

---

Société Scientifique  
de Santé au Travail

*Grande Journée  
de la SSST  
«Les maladies liées  
au travail»*

Bruxelles, le 6 mai 2011

Auditorium des Musées royaux d'Art et d'Histoire  
Entrée "Albert-Elisabeth"  
Parc du Cinquanteaire



R. LAGASSE - SSST - 6 mai 2011



---

*Aspects épidémiologiques  
des maladies liées au  
travail*



**R. LAGASSE**  
**École de Santé Publique ULB**

R. LAGASSE - SSST - 6 mai 2011



# Plan

---

1. Introduction :
2. Maladies professionnelles et maladies liées au travail
3. La causalité
4. Le passage au cas individuel = la probabilité de causalité
5. Conclusion

# Introduction

---

## Enoncé du problème :

- Etablir le lien causal entre travail et maladie
- Attribution d'une étiologie professionnelle à une maladie chez un travailleur ayant été « exposé » (Position « a posteriori »)
- Distinguer entre maladies
  - Professionnelles
  - Liées au travail
  - Aggravées par le travail
  - Non liées au travail

# Introduction

---

## Difficultés :

- **Liées à la causalité elle-même**  
→ petite histoire de la causalité
- **Liées à l'individualisation du lien de causalité**  
→ approche de la probabilité de causalité
  - En cas d'étiologie unique
  - En cas d'étiologies multiples

- 
1. Introduction :
  2. **Maladies professionnelles et maladies liées au travail**
  3. La causalité
  4. Le passage au cas individuel = la probabilité de causalité
  5. Conclusion

## Maladies professionnelles et maladies liées au travail

---

- **Qu'est-ce qu'une maladie professionnelle ?**

- Une maladie professionnelle est une conséquence directe, mais pas soudaine, d'une exposition plus ou moins longue d'un travailleur à un risque physique, chimique ou biologique ou aux conditions de travail dans lesquelles il exerce son activité professionnelle.

Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail



R. LAGASSE - SSST - 6 mai 2011



## Maladies professionnelles et maladies liées au travail

---

- On parle d'un risque professionnel si l'exposition à l'effet nocif:
  - est inhérent à l'exercice de la profession
  - est considérablement plus grand que l'exposition de la population en général
  - est de telle nature qu'il peut causer la maladie, selon les visions médicales acceptées généralement.

Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail



R. LAGASSE - SSST - 6 mai 2011



## Maladies professionnelles et maladies liées au travail

---

### Maladies liées au travail : définition légale

- Les maladies liées au travail sont des maladies qui, selon les connaissances médicales généralement admises, peuvent trouver leur cause dans une exposition à une influence nocive inhérente à l'activité professionnelle et supérieure à celle subie par la population en général sans que cette exposition dans des groupes de personnes exposées constitue la cause prépondérante de la maladie.

Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail



R. LAGASSE - SSST - 6 mai 2011



## Maladies professionnelles et maladies liées au travail

---

- Une maladie liée au travail est une affection qui a un rapport avec le travail sans qu'aucun lien cause-conséquence clair n'existe. Il y a une association avec les expositions au travail (incluant la charge mentale et physique), mais également avec le style de vie et les habitudes de la personne, les facteurs environnementaux, les facteurs psychosociaux et la sensibilité individuelle.

Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail



R. LAGASSE - SSST - 6 mai 2011



## Maladies professionnelles et maladies liées au travail

---

- L'intensité de la relation peut uniquement être mesurée sur base épidémiologique au niveau de la population. De cette manière, on tente de déterminer l'importance du rôle d'un certain facteur dans l'apparition de la maladie.
- Cela concerne généralement des maladies fréquentes qui ont différentes causes

Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail



R. LAGASSE - SSST - 6 mai 2011



Michel Lesage (BIT) in **Encyclopédie de sécurité et de santé au travail**  
Par Jeanne Mager Stellman, 2000

---

« La relation entre le travail et la maladie permet de distinguer les catégories suivantes:

- *les maladies professionnelles*, qui ont une relation forte ou spécifique avec la profession et généralement un seul agent causal et qui sont reconnues comme telles;
- *les **maladies liées au travail***, qui ont des agents causaux multiples, dans le développement desquelles les facteurs inhérents au milieu de travail peuvent jouer un rôle, en même temps que d'autres facteurs de risque, et dont l'étiologie est complexe;
- *les maladies qui affectent les travailleurs*, sans relation de cause à effet avec le travail, mais qui peuvent être aggravées par les risques professionnels pour la santé. »



R. LAGASSE - SSST - 6 mai 2011



- 
1. Introduction :
  2. Maladies professionnelles et maladies liées au travail
  3. **La causalité**
  4. Le passage au cas individuel = la probabilité de causalité
  5. Conclusion

## L'épidémiologiste face à la causalité

---



## Petite histoire de la causalité

---

*It is important that there is some common thinking among epidemiologists about what is meant in saying "X causes Y."*

*In practice many causal statements are ambiguously stated; for example, "smoking is a cause of cancer" may mean "every smoker will develop cancer" or it can be construed as "at least one smoker will develop cancer," depending upon the underlying concept of causation the speaker has in mind.*

*Parascandola, 2001.*

## Petite histoire de la causalité

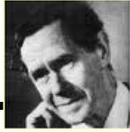
---

### John Stuart MILL (1806-1873 )



Pour observer certains effets,

- certaines conditions sont nécessaires, mais non suffisantes ;
- certaines sont suffisantes, mais non nécessaires ;
- certaines sont à la fois nécessaires et suffisantes ;
- enfin certaines conditions ne sont ni nécessaires, ni suffisantes.



## Petite histoire de la causalité



### John Leslie MACKIE (1917-1981 )

- J. L. Mackie a proposé de définir la cause comme **un élément insuffisant mais nécessaire d'un ensemble non nécessaire mais suffisant de conditions** pour produire l'effet.
- **INUS** : « It is an « *insufficient but nonredundant part of an unnecessary but sufficient condition* » for E. »



R. LAGASSE - SSST - 6 mai 2011

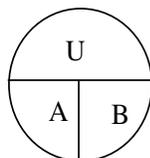


## Petite histoire de la causalité

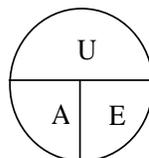


### Kenneth J. ROTHMAN

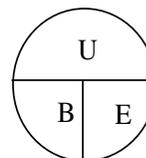
#### MODELE « DE ROTHMAN » DES CAUSES SUFFISANTES



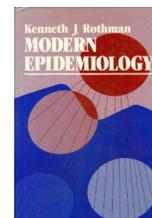
CCS 1



CCS 2



CCS 3



R. LAGASSE - SSST - 6 mai 2011



## Petite histoire de la causalité

---

### Kenneth J. ROTHMAN (suite)

#### Conséquences :

- connaissance des composants ?
- connaissance exhaustive des CCS ?
- prévalence et force d'association
- interaction entre deux facteurs
- solution de problèmes liés à la F.E.R.
- induction, délai d'apparition

## Petite histoire de la causalité

---

### La causalité en médecine se résume alors à trois questions :

- *Can it occur ?* → possibilité, plausibilité
- *Does it occur ?* → arguments pour un lien causal général (approche empirique de la causalité)
- *Did it occur ?* → et face à un cas particulier ?

## Petite histoire de la causalité

### Approche empirique de la causalité en médecine :

- Postulats de Henle-Koch : une cause, un effet
- 1964, l'Advisory Committee du Chirurgien Général des Etats-Unis  
[http://www.cdc.gov/tobacco/sgr/sgr\\_1964/1964%20SGR%20Chapter%203.pdf](http://www.cdc.gov/tobacco/sgr/sgr_1964/1964%20SGR%20Chapter%203.pdf)
- 1966 : Sir Austin Bradford Hill : neuf « critères » de causalité parmi lesquels : la **FORCE DE L'ASSOCIATION**
- « *Ceteris paribus sic stantibus* »



## Petite histoire de la causalité

### Approche empirique de la causalité en médecine :

#### La **FORCE DE L'ASSOCIATION**

- est reflétée par le **Risque Relatif (RR)**
- se marque aussi par la **Fraction Étiologique du Risque (FER)**



- 
1. Introduction :
  2. Maladies professionnelles et maladies liées au travail
  3. La causalité
  4. **Le passage au cas individuel = la probabilité de causalité**
  5. Conclusion

## 4. la probabilité de causalité

---

- Renversement de la perspective :

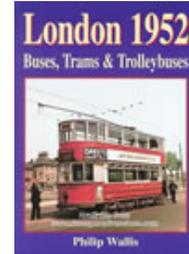
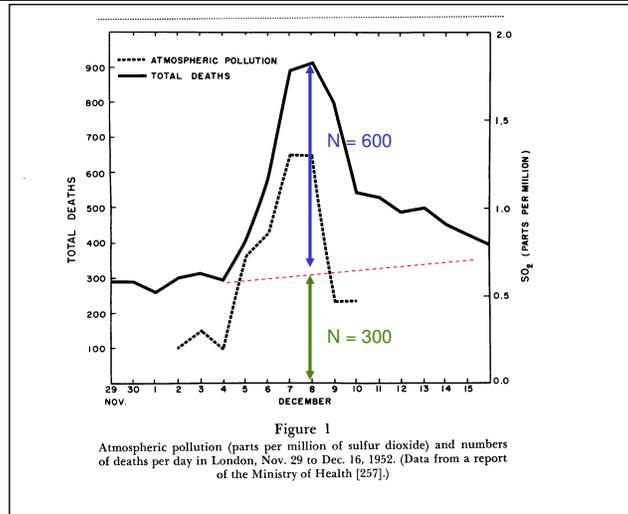
Plutôt que de poser la question

*« quelle est la probabilité de contracter telle maladie lorsque l'on est en présence de tel facteur causal ? » ,*

on va se demander

*« quelle est la probabilité que telle maladie (chez ce « malade » ) soit due à tel facteur causal ? »*

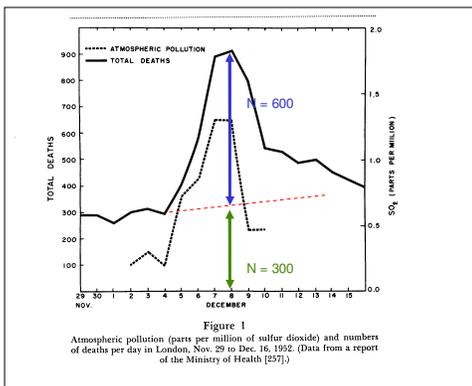
## 4. la probabilité de causalité



R. LAGASSE - SSST - 6 mai 2011



## 4. la probabilité de causalité

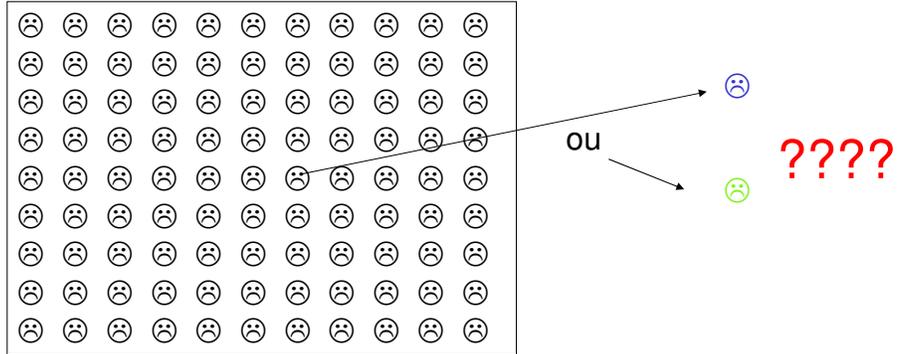


R. LAGASSE - SSST - 6 mai 2011



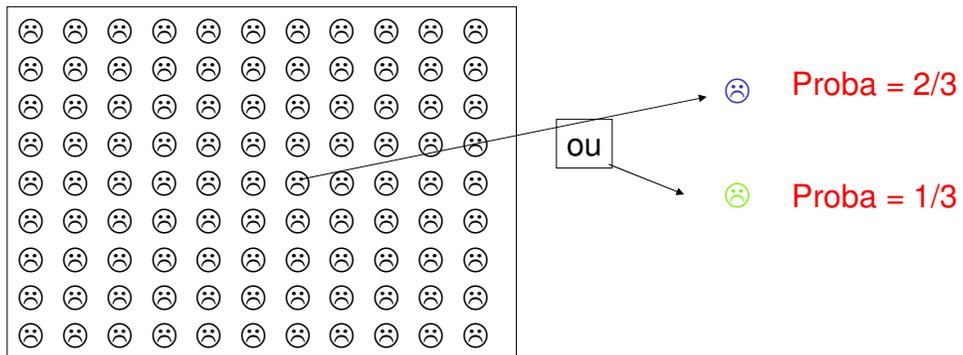
## 4. la probabilité de causalité

---



## 4. la probabilité de causalité

---



## 4. la probabilité de causalité

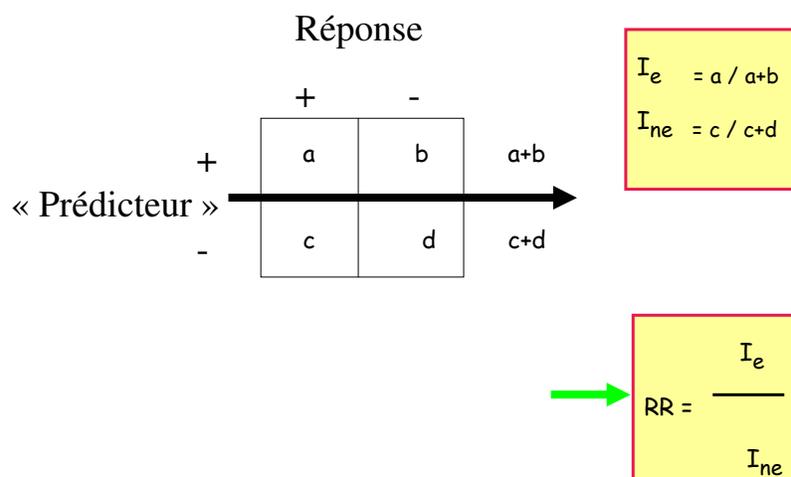
Comment passer de l'estimation des risques

à

l'estimation de la probabilité de causalité ?

RR → FER → Prob. Caus.

## Risque relatif



**Risque relatif :  
exemple tabagisme et petit poids de naissance**

---

Réponse

	+	-	
+ « Prédicteur »	280	2720	3000
-	720	11280	12000

Incidence chez les exposés :  $I_e = 280 / 3000 = 9.33 / ^\circ$   
 Incidence chez les non exposés :  $I_{ne} = 720 / 12000 = 6.0 / ^\circ$   
 Incidence totale :  $I_T = 1000 / 15000 = 6.67 / ^\circ$

$$RR = \frac{9.33}{6.0}$$

$$RR = 1.56$$

**Fraction étiologique du risque**

---

$$FER = \frac{I_e - I_{ne}}{I_e}$$

ou

$$FER = 1 - \frac{1}{RR}$$



**Risque relatif :  
exemple tabagisme et petit poids de naissance**

**Réponse**

	+	-	
« Prédicteur »	+	280	2720
	-	720	11280
		3000	12000

$I_e = 280 / 3000 = 9.33 \%$   
 $I_{ne} = 720 / 12000 = 6.0 \%$   
 $I_T = 1000 / 15000 = 6.67 \%$

FER =  $(9.33 - 6.0) / 9.33$

FER = 0.36

FER =  $1 - 1 / 1.56$

FER = 0.36

FER = 36 %

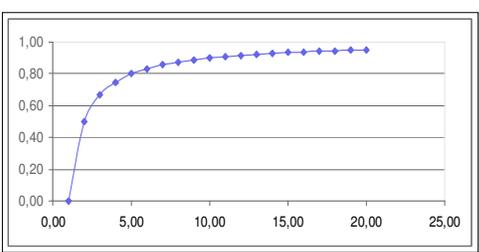


R. LAGASSE - SSST - 6 mai 2011

**Fraction étiologique du risque**

Correspondance entre le RR et la FER

RR	FER
1	0
2	0.5
3	0.67
4	0.75
5	0.80
10	0.90
20	0.95



R. LAGASSE - SSST - 6 mai 2011



## Fraction étiologique du risque : interprétation

		Low Birthweight		
		Yes	No	
Smoker	Yes	280	2,720	3,000
	No	720	11,280	12,000
		1,000	14,000	15,000

Ie = 9.33 %

Ine = 6.0 %

RR = 1.56

RA = 3.33%

FER = 35.7 %

35.7 % des 280 PPN survenus chez les 3000 fumeuses auraient pu être évités si ces femmes avaient été « non-fumeuses »

En cas d'exposition à une nuisance unique, il est possible de démontrer que la formule mathématique de la probabilité de causalité est identique à celle de la fraction étiologique d'une population exposée.

Mais face à deux ou plusieurs expositions, la probabilité de causalité n'est plus égale à la fraction étiologique du risque. Ceci vient du fait que ce sont deux concepts différents.

---

« La fraction étiologique due à A, en cas d'exposition associée à B, est une notion épidémiologique qui représente la part de cancers évitable par la suppression de A.

En revanche, la probabilité de causalité est une notion statistique, individuelle. Elle représente la probabilité que la pathologie d'un sujet donné soit en rapport avec l'une ou (exclusivement) avec l'autre exposition. »

(Choudat, 2003)

### Fraction étiologique du risque : limites

---

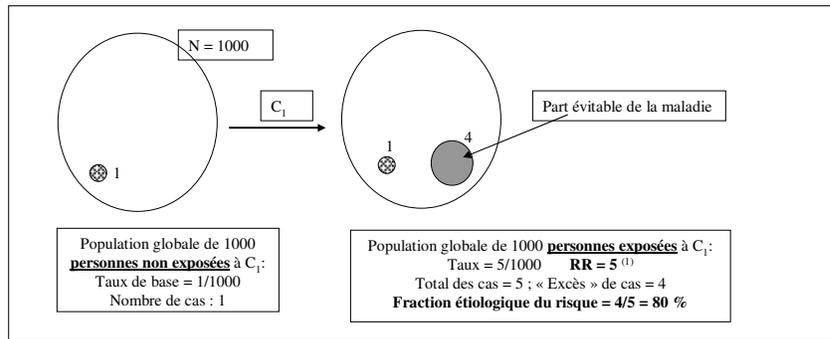
#### Étiologies multiples :

En cas d'expositions multiples liées à la même conséquence, la somme des fractions étiologiques du risque est susceptible de dépasser 100%.

Un exemple classique est donné par l'attribution des responsabilités aux facteurs d'environnement et aux facteurs génétiques en matière de cancer.

## Pathologie à étiologie « unique »

Représentation des cas incidents dans une population non exposée et dans une population exposée à **un facteur de risque** dans le cas d'une pathologie à étiologie unique



<sup>(1)</sup> On parle parfois d'excès de risque ( $ER = RR - 1$ ; dans l'exemple présent  $ER = 4$ )  
Ici, l'excès de cas est de 4 (par construction), et l'excès d'incidence (ou Risque Attribuable, RA) est de 4 / 1000.

## Pathologie à étiologie « unique »

### Probabilité de causalité :

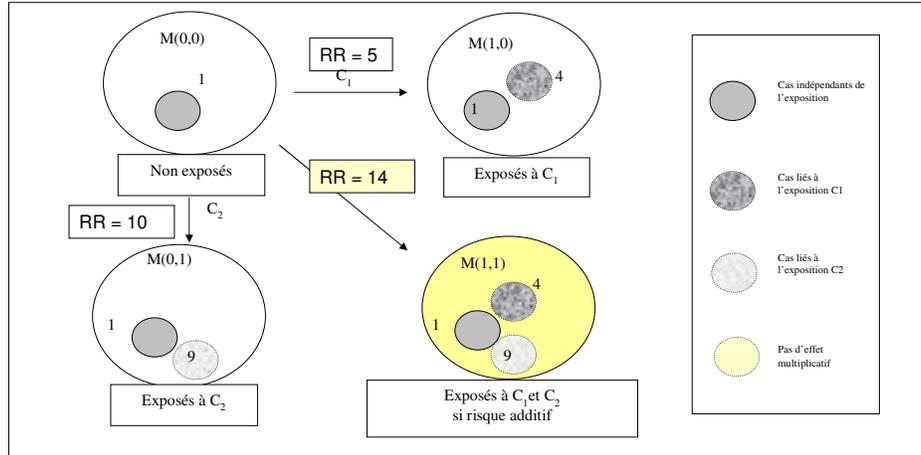
C'est une **conception statistique** qui représente au **niveau individuel** la probabilité que la personne puisse attribuer son problème à l'exposition qu'elle a subie.

Partant du calcul des proportions (cfr. figure précédente), on en arrive à considérer qu'un cas exposé est dû « à 80 % » à l'exposition à C<sub>1</sub>, et « à 20 % » au « bruit de fond », c'est-à-dire à l'ensemble des autres causes, probablement inconnues selon notre postulat ; ce sont ces « autres causes » qui aboutissent à observer un taux de base de 1 / 1000 dans une population non exposée à C<sub>1</sub>. (Total = 100%)

Dans le cas d'une pathologie monofactorielle (ou considérée comme telle), on notera la **similitude** entre les calculs de fraction étiologique du risque et de probabilité de causalité.

## Pathologie à étiologie double : modèle additif

Représentation des cas incidents dans une population non exposée et dans une population exposée à l'un ou l'autre facteur de risque, ainsi que dans une population exposée aux deux facteurs, dans le cas d'une pathologie à étiologie double.



## Pathologie à étiologie double : modèle additif

deux risques additifs :

dans ce cas, la probabilité de causalité est égale au quotient suivant :

$$PCa = \frac{(RRa - 1)}{(RRa - 1) + (RRb - 1) + 1}$$

## Pathologie à étiologie double : modèle additif

deux risques additifs :

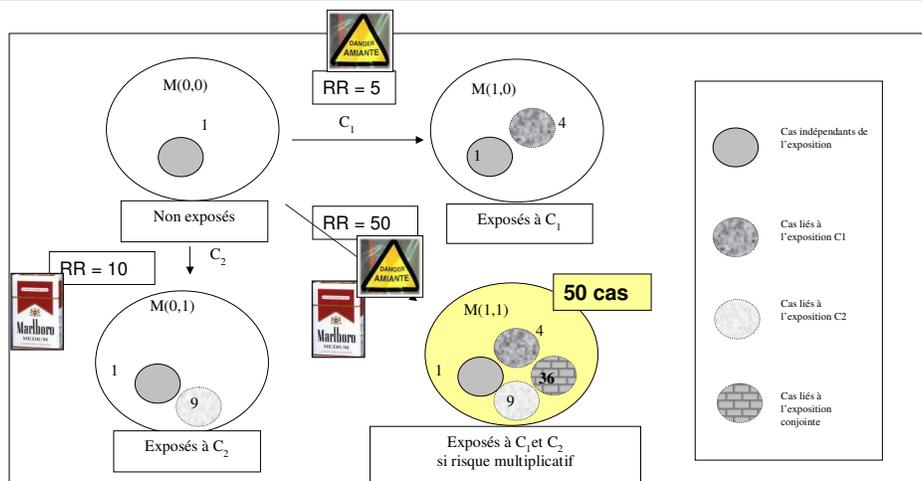
calcul appliqué :

$$PCa = \frac{(5 - 1)}{(5-1) + (10-1) + 1} = \frac{4}{4+9+1} = \frac{4}{14}$$

$$PCa = 0.286 \text{ ou } 28.6 \%$$

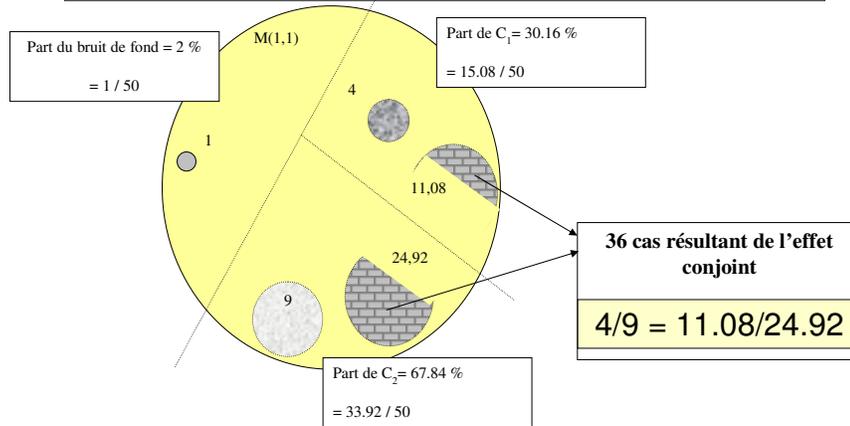
## Pathologie à étiologie double : modèle multiplicatif

Représentation des cas incidents dans une population non exposée et dans une population exposée à l'un ou l'autre facteur de risque, ainsi que dans une population exposée aux deux facteurs, dans le cas d'une pathologie à étiologie double.



## Pathologie à étiologie double : modèle multiplicatif

Figure 3 : Représentation des cas incidents dans une population exposée aux deux facteurs, dans le cas d'une pathologie à étiologie double, avec attribution probabiliste, proportionnelle au poids, des cas résultant de l'effet conjoint.



## Pathologie à étiologie double : modèle multiplicatif

$$PP_{C1} = \frac{(RR_{C1} - 1) + [(RR_{C1} - 1) * (RR_{C2} - 1)] * (RR_{C1} - 1) / [(RR_{C1} - 1) + (RR_{C2} - 1)]}{(RR_{C1} - 1) + (RR_{C2} - 1) + (RR_{C1} - 1) * (RR_{C2} - 1) + 1}$$

## Pathologie à étiologie double : modèle multiplicatif

Calcul appliqué à l'exemple choisi :

$$PP_{C1} = \frac{(5-1) + [(5-1) * (10-1)] * (5-1) / [(5-1) + (10-1)]}{(5-1) + (10-1) + (5-1) * (10-1) + 1}$$

$$PP_{C1} = \frac{(4) + [36] * (4) / [4] + (9)]}{(4) + (9) + (4) * (9) + 1} = \frac{4 + (4/13 * 36)}{50} = \frac{4 + 11,08}{50}$$

$$PP_{C1} = 15,08/50 = 0,3016 \text{ soit } 30,16 \%$$



R. LAGASSE - SSST - 6 mai 2011



## Tableau des probabilités de causalité en fonction des risques relatifs respectifs

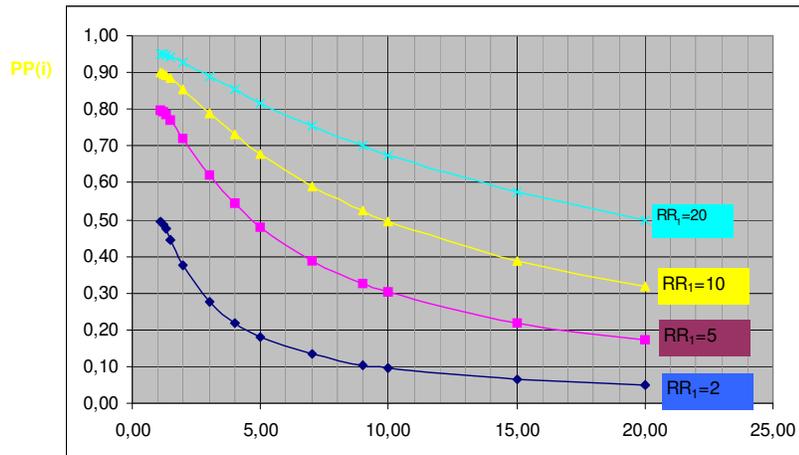
RR(i,0)	RR(0,non i)													
	1,10	1,20	1,30	1,50	2,00	3,00	4,00	5,00	7,00	9,00	10,00	15,00	20,00	
1,10	0,09	0,08	0,08	0,07	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
1,20	0,16	0,15	0,14	0,13	0,10	0,07	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
1,30	0,23	0,22	0,20	0,18	0,14	0,10	0,07	0,06	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01
1,50	0,33	0,32	0,30	0,28	0,22	0,16	0,12	0,10	0,07	0,05	0,05	0,03	0,03	0,02
2,00	0,50	0,49	0,47	0,44	0,38	0,28	0,22	0,18	0,13	0,10	0,10	0,06	0,06	0,05
3,00	0,66	0,66	0,65	0,62	0,56	0,44	0,37	0,31	0,24	0,19	0,18	0,12	0,12	0,09
4,00	0,75	0,74	0,73	0,71	0,66	0,55	0,47	0,41	0,32	0,27	0,24	0,17	0,17	0,13
5,00	0,80	0,79	0,79	0,77	0,72	0,62	0,54	0,48	0,39	0,33	0,30	0,22	0,22	0,17
7,00	0,86	0,85	0,85	0,84	0,80	0,71	0,64	0,58	0,49	0,42	0,39	0,30	0,30	0,24
9,00	0,89	0,89	0,88	0,87	0,84	0,77	0,71	0,65	0,56	0,49	0,47	0,36	0,36	0,29
10,00	0,90	0,90	0,89	0,88	0,86	0,79	0,73	0,68	0,59	0,52	0,50	0,39	0,39	0,32
15,00	0,93	0,93	0,93	0,92	0,90	0,86	0,81	0,77	0,69	0,63	0,60	0,50	0,50	0,42
20,00	0,95	0,95	0,95	0,94	0,93	0,89	0,85	0,82	0,75	0,70	0,68	0,57	0,57	0,50



R. LAGASSE - SSST - 6 mai 2011



## Illustration des probabilités de causalité en fonction des risques relatifs respectifs



1. Introduction :
2. Maladies professionnelles et maladies liées au travail
3. La causalité
4. Le passage au cas individuel = la probabilité de causalité
5. Conclusion

# CONCLUSION

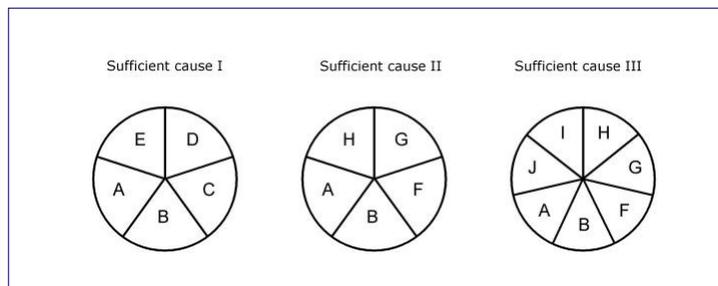
1. Etapes à parcourir pour conclure à une maladie liée au travail (M.L.T.):

- Établir un lien de causalité
- Déterminer le Risque Relatif et la Probabilité de Causalité
  - Si P.C.  $\geq 50\%$  → Mal Prof
  - Si P.C.  $< 50\%$  → M. L. T.

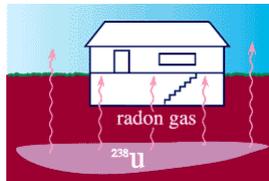
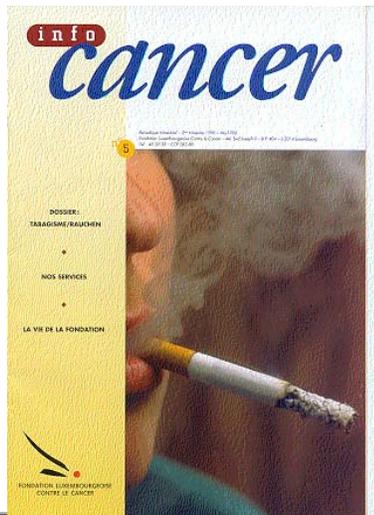
*Les maladies liées au travail sont des maladies qui, selon les connaissances médicales généralement admises, peuvent trouver leur cause dans une exposition à une influence nocive inhérente à l'activité professionnelle et supérieure à celle subie par la population en général sans que cette exposition dans des groupes de personnes exposées constitue **la cause prépondérante de la maladie***

# CONCLUSION

2. Approche relativement simple, sur le plan du calcul, mais difficulté de « nourrir » le modèle (autres causes)



## LE CANCER DU POUMON ET SES CAUSES



R. LAGASSE - SSST - 6 mai 2011



## CONCLUSION

3. Evolution attendue : diminution de plusieurs « maladies professionnelles historiques », accroissement des « M.L.T. »

En diminution  
(maladies spécifiques,  
expositions ciblées)

saturnisme  
hydrargyrisme  
charbon  
silicose du houilleur

En augmentation  
(causalité multiple,  
facteurs de risque ubiquitaires)

Maladies liées

- au stress
- aux travaux répétitifs
- au travail de nuit
- etc



R. LAGASSE - SSST - 6 mai 2011

