STATISTIQUES DÉDUCTIVES

Généralités sur les tests d'hypothèse

Le but principal des statistiques déductives est de tirer des conclusions **à partir des observations**.
Le plus souvent, on essaiera de comparer 2 groupes pour un caractère donné.
Exemple : pour comparer les notes à l'épreuve de biostatistiques entre deux années, on se pose la question : y a-t-il une différence entre ces deux groupes ?

Définition des hypothèses :

En statistiques descriptives on travaille à partir de 2 hypothèses :

Hypothèse H0	**Hypothèse H1**
► Hypothèse nulle ► Il n'y a pas de différence entre les 2 groupes ► Les fluctuations observées sont dues au hasard	► Hypothèse alternative ► Il existe une différence significative entre les deux groupes ► Les fluctuations observées ne sont pas dues au hasard

Un **test** est une technique permettant de décider si on accepte ou rejette H0, en ayant fixé le risque d'erreur α accompagnant cette décision.

Étapes d'un test d'hypothèse :

1. Définir H0 et H1
2. Choisir le test en fonction du **type de données** (qualitative, quantitative, nombre de données)
3. Fixer le **risque α** (souvent 5%)
4. Recueillir les données
5. Calculer Z
6. Utiliser la règle de rejet/acceptation de H0 : **comparer** le Z_c (Z calculé) au Z_t (Z théorique) dont on connaît la distribution
7. Fixer le **risque d'erreur réel** (à posteriori)
8. Interpréter les résultats : interprétation statistique + médicale

Notion de risque :

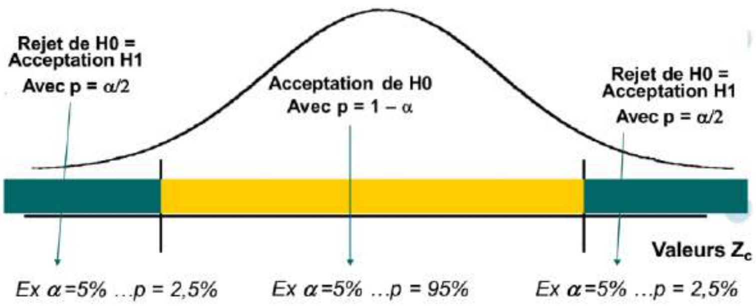
Risque de première espèce / Risque α	Risque de seconde espèce / Risque β
► Probabilité de **rejeter** H0 si H0 est **vraie** ► Ce risque est **maîtrisé** ► Fixé à l'avance	► Probabilité **d'accepter** H0 si H0 est **fausse** ► Ce risque est **négligé** ► Fixé à posteriori ► Il peut être très élevé (en général ß = 20%)
La puissance du test vaut 1 - ß : probabilité de rejeter H0 avec H1 vraie	

La règle de rejet du test est définie **seulement** à partir de α et de H0.
Entre 2 alternatives, on choisira pour H0 l'hypothèse qu'il serait le **plus grave de rejeter à tort.**

	Rejet H0	Non rejet H0
H0 vraie	α	$1-\alpha$
H1 vraie	1-ß	ß

Interprétation graphique :

Le paramètre Z suit une distribution en forme de Gauss



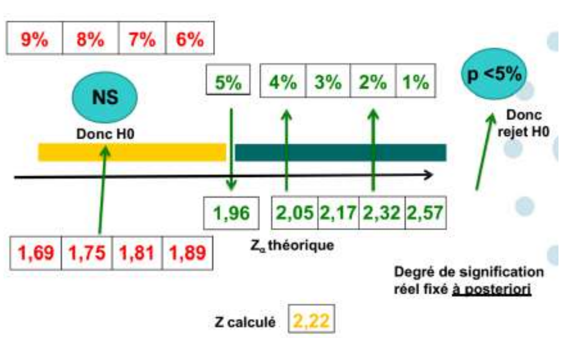
Pour arriver à une conclusion on doit :

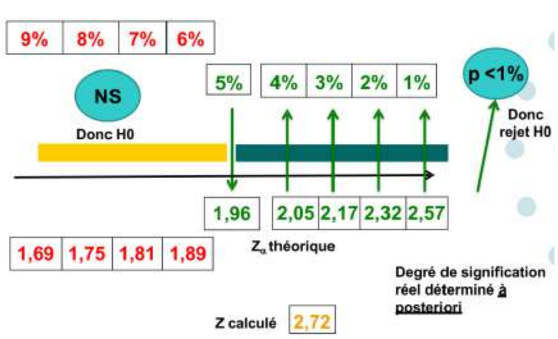
1. Fixer le risque α **à priori**
2. Chercher Z_t dans la table
3. Calculer Z_c grâce aux formules
4. Comparer Z_c à Z_t ; on distingue deux situations :

$Z_c < Z_t$	$Z_c > Z_t$
Acceptation de H0 p = 1 - α	**Rejet** de H0 p ≤ α

5. Fixer le degré de signification p **à posteriori**

Le statisticien fixe le risque α à priori, mais dans certains cas il est possible d'avoir une précision d'étude supérieure à celle fixée au départ.





1. *α = 5%*
2. *Z_α = 1,96*
3. *Z_c = 2,22*
4. *2,22 > 1,96 (Z_c>Z_t) donc on rejette H0*
   Pour α = 1%, Z_α = 2,57, or 2,22<2,57 (Z_c<Z_t) donc on ne rejette pas H0 à 1%
   La précision n'a pas augmenté
5. *On a donc **p<5%***

Le raisonnement est le même pour Z_c = 2.72, mais on peut ici rejeter H0 à 1% car 2,72>2,57

Dans le cas de Z_c = 2,22, on pourrait dire qu'on rejette H0 à 3% (car 2,17<2,22<2,32, voir les chiffres en vert sur le schémas ci-dessus qui représentent Z_α), mais en pratique on utilise seulement 1% et 5%.

Si on rejette ou accepte H0 à tous les seuils, le test n'est **pas très discriminant** ou non significatif

On peut se retrouver face à 2 situations :

Situation **unilatérale**	Situation **bilatérale**
Le rejet d'H0 permet seulement de dire qu'il y a une différence significative entre les 2 situations C'est la situation la plus **fréquente**	L'acceptation de H1 permet de déterminer laquelle des situations est la meilleure

Exemple : si on compare deux traitements A et B, en rejetant H0 :
- *en situation **unilatérale**, on pourra seulement dire qu'il y a une différence significative entre les 2 traitements.*
- *en situation **bilatérale**, on pourra dire qu'il y a une différence significative **et** que le traitement A est meilleur que le B (ou inversement)*

(Hors programme pour la ttr mais au programme cette année : partie sur le big data)

LIEN ENTRE DEUX VARIABLES **QUALITATIVES**

À partir d'ici les formules ne sont pas à connaître sauf les formules « simples » comme le chi 2

On se demande si le pourcentage d'individu possédant un caractère x dans un groupe A est le même que le pourcentage d'individu possédant le caractère x dans le groupe B.
Le caractère x est ici **qualitatif** (couleur des yeux, porteur de lunettes, …)

Test de comparaison des pourcentages (tout effectif) :

Ici le paramètre Z est l'écart réduit ε

- **ε_t** vient de la table de l'écart réduit
- $$\varepsilon_c = \frac{p_A - p_B}{\sqrt{\frac{p_A q_A}{n_A} + \frac{p_B q_B}{n_B}}}$$ Avec $q_A = 1 - p_A$
- **Si $\varepsilon_c > \varepsilon_t \rightarrow$ rejet de H0**

Méthodo pour chercher Zt dans la table :

		0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0	∞	2,576	2,326	2,17	2,054	1,96	1,881	1,812	1,751	1,695
0,1	1,645	1,598	1,555	1,514	1,476	1,44	1,405	1,372	1,341	1,311
0,2	1,282	1,254	1,227	1,2	1,175	1,15	1,126	1,103	1,08	1,058
0,3	1,036	1,015	0,994	0,974	0,954	0,935	0,915	0,896	0,878	0,86
0,4	0,842	0,824	0,806	0,789	0,772	0,755	0,739	0,722	0,706	0,69
0,5	0,674	0,659	0,643	0,628	0,613	0,598	0,583	0,568	0,553	0,539
0,6	0,524	0,51	0,496	0,482	0,468	0,454	0,44	0,426	0,412	0,399
0,7	0,385	0,372	0,358	0,345	0,332	0,319	0,305	0,292	0,279	0,266
0,8	0,253	0,24	0,228	0,215	0,202	0,189	0,176	0,164	0,151	0,138
0,9	0,126	0,113	0,1	0,088	0,075	0,063	0,05	0,038	0,025	0,013

Table pour les petites valeurs de la probabilité

0,001	0,000 1	0,000 01	0,000 001	0,000 000 1	0,000 000 01	0,000 000 001
3,2905	3,8905	4,41717	4,89164	5,32672	5,73073	6,10941

On cherche ε_t en fonction d'α
On regarde le dixième d'α sur les lignes et le centième sur les colonnes. ε_t sera à l'intersection.
E.g : Pour a = 5% = 0,05 : on regarde 0,00 pour les lignes et 0,05 pour les colonnes : ε_t = 1,96
Pour a = 0,1% = 0,001 : on regarde la table des petites valeurs ε_t = 3,29

Exemple : Soient 2 groupes de 200 enfants : Crèche : 200 enfants, 130 rhinos
Maison : 200 enfants, 96 rhinos
Le mode de garde influe-t-il sur le risque de rhinopharyngite ?

1. *H0 : pas de différence entre les 2 modes de garde vis-à-vis du développement de rhinos*
   H1 : il y a une différence
2. *Caractère 1 : gardé en crèche ou à domicile : **qualitatif***
   *Caractère 2 : développer une rhinopharyngite ou non : **qualitatif***
   → test de comparaison de pourcentages
3. *α = 5%*
4. *Recueil des données*
5. *p_A = 65% p_B = 48%.*
   ε_c = 3,4
6. *3,4 > 1,96 : on rejette H0 au seuil 5%*
   3,4 > 3,3 donc on rejette H0
7. *Seuil : 0,001*
8. *Sur cet échantillon, le risque de rhino est supérieur chez les enfants gardés en crèche. On ne peut pas généraliser car il n'y a pas eu de tirage au sort et il manque des infos sur les enfants (précision du mode de garde à domicile, du revenu des parents, …)*

Test du X^2 (Tout effectif) :

On utilise de préférence ce test si notre tableau de données a plus de 2 lignes (ou 2 colonnes)
Ici le paramètre Z est **X^2**

- ► X^2_t vient de la table du X^2
- ► $X^2_c = \Sigma \frac{(o_i - c_i)^2}{c_i}$ avec o_i les données observées et c_i les données calculées
- ► **Si $X^2_c > X^2_t$ → Rejet de H0**
- ► **DDL = (nombre de lignes – 1) * (nombre de colonnes – 1)**

Comment lire X^2_t dans la table ?

ddl \ α	0,9	0,5	0,3	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01	0,001
1	0,016	0,455	1,074	1,642	2,706	**3,841**	5,412	6,635	10,827
2	0,211	1,386	2,408	3,219	4,605	5,991	7,824	9,21	13,815
3	0,584	2,366	3,665	4,642	6,251	7,815	9,837	11,345	16,266
4	1,064	3,357	4,878	5,989	7,779	9,488	11,668	13,277	18,467
5	1,61	4,351	6,064	7,289	9,236	11,07	13,388	15,086	20,515
6	2,204	5,348	7,231	8,558	10,645	12,592	15,033	16,812	22,457
7	2,833	6,346	8,383	9,803	12,017	14,067	16,622	18,475	24,322
8	3,49	7,344	9,524	11,03	13,362	15,507	18,168	20,09	26,125
9	4,168	8,343	10,656	12,242	14,684	16,919	19,679	21,666	27,877
10	4,865	9,342	11,781	13,442	15,987	18,307	21,161	23,209	29,588
11	5,578	10,341	12,899	14,631	17,275	19,675	22,618	24,725	31,264
12	6,304	11,34	14,011	15,812	18,549	21,026	24,054	26,217	32,909
13	7,042	12,34	15,119	16,985	19,812	22,362	25,472	27,688	34,528
14	7,79	13,339	16,222	18,151	21,064	23,685	26,873	29,141	36,123
15	8,547	14,339	17,322	19,311	22,307	24,996	28,259	30,578	37,697
16	9,312	15,338	18,418	20,465	23,542	26,296	29,633	32	39,252
17	10,085	16,338	19,511	21,615	24,769	27,587	30,995	33,409	40,79
…									

X^2_t dépend d'α et du DDL
Le DDL ou **degré de liberté** est le nombre minimal de valeur nécessaire dans une série pour pouvoir calculer toutes les autres
On cherche le ddl sur les lignes et α sur les colonnes
Ex : Si α = 5% et DDL = 1 alors X^2_t = 3,8

Exemple : exposition au benzène et leucémie

	Leucémie	Non leucémie	Total
Expo	15	485	500
Non expo	20	980	1000
Total	35	1465	1500

1. *H0 : il n'existe pas de lien entre l'exposition au benzène et les leucémies*
2. *Variable 1 : leucémie ou non : qualitatif*
   Variable 2 : Exposé ou non : qualitatif
   → Test du X^2
3. *α = 5%*
4. *Valeurs observées : 15, 20, 485 et 980*
   Valeurs calculées (obtenues par un modèle théorique) :
   ● il y a 35 malades pour 1500 personnes au total soit 2,33% de malade. On applique ce pourcentage aux exposés et aux non exposés.
   2,33% de 500 (les exposés) = 11,65 malades chez les expos (chiffre théorique)
   2,33% de 1000 (les non-expos) = 23,35

● il y a 1465 non malades pour 1500 personnes au total soit 97,67%. On applique ce pourcentage aux exposés et aux non- exposés :
97,67% de 500 = 488,3
97,67% de 1500 = 976,7
$X_c^2 = 1{,}42$
X_t *: ddl = (2-1) * (2-1) = 1 donc ddl= 3,84*

5. $X_c^2 < X_t^2$ *donc on accepte H0 au seuil 0,05*
   Il n'existe pas de relation entre l'exposition au benzène et les leucémies

LIEN ENTRE VARIABLES **QUALITATIVES** ET **QUANTITATIVES**

On se demande si en moyenne la taille des individus d'une population A coïncide avec la taille des individus d'une population B

Test de comparaison de moyennes (n_1 et $n_2 > 30$: grands échantillons) :

Ici le paramètre Z est l'écart-réduit ε

- ▶ ε_t vient de la table de l'écart-réduit
- ▶ $$\varepsilon_c = \frac{m_1 - m_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$
- ▶ **Si $\varepsilon_c > \varepsilon_t$ → rejet de H0**

Exemple : On cherche à comparer le taux de T3 libre chez les femmes prenant un contraceptif oral et celles qui n'en prennent pas. Après tirage au sort on obtient :
Femmes sans c.o : $n_1 = 50$; $m_1 = 2$ *nmol* ; $s_1 = 0{,}35$ *nmol*
Femmes avec c.o : $n_2 = 33$; $m_2 = 2{,}5$ *nmol* ; $s_2 = 0{,}3$ *nmol*

1. *H0 : les moyennes ne sont pas différentes, ce sont 2 estimateurs du taux de T3 libre chez la femme en général*
2. *Variable 1 : prise ou non de la pilule : qualitatif*
   Variable 2 : dosage de T3 : quantitatif
   n_1 *et* $n_2 > 30$
   → Test de comparaison de moyennes
3. $\alpha = 5\%$
4. $\varepsilon_t = 1{,}96$
5. $\varepsilon_c = 6{,}94$
6. $\varepsilon_c > \varepsilon_c$ *donc rejet de H0*
7. $p < 0{,}0001$
8. *Il y a eu TAS donc le résultat est généralisable : la prise de c.o augmente le taux de T3 libre*

Test T de student (n1 ou n2 < 30 : petits échantillons) :

Ici le paramètre Z est t
t_t : lu dans la table du t de student

- $s=\sqrt{\dfrac{\Sigma(x_i-m_1)^2+\Sigma(x_j-m_2)^2}{(n_1-1)+(n_2-1)}}$ (Trop compliqué à calculer, on vous le donnera dans l'énoncé)
- **Si $t_c > t_t$ → rejet de H0**
- **DDL = $(n_1 - 1) + (n_2 - 1)$**

C'est presque la même formule que pour la comparaison de moyenne mais on utilise seulement l'écart-type s car il est moins significatif ici

Précision sur le ddl *: (n est le nombre de valeurs par ligne, comme le nombre de notes dans un semestre par exemple)*

2	*3*	*5*	*12*	*10*	*x*	*7*	*8*	*Tot : 51*
2	*3*	*5*	*12*	*10*	*y*	*z*	*8*	*Tot : 51*

Avec n-1 valeur et le total, on peut trouver que x=51-2-3-5-12-10-7-8
Avec n-2 valeurs, on ne peut pas trouvez les deux valeurs manquantes
Le degré de liberté est donc de n-1 ici.

Exemple : Soient 15 femmes obèses et 12 femmes de poids normal. On mesure le taux de corticoïde sanguin moyen dans chaque groupe. L'obésité a-t-elle une influence sur le taux de corticoïde ?
n1 = 15 ; m 1 = 6,3 ; s1 = 1,8
n2 = 12 ; m2 = 4,5 ; s2 = 1,6
1. H0 : m 1 et m 2 ne sont pas différents dans les 2 groupes
2. Variable 1 : obèse ou non : qualitatif
Variable 2 : taux de corticoïde : quantitatif
n 1 ou n 2 < 30 à T de student
3. a = 5%
4. DDL = 15 + 12 – 2 = 25 donc T t = 2,06
5. T c = 2,92
6. T c > T t donc on rejette H0 au seuil 5%
7. p < 1% après lecture dans la table. On rejette H0 à 1% à posteriori
8. Il existe une relation claire entre l'obésité et le taux de corticoïde au niveau de cet échantillon

(HP pour la ttr mais au programme pour l'année : méthode de série appariée ou méthode des couples)

LIEN ENTRE DEUX VARIABLES **QUANTITATIVES**

Corrélation et régression :

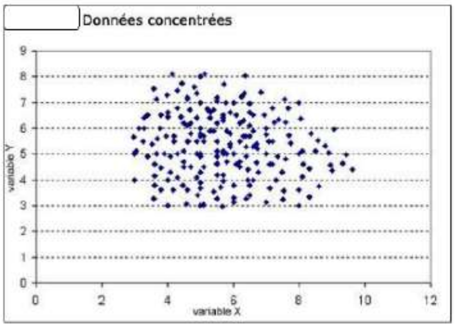
Corrélation : évaluation de la liaison entre 2 variables quantitatives
Régression : méthode mathématique permettant d'expliquer les relations entre les variables observées

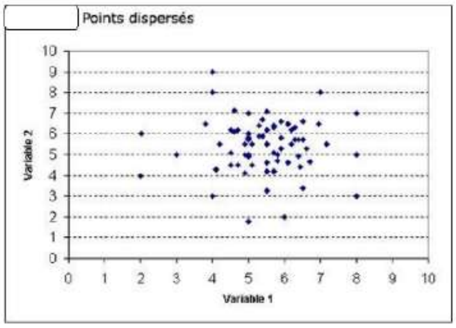
Représentation des données :

En variable x, on met la variable explicative.
En variable y, on met la variable à expliquer.

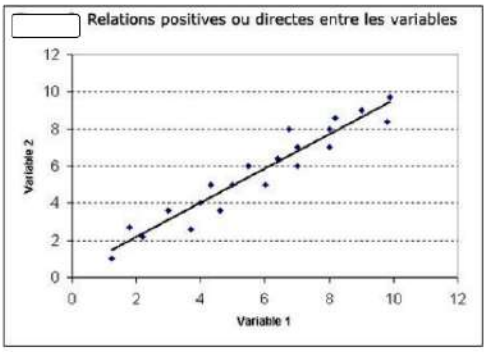
Nuages de points :

Il n'y a pas de relation entre x et y





Droite de régression : elle permet de visualiser si l'une des 2 variables est dépendante de l'autre. La droite de régression est aussi appelée **droite des moindres carrées** car elle passe au plus près de chaque point du graphe.
Dans ce cours on ne parle que de régression linéaire car on a choisi d'avoir une droite et pas un polynôme (en forme de cloche)



Étude de la liaison entre caractères quantitatifs :

Exemple : la capacité respiratoire des enfants est-elle dépendante de la consommation de cigarettes de leurs mères ?
Le poids des bébés à la naissance est-il lié à l'âge de la mère ?

Une droite de régression peut permettre de **prédire** certaines valeurs de y à partir d'une valeur x. Plus on a de valeurs, plus notre droite permettra de prédire les valeurs suivantes de manière précise. Avec seulement 3 valeurs, la 4eme valeur sera prédite de manière imprécise.

On a un échantillon de 10 sujets. On recueille leur âge et leur concentration de cholestérol.

X âge	30	60	40	20	50	30	40	20	70	60
Y chol	1,6	2,5	2,2	1,4	2,7	1,8	2,1	1,5	2,8	2,6

Le taux de cholestérol est-il lié à l'âge ?

1. *H0 : le taux de cholestérol n'est pas lié à l'âge*
2. *Variable 1 : Age = quantitatif*
   Variable 2 : taux de cholestérol = quantitatif

→ Test du coefficient de corrélation

3. *α = 1%,*
   DDL = 10-2 = 8 donc r_t = 0,76
4. *r'_c = 0,955 > r'_t*
5. *On rejette H0 au seuil 1%*

On obtient une relation significative au seuil 1% : plus l'âge augmente, plus le taux de cholestérol augmente.
Le résultat n'est pas généralisable car on a seulement 10 individus sans TAS

Corrélation ≠ causalité : Si d'un point de vue mathématique on a obtenu une corrélation entre des paramètres statistiques, cela n'implique pas une relation de cause à effet entre les paramètres.

***Corrélation** : il existe un lien : l'âge et le cholestérol sont liés*
***Causalité** : l'un est la conséquence de l'autre : l'âge cause le cholestérol*
On peut des faire de corrélations de tout et n'importe quoi, on peut tracer des courbes qui montrent une relation de proportionnalité sans pour autant qu'x influe y. C'est le rôle des statistiques et des essais cliniques de déterminer si ce lien de corrélation est un lien de causalité ou non.

TESTS **NON PARAMÉTRIQUES**

► **Test paramétrique** : test à forte contrainte, car il n'est fiable que si les données suivent une distribution selon une loi normale.

► **Test non paramétrique** : test qui **ne** précise **pas** les conditions que doivent remplir les paramètres de la population dont a été extrait l'échantillon

On utilise obligatoirement un test **non paramétrique** quand les effectifs sont **très faibles** (4<n<12) +++
Pour les variables quantitatives, on utilise obligatoirement un test non paramétrique si les effectifs sont **inférieurs à 5** car les populations ne sont plus distribuées normalement.

U de Mann et Whitney :

Le test U de Mann et Whitney (ou Wilcoxon-Mann-Whitney ou test de la somme de rangs de Wilcoxon), permet de tester l'hypothèse selon laquelle **les moyennes des 2 groupes de données sont proches**.
On a 2 échantillons E_1 et E_2 de taille n_1 et n_2 indépendants :

1. On réunit les valeurs des 2 échantillons
2. On trie la réunion en ordre croissant
3. Pour chaque valeur issue de E_1, on compte le nombre de valeur de E_2 situées après (s'il y a des valeurs égales, elles ne valent que 1/2) (peu d'importance entre avant ou après tant qu'on fait la même chose tout le long)
4. La somme de ces nombres vaudra $\mathbf{u_1}$
5. On échange les rôles des 2 échantillons pour trouver la somme u_2
6. Le u de Mann et Whitney est le minimum entre u_1 et u_2
7. On compare u_C avec u_t de la table

On note U la variable aléatoire associée (pour pouvoir parler de probabilité on doit parler d'une variable aléatoire)

► On lit dans la table le nombre m_α tel que $P(U \leq m_\alpha) = \alpha$

► On rejette H0 au risque a si $u \leq m\alpha$, sinon on accepte H0

► **Si $U_c > U_t$ → on ACCEPTE H0**

Si les effectifs sont grands (n_1 et $n_2 > 20$ en général), U suit approximativement la **loi normale**

Exemple : On répartit par tirage au sort 20 malades dépressifs en 2 groupes de 10. Le 1er groupe reçoit la molécule et le 2ème reçoit le placebo. On évalue les patients sur une échelle de 0 à 50 (pas déprimé -> très déprimé). Les patients sont évalués avant puis après ttt (J28). ***La nouvelle molécule a-t-elle un effet anti-dépresseur ?***

Témoins	J0	34	30	25	27	31	24	28	30	35	26
	J28	31	28	26	25	24	25	26	27	32	25
Traités	J0	27	32	30	28	25	33	29	31	32	29
	J28	22	25	23	26	20	27	21	26	25	23

Y a-t-il un effet placebo ?

1. *H0 : le placebo n'a aucun effet, les scores J0 ne diffèrent pas des scores J28*
2. *Variable 1 : J0 – J28 -> qualitatif*
   Variable 2 : score de dépression -> quantitatif
   On compare des moyennes : test T de student pour séries appariées ou U de Mann et Whitney
3. *$T_t = 2{,}26$ (ddl = 10-1 = 9) et a = 5%)*
4. *$T_c = 2{,}91 > TBt$*
5. *Rejet de H0 au risque 5%. Le placebo a un effet significatif.*

Le traitement est-il efficace ?

On compare les différences J28 – J0 de chaque patient, entre les 2 groupes :

1. *H0 : il n'y a pas de différence entre le traitement et le placebo*
2. *Variable 1 : traitement ou placebo -> qualitatif*
   Variable 2 : score de dépression -> quantitatif
3. *2 groupes indépendants de faibles effectifs à test T de student ou U de Mann et Whitney*
4. *Dans la table, avec a = 5%, $n_1 = 10$ et $n_2 = 10$, $u_t = 23$*

Témoins d=J0-J28	3	2	-1	2	7	-1	2	3	3	1
Traités d=J0-J28	5	7	7	2	5	6	8	5	7	6

On classe ces différences par ordre croissant et on leurs associe un rang :

-1	-1	1	2	2	2	2	3	3	3
1,5	1,5	3	5,5	5,5	5,5	5,5	9	9	9

5	5	5	6	6	7	7	7	7	8
12	12	12	14,5	14,5	17,5	17,5	17,5	17,5	20

Pour les valeurs en double, on calcule (Σrang)/(nombre de valeurs).
Par exemple pour -1 le rang est (1+2)/2 = 1,5.
Pour 2 le rang est (4+5+6+7)/4= 22,5.
On calcule u_1 : pour chaque témoin, on compte les traités classés avant : $u_1 = 0+0+0+0+0+0+1+1+1+6 = 9$

On calcule u_2 = 91 : soit on recalcule tout, soit on sait que $u_1 + u_2 =$ donc $9 + u_2 = 10*10$
On prend $u = \min(u_1 ; u_2) = 9$
U c < U t : peu d'imbrication
Rejet de H0 au seuil 5%
Les différences sont significativement plus importantes avec le traitement qu'avec le placebo : le traitement est efficace contre la dépression

Comment lire U_t dans la table ?

n_1

n_2-n_1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	-	-	-	0	2	5	8	13	17	23
1	-	-	-	1	3	6	10	15	20	26
2	-	-	0	2	5	8	12	17	23	29
3	-	-	0	3	6	10	14	19	26	33
4	-	-	1	4	7	11	16	22	28	36
5	-	-	2	4	8	13	18	24	31	39
6	-	0	2	5	9	14	20	26	34	42
7	-	0	3	6	11	16	22	29	37	45
8	-	0	3	7	12	17	24	31	39	48
9	-	0	4	8	13	19	26	34	42	52
10	-	1	4	9	14	21	28	36	45	55
11	-	1	5	10	15	22	30	38	48	
12	-	1	5	11	17	24	32	41	50	
13	-	1	6	11	18	25	34	43		
14	-	1	6	12	19	27	36	45		
...										
18	-	2	8	16	24	33				
19	-	3	9	17	25					
20	-	3	9	17	27					

Ici c'est la table avec α = 5%
On regarde le plus petit des 2 effectifs sur les colonnes et la différence $n_2 - n_1$ sur les lignes
Ex : $n_1 = 10$ et $n_2 = 10$: $n_2 - n_1 = 0$ donc $U_t = 23$

r' de Spearman :

Ici le paramètre Z est r'

- $$r' = 1 - \frac{6\Sigma d_i^2}{n(n^2-1)}$$
- **Si r'$_c$ > r'$_t$ -> on ACCEPTE H0**

Exemple : On prend la note de 6 étudiants en biostatistiques et leur classement au concours PACES

X biostat	*12,4*	*4,9*	*18,1*	*5,4*	*19,4*	*16*
Y classement	*210*	*555*	*6*	*445*	*5*	*14*

H0 : il n'y a pas de lien entre ces 2 séries de valeurs numériques, il s'agit de 2 séries indépendantes
Variable 1 : note → quantitative
Variable 2 : classement → pseudo-quantitative
On associe à chaque X et à chaque Y un rang. On calcule d_i la différence entre le rang X et le rang Y et d_i^2

X Biostat	*12,4*	*4,9*	*18,1*	*5,4*	*19,4*	*16*
Rang X	*3*	*1*	*5*	*2*	*6*	*4*
Y Classement	*210*	*555*	*6*	*445*	*5*	*14*
Rang Y	*4*	*6*	*2*	*5*	*1*	*3*
d_i	*-1*	*-5*	*3*	*-3*	*5*	*1*
d_i^2	*1*	*25*	*9*	*9*	*25*	*1*

Dans la table, avec n = 6 et a = 5%, r'_t= 0,89. Avec α = 1%, r'_t = 1
r'_c = -1 < r'_t : on rejette H0
Il y a un lien significatif entre ces 2 séries. Plus la note de biostat est élevée, plus le classement est petit (d'où le signe – devant r'_c)

	Variables quantitatives	Variables qualitatives	Variables qualitative - quantitative
4<n<12 (non paramétrique)	**r' de Spearman**	**Comparaison des pourcentages** X^2	**U de Mann et Whitney**
12≤n<30	Coefficient de corrélation **r' de Spearman**	**Comparaison des pourcentages** X^2	T de student **U de Mann et Whitney**
30≤n	Coefficient de corrélation **r' de Spearman**	**Comparaison des pourcentages** X^2	Comparaison des moyennes T de student **U de Mann et Whitney**

On peut utiliser un test pour des effectifs supérieurs mais pas pour des effectifs inférieurs.

Remarque : le choix du test le plus approprié ne dépend pas que de l'effectif, il y a d'autres facteurs à prendre en compte (que l'on ne vous demande pas de connaître). Cela explique pourquoi le prof peut utiliser un test t de student avec un effectif de 10.

Dédicaaaaaaaaces !!!!!! Après 1 an je peux enfin en faire :)
Dédi à mon chat, qui a failli me faire rater l'année à force de me déconcentrer
Dédi aux gens qui disent bonjour dans la rue
Dédi aux gens qui disent bonjour tout cours
Dédi à Baqué qui nous a tous trollé au concours
Dédi à mon addiction aux cacahuètes
Dédi aux LAS histoire les goats (et aux autres, car je suis tenu à l'équité entre toutes les majeures)
Et enfin dédi à moi, pour avoir codé manuellement sur libroffice toutes les ********** de formules de ******** car je pouvais pas copier-coller depuis word -_-