

# REVUE DE STATISTIQUE APPLIQUÉE

R. FONTENAIST

## **La statistique au service de la prévention**

*Revue de statistique appliquée*, tome 8, n° 3 (1960), p. 29-36

[http://www.numdam.org/item?id=RSA\\_1960\\_\\_8\\_3\\_29\\_0](http://www.numdam.org/item?id=RSA_1960__8_3_29_0)

© Société française de statistique, 1960, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « *Revue de statistique appliquée* » (<http://www.sfds.asso.fr/publicat/rsa.htm>) implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme  
Numérisation de documents anciens mathématiques  
<http://www.numdam.org/>

## LA STATISTIQUE AU SERVICE DE LA PRÉVENTION

par R. FONTENAIST

Chef du Service des Études statistiques de l'Institut National de Sécurité

*Au cours des journées d'études organisées par le Centre de Formation en Juillet 1959, Monsieur Fontenaist a souligné l'importance, sur le plan économique, aussi bien que sur le plan humain et social, du problème de la prévention des accidents du travail.*

*Le coût réel, pour l'Economie Nationale, des accidents du travail, coût direct et coût indirect est de l'ordre de 500 milliards par an.*

*Après avoir rappelé les textes réglementaires relatifs aux accidents du travail et à leur déclaration fixant les éléments matériels les plus directement en rapport avec l'accident, M. Fontenaist a montré à l'aide de quelques exemples précis l'intérêt des études qui peuvent être faites à partir de ces statistiques technologiques qui permettent d'orienter de façon efficace les études de prévention.*

*Une étude statistique plus poussée de cette documentation devrait permettre de mettre en évidence les éléments qui agissent sur le taux de fréquence des accidents, de rendre possibles les comparaisons entre établissements ou avec le taux moyen de l'industrie dont l'établissement fait partie, d'étudier la variation du taux de fréquence au cours du temps, de mettre en évidence la nécessité et le résultat des mesures préventives.*

*Ce sont ces derniers points que M. Fontenaist étudie dans ce qui suit.*

### RECHERCHE DES CAUSES DE VARIATIONS DU NOMBRE DES ACCIDENTS ET DE L'INFLUENCE DE CES CAUSES

#### I - VARIATION DU NOMBRE D'ACCIDENTS -

Considérons les éléments qu'on peut relever dans une entreprise pour étudier la variation du nombre d'accidents. Il y en a 5 :

N = le nombre d'accidents.

O = le nombre d'ouvriers (ou salariés).

H = la quantité de travail humain, exprimée en heures de travail (heures-ouvriers).

M = la quantité de travail mécanique, mesurée par la consommation d'énergie.

P = la production, exprimée en tonnages ou en nombre de pièces.

On peut admettre en première approximation que :

$$N = f(O, H, M, P)$$

Nous ignorons la loi qui régit cette fonction ; il faudrait la rechercher.

Or, actuellement, dans les rapports sur l'activité des Comités d'Hygiène et de Sécurité, on calcule suivant la réglementation de 1947 :

- le taux de fréquence

$$T_f = \frac{\text{Nombre d'accidents avec arrêt} \times 100\,000}{\text{Nombre d'heures-ouvriers}}$$

équivalent à :

$$\frac{N \times 100\,000}{H}$$

qui ne contient que 2 des 5 paramètres. Il est certain que la mécanisation et la production se sont développées ces dernières années, dans des proportions importantes.

On calcule aussi :

- le taux de gravité

$$T_g = \frac{\text{Nombre de journées perdues} \times 1\,000}{\text{Nombre d'heures-ouvriers}}$$

équivalent à :

$$\frac{\text{Un autre paramètre spécifique de la gravité} \times 1\,000}{H}$$

### ETUDE DU TAUX DE FREQUENCE

Laissons de côté la gravité, abandonnons momentanément la fonction générale  $N = f(O, H, M, P)$  pour étudier le taux de fréquence :

$$\frac{N \times 100\,000}{H}$$

Si le Comité d'Hygiène et de Sécurité fonctionne de manière satisfaisante, les paramètres N et H sont connus avec exactitude et le taux de fréquence a une valeur certaine. Mais sur le plan national, que se passe-t-il ?

- Le nombre d'accidents N est aujourd'hui connu avec exactitude.
- Il n'en est pas de même du nombre d'heures-ouvriers H car aucune disposition de portée générale ne fait obligation aux entreprises de communiquer ce nombre aux Caisses Régionales de Sécurité Sociale.

Par conséquent, l'incertitude du dénominateur H entraîne une valeur moyenne approximative du taux de fréquence, calculé par la Caisse Nationale,

pour l'ensemble des entreprises ressortissant à un même Comité Technique National.

J'ajoute que si l'on voulait adopter la suggestion de M. Caloni, Secrétaire Général de l'Office Professionnel de Prévention du Bâtiment et des Travaux Publics, qui consisterait à prendre pour dénominateur H le nombre d'heures de travail correspondant aux accidents figurant au numérateur N, cette dernière donnée serait entièrement à établir.

### OR QUE RECHERCHEZ-VOUS DANS VOS ENTREPRISES POUR AMELIORER LE TAUX DE FREQUENCE DES USINES ?

- Obtenir un taux de fréquence non seulement exact mais aussi un taux valable.
- Etre en mesure de comparer ce taux de fréquence au taux moyen de l'industrie dont vous faites partie.
- Comparer dans le temps les taux de fréquence d'un même établissement et d'une usine avec les autres usines de l'entreprise.

#### 1/ Obtenir un taux de fréquence valable.

Il est bien évident que pour faire des comparaisons à l'échelon entreprise ou à l'échelon national, il faut prendre des périodes égales et c'est la raison du rapport annuel adressé à l'Inspection du Travail.

Mais dans une entreprise, on peut envisager de faire des études personnelles portant sur des périodes qui ne seraient pas forcément l'année civile.

Un australien, Jones, a étudié, il y a une dizaine d'années, la précision que l'on peut attendre des taux de fréquence. Se basant sur le fait que l'écart-type du nombre d'accidents est égal à la racine carrée de ce nombre, il a établi des tableaux donnant la précision et le pourcentage de précision des taux de fréquence en fonction du nombre d'heures-ouvriers relevé. On constate que pour obtenir un taux de fréquence valable, la durée d'observation est d'autant plus courte que les taux de fréquence sont plus élevés.

Je n'ai toutefois pas encore eu le temps de m'informer sur les résultats pratiques de cette étude.

#### 2/ Comparaison du taux de fréquence d'un établissement avec le taux moyen de l'industrie dont il fait partie.

Dans les statistiques 1957 de la Caisse Nationale, un graphique donne les variations du taux moyen de fréquence des accidents avec arrêt de 1952 à 1957 pour les 15 Comités Techniques Nationaux. Ces taux sont calculés sur 1 000 000 d'heures-ouvriers suivant la convention internationale en usage au B. I. T. Ils sont donc 10 fois plus forts que les taux calculés dans les entreprises sur 100 000 heures-ouvriers.

Nous avons vu, précédemment, que ces taux moyens nationaux ne pouvaient être qu'approximatifs ; il faut également faire deux remarques à ce sujet :

a) Chaque taux moyen de fréquence est déterminé pour l'ensemble des industries faisant partie de ce Comité.

Le Comité de la Métallurgie et du Travail des Métaux, par exemple, comprend des activités très variées ; il entre pour 1/5 environ du nombre total des salariés et compte 1/3 environ du nombre total des accidents.

Comment la situation évolue-t-elle à l'intérieur des sous-groupes professionnels homogènes des Comités ? La réponse à cette question serait de nature à intéresser chaque entreprise.

M. Perrin, Directeur Honoraire du Travail et Directeur Honoraire de l'Institut National de Sécurité, dans un rapport non officiel adressé au Ministre du Travail, demande si on ne pourrait pas envisager la constitution de sous-groupes professionnellement homogènes, ce qui permettrait de faire apparaître, dans chaque sous-groupe, un taux de fréquence minimum et un taux de fréquence maximum auquel chaque chef d'entreprise pourrait ainsi comparer le taux propre de son établissement.

Et M. Perrin ajoute : "C'est moins vers un taux moyen qu'il faut tendre que vers le meilleur taux enregistré dans les entreprises d'un même groupe homogène".

b) Le mouvement de la main-d'œuvre est une source d'erreur possible, dans le calcul des taux moyens nationaux.

Il se peut, en effet, que d'une année à l'autre un certain nombre de salariés passent, dans un même Comité Technique National, d'une activité professionnelle à une autre sans modifier sensiblement le nombre d'heures-ouvriers H dans ce Comité.

Ceci justifie, s'il en était nécessaire, l'intérêt de la constitution de sous-groupes professionnellement homogènes dont on connaîtrait le taux propre.

Cette remarque s'applique à la comparaison des taux de fréquence entre différentes régions d'un même pays, entre années successives dans un même pays, et sur le plan international entre diverses nations.

Je voudrais, à cette occasion, citer l'étude récente faite en Italie par les Ingénieurs Andreoni et Provasi. Après avoir établi un certain nombre de formules paraissant intéressantes, ils obtiennent une expression qui permet de se rendre compte des influences respectives du risque d'accidents d'une part et de la distribution de la main-d'œuvre d'autre part, dans la variation du taux de fréquence total. Entre 1952 et 1955, l'Italie a, en effet, connu un mouvement de main-d'œuvre assez important : diminution de 20 % dans le textile, augmentation de 29 % dans le bâtiment et une augmentation générale de 11,5 %.

En attendant la mise au point de méthodes nouvelles dont les applications se feraient dans le temps, on peut se demander si une enquête type R. O. S. P. A. faite en France n'aiderait pas, assez rapidement, les chefs d'entreprise. La R. O. S. P. A. (the Royal Society for the prevention of accidents), en Angleterre, lance chaque année une enquête auprès de ses adhérents. Environ 1 200 d'entre eux, occupant un effectif total de l'ordre de 1 200 000 ouvriers et répartis dans les diverses activités, répondent à cette enquête. Les entreprises sont réparties en groupes professionnels présentant une certaine homogénéité. Dans chaque groupe, les taux recueillis sont classés, d'une façon anonyme, par ordre croissant et publiés dans le rapport annuel de l'Inspectorat des fabriques du Royaume-Uni. Chaque chef d'entreprise a ainsi la possibilité de se rendre compte de sa situation par rapport aux autres.

### 3/ Comparaison, dans le temps, des taux de fréquence d'un même établissement et d'une usine avec les autres usines de l'entreprise.

Evidemment, les entreprises souhaitent connaître l'évolution de leurs taux : amélioration ou aggravation d'une année sur l'autre pour l'ensemble ou par secteur.

J'ai cité, précédemment, l'étude faite à Melbourne par Jones sur la précision que l'on peut attendre des taux de fréquence. Cette étude traite également de la comparaison des taux d'établissements.

D'autre part, l'Institut Central de Protection du Travail à Varsovie a estimé que l'appréciation de l'exactitude des conclusions tirées des données statistiques était toujours subjective car il n'y a pas de méthode simple de mathématique statistique servant de critère à cette appréciation. Il a donc recherché une méthode objective de l'analyse des accidents et a élaboré des tableaux permettant d'appliquer cette méthode (basée sur la théorie de variabilité) sans faire de calculs trop compliqués. Les variations du nombre d'accidents N à différentes périodes présentent souvent un caractère "fortuit" et n'indiquent pas de réels changements dans l'action de prévention (c'est le cas de petites variations oscillant constamment autour d'une valeur moyenne). Mais lorsqu'un ou plusieurs facteurs, dont dépend le niveau de sécurité d'une entreprise, dominant les autres et lorsque l'influence de ces facteurs surpasse l'influence des autres facteurs, des changements plus sérieux apparaissent dans le nombre N d'accidents ; c'est alors le signal que le taux de fréquence a varié d'une façon "significative".

Cette méthode permet de déterminer "le genre de variation du taux de fréquence" :

$$\frac{N \times 100\ 000}{H}$$

soit oscillation fortuite, soit oscillation significative.

Une grande fonderie Belge, de 8 000 ouvriers environ, a tenté l'application de cette méthode en comparant le nombre d'accidents pour les premiers trimestres 1956 et 1957. Les résultats sont les suivants :

- variations significatives (améliorations dans ce cas) en ce qui concerne les accidents avec interruptions de 1 à 3 jours, de 4 à 28 jours et tous les accidents ensemble.
- variations fortuites pour les interruptions de plus de 28 jours et les morts (les variations étant trop petites).
- variations fortuites également dans les différentes sections de la fonderie (la masse d'observations était trop petite dans les sections).

Puisque nous venons de parler des différentes sections d'une usine, je ne crois pas inutile de rappeler que la méthode expérimentale doit être pratiquée, presque systématiquement, dans le domaine de la prévention.

Un article publié en 1956 dans la revue "Travail et Sécurité" signale le "quadrillage d'usine" qui permet la localisation des accidents. En 6 mois, il est possible de déterminer les "carrefours névralgiques" d'une usine. On procède de la façon suivante :

Sur le plan de l'usine ou d'un atelier, on trace un quadrillage formé de lignes horizontales et verticales équidistantes. On inscrit chaque accident dans le carré où il se produit à l'aide d'un numéro entouré d'un petit cercle, par exemple. On observe ainsi des groupements qui attirent l'attention sur tel ou tel carré.

M. René Poisson, auteur de cet article, ajoute : "Quel sera le carré le plus chargé ? J'ai fréquemment fait le pari avec moi-même et j'avoue que je n'ai jamais

gagné. Ce qui semble prouver qu'il est impossible, avant le quadrillage, de désigner les "carrefours névralgiques".

Ce moyen de localisation des accidents est certainement à exploiter.

Tous les procédés tendant à l'amélioration des méthodes sont à rechercher. Je signale à ce sujet un article d'Eva Tschinkel de l'Allemagne de l'Est.

L'auteur étudie la répercussion économique des accidents du travail sur la communauté. Il adapte à son pays le coût direct et le coût indirect dont nous avons parlé et donne des exemples chiffrés. Remarquant qu'il n'y a pas de réserve appréciable de main-d'œuvre dans la population jusqu'ici non active, il trouve nécessaire que les entreprises cherchent elles-mêmes, suivant les possibilités, à créer des réserves de main-d'œuvre à l'intérieur de l'entreprise en diminuant le temps perdu à la suite d'accidents.

Si l'accidenté est un spécialiste, il est certain que la perturbation due à l'accident est préjudiciable à la réalisation du programme ; il faut trouver un spécialiste remplaçant ....

## II - RECHERCHE DE LA LOI QUI REGIT LA FONCTION $N = f(O, H, M, P)$ -

Il est certainement très important, dans l'avenir de rechercher la loi qui régit la fonction :

$$N = f(O, H, M, P)$$

en introduisant les paramètres :

M = la quantité de travail mécanique, mesurée par la consommation d'énergie.

P = la production, exprimée en tonnages ou en nombre de pièces.

Une excellente communication dans ce sens a été présentée à Bruxelles par le Docteur Ingénieur Diego Andreoni.

Il définit 4 taux de fréquence :

$$\frac{N}{O} = f(H, M, P) = T_o = \text{taux de fréquence par travailleur}$$

$$\frac{N}{H} = f(O, M, P) = T_f = \text{taux de fréquence en fonction du travail humain}$$

$$\frac{N}{M} = f(O, H, P) = T_m = \text{taux de fréquence en fonction du travail mécanique}$$

$$\frac{N}{P} = f(O, H, M) = T_p = \text{taux de fréquence en fonction de la production.}$$

Le troisième taux a une signification humaine car en divisant les 2 termes par le nombre de travailleurs O, on obtient :

$$T_m = \frac{N}{M} = \frac{\frac{N}{O}}{\frac{M}{O}} = \frac{\text{nombre d'accidents par travailleurs}}{\text{degré de mécanisation}}$$

Ce taux  $T_m$  révèle le problème des rapports entre les variations du risque et le degré de mécanisation. Les variations et les particularités de ce taux facilitent l'étude des rapports entre les accidents et les causes subjectives.

D'autre part, M. Andréoni montre comment les calculs peuvent être simplifiés (1) .

Des 4 taux précédents  $T_o$ ,  $T_f$ ,  $T_m$  et  $T_p$  fonction chacun de 3 paramètres, il identifie successivement 6 "variables principales" formées par les rapports entre-eux de 2 des 4 paramètres de base (O, H, M, P) :

$$\frac{H}{O} = \text{horaire de travail par ouvrier}$$

$$\frac{M}{O} = \text{degré de mécanisation par ouvrier}$$

$$\frac{P}{O} = \text{rendement par ouvrier}$$

$$\frac{M}{H} = \text{rapport du travail mécanique au travail humain}$$

$$\frac{P}{H} = \text{rendement horaire humain}$$

$$\frac{P}{M} = \text{rendement mécanique.}$$

La variation du nombre d'accidents en fonction de ces rapports permet de rendre compte de l'aspect de la sécurité dans l'entreprise et d'entreprendre une étude opérationnelle de la prévention.

Avant de terminer, j'emprunterai quelques conclusions au rapport présenté par M. Luigi Palma, professeur à l'Université de Rome, lors du 2ème Congrès Mondial de Prévention des Accidents du Travail, à Bruxelles, en 1958.

"Il est souhaitable, disait M. Palma, que l'usage des statistiques d'entreprises se généralise et qu'elles bénéficient dans les milieux compétents d'une grande diffusion. . . Ce sont les plus utiles aux organismes de prévention car elles permettent d'observer de près les accidents dans tous leurs détails ainsi que d'en étudier les causes et les circonstances".

Faisant allusion aux 6 variables principales de M. Andréoni, M. Palma déclarait que les recherches devraient être conduites essentiellement dans le cadre des entreprises et sur la base de méthodes unifiées.

J'ajouterai que les entreprises feraient œuvre utile en se penchant sur l'étude des risques insuffisamment détaillés jusqu'à maintenant et qui n'apparaissent pas dans les statistiques. Je veux parler des facteurs d'ambiance : bruit, éclairage, chaleur, conditionnement d'air, état des sols etc.

- C'est en France que la législation du travail est le plus développée .
- Les moyens de prévention techniques de ce pays peuvent aisément se comparer à ceux d'autres grandes nations.

Pourquoi la France ne mettrait-elle pas la statistique au service de la prévention ?

-----

(1) On trouvera ci-après une étude de M. Andréoni sur un plan d'enquête statistique des accidents du travail.



Il ne lui est pas interdit d'adapter les méthodes statistiques d'autres pays au cadre de son potentiel industriel et d'être à l'origine de nouvelles études.

De toute façon, rien ne pourra être réalisé sans le concours des entreprises et toute recherche ne sera fructueuse qu'avec la collaboration des spécialistes de la statistique appliquée à l'industrie.

## BIBLIOGRAPHIE

- 1) DEPOID Pierre - Application de la statistique aux assurances et dommages . Paris, Berger-Levrault, 1950, 25 × 16, 295 p.
- 2) POISSON R. - Recherche d'une méthode pour l'amélioration de la prévention dans l'entreprise. Travail et Sécurité, (avril 1956), n° 4, 122-132, tabl.
- 3) Statistiques nationales d'accidents du travail (1955, 1956, 1957). Paris, Caisse Nationale de Sécurité Sociale, (1959), 1 broch., 27 × 21, 100 p.
- 4) SAULNIER G. - Amélioration de la sécurité par la substitution progressive de la manutention mécanique à la manutention manuelle. Paris, Institut National de Sécurité, 1958, 27 × 21, 132 p. (tiré à part des "Journées nationales d'études d'Hygiène et de Sécurité du Travail", Paris, I. N. S. , 1958).
- 5) SAULNIER G. - Les économies réalisées dans l'entreprise sous l'aspect sécurité manutention. Manutention (janvier 1959), n° 53, 30-37.
- 6) JONES - Calcul du taux de fréquence des accidents du travail. Etude de la précision qu'on peut attendre des évaluations faites de ce taux. Mémoire n° 157/1492 du 28/11/1947 du Comité d'étude des statistiques d'accidents du travail de la Standards Association of Australia. Melbourne.
- 7) ANDREONI D. , PROVASI E. - Scelta degli indici di frequenza piu opportuni per l'analisi del fenomeno infortunistico. (Choix des indices de fréquence les plus opportuns pour l'analyse du phénomène accident du travail). Communication au 2ème Congrès international de la Prévention des Accidents du travail, Bruxelles, 19 - 24 mai 1958.
- 8) JANUSKIEWICZ J. - Evaluation du caractère des fluctuations du taux de fréquence des accidents du travail. Extrait de : Travaux de l'Institut scientifique Central pour la Protection du Travail, Varsovie, 1957, n° 21, 11-40 , tabl. (Traduction française).
- 9) TSCHINKEL E. - Betriebsunfälle ökonomisch betrachtet. (Les accidents du travail au point de vue économique). Arbeitsökonomik und Arbeitsschutz , All. , (1957), vol. 1, N° 3, 232-250.
- 10) Plan pour l'enquête statistique des accidents du travail. Note documentaire I. N. S. , n° 184-17-59. d'après ANDREONI D. - Un piano per l'indagine statistica degli infortuni sul lavoro. (communication au 2ème Congrès international de Prévention des Accidents du Travail, Bruxelles, 19-24 mai 1958).
- 11) FILIPKOWSKI S. - La statistique mathématique au service de la sécurité du travail. P. A. C. T. , (février 1958), n° 1, 4-7, 4 tabl.