

Principes d'analyse décisionnelle appliqués au dépistage de maladies professionnelles: Exemple de la fluorose industrielle

Alfredo Morabia¹, Paule Rey¹, Arnaud Bousquet¹, Daniel Giezendanner², Alain Junod³, Bernard Liechti⁴

L'analyse décisionnelle est avant tout un effort de construction de modèles mettant en évidence les probabilités et les utilités associées à une ou plusieurs décisions alternatives [1]. Son intérêt pour la santé publique a pu être vérifié à de nombreuses reprises [2], mais elle n'a pas encore été utilisée en médecine du travail.

La démarche peut être décomposée en cinq étapes:

1. Enoncé du problème sous la forme d'un arbre de décision explicitant les alternatives possibles

L'arbre décisionnel de la Figure 1 met en évidence les termes de la décision: faut-il dépister la fluorose industrielle dans une entreprise, compte tenu, d'une part, de la prévalence de la maladie et, d'autre part, des caractéristiques (sensibilité et spécificité) des tests utilisés au cours du dépistage?

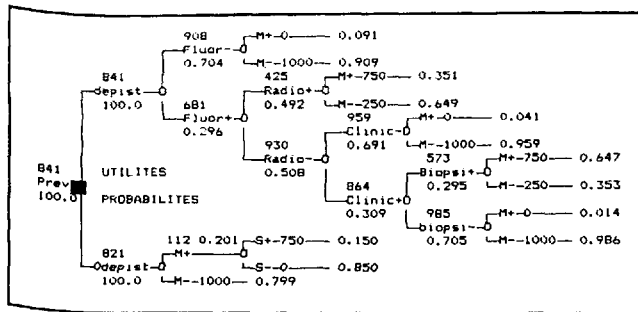


Fig. 1. Arbre décisionnel. Les chiffres entiers sont les valeurs d'utilités. Les fractions sont les valeurs de probabilités.

Si l'on décide de ne pas dépister (branche inférieure: 0 dépist). La proportion de malades dans l'entreprise (M+) sera égale à la prévalence de la fluorose. Parmi

ceux-ci, un certain nombre seront symptomatiques (S+) et pourront ainsi être diagnostiqués précocement, alors que ceux qui sont asymptomatiques (S-) courent le risque d'être découverts tardivement, au moment où la fluorose est devenue invalidante.

Si l'on décide de dépister (branche supérieure: dépist), on commence par doser le fluor urinaire avant le travail (Fluor). Si le résultat est négatif, les travailleurs sont considérés comme non fluorotiques et retournent à leur poste de travail; mais parmi ceux-ci se trouvent une certaine proportion de faux négatifs (Fluor-, M+). Si le fluor urinaire est élevé (Fluor+), on pratique un bilan radiographique à la recherche d'atteintes associées à la fluorose. Si le score radiologique tel que défini par Boillat et al. [3] est élevé, le diagnostic de fluorose est posé et les mesures qui en découlent sont prises (changement de postes, rentes invalidité, etc.), mais parmi les diagnostics de fluorose, il y aura un certain nombre de faux positifs (Radio+, M-).

Si le score radiologique est normal (Radio-), on poursuit le screening par un score douloureux tel que défini par Boillat et al. [3]. Si le score est normal (Clinic-), il faut considérer qu'il n'y a pas de fluorose. Mais là encore on risque de passer à côté d'un certain nombre de faux négatifs (Clinic-, M+). Si le patient a des articulations douloureuses (Clinic+) en l'absence de score radiologique pathologique mais en présence d'un fluor urinaire avant le travail élevé, il faut préciser le diagnostic avec un examen plus invasif tel que la biopsie osseuse. Il reste tout de même un petit risque d'avoir des faux positifs si la biopsie est positive (Biopsi+, M-) ainsi que des faux négatifs si la biopsie est normale (Biopsi-, M+).

2. Estimation de la probabilité de chacun des événements découlant d'une décision, à l'aide du théorème de Bayes

Il faut pour cela connaître la prévalence de la maladie, ainsi que la sensibilité et la spécificité de chacun des tests. Ces deux caractéristiques ne peuvent être calculées qu'une fois définie la valeur-seuil séparant les tests «positifs» des tests «négatifs». L'exemple du fluor osseux illustre la méthode que nous avons utilisée pour chacun des tests (Figure 2).

¹ Unité de médecine du travail et d'ergonomie, Institut de médecine sociale et préventive, Université de Genève, 10, rue Jules-Crozier, 1206 Genève

² Unité des moyens d'enseignement, Faculté de médecine, rue Micheli-du-Crest, 1211 Genève 4

³ Division de pneumologie, Département de médecine, Hôpital cantonal, 24, rue Micheli-du-Crest, 1211 Genève 4

⁴ Caisse nationale suisse d'assurances (CNA), 19, avenue de la Gare, 1003 Lausanne

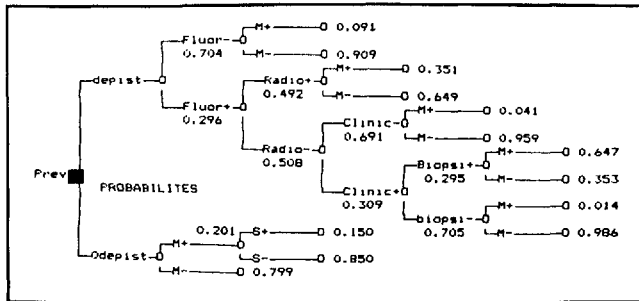


Fig. 2. Arbre décisionnel pour le dépistage de la fluorose industrielle, avec les valeurs de probabilités calculées pour chacune des branches. Prévalence de la fluorose: 20%. Taux de malades symptomatiques: 15%. ■ Nœud de décision. ○ Nœud de chance. Depist = dépistage. Odepist = décision de ne pas dépister. Fluor = fluor urinaire avant le travail. Radio = score radiologique. Clinic = score douloureux. Biopsi = fluor osseux déterminé par biopsie de la crête iliaque. M+ = malade. M- = non malade.

Après avoir vérifié la normalité des distributions, nous représentons graphiquement les courbes des témoins et des exposés sous la forme d'image en miroir. Il y a un certain chevauchement des courbes dû au fait que le fluor est ubiquitaire (sel, eau, pâte dentifrice, etc.) et que toute personne, même non exposée professionnellement, peut avoir un taux de fluor osseux non nul. Le seuil, ou «cut-off point», est la valeur qui maximalise le taux de vrais positifs (VP) et minimise le taux de faux positifs (FP). Cette valeur se situe sur le point d'inflexion de la relation entre FP et VP (Figure 2, graphique de droite). Une fois le seuil établi, on peut composer la matrice décisionnelle.

Les valeurs de sensibilités et spécificités utilisées dans notre modèle figurent au tableau 1.

	Sensibilité	Spécificité
Fluor urinaire avant le travail	68 %	80 %
Score radiologique	86 %	60 %
Score douloureux	86 %	83 %
Fluor osseux	95 %	87 %

Tab. 1. Valeurs de sensibilité et de spécificité pour les quatre tests utilisés dans l'arbre décisionnel.

Elles ont servi à calculer les probabilités apparaissant en regard de chaque branche de l'arbre sur la Figure 1, en faisant l'hypothèse d'une prévalence de la fluorose de 20%.

3. Attribution d'une valeur d'utilité à chacune des branches terminales

Elle permet de comparer les avantages et désavantages du choix représenté par les deux branches principales (Dépist et 0 Dépist). De bonnes valeurs d'utilité

devraient prendre en considération tous les éléments d'une analyse coût-bénéfice ou coût-efficacité [4]. Toutefois, il est également possible de recourir à une méthode plus arbitraire – mais plus simple – en attribuant des valeurs sur une échelle allant de 0 à 1000 à chacune des issues possibles de la décision. Nous avons choisi de donner la valeur 0 à une fluorose non dépistée potentiellement grave (faux négatifs) et 1000 lorsque la fluorose a été correctement exclue (vrais négatifs). En revanche, une fluorose diagnostiquée précocement vaut 750 (vrais positifs) alors qu'un faux diagnostic (faux positifs) est une mauvaise issue, moins mauvaise cependant que celle de rater un diagnostic, d'où sa valeur de 250.

4. Calcul de la meilleure décision

Il se fait en pondérant les utilités (U) par la valeur de probabilité (P) de chacune des branches. Ces utilités pondérées s'additionnent à chacun des nœuds de chances. La branche 0 Dépist (Figure 3), par exemple, se calculera de la manière suivante:

$$U(S+) = 750 \times .15 = 112; U(S-) = 0 \times .85 = 0;$$

$$U(M+) = (112 + 0) \times .201 = 22; U(M-) = 1000 \times .799 = 799$$

$$U(0 \text{ Dépist}) = 799 + 22 = 821$$

Dans notre exemple, si la prévalence est de 20%, le dépistage – compte tenu des valeurs de sensibilités, de spécificités et d'utilités choisies et avec la structure d'arbre que nous avons retenue – paraît plus favorable que l'absence de dépistage.

5. Test de robustesse de la décision

Nous pouvons enfin tester la marge d'erreur de notre décision de dépister (ou, le cas échéant, de ne pas dépister) en faisant varier les valeurs de prévalence, de sensibilités, de spécificités et d'utilités jusqu'à ce que s'inverse la décision. Dans notre exemple, au-dessous de 7% de prévalence, il n'y a pas d'intérêt à dépister. Ce qui, autrement dit, signifie que l'alternative en matière de dépistage c'est la réduction de l'exposition au-dessous du seuil d'exposition équivalent à une prévalence de fluorose de 7% dans l'atelier considéré.

Un programme, écrit en Basic, permet de générer graphiquement l'arbre choisi et de faire rapidement tous les calculs bayésiens; c'est un instrument polyvalent. En changeant les données de base, le programme d'instruction peut être appliqué à des maladies professionnelles et non professionnelles.

Résumé

Dans cet article, les auteurs ont réuni les contenus de deux communications, l'une portant sur les aspects généraux de l'analyse décisionnelle, l'autre indiquant les données qu'il faut avoir en sa possession pour la

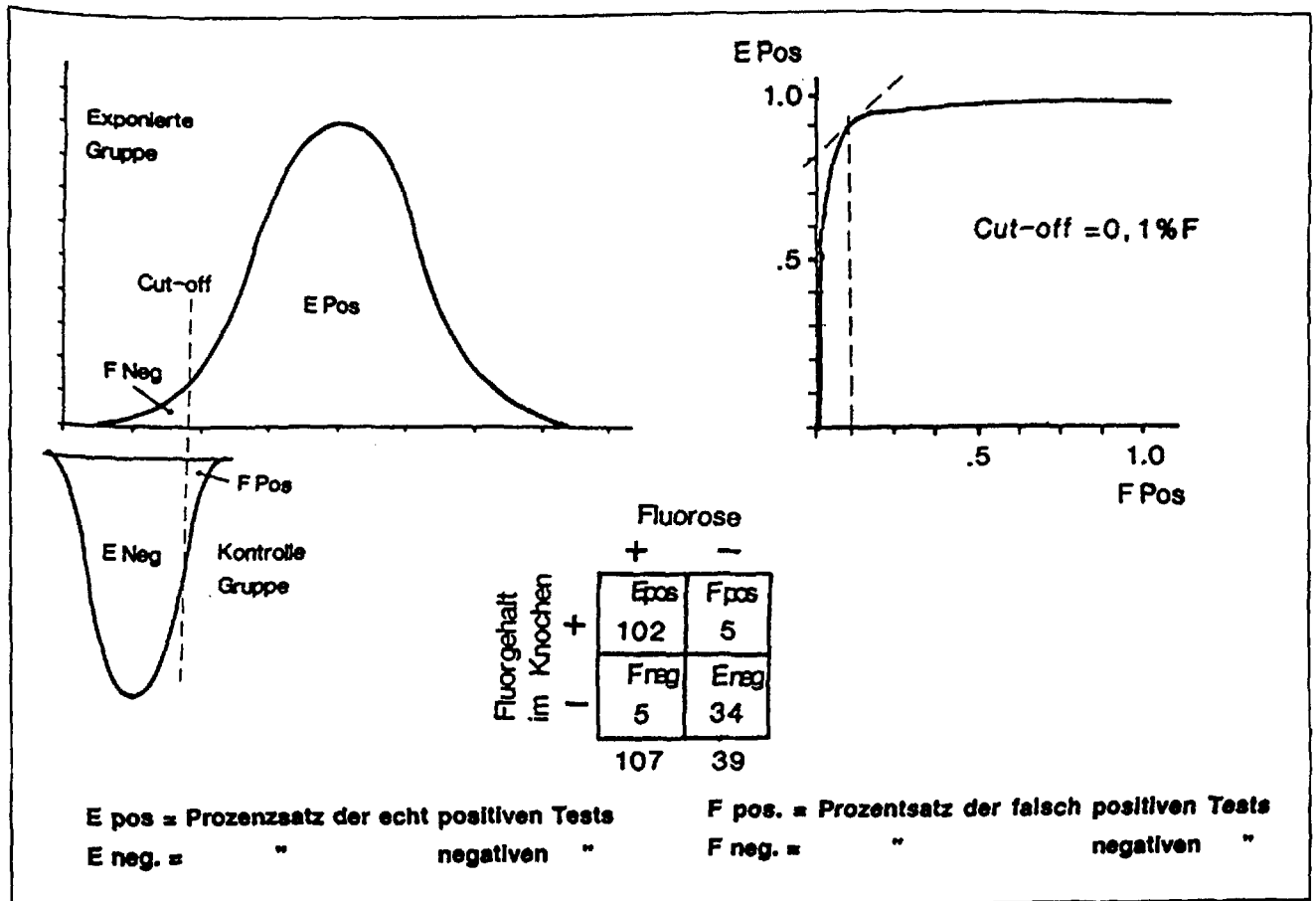


Fig. 3. Calcul de la valeur-seuil (cut-off point) et matrice décisionnelle.

mener à bien. L'illustration choisie est ici la fluorose industrielle observée chez les ouvriers exposés de l'industrie de l'aluminium, que l'on compare à des témoins.

L'article envisage successivement 5 étapes de construction d'un « arbre de décision » évaluant l'utilité d'une stratégie de dépistage.

Le modèle proposé a été développé jusqu'à sa phase ultime, soit un programme informatisé applicable à toute maladie chronique, qu'elle soit d'origine professionnelle ou non. La stratégie de dépistage comprend la teneur de fluor urinaire avant le travail, des signes cliniques et radiologiques, enfin la teneur de l'os en fluor. Le modèle et les données retenues suggèrent que le dépistage ne prend toute sa signification qu'à partir d'un risque au poste de travail équivalent à une prévalence de la maladie de 7%.

Summary

Screening for industrial fluorosis: a decision analysis model

In this paper, two oral presentations are combined. The first described the broad aspects of decision analysis and the second mentioned those medical data which need to be gathered in order to apply the model to industrial fluorosis. For this purpose, biological and medical observations were collected, both from workers of the aluminium industry and from controls.

The five successive steps for building up a decision tree are then demonstrated, the aim of which being to evaluate the fitness of a

screening strategy. A computer programme has been developed which may be applied both to occupational or non occupational diseases.

Referring to industrial fluorosis, the computerized decision tree showed that screening with preshift urinary fluor, clinical and radiological signs, plus bone fluor rate is required, as soon as the risk corresponds to a 7% prevalence of the disease.

Zusammenfassung
Entscheidungsanalyse für die Früherkennung der industriellen Fluorose

Die Arbeit stellt zunächst die Entscheidungsanalyse und die dazu benötigten Daten vor. Am Beispiel der Fluorose bei Arbeitern der Aluminiumindustrie im Vergleich zu einer Kontrollgruppe wird dann das Vorgehen erläutert. Fünf Stufen eines Entscheidungsbaumes werden beschrieben, welche erlauben, die Brauchbarkeit einer Früherkennungsstrategie zu beurteilen.

Bibliographie

- [1] Weinstein, M. C., Fineberg, H. V.: Clinical decision analysis. Philadelphia: Saunders, 1980.
- [2] Weinstein, M. C., Stason, W. B.: Hypertension; a policy perspective. Cambridge: Harvard University Press, 1976.
- [3] Boillat, M. A., Baud, C. A., Lagier, R., Garcia, J., Rey, P. et al.: Fluorose industrielle; étude multidisciplinaire de 43 ouvriers de l'industrie de l'aluminium. Schweiz Med Wochenschr 1979; 109: 1-28.
- [4] Weinstein, M. C., Stason, W. B.: Foundations of cost-effectiveness analysis for health and medical practices. N Engl J Med 1977; 296: 716-721.