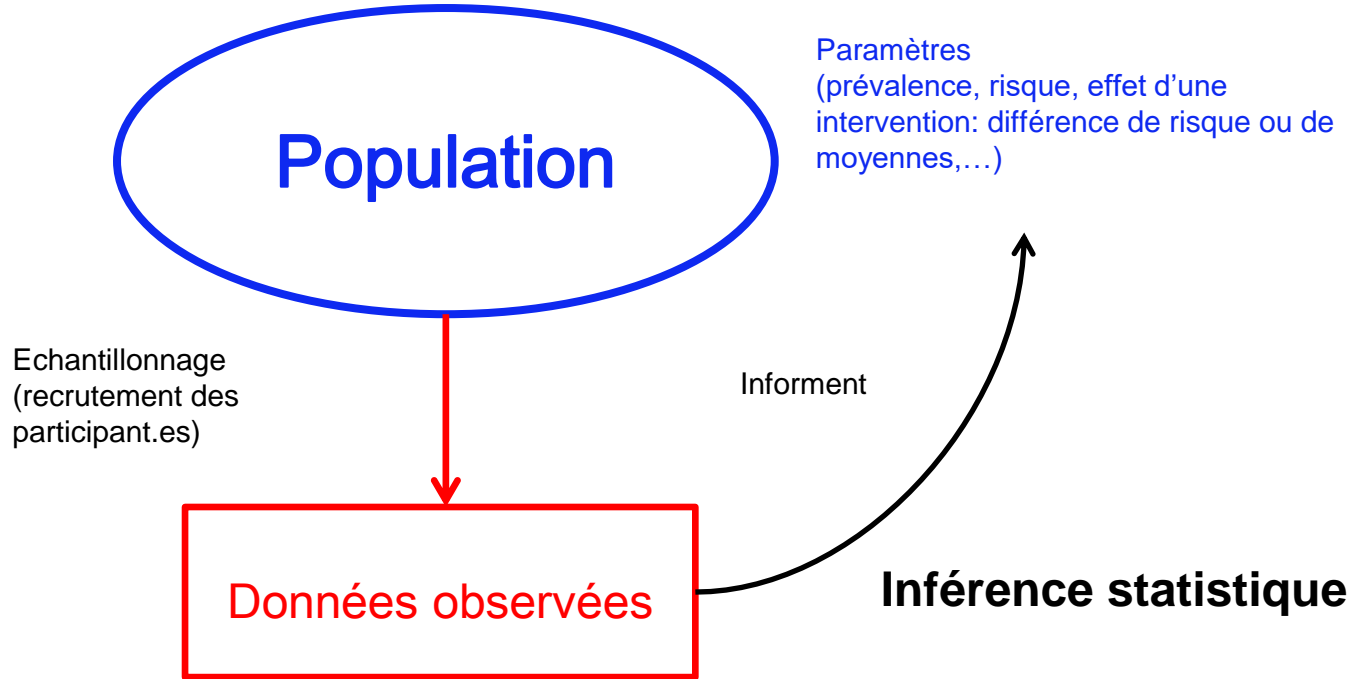


Rappel

Inférence statistique



Rappel

Intervalle de confiance à 95%

- ◆ Définition:
 - ◆ Ensemble des valeurs du paramètre compatibles avec les données de l'échantillon
- ◆ Répond à la question:
 - ◆ Qu'est-ce que les données de l'échantillon permettent de conclure sur le paramètre?
- ◆ Plus l'IC est étroit, plus l'estimation est précise
- ◆ La largeur de l'IC diminue lorsque la taille d'échantillon augmente
- ◆ 95% des ICs contiennent la valeur du paramètre (5% ne la contiennent pas) quelle que soit la taille d'échantillon

$$\hat{p} \pm 2 \sqrt{\frac{\hat{p}(1 - \hat{p})}{n}}$$

$$m \pm 2 \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Objectifs

- ◆ **Comprendre les notions suivantes**
 - Différence observée vs Différence réelle
 - Test statistique
 - Hypothèses nulle et alterne
 - Erreurs de type 1 et 2
 - Puissance
 - Calcul de taille d'échantillon

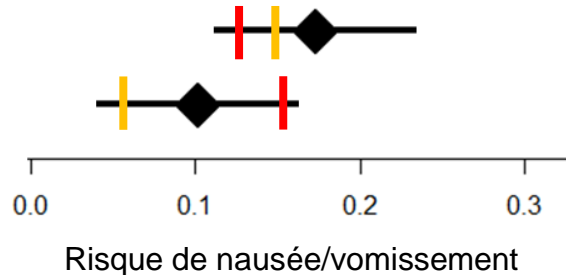
Chapitres Petrie/Sabin
17 – 18 – 36

Différence observée vs différence réelle

- ◆ Estimation du risque de nausée/vomissement après une intervention chirurgicale:
 - dans le groupe contrôle (anesthésiant habituel):
 - l'estimation du risque $p_{\text{Contrôle}}$ est $18/100=0.18$ (18%)
 - IC95%: de 0.10 à 0.26 (ou de 10% à 26%)
 - dans le groupe expérimental (anesthésiant expérimental):
 - l'estimation du risque $p_{\text{Expérimental}}$ est $10/100=0.10$ (10%)
 - IC95%: de 0.04 à 0.16 (ou de 4% à 16%)

Groupe contrôle

Groupe expérimental



On observe une différence de risque de 8%
Mais on ne peut pas conclure que $p_{\text{Expérimental}} \neq p_{\text{Contrôle}}$

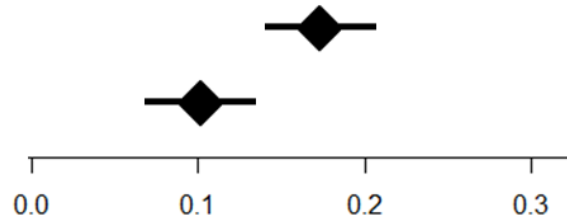
Différence observée vs différence réelle

Si les mêmes résultats sont observés mais avec une taille d'échantillon plus grande

- ◆ Estimation du risque de nausée/vomissement après une intervention chirurgicale:
 - dans le groupe contrôle (anesthésiant habituel):
 - l'estimation du risque $p_{\text{Contrôle}}$ est $72/400 = 0.18$ (18%)
 - IC95%: de 0.14 à 0.22 (ou de 14% à 22%)
 - dans le groupe expérimental (anesthésiant expérimental):
 - l'estimation du risque $p_{\text{Expérimental}}$ est $40/400 = 0.10$ (10%)
 - IC95%: de 0.07 à 0.13 (ou de 7% à 13%)

Groupe contrôle

Groupe expérimental



On observe une différence de risque de 8%

Et on peut conclure que

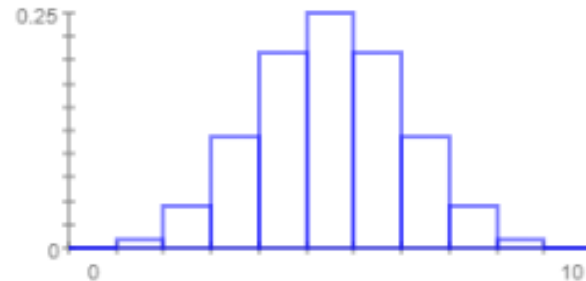
$p_{\text{Expérimental}} \neq p_{\text{Contrôle}}$

Principe d'un test statistique (1)

- ◆ Sur une série de 10 lancers d'une pièce, êtes-vous d'accord que la probabilité d'obtenir «pile» lors du lancer d'une pièce est 0.50 si on observe:

– 5 «pile»	0,25
– 6 «pile»	0,21
– 7 «pile»	0,12
– 8 «pile»	0,04
– 9 «pile»	0,01
– 10 «pile»	<0,01

Probabilité d'observer ce résultat si la probabilité d'obtenir «pile» est 0.50 à chaque lancer:



Si la probabilité d'obtenir pile est 0.50 à chaque lancer, observer 9 ou 10 «pile» est peu probable

Observer 9 ou 10 «pile» tend à réfuter l'affirmation «la probabilité d'obtenir «pile» à chaque lancer est 0.50»

Principe d'un test statistique (2)

- ◆ On suppose qu'une hypothèse est vraie
=> hypothèse nulle (H_0)

Probabilité d'obtenir «pile» à chaque lancer = 0.50

- ◆ Les données sont collectées

Sur 10 lancers, on observe 10 «pile»

- ◆ Si ces données sont peu compatibles avec H_0 , alors on rejette H_0

Si la probabilité d'obtenir «pile» à chaque lancer est 0.50, observer 10 «pile» est très peu probable donc on conclut que cette probabilité n'est pas 0.50

A partir de quel nombre de «pile» conclure que la probabilité n'est pas 0.50 ?

Principe d'un test statistique (3)

◆ En recherche clinique

- les chercheur.ses souhaitent démontrer que
 - l'intervention expérimentale est efficace pour ...
 - les personnes exposées à un certain facteur ont un risque plus élevé de ...
- l'hypothèse testée avec le test statistique est l'hypothèse nulle (H_0)
 - absence d'effet de l'intervention expérimentale
 - absence d'association entre l'exposition et le problème de santé
- l'étude clinique est conclusive si les données permettent de rejeter H_0
- l'hypothèse alterne (H_a) est l'hypothèse qu'on accepte lorsque H_0 est rejetée
 - existence d'un effet de l'intervention expérimentale
 - existence d'une association entre l'exposition et le problème de santé

Question de recherche et hypothèses (1)

Question de recherche:

Est-ce qu'un anesthésiant expérimental réduit le risque de nausée/vomissement par rapport à l'anesthésiant habituel?

Paramètres:

$R_{\text{expérimental}}$: Risque de nausée/vomissement chez les patient-es recevant l'anesthésiant expérimental

$R_{\text{contrôle}}$: Risque de nausée/vomissement chez les patient-es recevant l'anesthésiant habituel

Absence d'effet de l'anesthésiant expérimental:

$$R_{\text{expérimental}} = R_{\text{contrôle}}$$

Hypothèse nulle (H_0)

Existence d'un effet de l'anesthésiant expérimental :

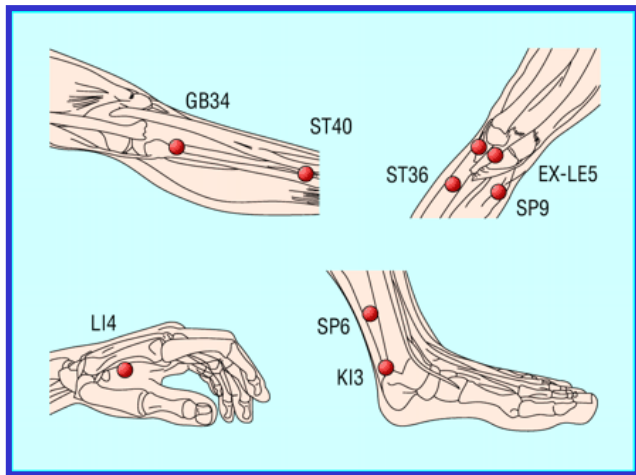
$$R_{\text{expérimental}} \neq R_{\text{contrôle}}$$

Hypothèse alterne (H_a)

Question de recherche et hypothèses (2)

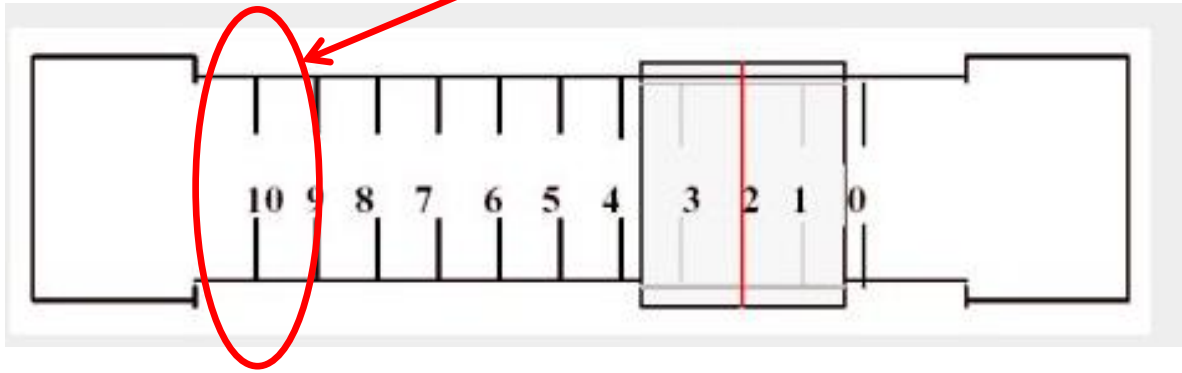
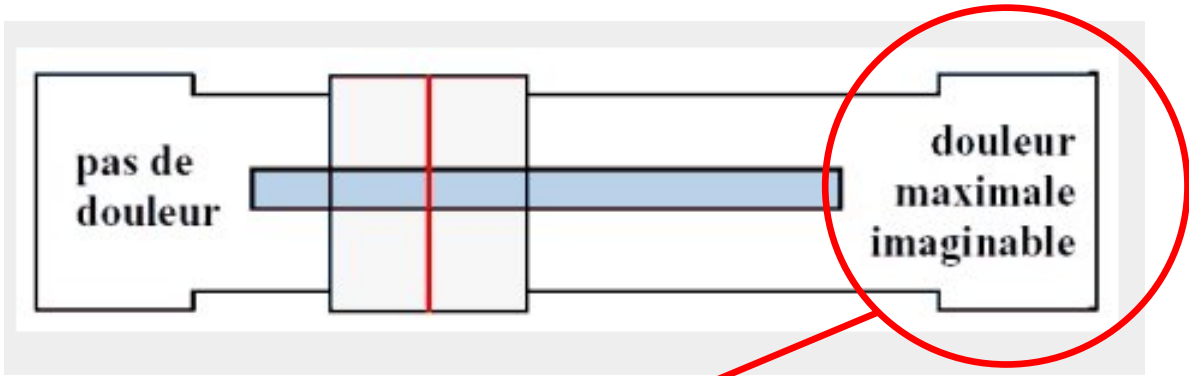
Acupuncture as a complementary therapy to the pharmacological treatment of osteoarthritis of the knee: randomised controlled trial

BMJ 2004;329:1216-9



◆ Plan d'étude

- ◆ patients ayant une arthrose du genou (48+49)
- ◆ traitement de base par diclofénac (Voltarène) – antiinflammatoire, antidouleur
- ◆ en plus, comparaison de:
 - acupuncture « vraie »
 - acupuncture factice – aiguilles rétractables (placebo)
- ◆ les groupes comparés sont indépendants
- ◆ randomisation
- ◆ insu: patient, évaluateur, statisticien
- ◆ évaluation: échelle de douleur 0-100



Question de recherche et hypothèses (2)

Question de recherche:

Est-ce que des séances d'acupuncture en plus du traitement anti-douleur permettent de réduire la douleur par rapport à un placebo chez des patient.es atteint.es d'arthrose du genou ?

Paramètres:

$\mu_{\text{acupuncture}}$ = niveau moyen de douleur chez les patient.es recevant des séances d'acupuncture

μ_{placebo} = niveau moyen de douleur chez les patient.es recevant les séances placebo

Absence d'effet des séances d'acupuncture:

$$\mu_{\text{acupuncture}} = \mu_{\text{placebo}}$$

Hypothèse nulle (H_0)

Existence d'un effet des séances d'acupuncture :

$$\mu_{\text{acupuncture}} \neq \mu_{\text{placebo}}$$

Hypothèse alterne (H_a)

Question de recherche et hypothèses (3)

Impact of smoking cessation therapy on health-related quality of life

Hiromi Tomioka,¹ Reina Sekiya,¹ Chihiro Nishio,¹ Gakuji Ishimoto²

BMJ Open Resp Res 2014;1:e000047.

- ◆ Plan d'étude:
 - ◆ N=277 personnes avec addiction au tabac
 - ◆ Thérapie pour l'arrêt de consommation de tabac (3 mois)
 - ◆ Pas de groupe contrôle
 - ◆ Questionnaire mesurant la qualité de vie liée à la santé (St. George's Respiratory Questionnaire) au **début** et à la **fin** de la thérapie
 - Score de 0 (meilleur) à 100 (pire)
 - ◆ Evaluation: évolution du score de qualité de vie entre le début et la fin de la thérapie

Question de recherche et hypothèses (3)

Question de recherche:

Est-ce que la qualité de vie s'améliore entre avant et après cette thérapie pour arrêter la consommation de tabac améliore ?

Paramètre:

$\mu_{\text{Evolution}}$ = évolution moyenne du score de qualité de vie entre le début et la fin de la thérapie

Absence d'évolution moyenne de la qualité de vie:

$$\mu_{\text{Evolution}} = 0$$

Hypothèse nulle (H_0)

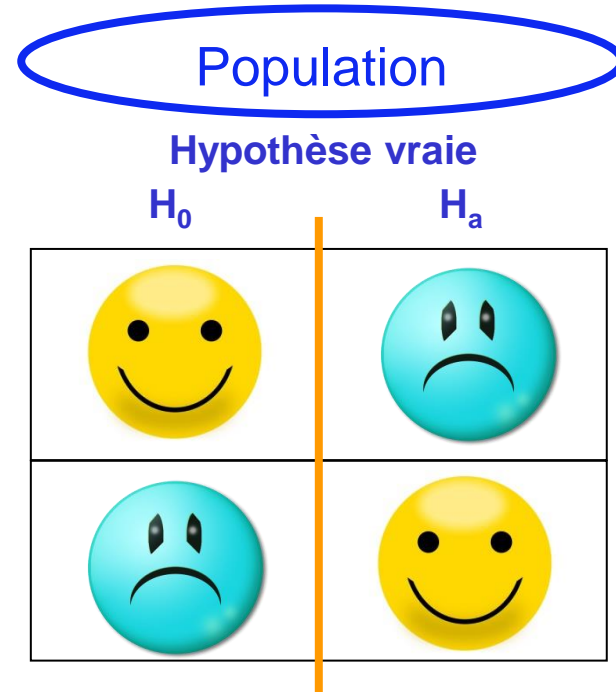
Existence d'une évolution moyenne de la qualité de vie:

$$\mu_{\text{Evolution}} \neq 0$$

Hypothèse alterne (H_a)

Test statistique

Généralités



Résultat du test
statistique
appliqué aux
données de
l'échantillon

Non rejet de H_0

Rejet de H_0

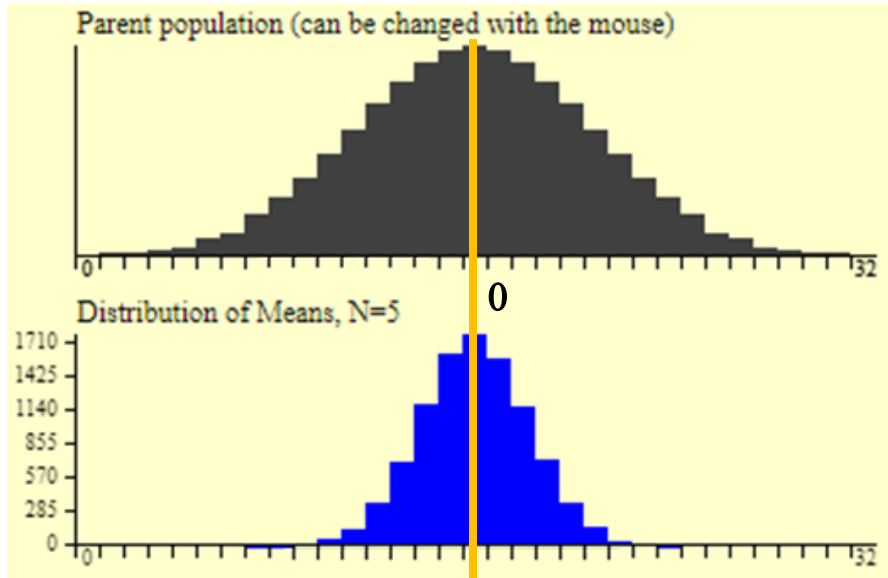
H_0 est rejetée si les données de l'échantillon ne sont pas compatibles avec H_0
Procédure statistique avec des risques d'erreurs

Lorsque H_0 est vraie

Impact of smoking cessation therapy on health-related quality of life

Hiromi Tomioka,¹ Reina Sekiya,¹ Chihiro Nishio,¹ Gakuji Ishimoto²
BMJ Open Resp Res 2014;1:e000047.

H_0 : Absence d'évolution moyenne de la qualité de vie H_0 : $\mu_{\text{Evolution}} = 0$



Intervalle des estimations de moyenne compatibles avec $\mu=0$ est:
 $0 \pm 2 \sigma / \sqrt{n}$

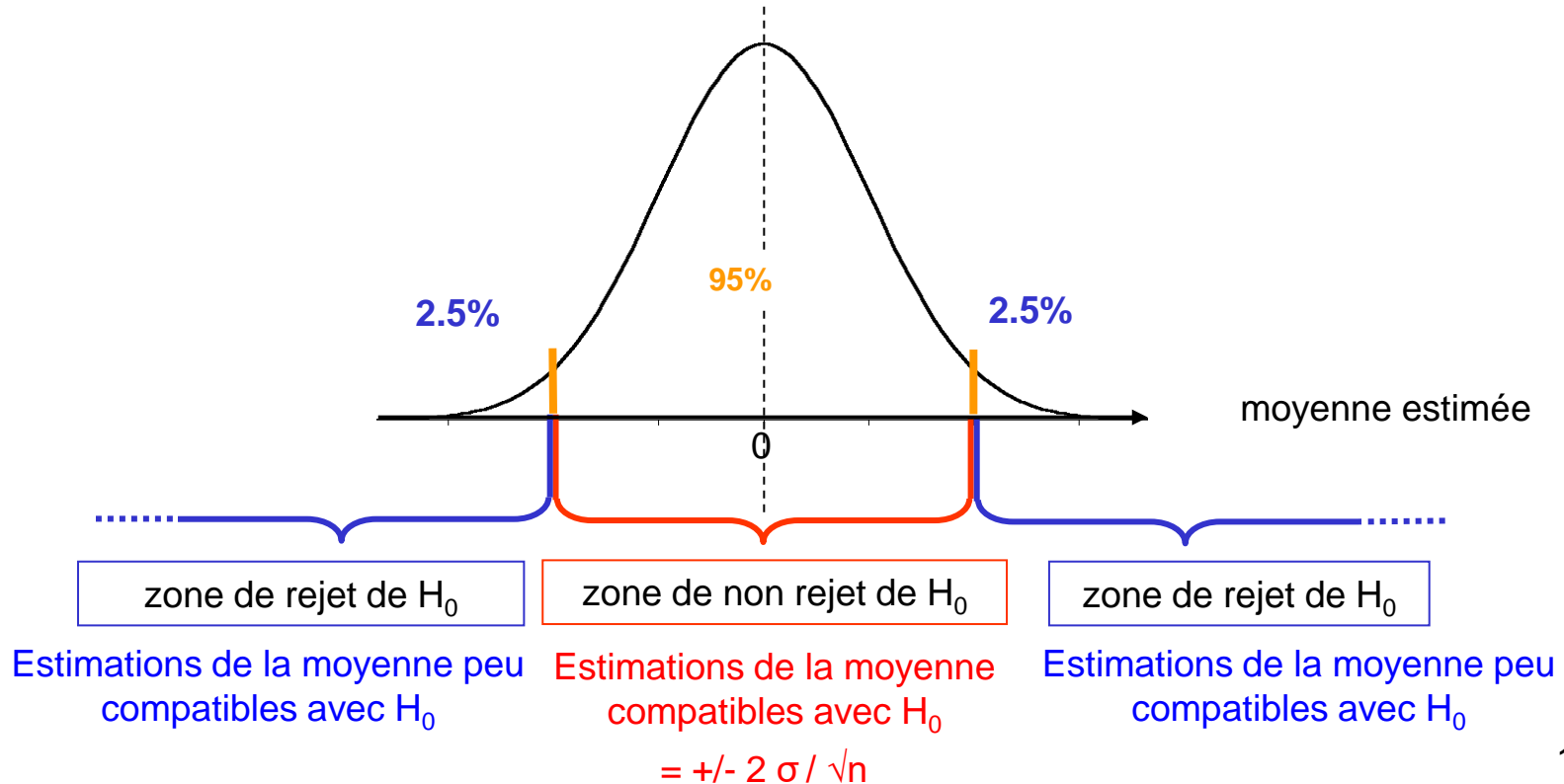
Distribution des données dans la population
moyenne = 0 (H_0 est vraie)
écart type = σ

Distribution des moyennes des échantillons

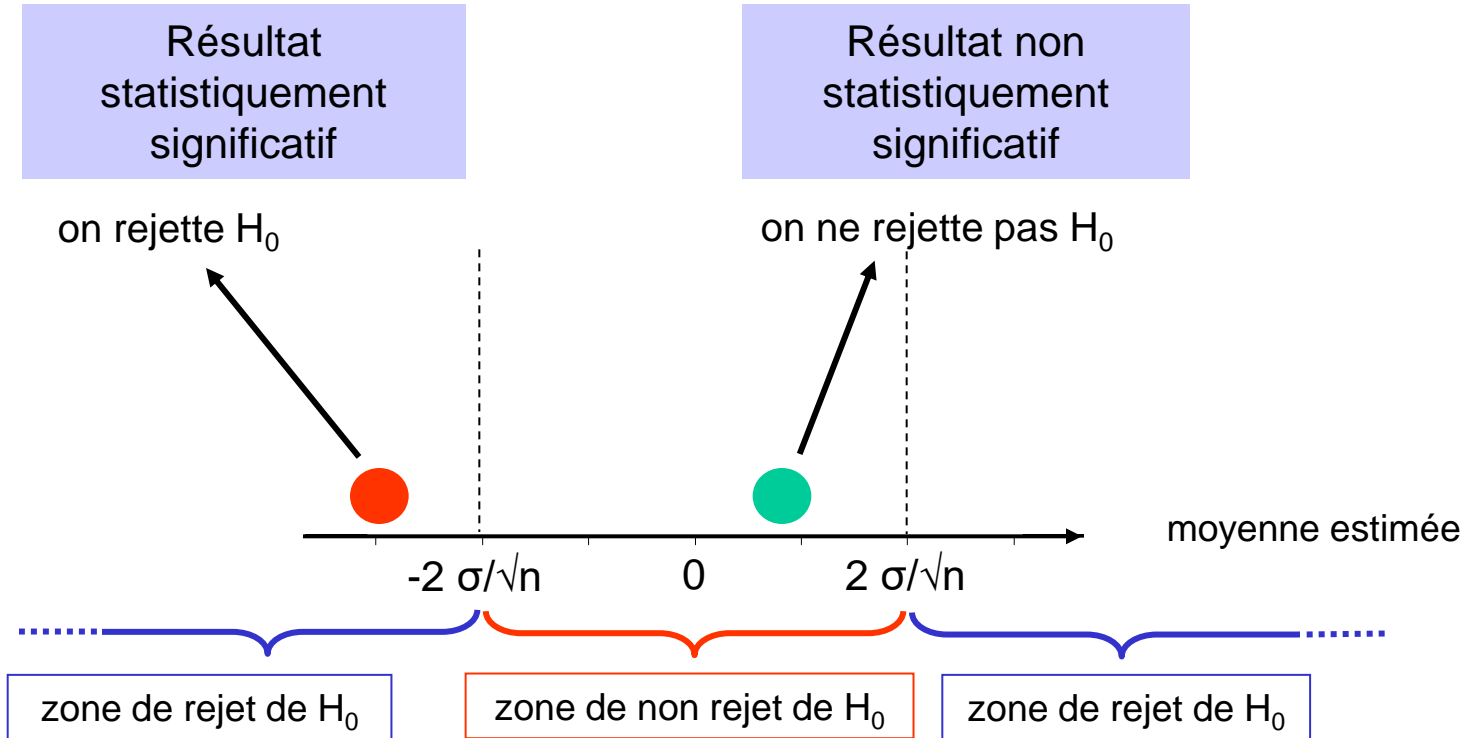
=> sur un grand nombre d'échantillons, 95% des moyennes estimées sont dans cet intervalle

Zone de rejet de H_0

Distribution des moyennes des échantillons lorsque H_0 est vraie



...et maintenant, on observe la moyenne estimée avec les données de l'échantillon



Problème: l'écart type dans la population (σ) est inconnu

Statistique de test

formules



m dans l'intervalle $\pm 2 \sigma / \sqrt{n}$

$$\pm 2 \sigma / \sqrt{n}$$

Non calculable avec les données de l'échantillon car σ est l'écart type dans la population

$\frac{m}{\sigma / \sqrt{n}}$ dans l'intervalle ± 2

l'écart type dans la population σ est remplacé par l'écart type dans l'échantillon s

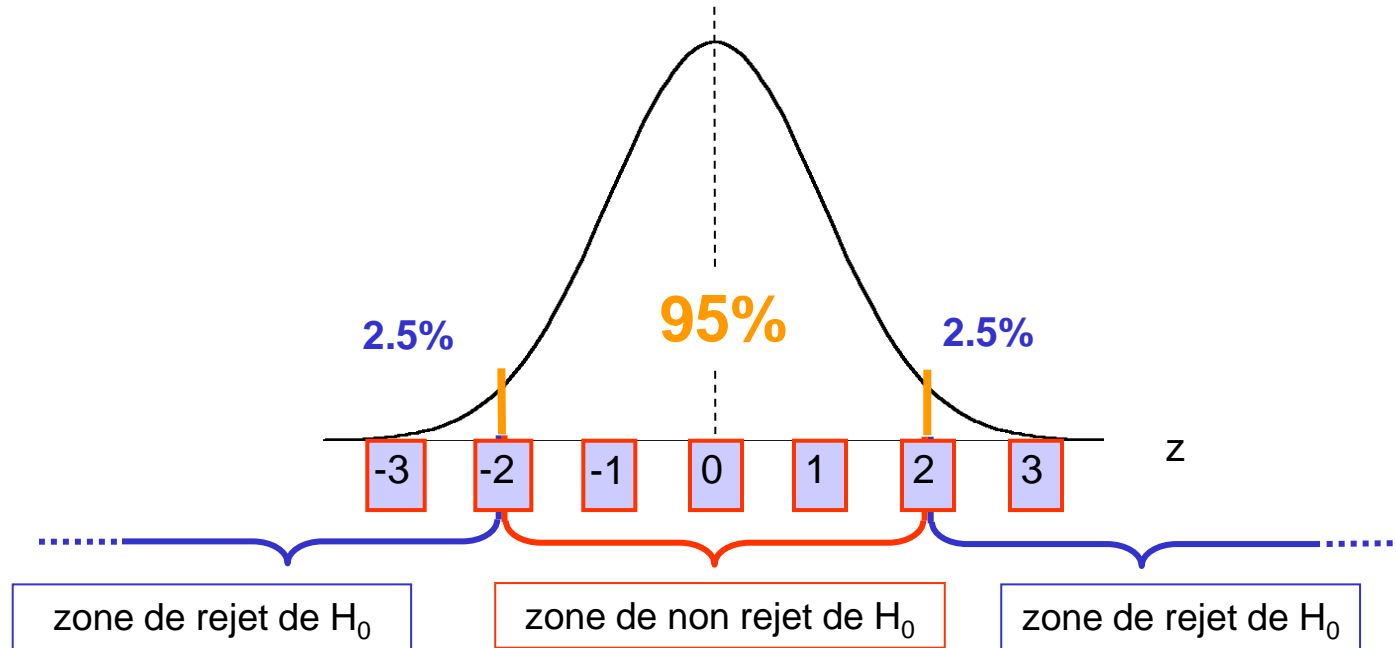
$\frac{m}{s / \sqrt{n}}$ dans l'intervalle ± 2

Calculable avec les données de l'échantillon car s est l'écart type dans l'échantillon

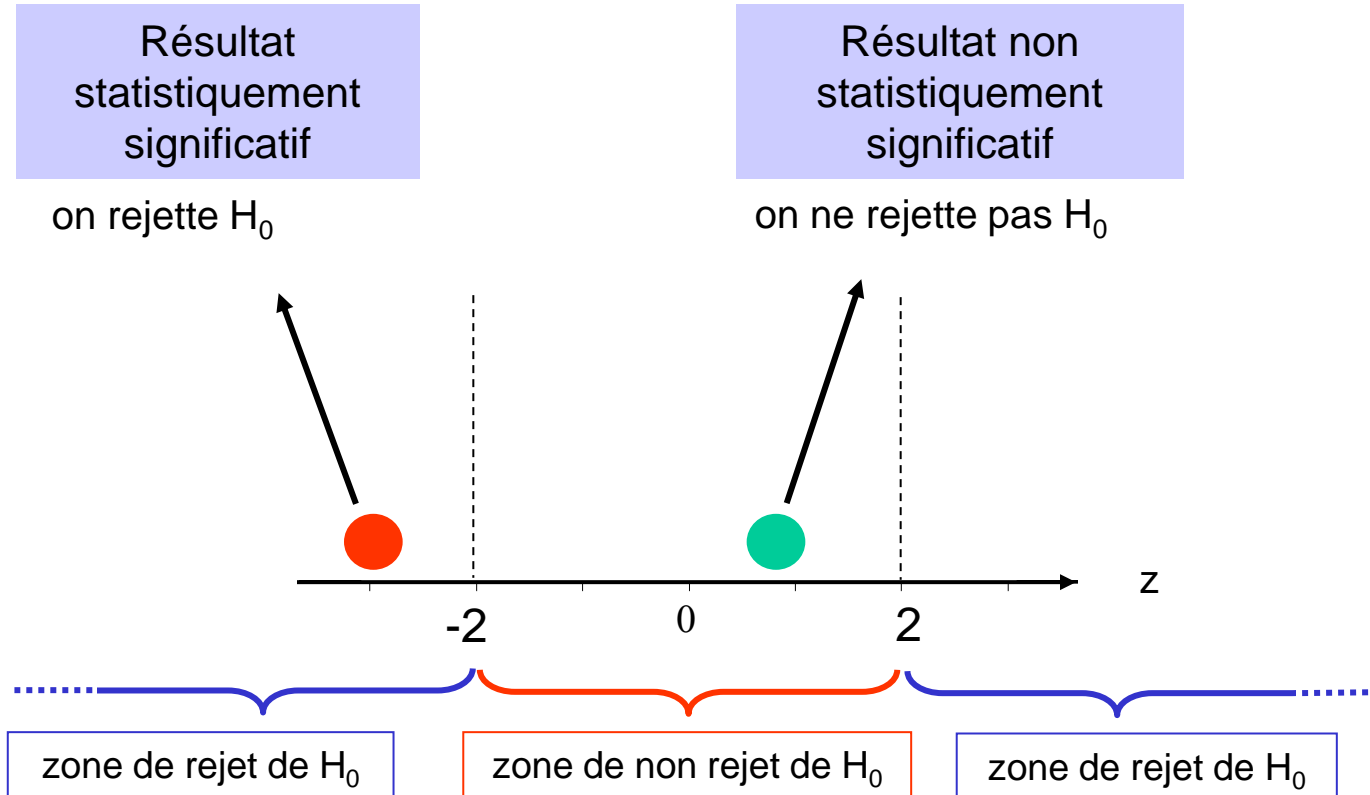
statistique de test z

Statistique de test et zone de rejet de H_0

Distribution de la statistique de test lorsque l'hypothèse nulle H_0 est vraie



...et maintenant, on observe la statistique de test z calculée avec les données de l'échantillon



Retour à l'exemple

- ◆ $\mu_{\text{Evolution}} = 0$ (hypothèse nulle: pas d'évolution du score en moyenne entre le début et la fin de la thérapie en moyenne)
- ◆ zone de rejet de H_0 : $z < -2$ ou $z > 2$
- ◆ échantillon de 277 personnes
- ◆ estimations avec les données de l'échantillon:
 - évolution moyenne: $m = -4.4$
 - écart type **dans l'échantillon** $s = 18.3$

- ◆ Statistique de test :

$$z = \frac{-4.4}{18.3/\sqrt{277}} = -4.0$$

L'hypothèse nulle H_0 que le score de qualité de vie est, en moyenne, inchangé avant et après la thérapie est rejetée

Lien avec l'intervalle de confiance à 95%

Rejeter H_0 $\Leftrightarrow z = \frac{m}{s/\sqrt{n}}$ en dehors de l'intervalle ± 2

$\Leftrightarrow m$ en dehors de l'intervalle $\pm 2 s/\sqrt{n}$

$\Leftrightarrow 0$ en dehors de l'intervalle $m \pm 2 s/\sqrt{n}$

$\Leftrightarrow 0$ en dehors de l'intervalle de confiance à 95% de m



◆ Exemple:

- échantillon de 277 personnes
- évolution moyenne: $m = - 4.4$
- écart type $s = 18.3$

IC95% de $m = - 4.4 \pm 2 \times 18.3 / \sqrt{277}$
 $= -6.6$ à -2.2
ne contient pas la valeur 0

Lien avec l'intervalle de confiance à 95%

intervalle de confiance à 95%
contient la valeur du paramètre
correspondant à H_0



test statistique est non-
significatif (avec $\alpha=5\%$),
 H_0 n'est pas rejetée

intervalle de confiance à 95% ne
contient pas la valeur du paramètre
correspondant à H_0



test statistique est
significatif
(avec $\alpha=5\%$),
 H_0 est rejetée

Attention:

L'intervalle de confiance à 95% apporte plus d'information que simplement le rejet (ou non) de H_0





Un article ne devrait pas rapporter le résultat du test statistique sans l'estimation du paramètre et son intervalle de confiance à 95%

Erreur de type 1 du test statistique

Résultat du test
statistique
appliqué aux
données de
l'échantillon

Non rejet de H_0

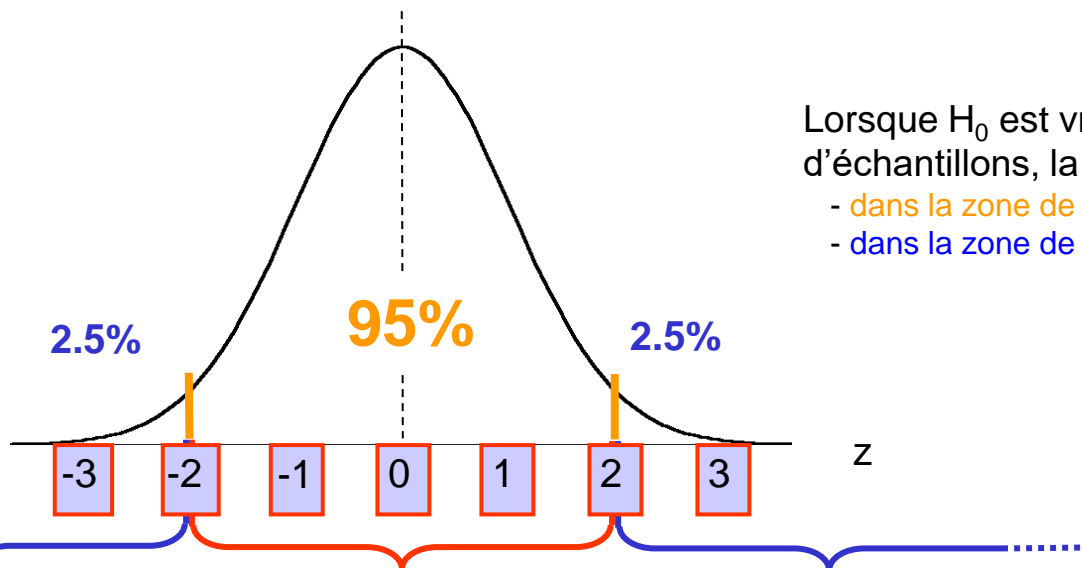
Rejet de H_0

Population	
Hypothèse vraie	
H_0	H_a
	
	

Erreur de type 1 = rejeter H_0 alors que H_0 est vraie

Erreur de type 1 du test statistique

Distribution de la statistique de test lorsque l'hypothèse nulle H_0 est vraie



Lorsque H_0 est vraie, sur un grand nombre d'échantillons, la statistique de test est:

- dans la zone de non rejet pour 95% des échantillons
- dans la zone de rejet pour 5% des échantillons

zone de rejet de H_0

zone de non rejet de H_0

zone de rejet de H_0

Erreur de type 1 du test statistique

◆ Si l'hypothèse nulle est vraie:

- la statistique de test sera dans la zone de non rejet et H_0 sera correctement non rejetée 95% du temps
- la statistique de test sera dans la zone de rejet et H_0 sera rejetée par erreur 5% du temps:
erreur de type 1

5% = probabilité de rejeter H_0 alors que H_0 est vraie
= risque d'erreur de type 1
= erreur α
= seuil du test
(seuil pour interpréter la valeur p)

- ◆ Le risque d'erreur de type 1 est contrôlé (5%) par la construction du test statistique (choix de la région de rejet de H_0)

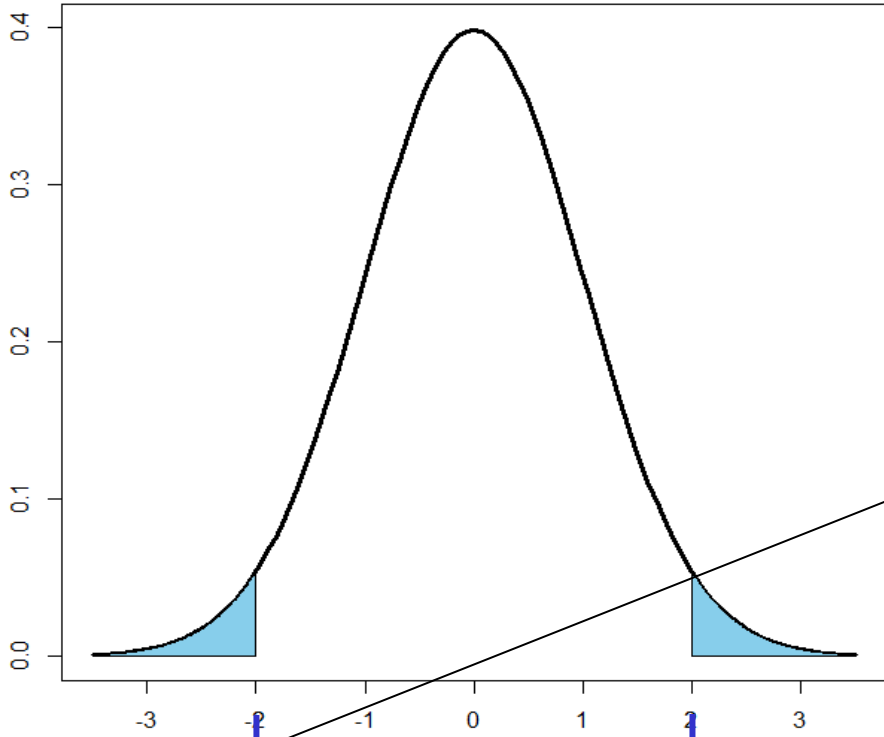
Valeur p

- ◆ la plupart du temps, on ne se contente pas de rejeter ou d'accepter l'hypothèse nulle
- ◆ on donne un résultat plus nuancé: la **valeur p** (p-value)
- ◆ méthode omniprésente dans les articles scientifiques médicaux

Valeur p

- ◆ mesure de la compatibilité des observations avec l'hypothèse nulle H_0
- ◆ toujours entre 0 et 1
 - plus la valeur p est proche de 0, moins les observations sont compatibles avec H_0
 - H_0 est rejetée lorsque la valeur p est inférieure au seuil α du test
- ◆ la valeur p est la probabilité d'observer le résultat obtenu dans l'échantillon ou un résultat plus extrême, **si l'hypothèse nulle est vraie**

Distribution de la statistique de test z lorsque l'hypothèse nulle H_0 est vraie



Par construction du test, la probabilité que la statistique de test tombe dans la zone de rejet de H_0 est 0,05

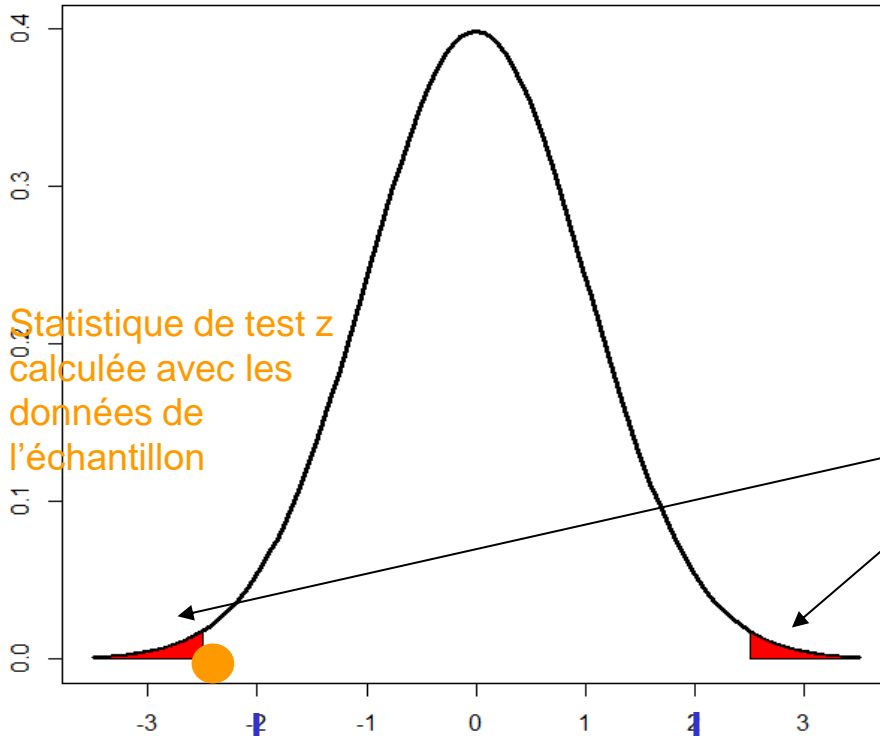
Cette probabilité correspond à la surface en bleu

zone de rejet de H_0

zone de non rejet de H_0

zone de rejet de H_0

Distribution de la statistique de test z lorsque l'hypothèse nulle H_0 est vraie



Statistique de test z calculée avec les données de l'échantillon

Si la statistique de test est dans la région de rejet de H_0 , la surface en rouge est plus petite que 0,05

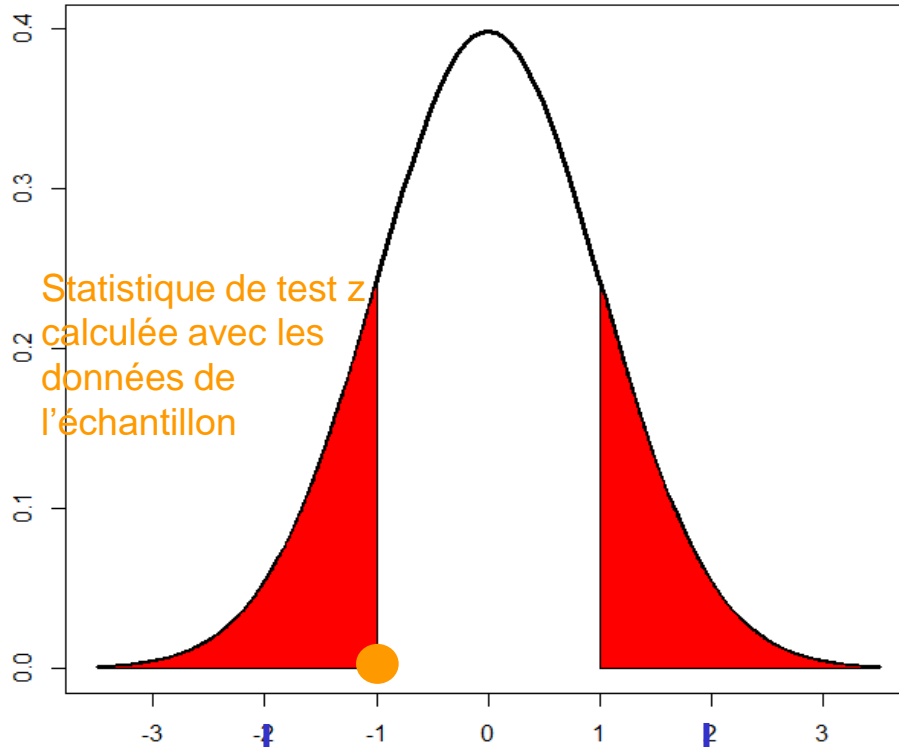
La valeur p est la probabilité correspondant à la surface en rouge

zone de rejet de H_0

zone de non rejet de H_0

zone de rejet de H_0

Distribution de la statistique de test z lorsque l'hypothèse nulle H_0 est vraie



Statistique de test z
calculée avec les
données de
l'échantillon

Si la statistique de test est dans la région d'acceptation de H_0 , la surface en rouge (= valeur p) est plus grande que 0.05

zone de rejet de H_0

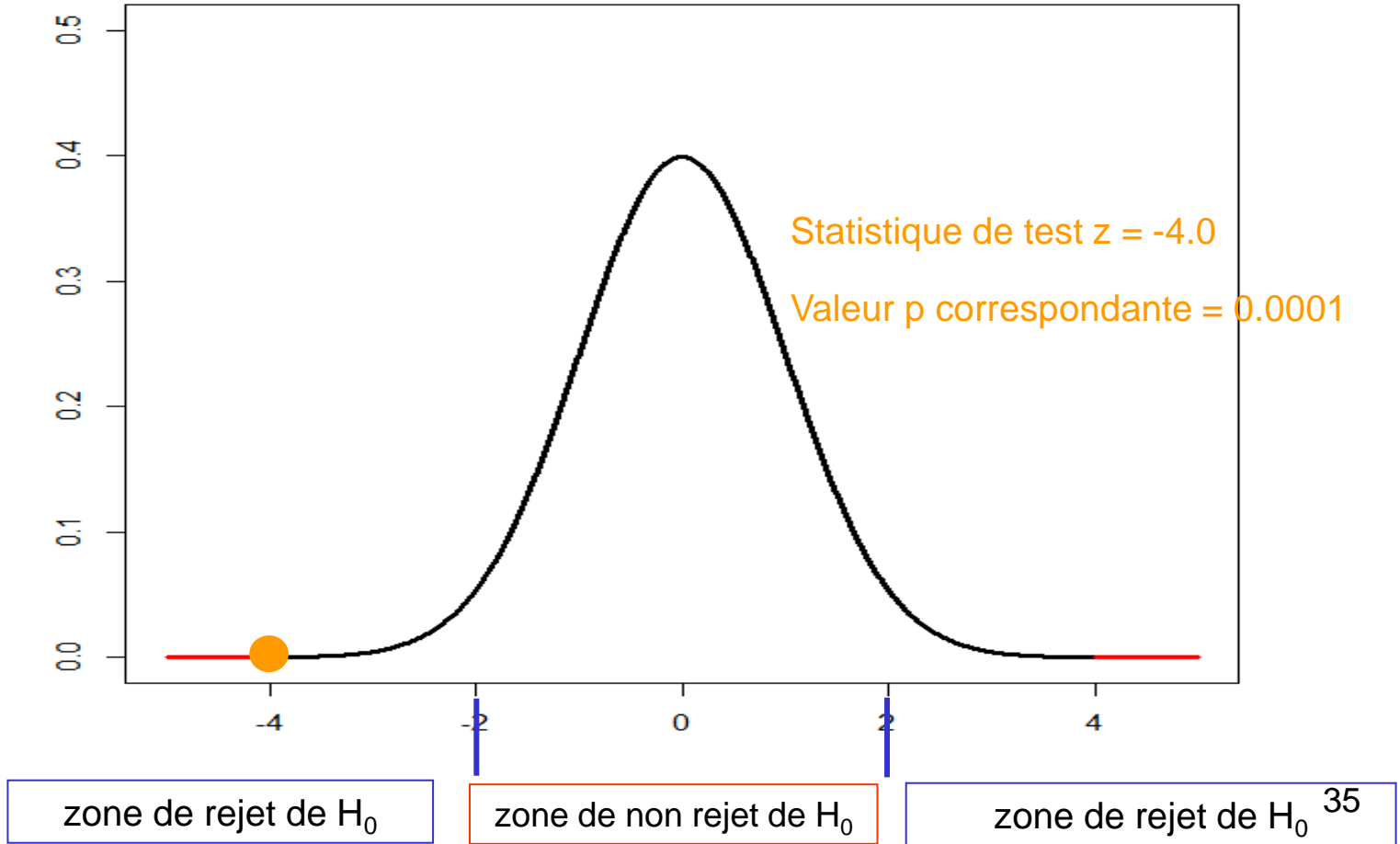
zone de non rejet de H_0

zone de rejet de H_0

Valeur p

- ◆ Probabilité d'observer le résultat obtenu ou un résultat plus extrême, **si l'hypothèse nulle était vraie**
- ◆ Interprétation:
 - si la valeur p est petite (<0.05), on estime que le résultat obtenu est peu vraisemblable sous H_0 et on rejette H_0
 - si la valeur p est assez grande (>0.05), on estime le résultat obtenu est raisonnablement compatible avec H_0 et on ne rejette pas H_0
 - plus la valeur p est petite, plus l'évidence contre H_0 est forte
- ◆ **Attention:**
 - 0.05 est une convention. En fait il n'y a pratiquement aucune différence entre $p=0.04$ et $p=0.06$
 - statistiquement significatif ne veut pas forcément dire cliniquement ou scientifiquement important

Retour à l'exemple



Conclusion de l'exemple

Chez les participants de l'essai, le score de qualité de vie diminuait de 4.4 unités en moyenne (écart type 18.3 unités). Cette diminution moyenne est différente de 0. La diminution moyenne observée dans l'échantillon était statistiquement significative ($p=0.0001$).

H_0

Soit la thérapie n'a aucun effet sur la qualité de vie, et on a observé quelque chose de rare (on ne verrait une telle différence ou une différence plus forte que dans 0.01% des cas si on répétait l'étude un grand nombre de fois)

H_A

Soit la thérapie a réellement un effet sur la qualité de vie

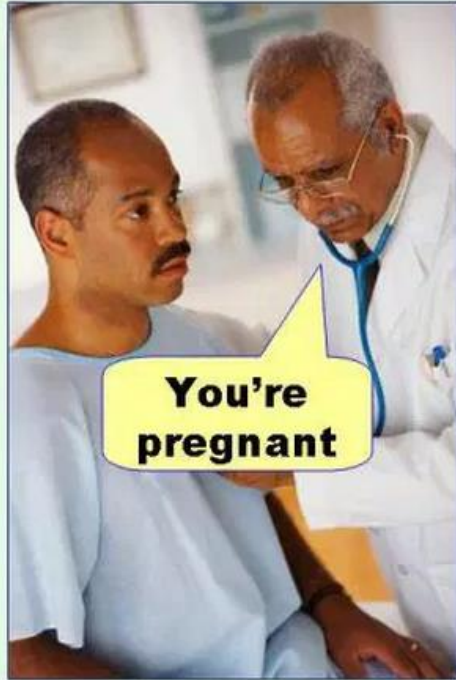
Test statistique

Résumé de la procédure

1. Concernant le paramètre d'intérêt, définir une « hypothèse nulle » H_0 qu'on souhaite tester
2. Concernant l'estimateur (ou sa « statistique de test »), définir:
 - zone de non rejet pour H_0
 - zone de rejet pour H_0
3. Obtenir les données
4. Calculer l'estimateur, la statistique de test et la valeur p
5. Si la statistique de test tombe dans la zone de rejet (i.e. si valeur $p < \alpha$), rejeter H_0

Deux hypothèses, deux types d'erreur

Type I error
(false positive)



Type II error
(false negative)



Erreur de type 2 du test statistique

		Hypothèse vraie	
		H_0	H_a
Test statistique	Non-signif. Non rejet de H_0	$1 - \alpha$	Erreur type II (β)
	Significatif Rejet de H_0	Erreur type I (α)	$1 - \beta$
		100%	100%

Erreur de type 2 du test statistique

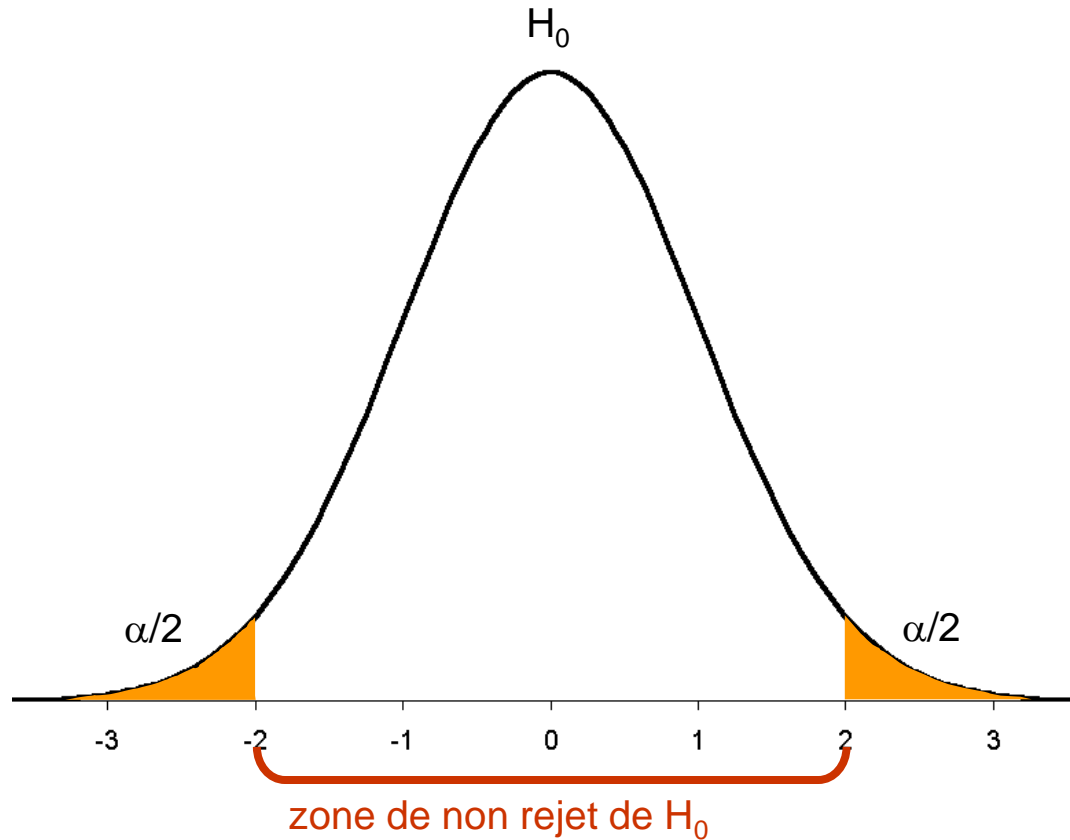
◆ Erreur de type 2:

- lorsque l'hypothèse alterne H_a est vraie, la statistique de test peut quand même tomber dans la zone de non rejet de H_0

◆ Risque d'erreur de type 2, ou β :

- probabilité d'accepter l'hypothèse nulle lorsque l'hypothèse alterne est vraie
- le risque d'erreur de type 2 est noté β
- ce type d'erreur arrive lorsque les tailles d'échantillon sont « petites ». On parle de manque de puissance statistique.
- on définit la puissance statistique: $\text{Power} = 1 - \beta$

Lorsque H_0 est vraie, la distribution de la statistique de test z est centrée sur 0

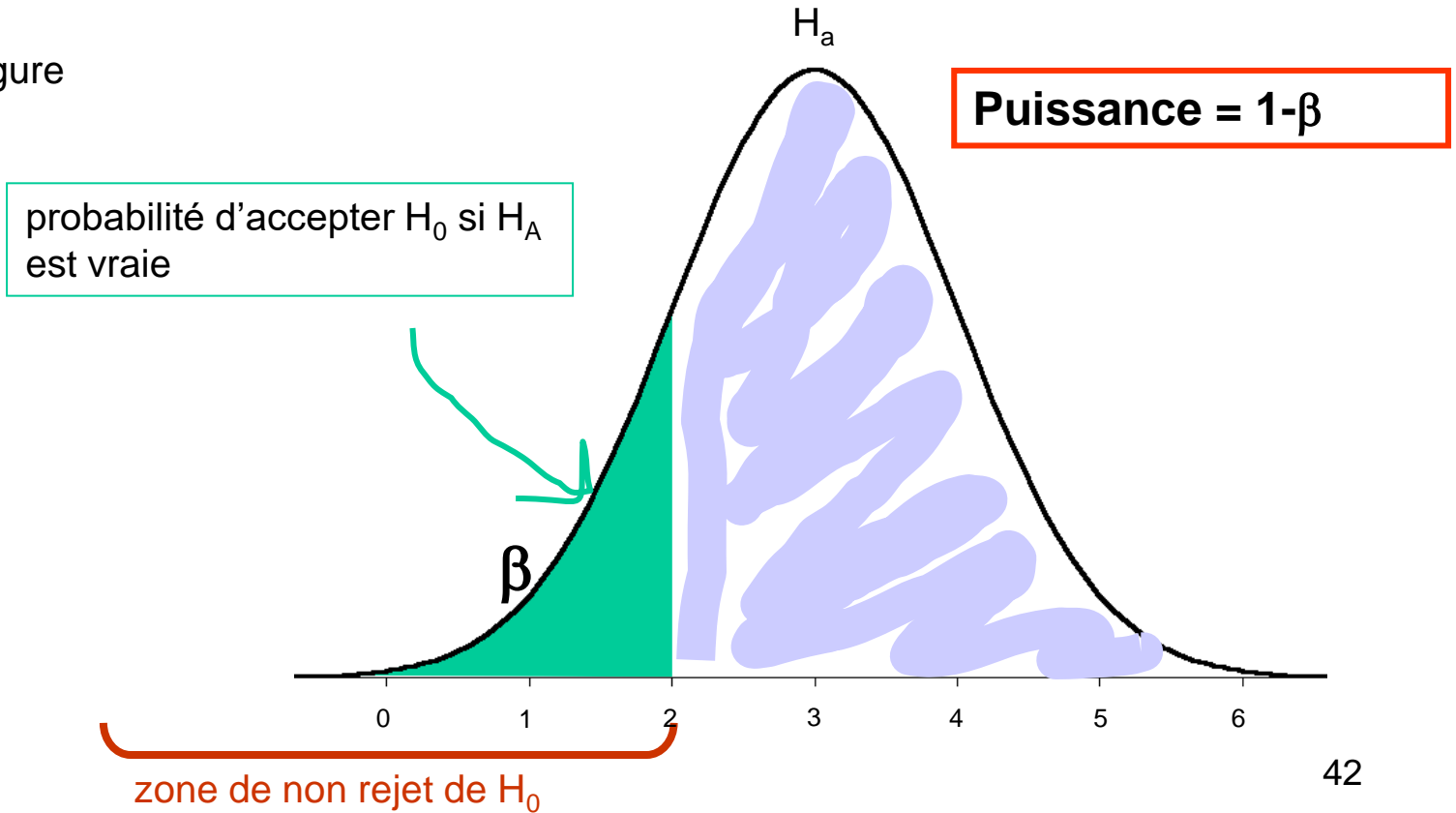


figure

Lorsque H_a est vraie, la distribution de la statistique de test z est centrée sur une autre valeur que 0



figure



4 possibilités:

H_0 est vraie et z est dans la région de non rejet

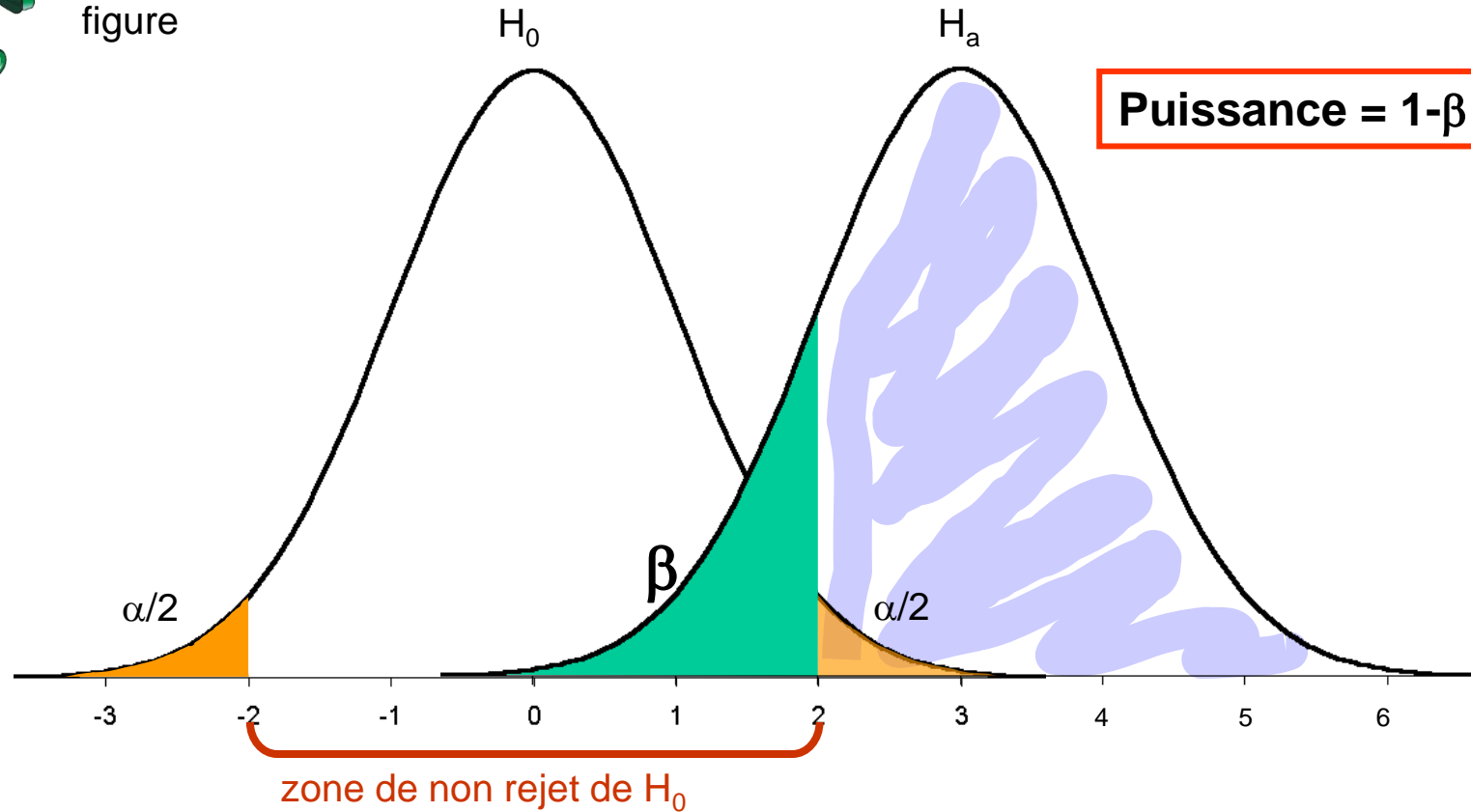
H_0 est vraie et z est dans la région de rejet: erreur de type 1

H_a est vraie et z est dans la région de rejet

H_a est vraie et z est dans la région de non rejet: erreur de type 2



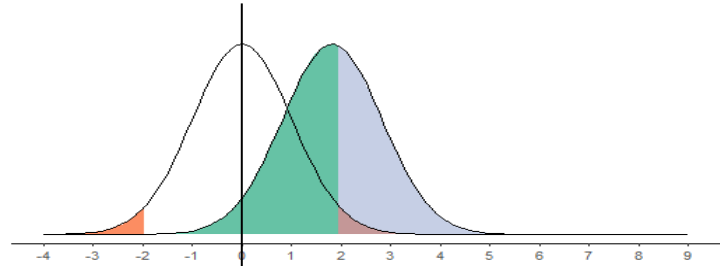
figure



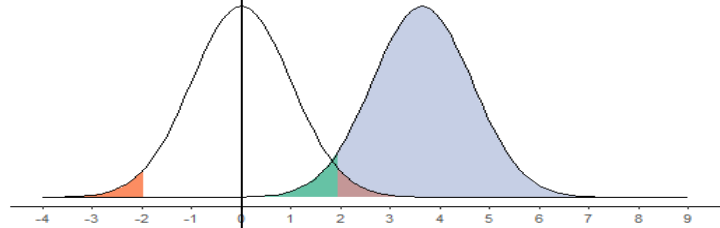


Puissance et taille de l'effet à détecter

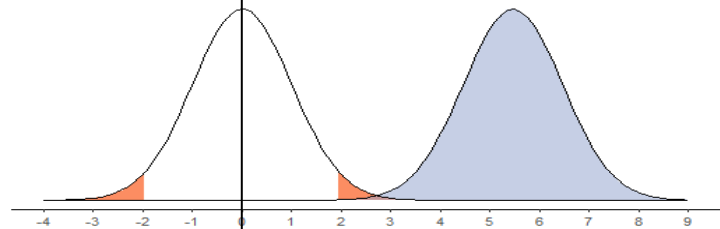
- ◆ Exemple de la thérapie pour l'arrêt du tabac et évolution du score de qualité de vie:



- ◆ **2** unités en moyenne dans la population
- ◆ écart type 18,3 unités dans la population
- ◆ échantillon de $n=277$ consommateurs de tabac



- ◆ **4** unités en moyenne dans la population
- ◆ écart type 18,3 unités dans la population
- ◆ échantillon de $n=277$ consommateurs de tabac

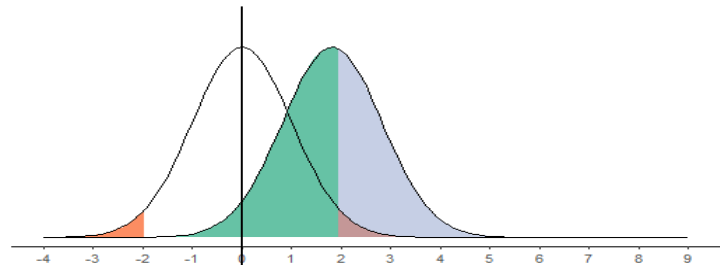


- ◆ **6** unités en moyenne dans la population
- ◆ écart type 18,3 unités dans la population
- ◆ échantillon de $n=277$ consommateurs de tabac

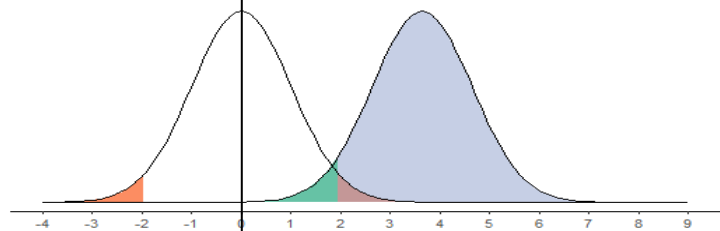


Puissance et écart type dans la population

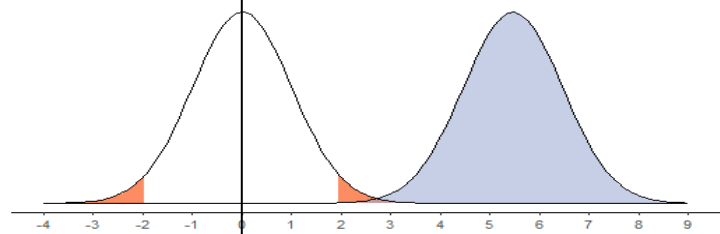
- ◆ Exemple de la thérapie pour l'arrêt du tabac et évolution du score de qualité de vie:



- ◆ 4 unités en moyenne dans la population
- ◆ écart type **30** unités dans la population
- ◆ échantillon de $n=277$ consommateurs de tabac



- ◆ 4 unités en moyenne dans la population
- ◆ écart type **18,3** unités dans la population
- ◆ échantillon de $n=277$ consommateurs de tabac

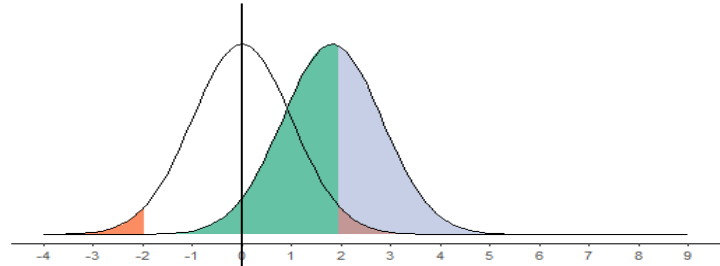


- ◆ 4 unités en moyenne dans la population
- ◆ écart type **15** unités dans la population
- ◆ échantillon de $n=277$ consommateurs de tabac

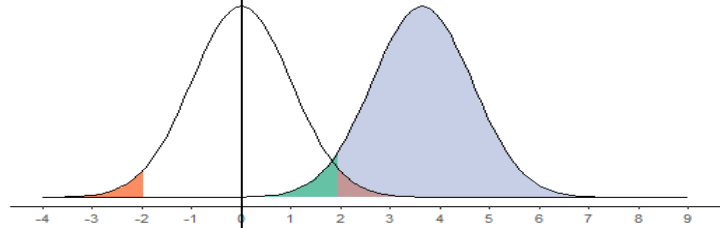


Puissance et taille d'échantillon

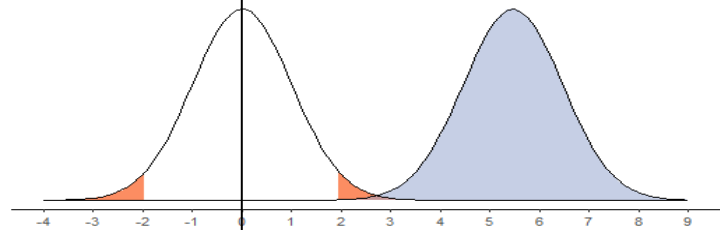
- ◆ Exemple de la thérapie pour l'arrêt du tabac et évolution du score de qualité de vie:



- ◆ 4 unités en moyenne dans la population
- ◆ écart type 18.3 unités dans la population
- ◆ échantillon de **n=50** consommateurs de tabac



- ◆ 4 unités en moyenne dans la population
- ◆ écart type 18.3 unités dans la population
- ◆ échantillon de **n=88** consommateurs de tabac

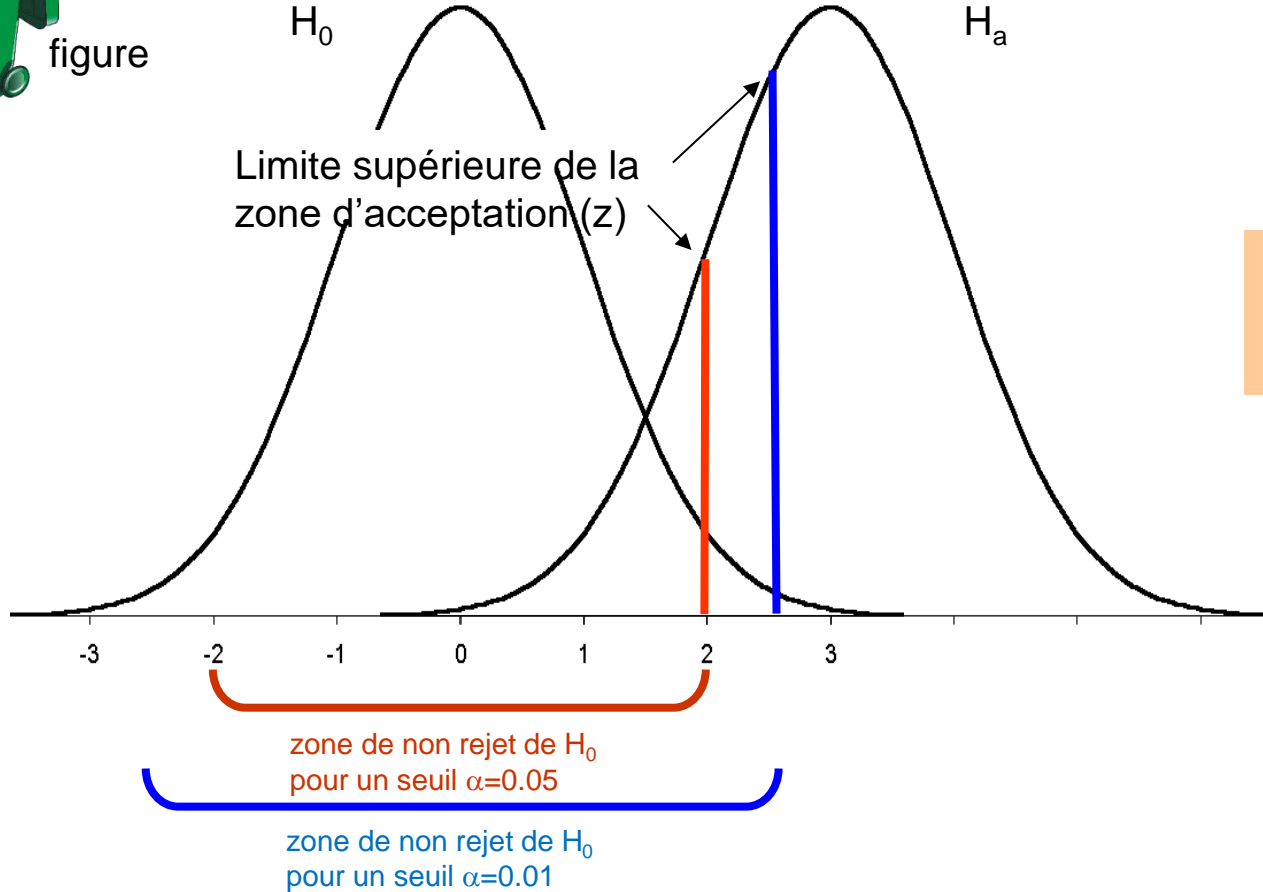


- ◆ 4 unités en moyenne dans la population
- ◆ écart type 18.3 unités dans la population
- ◆ échantillon de **n=277** consommateurs de tabac

Puissance et seuil α du test



figure



Puissance d'autant plus grande que ...

- ◆ **Seuil du test** (= erreur α) est élevé
- ◆ **Différence à détecter** est grande
- ◆ **Taille de l'échantillon** (n) est grande
- ◆ **Variance** de la variable dans la population (σ^2) est petite

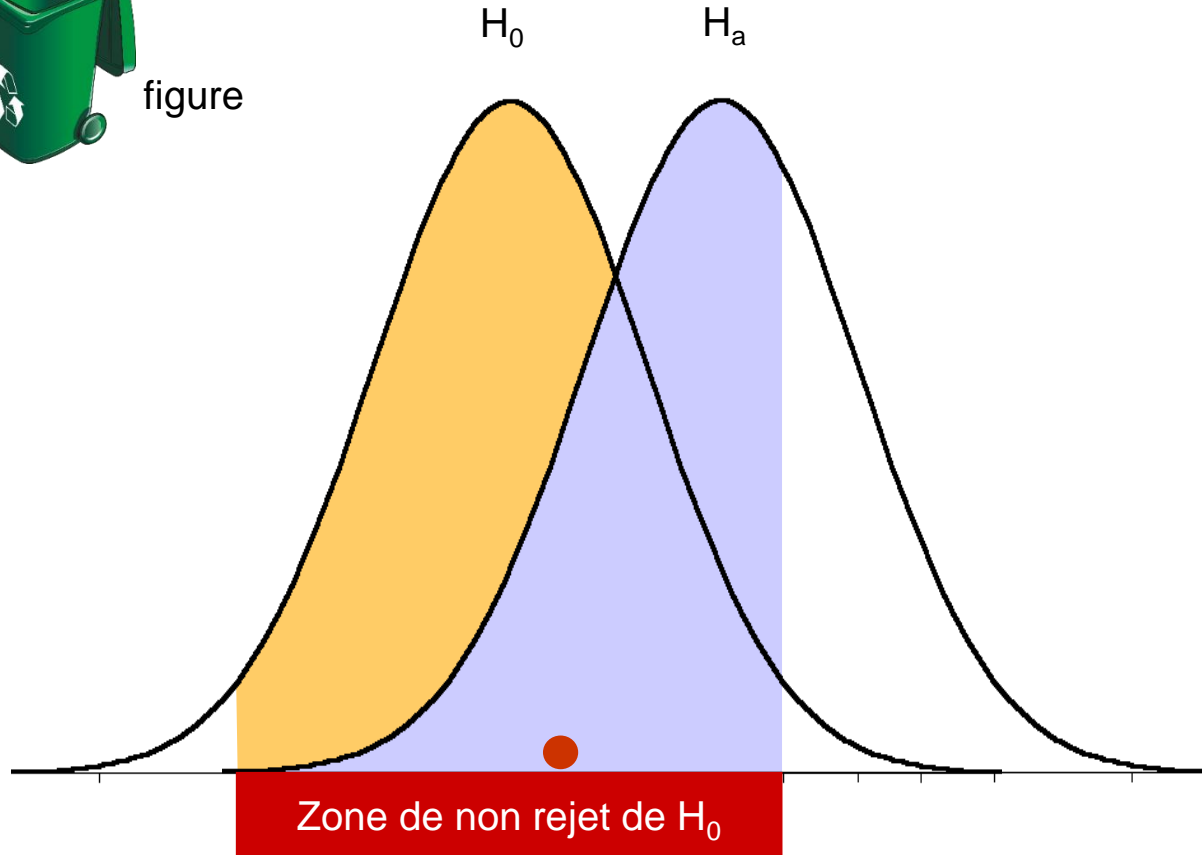
Faible puissance: problème fréquent

- ◆ Même si l'hypothèse alterne était vraie, on aurait une faible probabilité de rejeter l'hypothèse nulle (faible puissance)
- ◆ Problème fréquent dans les études de petite taille
- ◆ Un article scientifique médical devrait:
 - justifier le choix de la taille d'échantillon
 - rapporter la puissance de l'étude

Faible puissance et résultat non significatif



figure



- Soit H_0 est vraie et on a observé quelque chose de fréquent $(1-\alpha)$

- Soit H_a est vraie et on a observé quelque chose d'assez fréquent aussi (β)

Manque de discrimination entre H_0 et H_a

Calcul de taille d'échantillon dans les études cliniques

- ◆ Quand ?
 - au moment de la **planification** de l'étude
- ◆ Pourquoi ?
 - éviter de conduire une étude ayant une faible puissance statistique
 - viser une puissance de 80% ou plus
- ◆ Comment ?
 - taille d'échantillon à partir de laquelle la puissance pour détecter **une différence cliniquement intéressante** est de 80% (ou 90%)
 - utilisation de formules mathématiques

Asymétrie du test d'hypothèse

- ◆ Un test statistique ne traite pas H_0 et H_a de la même façon:
 - zone de rejet définie uniquement par rapport à H_0
 - on choisit habituellement $\alpha = 0.05$, mais on se contente de $\beta = 0.20$ (puissance = 0.80)
 - on accepte H_a (lorsque H_0 est rejetée) mais on n'accepte pas H_0 (on se contente de ne pas rejeter H_0)

Résumé

- ◆ Hypothèse nulle
- ◆ Procédure d'un test statistique
- ◆ Valeur p = probabilité que le résultat soit égal ou plus extrême que le résultat observé avec les données de l'échantillon **si l'hypothèse nulle est vraie**
- ◆ 2 types d'erreur
 - α est contrôlé (0.05) par la région de rejet de H_0
 - β est contrôlé (0.20) par le calcul de taille d'échantillon
- ◆ Hypothèse nulle H_0 rejetée lorsque valeur p faible ($< \alpha$)
- ◆ Puissance ($1 - \beta$) = probabilité d'accepter H_a lorsque H_a est vraie
- ◆ Résultat statistiquement significatif n'implique pas forcément que l'effet/association détecté/e est cliniquement important/e
- ◆ Le test statistique est complémentaire (ou même redondant) à l'intervalle de confiance à 95%

Prochaine séance: objectifs

- ◆ Test vu aujourd'hui:
 - Test de Student pour comparer une moyenne à la valeur 0
- ◆ Tests statistiques:
 - Test de Student pour comparer 2 moyennes
 - Test du Chi-deux
 - ANOVA

Chapitres Petrie/Sabin
21 – 22 – 24