```
#        Cours de Stat Mass 09: dés, et Test du Chi2 d'un dé
######################## simulation d'un dé  ##############################
n=900
u= runif(n);u
dé=1+floor(6*u);dé
bornes=0.5:6.5;bornes
hist(dé,breaks=bornes,freq=TRUE)
# décompte des Observées (effectifs empiriques)
O=numeric(6)
for (j in 1:6)
{O[j]=sum(dé==j)}
O;sum(O)
# avec mon échantillon je trouve  139 148 151 156 149 157

#################  un dé pipé à présent ################################
# simulation d'un dé pipé
pipage=0.04; # pipage<1/6
z=sapply(1+6*(pipage+u),floor);z  # on décale: moins sur 1, plus sur 6
dé.pipé=numeric(n) #on crée un vecteur pour ranger les effectifs des classes de l'échantillon
for (i in 1:n)
{dé.pipé[i]=min(z[i],6)}  # et on met sur 6 ce qui irait sur 7
dé.pipé
# autre pipage (en réserve):
# dé.pipé=floor(1+6*(pipage+u*(1-pipage)));dé.pipé # on affaiblit 1 et on réparti
# sur les autres
hist(dé.pipé,breaks=bornes,freq=TRUE)
# hist(dé.pipé,breaks=bornes,include.lowest = FALSE, right = FALSE,freq=FALSE)
O.pipé=numeric(6)  #on crée un vecteur pour ranger les valeurs du test
for (j in 1:6) # on va envisager les 6 valeurs possibles
{O.pipé[j]=sum(dé.pipé==j)}  # nombre de tirages de la valeur j:
O.pipé;sum(O.pipé) # affichage des valeurs obtenues: on retrouve l'histogramme
# avec mon échantillon je trouve 111 136 149 156 146 202

################################ test du chi2  ###################################
# Rappel, on avais trouvé les effectifs observés suivants
O;sum(O)

# le test du Chi2: calcul de
S=sum((O-n/6)^2/(n/6));S   # la statistique S; je trouve T=1.413333

# il y a 6 faces donc 5 degrés de liberté
# au seuil alpha, T doit être inférieur à qchisq(1-alpha,5)
alpha=0.10        # seuil 10%
qchisq(1-alpha,5) # je trouve q= 9.236357 (quantile 1-alpha d'un loi du chi2(5) )
alpha=0.01        # seuil 5%
qchisq(1-alpha,5) # je trouve q= 15.08627
# comme ma statistisque du chi2 donne T=6.72,et qu'elle est inférieur à la p-value
# au seuil alpha=10%, on ne rejette pas l'hypothèse H_0 que le dé n'est pas pipé.

# calcul de la statistique du dé pipé
# Rappel: on avait trouvé:
O.pipé;sum(O.pipé)
# Calcul de la statistique:
S.pipé=sum((O.pipé-n/6)^2/(n/6));S.pipé   # je trouve la statistique S=30.78667
# comme ma statistisque du chi2 donne T=29.82667,et qu'elle est supérieurs au
# quantile 1-alpha de chi2(5)
# au seuil alpha=1%, on rejette l'hypothèse H_0 que le dé n'est pas pipé.
#                   "au seuil alpha=1% le dé est pipé"

1-pchisq(S.pipé,5) # je trouve la proba de 1.595356e-05 d'obtenir une si grande
                   # valeur ou plus
```