



# Chapitre 1. Epidémiologie descriptive

## 1.2 Etudes longitudinales

Karine Chalvet-Monfray

# Introduction

- **Objectif** : obtenir une image instantanée (prévalence) ou sur une période (incidence et taux d'incidence) d'un phénomène de santé :
  - estimer ponctuellement et par intervalle un taux d'incidence global
  - estimer ponctuellement et par intervalle un taux d'incidence pour une période de temps fixe (ex. mensuelle, annuelle)



## Objectifs C5

- Connaître le principe du calcul du taux d'incidence et le distinguer du calcul d'incidence
- Comprendre la signification d'un sujet-temps.
- Savoir calculer des taux d'incidence pour une étude global ou pour une période donnée.



# Plan du cours

1. Rappel sur les enquêtes et les indicateurs
2. Etudes longitudinales et taux d'incidence
3. Taux d'incidence dans des cas particuliers



# 1. Rappel sur les études et les indicateurs

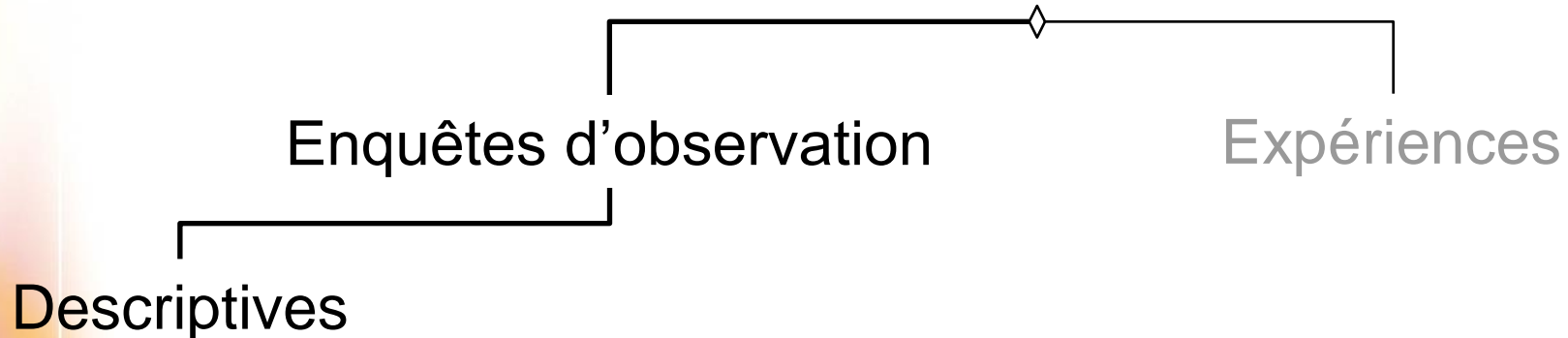
1.1. Etudes en épidémiologie

1.2. Distinction entre prévalence et incidence

+ cf cours 3  
et 4



# 1.1. Etudes en épidémiologie



1 pop

- Transversale ↔ • **Prévalence**
- Longitudinale ↔ • **Incidence**



# 1. Rappel sur les études et les indicateurs

1.1. Etudes en épidémiologie

1.2. Distinction entre prévalence et incidence

+ cf cours 3  
et 4

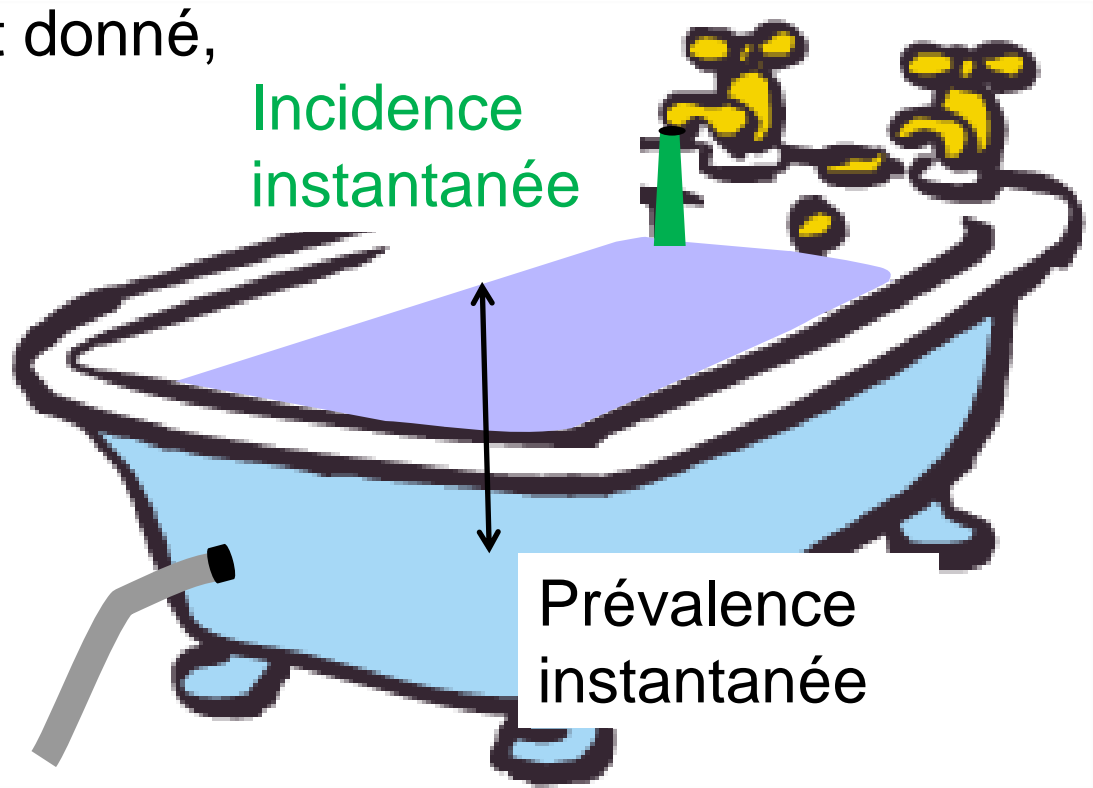


# 1.2. Distinction entre prévalence et incidence

... où encore une histoire de baignoire qui fuit

A un instant donné,

Incidence  
instantanée



Prévalence  
instantanée

Guérison  
instantanée

Attention quelles unités ?

Prévalence instantanée : Nombre de cas

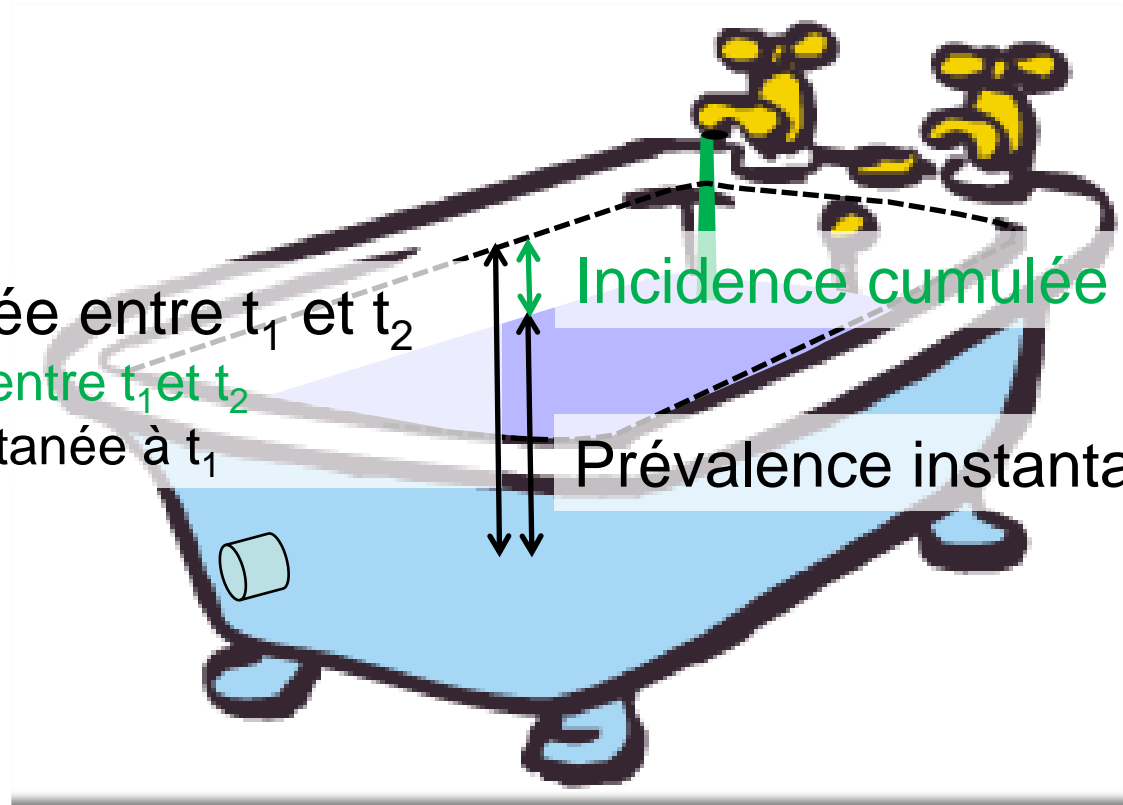
Incidence instantanée : Nombre de nouveaux cas par unité de temps





# Une baignoire que l'on bouche entre $t_1$ et $t_2$

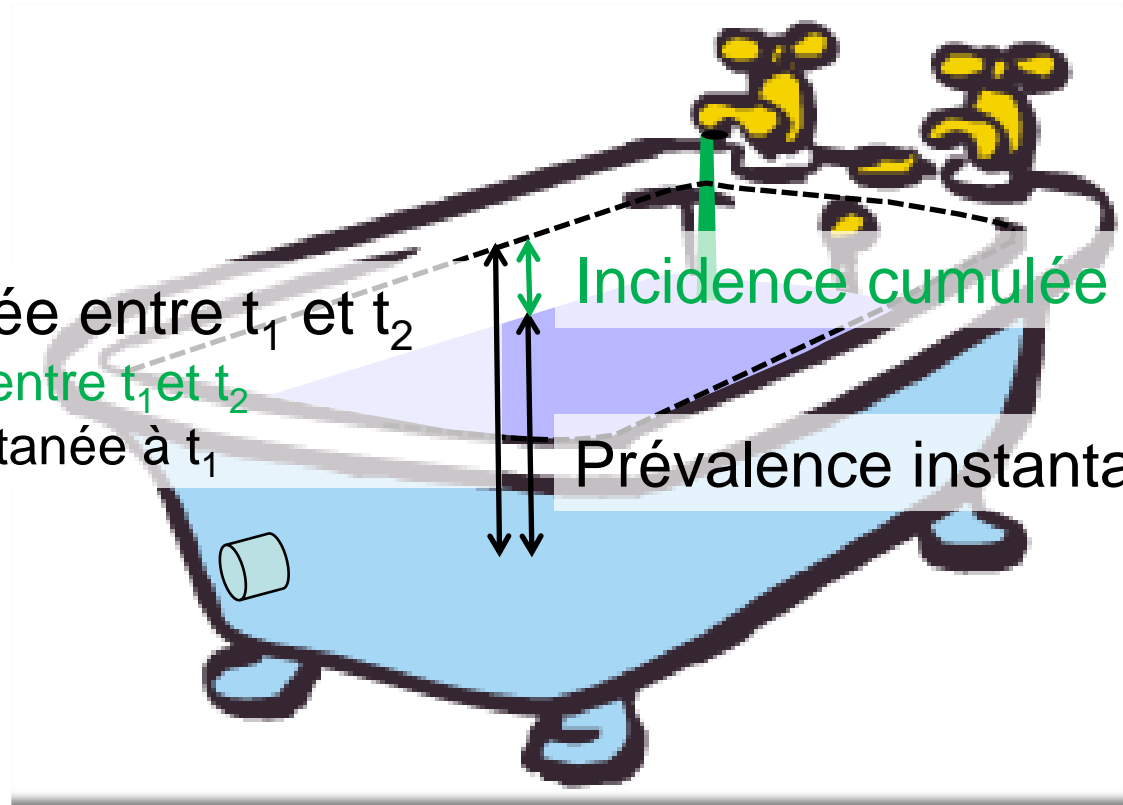
Prévalence cumulée entre  $t_1$  et  $t_2$   
= Incidence cumulée entre  $t_1$  et  $t_2$   
+ Prévalence instantanée à  $t_1$



$t_1$  et  $t_2$  représentent les limites de la période étudiée (par ex. du 1/1 au 31/12 dans le cas de prévalence et incidence annuelles). On peut aussi envisager des calculs trimestriels, mensuels, hebdomadaires...

# Une baignoire que l'on bouche entre $t_1$ et $t_2$

Prévalence cumulée entre  $t_1$  et  $t_2$   
= Incidence cumulée entre  $t_1$  et  $t_2$   
+ Prévalence instantanée à  $t_1$



Attention quelles unités ?

Prévalence cumulée : Nombre de cas pour une période

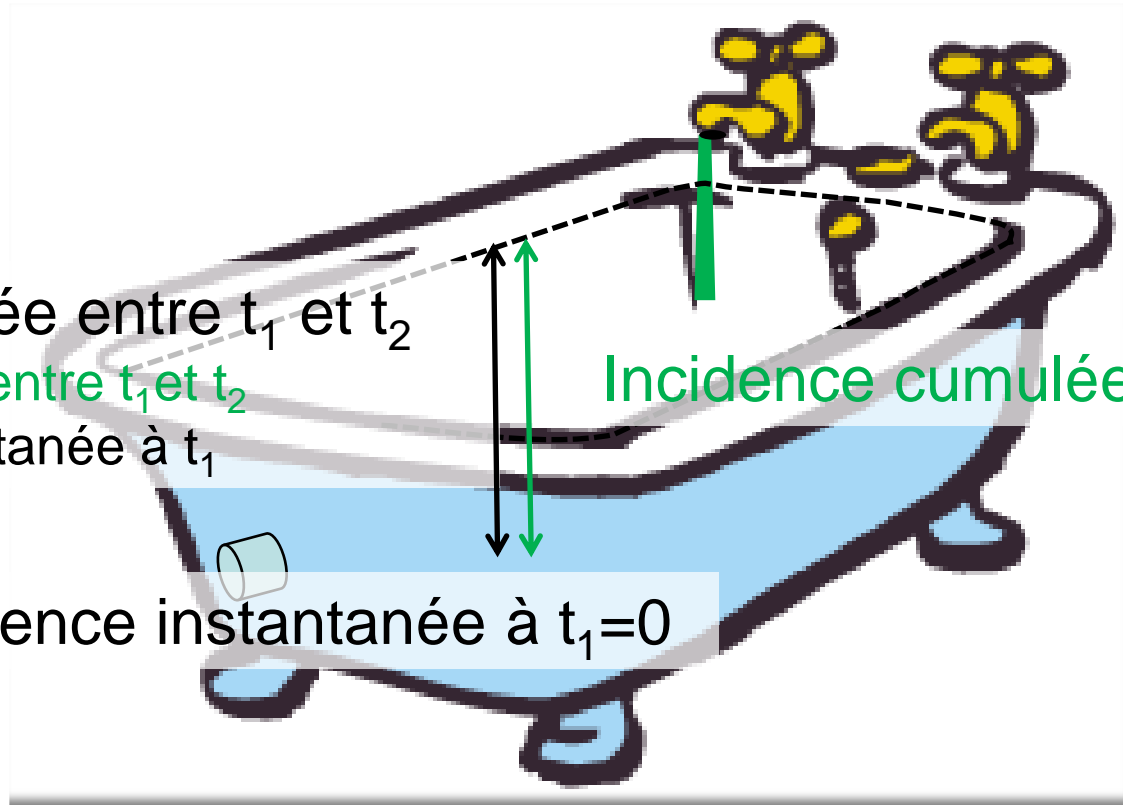
Incidence cumulée : Nombre de nouveaux cas par période

Imaginons que la baignoire était vide à  $t_1$ .

Prévalence cumulée entre  $t_1$  et  $t_2$   
= Incidence cumulée entre  $t_1$  et  $t_2$   
+ Prévalence instantanée à  $t_1$

Incidence cumulée entre  $t_1$  et  $t_2$

Or, la Prévalence instantanée à  $t_1=0$



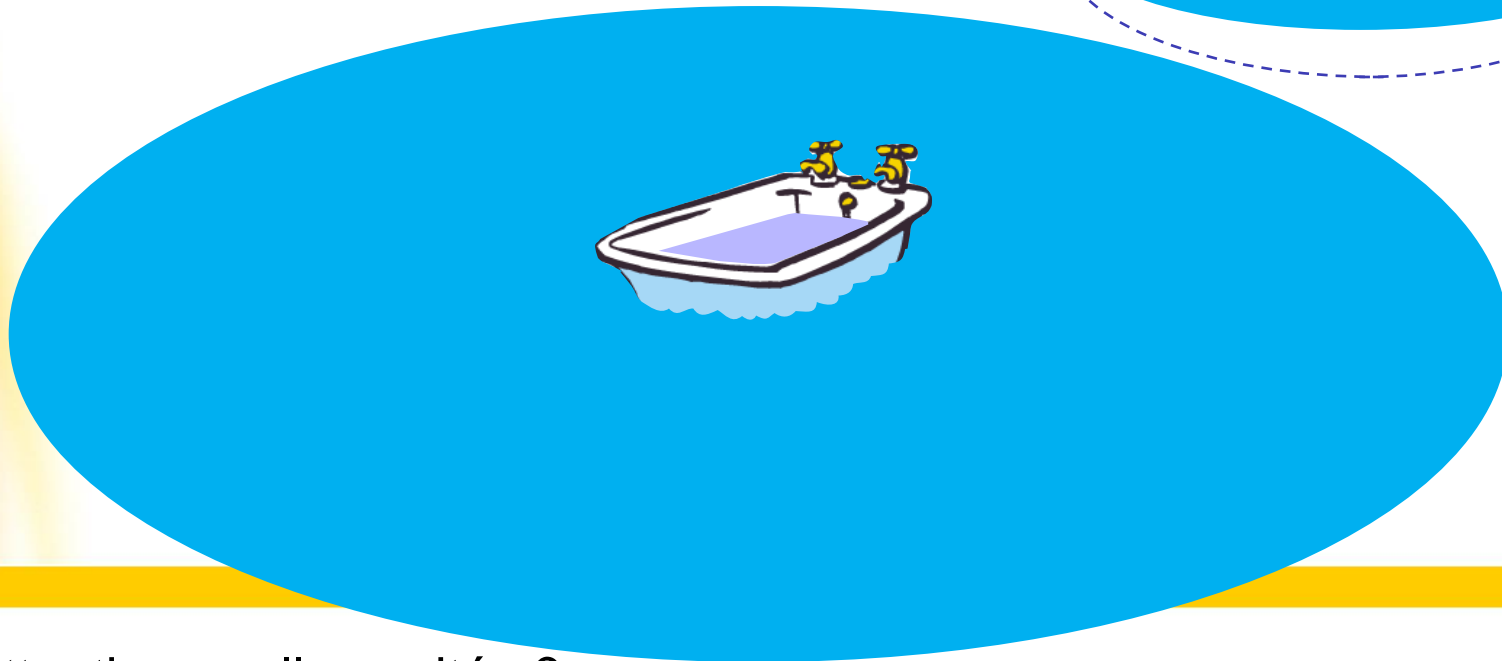
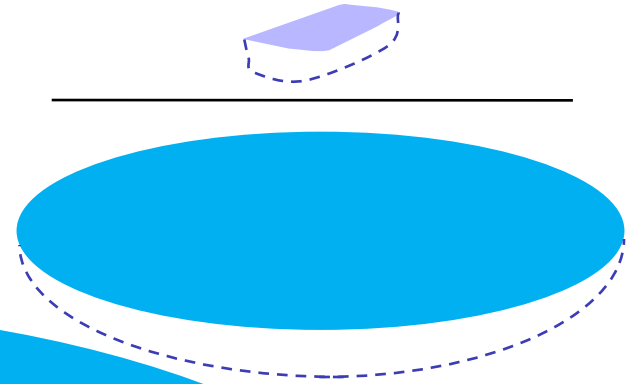
Dans ce cas particulier, la prévalence cumulée est égale à l'incidence cumulée (à l'unité près)

# Rappel : différence entre prévalence instantanée et taux de prévalence (instantanée)

prévalence instantanée =



taux de prévalence =  
(instantanée)



Attention quelles unités ?

Prévalence instantanée :

Nombre de cas

Taux de prévalence instantanée :

Pourcentage

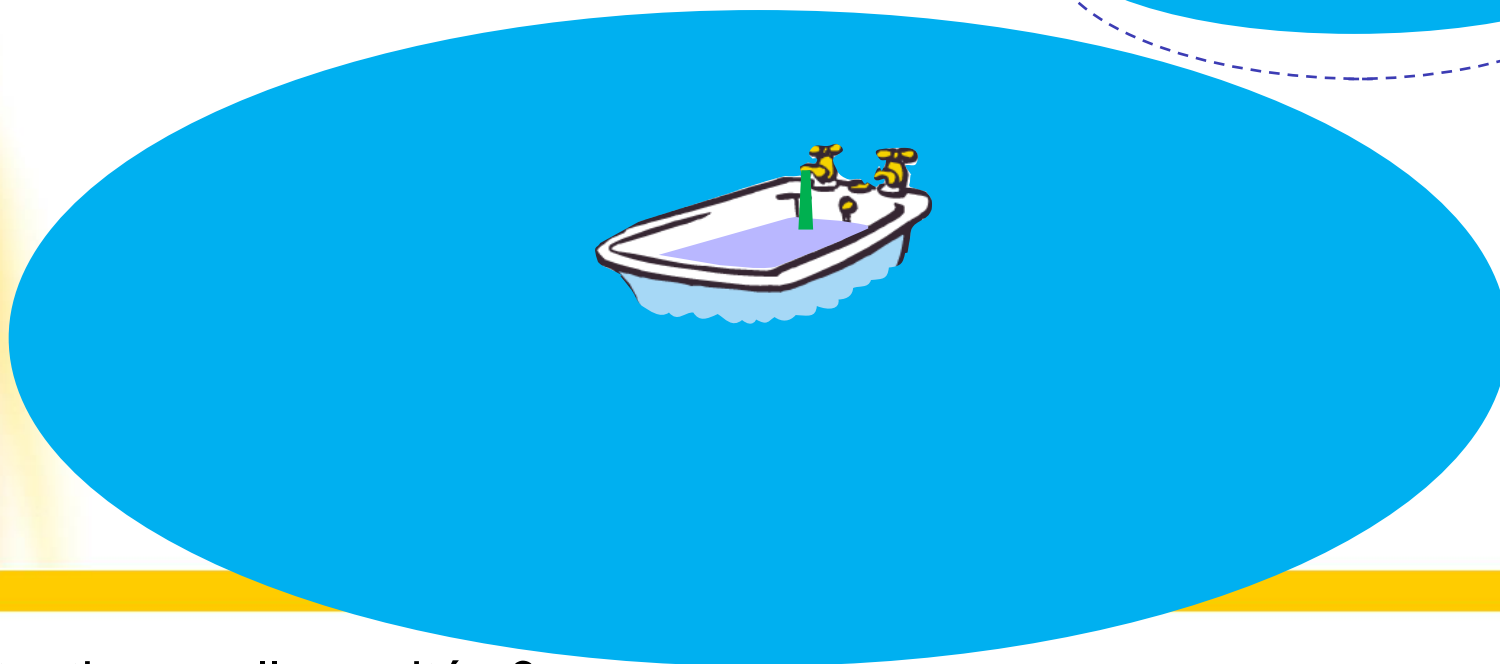
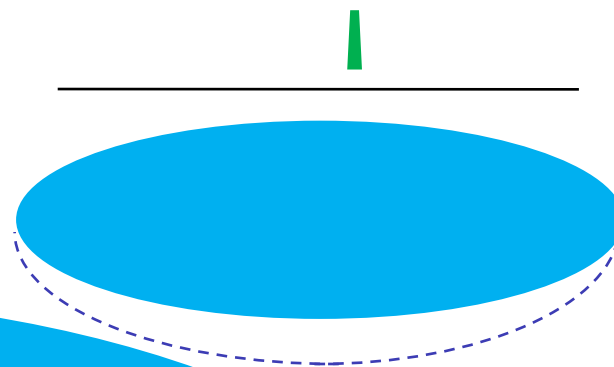


# Différence entre incidence instantanée et taux d'incidence instantanée

incidence instantanée =



taux d'incidence =  
instantanée



Attention quelles unités ?

Incidence instantanée :

Nombre de nouveaux cas par unité de temps

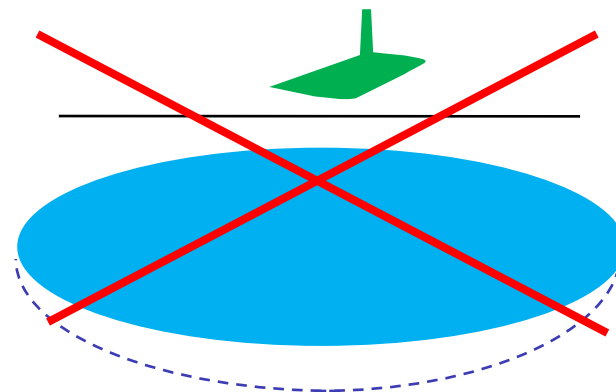
Taux d'incidence instantanée : Nombre de nouveaux cas par **sujet-temps**

# Différence entre incidence cumulée et taux d'incidence (cumulée) durant une période

incidence cumulée =

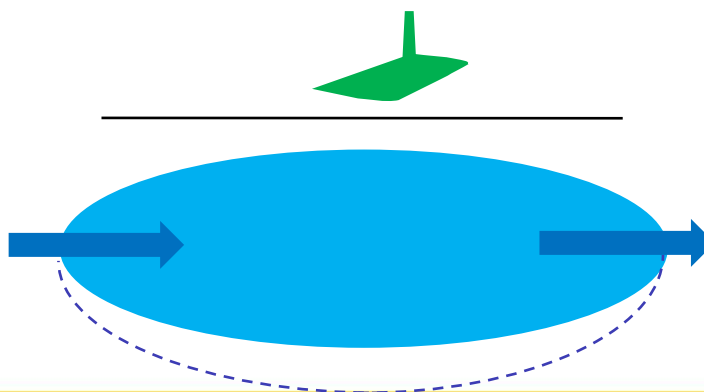


taux d'incidence =  
(cumulée)



taux d'incidence =  
(cumulée)

Entrée dans l'étude



Sortie de l'étude



Attention quelles unités ?

Incidence cumulé :

Nombre de nouveaux cas par période

Taux d'incidence (cumulé) :

Nombre de nouveaux cas par **sujet-temps**

# Plan du cours

1. Rappel sur les enquêtes et les indicateurs
2. Etudes longitudinales et taux d'incidence
3. Taux d'incidence dans des cas particuliers



## 2. Etudes longitudinales et taux d'incidence

2.1. Etudes longitudinales

2.2. Nombres de sujet-temps

2.3. Taux d'incidence



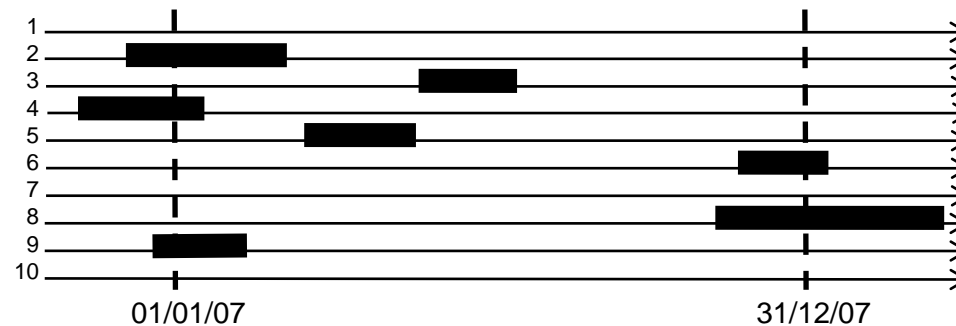


## 2.1. Etudes longitudinales

Dans un monde parfait, reprenons l'exemple du taux de prévalence

$$P = \frac{N_m}{N} \quad \text{avec } N_m : \text{effectif de malades à l'instant } t$$
$$N : \text{effectif total à l'instant } t$$

Dans l'exemple suivant :  Épisode de maladie



$$P_{01/01/07} = \frac{3}{10}$$

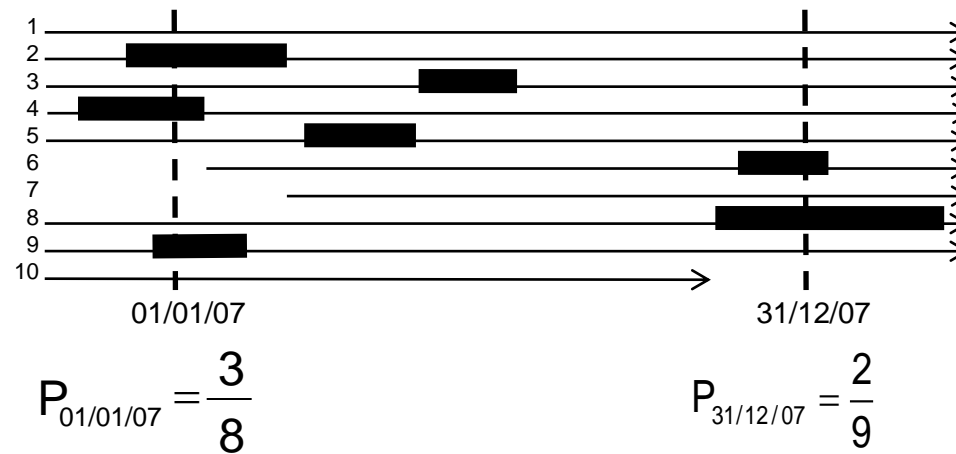
$$P_{31/12/07} = \frac{2}{10}$$

## 2.1. Etudes longitudinales

Dans un monde pas parfait ....

Dans l'exemple suivant :

■ Épisode de maladie




Trivial ? Et pourtant....

## En aparté :

# Intervalle de confiance du taux de Prévalence

- Si l'effectif de l'échantillon est petit par rapport à la population totale ( $<1/10N$ ) :

- la distribution de  $P$  qui est une **fréquence** suit toujours une loi binomiale et l'on peut toujours calculer l'Intervalle de Confiance avec le logiciel . -> binom.test()

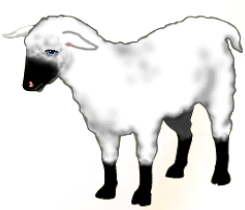
- Une valeur approchée peut être obtenue en utilisant l'approximation par loi normale :

$$P \pm u_{1-\alpha/2} \sqrt{\frac{P(1-P)}{N}} \text{ avec pour IC à 95\% } \alpha=0.05 \text{ et } u_{1-\alpha/2}=1.96$$

- Conditions d'application  $NP$  et  $N(1-P) \geq 20$  c'ad  $N_m$  et  $N-N_m \geq 20$

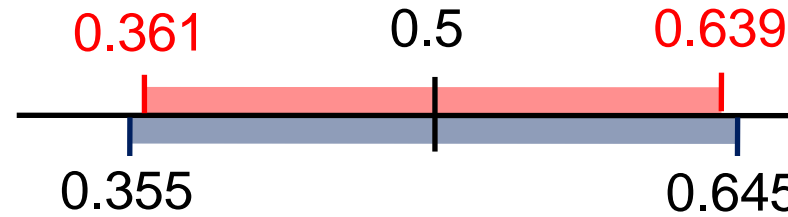
- Si l'effectif de l'échantillon est grand par rapport à la population totale ( $>1/10N$ ), la distribution de  $P$  suit une loi hypergéométrique (Hors Programme).



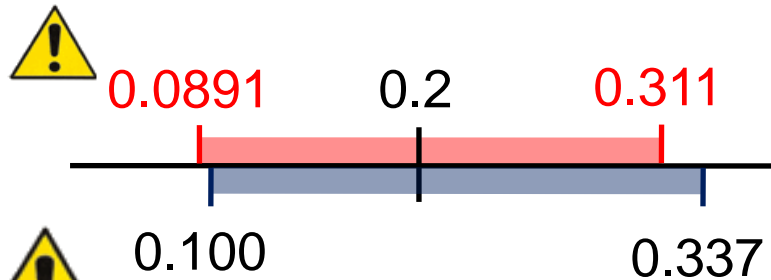


Exemple : IC bilatéral à 95% dans un échantillon de 50 ovins ( $N=50$ ) selon le nombre de malades ( $N_m$ ) et la loi utilisée.

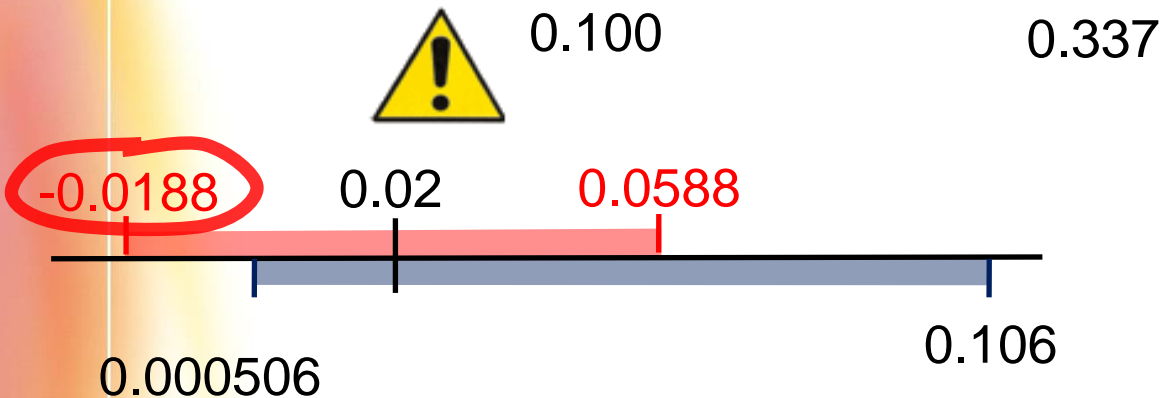
•  $N_m=25$



•  $N_m=10$



•  $N_m=1$

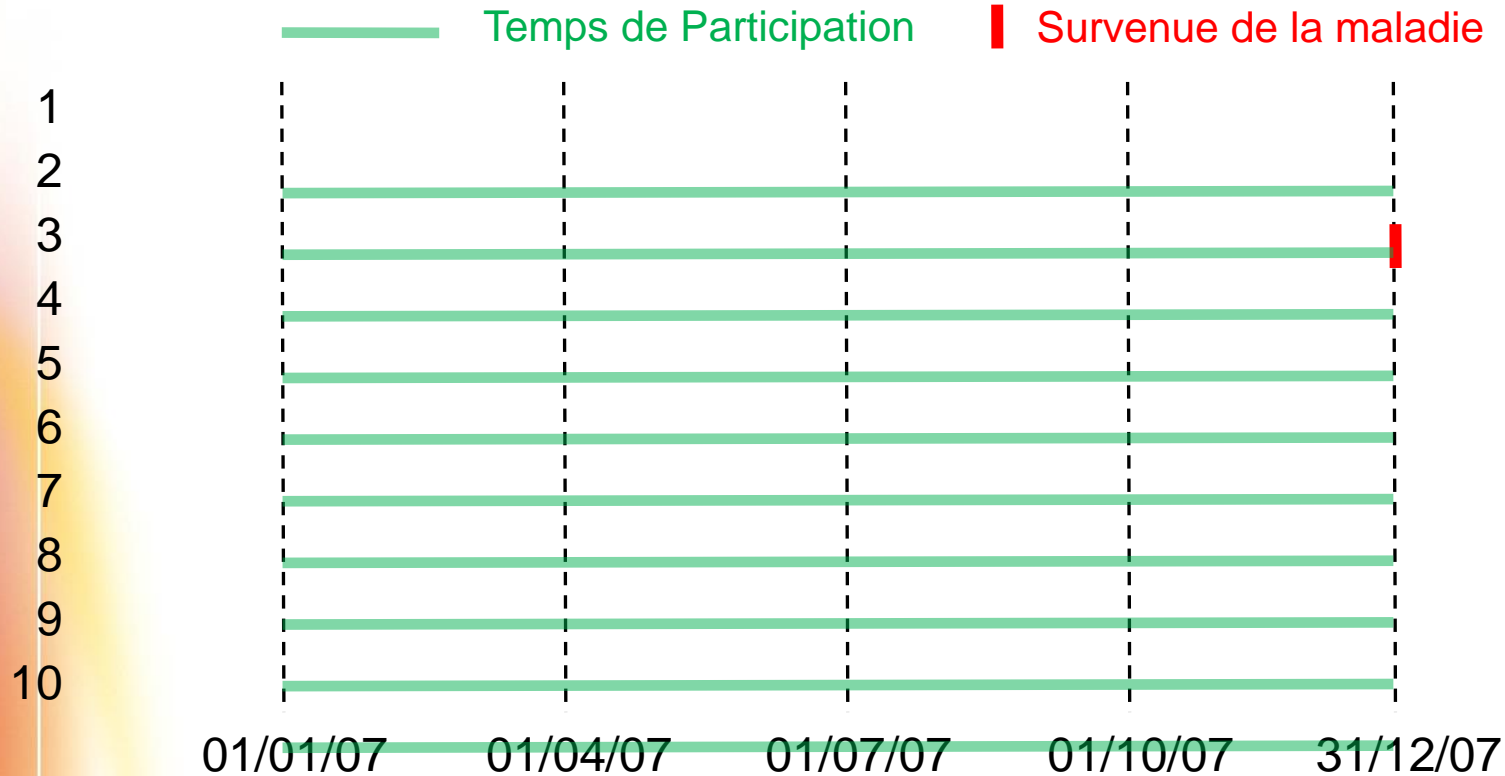


IC à 95% bilatéral avec la loi normale

IC à 95% bilatéral avec la loi binomiale

## 2.1. Etudes longitudinales (toujours)

Dans un monde parfait, prenons l'exemple du taux d'incidence



Tous les sujets ont été observés pendant la même durée (1 an).

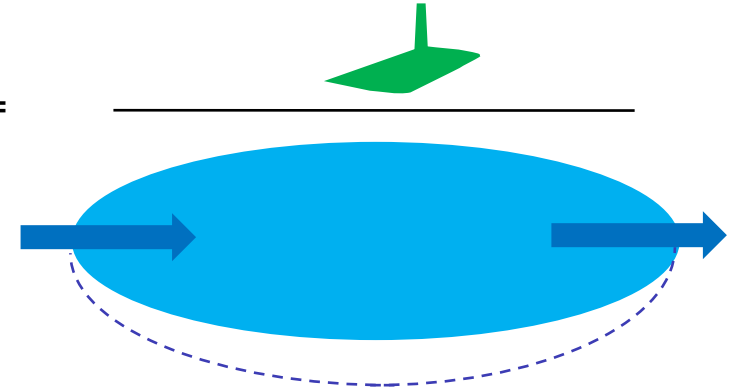
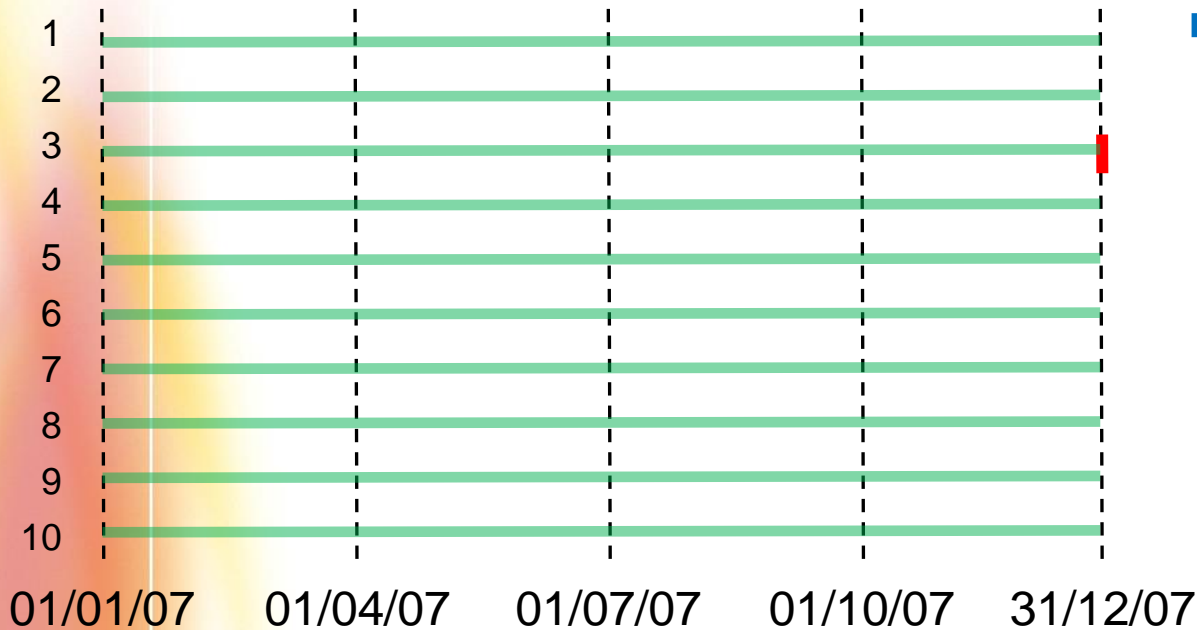


Le nombre de sujet – temps ( $N_{st}$ ) est de 10 sujets-années

# Rappel de la diapo 12

incidence (cumulée) =

taux d'incidence =  
(cumulée)

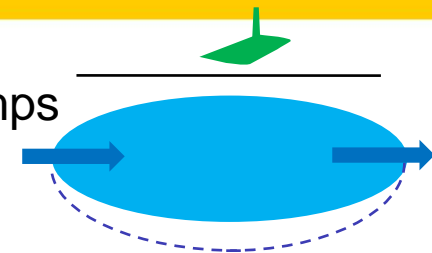


Incidence : Nombre de nouveaux cas par période

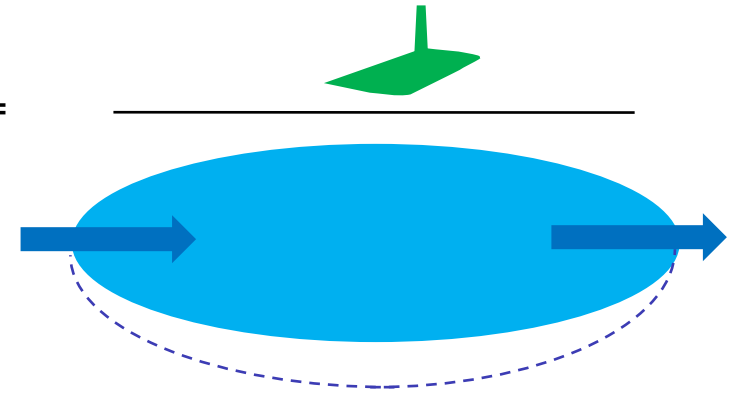
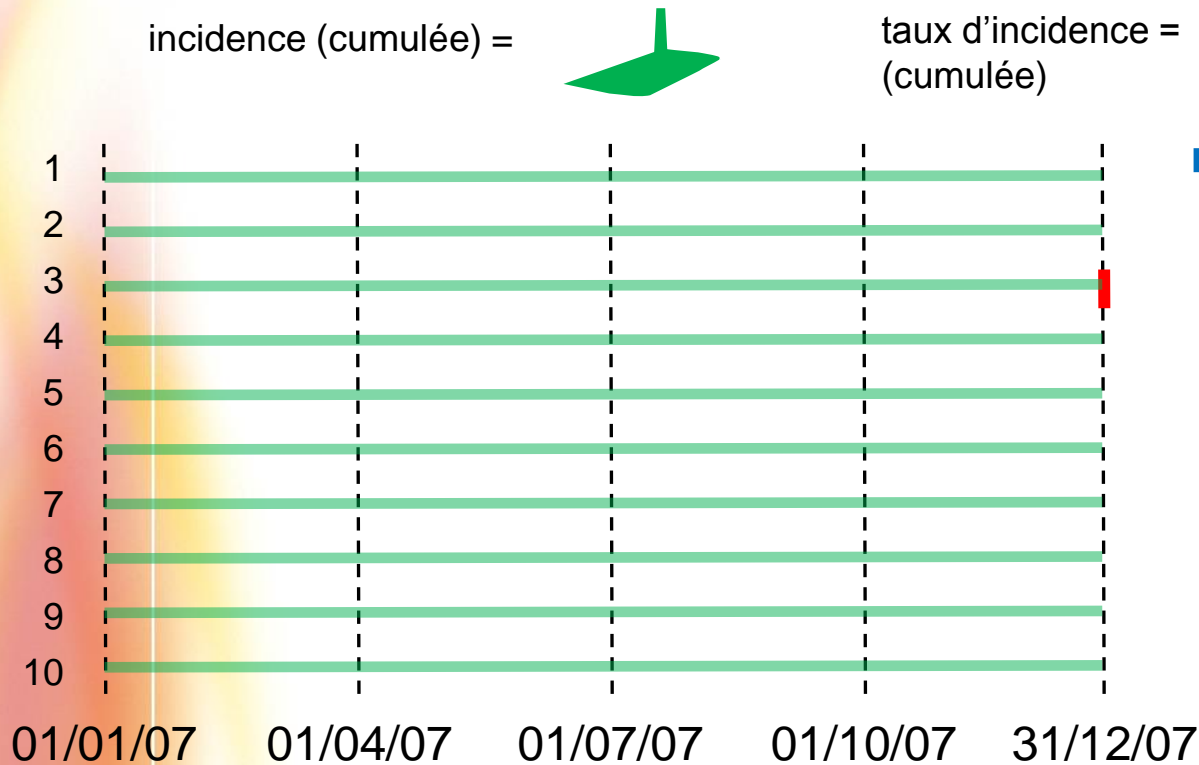
= 1 cas par an



Taux d'incidence : Nombre de nouveaux cas par sujet-temps  
= 1 cas par 10 sujets-année



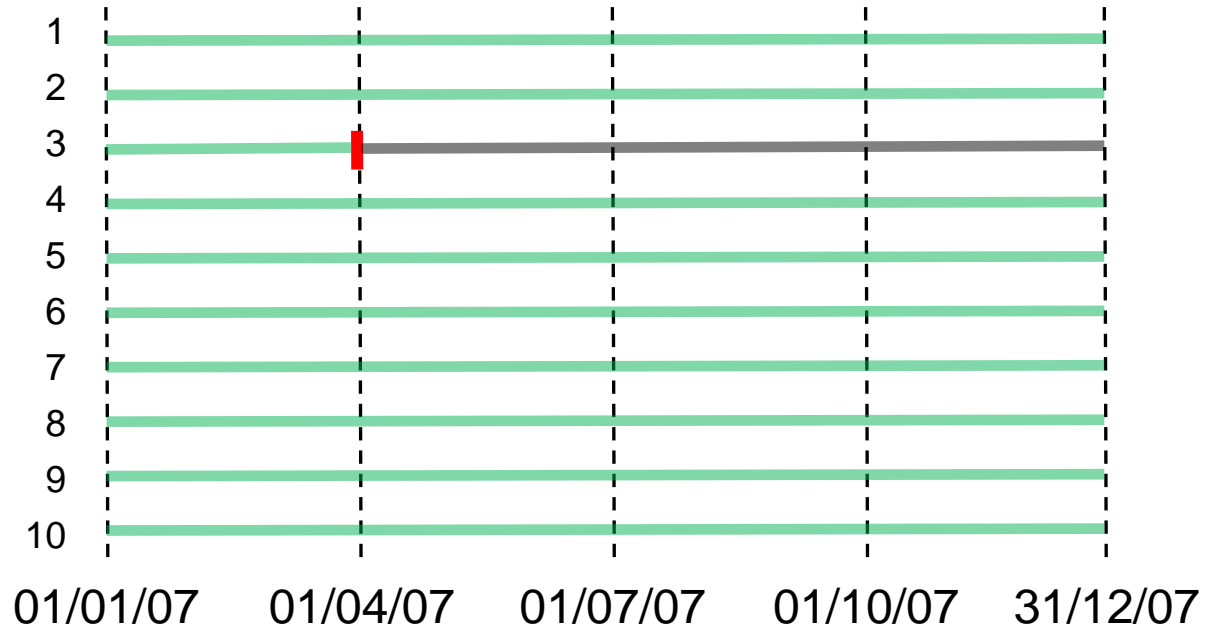
# Mais là, c'était le monde parfait...



Incidence : Nombre de nouveaux cas par période  
= 1 cas par an



# Que vaut dans ce cas le nombre de sujet-temps ?





## 2. Etudes longitudinales et taux d'incidence

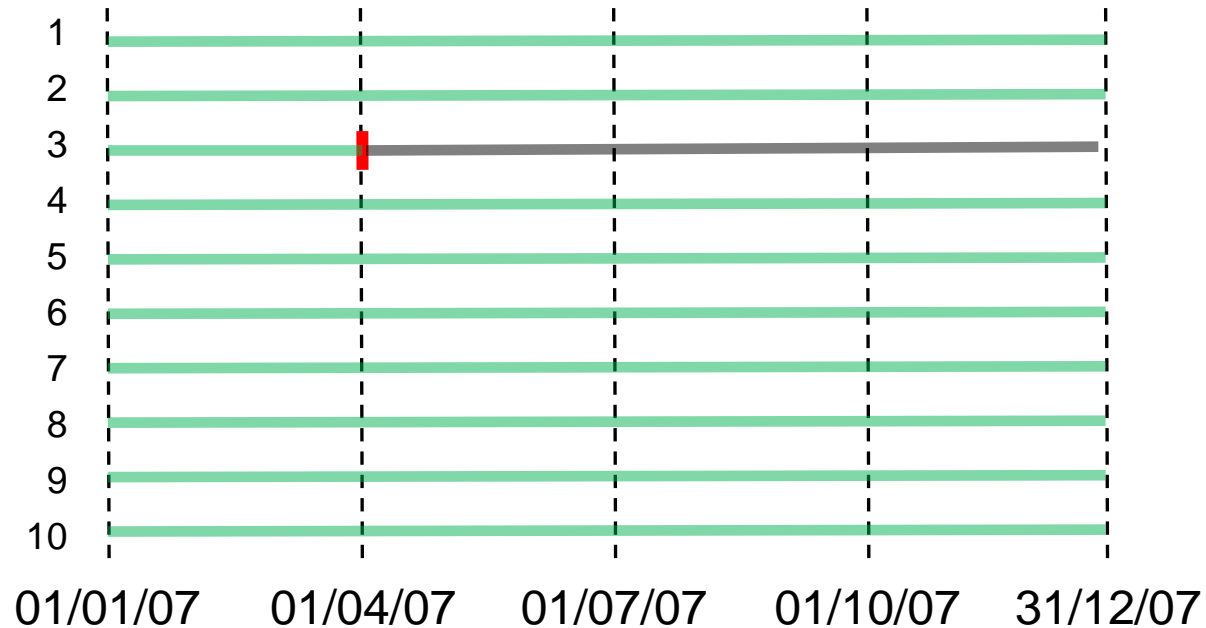
2.1. Etudes longitudinales

2.2. Nombres de sujet-temps

2.3. Taux d'incidence

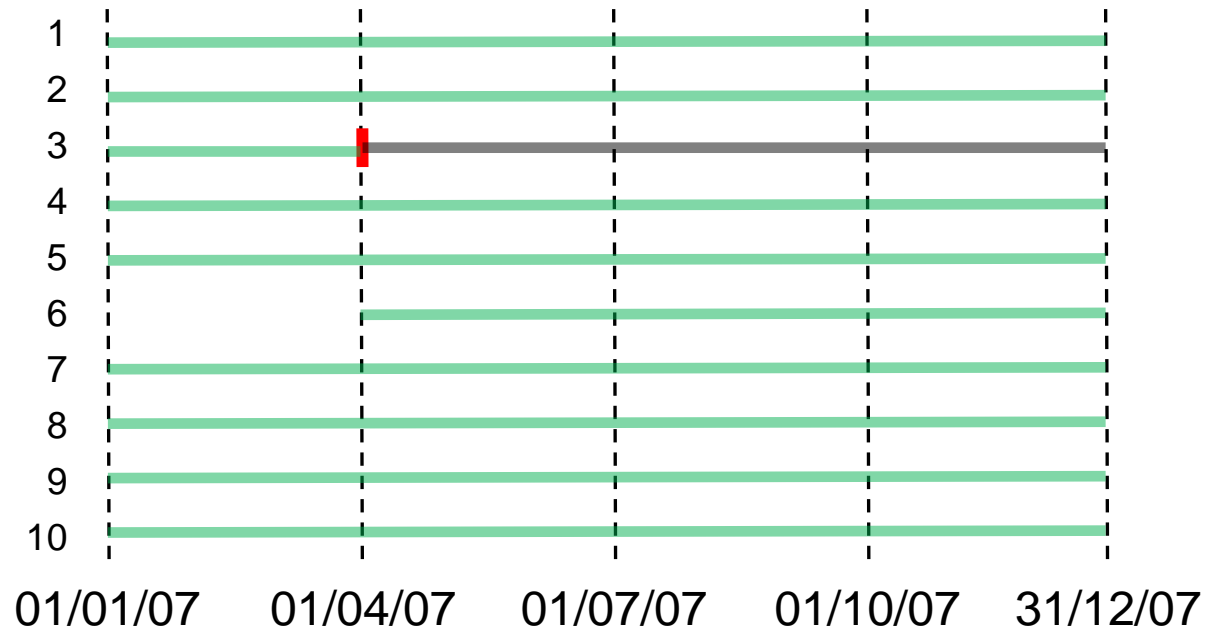


## 2.2. Le nombre de sujet-temps



Le nombre de sujet – temps ( $N_{st}$ ) est de 9.25 sujets-années

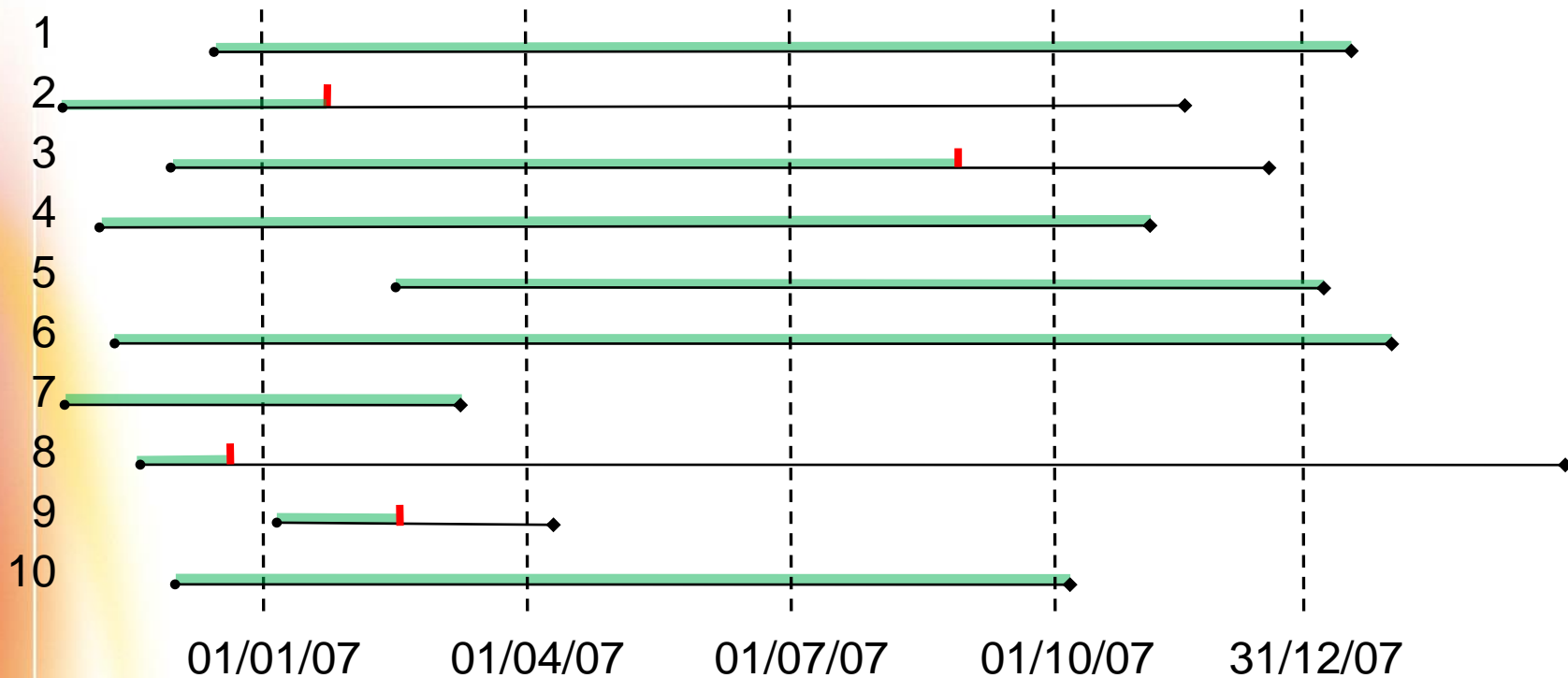
# Que vaut dans ce cas le nombre de sujet-temps ?



Le nombre de sujet – temps ( $N_{st}$ ) est de 9 sujets-années

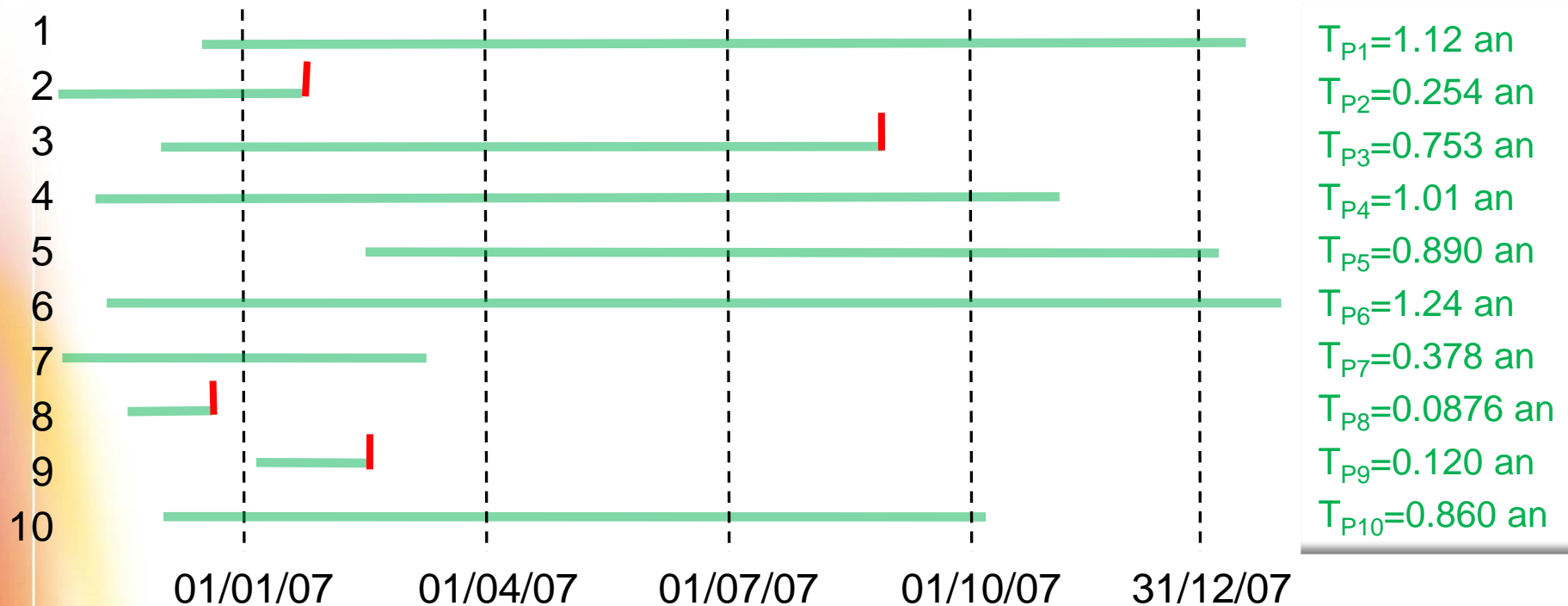
# Que vaut dans ce cas le nombre de sujet-temps ?

- Date d'Origine (DO)
- ◆ Date de Dernières Nouvelles (DDN)
- Survenue de la maladie (DM)
- Temps de Participation ( $T_p$ )



Visualisons dans le temps pour 10 sujets leurs entrées et sorties de l'étude ainsi que leur éventuelle survenue de la maladie. 28

Le nombre de sujet- temps est la somme des temps de participation.



Tous les sujets n'ont pas le même poids, ils n'ont pas été observés pendant la même durée.

La durée d'observation cumulée des sujets non malades ( $N_{st}$ ) est de 29

$$N_{st} = \sum_{i=1}^{10} T_{Pi} = 6.71 \text{ sujets - années}$$



## 2. Etudes longitudinales et taux d'incidence

2.1. Etudes longitudinales


2.2. Nombres de sujet-temps


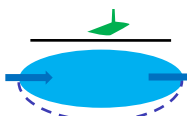
2.3. Taux d'incidence



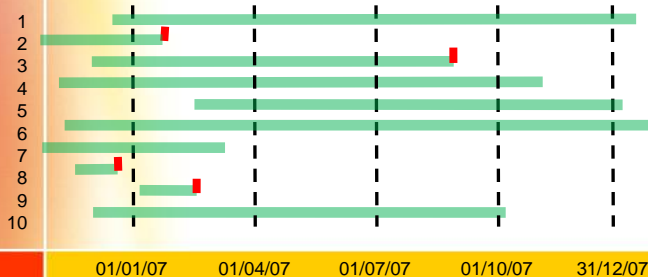
## 2.3. Taux d'incidence

Le taux d'incidence est la vitesse moyenne de production de nouveaux cas durant une période de temps.



$$I = \frac{N_{nm}}{N} = \frac{N_{nm}}{N_{st}}$$



Dans l'exemple précédent :



$$I = \frac{N_{nm}}{N_{st}} = \frac{4}{6.71} = 0.596 = 5.96 \text{ cas pour } 10 \text{ sujet-années} \neq \frac{4}{10} 31$$



# Changement d'unité de temps

- Si l'on souhaite passer d'une unité en sujet-année en sujet-mois, il suffit de  
diviser par 12.  
Ainsi, un taux d'incidence de 6 cas pour 10 sujet-année est équivalent à  
0.5 cas pour 10 sujet-mois ou encore  
5 cas pour 100 sujet-mois.
- Ceci signifie que si l'on observe  
100 sujets pendant 1 mois ou  
50 sujets pendant 2 mois ou  
10 sujets pendant 10 mois, on observera en moyenne  
5 cas.





# Intervalle de confiance du taux d'incidence

Le Taux d'incidence suit une loi de poisson (nombre d'événements sur un temps donné). Son intervalle de confiance peut être facilement calculer avec `pois.exact()`.



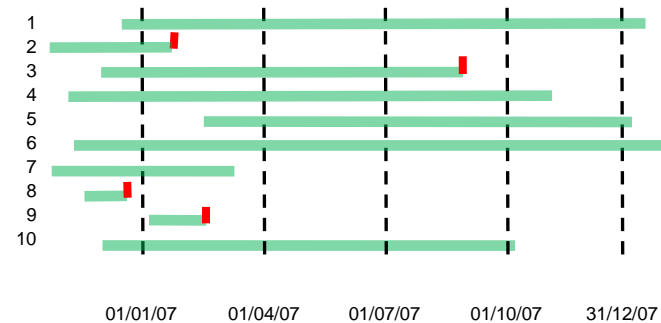
Une valeur approchée peut être obtenue en utilisant l'approximation par loi normale :

$$I \pm u_{1-\alpha/2} \sqrt{\frac{N_{nm}}{(N_{st})^2}} \text{ avec } u_{1-\alpha/2} = 1.96$$



## Dans l'exemple précédent :

- $N_{nm}$  vaut 4 et  $N_{st}$  6.71



$IC_{95\%}$  de  $I = [0.163; 1.53]$  cas par sujet- année

L'approximation par la loi normale donne un résultat faux  
 les conditions d'application n'étant pas vérifiées  $N_{nm}(=4) > 25$



~~$95\%$  de  $I = 0.596 \pm 1.96 \sqrt{\frac{4}{6.71^2}} = 0.596 \pm 0.584 = [0.0119; 1.18]$  cas par sujet- année~~<sup>34</sup>

# Plan du cours

1. Rappel sur les enquêtes et les indicateurs
2. Etudes longitudinales et taux d'incidence
3. Taux d'incidence dans des cas particuliers



# 3. Taux d'incidence dans des cas particuliers

3.1. Pour une période de temps donnée

3.2. Taux d'incidence instantanée

3.3. Taux d'incidence quand suivi peu précis



## Taux d'Incidence pour une période donnée $I[t,t+\Delta t]$

Considérons que l'on ne s'intéresse plus à l'ensemble de l'étude mais seulement à une période donnée.

- Calcul

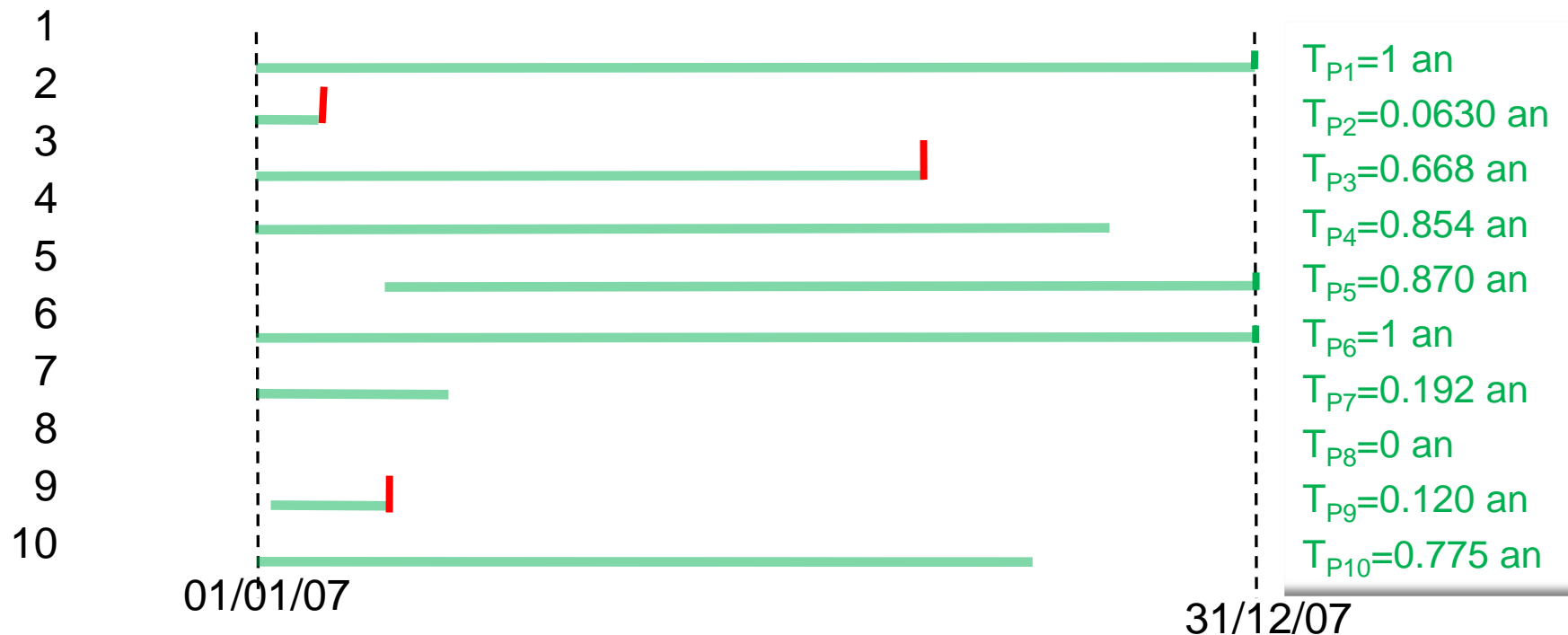
$$I[t, t + \Delta t] = \frac{N_{nm} [t, t + \Delta t]}{N_{st} [t, t + \Delta t]}$$

- Intervalle de confiance à 95% (approximé par la loi normale) uniquement pour  $N_{nm}[t,t+\Delta t] \geq 25$



$$TI[t, t + \Delta t] \pm u_{1-\alpha/2} \sqrt{\frac{N_{nm} [t, t + \Delta t]}{(N_{st} [t, t + \Delta t])^2}} \text{ avec } u_{1-\alpha/2} = 1.96^{37}$$

# Considérons que l'on s'intéresse au I pour la période de l'année civile du 1/1 au 31/12



$$N_{st} [1 \text{ jan.}, 31 \text{ dec}] = \sum_{i=1} T_{Pi} [1 \text{ jan.}, 31 \text{ dec}] = 5.54 \text{ sujets - années}$$

$$N_{nm} [1 \text{ jan.}, 31 \text{ dec}] = 3$$

$$I [1 \text{ jan.}, 31 \text{ dec}] = \frac{3}{5.54} = 0.542 = 5.42 \text{ cas pour 10 sujets - années}$$



# 3. Taux d'incidence dans des cas particuliers

3.1. Pour une période de temps donnée

3.2. Taux d'incidence instantanée

3.3. Taux d'incidence quand suivi peu précis



# Taux d'Incidence instantané

- Le taux d'Incidence instantané est la valeur de  $I$  pour une période de temps tendant vers 0.

$$\lambda(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} I[t, t + \Delta t] = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{N_{nm}[t, t + \Delta t]}{N_{st}[t, t + \Delta t]}$$

- Quand le taux d'Incidence instantané est constant alors :

$$\lambda = I$$





# 3. Taux d'incidence dans des cas particuliers

3.1. Pour une période de temps donnée

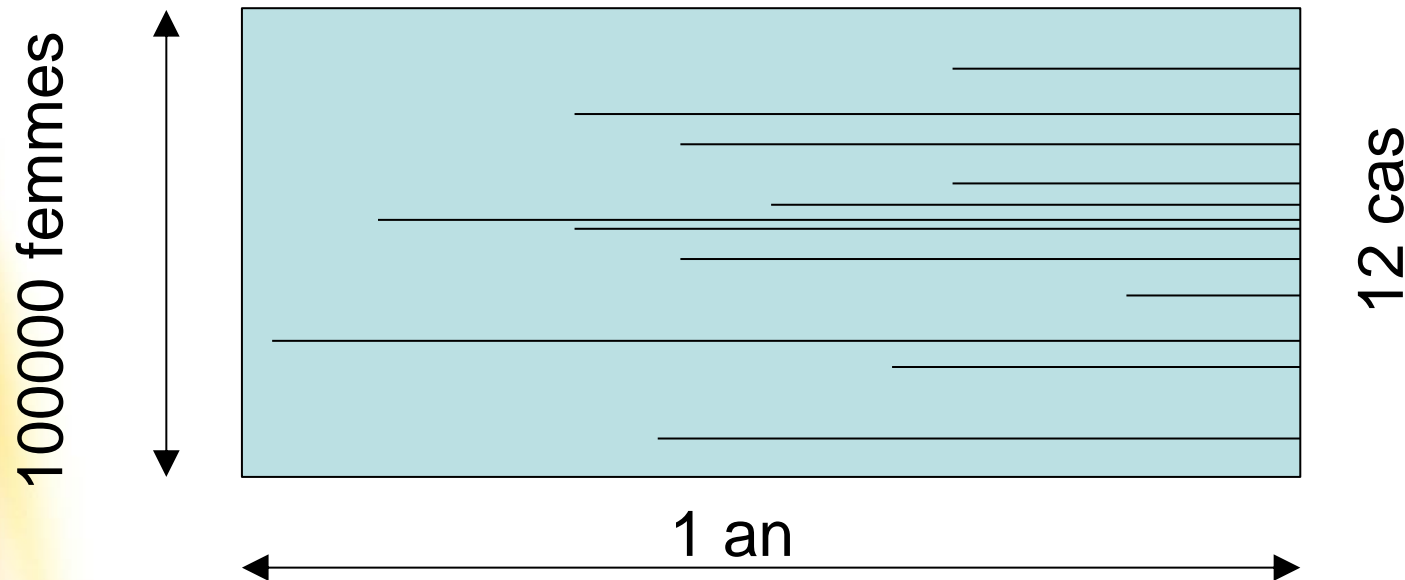
3.2. Taux d'incidence instantanée

3.3. Taux d'incidence quand suivi peu précis



## Quand suivi peu précis.

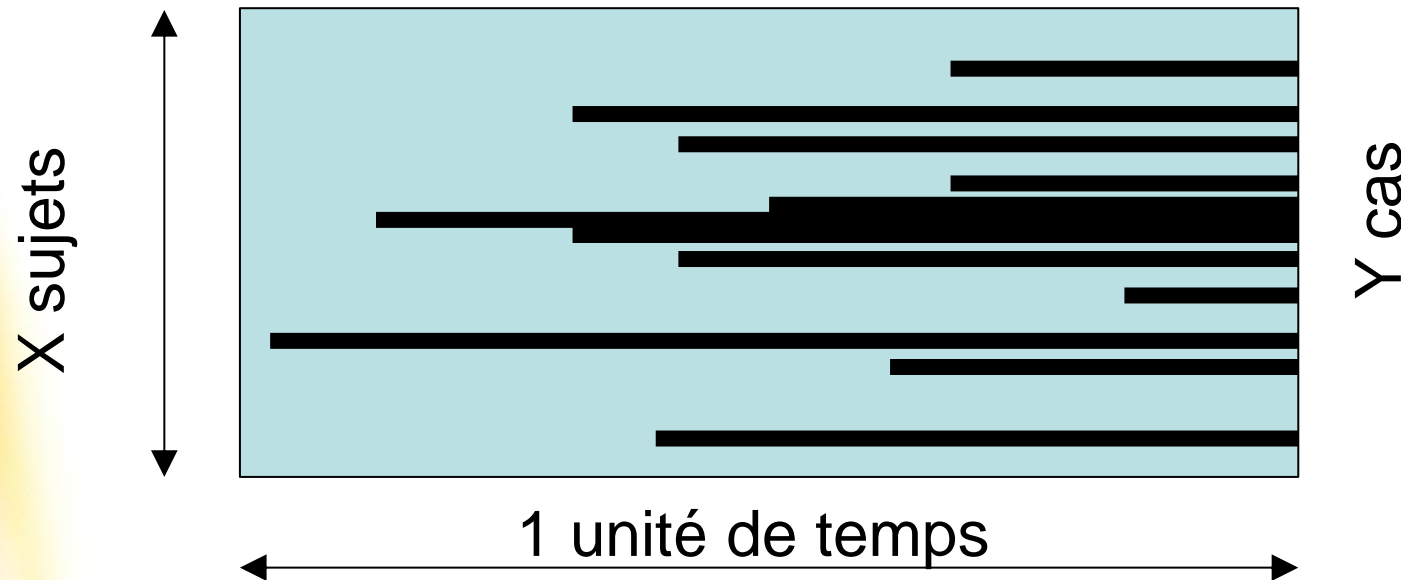
Ex cancer du sein chez les femmes de 20 à 39 ans :  
12 nouveaux cas pour 100000 femmes-années.



Le temps de participation diminué par les cas de cancer est négligeable => le nombre de sujet-temps est de :  
100000 femmes-années

## Quand suivi peu précis.

Quand cela ne devient plus négligeable (ex. Mammite en élevage)



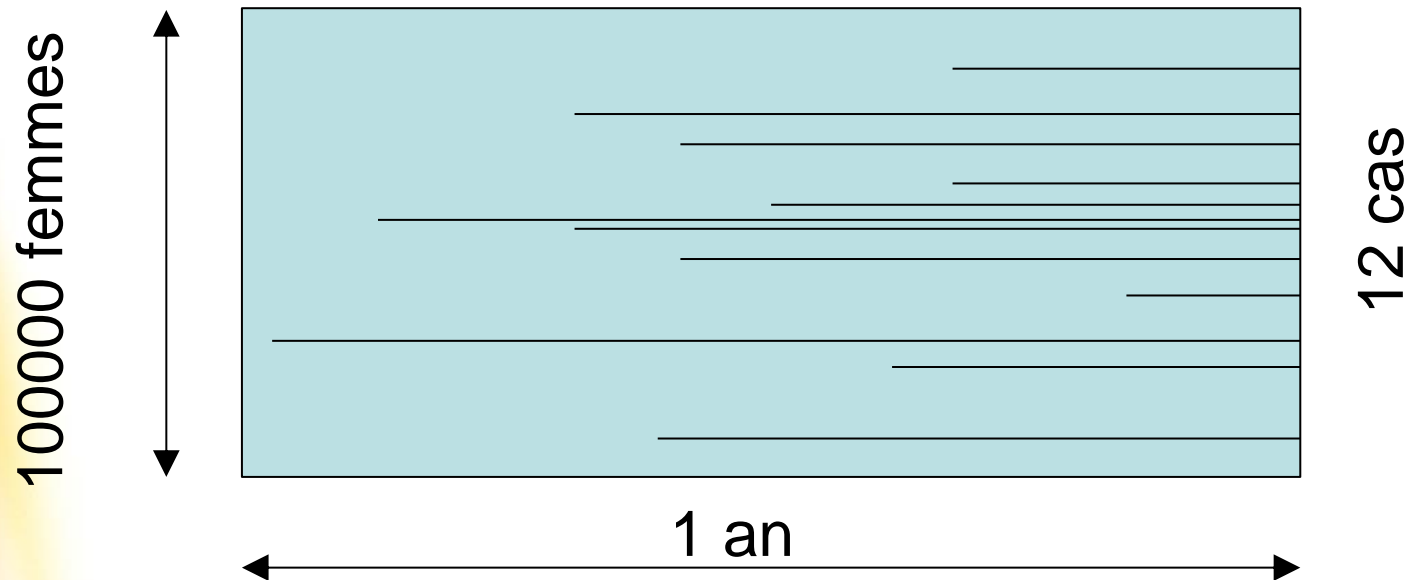
Les sujets qui deviennent malades sont considérés absents

La moitié du temps  
D'où un nombre de sujet-temps égal à  
 $X - Y/2$  sujet-temps



## Quand suivi peu précis.

Ex cancer du sein chez les femmes de 20 à 39 ans :  
12 nouveaux cas pour 100000 femmes-années.



Le temps de participation plus précis peut être approché ainsi :  
 $100000 - 12/2 \text{ femmes-années} = 99994 \text{ femmes-années}$   
C'est effectivement négligeable dans cet exemple.

# Mots de la fin



A retenir  
Distinction et usages



Attention !  
Termes  
utilisés





## A retenir

- Le taux de **Prévalence** représente la proportion de **cas** dans la population soumise au risque. Il est particulièrement intéressant à étudier lors **d'enzootie** et pour les maladies **chroniques** ;
- Le taux **d'Incidence** représente le nombre de **nouveaux cas** pour un nombre de sujets-temps de la population soumise au risque. Il est particulièrement intéressant à étudier lors **d'épizootie** et pour les maladies **aiguës**.





## Attention !

- Dans de nombreux ouvrages en médecine humaine et dans les revues internationales, le taux de Prévalence et le taux d'Incidence sont respectivement appelés Prévalence et Incidence.

