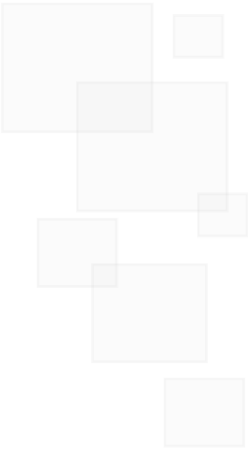


# Tests Statistiques (2)



# Plan du cours

01

Le test du Khi-deux

02

Le test exact de Fisher

03

Le test du Khi-deux avec la correction de Yates

04

Le test de McNemar

05

Exemples depuis des articles médicales / Exemples des exercices pour l'examen

# Le test du Khi-deux **d'indépendance**

- **Utilité**

- pour tester l'association / l'indépendance entre deux variables qualitative
- chaque avec deux ou plusieurs valeurs (catégories)
  - incompatibles et indépendantes.

- **Exemples:**

- Relation entre
  - un facteur de risque et une maladie
    - Utilisation du bain de bouche (oui/non) et caries inter dentaires (o/n)
    - Consommation d'alcool (oui/non) et cirrhose (oui/non)
  - Un traitement comparé à un autre pour traiter une maladie
    - Nitroglycérine compare a placebo pour traiter l'angor (Angine de poitrine ) d'effort stable

# Le test du Khi-deux d'indépendance

- **Conditions d'application:**

- Observations indépendantes
- Plus (>) **80%** des fréquences **théoriques** doivent être supérieurs à **5 ET** toutes les fréquences **théoriques** sont supérieures à **1** (règle du W.G.Cochran)
  - *Si au moins 20% des fréquences théoriques sont inférieurs à 5:*
    - *le test ne peut pas s'appliquer (on utilise le test exact de Khi-deux avec la correction du Yates ou le test exact de Fisher – voir les diapos suivantes).*
    - *Pour comprendre la règle, voir le tableau théorique dans les diapos suivantes*
  - *On souligne que il s'agit des fréquences théoriques (probables, attendues), pas des fréquences observées.*

# Le test du Khi-deux d'indépendance

- L'hypothèse nulle (exemples):
- On peut créer plusieurs formes équivalentes:
  - Est-ce que il y a une association le facteur de risque (présent/absent) et la maladie (présente/absente)?
    - Hypothèses équivalentes:
      - Il n'y a pas d'association statistiquement significative entre le facteur de risque et la maladie
      - Il n'y a pas de lien statistiquement significative entre le facteur de risque et la maladie
      - Il n'y a pas de différence statistiquement significative entre ceux avec ou sans maladie en ce qui concerne la fréquence du facteur du risque
      - Il n'y a pas de différence statistiquement significative entre ceux avec ou sans exposition au facteur de risque en ce qui concerne la fréquence de la maladie.
      - Il n'y a pas de différence statistiquement significative entre la fréquence de la maladie chez les sujets avec exposition au facteur de risque et ceux qui n'ont été pas exposés au facteur d'étude.

# Le test du Khi-deux d'indépendance

- L'hypothèse nulle (exemples):
- On peut créer plusieurs formes équivalentes:
  - Est-ce que le traitement (oui/non) et le guérison (oui/non) sont liées?
    - Hypothèses équivalentes:
      - Il n'y a pas de relation statistiquement significative entre le traitement et le guérison
      - Il n'y a pas d'association statistiquement significative entre le traitement et le guérison
      - Il n'y a pas de lien statistiquement significative entre le traitement et le guérison
      - Il n'y a pas de différence statistiquement significative entre ceux avec ou sans traitement en ce qui concerne la fréquence du guérison
      - Il n'y a pas de différence statistiquement significative entre ceux avec ou sans guérison en ce qui concerne la fréquence du traitement.
      - Il n'y a pas de différence statistiquement significative entre la fréquence de la guérison chez les sujets qui ont reçu le traitement d'étude et ceux qui n'ont pas reçu.

# Le test du Khi-deux d'indépendance

- L'hypothèse **alternative** (exemples):
- On peut créer plusieurs formes équivalentes:
  - Est-ce que il y a une relation entre le facteur de risque (présent/absent) et la maladie (présente/absente) ?
    - Hypothèses équivalentes:
      - Il y a une relation statistiquement significative entre le facteur de risque et la maladie
      - Il y a une association statistiquement significative entre le facteur de risque et la maladie
      - Il y a un lien statistiquement significative entre le facteur de risque et la maladie
      - Il y a une différence statistiquement significative entre ceux avec ou sans maladie en ce qui concerne la fréquence du facteur du risque
      - Il y a une différence statistiquement significative entre ceux avec ou sans exposition au facteur de risque en ce qui concerne la fréquence de la maladie.

# Le test du Khi-deux **d'indépendance**

- L'hypothèse **alternative** (exemples):
- On peut créer plusieurs formes équivalentes:
  - Est-ce que il y a une lien entre le traitement (oui/non) et le guérison (oui/non)?
    - Hypothèses équivalentes:
      - Il **y a une** relation statistiquement significative entre le traitement et le guérison
      - Il **y a une** association statistiquement significative entre le traitement et le guérison
      - Il **y a un** lien statistiquement significative entre le traitement et le guérison
      - Il **y a une** différence statistiquement significative entre ceux avec ou sans traitement en ce qui concerne la fréquence du guérison
      - Il **y a une** différence statistiquement significative entre ceux avec ou sans guérison en ce qui concerne la fréquence du traitement.



# Le test du Khi-deux d'indépendance

## Exemple

- On a un étude dans lequel on cherche l'effet
  - du tabagisme
  - dans l'apparition du cancer du lèvres inférieure (maladie - M).

## Données:

- On a observe 400 sujets adultes parmi lesquels:
  - Parmi 160 qui sont malade (M+), 80 sont fumeurs
  - Parmi 240 qui ne sont pas malades (M-), ne sont pas fumeurs

	M+ (avec cancer)	M- (sans cancer)	Total
F+ (fumeurs)	80	50	130
F- (non fumeurs)	80	190	270
Total	160	240	400

Ex. structure fichier Excel

Id_patient	Malade	Facteur (Tabagisme)
1	oui	oui
2	non	non
3	oui	oui
4	oui	non
...	...	...

# Le test du Khi-deux d'indépendance

## Question:

- On cherche à établir si le tabagisme est lié à l'apparition du cancer du lèvre inférieure, ou on peut dire que on cherche à établir si l'apparition du cancer du lèvre inférieure est indépendante du tabagisme.

## Notation

- Le tableau de contingence avec les données obtenues après la collection des données est nommée tableau de contingence observé, et les fréquences dans le tableau sont nommées fréquences observées.

	<b>M+ (avec cancer)</b>	<b>M- (sans cancer)</b>	<b>Total</b>
<b>F+ (fumeurs)</b>	80	50	130
<b>F- (non fumeurs)</b>	80	190	270
<b>Total</b>	160	240	400

# Le test du Khi-deux: étapes d'application

## 1. Les hypothèses:

- $H_0$ : il n'y a pas de relation/association/lien **significative** entre FR et M (l'hypothèse de l'indépendance)
- $H_1$ : il y'a un relation/association/lien **significative** entre FR et M (l'hypothèse de dépendance)

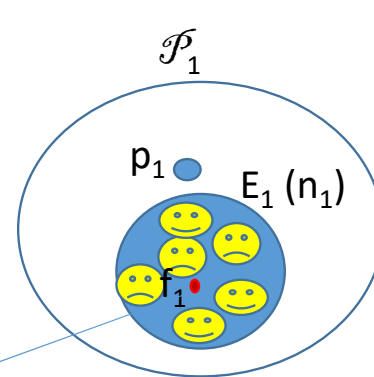
## 2. La statistique Khi-deux est:

- Etapes pour les calculs du statistique Khi-deux:
  - On calcule le tableau de contingence théorique
    - qui satisfait l'hypothèse de l'Indépendance.
  - On calcule l'écart entre le tableau de contingence théorique
    - et le tableau de contingence observée.
- Décision:
  - Si l'écart est
    - petit
      - on peut l'expliquer par le hasard, on ne rejette pas l'hypothèse nulle
    - large
      - c'est plutôt un dépendance qui explique l'écart que le hasard; on rejette l'hypothèse nulle

# LE TEST DU KHI-DEUX: ÉTAPES D'APPLICATION

## 1. Les hypothèses:

- **H0:** il n'y a pas de relation/association/liens significative entre le tabagisme et le cancer de lèvres (l'hypothèse de l'indépendance)
- **H1:** il y'a un relation/association/liens significative entre le tabagisme et le cancer de lèvres
- Variable d'interet: Tabagisme (☹️ =fumeurs, 😊 =non-fumeurs)

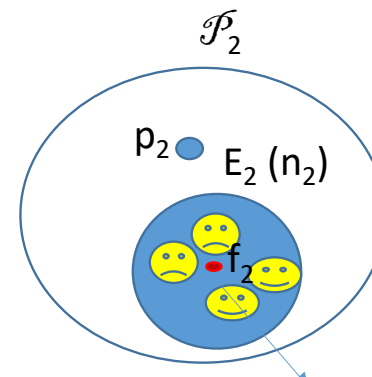


$E_1$ = échantillon des malades

$f_1$ =fréquence relative du tabagisme chez les malades

$p_1$ = fréquence relative du tabagisme chez les malades (population)

$n_1$ =taille du groupe



$E_2$ = échantillon des non-malades

$f_2$ =fréquence relative du tabagisme chez les non-

malades

$p_2$ = fréquence relative du tabagisme chez les non-malades (population)

# Le test du Khi-deux: étapes d'application

## La réalisation du tableau du contingence théorique

La fréquence théorique d'une cellule = le total sur les lignes \* le total sur les colonnes / le grand total

### Le tableau de contingence **OBSERVÉ**

	M+	M-	Total
F+	80	50	130
F-	80	190	270
Total	160	240	400

### Le tableau de contingence **THÉORIQUE** ou attendu

	M+	M-	Total
F+	52	78	130
F-	108	162	270
Total	160	240	400

On recopie le tableau avec les totaux sauf le contenu!

	M+	M-	Total
F+	$\frac{130 \times 160}{400}$	$\frac{130 \times 240}{400}$	130
F-	$\frac{270 \times 160}{400}$	$\frac{270 \times 240}{400}$	270
Total	160	240	400

	M+	M-	Total
F+	52	130-52	130
F-	160-52	270-(160-52)	270
Total	160	240	400

# Le test du Khi-deux: étapes d'application

Le tableau théorique/attendu est un tableau dans lequel il n'y a pas de relation entre FR et M, donc le pourcentage des malades est le même pour ceux avec ou sans FR, et le pourcentage des sujets avec FR est le même pour ceux avec ou sans maladie

Le tableau de contingence **OBSERVÉ**

	M+	M-	Total
FR+	80	50	130
FR-	80	190	270
Total	160	240	400

T. observée: pourcentages sur lignes

	M+	M-	Total
FR+	62%	38%	130
FR-	30%	70%	270
Total	160	240	400

T. observée: pourcentages sur colonnes

	M+	M-	Total
FR+	50%	21%	130
FR-	50%	79%	270
Total	160	240	400

Le tableau de contingence **THÉORIQUE**

	M+	M-	Total
FR+	52	78	130
FR-	108	162	270
Total	160	240	400

T. théorique: pourcentages sur lignes

	M+	M-	Total
FR+	40%	60%	130
FR-	40%	60%	270
Total	160	240	400

T. théorique: pourcentages sur colonnes

	M+	M-	Total
FR+	33%	33%	130
FR-	68%	68%	270
Total	160	240	400

# Le test du Khi-deux: étapes d'application

Le calcul de l'écart entre  
le tableau théorique/attendu et le tableau observé

**Notation:**

L – nombres des lignes (des catégories pour la variable FR; L = 2)

C – nombres des colonnes (des catégories pour la variable M; C = 2)

o – observée

t - théorétique

**La statistique Chi-deux est**

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{L \times C} \frac{(f_i^{\text{observees}} - f_i^{\text{theoriques}})^2}{f_i^{\text{theoriques}}}$$

Le tableau du contingence observée

	M+	M-	Total
F+	80	50	130
F-	80	190	270
Total	160	240	400

Le tableau théorique/attendu

	M+	M-	Total
F+	52	78	130
F-	108	162	270
Total	160	240	400

# Le test du Khi-deux: étapes d'application

3. Le niveau de signifiante  $\alpha = 0,05$

4. Les valeurs critiques et la région du rejet: (voir cours des variable aléatoires)

On trouve dans le tableau de la distribution du Khi-deux la valeur critique  $X$ , avec  $(L-1)*(C-1)$  degrés de liberté =  $(2-1)*(2-1) = 1 * 1 = 1$  d.d.l.

$$X_{(L-1)(C-1); \alpha} = X_{1; 0,05} = 3,84 \Rightarrow \text{RR} = [3,84, +\infty)$$

5. Calculer la valeur de la statistique du test:

Le tableau observée

	M+	M-	Total
FR+	80	50	130
FR-	80	190	270
Total	160	240	400

Le tableau théorique

	M+	M-	Total
FR+	52	78	130
FR-	108	162	270
Total	160	240	400

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{L \times C} \frac{(f_i^{\text{observees}} - f_i^{\text{theoriques}})^2}{f_i^{\text{theoriques}}}$$

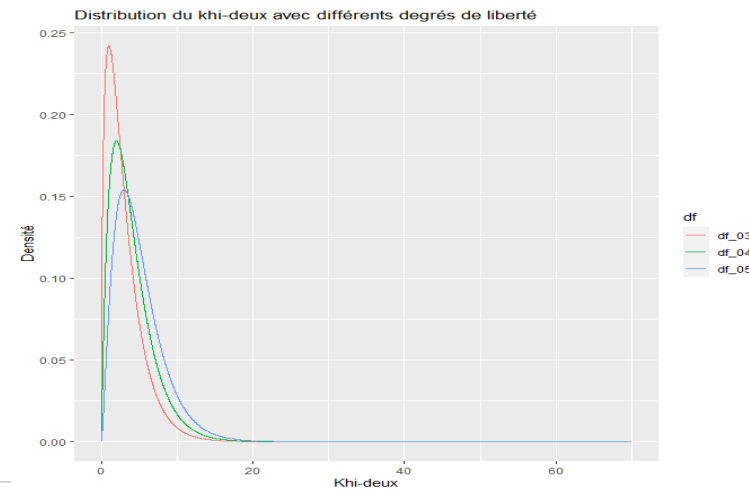
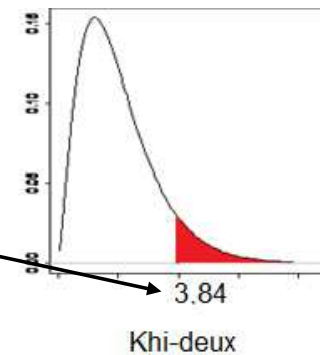
$$X^2 = \frac{(80-52)^2}{52} + \frac{(50-78)^2}{78} + \frac{(80-108)^2}{108} + \frac{(190-162)^2}{162} = 37,22$$



# Table de la distribution du Khi-deux

- Ce tableau donne la valeur telle que pour une probabilité alpha  $X^2 > X^2_{v,\alpha}$  ou  $v=d.d.l$

v	La probabilité $\alpha$									
	0,25	0,2	0,15	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005	0,0025	0,001
1	1,3233	1,6424	2,0722	2,7055	3,8415	5,0239	6,6349	7,8794	9,1404	10,8274
2	2,7726	3,2189	3,7942	4,6052	5,9915	7,3778	9,2104	10,5965	11,9827	13,8150
3	4,1083	4,6416	5,3170	6,2514	7,8147	9,3484	11,3449	12,8381	14,3202	16,2660
4	5,3853	5,9886	6,7449	7,7794	9,4877	11,1433	13,2767	14,8602	16,4238	18,4662
5	6,6257	7,2893	8,1152	9,2363	11,0705	12,8325	15,0863	16,7496	18,5554	20,5147
6	7,8408	8,5581	9,4461	10,6446	12,5916	14,4494	16,8119	18,5475	20,2491	22,4575
7	9,0371	9,8032	10,7479	12,0170	14,0671	16,0128	18,4753	20,2777	22,0402	24,3213
8	10,2189	11,0301	12,0271	13,3616	15,5073	17,5345	20,0902	21,9549	23,7742	26,1239
9	11,3887	12,2421	13,2880	14,6837	16,9190	19,0228	21,6660	23,5893	25,4625	27,8767
10	12,5489	13,4420	14,5339	15,9872	18,3070	20,4832	23,2093	25,1881	27,1119	29,5879
11	13,7007	14,6314	15,7671	17,2750	19,6752	21,9200	24,7250	26,7569	28,7291	31,2635
12	14,8454	15,8120	16,9893	18,5493	21,0261	23,3367	26,2170	28,2997	30,3182	32,9092
13	15,9839	16,9848	18,2020	19,8119	22,3620	24,7356	27,6882	29,8193	31,8830	34,5274
14	17,1169	18,1508	19,4062	21,0641	23,6848	26,1189	29,1412	31,3194	33,4262	36,1239
15	18,2451	19,3107	20,6030	22,3071	24,9958	27,4884	30,5780	32,8015	34,9494	37,6978
16	19,3689	20,4651	21,7931	23,5418	26,2962	28,8453	31,9999	34,2671	36,4555	39,2518
17	20,4887	21,6146	22,9770	24,7690	27,5871	30,1910	33,4087	35,7184	37,9462	40,7911
18	21,6049	22,7595	24,1555	25,9894	28,8693	31,5264	34,8052	37,1564	39,4220	42,3119
19	22,7178	23,9004	25,3289	27,2036	30,1435	32,8523	36,1908	38,5821	40,8847	43,8194
20	23,8277	25,0375	26,4976	28,4120	31,4104	34,1696	37,5663	39,9969	42,3358	45,3142



## Le test du Khi-deux: étapes d'application

### 6. La décision statistique en fonction de la région du rejet :

$\chi = 37,22 > 3,84$  ( $p < 0.0001 \rightarrow p < 0.05$ ) nous pouvons rejeter  $H_0$

avec un risque d'erreur de premier type  $\leq 0,05$ .

$\chi_0 = 37,22$  appartient à  $RR = [3,84, +\infty[ \Rightarrow$  on rejette  $H_0$

La conclusion:  $H_1$ : il y'a une association significative entre le facteur F et la maladie M sur la population (l'hypothèse de dépendance)

il y'a une association entre le tabagisme et le cancer du lèvre inférieure

# LE TEST DU KHI-DEUX: ÉTAPES D'APPLICATION

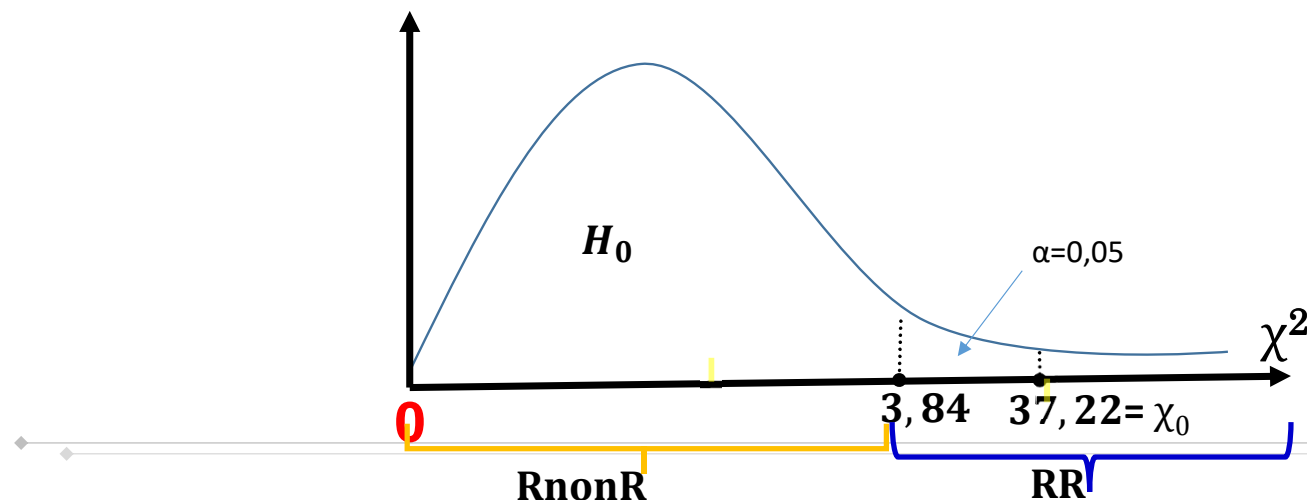
## 6. La décision statistique en fonction de la région du rejet :

$\chi = 37,22 > 3,84$  ( $p < 0.0001 \rightarrow p < 0.05$ ) nous pouvons rejeter  $H_0$  avec un risque d'erreur de premier type  $\leq 0,05$ .

$\chi_0 = 37,22$  appartient à  $RR = [3,84, +\infty[ \Rightarrow$  on rejette  $H_0$

La conclusion:  $H_1$ : il y'a une association significative entre le facteur F et la maladie M sur la population (l'hypothèse de dépendance)

il y'a une association entre le tabagisme et le cancer du lèvres inférieure



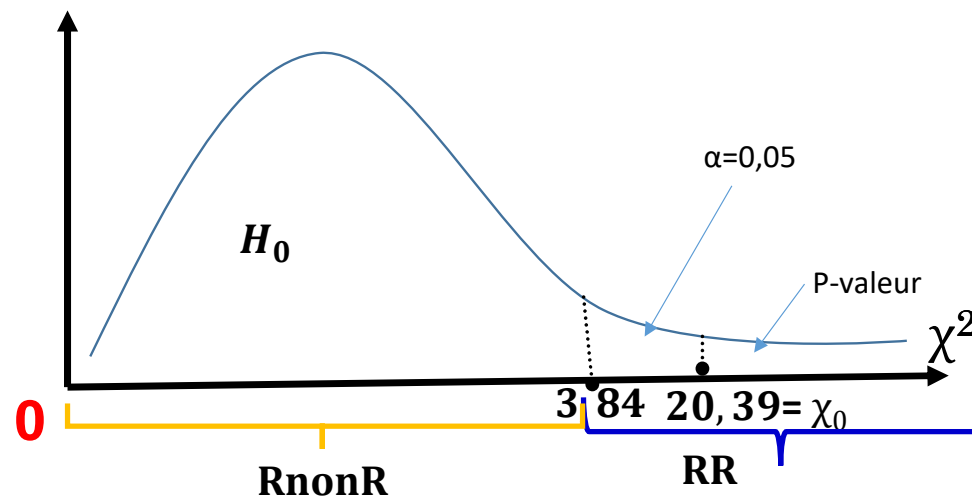
# Le test du Khi-deux: étapes d'application

## 6'. La décision statistique en fonction de la p-valeur

$p < 0.0001 \rightarrow p < 0.05$  nous pouvons rejeter  $H_0$  avec un risque d'erreur de premier type  $\leq 0,05$ .

La conclusion:  $H_1$ : il y'a une association significative entre le facteur F et la maladie M sur la population (l'hypothèse de dépendance)

il y'a une association entre le tabagisme et le cancer du lèvre inférieure



# Le test du Khi-deux avec la correction de Yates

- **Utilité**

- pour tester l'association / le lien / la relation entre deux variables qualitative
- chaque avec deux ou plusieurs valeurs (catégories)
  - incompatibles et indépendantes.

- Conditions d'application:

- Observations indépendantes

- **Il est utilise quant on ne peut pas utiliser le test Khi deux.**

- Si Moins de (<) 80% des fréquences **théoriques** sont supérieurs à 5,
- ***Si** au moins 20% des fréquences théoriques sont supérieures à 5,*
- *Mais il n'y a pas aucune fréquence théorique < ou = a 1*

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{L \times C} \frac{(f_i^o - f_i^t - 0,5)^2}{f_i^t}$$

- La correction consiste a diminuer la valeur de la statistique chi deux. On réduit la probabilité de rejeter H0, mais on augmente le risque de faire une erreur de type II (beta) – d'accepter H1 quand il est faux

# Le test exact de Fisher

- **Utilité**
  - pour tester l'association / le lien / la relation entre deux variables qualitative
  - chaque avec deux ou plusieurs valeurs (catégories)
    - incompatibles et indépendantes.
- Conditions d'application:
  - Observations indépendantes
- **Il est utilisé quant on ne peut pas utiliser le test du Khi deux.**
  - Si Moins de ( $<$ ) 80% des fréquences **théoriques** sont supérieurs à 5,
  - ***Si** au moins 20% des fréquences théoriques sont supérieures à 5,*
- Le test exact de Fisher nous donne toujours la bonne valeur du p
- Parfois est difficile de calculer le test quant il y a une grand nombre des catégories pour les deux variables

## Test statistique pour comparer caractéristiques qualitatives dichotomiques dans 2 échantillons **appariés**

**Test utilisée: test de McNemar**

- **Objectif:**

enquête de la signifiante de la différence d'une caractéristique qualitative dichotomique étudiée sur deux échantillons dépendants/ appariés

- **Conditions d'application:**

- observations indépendants dans chaque échantillon
- variable qualitative dichotomique
- échantillons dépendants/appariés

**Ex échantillons appariés:**

- Dans des études cas-témoin appariés
  - (les cas et les témoins sont choisis pour être les plus similaires possible (en fonction du sexe, âge, stade de la maladie, ...))
- On compare des jumeaux.
- On compare des mesures répétées sur le même échantillon (Une étude a été réalisée pour établir si un certain traitement a un effet sur un certain signe d'une maladie – on compare la caractéristique avant et après le traitement.)
- On compare la partie droite et gauche d'un individu
- On observe une caractéristique avec deux techniques différentes (appareils de mesure / test diagnostiques)

# Test de McNemar

**Données:** Dans un **étude cas témoin**, dans lequel 63 femmes avec cancer d'endomètre ont été **appariées** avec 63 femmes sans cancer d'endomètre pour être plus similaire possible. La question est: la prise d'œstrogènes est liée a le cancer d'endomètre?

FR = facteur de risque = la prise d'œstrogènes

a = Cases et témoins qui ont le FR+

b = Cases qui ont le FR+ et témoins qui ont le FR-

Ex. structure fichier Excel

	Facteur de risque	
<b>Id_patient</b>	<b>Cas</b>	<b>Témoin</b>
1	oui	oui
2	non	non
3	oui	oui
4	oui	non
...	...	...

		Témoin		Total
		FR + Avec œstrogènes	FR - Sans œstrogènes	
Cas	FR+ Avec œstrogènes	a	b	a+b
	FR- Sans œstrogènes	c	d	c+d
Total		a+c	b+d	N=a+b+c+d

		Témoin		Total
		FR +	FR -	
Cas	FR+	27	29	56
	FR-	3	4	7
Total		30	33	63



# Étapes du test

## 1. L'hypothèses:

- $H_0$ : la prise d'œstrogènes n'est pas liée au cancer d'endomètre
- $H_1$ : la prise d'œstrogènes est liée au cancer d'endomètre

## 2. La statistique du test de McNemar (avec la correction du continuité) est:

$$\chi^2_{1ddl} = \frac{(|b-c|-0,5)^2}{b+c}$$

		Témoin		Total
		FR +	FR -	
Cas	FR+	a	b	a+b
	FR-	c	d	c+d
Total		a+c	b+d	N=a+b+c+d

- suit la loi de Khi-deux avec 1 degré de liberté si:  $b + c > 25$

## TEST de MC NEMAR – LES ÉTAPES

**3. Le niveau de signifiante  $\alpha = 0,05$**

**4. Les valeurs critiques et la région critique:**(voir cours variable aléatoires)

On trouve dans le tableau du distribution du Chi-deux la valeur critique X, avec 1 degrés de liberté

$$X_{1; 0,05} = 3,84 \Rightarrow RR = [3,84, + \infty)$$

**5. Calculer la valeur de la statistique du test:**

$$\chi^2_{1ddl} = \frac{(|29-3|-0,5)^2}{29+3} = 20,32$$

		Témoin		Total
		FR +	FR -	
Cas	FR+	27	29	56
	FR-	3	4	7
Total		30	33	63

## TEST de MC NEMAR – LES ÉTAPES

### 6. la **décision statistique** en **fonction de la région** du rejet :

Si  $X$  appartienne a RR nous pouvons rejeter  $H_0$  et accepter  $H_1$

Si  $X$  n'appartienne pas a RR nous ne pouvons pas rejeter  $H_0$

$X = 20,32 > 3,84$  nous pouvons rejeter  $H_0$

avec un risque d'erreur de premier type  $\leq 0,05$ .

$X_0 = 20,32$  appartienne a la région du rejet  $RR = [3,84, +\infty)$ ,

=> on rejette  $H_0$ .

La conclusion: nous sommes en faveur du  $H_1$ : au risque de 5%, il y'a une relation statistiquement significative entre la prise d'œstrogènes est le cancer d'endomètre

## Exemples d'articles scientifiques avec tests statistiques (Khi-deux)

[Nurs Res Pract.](#) 2012;2012:109251. doi: 10.1155/2012/109251. <http://www.hindawi.com/journals/nrp/2012/109251/>

### Gender Differences in Self-Reported Symptoms of Depression among Patients with Acute Coronary Syndrome.

[Frazier L](#)<sup>1</sup>, [Yu E](#), [Sanner J](#), [Liu F](#), [Udtha M](#), [Cron S](#), [Coulter S](#), [Bogaev RC](#).

#### Abstract

This study examined the prevalence of self-reported depressive symptoms and the self reported somatic depressive symptoms as measured by the Beck Depression Inventory-II (BDI-II) among patients hospitalized for acute coronary syndrome (ACS), and explored the impact of gender on both. A convenience sample of 789 adults (248 women and 541 men) was recruited for the study during hospital admission for ACS and participants were screened for self-reported depressive symptoms. BDI-II scores of  $\geq 14$  indicate a moderate level of depressive symptoms and this cut-off score was used to categorize patients into depressed and non-depressed groups. **Pearson chi-square tests for independence (categorical variables)** and t tests for independent samples (continuous variables) were used for gender comparisons. Results showed that depressive symptoms during ACS episode

BDI-II 21 questions symptom present  $\geq 1$  (7.66%) were identified post-hospitalization (2.22%) (P = 0.0003). Findings suggest that patients hospitalized for ACS. Somatic symptoms were more prevalent in ACS patients.

	All (%)	Females (%)	Males (%)	P value
Q1:Sadness	206 (26.14)	91 (36.69)	115 (21.30)	<0.0001*
Q2:Pessimism	245 (31.05)	86 (34.68)	159 (29.39)	0.1362
Q3:Past failure	174 (22.08)	65 (26.21)	109 (20.19)	0.0583
Q4:Loss pleasure	330 (41.83)	103 (41.53)	227 (41.96)	0.9101

## Interprétation du tableau dans l'étude

- On observe que: ils comparent les caractéristique de dépression (présente/absente) pour lequel le score est plus grand que 1 (dans la première cellule - BDI-II 21 questions symptôme présent  $\geq 1$ ), avec le test chi deux (dans le résumé) – en fonction du sexe (les deux colonnes – females /males); pour chaque variable qualitative, on a la nombre des sujets et le pourcentage, résultat du test chi deux (P value)
- Énoncez les hypothèses nulle et alternative, pour le test qui vérifie s'il y a une différence statistiquement significative entre les femmes et les hommes en ce qui concerne la présence du pessimisme (voir dans le tableau les lignes pour Family Type)
- H0 (hypothèse nulle): il n'y a pas une différence statistiquement significative entre les femmes et les hommes en ce qui concerne la fréquence du pessimisme.
- H1 (hypothèse alternative - test bilatéral): il y a une différence statistiquement significative entre les femmes et les hommes en ce qui concerne la fréquence du pessimisme.
- Écrivez le nom du test utilisé pour la comparaison: **Le test du Khi deux**

## Interprétation du tableau dans l'étude

Ecrivez la valeur du P du test Chi deux (voir la colonne P)

- $p=0.1362$

Interpréter du point de vue statistique le résultat du test statistique , et argumentez votre réponse

On peut pas dire qu'il y a une différence statistiquement significative entre les femmes et les hommes en ce qui concerne la présence du pessimisme.

- parce que  $p=0.136$  est plus grand que le niveau de signification de 0.05 (on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle)
- Interpréter du point de vue clinique les résultats:
- **Ecrivez les pourcentages du pessimisme pour chaque groupe**  
Les femmes: 34,68%, et les homes: 29,39%
- **Ecrivez quel groupe a le pourcentage le plus grande**  
Les femmes (voir  $34,68\% > 29,39\%$ )

# Exemples d'articles scientifiques avec tests statistiques

## Test de McNemar

[PLoS One](#). 2012;7(7):e39496. doi: 10.1371/journal.pone.0039496. Epub 2012 Jul 11.

**Vaccination behaviour influences self-report of influenza vaccination status: a cross-sectional study among health care workers.**

[Llupia A<sup>1</sup>](#), [García-Basteiro AL](#), [Mena G](#), [Ríos J](#), [Puig J](#), [Bayas JM](#), [Trilla A](#).

**BACKGROUND:** Published influenza vaccination coverage in health care workers (HCW) are calculated using two sources: self-report and vaccination records. The objective of this study was to determine whether self-report is a good proxy for recorded vaccination in HCW, as the degree of the relationship is not known, and whether vaccine behaviour influences self-reporting.

**METHODS:** A cross-sectional study was conducted using a self-administered survey during September 2010. Considering the vaccination record as the gold standard of vaccination, the properties of self-report as a proxy of the record (sensitivity, specificity, positive predictive value, negative predictive value) were calculated. Concordance between the vaccination campaigns studied (2007-2010) was made using the Kappa index, and **discordance was analyzed using McNemar's test**.

**RESULTS:** 248 HCW responded. The 95% confidence intervals of coverage according to self-report overlapped, except for 2007, and the Kappa index showed a substantial concordance between self-report and vaccination records. Differences between discordant cases were not due to chance and it was found that self-report was higher than that of vaccinated discordant cases.

**CONCLUSIONS:** In our study population, self-reported influenza vaccination coverage was a good proxy of the vaccination record. However, vaccination behaviour influences the self-reporting compared to the vaccination record. The sources of coverage should be used with caution.

Campaign	Record		Coverage (95% CI)	McNemar P
	Yes	No		
2007	Declare Yes	28 43	0.19	$p < 0.0001$
	No	9 118	(0.14–0.24)	
2008	Declare Yes	52 18	0.33	$p = 1$
	No	19 122	(0.27–0.40)	
2009s	Declare Yes	71 25	0.32	$p = 0.002$
	No	7 145	(0.25–0.37)	
2009A	Declare Yes	28 13	0.13	$p = 0.021$
	No	3 204	(0.09–0.17)	

## Interprétation du tableau dans l' étude

- On observe que: ils comparent les réponses au questionnaire des cadres médicaux s'ils ont été vaccinée (voir sur les lignes – declare yes/no) avec les informations du dossiers de vaccination (voir sur les colonnes – Record yes/no), avec le test Mc Nemar (dans le tableau et le resume); on a le tableau de contingence et le résultat du test Mc Nemar (P)
- Énoncez les hypothèses nulle et alternative, pour le test qui vérifie s'il y a une différence statistiquement significative entre les réponses des cadres médicaux s'ils ont été vaccinée et ceux qui est écrite dans les dossiers de vaccination dans 2007
- H0 (hypothèse nulle): il n'y a pas s'il y a une différence statistiquement significative entre les réponses des cadres médicaux s'ils ont été vaccinée et ceux qui est écrite dans les dossiers de vaccination dans 2007
- H1 (hypothèse alternative - test bilatéral): il y a une différence statistiquement significative entre les réponses des cadres médicaux s'ils ont été vaccinée et ceux qui est écrite dans les dossiers de vaccination dans 2007
- Écrivez le nom du test utilisé pour la comparaison: Le test Mc Nemar



## Interprétation du tableau dans l' étude

Ecrivez la valeur du P du test Chi deux (voir la colonne P)

- $P < 0.00001$
- **Interpréter du point de vue statistique le résultat du test statistique , et argumentez votre réponse**
- Il y a une différence statistiquement significative entre les réponses des cadres médicaux s'ils ont été vaccinée et ceux qui est écrite dans les dossiers de vaccination dans 2007
- parce que  $p = 0.00001$  est plus grand que le niveau de signification de 0.05 (on rejeté l'hypothèse nulle et on accepte l'hypothèse alternative)

# Exemples d'articles scientifiques avec tests statistiques (Khi-deux ou le test exact de Fisher)

[J Appl Oral Sci.](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-77572011000300006&script=sci_arttext) 2011 May-Jun;19(3):212-7. [Jaber MA.](#) [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-77572011000300006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-77572011000300006&script=sci_arttext)

## Dental caries experience, oral health status and treatment needs of dental patients with autism.

**OBJECTIVES:** Autism is a lifelong neurodevelopmental disorder. The aims of this study were to investigate whether children with autism have higher caries prevalence, higher periodontal problems, or more treatment needs than children of a control group of non-autistic patients, and to provide baseline data to enable comparison and future planning of dental services to autistic children.

**MATERIAL AND METHODS:** 61 patients with autism aged 6-16 years (45 males and 16 females) attending Dubai and Sharjah Autism Centers were selected for the study. The control group consisted of 61 non-autistic patients chosen from relatives or friends of autistic patients in an attempt to have matched age, sex and socioeconomic status. Each patient received a complete oral and periodontal examination, assessment of caries prevalence, and caries severity. Other conditions assessed were dental plaque, gingivitis, restorations and treatment needs. **Chi-square and Fisher's exact test** of significance were used to compare groups.

**RESULTS:** The autism group had a male-to-female ratio of 2.8:1. Compared to controls, children with autism had significantly higher decayed, missing or filled teeth than unaffected controls. The autism group had a significantly higher periodontal index (RI) and Met Need Index (MNI) for the autism group than controls. The autism group had a significantly higher percentage of children either having poor 59.0% (36/61) or fair 37.8% (23/61) oral hygiene than controls. The autism group had a significantly higher percentage of children either having poor 59.0% (36/61) or fair 37.8% (23/61) oral hygiene than controls. The autism group had a significantly higher percentage of children either having poor 59.0% (36/61) or fair 37.8% (23/61) oral hygiene than controls.

**CONCLUSIONS:** Children with autism exhibited higher dental treatment needs than non-autistic healthy control groups. This study highlights the particular importance for children and young people with autism to have access to dental services.

Table 4- Oral hygiene and gingival status of the 61 autistic patients and 61 healthy control subjects

Treatment needs	Autistic patients		Control		Total	
	No	%	No	%	No	%
Good oral hygiene	2	3.3*	36	59.0	38	31.1
Fair oral hygiene	23	38.0*	16	26.2	39	32.0
Poor oral hygiene	36	59.0*	9	14.8	45	37.0
Gingivitis	59	97.0	25	41.0	84	100
Generalized	46	78.0*	5	20.0	51	61.0
Localized	13	22.0*	20	80.0	33	39.0

\*p<0.05 as compared to the control group

# Tableau récapitulatif des tests utilisés

Tests statistiques pour deux échantillons <u>indépendants</u> , variables qualitatives dichotomiques						
Type variable	Nb sujets	Nature des données	Statistique comparée	Test utilise	Paramètre du test	Région du rejet
Qualitative dichotomique	<20% cellules du tableau théorique sont <5, , et toutes les cellules sont >= 1		fréquences	Test Khi deux v=(L-1)*(C-1) = 1 d.d.l.	$\chi^2 = \sum_{i=1}^{L \times C} \frac{(f_i^o - f_i^t)^2}{f_i^t}$	$\left[ \chi_{v\alpha}^2, +\infty \right)$
	<20% cellules du tableau théorique sont <5, et toutes les cellules sont >= 1		Fréquence	Test Khi deux avec correction Yates v=(L-1)*(C-1) d.d.l.	$\chi^2 = \sum_{i=1}^{L \times C} \frac{(f_i^o - f_i^t - 0,5)^2}{f_i^t}$	$\left[ \chi_{v\alpha}^2, +\infty \right)$
	>20% cellules du tableau théorique sont <5		fréquences	Test exact de Fisher	- (test non paramétrique)	- $\left[ \chi_{v\alpha}^2, +\infty \right)$
Tests statistiques pour deux échantillons <u>dépendants/appariées</u> , variables qualitatives dichotomiques						
Qualitative dichotomique	b+c>25		fréquences	Test de McNemar v=1 d.d.l.	$\chi_{1ddl}^2 = \frac{(b-c-0,5)^2}{b+c}$	

$p_1, p_2$  – fréquences;  $n_1, n_2$  – nombre des sujets; L et C – nombres des lignes et des colonnes dans le tableau de contingence,  $f^o$  – fréquence observée,  $f^t$  – fréquence théorique; d.d.l. – degrés de liberté;

# Tableau récapitulatif des tests utilisés

Tests statistiques pour plus des deux échantillons (groups) indépendants						
Type variable	Nb sujets	Nature des données	Statistique comparée	Test utilise	Paramètre du test	Région du rejet
Qualitative	<20% cellules du tableau théorique sont <5, et toutes les cellules sont ≥ 1		Fréquence	Test Khi-deux v=(L-1)*(C-1) d.d.l.	$\chi^2 = \sum_{i=1}^{L \times C} \frac{(f_i^o - f_i^t)^2}{f_i^t}$	$[\chi_{v\alpha}^2, +\infty)$
	<20% cellules du tableau théorique sont <5, et toutes les cellules sont ≥1		Fréquence	Test Khi-deux avec correction Yates v=(L-1)*(C-1) d.d.l.	$\chi^2 = \sum_{i=1}^{L \times C} \frac{(f_i^o - f_i^t - 0,5)^2}{f_i^t}$	$[\chi_{v\alpha}^2, +\infty)$
	>20% cellules du tableau théorique sont <5		Fréquence	Test exact de Fisher	-	-

L et C – nombres des lignes et des colonnes dans le tableau de contingence,  $f^o$  – fréquence observée,  $f^t$  – fréquence théorique; d.d.l. – degrés de liberté;

# Exemples des questions pour l'examen

**E1. \*** Une étude a été menée pour vérifier s'il y a un lien statistiquement significatif entre la pratique du cyclisme (oui/non) et les douleurs de genoux (avec/sans douleur). Le tableau de contingence théorique a dans 1 des cellules sur 4 des valeurs plus petites que 5.

- A. le test de Khi deux
- B. le test exact de Fisher
- C. le test t de Student pour des échantillons indépendants avec variances égales
- D. le test de Bonferonni
- E. le test de Bartlett

**R1: B**

# Exemples des questions pour l'examen

**E2. \*** Une étude a été menée pour vérifier s'il y a une relation statistiquement significative entre la consommation régulière du the café (oui/non) et l'apparition d'ostéoporose (présente/absente). Le tableau de contingence attendue a dans toutes les cellules des valeurs plus grandes que 5. Le meilleur test à utiliser est :

- A. le test de Khi deux
- B. le test exact de Fisher
- C. le test t de Student pour des échantillons dépendants
- D. d) le test Kruskal Wallis
- E. le test Fisher (F) pour les variances

**R2: A**

# Exemples des questions pour l'examen

**E3.** Une étude a été réalisée pour voir s'il y a une relation entre la consommation des fibres et le cancer de colon. La valeur critique du test est 3.84.

On a obtenu le tableau suivant des valeurs :

	cancer +	cancer -
fibres +	20	980
fibres -	10	990

Lesquelles des suivantes affirmations sont correctes ?

- A. le paramètre chi deux du test est 3.4
- B. le paramètre chi deux du test est 3.81
- C. le paramètre chi deux du test est 0.85
- D. les valeurs dans les cellules du tableau théorique sont : 15, 985, 15, 985
- E. les valeurs dans les cellules du tableau théorique sont : 20, 980, 10, 990

**R3: A, D**

# Exemples des questions pour l'examen

**E4. \*** Une étude a été menée pour vérifier s'il y a une relation statistiquement significative entre la consommation régulière du the café (oui/non) et l'apparition d'ostéoporose (présente/absente). L'étude a été réalisée sur deux échantillons une avec ostéoporose et l'autre sans ostéoporose. Pour chaque sujet avec ostéoporose les chercheurs ont identifié un sujet sans ostéoporose avec le même âge, sexe, et niveau d'effort. Le tableau de contingence attendue a la somme des cellules b + c des valeurs plus grandes que 25. Le meilleur test à utiliser est :

- A. le test de Khi deux
- B. le test exact de Fisher
- C. le test t de Student pour des échantillons dépendants
- D. le test de McNemar
- E. le test F (Fisher) pour les variances

**R4: D**



# Exemples des questions pour l'examen

**E5.** Une étude a été menée pour vérifier s'il y a un lien statistiquement significatif entre la pratique du cyclisme (oui/non) et les douleurs de genoux (avec/sans douleur).

- A. l'hypothèse nulle est : Il n'y a pas de différence statistiquement significative entre ceux qui pratique le cyclisme et ceux qui ne pratique pas le cyclisme du point de vue de la fréquence des douleurs de genoux
- B. l'hypothèse nulle est : Il n'y a pas de différence statistiquement significative entre ceux avec des douleurs de genoux et ceux sans douleur du point de vue de la fréquence de la pratique du cyclisme
- C. l'hypothèse nulle est : Il y a un lien statistiquement significatif entre la douleur de genoux et la pratique du cyclisme
- D. l'hypothèse nulle est : Il n'y a pas de lien statistiquement significatif entre la douleur de genoux et la pratique du cyclisme
- E. l'hypothèse alternative est : Il n'y a pas d'association statistiquement significative entre la douleur de genoux et la pratique du cyclisme

**R5: A, B, D**

# Exemples des questions pour l'examen

**E6.** Une étude a été réalisée pour voir s'il y a une relation entre la consommation des fibres et le cancer de colon. La valeur critique du test est 3,84. On a obtenu le tableau suivant des valeurs :

	cancer +	cancer -
fibres +	20	980
fibres -	10	990

**Lesquelles des suivantes affirmations sont correctes ?**

- A. la region du rejet du test est  $[3,84; + \infty)$
- B. la region du rejet du test est  $[-\infty; -3,84] \cup [3,84; + \infty)$
- C. la region du rejet du test est  $[-\infty; -1,96] \cup [1,96; + \infty)$
- D. les valeurs dans les cellules du tableau attendu sont : 20, 980, 10, 990
- E. les valeurs dans les cellules du tableau observee sont : 20, 980, 10, 990

**R6: A, E**

# Exemples des questions pour l'examen

**E7.** Une étude a été menée pour vérifier s'il y a une relation statistiquement significative entre la consommation régulière du the café (oui/non) et l'apparition d'ostéoporose (présente/absente). L'étude a été réalisée sur des jumeaux. Le tableau de contingence attendue a dans toutes les cellules des valeurs plus grandes que 5. :

- A. Le meilleur test à utiliser est le test Khi deux
- B. la region du rejet du test est  $[3,84; +\infty)$
- C. la region du rejet du test est  $[-\infty; -3,84] \cup [3,84; +\infty)$
- D. Le meilleur test à utiliser est le test de McNemar
- E. la region du rejet du test est  $[-\infty; -1,96] \cup [1,96; +\infty)$

**R7:B, D**

# Exemples des questions pour l'examen

**E8.** Une étude a été réalisée pour voir s'il y a une relation entre la consommation des fibres et le cancer de colon. La valeur critique du test est 3,84. On a obtenu la statistique du test  $\chi^2 = 2$ .

**Lesquelles des suivantes affirmations sont correctes ?**

- A. on rejette l'hypothèse nulle et on somme en faveur de l'hypothèse alternative
- B. on rejette l'hypothèse alternative et on accepte l'hypothèse nulle
- C. on ne rejette pas l'hypothèse nulle
- D. il n'y a pas d'association statistiquement significative entre la consommation des fibres et le cancer de colon
- E. on ne peut pas dire qu'il y a une association statistiquement significative entre la consommation des fibres et le cancer de colon

**R8: C, E**

# Exemples des questions pour l'examen

**E9.** Une étude a été menée pour vérifier s'il y a une relation statistiquement significative entre la consommation régulière du the café (oui/non) et l'apparition d'ostéoporose (présente/absente). L'étude a été réalisée sur des jumeaux.

La valeur critique du test est 3,84. On a obtenu la statistique du test  $\chi^2 = 5$ .

**Lesquelles des suivantes affirmations sont correctes ?**

- A. on rejette l'hypothèse nulle et on accepte l'hypothèse alternative
- B. on rejette l'hypothèse alternative et on accepte l'hypothèse nulle
- C. on ne rejette pas avec l'hypothèse nulle
- D. il y a une association statistiquement significative entre la consommation régulière du the café et l'apparition d'ostéoporose
- E. on ne peut pas dire qu'il y a un lien statistiquement significatif entre la consommation des fibres et le cancer de colon

**R9:A, D**

# Exemples des questions pour l'examen

**E10.** \* Une étude a été menée pour vérifier s'il y a une relation statistiquement significative entre la consommation des boissons acidulées (vrai/fausse) et la présence des caries (oui/non). Le tableau de contingence théorique a dans toutes les cellules des valeurs plus grandes que 5. Lequel des tests statistiques suivantes est bon à utiliser:

- A. le test de Fisher (pour les variances)
- B. le test Z pour comparer la fréquence sur un échantillon a une population
- C. le test ANOVA
- D. le test Chi deux
- E. le test Exact de Fisher

**R10: D**

# Exemples des questions pour l'examen

**E11.** Une étude a été réalisée pour voir s'il y a une relation statistiquement significative entre la consommation de vin et la coloration des obturations.

On a obtenu le tableau suivant des valeurs :

	Coloration dentaire +	Coloration dentaire -
Vin +	70	10
Vin -	90	30

Parmi les affirmations suivantes, indiquez lesquelles sont correctes :

- A. les valeurs dans les cellules du tableau théorique sont : 64, 16, 96, 24
- B. les valeurs dans les cellules du tableau observé sont : 70, 10, 90, 30
- C. le test utilisé est le test de Khi-deux
- D. le test utilisé est le test de Mann-Whitney
- E. le test utilisé est le test de Student-t pour groups indépendents

**R11. A, B, C**

## Exemples des questions pour l'examen

**E12.** Parmi 30 patients âgés présentant des implants dentaires 21 ont eu une perte précoce de l'implant. Parmi les 21 avec perte précoce de l'implant 15 sont des fumeurs. Sur 30 patients, 10 sont des non-fumeurs. Question de recherche: Les personnes qui fument sont plus susceptibles d'avoir une défaillance d'implant dentaire? Lesquelles des affirmations suivantes sont vraies?

- A. Le test approprié pour tester l'objectif de recherché sera le test exact de Fisher
- B. Hypothèse alternative du test : tabagisme et la défaillance de l'implant dentaire sont dépendants dans l'échantillon étudié
- C. Le test approprié pour tester l'objectif de recherché sera le test de Khi-deux
- D. Hypothèse nulle du test: tabagisme et la défaillance de l'implant dentaire sont indépendants dans la population des sujets âgés
- E. Hypothèse nulle du test: tabagisme et la défaillance de l'implant dentaire sont indépendants dans l'échantillon des sujets âgés.

**R12. A, D**



## Exemples des questions pour l'examen

**E13.** Parmi 30 patients âgés présentant des implants dentaires 21 ont eu une perte précoce de l'implant. Parmi les 21 avec perte précoce de l'implant 15 sont des fumeurs. Sur 30 patients, 10 sont des non-fumeurs. Question de recherche: Les personnes qui fument sont plus susceptibles d'avoir une défaillance d'implant dentaire? Lesquelles des affirmations suivantes sont vraies?

- A. Le test approprié pour tester l'objectif de recherché sera le test exact de Fisher
- B. Hypothèse alternative du test : tabagisme et la défaillance de l'implant dentaire sont dépendants dans l'échantillon étudié
- C. Le test approprié pour tester l'objectif de recherché sera le test de Khi-deux
- D. Hypothèse nulle du test: tabagisme et la défaillance de l'implant dentaire sont indépendants dans la population des sujets âgés
- E. Hypothèse nulle du test: tabagisme et la défaillance de l'implant dentaire sont indépendants dans l'échantillon des sujets âgés.

**R13. A, D**

“

Statistics may be defined as "a body of methods for making wise decisions in the face of uncertainty."

— *W. Allen Wallis*

”

**Merci de votre  
attention!**

