

Les probabilités de dépassement de seuil pour diagnostiquer l'exposition aux contaminants chimiques en milieu de travail

Outils d'aide à la décision en développement

Jérôme Lavoué
26 novembre 2014

JASP 20141

La source des ennuis

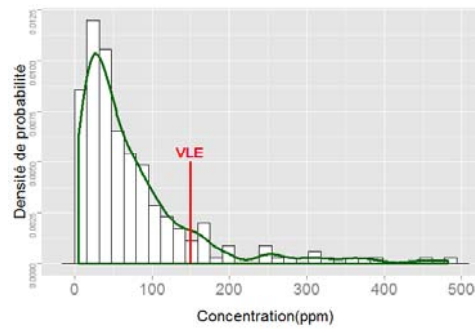
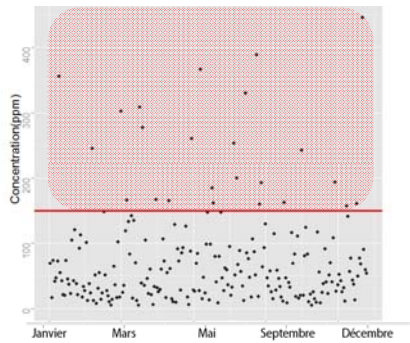
L'exposition varie dans l'espace et le temps et on ne peut la mesurer que très partiellement

The scatter plot displays concentration in ppm on the vertical axis (0 to 500) against time on the horizontal axis (January to December). The data points are scattered, showing significant variability in concentration throughout the year. Several points are highlighted in green, indicating specific measurements of interest.

JASP 20142

Un cadre méthodologique

- ❖ On suppose que les expositions suivent le modèle lognormal
- ❖ On estime la proportion des journées d'expositions qui seront supérieures à la norme
- ❖ Cette proportion ne devrait pas dépasser 5 %
- ❖ L'incertitude associée à l'estimation doit être prise en compte



JASP 2014

3

Pourquoi des outils d'aide ?

Les statistiques en hygiène du travail



Pas enseignées dans les cours de base en sciences

Pas dans les manuels 'biostat 101'

Principalement : Littérature et 'guidelines'

Calculs non standards



JASP 2014

4

Quelques outils informatiques gratuits

- ➔ **IHSTAT** <http://www.aiha.org/insideaiha/volunteergroups/EASC/Pages/EASCTopics.aspx>
American industrial hygiene association (AIHA)
- ➔ **IH data analyst** <http://www.oesh.com/x%20Software/Freeware.php>
Occupational exposure assessment solutions, Inc. (Paul Hewett)
- ➔ **ALTREX** <http://www.inrs.fr/accueil/produits/mediatheque/doc/outils.html?refINRS=outil13>
Institut national de recherche et de sécurité (INRS), France
- ➔ **BW_stats** http://www.tsac.nl/BW_Statv1.xlsx
Theo Scheffers / Tom Geens, Pays-Bas-Belgique

JASP 2014

5

Une limite des outils actuels

Expression traditionnelle
de l'incertitude :
L'intervalle de confiance



Situation facile à
interpréter :

Nous avons la 'certitude'
statistique que l'exposition
est acceptable



Situation délicate à
interpréter :

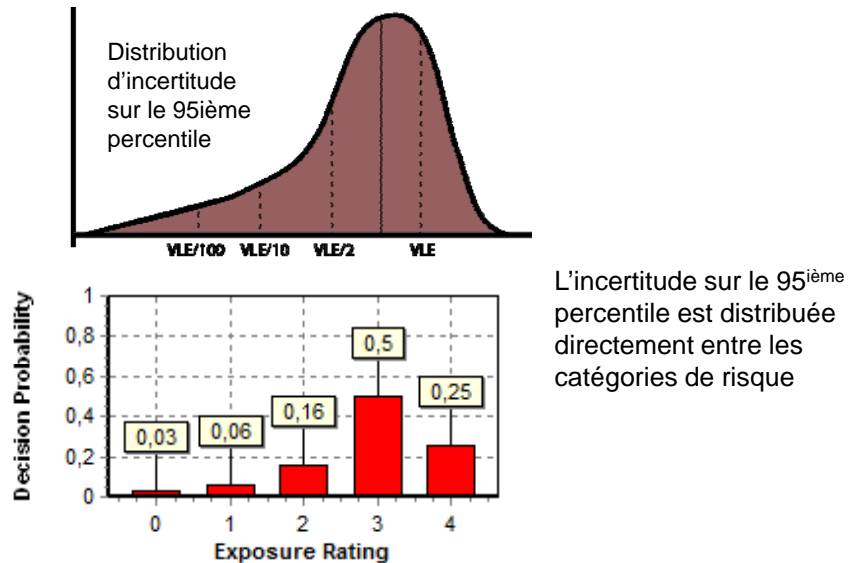
Nous pensons que
l'exposition est
acceptable, mais ne
pouvons le démontrer

Comment aller plus loin ?

JASP 2014

6

Quelques mots sur IHDataAnalyst



JASP 2014

7

Le futur des outils d'aide à la décision

Rating Exposure Control Using Bayesian Decision Analysis

Paul Hewett,¹ Perry Logan,² John Mulhausen,² Gurumurthy Ramachandran,³ and Sudipto Banerjee³
Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 3: 568–581
 ISSN: 1545-9624 print / 1545-9632 online
 Copyright © 2006 JOEH, LLC

An empirical hierarchical Bayesian unification of occupational exposure assessment methods

Pierre-Edouard Sottas, Jérôme Lavoué, Raffaella Bruzzi, David Vernez, Nicole Charrière and Pierre-Olivier Droz^{*,†}

STATISTICS IN MEDICINE
Statist. Med. (2008)
 Published online in Wiley InterScience
 (www.interscience.wiley.com) DOI: 10.1002/sim.3411

Advanced REACH Tool: A Bayesian Model for Occupational Exposure Assessment

Kevin McNally^{*,†}, Nicholas Warren¹, Wouter Fransman¹, Rinke Klein Entink², Jody Schinkel², Martie van Tongeren¹, John W. Cherrie³, Hans Kromhout⁴, Thomas Schneider⁴ and Erik Tielmans²

Ann. Occup. Hyg., 2014, Vol. 58, No. 5, 551–563
 doi:10.1093/annhyg/meu017
 Advance Access publication 24 March 2014

Bayesian Hierarchical Framework for Occupational Hygiene Decision Making

Sudipto Banerjee¹, Gurumurthy Ramachandran^{2,*}, Monika Vadali² and Jennifer Sahmel³

Ann. Occup. Hyg. (2014) 58 (9): 1079–1093.

JASP 2014

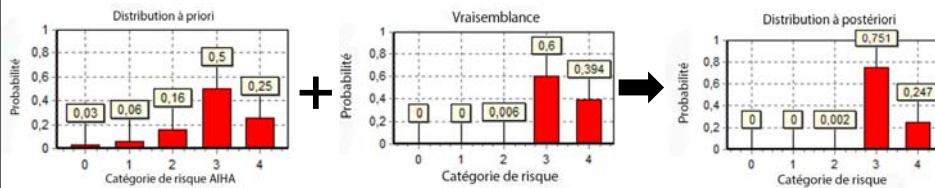
8

Principe des approches bayésiennes

Tout paramètre d'intérêt est défini comme incertain, et suivant une certaine distribution d'incertitude (appelée distribution 'a priori')

Cette distribution d'incertitude est mise à jour / modifiée par l'ajout d'information contenue dans des mesures objectives (appelée vraisemblance)

La distribution finale (appelée distribution à postériori) représente la somme de l'information disponible sur le paramètre d'intérêt à partir de la distribution a priori et prenant en compte les observations



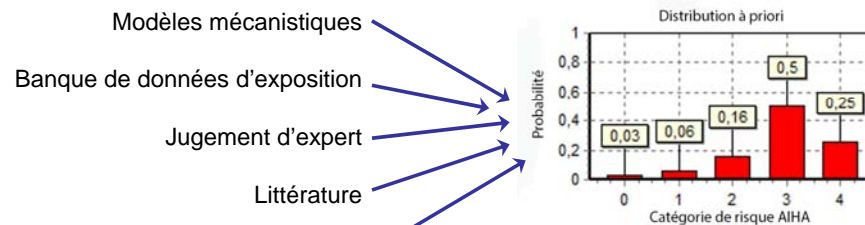
JASP 2014

9

Avantages des approches bayésiennes

Intégration de sources externes d'information

La distribution à priori peut être utilisée pour intégrer d'autres sources d'information que les mesures objectives



JASP 2014

10

Avantages des approches bayésiennes

Facilité d'interprétation

On peut (enfin) choisir les questions et obtenir des réponses claires !

L'estimé de la fraction de dépassement de la norme est 3.5%, avec un intervalle de confiance à 95% entre 0.2% et 23%

La réduction des expositions post-intervention est estimée à 60%, elle est statistiquement significative



Il y a 75% de chances que la norme soit dépassée plus de 5% du temps

Il y a 80% de chances que l'exposition ait été réduite au moins de moitié

IHData analyst

Home | Software | Services | Ordering

Home
 Training
 Consulting
 Custom Software
 Publications
 FAQ
 Current Events
 Past Events
 Links

Freeware

IHDataAnalyst-LiteEdition V1.29

The IHDataAnalyst-LiteEdition (IHDA-LE)

NOTE: The IHDA-LE is provided as a cc IHDA-LE or feel that the results are in e

It provides nearly all of the features of tl and pasted into a wordprocessor. It is c statistical output and graphs can be co

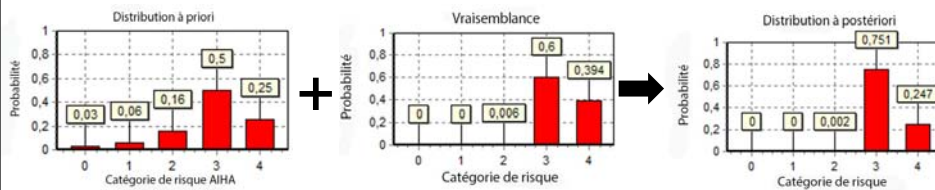
Créé par Paul Hewett.

Logiciel payant mais version gratuite

À télécharger et installer

Distribution à priori par jugement

Catégories de risque de l'AIHA



Outils statistiques pour l'interprétation des données d'hygiène

Introduction

Cet site Web constitue le portail d'accès à un ensemble d'outils statistiques visant à aider l'utilisateur à interpréter des mesures d'exposition professionnelle. Certains des outils listés ci-dessous servent à faire des

3 outils de décision basés sur une approche bayésienne

Sous le capot

Tool1 : Fraction de dépassement et 95^{ième} percentile

Tool2 : Variabilité inter-intra travailleur

Tool3 : Effet d'une intervention



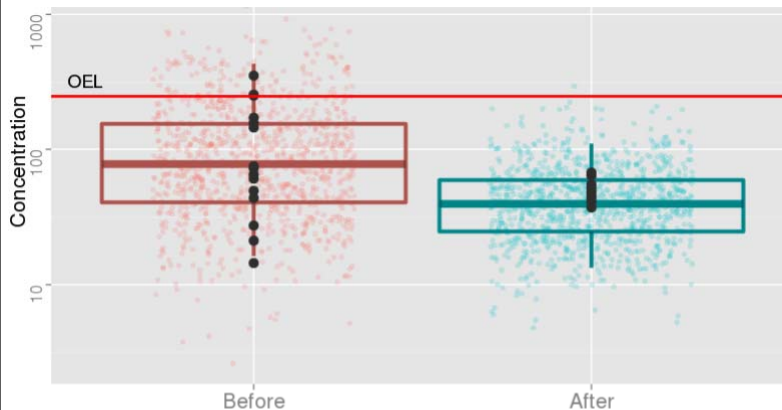
Serveur linux

Logiciel stat R

~ 40 connections simultanées

"proof of concept"

Expostats - Évaluation de l'effet d'une intervention



Reduction % in the geometric mean : 52% [8.6 ; 77]

Reduction in the geometric standard deviation (in gsd unit) : 0.94 [-0.68 ; 2.8]

Reduction in the exceedance fraction (in exceedance %) : 12% [3 ; 27]

Chance that the expected decrease was achieved (%) : 83%

Perspectives : Le projet WebExpo

Un moteur de calcul bayésien

- Facilité d'interprétation
- Valeurs non détectées
- Erreur de mesure

Une liste complète de questions d'interprétation

cadre intégré d'interprétation

Un module interactif sur les notions statistiques essentielles

Une présentation facilitant la communication des risques

Des algorithmes dans plusieurs langages et libres d'accès

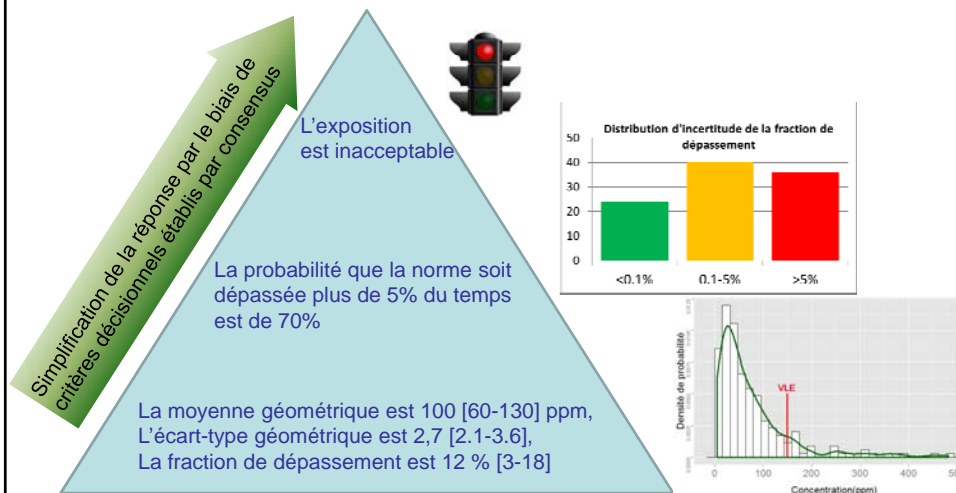
- Site Web, sans serveur
- Logiciels en téléchargement
- Intégration dans les systèmes de gestion de données existants

Février 2014

15

Le projet WebExpo - complexité variable

WebExpo vise à fournir un message clair pour des utilisateurs possédant différents niveaux d'intérêt / expertise en statistiques



Février 2014

16

Conclusions

- Un diagnostic fiable nécessite dans de nombreux cas l'emploi de l'inférence statistique
- Les statistiques en hygiène sortent du cadre habituel enseigné traditionnellement
- Les outils actuels doivent évoluer pour faciliter et rendre accessible l'interprétation des mesures et la communication du risque
- Les approches bayésiennes sont très prometteuses, mais il faut patienter encore un peu !