

Méthodes quantitatives pour l'épidémiologie descriptive

Dr Julien Mancini

julien.mancini@univ-amu.fr

UMR912 *Sciences Economiques & Sociales de la Santé
& Traitement de l'Information Médicale*

Faculté de Médecine de Marseille, Aix-Marseille Université

Plan

- I. Introduction
- II. Enquêtes descriptives et indicateurs
- III. Echantillonnage
- IV. Biais
- V. Standardisation

I. Introduction

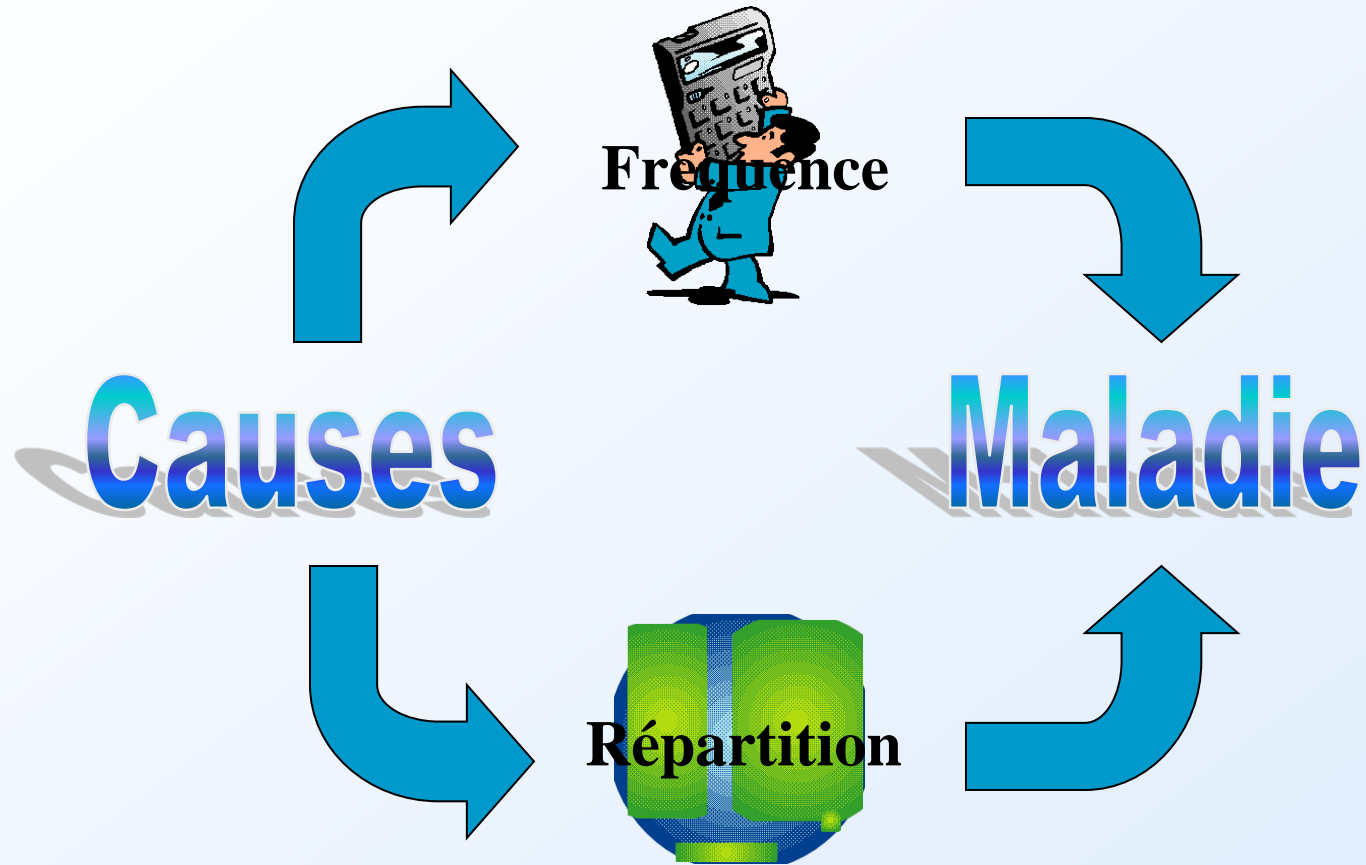
Épidémiologie

- Maladies (États de santé)
 - Fréquence
 - Répartition

- Causes (Déterminants)

- S'intéresse à des groupes d'individus

Épidémiologie



Champs

- États de santé :
 - Maladies :
 - Avant 1950 : maladies infectieuses (épidémies + + +)
 - Puis élargissement à toutes les maladies notamment chroniques et multifactorielles
 - Handicaps, satisfaction...
- Déterminants :
 - Microbes
 - Déterminants génétiques, sociaux...

Définition OMS

*Étude de la distribution des **maladies** et des **invalidités** dans les populations humaines, ainsi que des **influences** qui déterminent cette distribution.*

Définition Jenicek

*Raisonnement et méthode appliqués à la description des **phénomènes de santé**, à l'explication de leur **étiologie** et à la recherche des méthodes **d'intervention** les plus efficaces.*

Épidémiologie

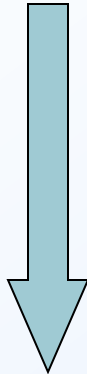
- Descriptive
 - Il y a plus de... chez les...
- Étiologique (analytique)
 - Les gens exposés à... sont plus atteints par... que les non exposés
- Évaluative (d'intervention)
 - Quand je fais... il y a moins de... que si je fais...

Démarche (1)

Epidémiologie



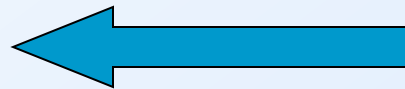
Restitution des
problèmes de
santé



Actions sanitaires



Décideurs



Maladie ?



C'est quoi une maladie ?

- Troubles psychiatriques (1960, 2007 Russie)
- Troubles de l'attention (2000, USA)
- ...
- Rôle de l'industrie pharmaceutique dans la définition de certaines maladies

APRÈS LARISSA ARAP, ANDREÏ NOVIKOV:
LE KREMLIN RELANCE LES INTERNEMENTS
PSYCHIATRIQUES DE JOURNALISTES
GÉNANTS.



14/02/2007

Alerte Allergie!



ATCHOUM!



PLOC' PLOC'



GRAT' GRAT'



SNIF' SNIF'

L'allergie est une maladie :
et si vous en parliez à votre médecin ?

 Schering-Plough

Comment reconnaître ce que l'on ne connaît pas

- Maladies émergentes
- Donner un nom, une définition
- Chercher des régularités...

Exemple : SRAS

- Pneumopathies atypiques puis SRAS (Syndromes respiratoires aigus sévères)
- Régularités → définition OMS des cas suspects
- Recherche des cas → hypothèses sur la transmission → recherche étiologique orientée → découverte rapide du coronavirus responsable

- Deux maladies différentes : 1 seul gène « RET »
 - Maladie de Hirschsprung (atteinte digestive)
 - Cancer médullaire de la thyroïde

Désagréger

- Oedème
 - Cardiaque
 - Veineux
 - Hépatique
 - Rénaux

Maladies

- Nécessité d'une définition précise, même si arbitraire
- Variations (état de connaissance, « culturelle »)
 - dans le temps
 - dans l'espace

Cas de maladie : Iceberg



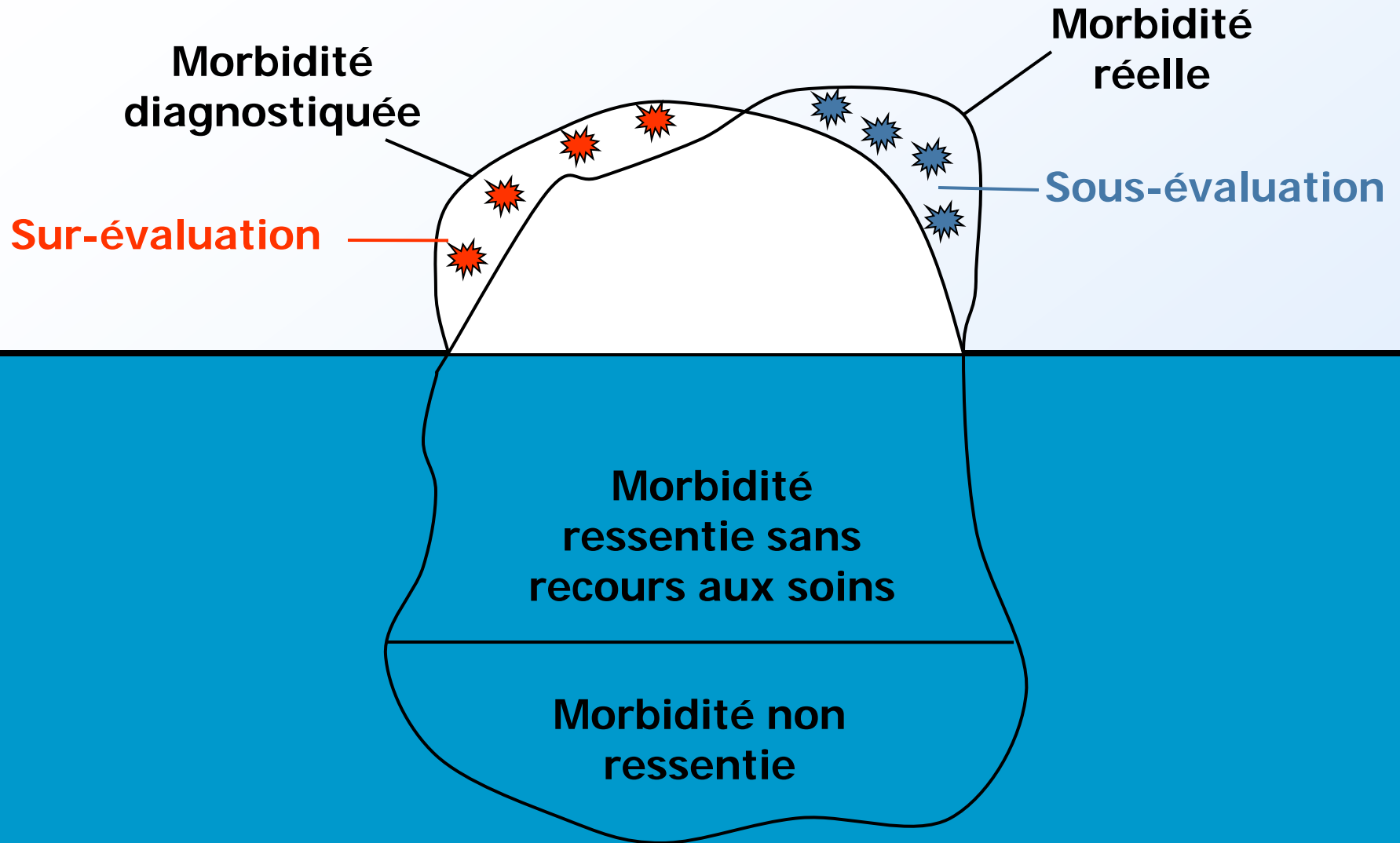
The diagram illustrates the 'Iceberg' model of disease. A horizontal line represents the water surface. Above the surface is the visible tip of the iceberg, labeled 'Morbidity measurable'. Below the surface is the much larger submerged part of the iceberg, which is further divided into two sections: 'Morbidity felt without seeking care' and 'Morbidity not felt'. The entire submerged part is shaded blue.

**Morbidity
mesurable**

**Morbidity
ressentie sans
recours aux soins**

**Morbidity non
ressentie**

Cas de maladie : Iceberg



II. Enquêtes descriptives

Épidémiologie descriptive

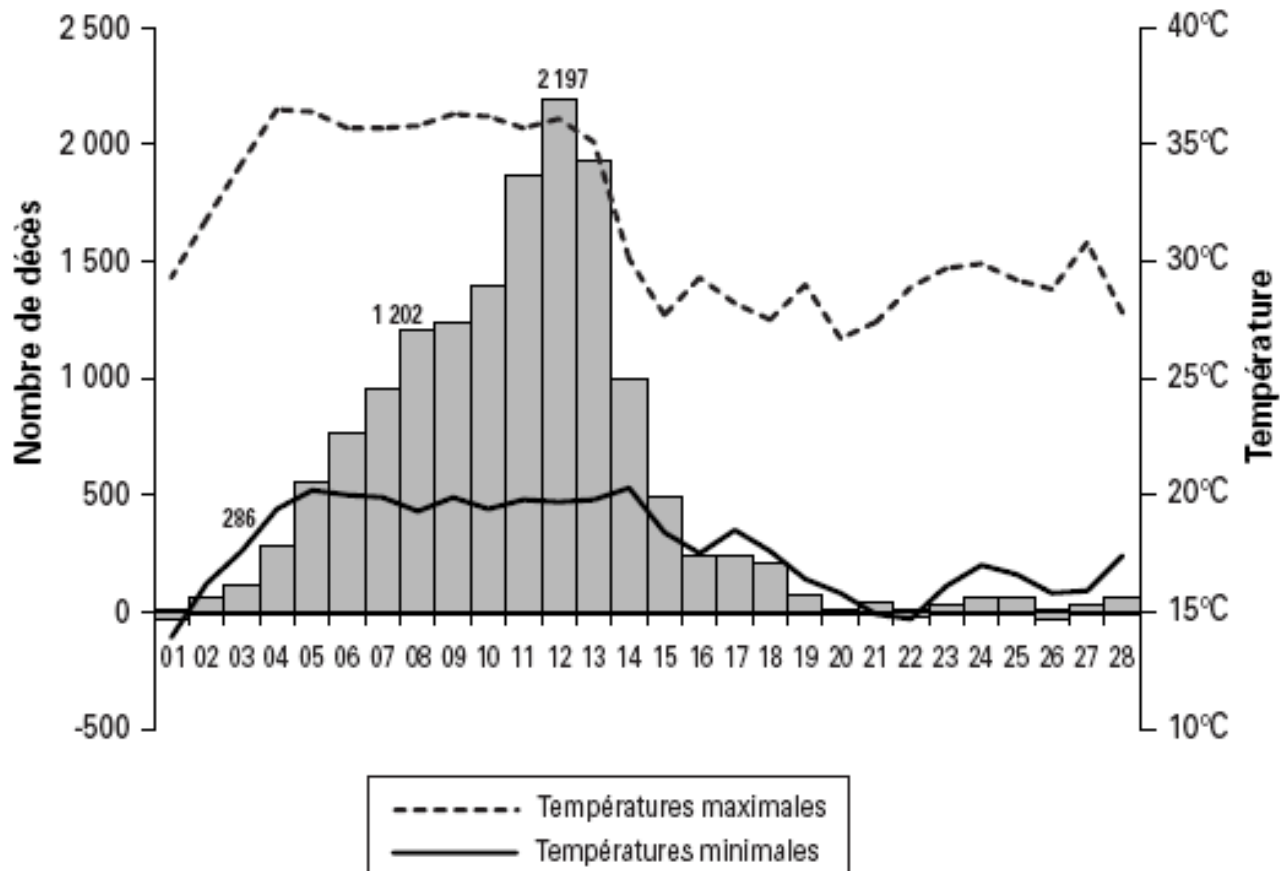
- *Il y a plus de... chez les...*
- Indicateurs de santé :
 - Mortalité → Démographie
 - Morbidité, Handicaps...
- Hiérarchie des problèmes de santé
- Hypothèses étiologiques

Études descriptives

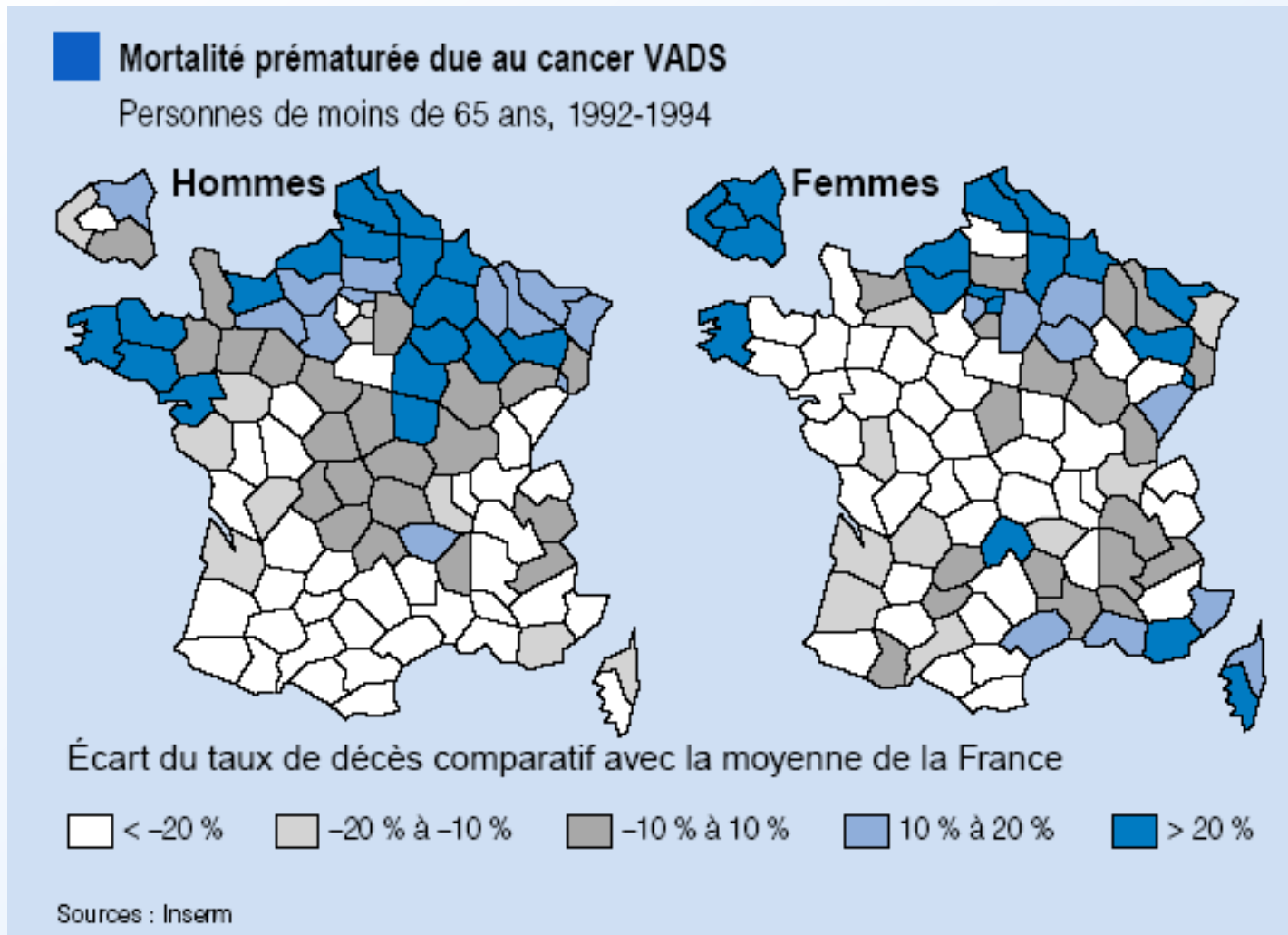
- Études permanentes
 - Certificats de décès, de santé, DO, registres
- Études de prévalence
 - Observation transversale → cas présents +/- hypothèses
- Études d'incidence
 - Observation longitudinale → nouveaux cas

Répartition temporelle de la mortalité : Canicule

Excès de décès observé quotidiennement pendant le mois d'août 2003 et relevé des températures extérieures



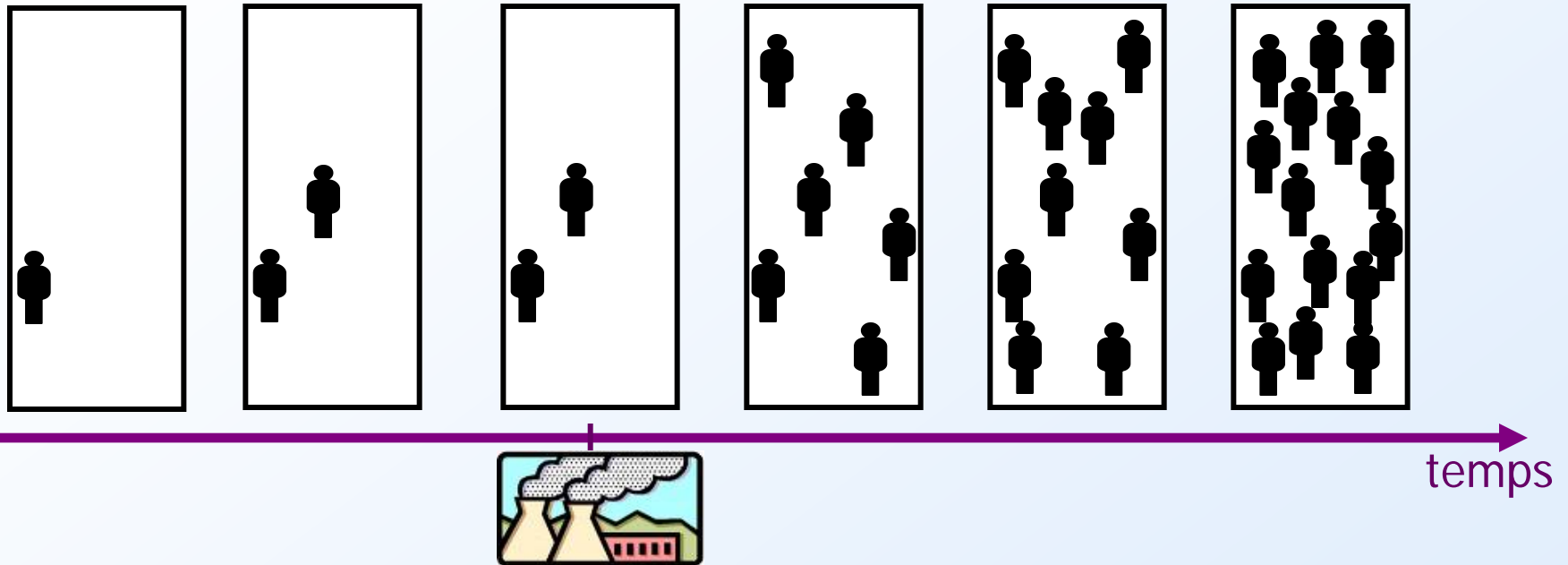
Répartition géographique de la mortalité : Cancer VADS



Enquête permanente



Installation d'une caméra de vidéosurveillance

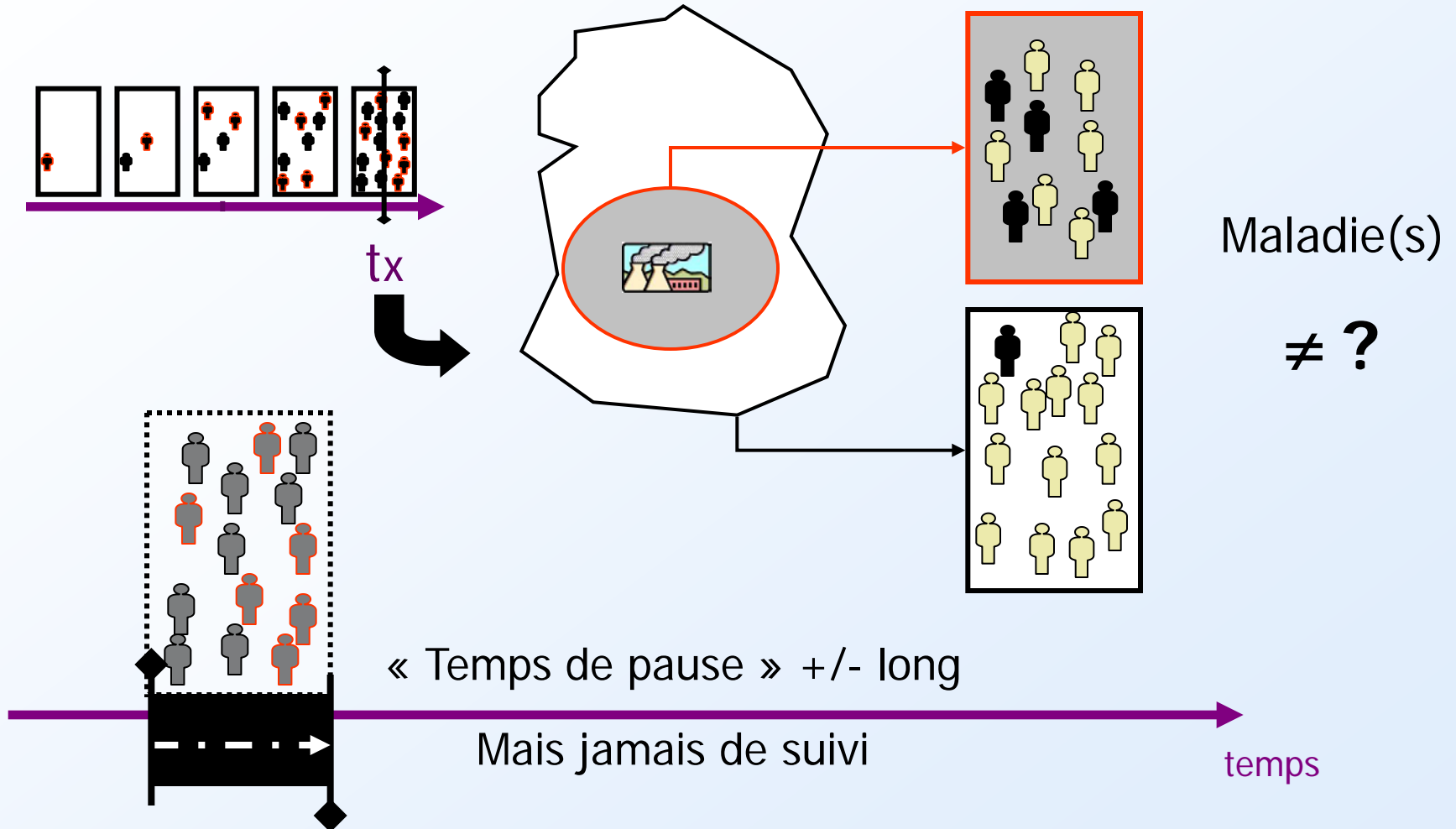


- Ex : Registre des cancers
- Peu de détails / pas de groupe comparatif
 - Hypothèse (*centrale* \uparrow incidence de cancer)

Enquête transversale



Photographie de la situation à un instant donné



Enquête transversale : Limites

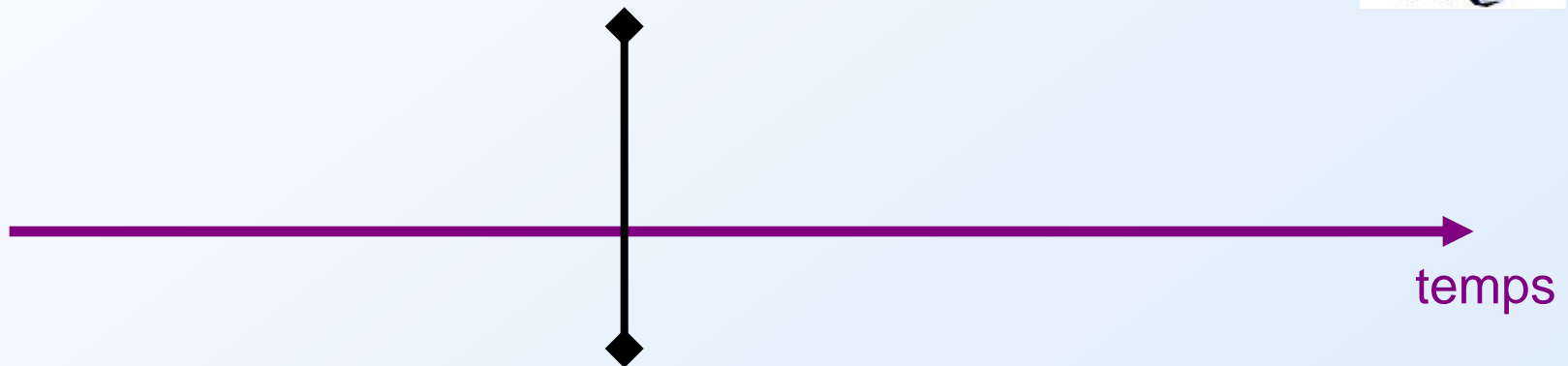
- Plus de cancers chez ceux qui habitent **actuellement** près de la centrale ?
- Mesure **simultanée** de l'exposition et de la maladie à un instant donné
- Attention aux expositions variables au cours du temps et à la latence
 - Aménagement récent ?
 - Cancer existait avant aménagement ?

Etude de prévalence

$$\text{Prévalence} = \frac{\text{Nombre de malades}}{\text{Effectif total}}$$

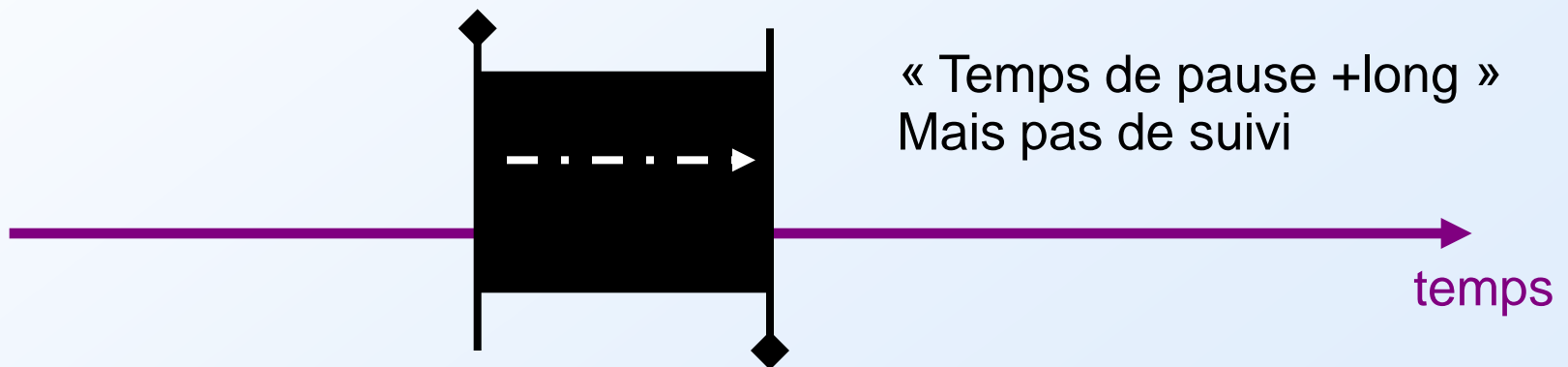
A un moment donnée = « Photographie »

⇒ **Étude Transversale**



Etude de prévalence

$$\text{Prévalence} = \frac{\text{Nombre de malades}}{\text{Effectif total}}$$



Etude de prévalence

$$\text{Prévalence} = \frac{\text{Nombre de malades}}{\text{Effectif total}}$$

➤ Maladie ? Critère de **jugement**

Etude de prévalence

$$\text{Prévalence} = \frac{\text{Nombre de malades}}{\text{Effectif total}}$$



- La population **source**
- **Echantillon**

Etude de prévalence

$$\text{Prévalence} = \frac{\text{Nombre de malades}}{\text{Effectif total}}$$

➤ La population **source**

Représentatif ?

➤ **Echantillon**

- Critères d'inclusions → Non liés à la maladie
- Tirage au sort → Non liés aux facteurs de risque

Exemple [*Doury et al. BEH thématique 37-38, 2006*]

Prévalence de *Chlamydia trachomatis* chez des étudiants.

L'enquête s'est déroulée dans le service de médecine préventive de l'Université Paris 5 entre mars 2003 et janvier 2005.

Au total 1 018 sujets ont été inclus avec une prévalence globale de 1,0 % [IC95% : 0,5-1,8].

	hommes	femmes	Total
positifs	4	6	10
négatifs	507	501	1008
testés	511	507	1018
Prévalence	0,8%	1,2%	1,0%

Estimation de la Prévalence (1)

- Proportion de cas (individus malades, ...) dans la population à un instant donné

$$\text{Prévalence} = \frac{\text{nombre de cas existant}}{\text{effectif de la population}}$$

(exprimé en « pour N »)

→ C'est une probabilité \approx probabilité qu'un individu pris au hasard dans la population soit porteur de M

Estimation de la Prévalence (2)

- Estimée dans les enquêtes transversales
 - Observation de la population ou d'un échantillon à une date fixée
 - Pour chaque individu on détermine si la maladie M est présente ou absente
- Inapproprié
 - Si l'on ne peut pas pratiquer les tests permettant de déterminer la présence ou l'absence de M chez des individus pris au hasard
 - Si la maladie M est rare (nécessite un échantillon de grande taille)

Estimation de la Prévalence (3)

- *Exemple* : Prévalence du phénotype A dans le système ABO, dans une population P. Sur un échantillon pris au hasard de 1000 individus, 460 sont de phénotype A

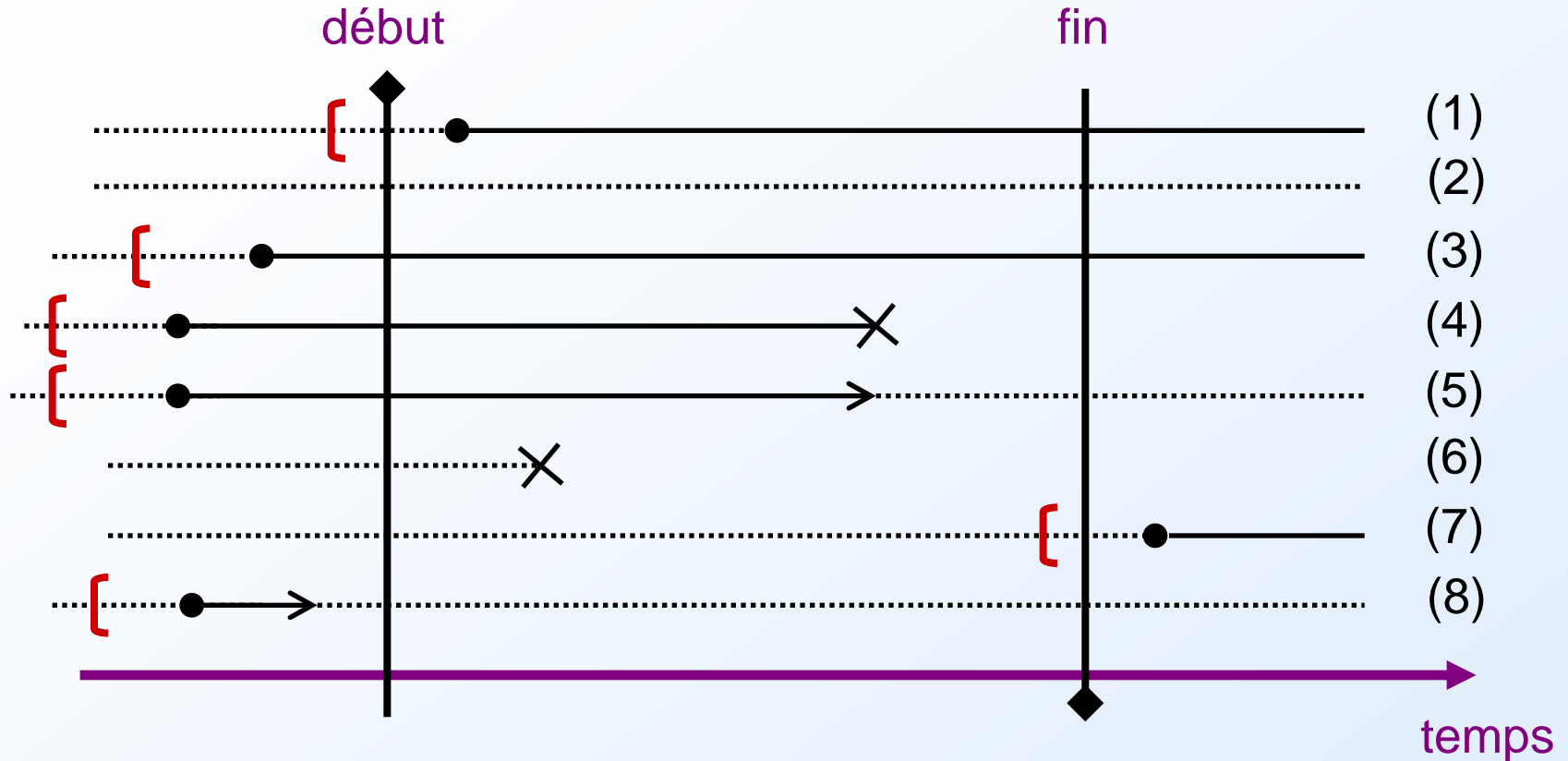
→ Estimation de la prévalence : $460/1000=46\%$

Intervalle de confiance à 95% de la prévalence

$$p_0 \pm z_{\alpha/2} \cdot \sqrt{\frac{p_0 q_0}{n}} \quad (\text{avec } np_0 \text{ et } nq_0 \geq 5)$$

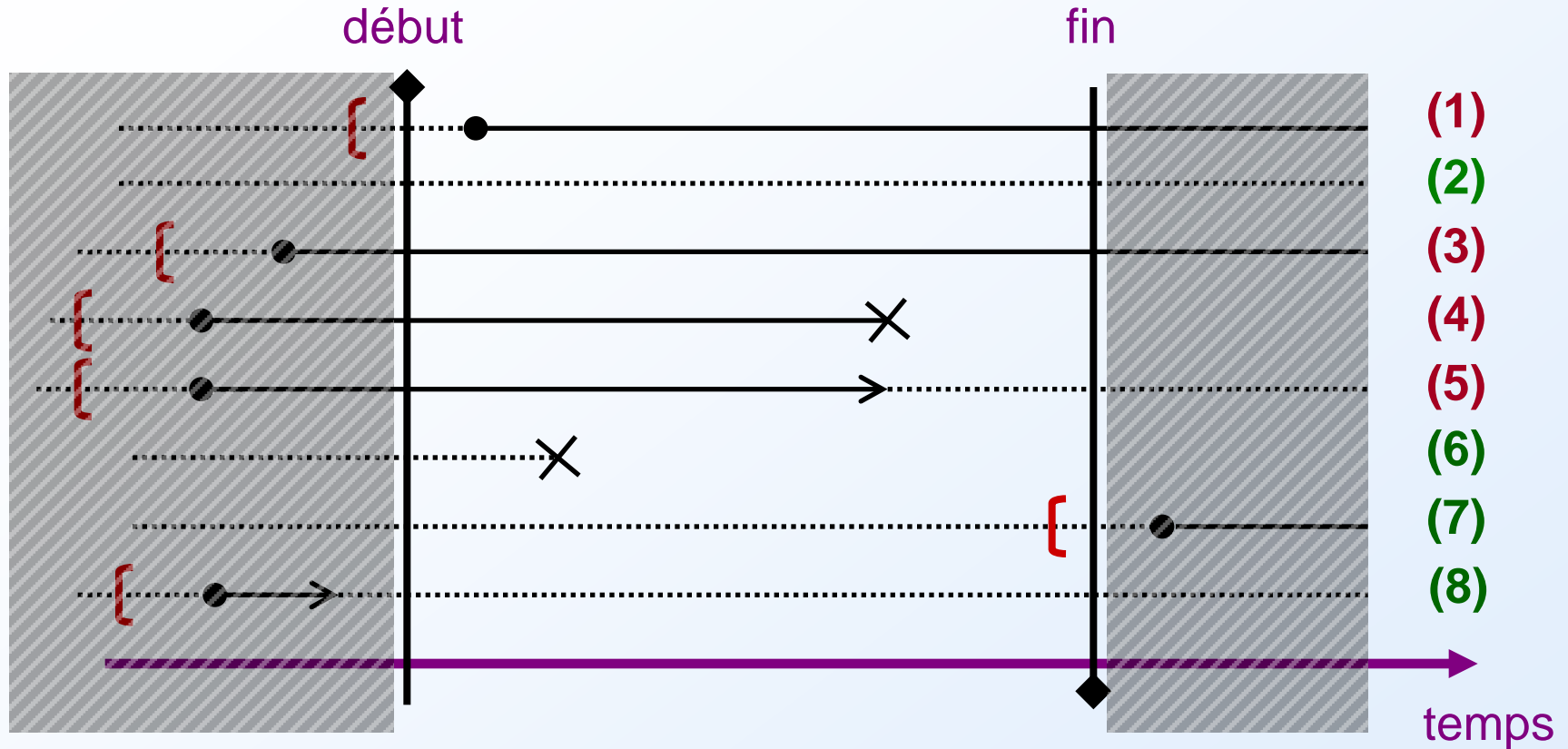
$$\left[0,46 \pm \left(1,96 \cdot \sqrt{\frac{0,46 \cdot 0,54}{1000}} \right) \right] = [43\% ; 49\%]$$

A un moment donné...



- Durée de la maladie ?
- Vitesse d'apparition (incubation) ?
- Date de survenue ?

A un moment donné...



$$P = 4/8 = 50\%$$

Etudes d'Incidence

$$\text{Taux d'Incidence} = \frac{\text{Nouveaux malades}}{\text{Personnes.temps}}$$

= vitesse de production de malades

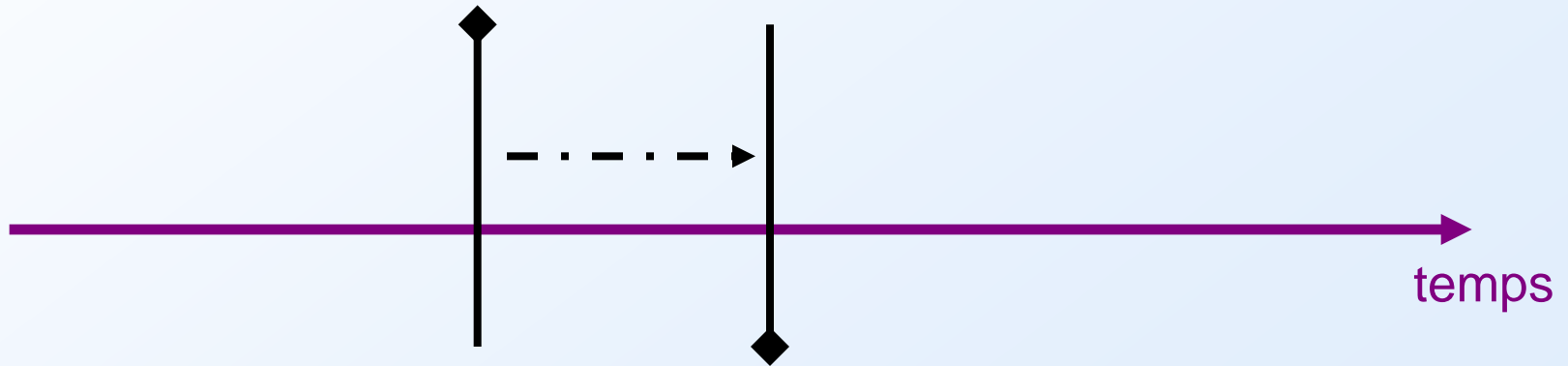
= nombre de nouveaux malades par unité de temps

Etudes d'Incidence

$$\text{Taux d'Incidence} = \frac{\text{Nouveaux malades}}{\text{Personnes.temps}}$$

Pendant une durée de suivi

⇒ **Étude de Cohorte**



Etudes d'Incidence

$$\text{Taux d'Incidence} = \frac{\text{Nouveaux malades}}{\text{Personnes} \cdot \text{temps}}$$

➤ Maladie ? Critère de **jugement**

Etudes d'Incidence

$$\text{Taux d'Incidence} = \frac{\text{Nouveaux malades}}{\text{Personnes} \cdot \text{temps}}$$



➤ La population **source** : **Non Malades**

➤ **Echantillon**

- Critères d'inclusions → liés à la maladie
- Tirage au sort → +/- liés aux facteurs de risque
→ plus de cas détectés

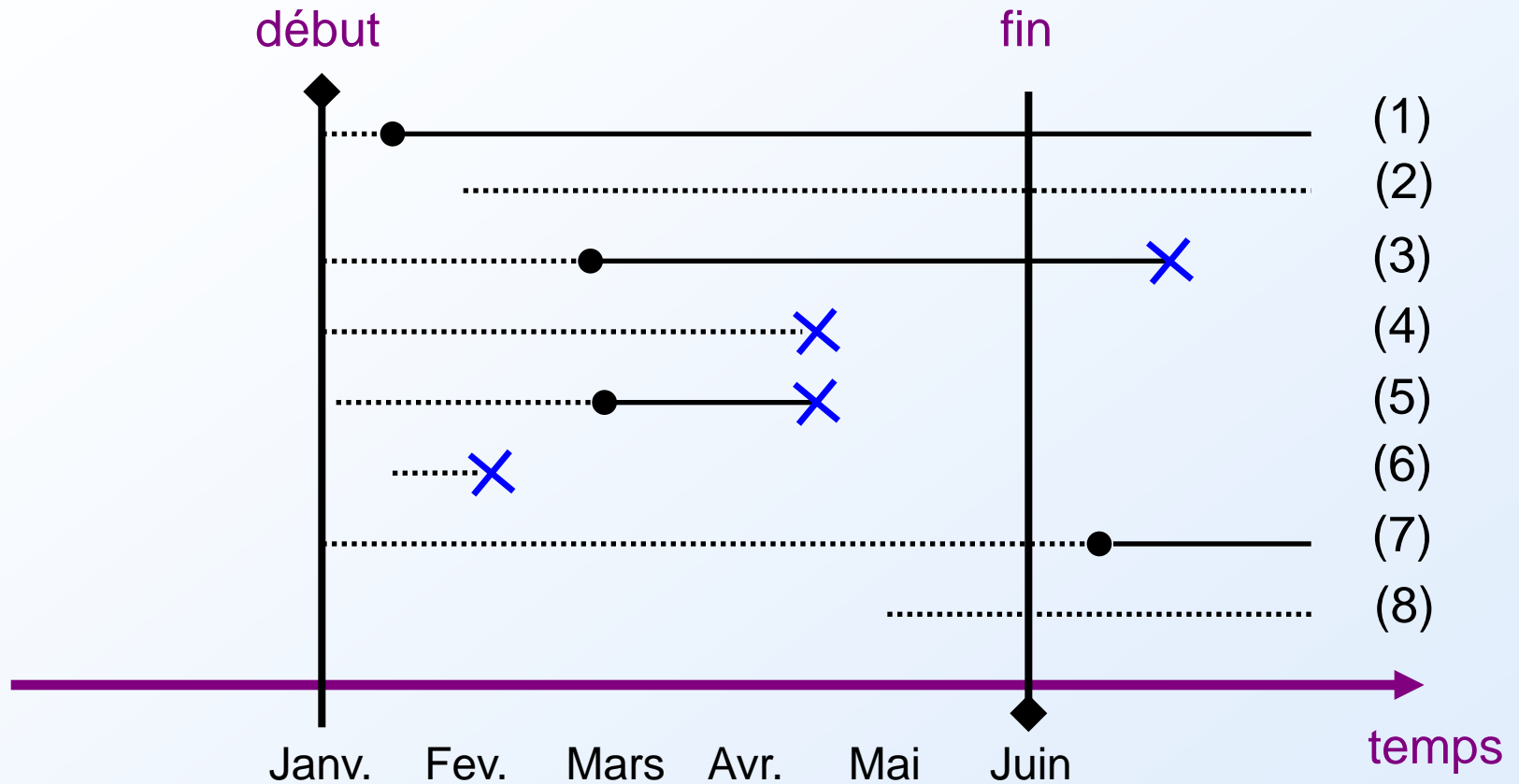
Etudes d'Incidence

$$\text{Taux d'Incidence} = \frac{\text{Nouveaux malades}}{\text{Personnes} \cdot \text{temps}}$$

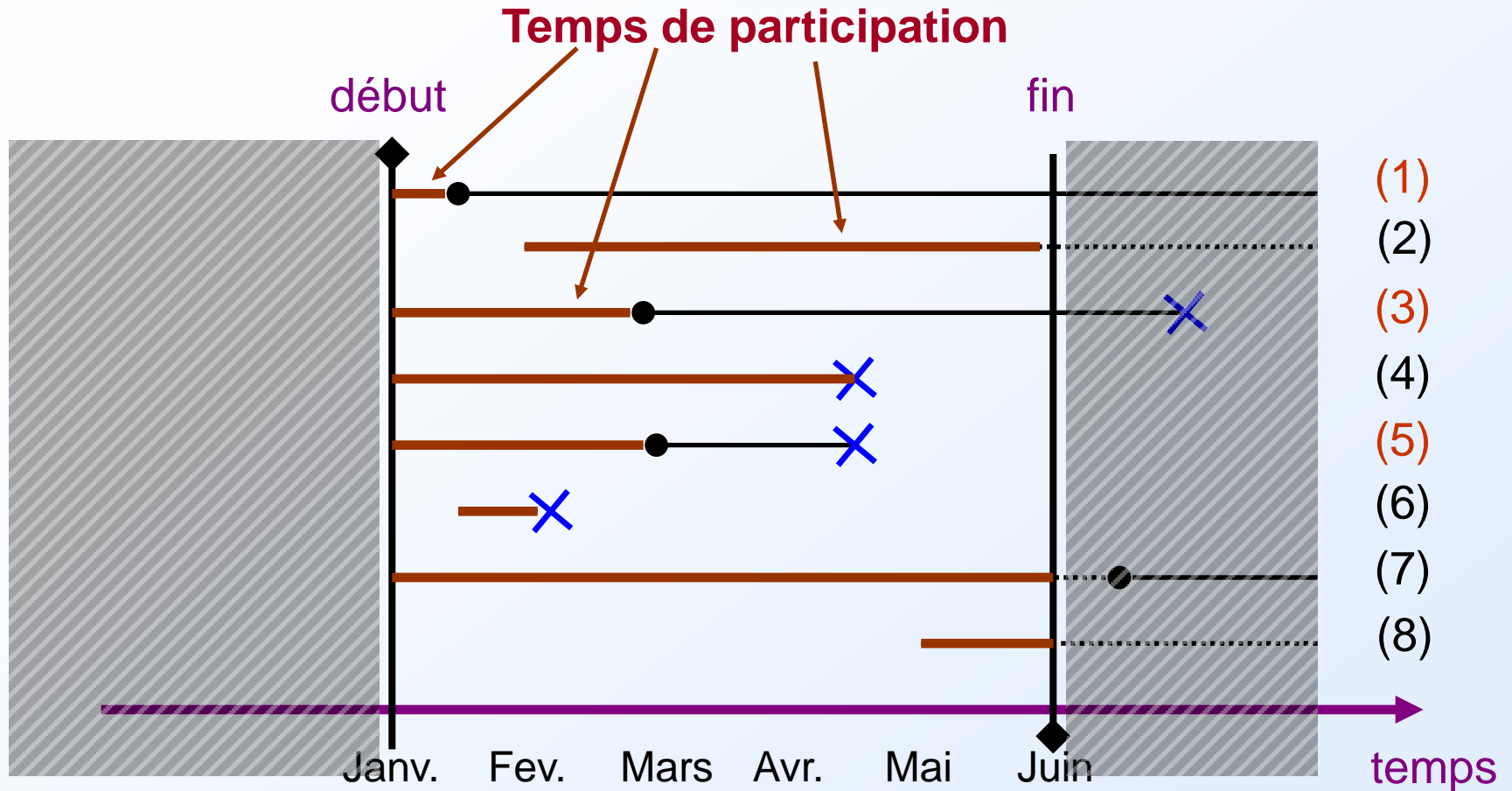


- **Durée** pendant laquelle chaque sujet a appartenu à l'échantillon
- Sujet à durée ++ \Rightarrow proba. Maladie ++

Exemple



Exemple



TI = 3 cas incidents / temps de participation

Estimation de l'Incidence (1)

- Quantifie la production de nouveaux cas de maladie dans la population dans un certain intervalle de temps

$$\text{Incidence par UT} = \frac{\text{nb nouveaux cas pendant la période}}{(\text{effectif de la population}) \cdot (\text{période en UT})}$$

UT = unité de temps

≈ probabilité qu'un individu pris au hasard contracte la maladie pendant une unité de temps

Estimation de l'Incidence (2)

- Estimée sur une population ou un échantillon suivi pendant une période donnée
- Mêmes limites que pour la prévalence avec les enquêtes transversales
- Les enquêtes exhaustives (permanente ou non) sont plus adaptées

Estimation de l'Incidence (3)

- Il est possible de considérer que, sous certaines hypothèses (incidence stable, durée D de la maladie stable)

$$P \cong I \times D$$

Exemple [*Le Vu et al. BEH 46-47, 2012*]

- Incidence de l'infection par le VIH dans un échantillon d'hommes ayant des relations sexuelles avec des hommes à Paris. Enquête Prévagay 2009 ANRS-InVS
- La détection combinée de l'antigène p24 et des anticorps anti-VIH sur buvard a été réalisée par le CNR-VIH avec le test Genscreen ultra HIV Ag-Ab® (Biorad). Les échantillons positifs ont été confirmés par Western Blot et testés pour l'infection récente avec le test EIA-RI
- Parmi 886 participants, 157 (18%) ont été testés positifs pour le VIH. Le taux d'incidence global est estimé à 3,8 pour 100 personne-années [IC95%: 1,5-6,2].

III. Echantillonnage

Objectif général

= Représentativité

- Gain de temps
- Gain d'argent
- Gain de qualité
- (économise la population)

Fluctuations d'échantillonnage

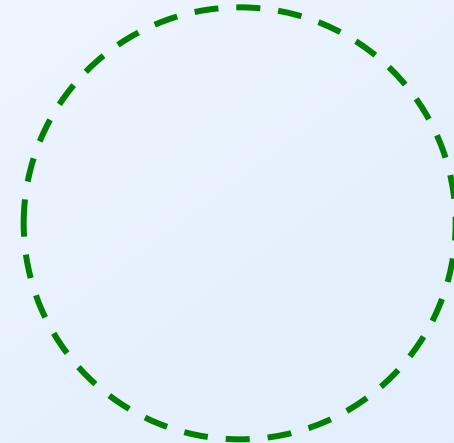
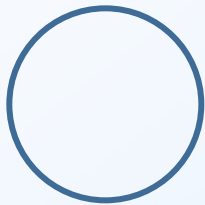
- Plusieurs échantillons possibles
- Estimations
- Incertitude
 - « Maîtrisée » (intervalles de confiance)
 - Précision acceptable au regard de l'objectif

Estimation

- Évaluation d'un paramètre sur un échantillon (représentatif) pour disposer d'une **estimation** de la valeur de ce paramètre dans la population entière

Échantillon de n sujets
sains (20 – 40 ans)

Population entière de N sujets
sains (20 – 40 ans)



Estimation Glycémie moyenne

Glycémie moyenne = ?

Inférence

Propriété d'un bon Estimateur (1)

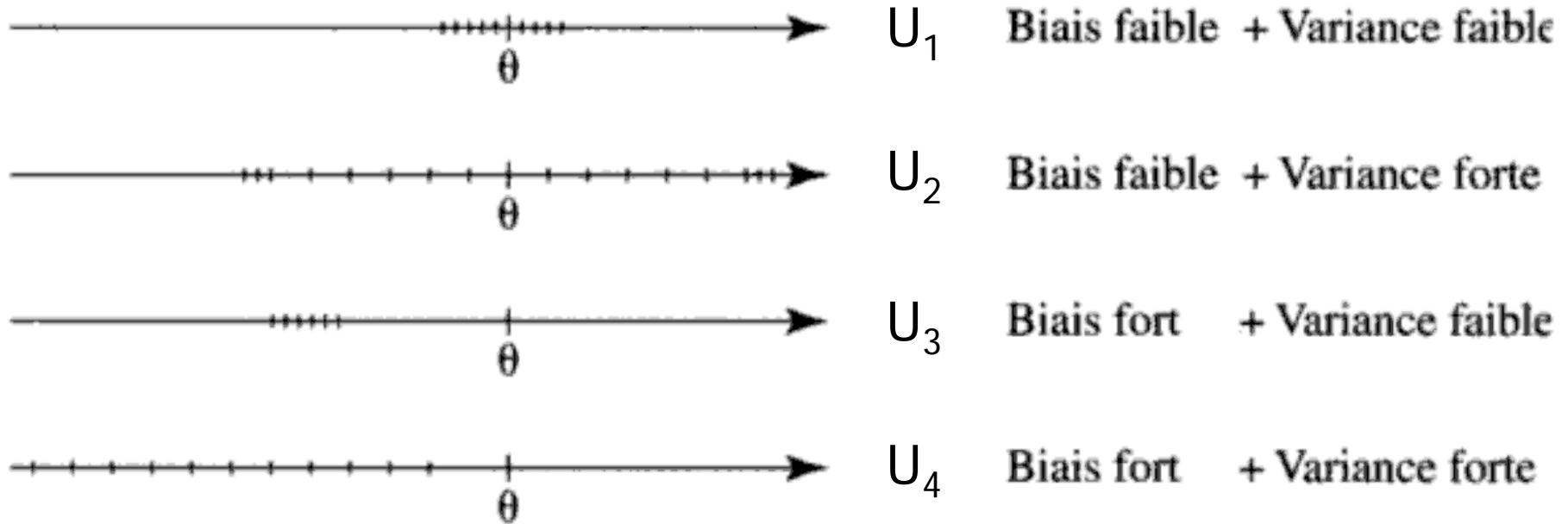
- Biais

- Soit θ un paramètre quelconque de la population et U un estimateur de θ
- U : estimateur **sans biais** de θ si $E(U) = \theta$
- U : estimateur biaisé de θ si $E(U) \neq \theta$
- et le biais = $E(U) - \theta$

- Variance

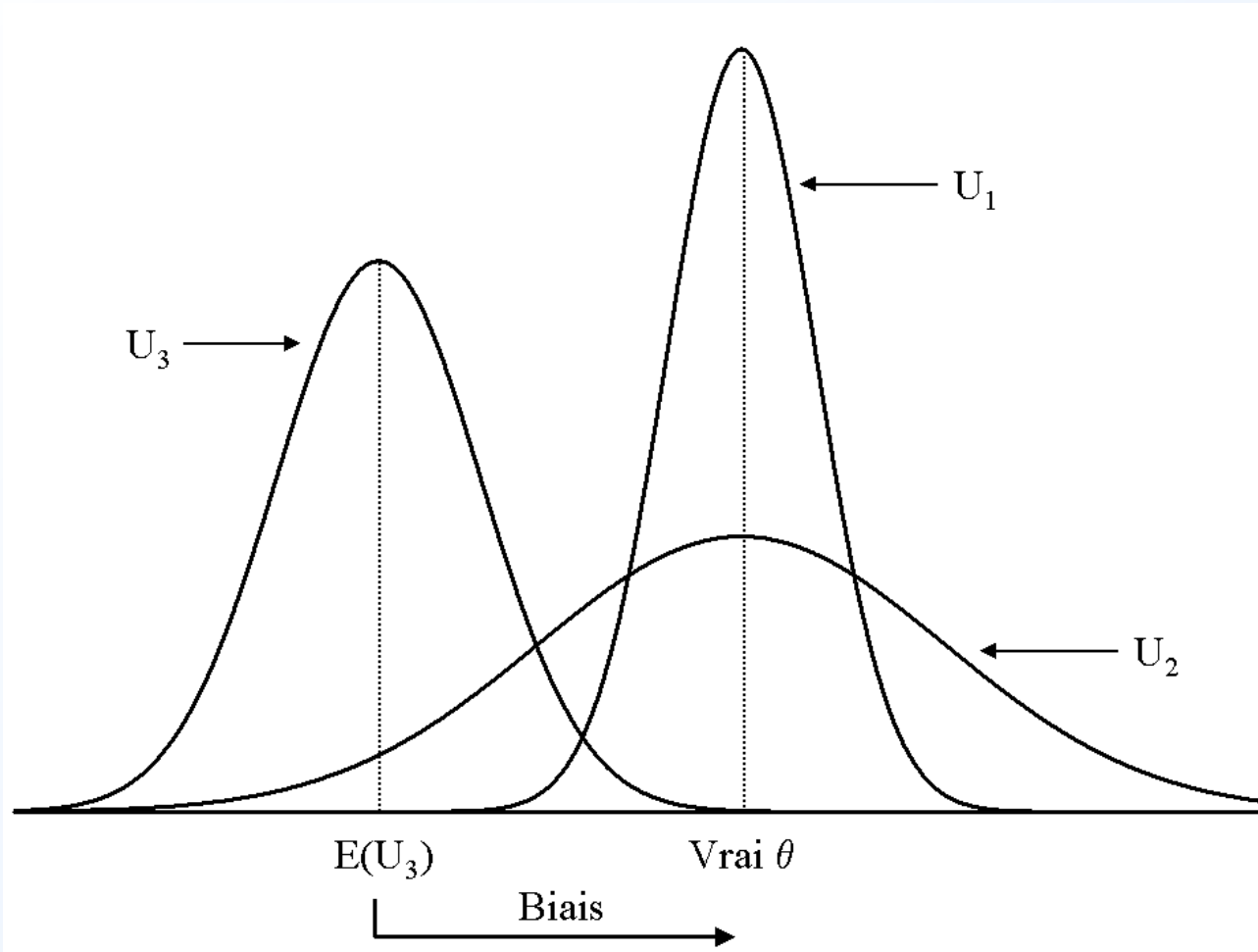
- Faible
- Estimateur **convergent** : estimateur sans biais dont la variance $\rightarrow 0$ quand $n \rightarrow \infty$

Propriété d'un bon Estimateur (2)



ARDILLY Technip, 2006

Propriété d'un bon Estimateur (3)



Estimation par Intervalle (1)

- Risque α généralement = 0,05 ; erreurs d'échantillonnages jugées acceptables
- Intervalle de confiance de la forme :
[$\hat{\theta}$ - erreur d'échantillonnage ; $\hat{\theta}$ + erreur d'échantillonnage]
- IC_{95%}, loi normale :
[$\hat{\theta} - 1,96.\sigma(\hat{\theta})$; $\hat{\theta} + 1,96.\sigma(\hat{\theta})$]
- Interprétation
 - On accepte 5 chances sur cent de se tromper en disant que θ appartient à l'intervalle; donc 95 chances sur cent de ne pas se tromper en disant que θ appartient à l'intervalle

Estimation par Intervalle (2)

- Plan complexes → difficultés pour calculer $\sigma(\hat{\theta})$ par méthode « analytique »
- Méthodes de réplication
 - Bootstrap, etc.

Population

= Ensemble des individus (unités statistiques)

- Définie par 4 facteurs

- Nature : individu, patient, cellules...

- Caractéristiques intrinsèques : sexe, pathologie, type de cellule

- Localisation: adresse, service, organe

- Date

- De taille finie = N

Populations

- Population cible
 - Celle à laquelle on voudrait généraliser les résultats
 - Pop. pour laquelle on **veut** recueillir des infos

- Population source
 - Celle qu'on va réellement étudier
 - Pop. pour laquelle on **peut** recueillir des infos

Base de sondage

- **Liste** des unités statistiques

- Recensement (exhaustivité + + +)
- Liste téléphonique
- ...

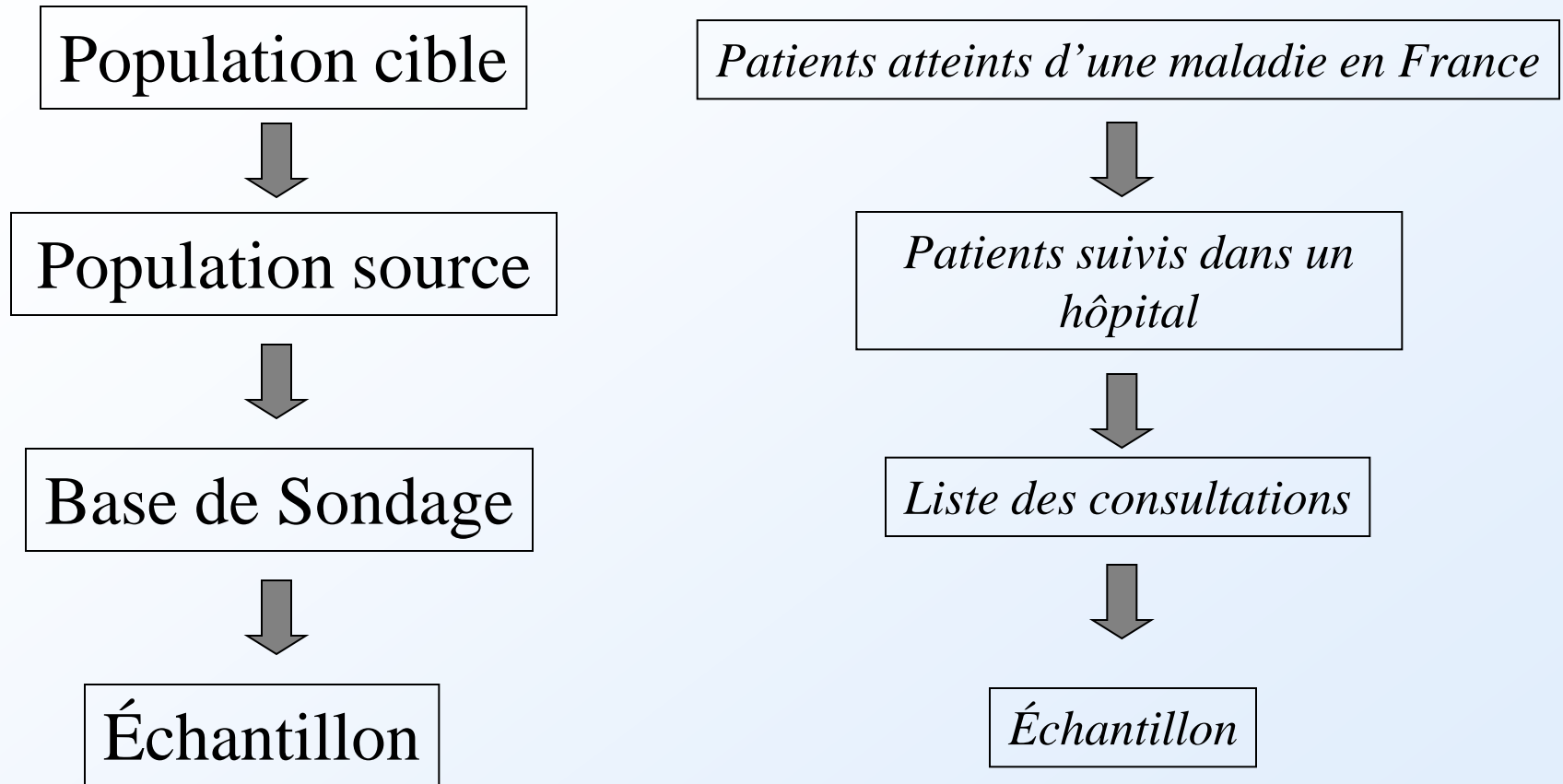
- Propriétés recherchées :

- Exhaustivité (*tel. fixe*)
- Absence de doublons (*tel. fixe + portables*)

Base de sondage (2)

- Autres propriétés intéressantes :
 - Identification sans ambiguïté
 - A jour
 - Richesse des informations
- Absence de base
 - Sondages empiriques
 - Sondages « complexes » : grappes, etc.

Schéma



Sondages : types

Empiriques (non aléatoires) :

- - cher + rapide
- Convenance, volontaires, quotas...

Probabilistes (aléatoires) :

- + représentatif → extrapolation
- Chaque individu à une probabilité connue d'avance d'appartenir à l'échantillon
- Aléatoires simples, stratifiés, en grappes, ...
- 1 ou plusieurs degrés

Sondages Empiriques

- Convenance
 - Biais + + +
- Volontaires
 - Biais + + +
- Quotas
 - « Représentativité » définie à priori pour certaines caractéristiques
 - Attention aux biais car sélection dans les catégories de volontaires ou par convenance → risque de mauvaise représentativité

Sondage aléatoire simple

Objectif

- Même proba. d'appartenir à l'échantillon

Base

- Liste complète des sujets

Tirage

- Numérotation des sujets
- Tirage au sort de numéros (avec ou sans remise)
- Fraction de sondage ($f=n/N$)

Sondage stratifié

Objectif

- Proba. **identique ou différente** d'appartenir à l'échantillons selon la strate i
- On peut sur-représenter des strates avec petits échantillons N_i

Base

- Liste complète des sujets dans chaque strate

Tirage

- Numérotation des sujets
- Tirage au sort dans les strates
- Fractions de sondage ($f_i = n_i/N_i$)

Sondage stratifié +/-

(+)

- Simple
- Sur-représentation → gain en précision

(-)

- Liste disponible / strates ?

Si facteur (strate) liée au paramètre étudié

- Diminue variance à l'intérieur des strates
→ gain en précision

Sondages stratifiés

- Allocation proportionnelle
 - « représentatif » (probabilité d'inclusion proportionnelle à la taille)
- Allocation non-proportionnelle
 - Surreprésente par exemple les petites strates pour avoir une certaine précision
- Allocation optimale
 - Surreprésente les strates les moins homogènes
 - Complexifie les calculs mais gagne en précision

Exemple [*Doury et al. BEH thématique 37-38, 2006*]

Prévalence de *Chlamydia trachomatis* chez des étudiants.

Un prélèvement urinaire gratuit était proposé systématiquement à tous les étudiants volontaires pour participer, âgés de 18 à 23 ans, se présentant dans le service sur convocation [...]

Une stratification sur le sexe a été effectuée de manière à inclure un nombre équivalent de garçons et de filles.

Sondage en grappes

Objectif

- Pratique + + +

Base

- Liste complète des grappes

Tirage

- Numérotation des grappes
- Tirage au sort des grappes

Sondage en grappes +/-

(+)

- Pas besoin de base de sondage détaillée
- Pratique (limite dispersion géographique)

(-)

- Effet grappe (ressemblances à l'intérieur)
- Complexe pour échantillonnage et analyse

Sondage à 2 degrés

+ Complexe

Exemple :

- Tirage au sort de grappe
 - Puis tirage aléatoire simple d'individus dans les grappes
-
- Complexifications possibles à volonté (x degrés)
 - Représentativité ?
 - Analyse + complexe

Sondage à x degrés

Exemple :

- 2 strates d'école maternelle (ZEP ou non)
- Tirage au sort d'écoles (grappe)
- Puis tirage stratifié (sections) d'enfants

- *Couverture vaccinale des enfants âgés de 6 ans, scolarisés en grande section de maternelle, France, 2005–2006*

L'échantillon a été constitué à partir d'un sondage à 2 degrés.

Dans un premier temps, un échantillon de 4413 écoles a été tiré au sort. Cet échantillon a été stratifié par académie, de telle sorte qu'au sein de chaque académie l'échantillon d'élèves soit équilibré sur le statut public ou privé de l'école, son appartenance à une zone d'éducation prioritaire (ZEP), la taille de l'unité urbaine et la taille de l'école.

Dans chaque école, 8 élèves de GSM ont été sélectionnés de manière aléatoire par un tirage systématique effectué par le directeur de l'établissement selon des directives qui lui avaient été fournies dans la circulaire de lancement de l'enquête.

Choix

- Base de sondage ?
- Avec informations auxiliaires ?

- Coût/précision

Taille de l'échantillon

Fonction de :

- Taille de la population
- Précision souhaitée des estimations
- Variabilité
- Méthode de sélection
- Non-réponses, perdus de vue
- Contraintes « logistiques » : budget, calendrier...

- Comparatif (cf. évaluation)
 - NSN pour montrer (au risque α fixé) une différence statistique entre 2 (ou k) groupes avec un puissance statistique $(1-\beta)$ donnée
- Descriptif
 - Précision
 - i = demi-largeur de l'intervalle de confiance à 95%

Calcul

- IC d'une proportion :

$$p_0 \pm z_{\alpha/2} \cdot \sqrt{\frac{p_0 q_0}{n}} \quad (\text{avec } np_0 \text{ et } nq_0 \geq 5)$$

- Précision ($1/2$ largeur de l'IC) :

$$i = z_{\alpha/2} \cdot \sqrt{\frac{p_0 q_0}{n}}$$

- NSN :

$$n = \frac{z_{\alpha/2}^2 p_0 q_0}{i^2}$$

Exemple

- On souhaite estimer la prévalence d'une complication du diabète, supposée touchant un tiers des patients, avec une précision de $\pm 3\%$ de l'IC_{95%}

- NSN :

$$n = \frac{z_{\alpha/2}^2 p_0 q_0}{i^2} = \frac{1,96^2 \cdot 0,33 \cdot 0,67}{0,03^2} = 943,8$$

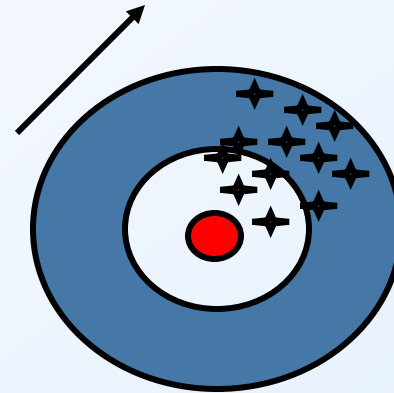
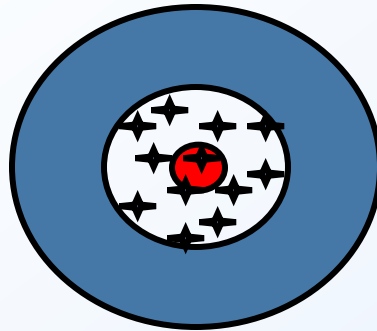
- Vérification :

- résultats obtenus → 274 patients avec la complication parmi 944
- prévalence = 29,0% ; IC_{95%} = [26,1% ; 31,9%]

IV. Biais

Biais

- Erreur systématique



- 3 grand types :

- Sélection
- Classement
- Confusion

Biais & études

- Etude descriptive
 - mauvaises estimations
- Etude explicative
 - mauvaises estimations dans les groupes comparés
 - mauvaises estimations des mesures d'association si biais différentiel

Biais de sélection

- Population sélectionnée pour l'étude non-représentative
- Si différentiel : groupes comparés non comparables !!!
- Prévention :
 - Echantillonnage de qualité (tirage au sort)

Exemple

- Prescription d'un nouveau traitement de façon préférentielle au cas les plus graves

→ Efficacité sous-estimée

→ différentiel : Efficacité < traitement de référence !!!

= biais d'indication

Exemple [*Doury et al. BEH thématique 37-38, 2006*]

Prévalence de *Chlamydia trachomatis* chez des étudiants.

Environ 84% des étudiants convoqués se sont présentés dans le service de médecine préventive. Un seul refus directement lié à l'étude a été enregistré. Les sujets éligibles non inclus ne diffèrent pas des sujets inclus du point de vue du sexe et des filières d'étude. Après redressement sur la répartition du sexe de l'ensemble des étudiants éligibles, la prévalence globale reste inchangée.

La prévalence estimée chez les étudiants se rendant aux convocations sous-estime peut-être la prévalence dans la population des étudiants ciblés [...]

Il est possible que les étudiants moins compliants aux convocations de médecine préventive aient par ailleurs des comportements sexuels plus à risque. Aucun redressement n'est possible dans la mesure où il n'existe pas d'informations sociodémographiques et comportementales concernant les étudiants ne se présentant pas aux convocations.

Points à vérifier

- Définition de la population
- Sélection de l'échantillon
- Perdus de vue, données manquantes

Biais de classement

- Biais de mesure, d'information
- Mauvaise classification de l'exposition et/ou de la maladie
- Prévention :
 - diagnostics fiables
 - objectifs
 - identiques au cours de l'étude

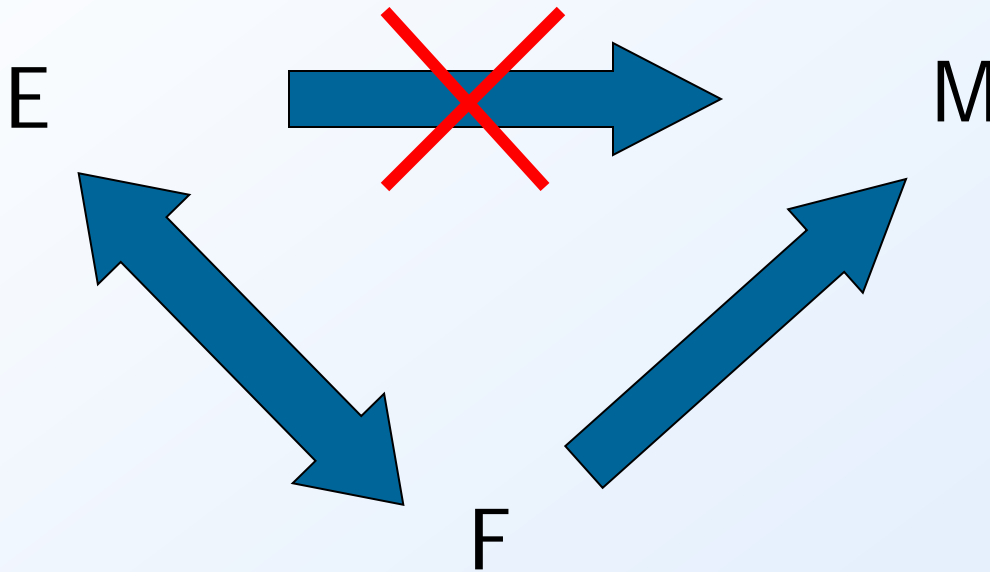
Exemple

- Recueil d'une exposition passée dans une enquête cas-témoins
- Cas + « motivés » pour fouiller leur passé
 - ➔ artificiellement + exposés
 - ➔ fausse association (biais de mémorisation)

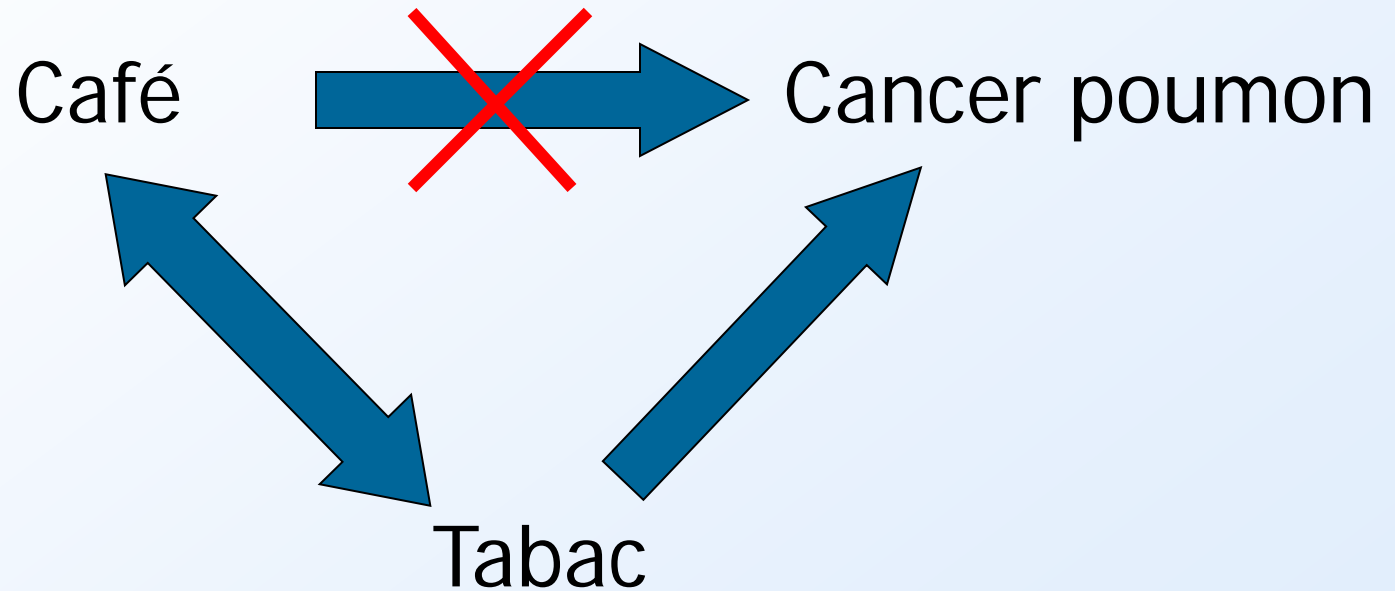
Biais de confusion

- Seul biais qui peut-être corrigé lors de l'analyse statistique
- Influence d'un tiers facteur entre E et M
 - connu (bibliographie)
 - inconnu

Biais de confusion



Exemple



Prévention

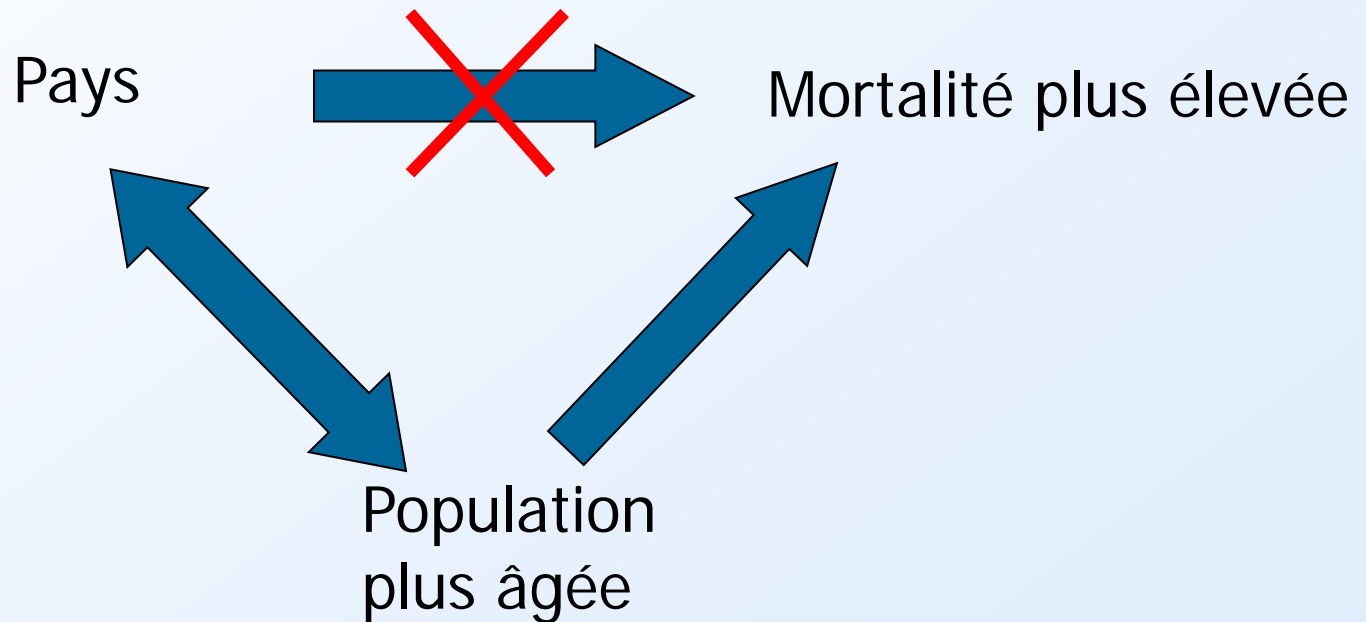
- Avant une enquête :
 - Recherche bibliographique des FdR connus
 - Appariement, stratification ou prise en compte lors de l'analyse (ajustement, standardisation)

- Facteurs inconnus :
 - En principe éliminé par randomisation

V. Standardisation

Standardisation

- Pour comparer globalement la mortalité dans des populations différentes
- Le plus souvent pour des populations de structures d'âge différentes



Standardisations

- 2 types de standardisation

- Standardisation directe

- population type :

- taux de mortalité standardisé (TMS, *age-standardised mortality rate*)
- taux standardisé sur la population monde (TSM)

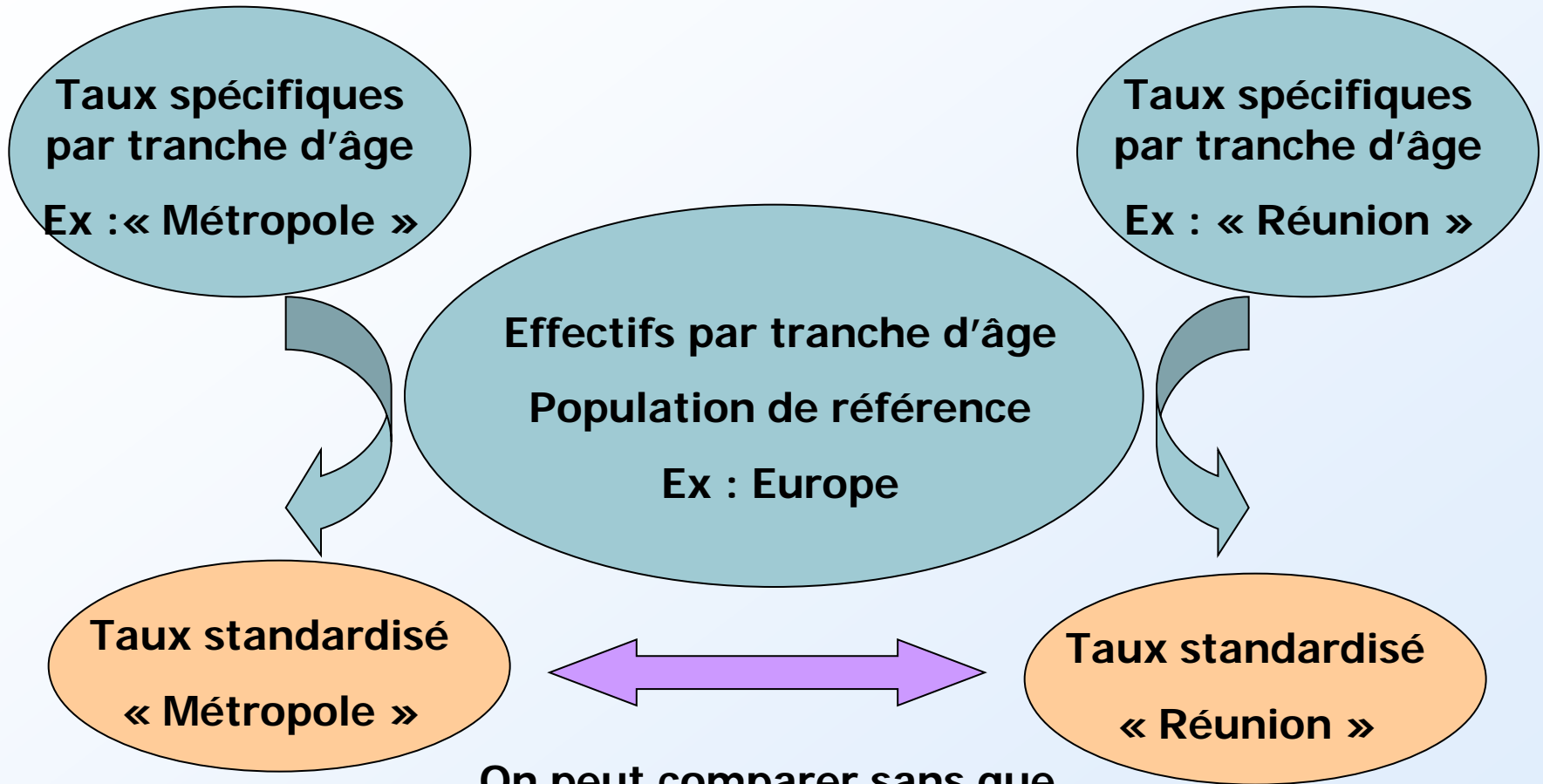
- Standardisation indirecte

- mortalité type : SMR (ratio de mortalité standardisé, *standardized mortality ratio*)
- ratio standardisé d'incidence (RSI, *standardized incidence ratio, SIR*)

Standardisation directe

- Le taux standardisé est le taux que l'on observerait dans la population étudiée si elle avait la même structure d'âge qu'une population de référence
- Consiste à appliquer les taux spécifiques par classes d'âge observés dans la population étudiée aux effectifs des classes d'âge de la population de référence

Standardisation directe



On peut comparer sans que les structures d'âge des 2 populations n'interviennent

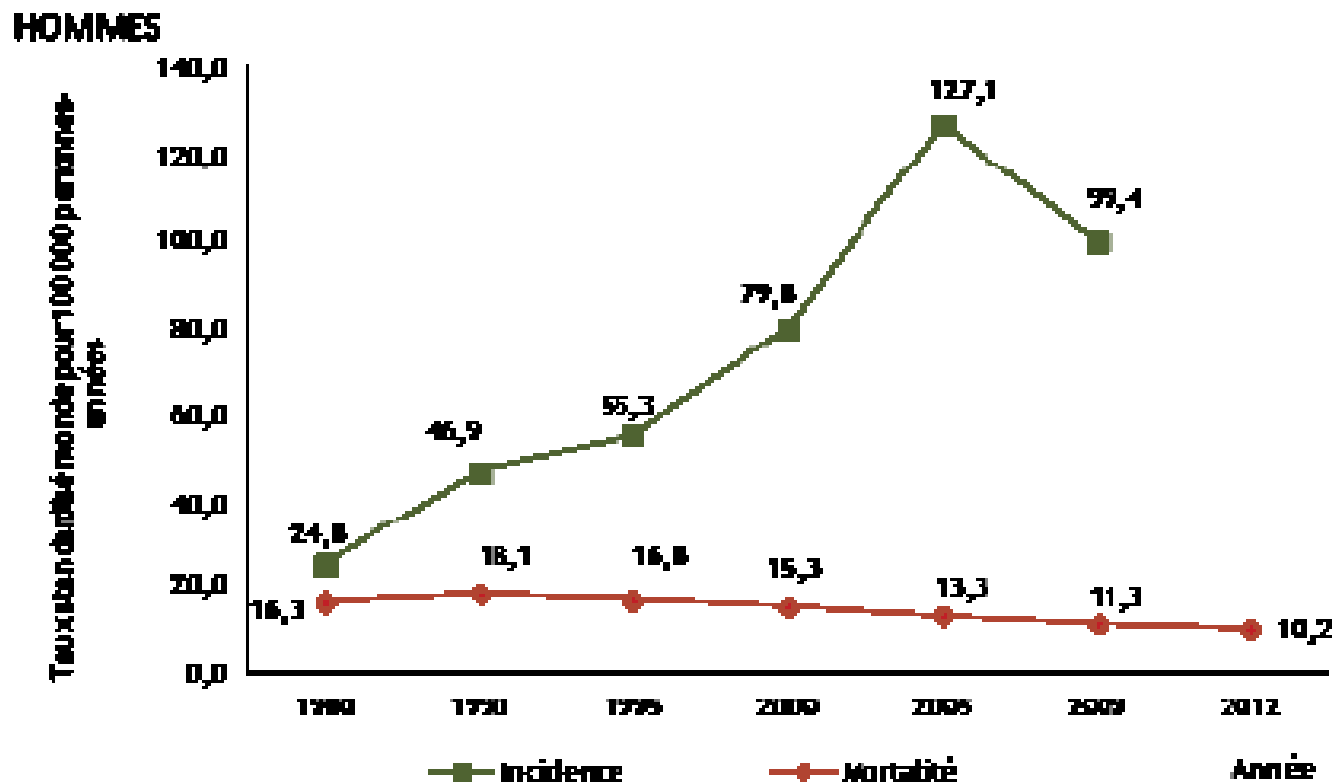
Décès par cancer 2003-2007

Tous cancers : Indicateurs généraux

TOUS CANCERS	HOMME Métropole	HOMME Réunion
Effectif annuel moyen	88 188	539
Taux Brut [IC 95%]	298,0 [297,1 ; 298,9]	143,1 [137,8 ; 148,6]
Taux stand. à la pop. française [IC 95%]	297,0 [296,1 ; 297,9]	259,8 [249,3 ; 270,9]
Taux stand. à la pop. européenne [IC 95%]	247,7 [246,9 ; 248,4]	219,1 [210,8 ; 227,7]
Taux stand. à la pop. mondiale [IC 95%]	162,6 [162,1 ; 163,1]	145,8 [140,3 ; 151,5]

Source : invs.sante.fr, taux pour 100 000 habitants

Évolution de l'incidence de la mortalité (taux standardisé monde estimé) du cancer de la prostate de 1980 à 2012



Source : Binder-Foucard F, 2013. Traitement : INCa 2013

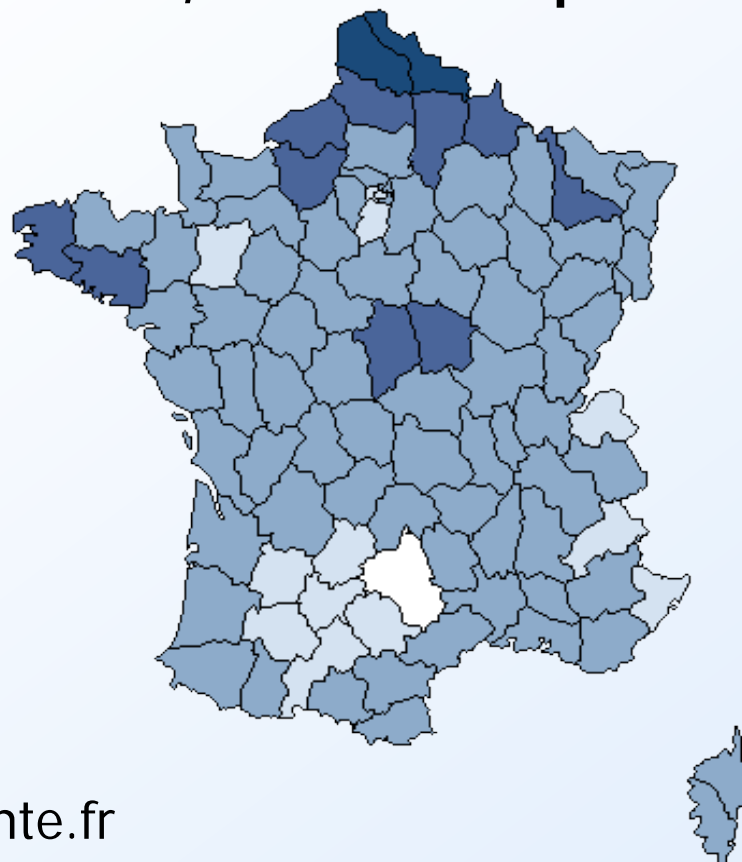
Standardisation indirecte

- Le SMR est obtenu en calculant pour une population le rapport entre le nombre de DC observés et le nombre de DC attendus
$$\text{SMR (\%)} = \text{Observé} / \text{Attendu} \times 100$$
- Pour calculer le nombre de DC attendus, on applique les taux spécifiques de mortalité d'une population de référence à chaque classe d'âge

DECES PAR CANCER EN FRANCE PERIODE 2003-07

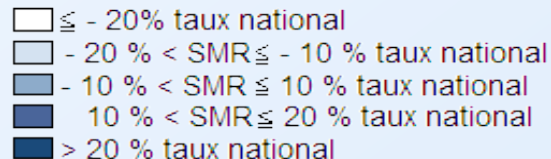
HOMME TOUS CANCERS

Ratio standardisé de mortalité (SMR) : écart par rapport au taux national, au niveau départemental



Source : www.invs.sante.fr

SMR



Références

Bouyer J, Hémon D, Cordier S, Derriennic F, Stücker I, Stengel B, Clavel J.
Epidémiologie. Principes et méthodes quantitatives.
Inserm 1995.



Czernichow P, Chaperon J, Le Coutour X.
Epidémiologie.
Masson 2001.

