

*Biostatistiques – BST1*

---

# Chapitre 14

## Risques d'erreur statistique, puissance, degré de signification statistique

José LABARERE, PU-PH

Arnaud Seigneurin, MCU-PH, Bastien Boussat, MCU-PH, Alexandre Bellier, AHU, Patrice François, PU-PH

- Objectifs
- Introduction
- Risque d'erreur statistique de 1<sup>ère</sup> espèce (alpha)
- Degré de signification statistique
- Risque d'erreur statistique de 2<sup>ème</sup> espèce (beta)
- Puissance
- Précautions d'interprétation

# Objectifs

- Expliquer les risques d'erreur en statistique (1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> espèce)
- Définir la notion de puissance
- Expliquer la notion de degré de signification statistique
- Distinguer le jugement de causalité du jugement de signification statistique

- Objectifs
- Introduction
- Risque d'erreur statistique de 1<sup>ère</sup> espèce (alpha)
- Degré de signification statistique
- Risque d'erreur statistique de 2<sup>ème</sup> espèce (beta)
- Puissance
- Précautions d'interprétation

# Risques d'erreur en statistique

Résultat du test statistique (échantillon)

		Rejet H0	Non-rejet H0
Réalité (population)	H0 vraie	Erreur 1 <sup>ère</sup> espèce	1- $\alpha$
	H1 vraie	Puissance 1- $\beta$	Erreur 2 <sup>ème</sup> espèce $\beta$

- Objectifs
- Introduction
- Risque d'erreur statistique de 1<sup>ère</sup> espèce (alpha)
- Degré de signification statistique
- Risque d'erreur statistique de 2<sup>ème</sup> espèce (beta)
- Puissance
- Précautions d'interprétation

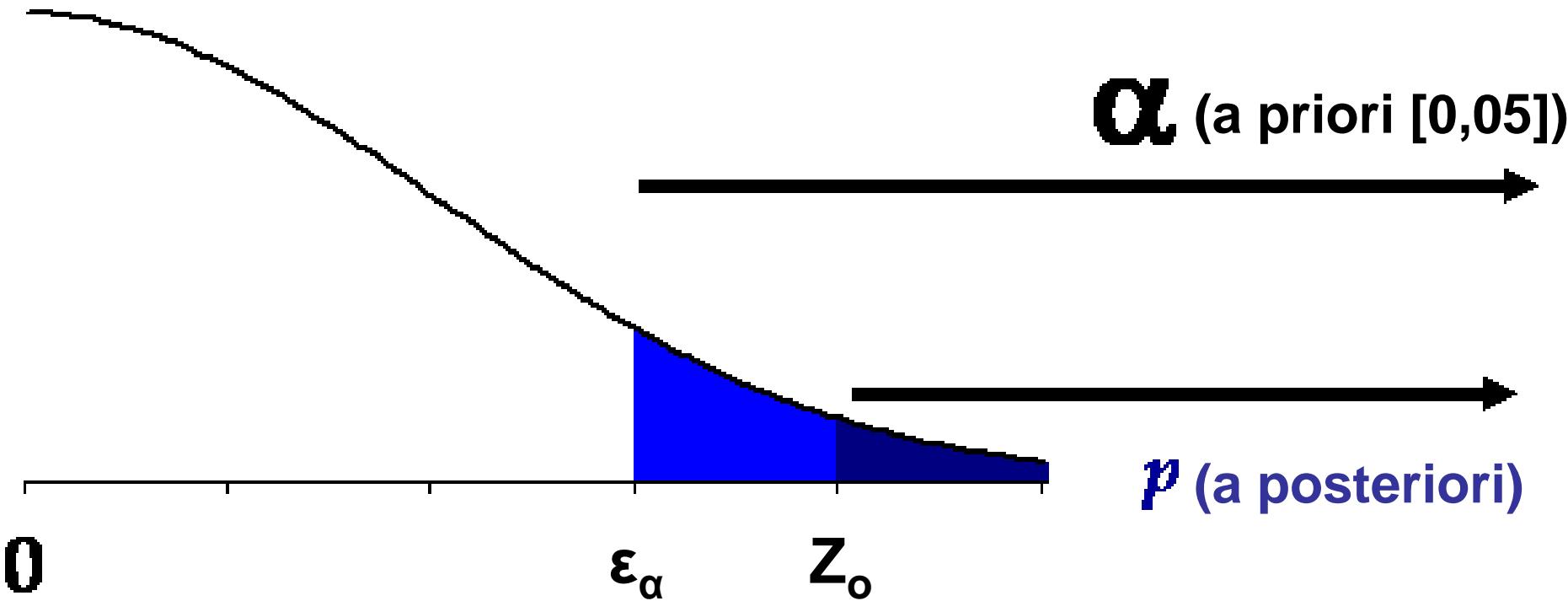
# Risque d'erreur statistique de 1<sup>ère</sup> espèce (alpha)

		Résultat du test statistique (échantillon)	
		Rejet H0	Non-rejet H0
Réalité (population)	H0 vraie	Erreur 1 <sup>ère</sup> espèce $\alpha$	$1-\alpha$
	H1 vraie	Puissance $1-\beta$	Erreur 2 <sup>ème</sup> espèce $\beta$

- Probabilité conditionnelle de rejeter à tort H0, si H0 est vraie (risque de conclure à tort à une différence alors qu'elle n'existe pas dans la réalité).
- Fixé *a priori* (avant tout calcul) à 0,05 (5%) en santé

- Objectifs
- Introduction
- Risque d'erreur statistique de 1<sup>ère</sup> espèce (alpha)
- **Degré de signification statistique**
- Risque d'erreur statistique de 2<sup>ème</sup> espèce (beta)
- Puissance
- Précautions d'interprétation

# Degré de signification statistique (*P* value)



- Probabilité conditionnelle d'observer une valeur de  $\epsilon$  au moins aussi grande que l'écart réduit calculé  $Z_o$  si l'hypothèse nulle  $H_0$  est vraie
- Déterminé *a posteriori* (nécessite de calculer la valeur du test puis de chercher la valeur de la probabilité correspondante sur la table de l'écart-réduit)

# Degré de signification statistique (*P* value)

## Risque d'erreur statistique de 1<sup>ère</sup> espèce (alpha)

Probabilité conditionnelle de rejeter à tort l'hypothèse nulle ( $H_0$ ), si l'hypothèse nulle ( $H_0$ ) est vraie dans la réalité

Fixé a priori

0,05 (soit 5%)

## Degré de signification statistique (*P*-value)

Probabilité conditionnelle d'observer une valeur au moins aussi grande que le test statistique calculé, si l'hypothèse nulle ( $H_0$ ) est vraie dans la réalité

Déterminé a posteriori

Lu sur la table de la loi correspondant au test

# Degré de signification statistique (*P* value)

Table 1 | Personal and clinical characteristics of patients with severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 infection by severity of disease

Characteristics	Total (n=96)	Disease severity		P value
		Mild (n=22)	Severe (n=74)	
Median (interquartile range) age (years)	55 (44.3-64.8)	47.5 (36.8-56.3)	57 (47.5-66)	0.01
Men	58 (60)	9 (41)	49 (66)	0.03
Infected in Wuhan	28 (29)	2 (9)	26 (35)	0.01
Underlying diseases:				
Hypertension	35 (36)	4 (18)	31 (42)	0.04
Diabetes mellitus	11 (11)	1 (5)	10 (14)	0.44
Heart disease	7 (7)	0 (0)	7 (9)	0.30
Lung disease	4 (4)	0 (0)	4 (5)	0.57
Liver disease	3 (3)	1 (5)	2 (3)	0.55



La probabilité conditionnelle d'observer une différence au moins aussi grande de la proportion d'hommes en fonction de la sévérité du CoViD-19 (66% versus 41%), sous l'hypothèse nulle ( $H_0 : \Pi_{\text{homme/mild}} = \Pi_{\text{homme/severe}}$ ), est de 3%.

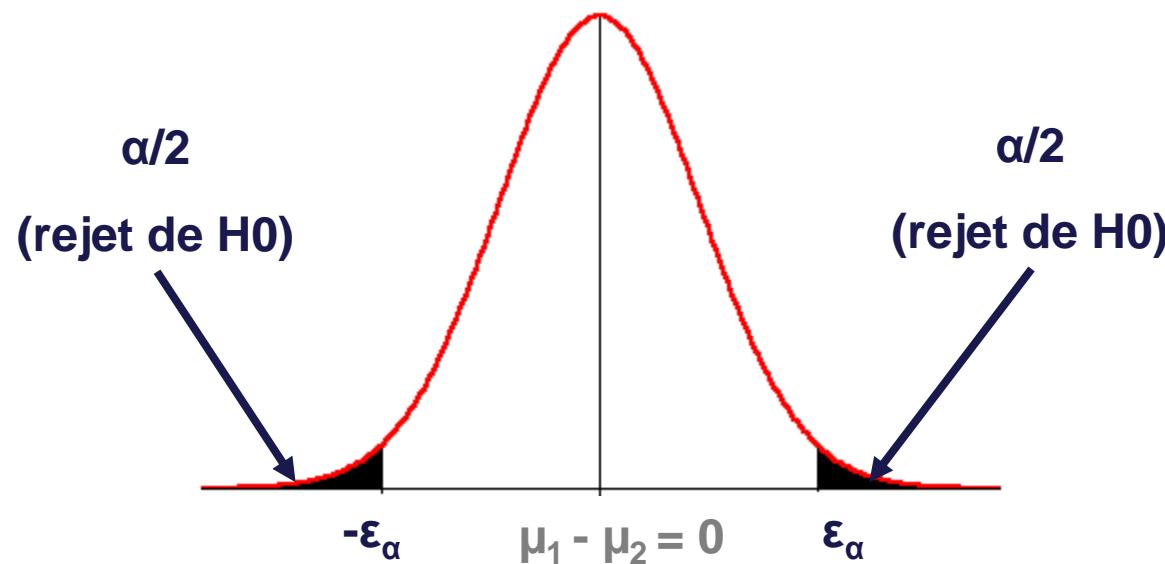
- Objectifs
- Introduction
- Risque d'erreur statistique de 1<sup>ère</sup> espèce (alpha)
- Degré de signification statistique
- **Risque d'erreur statistique de 2<sup>ème</sup> espèce (beta)**
- Puissance
- Précautions d'interprétation

# Risque d'erreur statistique de 2<sup>ème</sup> espèce (beta)

		Résultat du test statistique (échantillon)		
		Rejet H0	Non-rejet H0	
Réalité (population)	H0 vraie	Erreur 1 <sup>ère</sup> espèce		1- $\alpha$
	H1 vraie	Puissance	Erreur 2 <sup>ème</sup> espèce	$\beta$

- Probabilité conditionnelle de ne pas rejeter H0, si H1 est vraie dans la réalité (risque de ne pas conclure à une différence, si cette différence existe dans la réalité).
- Ne peut pas être fixé a priori car on ne connaît pas la valeur du test sous l'hypothèse alternative H1

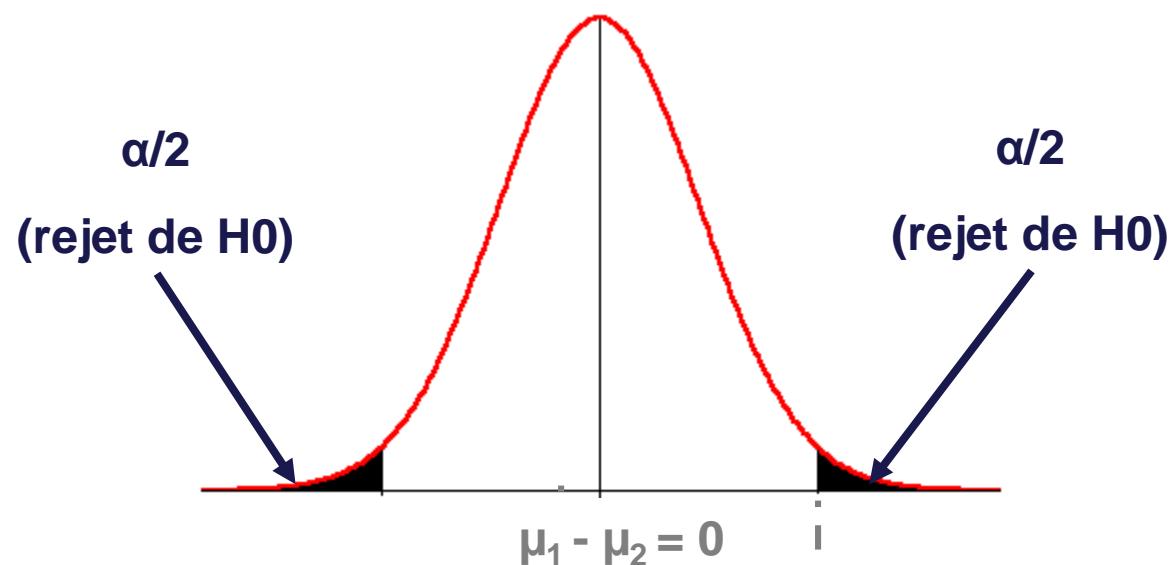
# Risque d'erreur statistique de 2ème espèce (beta)



$H_0$  vraie :  $Z \rightarrow N(0, 1)$

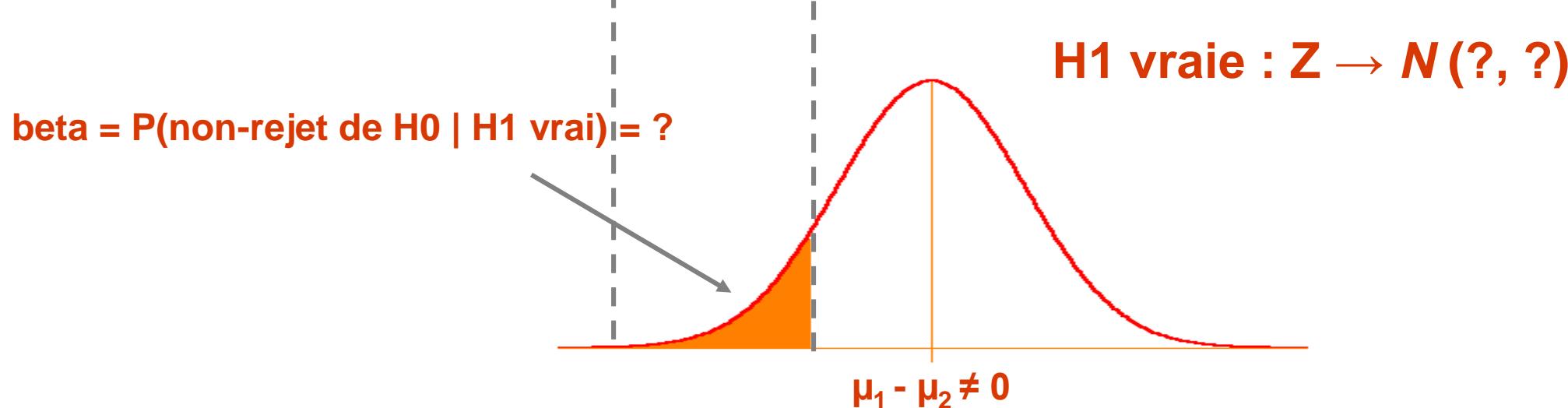
alpha =  $P(\text{rejet } H_0 \mid H_0 \text{ vraie}) = 0,05$

# Risque d'erreur statistique de 2ème espèce (beta)



$H_0$  vraie :  $Z \sim N(0, 1)$

$\alpha = P(\text{rejet } H_0 \mid H_0 \text{ vraie}) = 0,05$



$H_1$  vraie :  $Z \sim N(?, ?)$

$\beta = P(\text{non-rejet de } H_0 \mid H_1 \text{ vrai}) = ?$

- Objectifs
- Introduction
- Risque d'erreur statistique de 1<sup>ère</sup> espèce (alpha)
- Degré de signification statistique
- Risque d'erreur statistique de 2<sup>ème</sup> espèce (beta)
- Puissance
- Précautions d'interprétation

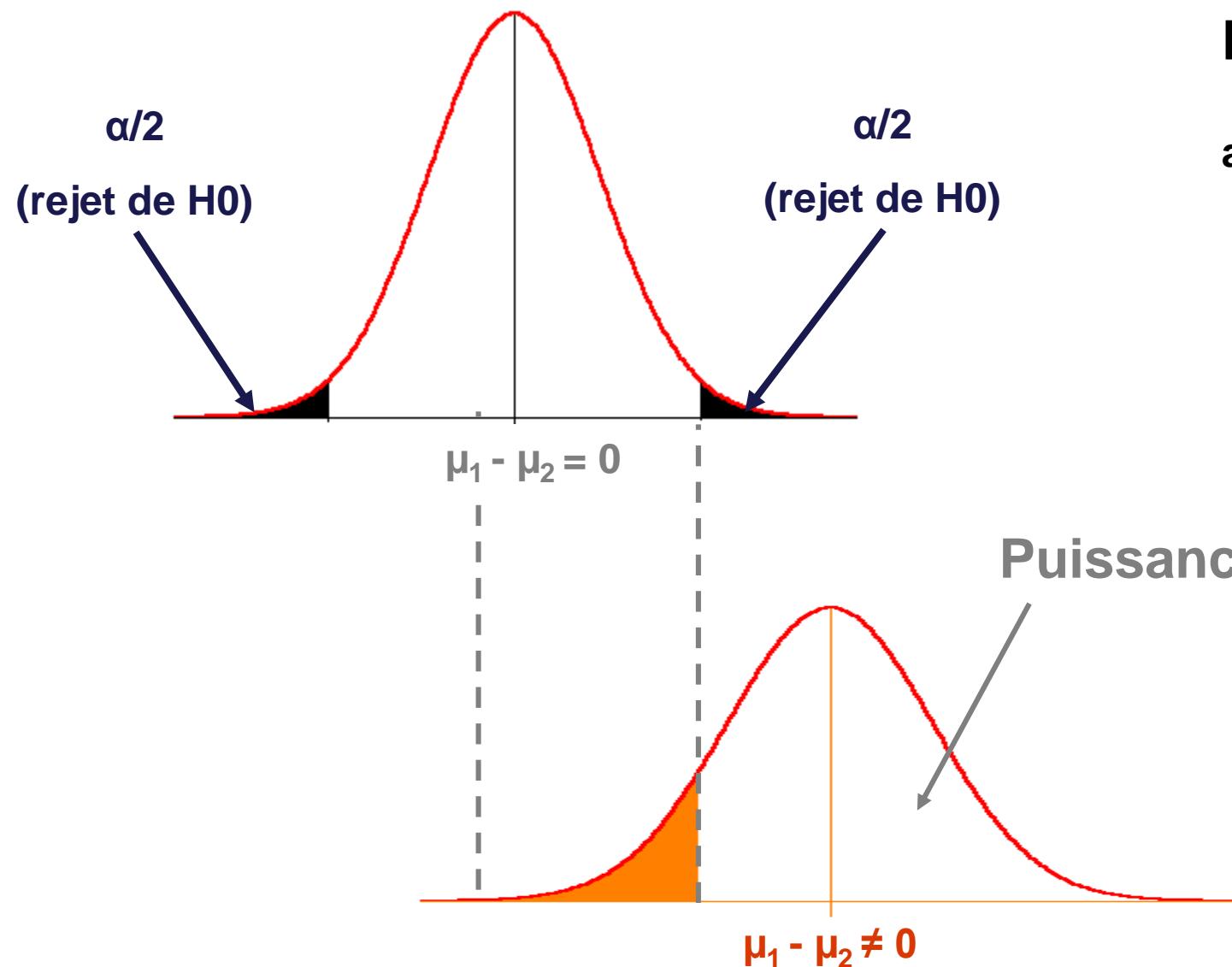
# Puissance

Résultat du test statistique (échantillon)

	Rejet H0	Non-rejet H0
Réalité (population)	H0 vraie	Erreur 1 <sup>ère</sup> espèce $\alpha$
	H1 vraie	Puissance $1-\beta$
		Erreur 2 <sup>ème</sup> espèce $\beta$

Probabilité conditionnelle de rejeter H0, si H1 est vraie dans la réalité  
(probabilité de conclure à une différence, si cette différence existe dans la réalité)

# Puissance



$H_0$  vraie :  $Z \rightarrow N(0, 1)$

$\alpha = P(\text{rejet } H_0 \mid H_0 \text{ vraie}) = 0,05$

Puissance =  $(1 - \beta)$

- Objectifs
- Introduction
- Risque d'erreur statistique de 1<sup>ère</sup> espèce (alpha)
- Degré de signification statistique
- Risque d'erreur statistique de 2<sup>ème</sup> espèce (beta)
- Puissance
- Précautions d'interprétation

# Différence cliniquement pertinente

- Les essais thérapeutiques de grande taille ont parfois une puissance statistique suffisante pour démontrer qu'un traitement innovant est associé à un bénéfice (survie) marginal de très petite amplitude comparativement au traitement de référence.
- Ce bénéfice marginal bien que statistiquement significatif peut ne pas être cliniquement pertinent.
- **Futilité**
- **Autres dimensions** : effets secondaires, qualité de vie, point de vue des patients (patient reported outcome measures)

## Jugement de causalité



Critères de causalité (épidémiologie)

# Messages clés

## Résultat du test statistique (échantillon)

		Rejet H0	Non-rejet H0
Réalité (population)	H0 vraie	Erreur 1 <sup>ère</sup> espèce	1- $\alpha$
	H1 vraie	Puissance 1- $\beta$	Erreur 2 <sup>ème</sup> espèce $\beta$

# Mentions légales

---

L'ensemble de ce document relève des législations française et internationale sur le droit d'auteur et la propriété intellectuelle. Tous les droits de reproduction de tout ou partie sont réservés pour les textes ainsi que pour l'ensemble des documents iconographiques, photographiques, vidéos et sonores.

Ce document est interdit à la vente ou à la location. Sa diffusion, duplication, mise à disposition du public (sous quelque forme ou support que ce soit), mise en réseau, partielles ou totales, sont strictement réservées à l'Université Grenoble Alpes (UGA).

L'utilisation de ce document est strictement réservée à l'usage privé des étudiants inscrits à l'Université Grenoble Alpes (UGA), et non destinée à une utilisation collective, gratuite ou payante.