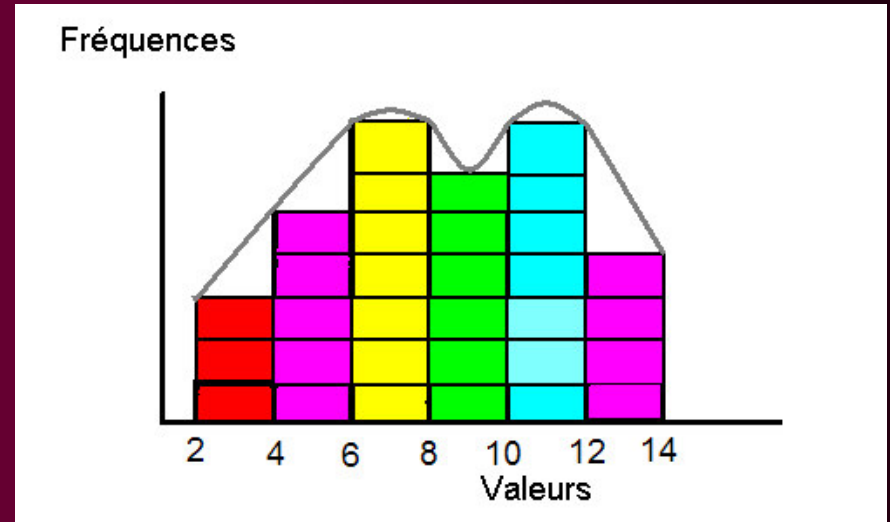
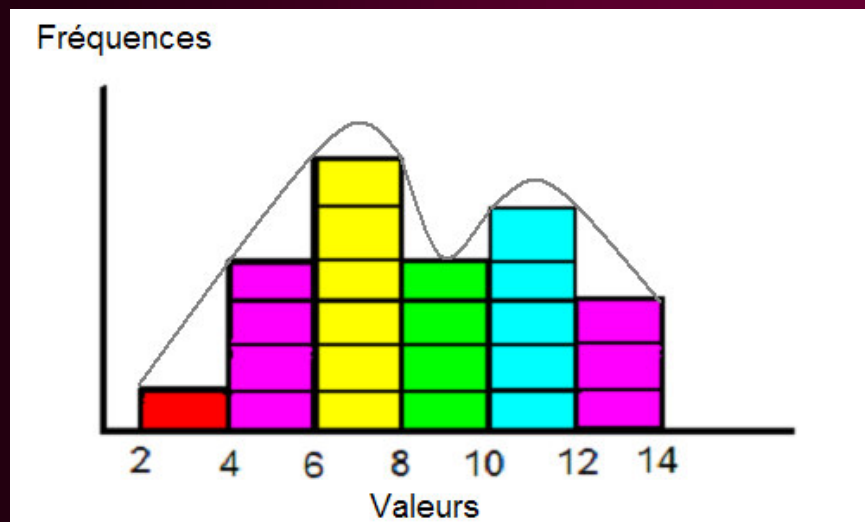


A large, stylized logo consisting of a yellow 'X' and a yellow '2' with a white outline. The 'X' is positioned to the left of the '2'. A faint, semi-transparent shadow of the 'X' and '2' is visible directly beneath the main logo, creating a 3D effect. The background is a solid dark purple color.

Le khi-2 ou khi-carré

# Teste la similitude de 2 ou plusieurs distributions



# Exemple d'application



Pour que la comparaison des traitements soit valide,  
il faut que les 3 échantillons soient semblables

Le  $X^2$  va permettre de comparer la distribution  
d'un caractère chez les différents échantillons

# Les étapes du test

1. Énoncer les hypothèses  $H_0$  et  $H_1$
2. Définir des classes et calculer les fréquences observées
3. Calculer les fréquences théoriques espérées
4. Calculer le  $X^2$
5. Comparer le  $X^2$  calculé avec le  $X^2$  de la table

# $H_0$ et $H_1$

$H_0$  : Il n'existe aucune différence entre les fréquences d'occurrence (ou pourcentage) observées chez les groupes étudiés.

# Définition de classes

Angle $\varphi$	Etude 1	Etude 2	Etude 3
$< 24^\circ$	50	40	35
$24 < \varphi < 28^\circ$	30	45	25
$> 28^\circ$	20	45	20

## Les fréquences espérées

$$f_e = \frac{(Total.ligne) \times (Total.colonne)}{Grand.Total}$$

## Le tableau de contingence

$\varphi$	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Totaux Lignes
$\varphi < 24^\circ$	$f_o = 50$ $f_e = 40.32$	40 $52.42$	35 $32.26$	125
$24^\circ < \varphi < 28^\circ$	30 $32.26$	45 $41.94$	25 $25.81$	100
$\varphi > 28^\circ$	20 $27.42$	45 $35.65$	20 $21.94$	85
Totaux Colonnes	100	130	80	Grand Total 310

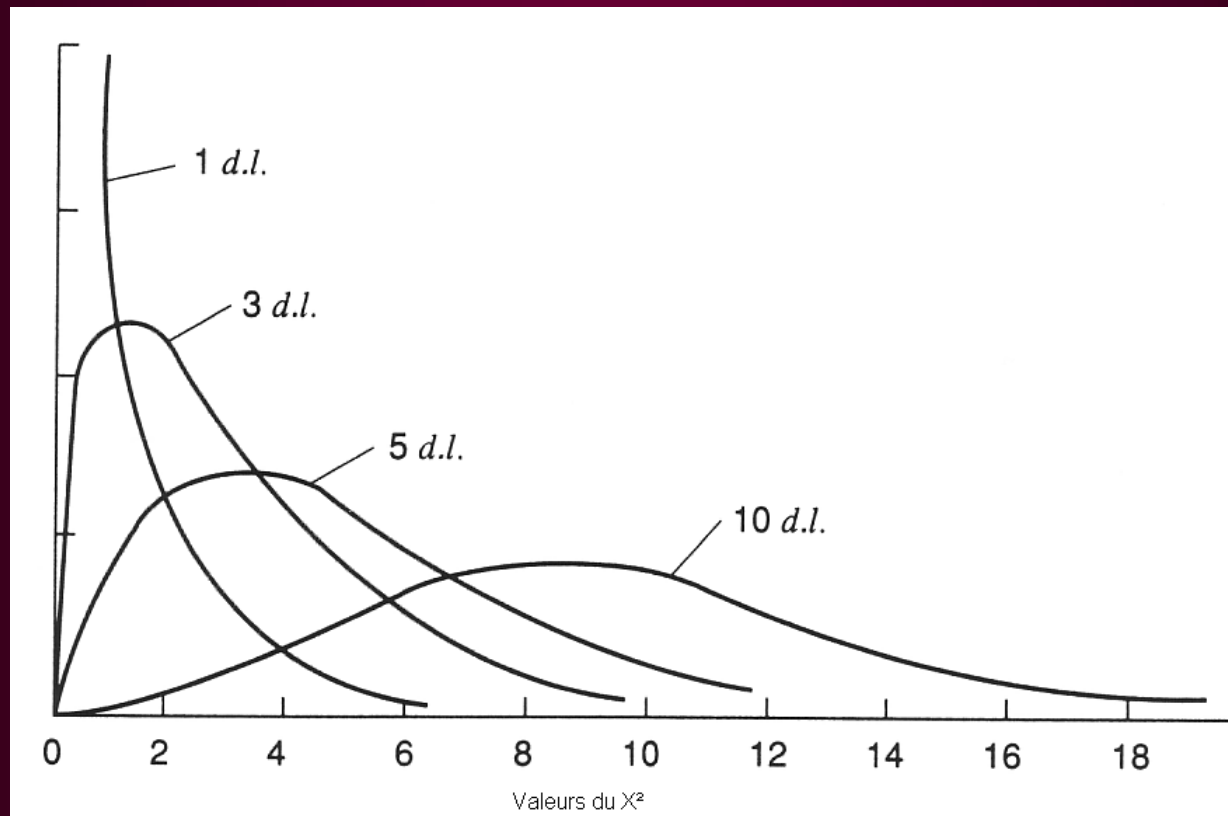


## Le $X^2$ calculé

$$X^2 = \sum \frac{(fo - fe)^2}{fe}$$

Ici le  $X^2$  calculé est de 10.539  
à comparer avec le  $X^2$  théorique

# Les $X^2$ théoriques



Distributions du  $X^2$  pour différents DDL

Moyenne = nombre de DDL

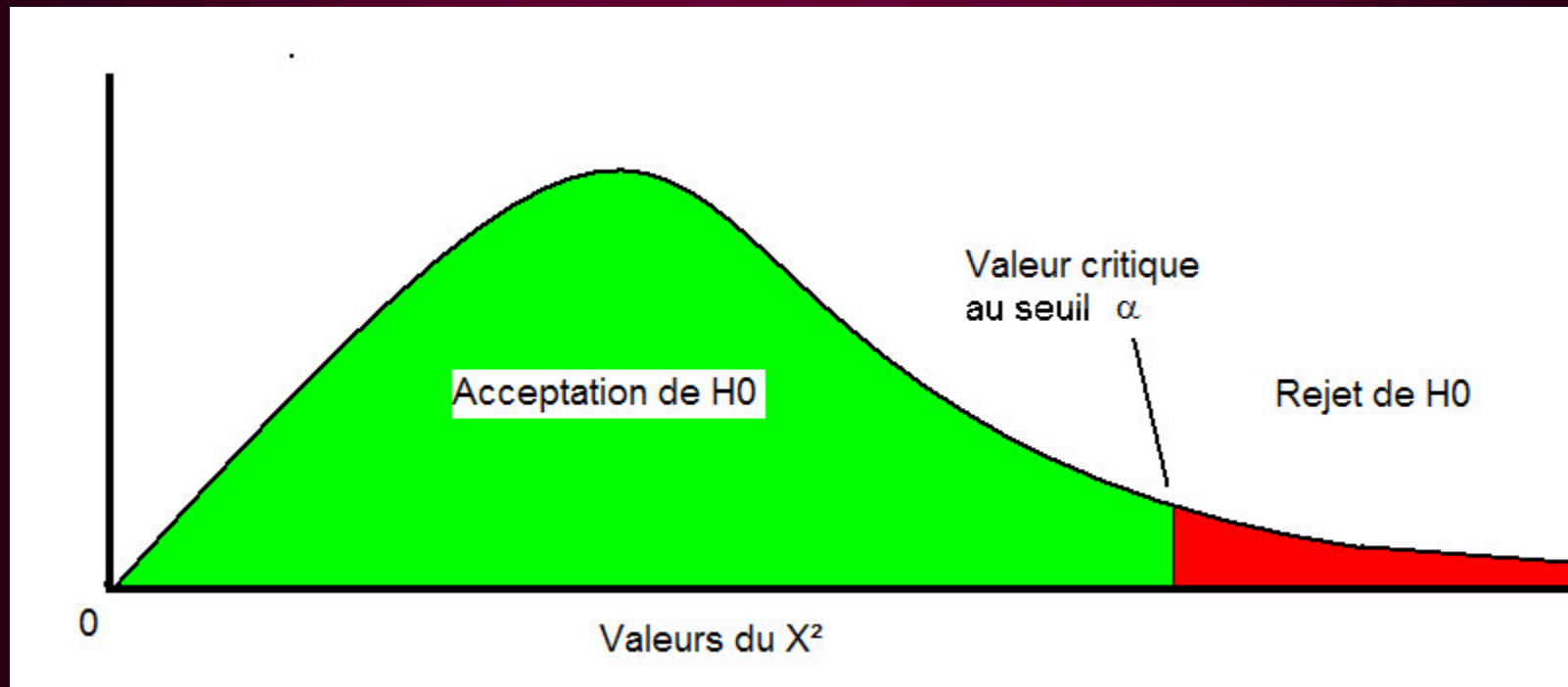
Mode = nombre de DDL - 2

# Les degrés de liberté

$$DDL = (\text{lignes} - 1) \cdot (\text{colonnes} - 1)$$

	(1)	(2)	(3)	Totaux lignes
(1)	a	b	#	L1
(2)	c	d	#	L2
(3)	#	#	#	L3
Totaux colonnes	C1	C2	C3	

# Régions d'acceptation et rejet



1. Accepter H0 si le  $X^2$  calculé  $<$  au  $X^2$  théorique
2. Rejeter H0 si le  $X^2$  calculé  $>$  au  $X^2$  théorique

# Table de $X^2$ et résultat

$10.539 > 9.488$   
donc  $H_0$   
est rejetée au  
seuil 0.005

DDL	Seuil de significativité		
	0,10	0,05	0,01
1	2,706	3,841	6,635
2	4,605	5,991	9,210
3	6,251	7,815	11,345
4	7,779	9,488	13,277
5	9,236	11,070	15,086
6	10,645	12,592	16,812
7	12,017	14,067	18,475
8	13,362	15,507	20,090
9	14,684	16,919	21,666
10	15,987	18,307	23,209
11	17,275	19,675	24,725
12	18,549	21,026	26,217
13	19,812	22,362	27,688
14	21,064	23,685	29,141
15	22,307	24,996	30,578
16	23,542	26,296	32,000
17	24,769	27,587	33,409
18	25,989	28,869	34,805
19	27,204	30,144	36,191
20	28,412	31,410	37,566
21	29,615	32,671	38,932
22	30,813	33,924	40,289
23	32,007	35,172	41,638
24	33,196	36,415	42,980
25	34,382	37,652	44,314
26	35,563	38,885	45,642
27	36,741	40,113	46,963
28	37,916	41,337	48,278
29	39,087	42,557	49,588
30	40,256	43,773	50,892

# L'ajustement analytique

Pour déterminer si un échantillon suit une distribution particulière.

# Exemple des attaches

Modèles	Nombre de décollements
A	50
B	65
C	45
D	70
E	70
TOTAL	300

# Les hypothèses

H0 : Le modèle n'influe pas sur le décollement. Avec pour chacun des 5 modèles une espérance de 60 décollements ( $300/5$ ), la distribution est dite uniforme.

H1 : Le modèle influe sur le décollement et donc la distribution n'est pas uniforme.



# Le calcul du $\chi^2$

Modèle	décollements (fo)	fe	fo-fe	(fo-fe) <sup>2</sup>	(fo-fe) <sup>2</sup> /fe
A	50	60	-10	100	1.667
B	65	60	5	25	0.417
C	45	60	-15	225	3.750
D	70	60	10	100	1.667
E	70	60	10	100	1.667
Sommes	300	300	0		$\chi^2=9.168$

# Comparaison des $X^2$

1. DDL = 4
2. Seuil  $\alpha = 0.05$
3.  $X^2$  théorique = 9.488

Comme  $9.168 > 9.488$  on accepte  $H_0$

# Tableau de contingence 2 x 2

Destinés à tester l'indépendance de 2 facteurs:

Plusieurs approches statistiques:

1. Par le calcul des probabilités
2. Par le Chi-deux

# Exemple des naissances

Poids à la naissance	Primipares	Multipares	Total
< 3kg	26	20	46
>=3kg	69	85	154
Total	95	105	200

# Les degrés de liberté

Calculé	Déduit	Fixé
Déduit	Déduit	Fixé
Fixé	Fixé	Fixé

Donc un seul degré de liberté

## Le calcul simplifié

Case	fo	fe	fo-fe	(fo-fe) <sup>2</sup> /fe
1 - 1	26	21.85	4.15	0.788
1 - 2	20	46-21.85= 24.15	4.15	0.713
2 - 1	69	95-21.85= 73.15	4.15	0.235
2 - 2	85	154-73.15= 80.85	4.15	0.213

$$\chi^2 = \sum \frac{(fo - fe)^2}{fe} = 1.949$$

# La significativité

Le  $X^2$  théorique pour 1 DDL au seuil 0.05 = 3.841

Comme  $1.949 < 3.841$

$H_0$  est accepté

# Introduction à l'interaction

Si  $H_0$  est rejetée, il n'y a pas d'indépendance des facteurs.

Alors toutes les analyses statistiques (corrélation, régression ...) doivent se faire par ligne ou par colonnes