



# TUT · REENTREE : BIOSTATS'

COURS N°5 : ANALYSE DE LA SURVIE

# SOMMAIRE

## I) Définitions

## II) Grandeurs et unités

A/ Unités

B/ Préfixes

## III) Incertitudes et erreurs de mesures

A/ Incertitudes

B/ Erreurs de mesures

C/ Caractéristiques

## IV) Présentation des résultats

A/ Notation scientifique

B/ Arrondis

## V) Éléments de biométrie

A/ types de caractère

B/ Classification des variables

C/ Variables quantitatives

D/ codage numérique

# INTRODUCTION

The background is a blue gradient with white circuit-like lines in the corners. The lines are composed of straight segments and circles, resembling a stylized PCB or network diagram. The lines are more dense in the bottom-left and top-left corners and more sparse in the top-right and bottom-right corners.

Estimation de la probabilité de survenue d'un événement (décès, complication post opératoire,...) **dans le temps**, en fonction de **facteurs pronostiques**.

- La probabilité de survivre au moins un certain temps  $t$  à compter d'un instant de référence.
- La probabilité pour que l'évènement attendu survienne après un certain délai

Une étude de survie est une étude

- **Longitudinale**
- **Prospective**
- **De cohorte**

# I. DEFINITIONS

### Cohorte

Ensemble de sujets inclus dans une étude au même moment, et suivis dans des conditions standardisées pendant une durée prédéfinie.

### Cohorte incipiente

La cohorte des patients doit inclure des sujets observés  
au début de leur affection au même stade de leur  
maladie

## Evénements d'intérêt

Celui auquel on s'intéresse

→ Analyse de survie : notion de durée jusqu'à la survenue de l'événement

### Durée de survie

Délai entre la date d'origine et la date de survenue ou la date des dernières nouvelles.

**Date d'origine**

**Point de départ de la surveillance**

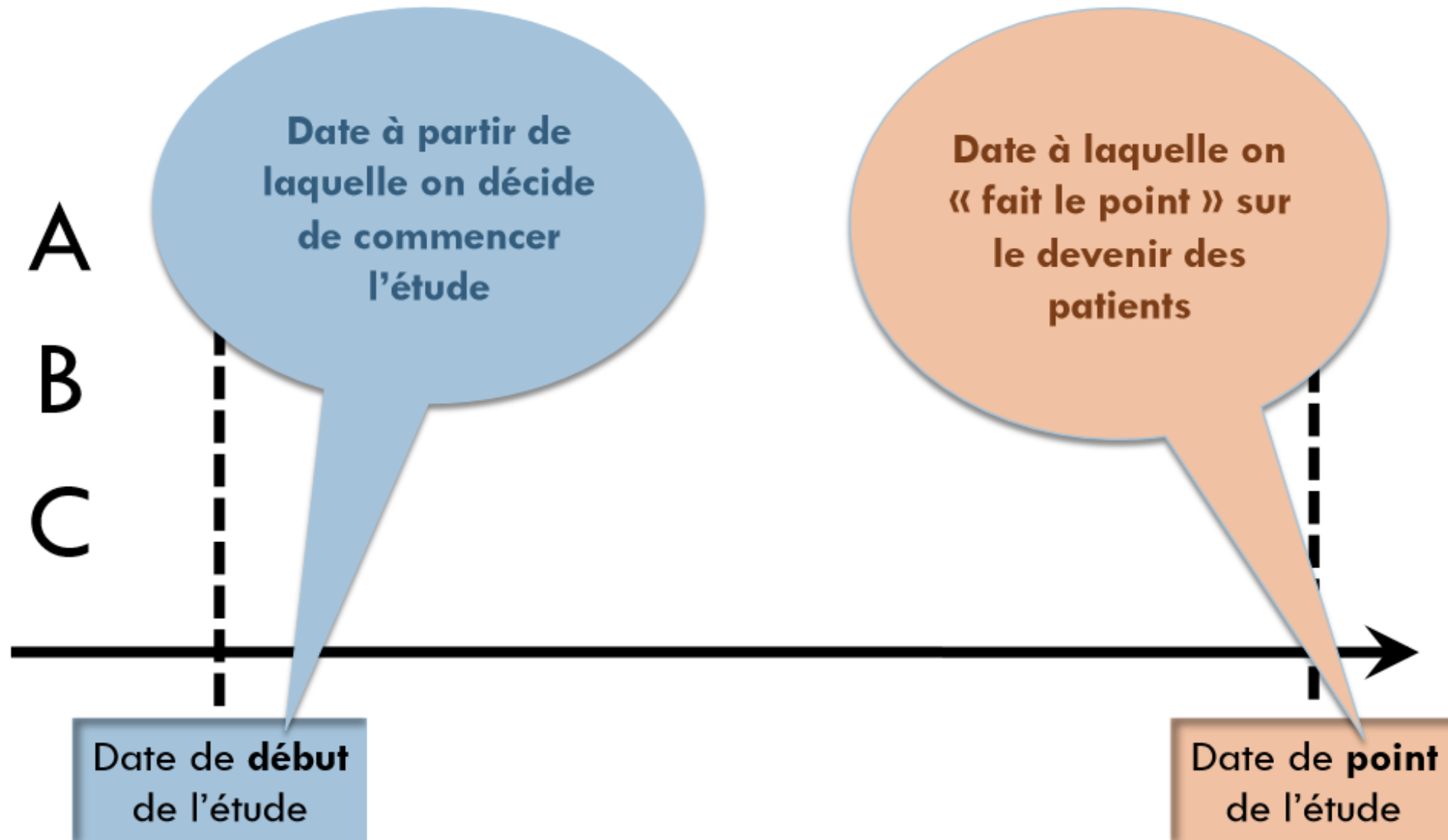
La date d'origine peut être antérieure à l'inclusion =

**cohorte historique**

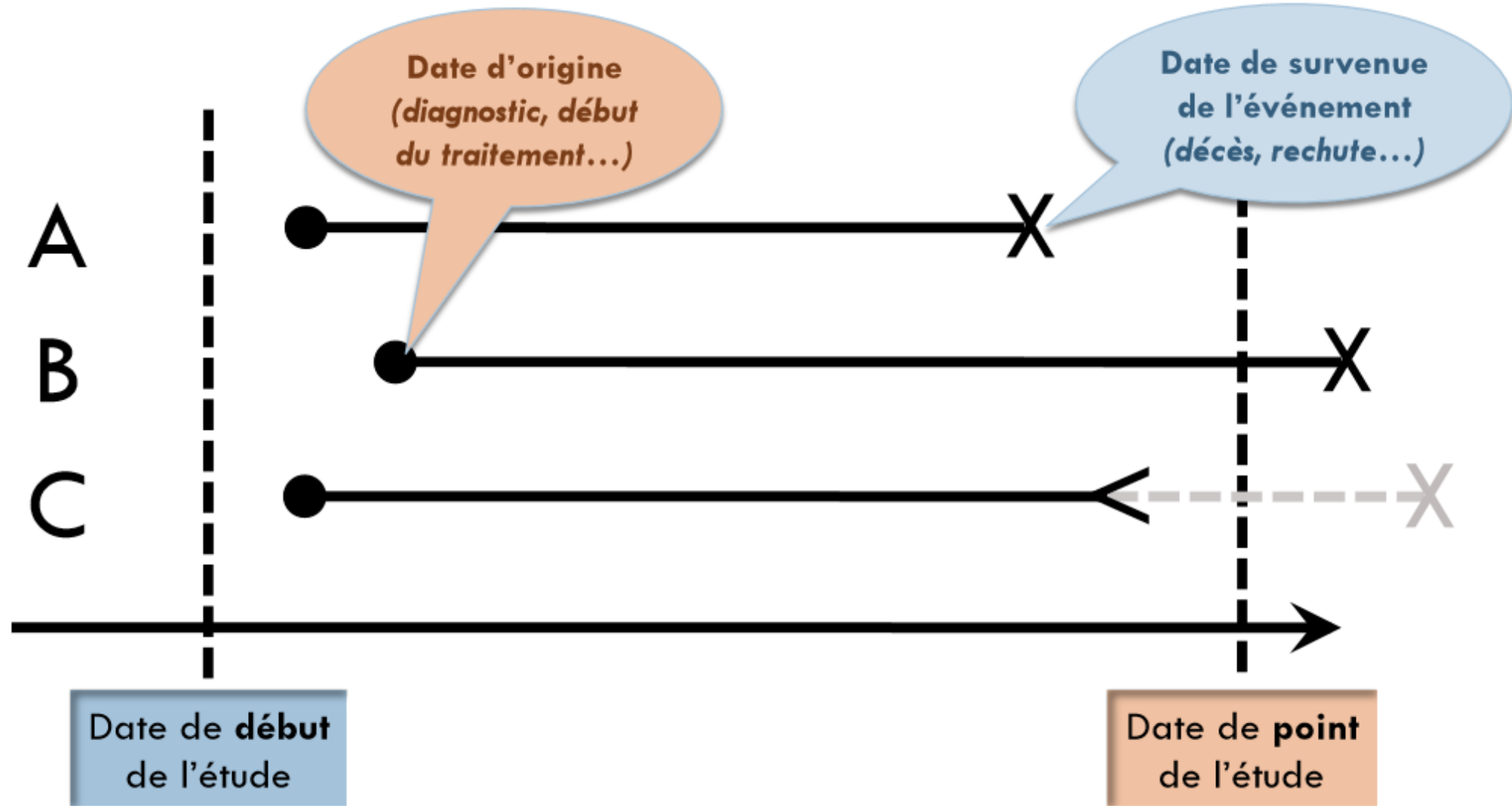
## Date de point

Date choisie pour faire le bilan

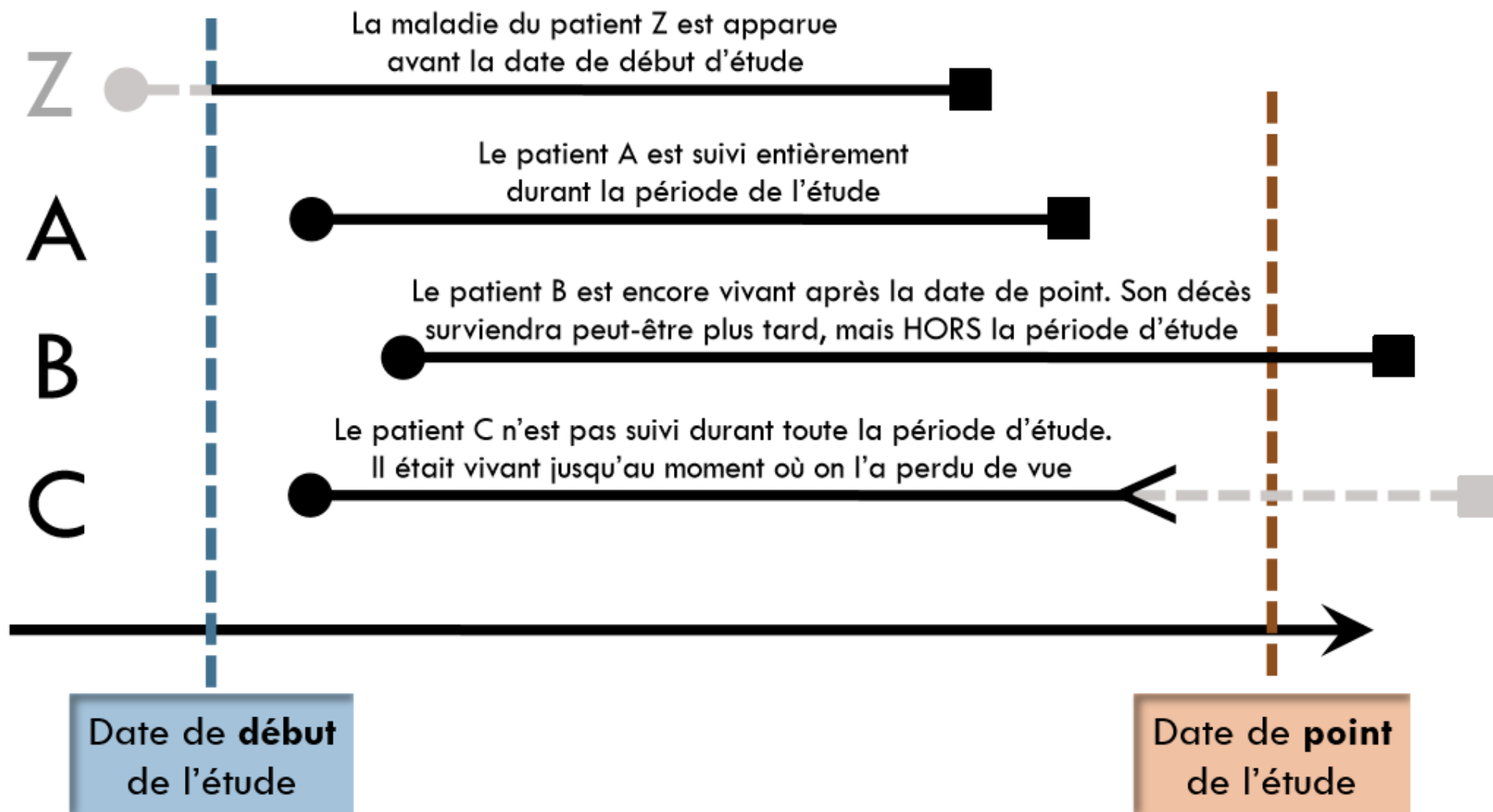
# I. DEFINITIONS



# I. DEFINITIONS



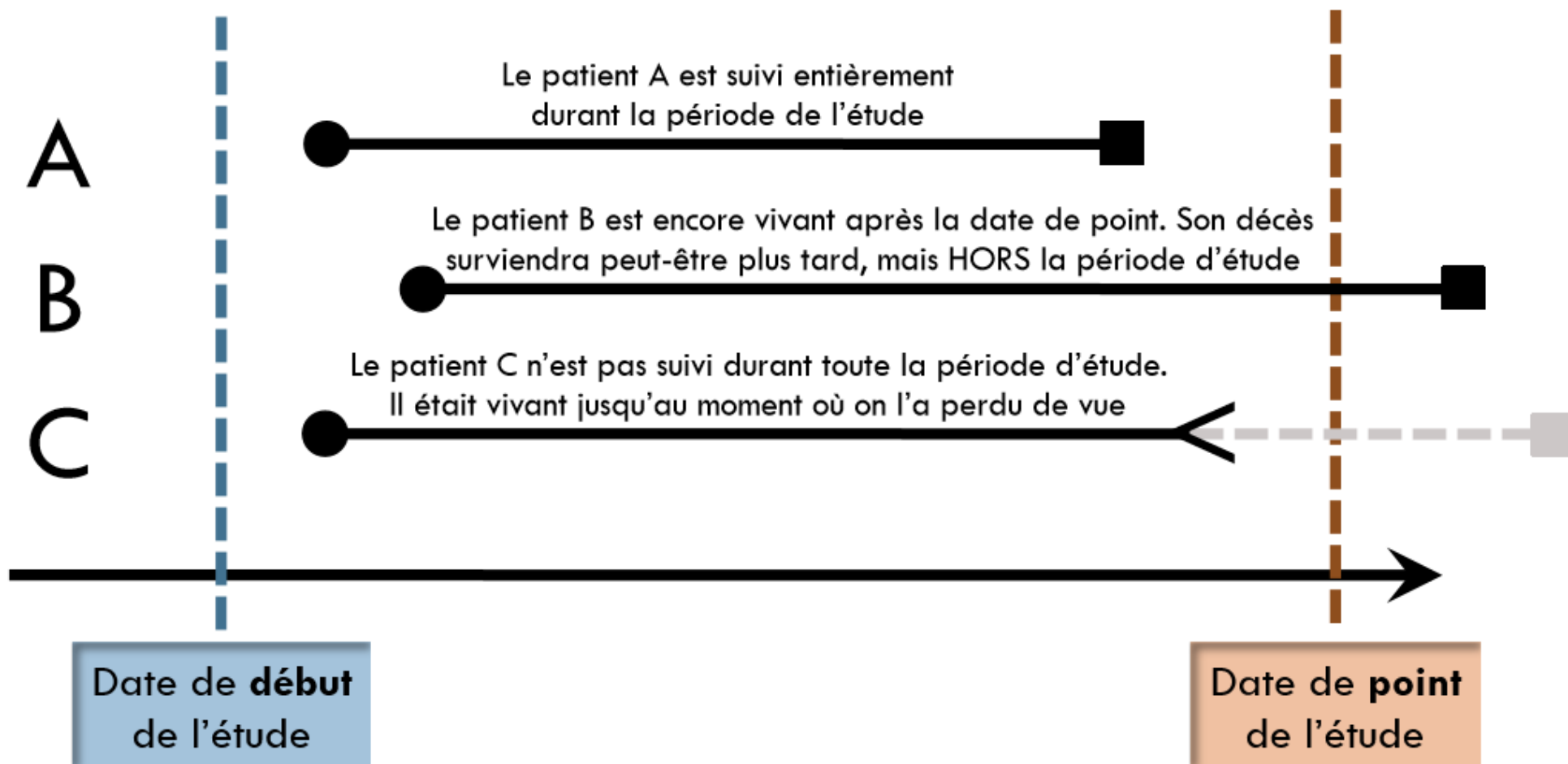
# I. DEFINITIONS



## Date des dernières nouvelles

Date la plus récente à laquelle on a recueilli des informations sur le patient

# I. DEFINITIONS



### Perdu de vue

Surveillance interrompue avant la date de point et l'événement d'intérêt ne s'est pas produit.

## Censure

l'événement d'intérêt n'a pas été observé.

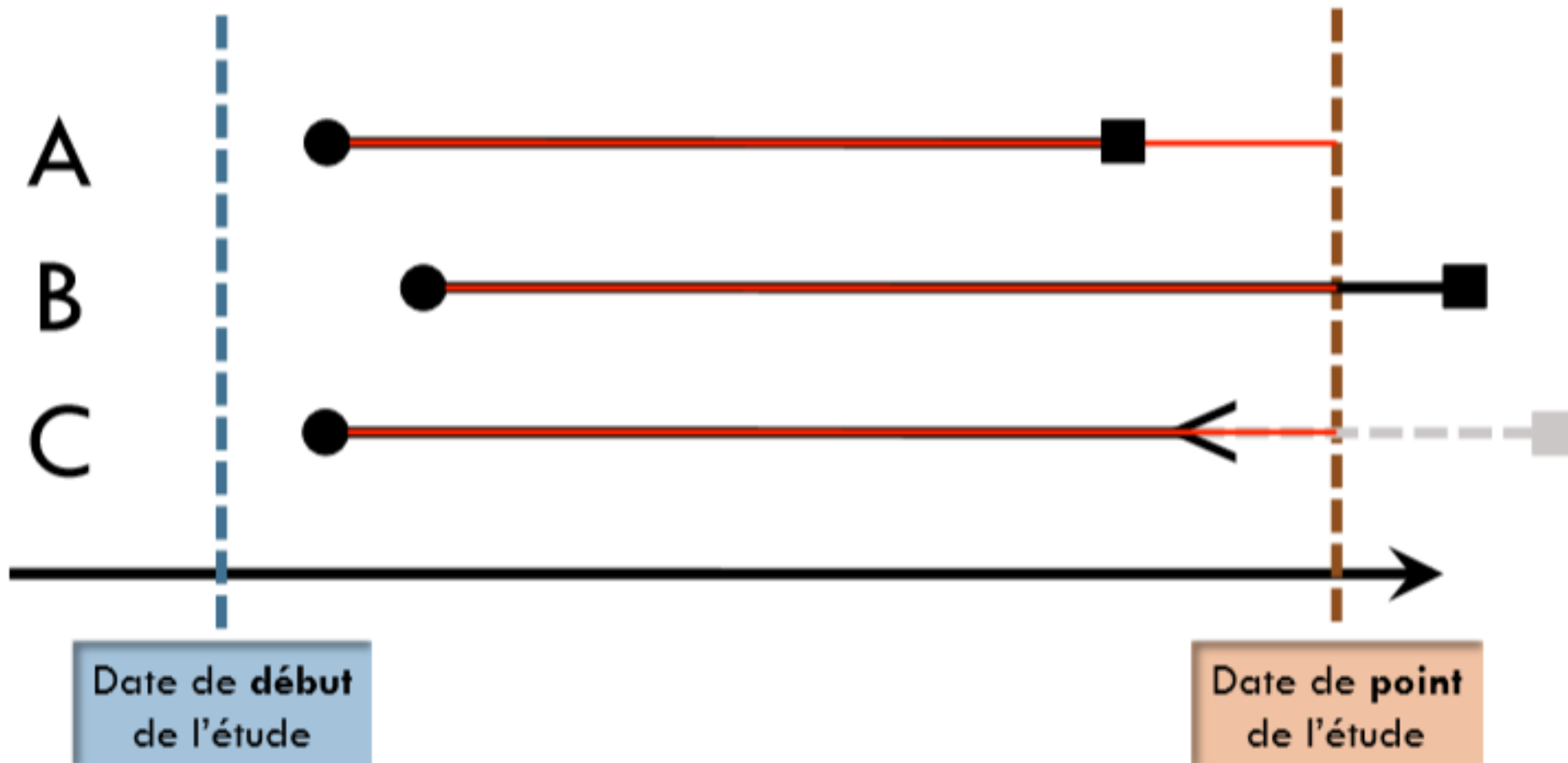
Elle concerne :

- les sujets perdus de vue
- ceux vivant à la date de point

### Temps de recul

Délai entre la date d'origine et la date de point, c'est-à-dire le **délai maximum potentiel de suivi pour un sujet.**

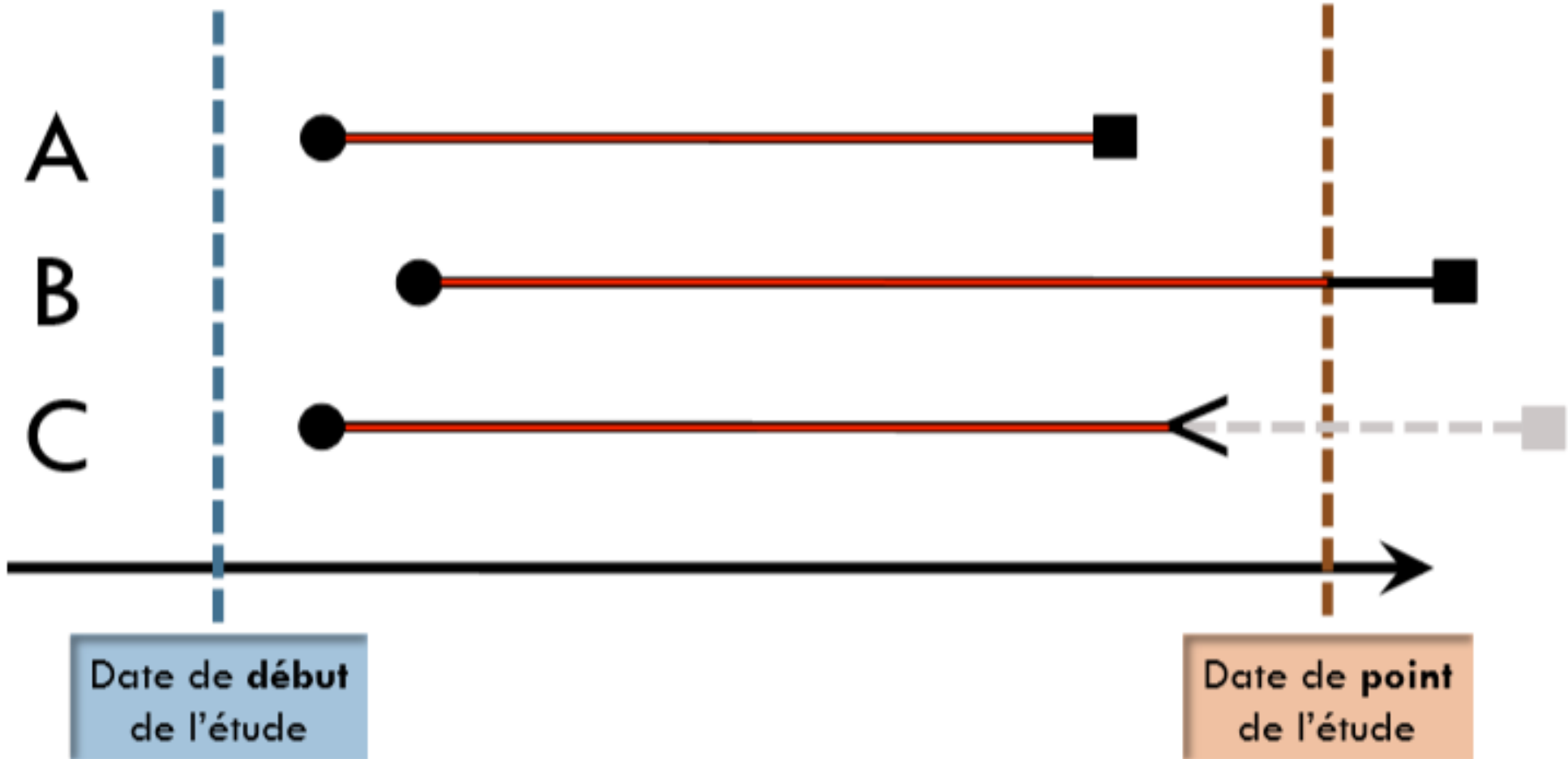
# Temps de recul



## Temps de participation

Durée de surveillance pour chaque sujet, utilisée dans l'estimation de la survie.

# Temps de participation



# QRU 1

Une étude de survie doit être

- A/ horizontale
- B/ rétrospective
- C/ de cohorte
- D/ Événementielle
- E/ tout est faux

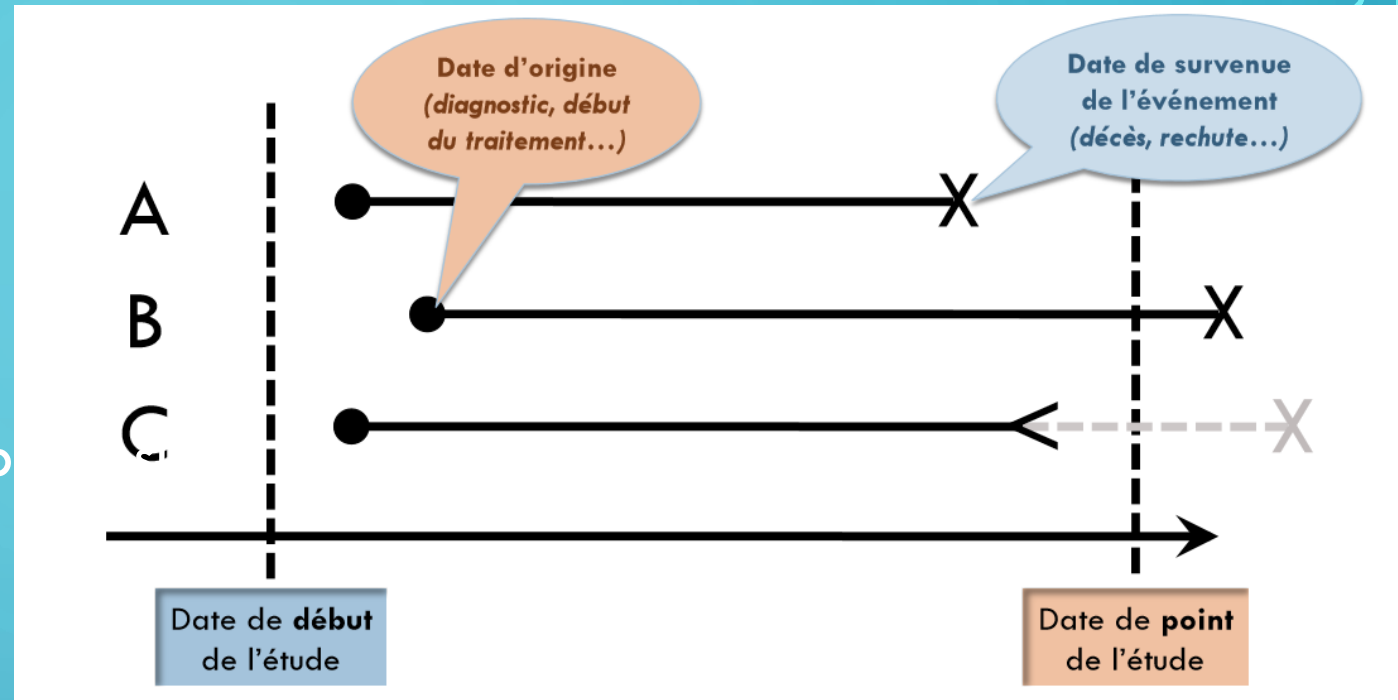
# QRU 1

Une étude de survie doit être

- A/ horizontale
- B/ rétrospective
- C/ de cohorte
- D/ Événementielle
- E/ tout est faux

## QRU 2

A propos de ce schéma, donnez la p



A/ le temps de participation de A est  $>$  à celui de B

B/ le temps de recul de B est  $>$  à celui de A

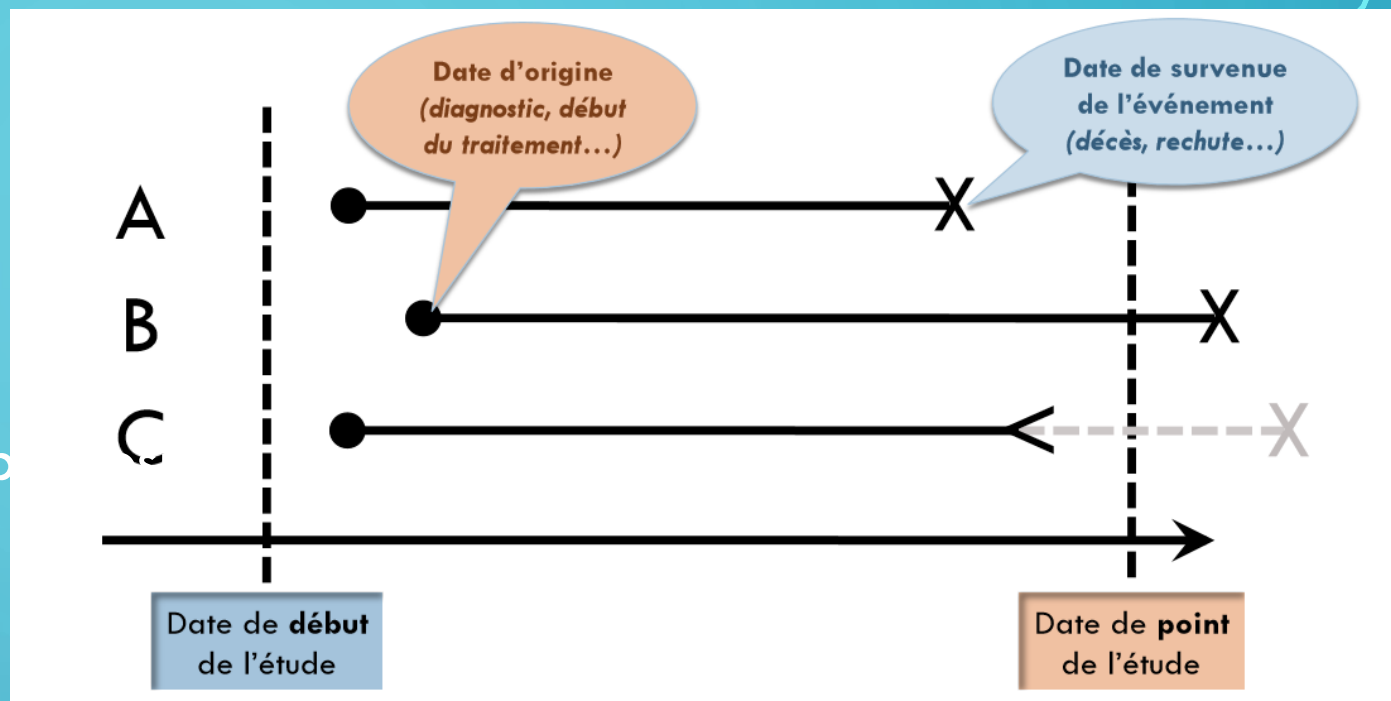
C/ Le sujet est perdu de vue

D/ La date d'origine du patient A est antérieur à sa date d'inclusion

E/ tout est faux

## QRU 2

A propos de ce schéma, donnez la p



A/ le temps de participation de A est  $>$  à celui de B

B/ le temps de recul de B est  $>$  à celui de A

C/ Le sujet est perdu de vue

D/ La date d'origine du patient A est antérieur à sa date d'inclusion

E/ tout est faux

## II. FONCTION DE SURVIE

## II. FONCTION DE SURVIE

### A/ LOI EXPONENTIELLE

Durée de vie de composants ou d'équipements pour lesquels on suppose que le taux de défaillance  $\lambda$  est constant au cours du temps

→ hasard

## II. FONCTION DE SURVIE

### A/ LOI EXPONENTIELLE

- Fonction de densité de la loi exponentielle :

$$f(x) = \lambda e^{-\lambda x}$$

- Fonction de répartition de la loi exponentielle :

$$F(t) = P(X \leq t) = 1 - e^{-\lambda t}$$

## II. FONCTION DE SURVIE

### B/ FONCTION DE SURVIE

$1 - F(t) = S(t) \rightarrow$  quantité d'équipement qui fonctionne

\*probabilité pour que l'événement d'intérêt « T » (=décès)  
intervienne après un délai supérieur à « t ».

$\rightarrow$  Fonction de répartition

## II. FONCTION DE SURVIE

### B/ FONCTION DE SURVIE

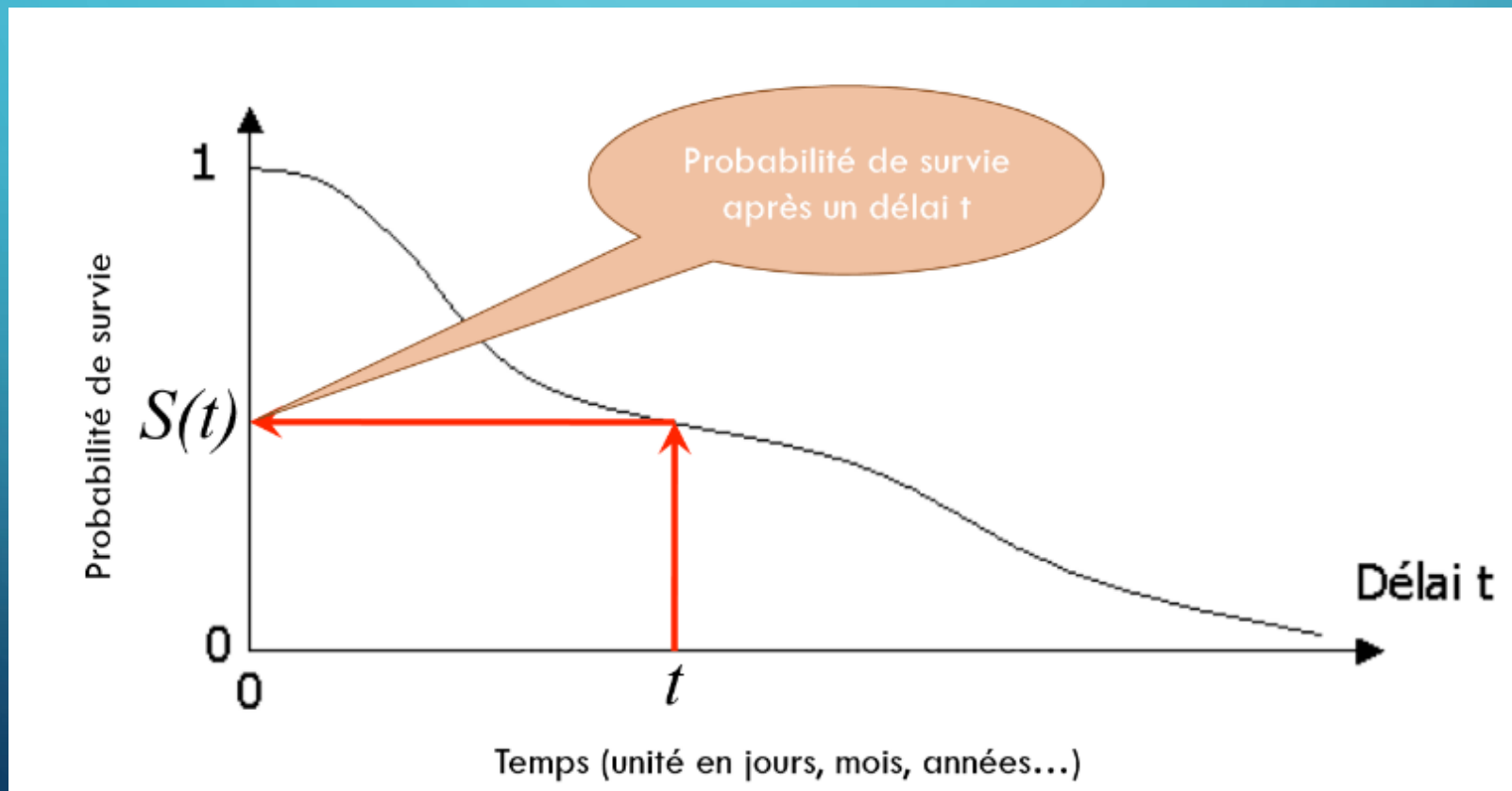
$$F(t) = P(X \leq t) = 1 - e^{-\lambda t}$$

$$S(t) = 1 - F(t) = P(T > t) = e^{-\lambda t}$$

- ⇒ la probabilité pour qu'un patient soit encore vivant après un délai t
- ⇒ la **proportion « vraie »** des survivants après un délai t.

# B/ FONCTION DE SURVIE

## Courbe de survie



## II. FONCTION DE SURVIE

### B/ FONCTION DE SURVIE

#### Probabilités

Probabilité que le décès survienne après un délai  $t_1$  et avant un délai  $t_2$  ( $t_2 > t_1$ ) :

$$P(T \in ]t_1; t_2]) = F(t_2) - F(t_1) = S(t_1) - S(t_2)$$

## II. FONCTION DE SURVIE

### B/ FONCTION DE SURVIE

#### Probabilités

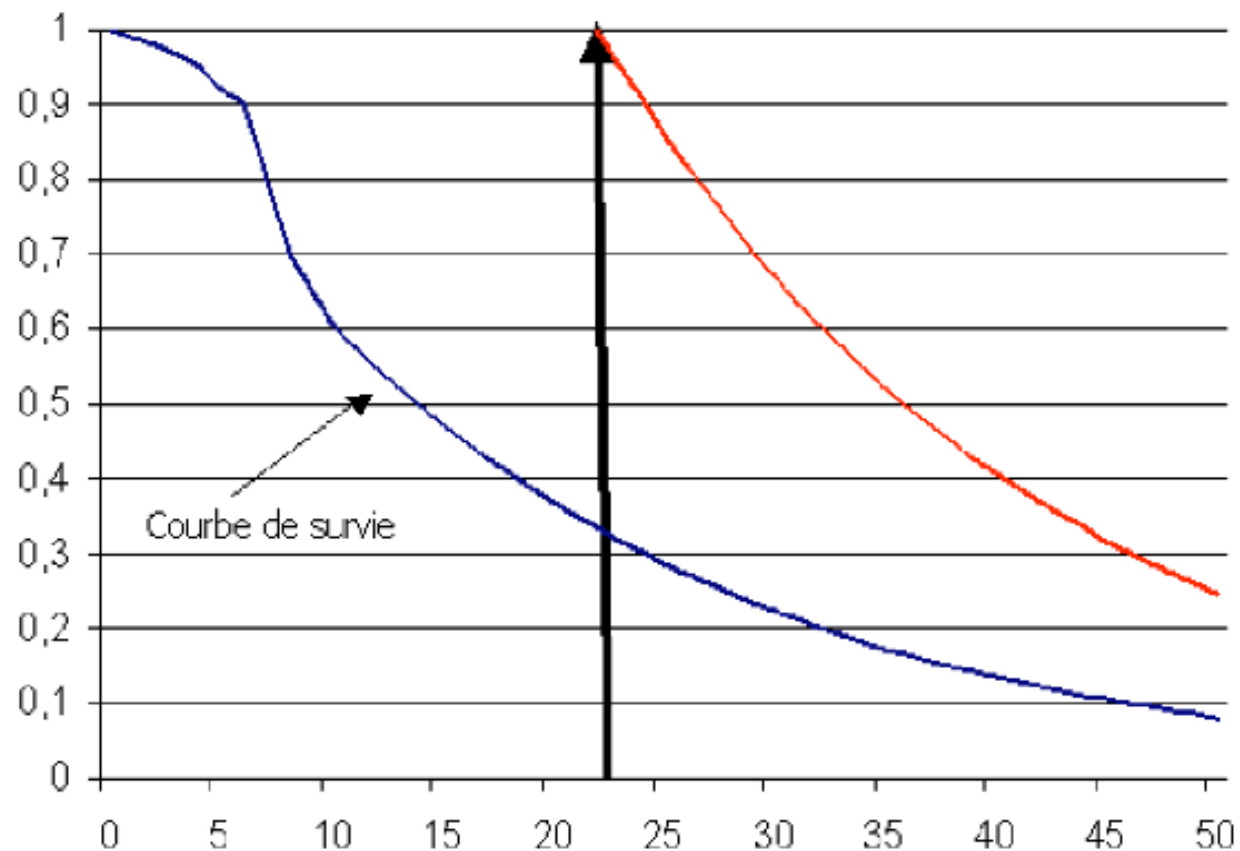
Probabilité de survivre encore après un délai «  $t$  » sachant que l'on est survivant après un délai «  $\tau$  » ( $T < t$ ) que l'on notera

$$S(t / \tau)$$

$$S(t / \tau) = \frac{S(t)}{S(\tau)}$$

## QRU 3

Sur ce graphique, la courbe bleue représente la probabilité de survivre après « t » et la courbe rouge, la probabilité de survivre après « t » sachant que l'on est vivant à 23 ans.



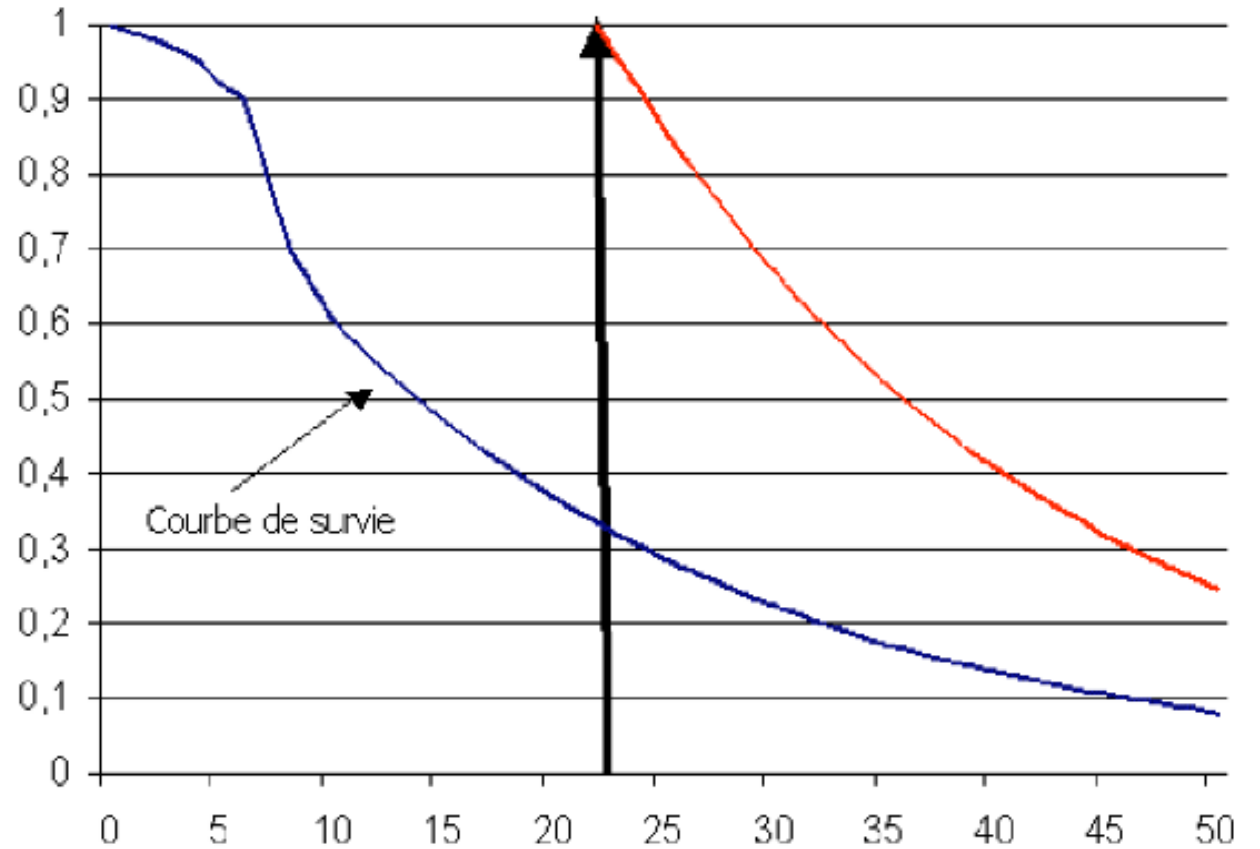
Quelle est la probabilité de survivre après 33 ans sachant que l'on est vivant à 23 ans?

- A/ 33%
- B/ 20%
- C/ 60%
- D/ 100%

## QRU 3

Sur ce graphique, la courbe bleue représente la probabilité de survivre après « t » et la courbe rouge, la probabilité de survivre après « t » sachant que l'on est vivant à 23 ans.

Quelle est la probabilité de survivre après 33 ans sachant que l'on est vivant à 23 ans?



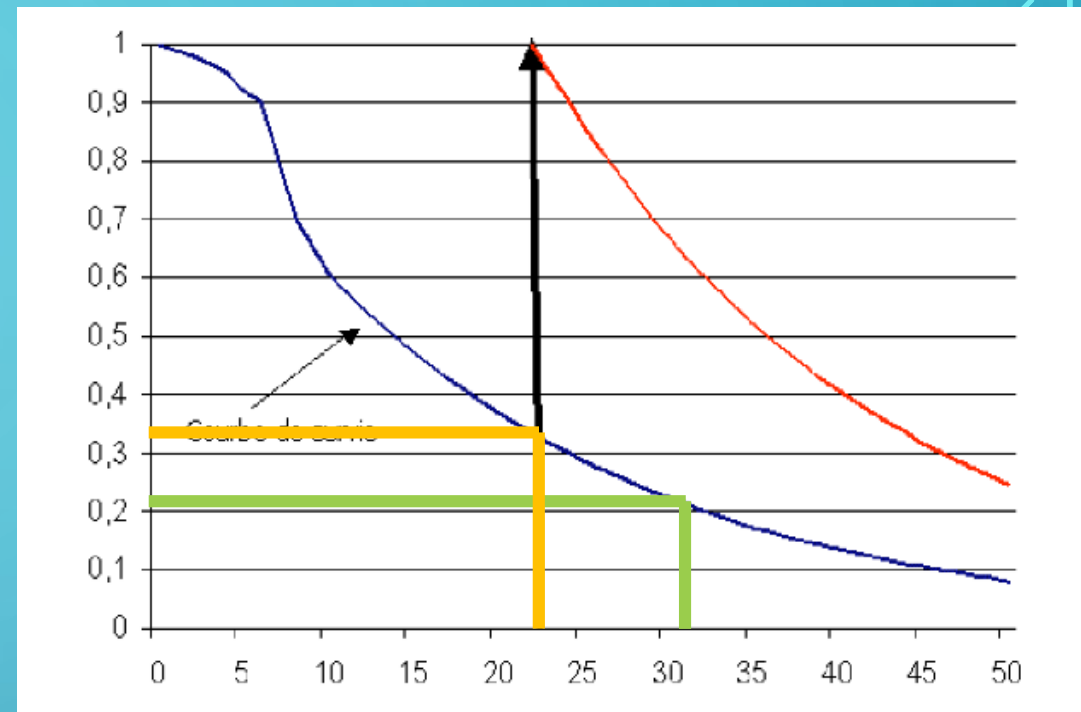
- A/ 33%
- B/ 20%
- C/ 60%
- D/ 100%

On cherche  $S(33 / 23) = S(33) / S(23)$

$$S(33) = 0,2$$

$$S(23) = 0,33$$

$$S(33 / 23) = 0,2 / 0,33 = 0,6$$



# III. ESTIMATION DE LA SURVIE

### III. ESTIMATION DE LA SURVIE

## A/ LES 2 METHODES D'ANALYSE DE LA SURVIE

**Méthode Actuarielle**  
 **$n > 200$**

**Méthode de Kaplan-Meier**  
 **$n < 200$**

Non paramétrique

### III. ESTIMATION DE LA SURVIE

## A/ LES 2 METHODES D'ANALYSE DE LA SURVIE

**Méthode Actuarielle**  
 $n > 200$

intervalles de temps fixés à priori

**Méthode de Kaplan-Meier**  
 $n < 200$

définis par les instants auxquels les événements sont observés.

### III. ESTIMATION DE LA SURVIE

## A/ LES 2 METHODES D'ANALYSE DE LA SURVIE

Pour chaque intervalle de temps on définit

- **V** : Nombre de sujets vivants au début de l'intervalle
- **D** : Nombre de sujets décédés dans l'intervalle
- **C** : Nombre de sujets vivants aux dernières nouvelles, dont le temps de participation s'arrête dans l'intervalle = **censure**

### III. ESTIMATION DE LA SURVIE

## A/ LES 2 METHODES D'ANALYSE DE LA SURVIE

**N** : Nombre de **sujets exposés** au risque d'événement sur l'intervalle

**Méthode Actuarielle**  
 $n > 200$

$$N = V - \frac{c}{2}$$

**Méthode de Kaplan-Meier**  
 $n < 200$

$$N = V - c$$

### III. ESTIMATION DE LA SURVIE

## A/ LES 2 METHODES D'ANALYSE DE LA SURVIE

Probabilité d'événements durant l'intervalle

$$\frac{D}{N}$$

### III. ESTIMATION DE LA SURVIE

## A/ LES 2 METHODES D'ANALYSE DE LA SURVIE

Survie sur cet intervalle

= **survie instantanée**

$$\frac{N-D}{N}$$

### III. ESTIMATION DE LA SURVIE

## A/ LES 2 METHODES D'ANALYSE DE LA SURVIE

### La fonction de survie

produit des survies instantanées sur l'ensemble des intervalles

*survie à 3 ans = (survie instantanée entre 2 et 3 ans) x (survie instantanée entre 1 et 2 ans) x (survie instantanée entre 0 et 1 an)*

### III. ESTIMATION DE LA SURVIE

## A/ LES 2 METHODES D'ANALYSE DE LA SURVIE

### Actuarielle

Instants	V	C	D	$N = V - C/2$	$(N - D) / N$	S(t)
0	-	-	-	-	-	1
3	210	0	0	210	1	$1 \times 1 = 1$
6	210	10	40	$210 - 5 = 205$	$(205-40)/205 = 0,805$	$0,805 \times 1 = 0,805$
9	160	30	10	$160 - 15 = 145$	$(145-10)/145 = 0,931$	$0,931 \times 0,805 = 0,749$
12	120	10	20	$120 - 5 = 115$	$(115-20)/115 = 0,826$	$0,826 \times 0,749 = 0,619$
15	90	20	0	$90 - 10 = 80$	1	$1 \times 0,619 = 0,619$
18	70	0	20	70	$(70-20)/70 = 0,714$	$0,714 \times 0,619 = 0,442$
21	50	18	3	$50 - 9 = 41$	$(41-3)/41 = 0,927$	$0,927 \times 0,442 = 0,410$
24	29	8	2	$29 - 4 = 25$	$(25-2)/25 = 0,920$	$0,920 \times 0,410 = 0,377$

### III. ESTIMATION DE LA SURVIE

## A/ LES 2 METHODES D'ANALYSE DE LA SURVIE

### Kaplan - Meier

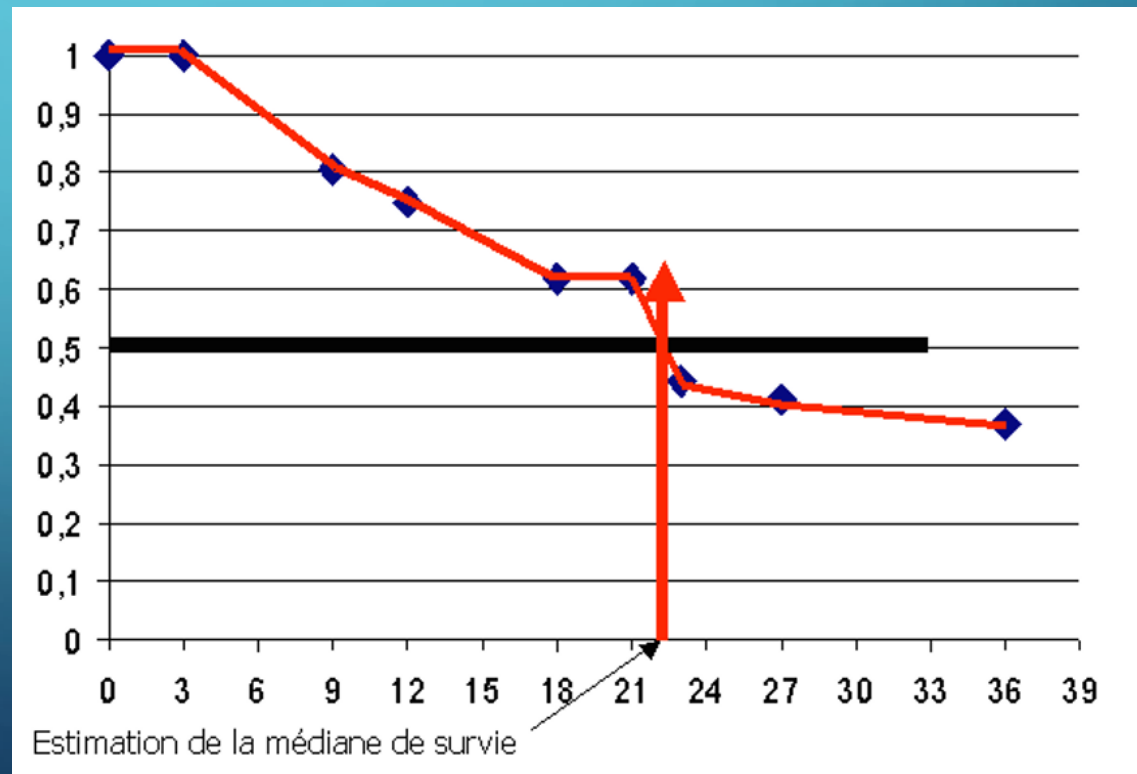
Instants	V	C	D	$N = V - C$	$(N - D) / N$	S(t)
0	21	-	-	-	-	1
6	21	0	3	21	<b>0,857</b>	<b>0,857</b>
7	18	1	1	17	<b>0,941</b>	<b>0,807</b>
10	16	1	1	15	<b>0,933</b>	<b>0,753</b>
13	14	2	1	12	<b>0,917</b>	<b>0,690</b>
16	11	0	1	11	<b>0,909</b>	<b>0,627</b>
22	10	3	1	7	<b>0,857</b>	<b>0,537</b>
23	6	0	1	6	<b>0,833</b>	<b>0,448</b>

### III. ESTIMATION DE LA SURVIE

## A/ LES 2 METHODES D'ANALYSE DE LA SURVIE

### La courbe de survie

actuarielle

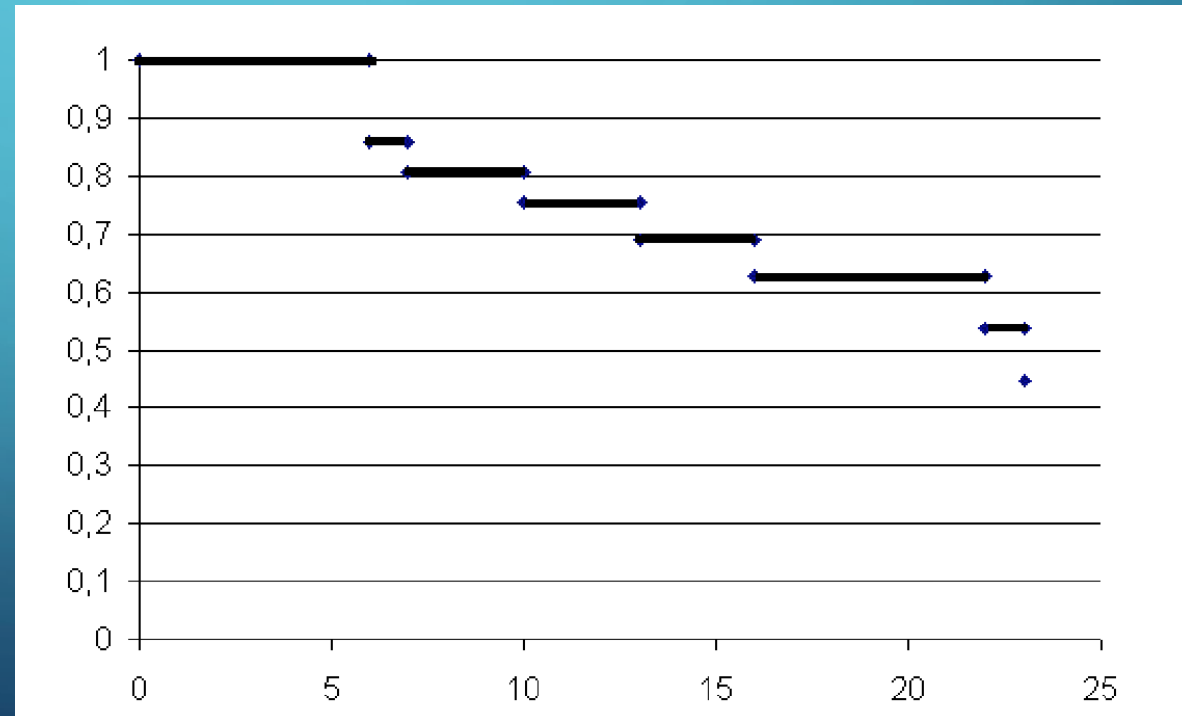


### III. ESTIMATION DE LA SURVIE

## A/ LES 2 METHODES D'ANALYSE DE LA SURVIE

### La courbe de survie

### Kaplan-Meier



## QRU 4

On s'intéresse à la survie d'un échantillon de 100 patients atteints d'une maladie infectieuse pouvant être mortelle. Les résultats de l'étude sont consignés dans le tableau suivant au terme d'un suivi qui a duré un an et trois mois = 15 mois

Instants	V	C	D	N = V-C	D / N	(N-D) / N	S(t)
0	100	-	-	-	-	-	1
3 mois	100	0	19	100	0,190	0,810	0,810
6 mois	81	2	12	79	0,152	0,848	0,687
9 mois	67	1	7	66	0,106	0,894	0,614
12 mois	59	1	3	58	0,052	0,948	0,582
15 mois	55	0	1	55	0,018	0,982	0,571

**V** : nombre de sujets vivants au début de l'intervalle

**C** : nombre de sujets vivants censurés dans l'intervalle

**D** : nombre de sujets décédés dans l'intervalle

**N** : nombre de sujets exposés au risque de décès dans l'intervalle

- A/ Le teste utilisé est paramétrique, il s'agit de la méthode Kaplan-Meier
- B/ Le test utilisé est non paramétrique, il s'agit de la méthode Actuarielle
- C/ La survie instantanée à 9 mois est de 61,4 %
- D/ La probabilité d'être en vie à 3 mois est de 81%
- E/ tout est faux

## QRU 4

On s'intéresse à la survie d'un échantillon de 100 patients atteints d'une maladie infectieuse pouvant être mortelle. Les résultats de l'étude sont consignés dans le tableau suivant au terme d'un suivi qui a duré un an et trois mois = 15 mois

Instants	V	C	D	N = V-C	D / N	(N-D) / N	S(t)
0	100	-	-	-	-	-	1
3 mois	100	0	19	100	0,190	0,810	0,810
6 mois	81	2	12	79	0,152	0,848	0,687
9 mois	67	1	7	66	0,106	0,894	0,614
12 mois	59	1	3	58	0,052	0,948	0,582
15 mois	55	0	1	55	0,018	0,982	0,571

V : nombre de sujets vivants au début de l'intervalle

C : nombre de sujets vivants censurés dans l'intervalle

D : nombre de sujets décédés dans l'intervalle

N : nombre de sujets exposés au risque de décès dans l'intervalle

A/ Le teste utilisé est paramétrique, il s'agit de la méthode Kaplan-Meier

B/ Le test utilisé est non paramétrique, il s'agit de la méthode Actuarielle

C/ La survie instantanée à 9 mois est de 61,4 %

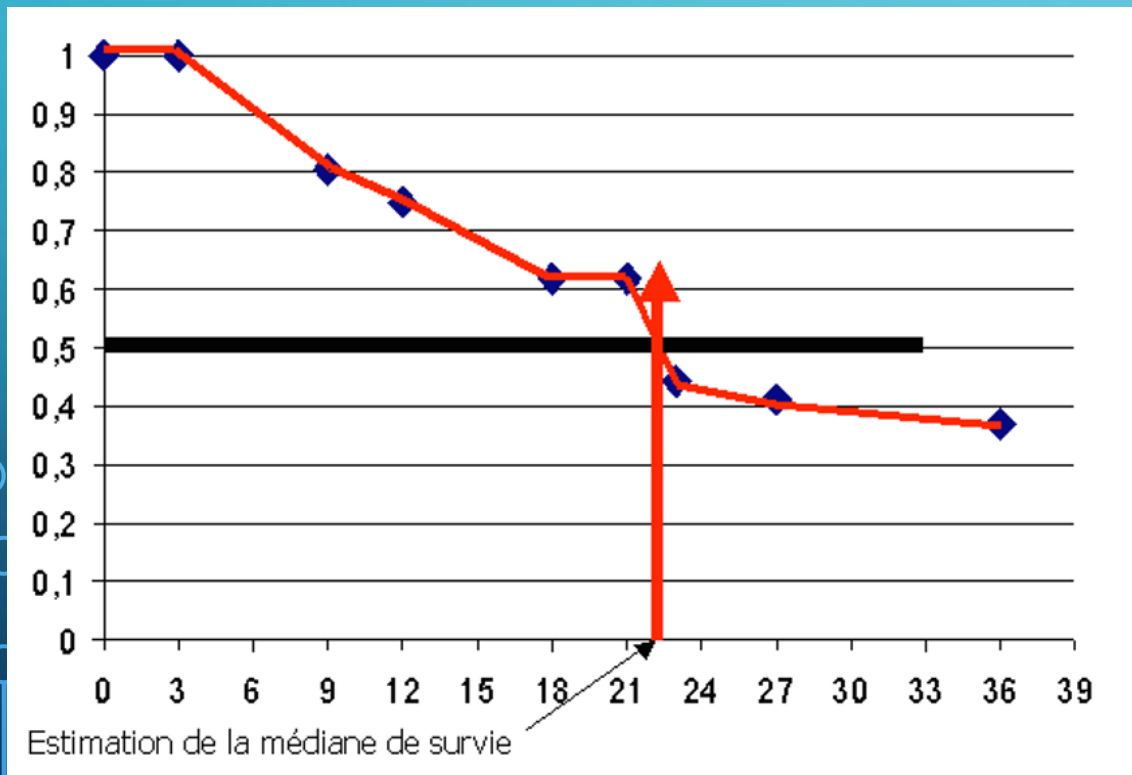
D/ La probabilité d'être en vie à 3 mois est de 81%

E/ tout est faux

### III. ESTIMATION DE LA SURVIE

## B/ CHOIX D'UNE VALEUR RÉSUMÉE

### Médiane de survie



La durée  $t$  pour laquelle la probabilité de survie  $S(t)$  est de 50%

+ petite durée pour laquelle la survie est  $<$  à 50%

### III. ESTIMATION DE LA SURVIE

## B/ CHOIX D'UNE VALEUR RÉSUMÉE

### Quantiles de survie

Pour le  $p^{\text{ième}}$  quantile on estime la **durée pour laquelle la probabilité de survie est de 100 - p.**

### Survie à date fixée

Estimation de la survie à **un temps donné**

## QRU 5

A propos de l'analyse de la survie :

- A/ On utilise la méthode Actuarielle pour un échantillon  $n < 200$
- B/ La courbe de survie de la méthode actuarielle se compose de paliers successifs
- C/ La date de point est la même pour tous
- D/ La médiane de survie est un très bon indicateur
- E/ tout est faux

## QRU 5

A propos de l'analyse de la survie :

A/ On utilise la méthode Actuarielle pour un échantillon  $n < 200$

B/ La courbe de survie de la méthode actuarielle se compose de paliers successifs

C/ La date de point est la même pour tous

D/ La médiane de survie est un très bon indicateur

E/ tout est faux