

# Chapitre 9

## L'analyse de risque

17/04/2006

Claude Saegerman



---

---

---

---

---

---

---

---

## L'analyse de risque

- L'analyse de risque
  - organiser les informations disponibles sur un sujet donné
  - les traduire en probabilités
  - en déduire logiquement des règles de décision.
- 1994 : accord SPS de l'OMC, établi par les accords de Marakech a pour objectif de limiter les entraves sanitaires et phytosanitaires aux échanges internationaux → libéralisation des échanges
  - => risque accrus
  - => développement d'une méthode permettant de prendre des décisions
  - => obligation de justifier scientifiquement les mesures sanitaires et phytosanitaires sur la base d'une évaluation de risque

17/04/2006

Claude Saegerman



---

---

---

---

---

---

---

---

## 1. Généralités

- Définition : l'analyse de risque

« une démarche scientifique faite dans le but d'identifier les dangers connus ou potentiels, d'en apprécier les risques, de les gérer et de communiquer à leur propos »

17/04/2006

Claude Saegerman



---

---

---

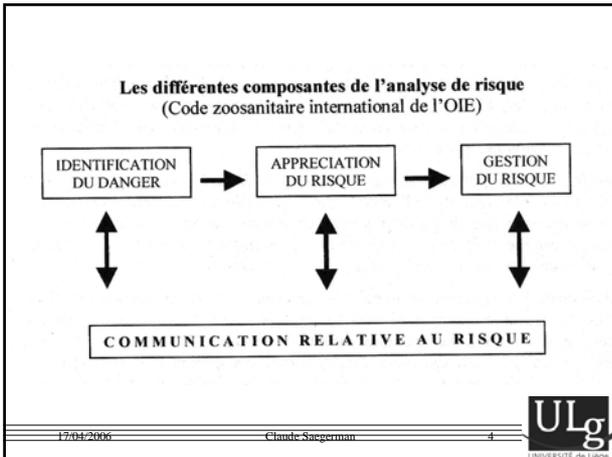
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

**1. Généralités**  
**A. Définition des principaux concepts**

□ 1. **Le danger (hazard)** : notion qualitative « tout agent biologique, chimique ou physique pouvant avoir un effet néfaste pour la santé ».

□ 2. **Le risque (risk)** : notion quantitative « probabilité de la survenue d'un danger, combinée à l'importance de ses conséquences indésirables ».

2

composantes :

- Fréquence d'occurrence
- Importance des conséquences

17/04/2006 Claude Saegerman 5

---

---

---

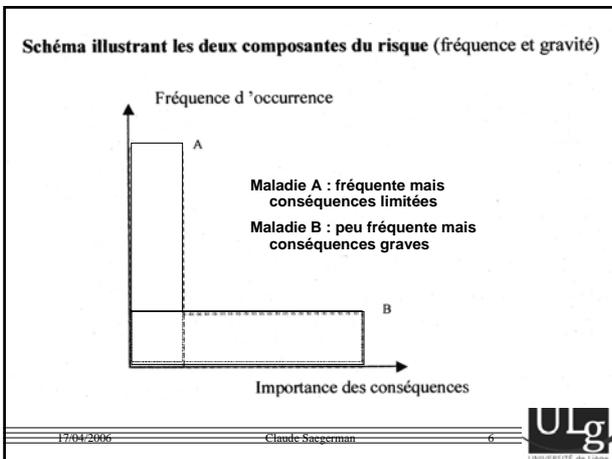
---

---

---

---

---




---

---

---

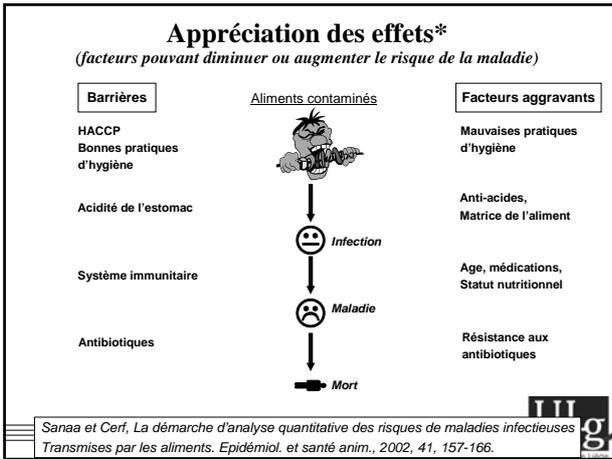
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## 1. Généralités

### A. Définition des principaux concepts

□ 3. Les composantes de l'analyse de risque :

- L'IDENTIFICATION DU DANGER :
  - » problème connu (ex. Salmonella)
  - » problème latent (ex. : Fièvre Q)
  - » problème nouveaux (ex. : myopathie atypique du cheval)
- L'APPRECIATION DU RISQUE :
  - » estimation du risque
  - » évaluation du risque : comparaison du niveau estimé avec le niveau jugé acceptable.
    - Probabilité d'émission + probabilité d'exposition -> probabilité de survenu du danger
    - Probabilité de survenue + conséquences sanitaires et économiques -> niveau estimé du risque

17/04/2006 Claude Saegerman 

---

---

---

---

---

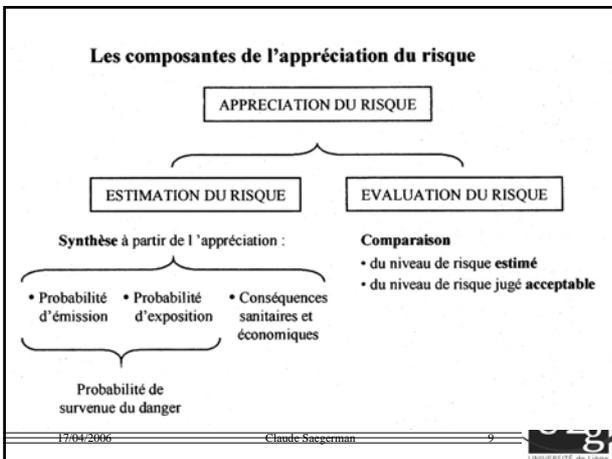
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## 1. Généralités

### A. Définition des principaux concepts

#### □ 3. Les composantes de l'analyse de risque

**ESTIMATION DU RISQUE** : « détermination, de manière qualitative ou quantitative, incluant l'incertitude afférente, de la probabilité de survenue d'un danger et des conséquences de ses effets néfastes dans une population donnée »

Estimation qualitative : conclusion type : risque négligeable, faible, modéré, élevé

Estimation quantitative : doit faire apparaître :

- les nombres estimés de troupeaux, d'animaux, et/ou personnes pouvant connaître des troubles de santé.
- l'incertitude afférente
- les aspects économiques correspondant

17/04/2006

Claude Saegerman

10



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## 1. Généralités

### A. Définition des principaux concepts

#### □ 3. Les composantes de l'analyse de risque

**ESTIMATION DU RISQUE** :

Appréciation de l'émission (release assessment) : « description et quantification de la probabilité d'émission dans l'environnement d'un agent pathogène à partir des animaux ou des produits d'origine animale soumis à l'analyse de risque »

Appréciation de l'exposition (exposure assessment) : « description et quantification de la probabilité d'exposition des être vivants et de l'environnement, à l'agent pathogène émis par les animaux ou les produits d'origine animale soumis à l'analyse de risque »

Appréciation des conséquences sanitaires et économiques : « description et quantification des effets néfastes, y compris les conséquences économiques, associés à l'agent pathogène pouvant être présent chez les animaux ou les produits d'origine animale soumis au risque »

17/04/2006

Claude Saegerman

11



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## 1. Généralités

### A. Définition des principaux concepts

#### □ 3. Les composantes de l'analyse de risque

**EVALUATION DU RISQUE** : « processus de comparaison du risque estimé, avec le niveau de risque jugé acceptable, en vue du jugement d'acceptabilité du risque considéré ou de la mise en place de mesures de diminution de ce risque »

- difficulté de détermination du risque acceptable

- si le risque estimé est inférieur au risque jugé acceptable, l'analyse de risque peut être arrêtée à ce stade.

- si le risque estimé est supérieur, le décideur peut décider d'arrêter l'analyse de risque et de fournir une réponse négative ou de passer à la phase de gestion du risque

17/04/2006

Claude Saegerman

12



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**1. Généralités**  
**A. Définition des principaux concepts**

- 3. Les composantes de l'analyse de risque
  - **LA GESTION DU RISQUE** : « processus d'identification, de sélection et de mise en œuvre de mesures permettant de réduire le risque ». 3 étapes :
    - » Définition des options de réduction du risque
      - ex Salmonellose : suivi d'élevage, mesures HACCP
    - » Estimation du risque réduit : probabilité de survenue du danger et de ses conséquences, une fois les options de réduction de ses conséquences mises en œuvre (à posteriori ou à priori => hypothèses sur l'efficacité)
    - » Evaluation du risque réduit : comparer le risque réduit grâce aux mesures mises en œuvre, avec le risque initial et surtout avec le risque acceptable.

17/04/2006

Claude Saegerman

13



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**1. Généralités**  
**A. Définition des principaux concepts**

**LA COMMUNICATION RELATIVE AU RISQUE** : « échange d'informations et d'opinions concernant le risque, entre les responsables de l'estimation du risque, les responsables de la gestion du risque et les autres parties intéressées (milieux professionnels et publics) »

La pierre angulaire de l'analyse de risque est la  
« détermination du risque acceptable »

17/04/2006

Claude Saegerman

14



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**1. Généralités**  
**B. Le risque acceptable**

- Risque acceptable : « niveau de risque jugé compatible, avec la santé, compte tenu d'un ensemble de données épidémiologiques, sociales et économiques »
- Difficultés dans la pratique :
  - pour qui le risque doit être acceptable (personnes âgées, immunodéprimées)
  - facteurs sociaux (tradition gastronomique : lait cru)
  - évolution avec le temps, le niveau de vie
  - perception par les individus variable (risque « actif » (choisi par l'individu) mieux accepté que le « passif »)

17/04/2006

Claude Saegerman

15



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

# 1. Généralités

## B. Le risque acceptable

- La détermination du niveau de probabilité d'introduction acceptable devrait prendre en compte :
  - gravité économique, sociale et/ou médicale de la maladie : proposer une fourchette acceptable de probabilité d'introduction en fonction de 3 caractéristiques :
    - » degré de transmissibilité
    - » caractère zoonosique
    - » pertes économiques entraînées
  - situation épidémiologique de la maladie dans le pays importateur

17/04/2006

Claude Saegerman

16




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Exemples de niveaux de probabilité annuelle d'introduction de l'agent pathogène pouvant être considérés comme acceptables, en fonction de la sévérité des conséquences de l'introduction de l'agent pathogène et de la situation épidémiologique du pays importateur.

Chaque niveau de probabilité est exprimé en nombre moyen d'années correspondant à une introduction de l'agent pathogène (entre parenthèses, probabilité théorique correspondante). Ainsi, pour une maladie à répercussions économiques très graves et une importation dans un pays indemne, la probabilité annuelle acceptable d'introduction de l'agent pathogène serait  $\leq 10^{-4}$ . Pour une maladie à répercussions économiques limitées et une importation dans un pays indemne, elle serait  $\leq 10^{-2}$ .

Situation épidémiologique du pays importateur	Maladies à répercussions		
	très graves	assez graves	limitées
Pays* indemne	$\approx 10\ 000$ ( $10^{-4}$ )	$\approx 1\ 000$ ( $10^{-3}$ )	$\approx 100$ ( $10^{-2}$ )
Pays* infecté	$\approx 1\ 000$ ( $10^{-3}$ )	$\approx 100$ ( $10^{-2}$ )	$\approx 10$ ( $10^{-1}$ )

\* ou zone  
( ) probabilité d'introduction

---

---

---

---

---

---

---

---

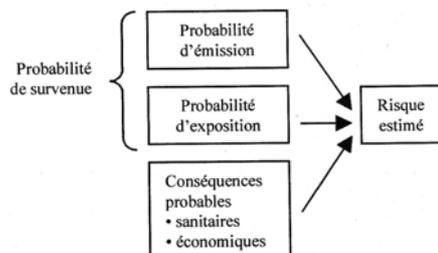
---

---

# 1. Généralités

## C. Les approches qualitatives et quantitatives

Les composantes de l'estimation du risque



17




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## 1. Généralités

### C. Les approches qualitatives et quantitatives

- Chacune de ces probabilités peut s'exprimer de manière qualitative ou quantitative
- Appréciation qualitative : n'inclut pas la quantification des paramètres, mais utilise des échelles descriptives :
  - négligeable : survenue possible que dans des circonstances exceptionnelles
  - faible : survenue peu élevée mais possible dans certaines circonstances
  - modéré : survenue nettement possible
  - élevé : fréquence de probabilité de survenue grande, constitue une probabilité nette.

17/04/2006

Claude Saegerman

19



---

---

---

---

---

---

---

---

## 1. Généralités

### C. Les approches qualitatives et quantitatives

- Appréciation quantitative : approche numérique. En cas d'informations manquantes, il convient de formuler des hypothèses.
- Les circonstances de choix :
  - Qualitative :
    - » évaluation initiale nécessitant un examen plus détaillé
    - » si les risques perçus ne nécessitent pas d'examen plus détaillé
    - » informations quantitatives manquantes
  - Quantitative : plus précise et moins subjective, plus complexe, nécessite la connaissance détaillée de tous les paramètres d'évaluation

17/04/2006

Claude Saegerman

20



---

---

---

---

---

---

---

---

## 1. Généralités

### C. Les approches qualitatives et quantitatives

- Avantages et inconvénients de chaque méthode :
  - méthode qualitative : plus simple, plus rapide, mais subjective (des techniques permettant d'intégrer l'incertitude existent toutefois; exemple : grille de Zepeda modifiée)
  - méthode quantitative : rigoureuse, permet une analyse de sensibilité de l'estimation par rapport aux hypothèses mais réservée à un nombre limité de cas (informations pas toujours disponibles et dans certains cas recours à des hypothèses souvent arbitraires)

**Conseil 1 : toujours commencer par une analyse qualitative**

**Conseil 2 : garder un esprit critique à toutes les étapes**

17/04/2006

Claude Saegerman

21



---

---

---

---

---

---

---

---

## 2. L'analyse de risque qualitative

- 3 parties : probabilité d'émission, d'exposition, conséquences
- Risques liés à la sécurité alimentaire :
  - Probabilité d'émission :
    - » prévalence de la contamination du produit
    - » qualité du système de surveillance ayant permis de connaître cette prévalence
    - » intensité de la contamination du produit
    - » évolution de l'intensité de cette contamination (lors de la conservation et de la préparation)
  - Probabilité d'exposition :
    - » fréquence de consommation
    - » quantité consommée par repas
    - » virulence de la souche en cause
    - » niveau immunitaire des consommateurs
    - » dose infectante
  - Conséquences : impacts sanitaire, social et économique



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## 2. L'analyse de risque qualitative

- Risques pour la santé animale :
  - Probabilité d'émission :
    - » nombre d'animaux importés
    - » prévalence annoncée dans le pays d'origine
    - » qualité des services vétérinaires et du réseau de surveillance dans le pays exportateur (majoration éventuelle de la prévalence annoncée)
    - » mesures de lutte dans le pays exportateur
  - Probabilité d'exposition :
    - » mécanisme de transmission et facteurs de survie du pathogène
    - » potentialité de contamination dans le pays importateur
    - » mesures préventives à destination
    - » présence de vecteurs et de réservoirs potentiels dans le pays importateur
  - Conséquences : impacts économiques et sanitaire (si zoonose)



17/04/2006

Claude Saegerman

23

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## 2. L'analyse de risque qualitative

- Chaque paramètre est décrit et les informations sont collectées pour aboutir à une des 4 appréciations
- Les différentes parties sont ensuite combinées 2 par 2
  - survenue du danger combinée à la probabilité d'émission et d'exposition
  - conséquences - impact sanitaire et économique
  - estimation qualitative du risque combinée à la probabilité de survenue des conséquence
  - en s'appuyant sur une grille de Zepeda



17/04/2006

Claude Saegerman

24

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Grille de Zepeda, 1998

Probabilité de l'événement 2	Probabilité de l'événement 1			
	Négligeable	Faible	Modérée	Elevée
Négligeable	Négligeable	Faible	Faible	Modérée
Faible	Faible	Faible	Modérée	Modérée
Modérée	Faible	Modérée	Modérée	Elevée
Elevée	Modérée	Modérée	Elevée	Elevée

17/04/2006

Claude Saegerman

25




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## 2. L'analyse de risque qualitative

- Risques liés à la sécurité alimentaire :
  - négligeable : consommation sans restriction
  - faible : autorisation à la consommation avec des mesures de réduction du risque
  - modéré : évaluer les mesures de réduction du risque, leur efficacité et leurs possibilités de réalisation avant d'autoriser la consommation
  - élevé : interdiction de la consommation (retrait du marché)
  
- Risques pour la santé animale liés à l'importation d'animaux
  - négligeable : pas de restriction
  - faible : autorisation de l'importation avec mesures de réduction du risque
  - modéré : évaluation soignée des mesures de réduction du risque avant d'autoriser l'importation
  - élevé : refus d'importation

17/04/2006

Claude Saegerman

26




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## La grille de Zepeda modifiée permet de tenir compte des incertitudes

Exemple : Rage des Chiroptères en France métropolitaine

	Nu	Nu à N	N	N à F	F	F à M	M	M à E	E
Nu	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu
Nu à N	Nu	Nu à N	N	N	N				
N	Nu	Nu à N	Nu à N	Nu à N	Nu à N	N	N	N	N à F
N à F	Nu	Nu à N	Nu à N	Nu à N	N	N	N	N à F	F
F	Nu	Nu à N	Nu à N	N	N	N	N à F	F	F
F à M	Nu	Nu à N	N	N	N	N à F	F	F	F
M	Nu	N	N	N	N à F	F	F	F	F à M
M à E	Nu	N	N	N à F	F	F	F	F à M	M
E	Nu	N	N à F	F	F	F	F à M	M	M

Légende : Nulle = Nu, N = Négligeable, F = Faible, M = Modérée et E = Elevée

Anonyme (2003) - Rapport sur la rage des Chiroptères en France métropolitaine réalisé par un groupe de travail du Comité d'expert spécialisé « santé animale » de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments. 70 p. -> <http://afssa.fr/>

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## 2. L'analyse de risque qualitative

- Exemple d'analyse de risque qualitative : virus de la fièvre catarrhale du mouton (blue-tongue) lors d'importation de laine brute de mouton à partir de pays infecté :
  - Probabilité d'émission négligeable car le virus est en faible quantité dans les sécrétions et excréments des animaux infectés. La contamination de la laine est donc peu probable.
  - Probabilité d'exposition : négligeable car le virus ne survit que peu de temps en dehors des animaux ou des vecteurs.
  - Conclusion : probabilité de survenue du danger : négligeable (application de la grille de Zepeda)

17/04/2006

Claude Saegerman

28




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Autre exemple d'utilisation (Hendriks et al., 2001\*)

<b>Probabilité d'introduction</b>	Risque :	
• Prévalence réelle de la maladie dans les 2 pays frontaliers :	FAIBLE	} FAIBLE
• Niveau d'échange d'animaux entre les pays frontaliers et la RCA :	MODERE	
• Capacité de survie du virus dans l'environnement des pays frontaliers :	NEGLIGEABLE	
<b>Risque d'exposition</b>	Risque :	
• Potentialité de contamination des animaux centrafricains	FAIBLE	} MODERE
• Probabilité de diffusion de l'épizootie	MODEREE	
• Survie et installation du virus en Centrafrique	FAIBLE	
<b>Conséquence</b>	Risque :	MODERE
<b>Conclusions :</b>		MODERE
• Faible x Modéré x Modéré = utiliser la grille de Zepeda		
• Signification : événement possible → je dois prendre toutes les mesures de restriction possibles !!!		

\* Analyse quantitative du risque d'épizootie de peste bovine en république centrafricaine (RCA) à partir du Tchad et du Soudan. *Epidémiol. et santé anim.*, 2001, 40, 83-94




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## 3. L'analyse de risque quantitative

- Objectif : estimation quantifiée du risque global
  - si le risque estimé est inférieur au risque jugé acceptable, l'analyse de risque peut s'arrêter à ce stade
  - si le risque estimé est supérieur, arrêt de l'analyse et réponse négative OU phase de gestion du risque

17/04/2006

Claude Saegerman

30




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### 3. L'analyse de risque quantitative

#### A. Estimation de la probabilité moyenne d'introduction de l'agent

##### □ 1. Notions de base

- Définir le scénario des différentes phases et le risque de présence de l'agent pathogène
- Récolter les informations correspondant à chaque phase du scénario, leur degré de fiabilité et leurs limites de variation
- Traitement des informations pour aboutir à la quantification du risque

17/04/2006

Claude Saegerman

31



---

---

---

---

---

---

---

---

### 3. L'analyse de risque quantitative

#### A. Estimation de la probabilité moyenne d'introduction de l'agent

##### □ Informations nécessaires :

- épidémiologie descriptive
- épidémiologie analytique (durée du portage, réservoirs)
- prophylaxie : moyens d'identification et de lutte
  - » se, sp des tests
  - » efficacité des mesures de prophylaxie

##### □ Traitement des informations

- Calcul de probabilité :  $P(A) = \frac{\text{Cas intéressants}}{\text{Cas possibles}}$ 
  - » Pour 2 événements indépendants et non exclusifs
    - $P(A \text{ et } B) = P(A) * P(B)$
- Arbre de probabilité

17/04/2006

Claude Saegerman

32



---

---

---

---

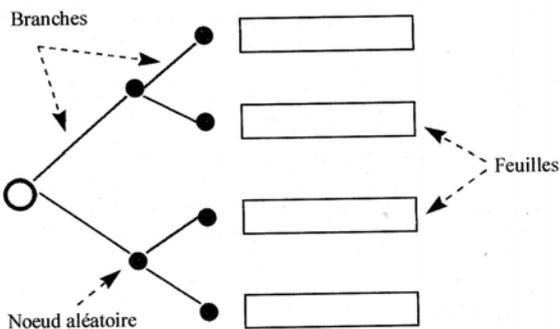
---

---

---

---

#### Terminologie utilisée pour un arbre de probabilité



17/04/2006

Claude Saegerman

33



---

---

---

---

---

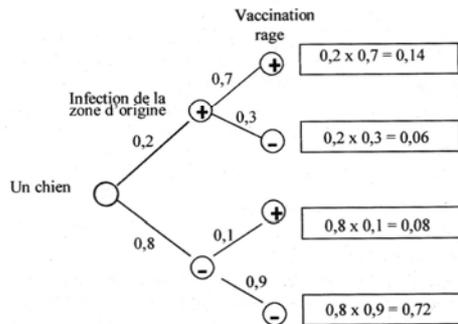
---

---

---

**Exemple d'arbre de probabilité fondé sur la zone d'origine d'un chien et la vaccination antirabique**

Si les probabilités sont celles mentionnées sur les branches, la probabilité d'obtenir par tirage au sort d'un chien dans ce pays, un chien issu de la zone d'enzootie et vacciné contre la rage, est de 0,14 ou 14 p. cent. La probabilité d'obtenir par tirage au sort un chien vacciné contre la rage est de 0,22 (ou 22 p. cent), c'est-à-dire : 0,14 + 0,08.




---

---

---

---

---

---

---

---

**3. L'analyse de risque quantitative**

**A. Estimation de la probabilité moyenne d'introduction de l'agent**

□ **2. Probabilité d'introduction de l'agent par une unité**

- Animaux vivants : 1 unité = 1 animal
- produits d'origine animal, calcul pour estimer le nombre d'animaux correspondant.

□ Taux de prévalence instantanée : n/N

» n : nombre d'animaux malades à l'instant t (prévalence instantanée)

» N : nombre de sujets de la population réceptive

Si des animaux sont importés à différents moments, c'est la prévalence instantanée à ces différents moments qu'il faut prendre en compte

$P_{inst} = i \cdot d$     i = incidence naturelle

d = durée

17/04/2006

Claude Stegerman

35




---

---

---

---

---

---

---

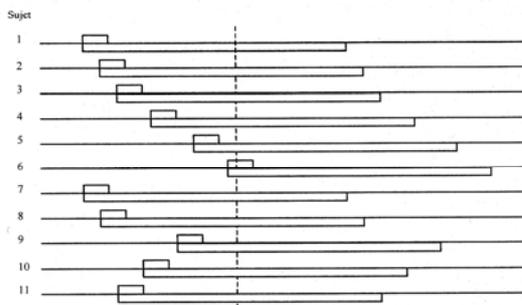
---

**Illustration de la relation entre la prévalence et la durée d'une maladie**

L'incidence des deux maladies M<sub>1</sub> et M<sub>2</sub> est la même dans une zone donnée. La maladie M<sub>1</sub> dure dix fois moins longtemps que la maladie M<sub>2</sub>. La prévalence (et le taux de prévalence) de la maladie M<sub>2</sub> est dix fois plus forte (en moyenne) que celle de la maladie M<sub>1</sub>.

□ Maladie M<sub>1</sub>    □ Maladie M<sub>2</sub>

Sur le schéma, le taux de prévalence instantanée de M<sub>1</sub> est : 1 et celui de M<sub>2</sub> est : 11




---

---

---

---

---

---

---

---

### 3. L'analyse de risque quantitative

#### A. Estimation de la probabilité moyenne

##### d'introduction de l'agent

- Ex : pour une maladie apparaissant tout au long de l'année, si 300 cas apparaissent au cours de l'année et que chaque cas évolue pendant 1 mois,  $P_{inst} = 300 \cdot 1/12 = 25$  : on peut dire que 25 cas seraient présents à tout moment

- $Tx P_{inst} = Tx i \cdot d$ 
  - $Tx P_{inst}$  : taux de prévalence instantanée
  - $Tx i$  : taux d'incidence annuelle
  - $d$  : durée

- Si 300 cas étaient apparus dans une population de  $10^6$  animaux :  
 $Tx P_{inst} = 300 \cdot 10^{-6} \cdot 1/12 = 2,5 \cdot 10^{-5}$

La connaissance de l'incidence et du temps moyen de maladie ou de portage de l'agent pathogène est donc capitale pour calculer le taux de prévalence instantanée moyenne correspondant à la P d'avoir un individu malade ou porteur, par tirage au sort d'un animal de la population

17/04/2006

Claude Saegerman

39



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### 3. L'analyse de risque quantitative

#### A. Estimation de la probabilité moyenne

##### d'introduction de l'agent

- Prévalence apparente et prévalence probable
  - Estimation du risque  $\Leftrightarrow$  connaissance de la prévalence de l'agent pathogène dans le pays exportateur.
  - Prévalence réelle inconnue  $\Rightarrow$  prévalence apparente (expression clinique, dépistage) mais varie avec la qualité de la surveillance épidémiologique, des tests de dépistage  $\Rightarrow$  coefficient  $\rightarrow$  prévalence probable
    - » le coefficient utilisé est estimé ou adapté à une évaluation des services vétérinaires (d'autant plus élevé que l'évaluation est mauvaise)
    - »  $Pp = Pa \cdot QSV \cdot Qép$  Pas encore de standardisation

Pp : prévalence probable

Pa : prévalence annoncée

QSV : coefficient de qualité des services vétérinaires (1 = optimal 10 = mauvais)

Qép : coeff. de qualité de la surveillance épidémiologique de la maladie (1 = optimal 10 = mauvais)

17/04/2006

Claude Saegerman

39



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### 3. L'analyse de risque quantitative

#### A. Estimation de la probabilité moyenne

##### d'introduction de l'agent

- Facteurs modulant la probabilité :
  - Les caractéristiques des produits importés peuvent modifier la probabilité d'introduction de l'agent :
    - » animaux issus d'élevages surveillés, soumis à un dépistage
    - » d'âge, de sexe, de race leur conférant un statut particulier
    - » procédés de fabrication du produit (cuisson, salage)
- Expression des résultats :
  - probabilité moyenne d'introduction de l'agent pathogène
    - » inconvenient : imprécision  $\Rightarrow$  établir une fourchette : estimer une valeur minimale et maximale
    - » On peut exprimer le résultat en nombre d'années nécessaires pour l'introduction d'un agent pathogène ( $10^{-4}$  correspondant à l'introduction de l'agent pathogène en 10000 ans, et  $8,3 \cdot 10^{-4} = 10000/8,3 = 1200$  : tous les 1200 ans)

17/04/2006

Claude Saegerman

39



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### 3. L'analyse de risque quantitative

#### A. Estimation de la probabilité moyenne d'introduction de l'agent

##### □ 3. Probabilité d'introduction de l'agent par n unités

- Plus le nombre d'unités importées augmente, plus la probabilité d'introduction de l'agent pathogène est élevée

17/04/2006

Claude Saegerman

40



---

---

---

---

---

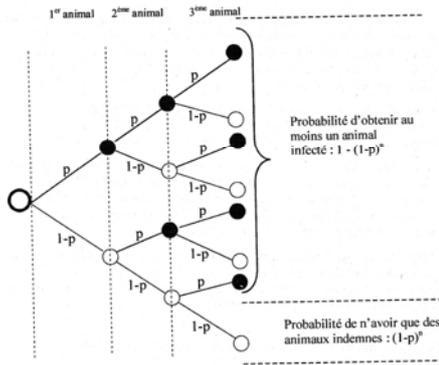
---

---

---

#### Schéma représentant les probabilités de résultats lors de tirage au sort d'animaux

Le taux de prévalence instantanée de la maladie est p. Le chemin du bas sur le schéma indique la probabilité de n'obtenir que des animaux non infectés.



---

---

---

---

---

---

---

---

### 3. L'analyse de risque quantitative

#### A. Estimation de la probabilité moyenne d'introduction de l'agent

##### □ La probabilité d'introduction de l'agent pathogène (PIA) c'est la probabilité d'avoir au moins une unité animale importée infectée est :

- $PIA = 1 - (1-p)^n$ 
  - » p : taux de prévalence instantanée
  - » n : nombre d'unités animales importées

##### □ Pour des $P < 10^{-2}$ , on peut simplifier :

- $PIA = np$

17/04/2006

Claude Saegerman

42



---

---

---

---

---

---

---

---

### 3. L'analyse de risque quantitative

#### A. Estimation de la probabilité moyenne d'introduction de l'agent

- Ex :
  - $p = 2,2 \cdot 10^{-6}$
  - $n = 1000$
  - $PIA = 1000 \cdot 2,2 \cdot 10^{-6} = 2,2 \cdot 10^{-3}$
- La P d'introduire au moins un animal infecté par importation d'un lot de 1000 animaux tirés au sort est de 1 introduction par 454 années (1000/2,2)
- Pour obtenir le nombre maximal d'unités pouvant être importées
  - Risque acceptable :  $10^{-3}$
  - Risque maximal estimé pour 1 unité animale :  $2 \cdot 10^{-5}$
  - Nbre maximal d'unités pouvant être importées :  $\frac{10^{-3}}{2 \cdot 10^{-5}} = 50$

17/04/2006

Claude Saegerman

43



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Exemple concret concernant la brucellose bovine\*

Voir fichier excel annexé

Sanaa M. et al. Appréciation quantitative des risques : exemple d'utilisation de la méthode de simulation de Monte-Carlo. *Epidémiol. et santé anim.*, 2002, 41, 145-155.



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



17/04/2006

Claude Saegerman

45



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---