collaborateurs [20] à estimer que 30 à 40 % d'entre eux sont liés à la maintenance. Toxler [27] rappelle que 25 000 personnes se blessent chaque année, en Suisse, lors des travaux de maintenance. De même, l'étude par l'AFIM [9] des accidents et maladies professionnelles de plusieurs entreprises prestataires de services en maintenance souligne la plus forte exposition de ces derniers métiers.

Le fait que les opérateurs de maintenance constituent une population fréquemment accidentée, voire même sur-accidentée, est en outre mis en exergue dans plusieurs travaux [17, 22]. Certaines études indiquent en effet une sur-représentation de ces opérateurs dans les statistiques d'accidents. Ainsi, une enquête menée par interviews auprès de 134 victimes d'accidents ayant conduit à une amputation d'un doigt, montre que les opérateurs de maintenance sont 335 fois plus nombreux que ne le laissent attendre leurs effectifs [25]. Et une étude dans une entreprise de composants automobiles de l'Alabama révèle que la part des accidents concernant le personnel de maintenance était, dans l'absolu, moins importante que celle du personnel de deux services opérationnels ; mais cette tendance était inversée, une fois ce chiffre rapporté aux effectifs [21].

La maintenance, à l'origine de risques pour d'autres opérateurs

En second lieu, quelques travaux tendent à mettre en évidence le fait que la maintenance peut également être à l'origine de risques pour d'autres opérateurs. Deux types de résultats allant dans ce sens peuvent être distingués.

Les premiers sont relatifs au fait que les opérateurs de production sont également fréquemment accidentés, alors qu'ils prennent en charge de telles tâches. Par exemple, l'analyse par la CRAM de Normandie [28] de 93 accidents de dépannage issus de la base de données EPICEA, tend à montrer que, dans 25 % des cas, le dépannage en question était réalisé par le personnel de production. Et les études des accidents liés à la maintenance par le Health and Safety Executive [17, 22] montrent qu'une forte proportion de ceux-ci concernent les opérateurs de production. Ils constituent en effet les deuxièmes victimes de ces accidents. Ce point est d'autant plus important à souligner que, ces dernières années, nombre d'entreprises ont transféré des tâches de maintenance vers l'exploitation.

Le second type de résultats concerne le fait que des accidents peuvent être liés à des "manquements" dans la maintenance [23], c'est-à-dire un défaut ou une inefficacité de cette dernière, par exemple. Les victimes de ces accidents peuvent constituer les opérateurs de maintenance. Mais ils peuvent aussi concerner les opérateurs de production, dans la mesure où ils sont amenés à travailler avec des équipements non maintenus ou défectueux. Si la maintenance fait défaut, n'est pas réalisée assez tôt ou de façon inadaptée, l'état des équipements peut en effet se révéler dangereux, pour les opérateurs intervenant non seulement pendant les phases de maintenance, mais également pendant les phases de redémarrage ou d'exploitation normale et, plus généralement, pour toute personne en interaction avec ces équipements [20].

Des relations entre organisation de la maintenance et sécurité

Enfin, quelques études montrent que l'organisation, les politiques et le management de la maintenance ou encore les aspects collectifs du travail sont déterminants pour la sécurité des opérateurs.

C'est le cas du modèle de la gestion de la maintenance proposé par Hale et collaborateurs [20], selon lequel c'est à

⁵ C'est-à-dire des occurrences dangereuses n'ayant pas occasionné de blessures, suivies de blessures, ou ayant donné lieu à des accidents graves ou mortels.

tous les niveaux de l'entreprise que se joue la sécurité liée aux activités de maintenance. Cette dernière dépend à la fois de la politique et du management de la maintenance par l'entreprise (1^{er} niveau du modèle), de la planification et des procédures mises en place (2^{ème} niveau) et de l'exécution des activités concernées (3^{ème} niveau). L'utilisation de ce modèle, pour catégoriser les principaux facteurs ayant contribué à la survenue de 81 accidents mortels liés à la maintenance d'installations et de machines, permet aux auteurs d'identifier 236 facteurs d'accidents. Mais surtout, les résultats de cette catégorisation (cf. Figure 1) montrent que ces facteurs relèvent non seulement du niveau de l'exécution de la maintenance (cas d'un défaut dans la coordination temporelle et sécuritaire des différentes interventions de maintenance), mais aussi de celui de la planification et des procédures (défauts dans la maintenabilité des équipements ou dans la gestion de la préparation des ressources, c'est-à-dire des matériels, personnels, moyens, pièces de rechange, documentation et méthodes). L'imprécision des données sur les accidents n'a pas permis aux auteurs de catégoriser des facteurs relevant du 1^{er} niveau du modèle.

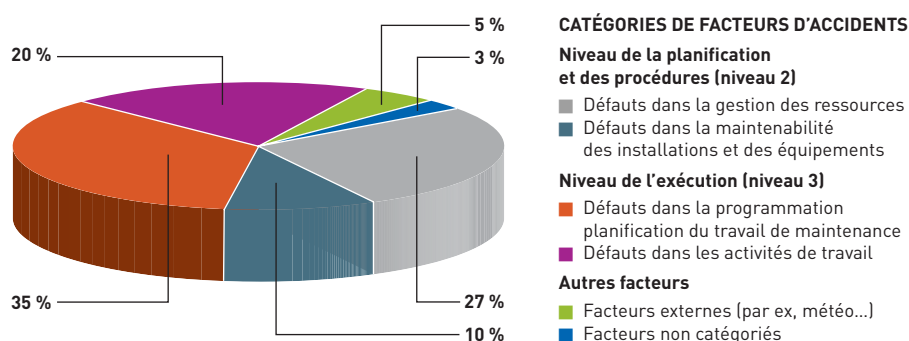
Pour leur part, Ray et al. [18] montrent qu'à une "bonne gestion de la maintenance" est généralement associé un faible taux de fréquence des accidents. Ils observent en effet une corrélation modérée entre les taux de fréquence des accidents de 25 entreprises manufacturières de l'Alabama et les résultats de ces dernières à un audit de maintenance (dont nombre de composantes relèvent de la gestion ou l'organisation de la maintenance).

Enfin, quelques études soulignent que les circonstances organisationnelles et collectives et le réseau de relations, dans lesquels s'insèrent ces activités, sont déterminantes pour la sécurité de ces dernières. Par exemple, des incidents de maintenance peuvent être liés à des erreurs de raisonnements, elles-mêmes liées aux difficultés rencontrées pour collaborer, obtenir des accords, outils ou informations d'autres services [29, 30, 31].

FIGURE 1

Répartition en pourcentages des 236 facteurs ayant contribué à la survenue de 81 accidents mortels liés à la maintenance d'installations et de machines (d'après Hale et al. [20])

Distribution in percentage of 236 factors contributing to 81 fatal accidents related to maintenance on machinery and installations (adapted from Hale et al. [20])



SYNTHÈSE ET BILAN CRITIQUE DE CES TRAVAUX

Trois points principaux peuvent être retenus de l'examen de ces travaux.

Le premier concerne la **criticité des activités de maintenance pour la sécurité des opérateurs**. Cette criticité peut être mise en relation avec certaines caractéristiques de ces activités et leur contexte de réalisation : fort degré d'incertitude, importante diversité et variabilité de ces activités, forte mobilité des opérateurs, environnements souvent dangereux, actions directes sur des équipements eux-mêmes dangereux, conditions matérielles d'intervention souvent difficiles, contraintes temporelles généralement importantes, etc. [8].

Le second point est relatif à la **relation double et antinomique qu'entretient la maintenance avec la sécurité** [12, 20, 21]. D'une part, des risques importants sont associés aux activités de maintenance. Le personnel chargé de ces activités est alors d'autant plus exposé que ces dernières sont soutenues. D'autre part, ces activités contribuent à la maîtrise des risques, en permettant la détection et la correction des pannes ou défauts, susceptibles d'être à l'origine d'accidents, non seulement des opérateurs de maintenance, mais aussi des utilisateurs de ces équipements.

Le dernier point porte sur **l'importance de la gestion de la maintenance, du contexte organisationnel et des aspects collectifs du travail pour la sécurité**. Les politiques de maintenance adoptées (en termes de choix des équipements, de type de maintenance privi-

légié, de fréquence des interventions, etc.), et les organisations de la maintenance mises en place (prises en charge de la maintenance, gestion des pièces de rechange, moyens d'information et de communication sur les interventions, moyens dédiés à leur préparation, documentation disponible, gestion des demandes d'intervention, etc.) sont déterminantes.

Toutefois, les travaux se sont généralement davantage focalisés sur le premier point, que sur le second ou le troisième. La conception des accidents liés à la maintenance sous-jacente aux études est le plus souvent limitée au poste de travail, c'est-à-dire à l'interaction opérateur de maintenance-équipement, via la réalisation d'une intervention.

Par conséquent, les études se sont plus intéressées au type d'équipements impliqués et aux secteurs d'activités concernés qu'au type de maintenance (correctif, préventif, à échelle majeure), aux activités (diagnostic, consignation, inspection, etc.) ou aux étapes (préparation, réalisation, activités consécutives à l'intervention) les plus accidentogènes. Par exemple, aucune analyse systématique de ces accidents selon le type de maintenance n'a, à notre connaissance, été menée. De la même façon, les travaux montrent que les opérateurs de production sont fréquemment victimes de ces accidents. Mais ils ne permettent pas de distinguer si ceux-ci sont liés à la prise en charge d'activités de maintenance par ces opérateurs ou à des "manquements" dans cette dernière. De façon plus générale, très peu de résultats

sur les circonstances de ces accidents (prises en charge de la maintenance, implication de tiers, maintenance interne ou sous-traitée, etc.) sont disponibles. Soulignons néanmoins, que la nature des informations figurant dans les bases de données ou les comptes rendus d'accidents du travail, ne permettent pas toujours d'identifier le contexte dans lequel ces derniers se produisent. En outre, la définition de la maintenance adoptée pour identifier les accidents concernés n'est pas toujours précisée dans les travaux.

Ces différents éléments nous ont conduit à proposer une conception élargie des accidents liés à la maintenance, centrée sur les activités des opérateurs et prenant en compte, autant que faire se peut, les aspects collectifs et organisationnels du travail de maintenance. De notre point de vue, ces accidents constituent non seulement les accidents des opérateurs de maintenance, ou d'autres opérateurs, lors de la réalisation d'une intervention, mais aussi ceux qui se produisent lors de la préparation des interventions ou leur clôture, ceux qui surviennent à toute personne en interaction avec les équipements, du fait de manquements dans la maintenance, ou encore, ceux qui résultent des choix organisationnels effectués ou des aspects collectifs du travail de maintenance⁶ [8].

Enfin, l'examen de la littérature a permis d'émettre un certain nombre d'hypothèses relatives à ces accidents. Elles étaient, entre autres, relatives au nombre important de ces accidents, au type et à la nature des activités les plus accidentogènes, aux victimes de ces accidents (opérateurs de maintenance sur-accidentés en termes de fréquence et de gravité, opérateurs de production également victimes de tels accidents) ou encore au type de ces accidents (accidents lors de la réalisation d'une intervention, accidents liés à des "manquements" dans la maintenance, par exemple). Certaines de ces hypothèses ont pu être testées au cours des deux étapes ultérieures, comme nous le verrons ci-dessous.

⁶ Cas par exemple où, un opérateur de production met en marche un équipement, alors qu'un opérateur de maintenance intervient sur ce même équipement, le premier n'ayant pas connaissance de l'intervention du second.

EXPLOITATION DE LA BASE DE DONNÉES EPICEA

Dans une deuxième phase, une exploitation de la base de données d'accidents EPICEA a été menée. Cette base de données sera d'abord brièvement présentée. Puis, les objectifs de cette exploitation et la méthodologie utilisée seront précisés. Enfin, les principaux résultats seront exposés.

PRÉSENTATION DE LA BASE DE DONNÉES D'ACCIDENTS EPICEA

EPICEA est une base de données française d'accidents du travail, constituée suite à une réflexion associant la CNAMTS, les CRAM et l'INRS. Ses premiers développements à titre expérimental ont eu lieu en 1985, à partir des enquêtes fournies par quelques caisses. Alimentée depuis 1988 par l'ensemble des CRAM, elle permet de compléter les statistiques nationales relatives aux accidents du travail élaborées par la CNAMTS, en apportant notamment un certain nombre d'informations sur les circonstances et les causes des accidents du travail.

La base est constituée grâce au travail d'enquête après accident réalisé par les services de prévention des CRAM. Elle contient des dossiers relatifs à des accidents mortels, graves ou jugés "significatifs" (accidents corporels bénins, incidents...). Environ 1500 dossiers d'accidents sont chargés annuellement. Depuis 1990, et sur demande de la CNAMTS, l'ensemble des accidents mortels survenus en France doit figurer dans la base.

Chaque dossier d'accident est caractérisé par 81 variables, certaines descriptives, d'autres explicatives, que l'on peut regrouper en cinq catégories :

- les caractéristiques des établissements concernés (établissement d'appartenance de la victime, établissement de survenance de l'accident) ;
- les caractéristiques de la victime (sexe, âge, nationalité, profession, expérience au poste, type de contrat de travail) ;
- la situation au moment de l'accident (lieu de l'accident, activité de la victime et des tiers éventuels, environnement matériel, dispositions de prévention existantes, etc.) ;

- le processus de l'accident et ses conséquences (déroulement de l'accident, la nature, le siège et la gravité des lésions) ;

- la synthèse et l'interprétation des faits relevés (mesures de prévention préconisées, résumé du récit d'accident, facteurs d'accident identifiés).

Les principales fonctionnalités de la base constituent la sélection d'accidents selon différents critères, le traitement statistique (dénombrements, tableaux) et l'édition de données. EPICEA permet ainsi diverses exploitations, de la consultation-documentation à des études plus poussées sur des sujets ou des risques spécifiques. Elle n'est pas exhaustive, puisque tous les accidents n'y sont pas répertoriés. Mais elle peut être considérée comme significative pour les accidents du travail mortels survenus depuis 1990, étant donné le nombre important de dossiers enregistrés.

OBJECTIFS DES ANALYSES ET MÉTHODOLOGIE

Objectifs des analyses

L'exploitation de cette base de données visait, d'une part, à identifier les accidents liés à la maintenance afin d'évaluer leur nombre, et d'autre part, à les caractériser sur différentes dimensions. L'objectif était, dans certains cas, simplement exploratoire, dans d'autres, il s'agissait de tester certaines des hypothèses issues de l'analyse bibliographique. Ces dernières étaient les suivantes :

- de nombreux accidents sont liés à la maintenance ;
- une proportion importante d'entre eux concernent les machines et équipements de travail (selon le HSE [17, 22], ceux-ci sont en effet les plus nombreux. Ils représentent un tiers de la totalité des accidents mortels étudiés par les auteurs) ;
- la plupart de ces accidents surviennent lors d'interventions de type correctif et, plus précisément lors de dépannages (les contraintes temporelles sont en effet généralement plus importantes lors de ce type d'interventions, l'incertitude plus grande, les informations fournies par l'exploitation déterminantes, etc.) ;
- les opérateurs de maintenance constituent les victimes les plus fréquentes de ces accidents ; néanmoins, d'autres opérateurs, en particulier ceux de production, sont également victimes de ces

accidents, bien que dans des proportions moindres ;

■ des accidents peuvent survenir du fait de manquements dans la maintenance ou d'une interdépendance non gérée entre cette dernière et l'exploitation ;

■ la plupart des accidents se produisent lors de la phase de réalisation de l'intervention ; néanmoins, certains peuvent également survenir lors des phases préparatoires et postérieures à cette réalisation.

D'autres hypothèses étaient également relatives au type d'activités menées au moment de l'accident selon la fonction de la victime ou aux circonstances de ces accidents. Elles n'ont pas fait l'objet d'investigations à partir de la base de données, les informations disponibles ne le permettant guère. Nous verrons en effet que l'identification des accidents liés à la maintenance n'a, elle-même, pas été aisée à mener.

Méthodologie

Une première étape visait donc à identifier les accidents liés à la maintenance dans la base de données. Or, aucune variable de la base ne permet une telle identification, même si certaines d'entre elles peuvent apporter des éléments d'information à ce propos.

Par conséquent, les résumés ont été exploités. Ce choix a été d'autant plus aisément effectué que ces derniers constituent les informations les plus "brutes" sur les accidents, et que cela permettait de s'affranchir d'un certain nombre de difficultés (multiplicité des personnes effectuant le codage des variables, variabilité dans la terminologie de maintenance utilisée ou dans la signification attribuée aux différentes variables).

Étant donné le nombre important d'accidents à examiner, une recherche par mots-clés correspondant à la définition de la maintenance adoptée, a été menée (cf. Encadré 2). Elle a été complétée par une recherche concernant certaines modalités des variables de la base (cas, par exemple, de la modalité "entretien, nettoyage" pour la variable phase d'activité de l'atelier ou du chantier, ou de la modalité "matériel en cours d'entretien, de réparation" pour la variable statut du facteur matériel ⁷).

⁷ Le facteur matériel 1 est l'objet, le matériel, le matériau, l'installation, l'élément matériel le plus proche de la lésion causée par l'accident.

ENCADRÉ 2

EXEMPLES DE MOTS CLÉS UTILISÉS POUR IDENTIFIER LES ACCIDENTS LIÉS À LA MAINTENANCE

TYPE DE MOTS CLÉS	EXEMPLES DE MOTS CLÉS UTILISÉS
MOTS CLÉS RELATIFS À LA MAINTENANCE EN GÉNÉRAL	Maintenance, maintenir, mainteneur, maintenu, maintenait, etc. Entretien, entretenir, entretenu, etc. Intervention, intervenir, intervenait, etc. Travaux. Consignation, dépose, essai, condamnation, déconsignation, etc.
MOTS CLÉS RELATIFS À LA MAINTENANCE CORRECTIVE	Dépannage, dépanné, dépanneur, etc. Panne, avarie, anomalie, détérioration, etc. Réparer, réparation, réparait, réparateur, etc. Diagnostic, diagnostiquer, diagnostiquait, etc.
MOTS CLÉS RELATIFS À LA MAINTENANCE PRÉVENTIVE	Nettoyage, nettoyer, nettoyait, etc. Graisser, graissage, huiler, lubrification, lubrifier, vidanger, purger, etc. Inspection, inspecter, etc.
MOTS CLÉS RELATIFS À LA MAINTENANCE À ÉCHELLE MAJEURE	Modifier, modification, etc. Rénover, rénovation, etc. Moderniser, modernisation, etc. Montage, démontage, monter, montait, etc.

ENCADRÉ 3

EXEMPLES DE RÉSUMÉS D'ACCIDENTS IDENTIFIÉS COMME LIÉS À LA MAINTENANCE

Accident lors d'une intervention de maintenance par un opérateur de maintenance :
"L'électromécanicien de maintenance (...) recherchait une anomalie de fonctionnement sur un pont roulant à cabine et vérifiait les mâchoires du frein de levage juché sur le capot de protection de l'arbre de translation. Pour ce faire, il fallait déplacer le pont en translation. C'est au cours de ce déplacement que la victime est passée au dessus du garde-corps lorsque le pont est venu cogner brutalement les butées, ce qui l'a déséquilibré. Le salarié est décédé."

Accident lié à un manquement dans la maintenance, dont la victime n'est pas un opérateur de maintenance :

"La victime - un chauffeur de poids lourd, (...) - se rendait (...) dans une exploitation agricole afin d'y livrer de l'aliment pour bétail. Elle venait d'achever seule le remplissage d'un silo de 10 tonnes d'aliment (...). Elle monte à l'échelle à crinoline du silo pour se rendre à la trappe située à son sommet pour la refermer. Soudain le silo s'effondre par le pied. Le chauffeur se retrouve écrasé (...). Nota : le pied du silo était endommagé par la corrosion et aurait été réparé avec des pièces de bois (réparation inadaptée à la charge du silo) en attendant son remplacement prévu."

Accident lors d'une intervention de maintenance par un autre opérateur :
"La victime (...), chef d'équipe fabrication parpaings (...) a été retrouvée inconsciente, la tête coincée entre la partie supérieure du skip et une poutre métallique (...) Elle est montée sur le malaxeur pour effectuer un graissage du treuil. Elle (...) a été surprise par l'arrivée du skip. Un détecteur métallique, fixé sur le skip (...) provoque son arrêt (...). Ce détecteur (...) n'aurait pas agi."

Les dossiers d'accident sélectionnés étaient ensuite examinés de manière à s'assurer qu'ils décrivaient effectivement les accidents souhaités et correspondaient à la définition des acci-

dents liés à la maintenance adoptée. Pour ce faire, différentes règles de catégorisation ont été utilisées. Certaines étaient relatives à la nature de l'activité menée, d'autres à la fonction de la victime,

à la "phase d'activité de l'atelier ou du chantier" (entretien, nettoyage, etc.) ou encore à l'état de l'équipement impliqué (équipement en cours de réparation ou défectueux). Par exemple, tous les accidents dont la victime était un opérateur de maintenance ont été considérés comme liés à la maintenance, même si ceux-ci survenaient lors d'un déplacement pour intervention, ou lors de la préparation d'une intervention. De la même façon, tout accident dû à un manquement dans la maintenance a été considéré comme lié à la maintenance, quelle que soit la fonction de la victime (cf. Encadré 3).

Une deuxième étape a consisté à caractériser les accidents sélectionnés sur différentes dimensions :

- le type d'équipements impliqués. Trois grands types d'équipements ont été distingués : les machines, appareils et équipements de travail (équipements de production, véhicules, appareils électriques, etc.) ; les bâtiments, constructions et infrastructures (immeubles, toitures, routes, infrastructures ferroviaires, etc.) et les espaces de vie et de travail ;
 - le type de maintenance : corrective, préventive, à échelle majeure ;
 - la tâche principale de la victime : tâche principale relevant ou non de la maintenance (mécanicien/chef d'équipe fabrication, par exemple),
 - le type d'accident. Quatre situations ont été distinguées : réalisation d'une intervention par un opérateur de maintenance ; par un autre opérateur ; accident lié à un manquement dans la méthodologie [32].
- également porté sur les accidents mortels (pour une présentation plus détaillée de la méthodologie [32]).

FIGURE 2

Répartition des 179 accidents liés à la maintenance selon le type d'équipements impliqués
Distribution of the 179 maintenance related accidents according to the type of equipments

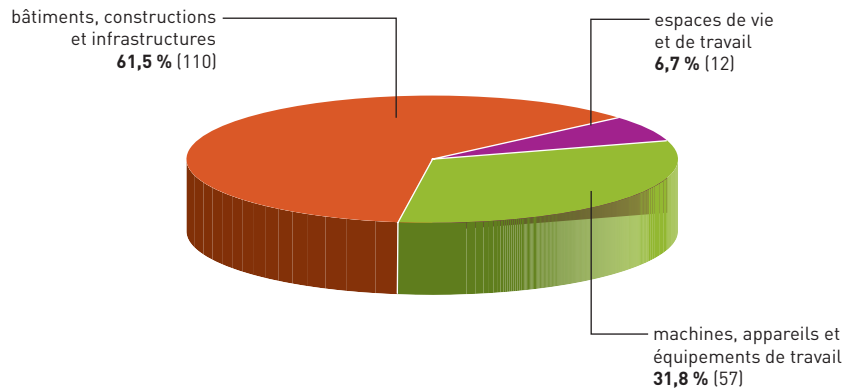
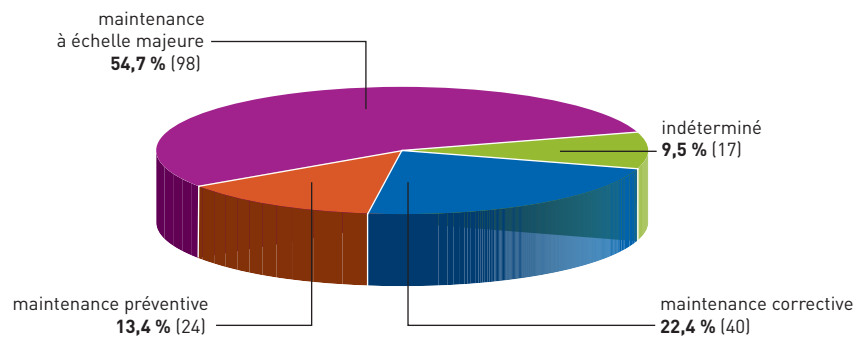


FIGURE 3

Répartition des 179 accidents liés à la maintenance selon le type de maintenance
Distribution of the 179 maintenance related accidents according to the type of maintenance



également porté sur les accidents mortels (pour une présentation plus détaillée de la méthodologie [32]).

PRINCIPAUX RÉSULTATS DE L'EXPLOITATION DE LA BASE DE DONNÉES

Résultats relatifs à l'identification des accidents liés à la maintenance

L'exploitation des dossiers d'accident du travail mortels permet, en premier lieu, d'identifier un nombre important d'accidents liés à la maintenance. Sur les 407 accidents mortels répertoriés pour l'année 2000, dans la version 2002 de la base de données, 179 (soit 44 % d'entre eux) ont en effet été considérés comme liés à cette dernière.

Ce chiffre particulièrement important s'explique par la définition des accidents adoptée. Cette dernière inclut en effet :

- les accidents survenus lors d'interventions de maintenance à échelle majeure (c'est-à-dire lors de travaux neufs, d'installations, modifications ou améliorations des équipements) ;
- l'ensemble des biens et équipements [3], et donc les accidents liés à la maintenance des bâtiments, constructions et infrastructures.

Or ceux-ci sont particulièrement nombreux (cf. Figures 2 et 3). Les analyses relatives à la caractérisation des accidents montrent en effet que :

- 110 des 179 accidents identifiés comme liés à la maintenance (soit 61,5 % d'entre eux) concernent des bâtiments, constructions, infrastructures ; les machines, appareils et équipements de travail, et les espaces de vie et de travail représentent pour leur part 31,8 % et 6,7 % des accidents, respectivement (cf. Figure 2) ;
- 98 de ces 179 accidents (soit 54,7 %) sont survenus lors d'interventions à échelle majeure (vs 22,4 % lors d'interventions correctives et 13,4 % lors

d'interventions préventives ; dans 9,5 % des cas, le type de maintenance n'a pu être déterminé ; cf. Figure 3) ;

■ enfin, une part importante des accidents se produisent lors d'interventions de maintenance à échelle majeure sur des bâtiments, constructions, infrastructures. Ils représentent en effet 85 des 179 accidents étudiés (47,5 % d'entre eux).

Du fait du caractère spécifique de ces dernières interventions (interventions à échelle majeure concernant essentiellement le secteur du bâtiment), les analyses relatives à la caractérisation des accidents se sont essentiellement focalisées sur ceux impliquant des machines, appareils et équipements de travail. Ces derniers représentent 57 des 179 accidents (31,8 %) identifiés comme liés à la maintenance (cf. Figure 2), et 14 % de l'ensemble des accidents mortels contenus dans la base pour l'année 2000.

Principaux résultats concernant la caractérisation des accidents liés à la maintenance de machines et équipements de travail

La catégorisation des accidents liés à la maintenance de machines, appareils et équipements de travail met notamment en évidence que la plupart d'entre eux surviennent lors d'interventions de type correctif : 38,6 % des accidents ont lieu lors de telles interventions, vs 17,5 % lors d'opérations de type préventif et 21,1 % lors d'interventions à échelle majeure. Dans 22,8 % des cas, le type de maintenance n'a pu être identifié (cf. Figure 4).

Les résultats montrent également que les opérateurs de maintenance constituent les victimes les plus fréquentes de ces accidents. Ils sont concernés par 73,7 % d'entre eux. Les opérateurs de production et ceux ayant d'autres fonctions représentent respectivement 10,5 % et 12,3 % (22,8 % au total) des accidents. Dans 3,5 % des cas, la tâche principale de la victime n'a pu être identifiée.

La majorité des accidents ont ainsi lieu lors de la réalisation d'une intervention par un opérateur de maintenance (66,7 % des cas) ou par un opérateur ayant une autre fonction (21,1 % des cas). Toutefois, 7 % des accidents sont liés à une interdépendance non gérée entre une activité de maintenance et une autre activité, et 1,7 % sont liés à un manquement dans la maintenance. Dans 3,5 %

FIGURE 4

Répartition des 57 accidents liés à la maintenance de machines et équipements de travail selon le type de maintenance
Distribution of the 57 accidents related to maintenance on machinery and equipments according to the type of maintenance

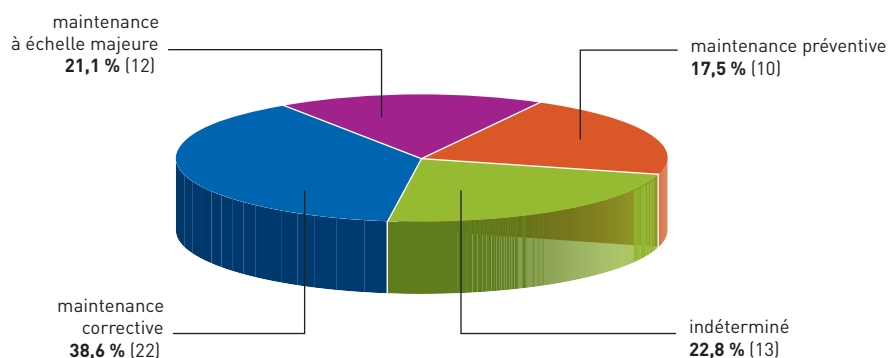
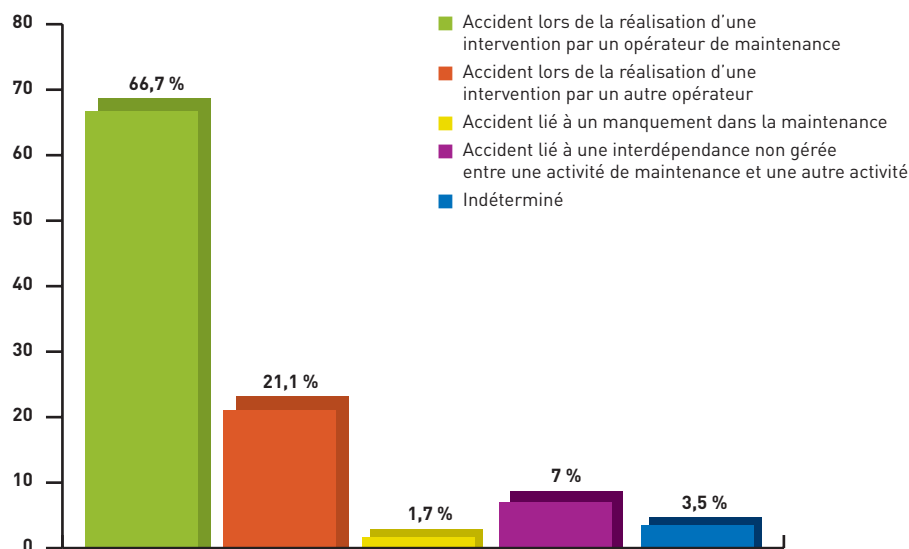


FIGURE 5

Répartition des 57 accidents liés à la maintenance de machines et équipements de travail selon le type d'accident
Distribution of the 57 accidents related to maintenance on machinery and equipments according to the type of accident



des cas, le type d'accident n'a pu être déterminé (cf. Figure 5).

Enfin, plus de la moitié des accidents (52,6 %) se produisent lors de la phase de réalisation de l'intervention. Néanmoins, les phases préparatoires et postérieures à cette dernière et, notamment les déplacements effectués à ces périodes, sont également accidentogènes. Elles représentent en effet respectivement 19,3 % et 14 % des accidents. Précisons que, dans 8,8 % des cas, l'étape de maintenance n'a pas pu être identifiée. En outre, les accidents liés à des manquements dans la maintenance,

ainsi que ceux pour lesquels le type d'accident n'avait pu être déterminé, ne pouvaient être concernés par ces analyses relatives à l'étape de maintenance (ils représentent 5,3 % des accidents).

Les analyses mettent ainsi en évidence l'importance en nombre des accidents liés à la maintenance des machines et équipements de travail (rappelons que ceux-ci représentent 14 % de l'ensemble des accidents mortels analysés). Elles confirment par ailleurs la criticité plus particulière de certaines situations, telles celles de maintenance corrective. Elles montrent également que, bien que

les opérateurs de maintenance constituent les victimes les plus fréquentes de ces accidents, d'autres opérateurs, et notamment ceux de production, peuvent également être accidentés, et ce dans des proportions non négligeables (ces derniers constituent les victimes de 10,5 % des accidents). Elles soulignent en outre, que les phases préparatoires et postérieures à la réalisation des interventions sont également accidentogènes, et que des accidents peuvent survenir du fait de manquements dans la maintenance ou d'une interdépendance non gérée entre cette dernière et l'exploitation.

ANALYSES DES TRACES DES ACCIDENTS DU TRAVAIL EN SITUATION

Dans une troisième étape, des analyses des traces des accidents du travail ont été menées en entreprise. Elles visaient à mettre à l'épreuve certaines hypothèses, qui ne pouvaient l'être à partir de l'exploitation de la base de données EPICEA, comme par exemple la plus forte accidentabilité des opérateurs de maintenance en comparaison d'opérateurs ayant d'autres tâches [21]. Elles devaient également permettre d'identifier quelques-uns des problèmes de sécurité liés à la réalisation d'activités de maintenance.

Dans un premier temps, le cadre d'analyse et l'intérêt de la situation étudiée seront précisés. Puis la méthodologie (i.e. les objectifs et la nature des analyses menées, les sources d'informations exploitées, les données recueillies et traitements effectués) sera présentée. Enfin, les principaux résultats issus de ces analyses seront exposés (pour une présentation plus détaillée de l'ensemble des résultats [33]).

CADRE D'ANALYSE

Présentation des entreprises et de leurs activités

L'étude a concerné deux entreprises appartenant à un groupe spécialisé dans la réfrigération de transport.

La première de ces entreprises (entreprise B) conçoit et produit des systèmes mécaniques de réfrigération de transport pour l'ensemble de l'Europe. Ces systèmes (ou groupes frigorifiques) permettent de maintenir, dans des véhi-

cules de transport de différentes catégories et dont le volume de caisse peut être variable, des produits variés (denrées périssables, produits pharmaceutiques, matériels sensibles...) à des températures diverses. Les tâches de production constituent, pour l'essentiel, des tâches d'assemblage de pièces diverses au moyen d'outillages légers (visseuses, riveteuses, etc.).

La seconde entreprise (A) est chargée de la commercialisation et du service après-vente des groupes frigorifiques produits par l'entreprise précédente, au niveau national. Elle assure la maintenance à échelle majeure (montage des systèmes de réfrigération sur les véhicules neufs), mais aussi la maintenance préventive et corrective des groupes frigorifiques, grâce à quatorze agences et trois points mobiles répartis sur l'ensemble du territoire national. Les techniciens des agences (dont les effectifs vont de 3 à 14 personnes) interviennent, selon les cas, en atelier (i.e. dans l'agence) ou sur place (chez les distributeurs, sur parc, route, aire de repos, etc.). Les techniciens des points mobiles (ces structures sont constituées d'une seule personne) effectuent, quant à eux, des déplacements constants en véhicule de service et interviennent sur place après réception des demandes d'intervention par téléphone. La prise en charge des tâches de maintenance est donc spécialisée (i.e. effectuée par les seuls opérateurs de maintenance [16]) et réalisée dans le cadre d'une relation de sous-traitance.

Intérêts de la situation analysée

L'analyse des traces des accidents du travail, dans la situation décrite⁸, présentait plusieurs intérêts, du fait notamment de :

- la criticité des interventions de maintenance des groupes frigorifiques embarqués sur véhicules. Outre les problèmes de sécurité associés de façon plus générale à la réalisation d'interventions de maintenance [16], de telles interventions menées sur des groupes frigorifiques embarqués sur véhicules présentent des difficultés spécifiques, liées notamment à leur réalisation fréquente à l'extérieur de l'agence, aux difficultés d'accès aux groupes frigorifiques et aux dangers présentés par les équipements eux-mêmes (présence de fluide sous pression, de pièces coupantes et/ou en mouvement, de gaz, volatilité des fluides frigorigènes, etc.) ;

- l'organisation de la maintenance des groupes frigorifiques. Cette situation offrait en particulier la possibilité d'effectuer des comparaisons de l'accidentabilité des techniciens des points mobiles et des agences, c'est-à-dire d'opérateurs menant uniquement des interventions à l'extérieur et d'opérateurs réalisant également des interventions dans un contexte qu'ils connaissent (l'agence) ;

- l'opportunité qu'offrait cette situation de comparer l'accidentabilité des opérateurs de production et de maintenance et, ainsi, de tester l'hypothèse selon laquelle les opérateurs ayant des activités de maintenance sont suraccidentés comparativement à d'autres opérateurs⁹. Quelques études tendent en effet, comme cela a été souligné précédemment, à mettre en évidence un tel phénomène [21, 25].

MÉTHODOLOGIE

Objectifs et nature des analyses

Les analyses des traces des accidents du travail en entreprise ont été menées avec un double objectif : évaluer l'importance des accidents du travail liés à la maintenance ; caractériser ces accidents sur différents points, afin d'identifier les problèmes de sécurité qui leur sont liés.

Concernant le premier de ces objectifs, une comparaison de l'accidentabilité des opérateurs de maintenance et de production, en termes de fréquence et de gravité, a été menée. Cette comparaison était guidée, d'une part, par l'hypothèse selon laquelle les accidents liés à la maintenance représenteraient une part importante des accidents du travail ; et d'autre part, par celle selon laquelle les opérateurs de maintenance seraient bien plus gravement et fréquemment acci-

⁸ Ces analyses font suite à une demande de l'entreprise, à laquelle s'associait une sollicitation de la Caisse Régionale d'Assurance Maladie. L'étude en entreprise a en outre fait l'objet d'une collaboration avec le département Équipements de Travail et Ergonomie de l'INRS.

⁹ Bien que les tâches de maintenance et de production du groupe soient assurées par deux entreprises différentes, leurs politiques de sécurité apparaissaient très similaires et, par conséquent, ne devaient pas influencer de façon majeure sur les résultats. Ces dernières sont en effet fortement déterminées par la politique de prévention du groupe dont elles dépendent.

dentés (une fois les chiffres rapportés aux effectifs) que leurs collègues de production.

Concernant le deuxième objectif, des analyses visant à caractériser les accidents concernés ont été réalisées. Certaines de ces analyses étaient guidées par des hypothèses. En particulier, les interventions menées à l'extérieur de l'agence étaient supposées être plus accidentogènes que celles réalisées en agence, et les techniciens des points mobiles devaient être plus accidentés que ceux des agences. En outre, une proportion plus importante d'accidents était attendue lors de la réalisation d'interventions de type correctif (en comparaison d'interventions de maintenance préventive ou à échelle majeure). D'autres analyses étaient simplement exploratoires et visaient à mieux caractériser les accidents (moments de survenue, caractéristiques des victimes de ces accidents, etc.).

Sources d'informations exploitées

Les traces exploitées ont été les déclarations d'accidents du travail et les comptes rendus d'accidents des entreprises. Ces sources d'informations étaient en effet disponibles dans chacune des deux entreprises, sous des formats similaires. Afin d'effectuer des comparaisons de la fréquence et de la gravité des accidents du travail en fonction des populations¹⁰, d'autres sources d'information ont été utilisées, telles que les listes des effectifs des personnels "permanents" (en contrat à durée déterminée, indéterminée ou de qualification) et intérimaires des deux entreprises, ainsi que des documents de synthèse listant les durées des arrêts de travail et le nombre total d'heures travaillées par année et entreprise.

Données recueillies et traitements effectués

Ces données ont été recueillies dans chacune des deux entreprises pour trois années (de 2000 à 2002). Cela permettait de considérer un assez grand nombre d'accidents et donnait la possibilité d'analyser les accidents les plus récents, susceptibles d'être les plus représentatifs des risques auxquels les opérateurs pourraient être exposés dans le futur.

Au total, 333 documents (déclarations, informations préalables à la déclaration et comptes rendus d'accident du

TABLEAU I

Indicateurs de fréquence et de gravité des accidents du travail des personnels permanents des deux entreprises selon leur fonction pour les trois années étudiées
Frequency and severity index of work accidents observed over the three years studied for permanent employees of the two firms according to their function

Entreprise	Entreprise A		Entreprise B		
	Fonction des opérateurs	Opérateurs de maintenance	Autres opérateurs	Opérateurs de production	Autres opérateurs
Indice de fréquence des accidents	121,6	12,3	40,3	15,3	
Indicateur de gravité des accidents (LWDCI*)	159	22,7	94,6	34,3	

* LWDCI = (nombre de journées perdues/nombre d'opérateurs) X 100.

travail), ont été recueillis et analysés. L'ensemble de ces documents étaient relatifs à 207 accidents : 70 concernaient des opérateurs de maintenance (64 "permanents" et 6 intérimaires) ; 93 des opérateurs de production (23 "permanents" et 70 intérimaires) ; et 44 des personnels ayant d'autres fonctions (8 appartenant à l'entreprise A et 36 à l'entreprise B).

Le traitement des données a consisté :
■ à calculer différents indicateurs de fréquence et de gravité des accidents pour les deux entreprises et les différents types de personnels ;
■ à caractériser (catégorisation et comptage) les accidents des opérateurs de maintenance sur différentes dimensions : type et gravité des accidents ; caractéristiques des victimes (fonction, type de contrat de travail, âge et ancienneté) ; moment et lieu de survenue ; blessures occasionnées ; événement ultime ayant conduit à l'accident.

Précisons que l'analyse des accidents selon le type d'interventions (correctif, préventif, à échelle majeure) n'a pu être menée, faute d'informations suffisantes sur les déclarations et comptes rendus d'accidents, et faute d'avoir pu recueillir les demandes d'intervention correspondantes. De la même façon, le type de groupe frigorifique maintenu, le type de véhicule concerné, ou encore l'étape de maintenance en cause, n'ont pu dans la plupart des cas être identifiés et, par conséquent, analysés.

RÉSULTATS PRINCIPAUX¹¹

Comparaison de l'accidentabilité des opérateurs de maintenance et de production

Le Tableau I présente quelques-uns

des indicateurs de fréquence et de gravité des accidents du travail obtenus pour les personnels permanents¹² des deux entreprises selon leur fonction.

Les résultats mettent en évidence un indice de fréquence plus important et une plus forte gravité des accidents du travail des opérateurs de maintenance permanents, comparativement aux opérateurs de production (121,6 vs 40,3 et 159 vs 94,6 respectivement), et aux autres personnels permanents des deux entreprises. Les premiers ont ainsi 3 fois plus d'accidents avec arrêt et sont 1,7 fois plus gravement accidentés que les seconds.

En outre, et comme le montre la Figure 6, alors que les opérateurs de maintenance ne représentent que 19,9 % des effectifs des personnels permanents des deux entreprises, ils sont victimes de 54,2 % de l'ensemble des accidents concernant ces personnels et représentent 43,9 % de l'ensemble de leurs journées de travail perdues. En référence aux ratios utilisés par Sorock et al. [25], les opérateurs de maintenance permanents sont ainsi 2,7 fois plus fréquemment et 2,2 fois plus gravement

¹⁰ Étant donné l'organisation de la maintenance dans les entreprises et les informations disponibles à partir des traces des accidents du travail, les accidents liés à la maintenance ont constitué ici les accidents dont les opérateurs de maintenance étaient victimes.

¹¹ L'ensemble des résultats présentés ici portent sur les trois années étudiées.

¹² Dans la mesure où des travaux antérieurs [34] ont montré que les personnels intérimaires pouvaient être sur-accidentés, il était important de dissocier les effets du type de contrat de travail de ceux liés aux tâches prises en charge par les opérateurs, d'autant que le recours au personnel intérimaire est une pratique plus fréquente dans l'entreprise B que dans l'entreprise A.

FIGURE 6

Répartition des effectifs, du nombre d'accidents et du nombre de journées de travail perdues des personnels permanents des deux entreprises selon leur fonction
 Distribution of the number, number of accidents and number of lost workdays of permanent employees of the two firms according to their function

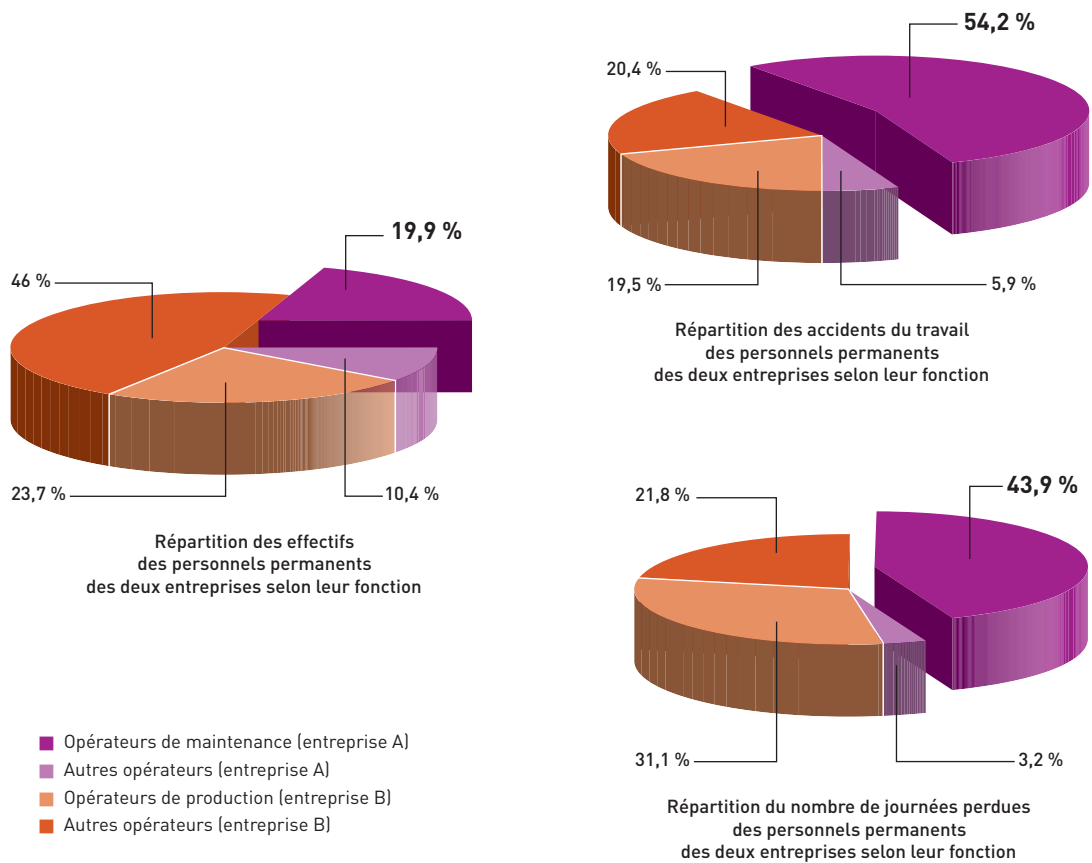
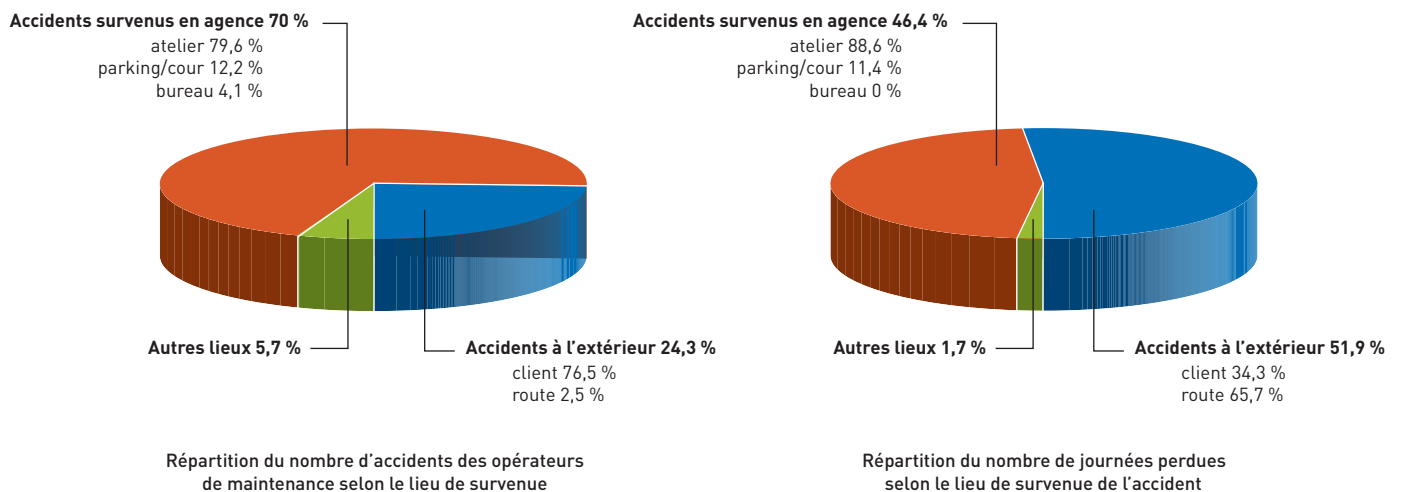


FIGURE 7

Répartition des accidents (nombre d'accidents et nombre de journées de travail perdues) des opérateurs de maintenance selon le lieu de survenue
 Distribution of maintenance operators' accidents (number of accidents and number of lost workdays) according to the place of their occurrence



accidentés que ne le laissent attendre leurs effectifs (ces ratios sont respectivement de 0,8 et 1,3 pour les opérateurs de production). On aura également noté que les accidents de ces opérateurs représentent la plus grande part des accidents du travail des deux entreprises : 54,2 % vs 19,5 % pour la production, 5,9 % et 20,4 % pour les opérateurs ayant d'autres tâches (cf. Figure 6).

Caractérisation des accidents des techniciens de maintenance

Les résultats issus de la catégorisation des accidents des opérateurs de maintenance mettent notamment en évidence que les accidents à l'extérieur de l'agence (c'est-à-dire ceux survenus chez les clients ou sur la route) sont moins fréquents, mais bien plus graves que ceux survenus en agence (cf. Figure 7).

Ces résultats vont dans le sens de l'hypothèse selon laquelle les interventions menées à l'extérieur seraient plus critiques en termes de sécurité que celles menées en agence. Les déplacements (en véhicule et à pied) liés aux interventions, la réalisation de ces dernières dans des contextes plus contraints (intervention menée seul, sous contraintes temporelles sans doute plus importantes, avec des moyens en termes d'outils et d'accès plus limités, souvent en présence du client) et dans des environnements géographiques moins connus (contraintes d'accès au véhicule, état du sol, risques spécifiques, etc.), de même que la nature des interventions (davantage d'opérations correctives sont théoriquement réalisées à l'extérieur) sont susceptibles d'expliquer la criticité de ces interventions. Ces résultats doivent néanmoins être pris avec précaution, faute d'avoir pu être rapportés au nombre global et au type (correctif, préventif, à échelle majeure) d'interventions menées en agence d'une part, et à l'extérieur d'autre part.

Les analyses tendent également à montrer une accidentabilité plus importante (en termes de fréquence des accidents avec arrêt et de gravité) des techniciens chargés des points mobiles, comparativement à ceux travaillant en agence. Les indices de fréquence des accidents observés sont en effet respectivement de 190,5 vs 119,2, et les indices de gravité (LWDCI¹³) de 238,1 vs 156,3. Ces résultats sont à prendre avec précaution étant donné les faibles effectifs

que représentent les premiers opérateurs. Toutefois, plusieurs éléments liés à l'activité de ces techniciens peuvent les expliquer : leurs déplacements plus nombreux ; les interventions menées uniquement à l'extérieur ; le fait que les moyens d'accès utilisables sont plus limités et moins sûrs ; le fait que les opérateurs travaillent seuls [35] ; le type des interventions menées (majoritairement correctives).

Deux grandes catégories d'accidents des techniciens ont pu être distinguées, à partir de l'analyse des événements ultimes les ayant occasionnés et des blessures engendrées [33] :

■ d'une part, des accidents fréquents et généralement bénins, liés à l'utilisation d'outils ou aux interactions avec les groupes frigorifiques, lors de la réalisation des interventions. Ces accidents posent notamment la question de la maintenabilité des groupes frigorifiques et des outils de travail des opérateurs ;

■ d'autre part, des accidents plus rares, mais plus graves, lors des déplacements des opérateurs à pied ou en véhicule d'intervention et lors de l'utilisation des moyens d'accès aux groupes frigorifiques. Ces accidents, qui surviennent fréquemment à l'extérieur des agences soulignent, en particulier, les risques liés à la variabilité et l'état des lieux d'intervention, à la faible connaissance de ces derniers par les techniciens, aux contraintes temporelles qui pèsent sur les interventions ou à l'utilisation des moyens d'accès disponibles pour les activités menées.

Les analyses menées en entreprise confirment ainsi l'importance des accidents liés à la maintenance et la suraccidentabilité des opérateurs chargés de ces activités, en comparaison de leurs collègues de production. Elles tendent par conséquent à conforter certains des résultats issus de la littérature et observés dans d'autres contextes [21, 25]. Les résultats concernant le lieu des accidents des techniciens, ainsi que ceux relatifs à la comparaison des opérateurs des points mobiles et des agences, tendent pour leur part à confirmer la criticité plus particulière des situations d'intervention à l'extérieur des agences. Enfin, les analyses des blessures et des événements ultimes ayant conduit aux accidents soulignent la multiplicité des risques auxquels les opérateurs peuvent être exposés lors de la réalisation de ces activités de maintenance.

CONCLUSION ET DISCUSSION

En premier lieu, les résultats obtenus au moyen des trois types d'analyses soulignent l'importance en nombre des accidents liés à la maintenance. Rappelons que, selon le HSE [22], 21 % des accidents mortels étudiés étaient liés à cette dernière, que 14 % des accidents mortels contenus dans la base de données EPICEA pour l'année 2000 ont été identifiés comme liés à la maintenance des machines et équipements de travail. Les accidents des techniciens de maintenance représentaient la plus grande part (54,2 %) des accidents du travail des deux entreprises.

En second lieu, les résultats tendent à conforter certaines des hypothèses émises, en particulier la suraccidentabilité en termes de fréquence et de gravité des opérateurs de maintenance, le fait que d'autres opérateurs (notamment ceux de production) peuvent également être victimes de ces accidents, le caractère particulièrement critique des interventions correctives et de la phase de réalisation des interventions, mais aussi l'importance des phases préparatoires et postérieures à cette dernière. Ils confirment par conséquent les résultats issus de la littérature [17, 21, 22, 23].

Les analyses ont en outre permis de caractériser les accidents liés à la maintenance sur différentes dimensions. Elles ont en particulier permis d'identifier des contextes d'intervention qui semblent plus accidentogènes que d'autres (interventions menées à l'extérieur) et constituent ainsi des éléments importants en termes de prévention. La vente de contrats de maintenance de leurs produits par les constructeurs, et donc la multiplication des interventions à l'extérieur, constituent en effet des tendances en fort développement. Différentes pistes de travail pour la prévention de ces accidents peuvent alors être envisagées : sécurisation des lieux d'intervention en collaboration avec les clients ; amélioration de l'accessibilité aux véhicules

¹³ Lost WorkDay Case Incidence rate (LWDCI) = (nombre de journées perdues / nombre d'opérateurs) x 100.

disposant des groupes frigorifiques ; considération des parkings des clients ou des agences de service après-vente non seulement comme des lieux de stationnement, mais aussi comme des lieux d'intervention potentiels... Certaines de ces pistes ont fait l'objet de mesures concrètes de la part de l'entreprise.

De façon plus générale, les analyses confirment la criticité des activités de maintenance pour la sécurité des opérateurs et soulignent que cette dernière est à mettre en relation avec une multiplicité de variables :

■ l'environnement ou le contexte des interventions :

- environnement physique (état du sol à proximité des véhicules disposant des groupes frigorifiques ; multiplicité, variabilité et état des lieux d'intervention),
- environnement technique (type, maintenabilité, dangers présentés par les équipements, etc.),
- contexte organisationnel et politique (contraintes temporelles pesant sur les interventions, et susceptibles de constituer un facteur aggravant de risques ; politique de maintenance de l'entreprise, favorisant des manquements dans cette dernière, la réalisation d'interventions de type correctif ou encore les interventions menées à l'extérieur ; organisation de la maintenance favorisant les déplacements et le travail seul, dans le cas des points mobiles),
- etc. ;

■ les caractéristiques des opérateurs : ancienneté dans l'entreprise et expérience au poste, par exemple (les analyses en situation ont en effet montré que les victimes des accidents étaient des opérateurs jeunes avec une faible ancienneté) ;

■ les caractéristiques des activités de maintenance ; en particulier, la forte mobilité des opérateurs et l'importance des déplacements nécessitées par ces activités (celles-ci ont en effet été mises en exergue à la fois à travers l'exploitation d'EPICEA et les analyses menées en entreprise) ;

■ les relations socio-fonctionnelles et les régulations mises en place par les opérateurs :

- cas des accidents des opérateurs de production du fait de manquements dans la maintenance ou liés à la prise en charge effective, mais non prescrite, d'interventions par ces derniers ;
- cas également de la réalisation des interventions en présence des clients, ce qui peut constituer une source de pression (contraintes temporelles des clients, risques de rupture de la chaîne du froid) ;
- ou encore cas des accidents qui surviennent du fait d'une interdépendance non gérée entre tâches ;
- etc.

L'ensemble de ces éléments nous paraît conforter l'intérêt de la définition des accidents liés à la maintenance proposée précédemment. Néanmoins, les analyses menées ici n'ont permis de s'intéresser qu'à certains de ces accidents et certaines de leurs caractéristiques. Par exemple, il n'a pas été possible d'identifier le type d'interventions à partir des traces recueillies en entreprise. Les accidents contenus dans la base de données EPICEA n'ont pu être caractérisés selon les prises en charge de la maintenance concernées. De la même façon, peu d'informations sur les circonstances de survenue des accidents et les facteurs y ayant contribué sont disponibles, quelle que soit la source d'informations.

Ainsi, il est encore aujourd'hui difficile d'identifier et de caractériser les accidents liés à la maintenance et, en particulier, de mettre en relation ces accidents avec les organisations ou les prises en charge de la maintenance mises en place. Ceci nous paraît lié au point de vue plutôt technique avec lequel ces accidents sont encore abordés aujourd'hui. Ceci est également lié aux informations disponibles dans les comptes rendus ou les bases de données relatives aux accidents du travail, qui ne permettent que rarement d'identifier l'ensemble des circonstances de survenue des accidents, et rendent leur caracté-

sation selon leur type (accident lors d'une intervention, résultant de cette intervention ou d'un manquement dans la maintenance) particulièrement difficile [20]. Enfin, ceci nous paraît également à mettre en relation avec la faible traçabilité de ces activités dans les entreprises, traçabilité probablement liée à la dispersion géographique et la mobilité que ces activités supposent, mais sans doute aussi illustrative de la place qui leur est accordée.

Pour ces différentes raisons, ce sont moins les chiffres eux-mêmes, que les tendances issues de l'exploitation de la base de données EPICEA, qui nous paraissent devoir être retenues. Les accidents liés à des manquements dans la maintenance sont, par exemple, très difficiles à identifier, faute de traces ou d'informations systématiques relatives à la maintenance ou l'état des équipements. Pour ces raisons également, les résultats présentés ici doivent être complétés par des analyses plus cliniques de la réalisation des interventions de maintenance en situation (analyses des activités), notamment lorsque des prises en charge spécifiques de ces activités (maintenance autonome ou maintenance géographique, par exemple) sont mises en place. Très peu de données et d'études leur ont en effet été consacrées. Des travaux futurs devraient permettre d'acquérir des connaissances à ce propos.

Reçu le : 13/04/2005

Accepté le : 19/09/2005

BIBLIOGRAPHIE

- [1] LEPLAT J., SAVOYANT A. - Entretien et fiabilité. In : Fiabilité et Sécurité. Éléments pour une ergonomie des systèmes en milieu industriel. Études de Physiologie et de Psychologie du Travail n° 7, Direction Générale "Diffusion des connaissances", CID, Commission des Communautés Européennes, Luxembourg, 1972, pp. 139-194.
- [2] Association Française de Normalisation - Comment réussir votre maintenance. Paris, Association Française de Normalisation, Collection "Guides de l'utilisateur", 1986, 163 p.
- [3] ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION - Terminologie de la maintenance. Norme NF-EN 13306. X60-319, AFNOR, Saint-Denis La Plaine, Juin 2001, 57 p.
- [4] ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION - Maintenance industrielle Fonction maintenance. Norme FD X 60-000, AFNOR, Saint-Denis La Plaine, Mai 2002, 29 p.
- [5] VILLEMEUR A. - Sûreté de fonctionnement des systèmes industriels. Fiabilité, facteurs humains, informatisation. Paris, Eyrolles, 1988, 795 p.
- [6] GIRAUD L., AIT-KADI D. - La maintenance : état de la connaissance et étude exploratoire. Devis d'activité de l'IRSSST, Montréal (Québec), 2001, 27 p.
- [7] Institut National de la Statistique et des Études Économiques - Enquête emploi 2002. Fichier détail. Paris, INSEE, Mars 2002.
- [8] GRUSENMEYER C. - Les accidents liés à la maintenance. Étude bibliographique. Les Notes Scientifiques et Techniques de l'INRS, 2005, 248, Vandoeuvre, 68 p.
- [9] ASSOCIATION FRANÇAISE DES INGÉNIEURS ET TECHNICIENS DE MAINTENANCE - Guide national de la maintenance, Paris, AFIM, 2004.
- [10] MOUSS N., MOUSS H., SMADIH. Maintenance et production : une approche d'intégration. Phœbus, 26, 3^{ème} trimestre 2003, pp. 45-53.
- [11] DE GROOTE M.P. - Maintenance : au cœur de l'activité industrielle. Dossier Maintenance. Industrial Systems, 1993, 194, pp. 92-107.
- [12] BOURGES P. - Maintenance et maîtrise des risques. Revue Annuelle de l'Union des Elèves ENSAM, 1995, pp. 164-167.
- [13] DARES - Vingt ans de métiers : l'évolution des emplois de 1982 à 2002. Premières informations et premières synthèses, DARES, 2004, 43.2, pp. 1-10.
- [14] GILLEROT P. - Maintenance : facteur de rentabilité. Fabrimétal Magazine, 6-7 Juillet 1992, pp. 26-37.
- [15] HERY M. - Besoins de recherche en santé au travail pour les salariés d'entreprises de sous-traitance interne. Pistes, Mai 2002, 4, 1.
- [16] GRUSENMEYER C. - Interactions maintenance-exploitation et sécurité. Étude exploratoire. Les Cahiers de Notes Documentaires de l'INRS, 2002, 186, pp. 53-66.
- [17] HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE - Deadly maintenance. Plant and Machinery. A study of fatal accidents at work. Report of Her Majesty's Stationery Office (Health and Safety Executive), London (United Kingdom), 1985, 27 p.
- [18] RAY P.S., BATSON R.G., WEEMS W.H., WAN Q., SOROCK G.S., MATZ S., COTNAM J. - Impact of maintenance function on plant safety. Professional Safety, August 2000, pp. 45-48.
- [19] DE LA GARZA C. - Gestions individuelles et collectives du danger et du risque dans la maintenance d'infrastructures ferroviaires. Thèse de Doctorat d'Ergonomie, Paris, École Pratique des Hautes Etudes, 1995, 228 p.
- [20] HALE A.R., HEMING B.H.J., SMIT K., RODENBURG F.G.TH., VAN LEEUWEN N.D. - Evaluating safety in the management of maintenance activities in the chemical process industry. Safety Science, 1998, 28, 1, pp. 21-44.
- [21] BATSON R.G., RAY P.S., WAN Q., WEEMS W.H. - How preventive maintenance impacts plant safety. In : Proceedings of the Annual Conference on Maintenance and Reliability. Gatlinburg TN, Maintenance and Reliability Center, University of Tennessee, 1999.
- [22] HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE - Deadly maintenance. A study of fatal accidents at work. Report of Her Majesty's Stationery Office (Health and Safety Executive), London (United Kingdom), 1985, 51 p.
- [23] MALE G.E. - Safety of transport and machinery. A survey of maintenance accidents attributed to technological failings. Health and Safety Executive Specialist Inspector Reports n° 52, Sheffield (United Kingdom), February 1998, 35 p.
- [24] JIANG B.C., GAINER C.A. - A cause-and-effect analysis of robot accidents. Journal of Occupational Accidents, 1987, 9, 1, pp. 27-45.
- [25] SOROCK G.S., SMITH E., HALL N. - Hospitalized occupational finger amputations, New Jersey, 1985 and 1986. American Journal of Industrial Medicine, 1993, 23, pp. 439-447.
- [26] PEREIRA V., REMOIVILLE A., TRINQUET P. - Sous-traitance sur sites industriels : Evaluation des risques professionnels. Rapport APRIT ARESI-BTP, Marseille, Avril 1999, 37 p.
- [27] TOXLER R. - Les cinq règles de base pour une maintenance correcte. Caisse Nationale Suisse d'Assurance en cas d'Accident, Lucerne (Suisse), Août 1992, 4 p.
- [28] CAISSE RÉGIONALE D'ASSURANCE MALADIE DE NORMANDIE - Analyse de 93 fiches d'accidents de "dépannage" issues de la base de données EPICEA. Document de Travail 01/02, CRAM de Normandie, Rouen, 2002, 30 p.
- [29] DE TERSSAC G., CHRISTOL J. - L'organisation effective : une construction négociée. Performances Humaines et Techniques, Septembre 1991, Numéro Hors Série, pp. 29-35.
- [30] CELIER J. - Maintenance et facteurs humains : Risques et Prévention. Revue Annuelle de l'Union des Elèves ENSAM, 1995, pp. 78-83.
- [31] DE LA GARZA C. - L'activité de diagnostic dans un système dynamique : le cas du dépannage d'installations de signalisation ferroviaire. Revue Européenne de Psychologie Appliquée, 2000, 50, 1, pp. 39-49.
- [32] BOUZID F. - Les accidents liés à la maintenance. Identification et caractérisation à partir de la base de données d'accidents EPICEA. Mémoire de stage de Licence IUP Ingénierie de la Santé, Vandoeuvre, 2003, 28 p.
- [33] GRUSENMEYER C. - Les accidents du travail liés à la maintenance de groupes frigorifiques embarqués sur véhicules. Importance relative et caractérisation. Les Notes Scientifiques et Techniques de l'INRS, 2004, 245, 89 p.
- [34] FRANÇOIS M. - Le travail temporaire en milieu industriel. Incidences sur les conditions de travail et la sécurité des travailleurs. Le Travail Humain, 1991, 54, 1, pp. 21-41.
- [35] LIEVIN D., KRAWSKY G., PAGLIERO D. - La sécurité du travailleur isolé : bilan. Démarche préventive et application dans le secteur des sablières. Les Cahiers de Notes Documentaires de l'INRS, 1999, 175, pp. 13-30.