

ANNEXES

➤ Algorithme développé par l'outil de calcul MATLAB .V.7.1 :

```

clc;
%-----
%Dimensionnement du système d'isolation à la base (LRB) selon IBC2000
%-----%-----
-----Les données:-----
% W=P(G+Q): la charge verticale en (KN)
%g:accélération de pesantaire en (m/s**2)
% Td: la période de conception de la structure isolée en (sec)
%betad: facteur d'amortissement
%Sd:coefficient de zone
%kcieff: coefficient d'amortissement effective en (%devisé sur 100)
%gamamax: la déformation angulaire maximale(%dévisé sur 100)
%fpy: la contrainte d'ecoulement en (KN/m**2)
%E: module d'élasticite en (KN/m**2)
%G: modulede cisaillement en (KN/m**2)
% k: facteur de modéficacion
%epsib: la déformation hrizontale à la rupture en (%devisé sur 100)
% Fy: la limite d'élasticite d'acier en (KN/m**2)
%Csup-Cinf:couverts haut et bas en (cm)
%-----
-----%1-Analyse:-----
%-----
W=1238.36;g=9.81;Td=3;Betad=1.2;Sd=0.4;Kcieff=0.1;%1%
gamamax=0.5;fpy=8820;%2%
E=4450;G=1060;k=0.57;epsib=5;%2-2-2%
Fy=274400;%2-2-10%
Csup=2.5;Cinf=2.5;%2-2-11%
%-----
%rgidité effctive :
Keff=(W/g)*(((2*pi)/Td)*((2*pi)/Td))
%Basé sur l'equation 14-79 du code IBC2000 ,Le déplacement DD est donné

```

```

%par:
DD=((g/(4*(pi*pi)))*Sd*Td)/Betad
if(DD<0.3)
  Qd=(pi/2)*Keff*Kcieff*DD
  %rgidité horizontale :
  Kdd=Keff-(Qd/DD)
  %-----
  %2-Dimensionnement :
  %-----
  %2-1 Dimensionnement du barreau :
  %section du barreau :
  Ap=Qd/fpy
  %Dimètre du barreau :
  dp=sqrt(4*Ap/pi)*100
  dp=round(dp)
  %2-2 Dimensionnement de la section de la couche de caoutchouc :
  %2-2-1 Hauteur total des couches :
  tr=DD/gamamax
  %-----
  %2-2-2 propriétés du coutchouc:(tableau 17.1EE handbook):
  %2-2-3 Choisir le facteur de forme S :
  s2=((400*G/E)-1)*(1/2)*(1/k)
  S=sqrt(s2)
  if(S<20)
    S=20
  else
    S=S
  end
  Ec=E*(1+(2*k*S*S))
  %-----
  %2-2-4 Section effective A0 de l'isolateur basée sur segmac sous
  % cas de chargement vertical :
  A0=(W/7840)
  %2-2-5 Section effective A1 de la condition de cisaillement :
  A1=(3*W*6*S)/(Ec*epsib)
  %2-2-6 Rigidité élastique Kr de l'isolateur :
  Kr=(Kdd/(1+12*(Ap/A0)))
  %2-2-7 Section effective Asf de couche individuelle basée sur
  % la condition de rupture(siail) :

```

```

Asf=((Kr*tr)/G)
dsf=sqrt(4*Asf/pi)*100
beta=(2/(cos(DD/dsf)))
Are=((dsf*dsf)*(beta-sin(beta)))/4
dsf=round(dsf)
beta=(2/(cos(DD/dsf)))
dsf=dsf/100;
%Section effective A2 :
A2=((dsf*dsf)*(beta-sin(beta)))/4
A=max(A0,A1);
A=max(A,A2)
%-----
%2-2-8 Dimensons des couches pour un isolateur circulaire:
%-----
d=2*dsf
A=(pi*d*d)/4
%2-2-9 Epaisseur de la couche (t) et nombre des couches(N) pour
%un isolateur circulaire :
t=(d*100)/(4*S)
t=round(t)
N=(tr*100)/t
N=round(N)
%2-2-10 Epaisseur de la plaque d'acier ts :
Fs=0.6*Fy
ts=(2*0.2*W)/(A*Fs)
ts=ts*1000;
ts=round(ts);
ts=ts/1000
%2-2-11 Hauteur total (h) de l'isolateur en admettant les couverts
% haut et bas=2.5cm :
h=(tr*100)+((N-1)*(ts*100))+(2*2.5)
h=round(h)
%-----
%2-3 Déformation de cisaillement et condition de stabilité:
%-----
%2-3-1 déformation de cisaillement :
gamascGQ=(6*S*W)/(Ec*A)
if(gamascGQ<=(epsib/3))
%2-3-2 condition de stabilite

```

```

        segmac=(W/A)
        if(segmac<=(G*S*d)/(2.5*tr/100))
            disp('ok')
        else%pour condition (segmac<=(G*S*d)/(2.5*tr/100))
            disp('ok1')
        end
    else%pour condition (gamascGQ<=(epsib/3))
        disp('ok2')
    end
else%pour condition (DD<0.3)
    disp('NOK3')
end

%-----

%-----Les Résultats-----

%Keff: rigidité effective en (KN/m)
%DD: Le déplacement en (m)
%Qd: force caractéristique minimale d'écoulement en (KN)
%Kdd: rigidité horizontale de post d'écoulement (KN/m)
%Ap: section du barreau en (m**2)
%dp: Diamètre du barreau en(cm)
%tr: Hauteur total des couches en (m)
%S: facteur de forme
%Ec: module de compression en (KN/m**2)
%A0: Section effective en (m**2)
%A1: Section effective A1 de la condition de cisaillement en (m**2)
%kr: Rigidité élastique de l'isolateur en (KN/m**2)
%Asf: Section effective Asf de couche individuelle (m**2)
%dsf: diamètre de la section Asf en (cm)
%A2: Section effective en (m**2)
%t: Epaisseur de la couche en (cm)
%N: nombre des couches
%Fs: contrainte du plaque d'acier
%ts: épaisseur de la plaque d'acier (m)
%h: Hauteur total de l'isolateur en (cm)

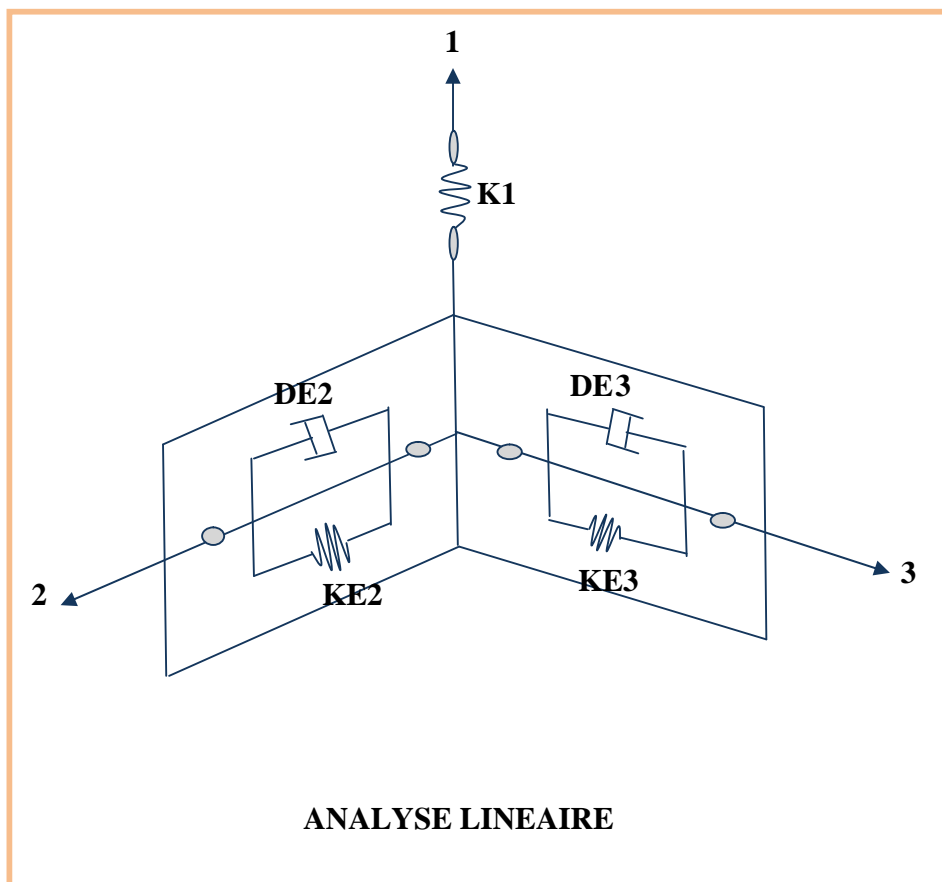
%----->Fin-----

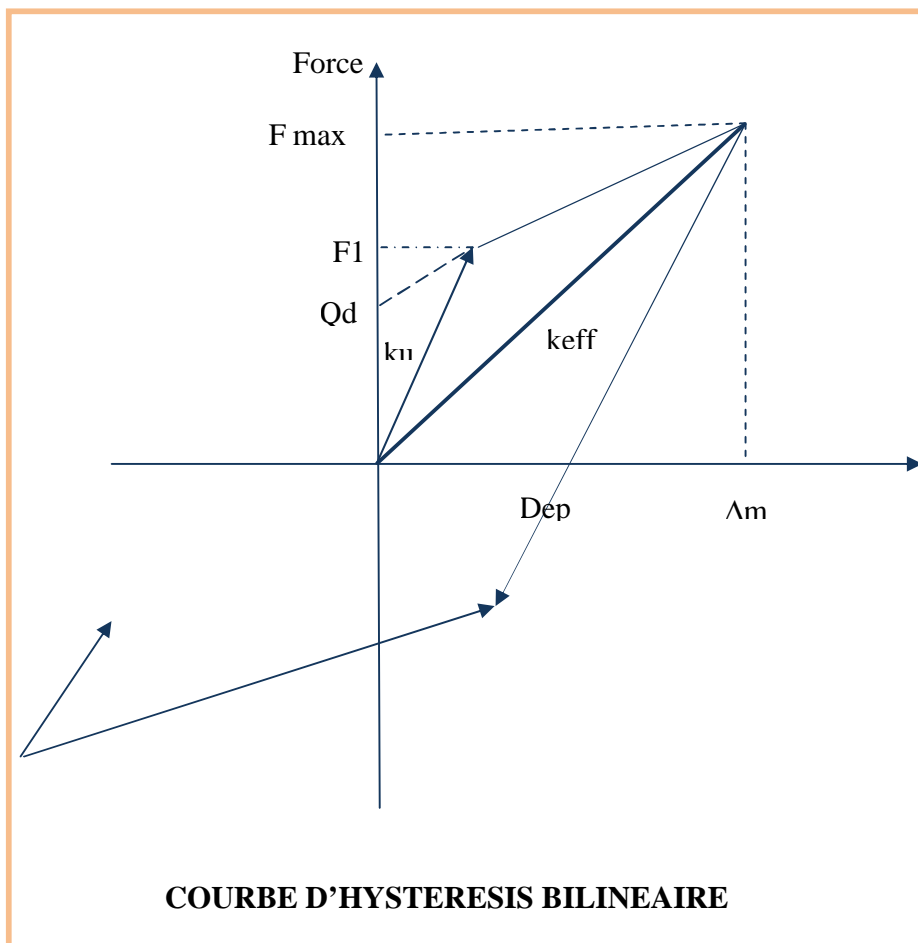
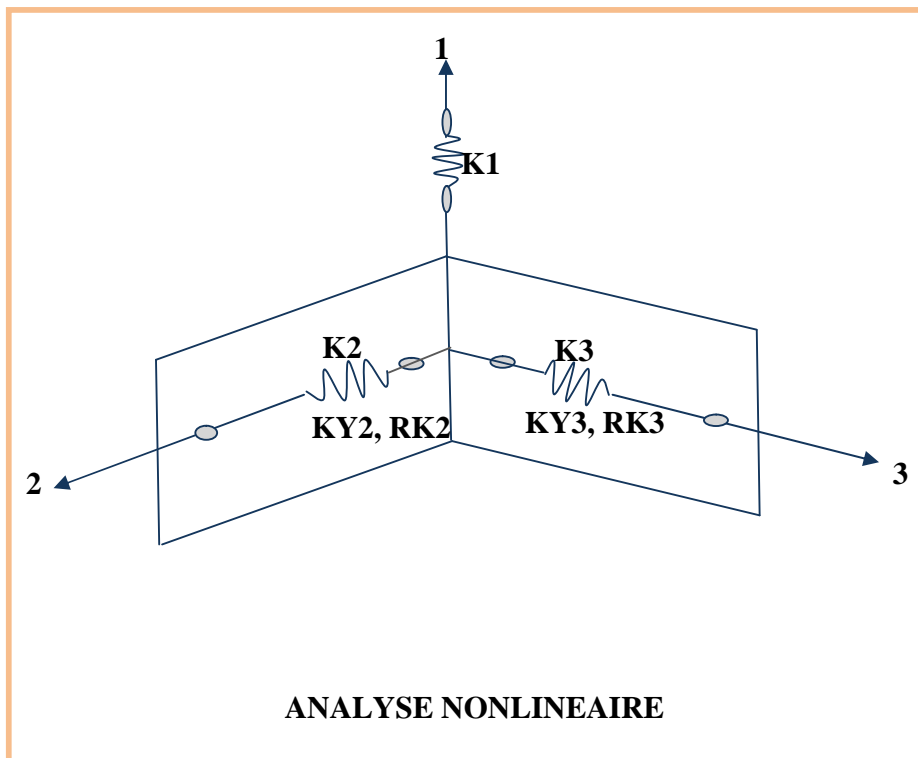
```

➤ **PARAMETRES DE L'ISOLATEUR DANS ETABS (Linéaire et non linéaire)**

$$k_1 = \frac{E_c A}{t_r} \quad ; \quad kE_2 = \frac{Q_d \left(1 - \frac{k_d}{k_u}\right)}{D_d} + k_u \frac{k_d}{k_u} \quad ; \quad kE_2 = kE_3 \quad ; \quad FY_2 = FY_3 = Q_d$$

$$RK_2 = \frac{K_d}{k_u} = \frac{K_d}{25k_r} \quad ; \quad RK_2 = RK_3 \quad ; \quad DE_2 = \frac{2Q_d (1 - RK_2) \left(D_d - \left(\frac{FY_2}{k_u} \right) \right)}{\pi kE_2 D_d^2}$$





➤ **Résultats d'analyse du Structure de 4 étages à base fixe :**

ETABS v9.0.0 File:STRU_ETAGE 4 Unit : KN-m

• MODAL PERIODS AND FREQUENCIES

MODE NUMBER	PERIOD (TIME)	FREQUENCY (CYCLES/TIME)	CIRCULAR FREQ (RADIAN/TIME)
Mode 1	0.73762	1.35570	8.51814
Mode 2	0.73018	1.36953	8.60501
Mode 3	0.51137	1.95552	12.28691
Mode 4	0.23933	4.17830	26.25304
Mode 5	0.23759	4.20898	26.44583
Mode 6	0.17564	5.69342	35.77281

• MODE SHAPES

STORY	DIAPHRAGM	MODE	UX	UY	UZ	RX
ETAGE03	D5	Mode 1	3.0405E-02	0.00000	0.00000	0.00000
ETAGE02	D4	Mode 1	2.5968E-02	0.00000	0.00000	0.00000
ETAGE01	D3	Mode 1	1.8154E-02	0.00000	0.00000	0.00000
RDC	D2	Mode 1	8.1378E-03	0.00000	0.00000	0.00000

➤ **Résultats d'analyse du Structure de 10 étages à base fixe :**

ETABS v9.0.0 File:STRU_ETAGE_E10 Unit : KN-m

MODAL PERIODS AND FREQUENCIES

MODE NUMBER	PERIOD (TIME)	FREQUENCY (CYCLES/TIME)	CIRCULAR FREQ (RADIAN/TIME)
Mode 1	1.82105	0.54913	3.45032
Mode 2	1.81223	0.55180	3.46709
Mode 3	1.20911	0.82705	5.19653
Mode 4	0.60033	1.66576	10.46626
Mode 5	0.59678	1.67566	10.52849
Mode 6	0.40427	2.47359	15.54201

•MODE SHAPES

STORY	DIAPHRAGM	MODE	UX	UY	UZ	RX
ETAGES_9	D10	Mode 1	2.0126E-02	0.00000	0.00000	0.00000
ETAGES_8	D9	Mode 1	1.9496E-02	0.00000	0.00000	0.00000
ETAGES_7	D8	Mode 1	1.8440E-02	0.00000	0.00000	0.00000
ETAGES_6	D7	Mode 1	1.6971E-02	0.00000	0.00000	0.00000
ETAGES_5	D6	Mode 1	1.5123E-02	0.00000	0.00000	0.00000
ETAGES_4	D5	Mode 1	1.2941E-02	0.00000	0.00000	0.00000
ETAGES_3	D4	Mode 1	1.0479E-02	0.00000	0.00000	0.00000
ETAGES_2	D3	Mode 1	7.7976E-03	0.00000	0.00000	0.00000
ETAGES_1	D2	Mode 1	4.9675E-03	0.00000	0.00000	0.00000
RDC	D1	Mode 1	2.1103E-03	0.00000	0.00000	0.00000

➤ Résultats d'analyse du Structure de 4 étages à base isolée (modèle linéaire) :

Le déplacement maximal est égal à 104.611 cm pour une durée (T=8.69sec) sous sollicitation sismique d'1 EL CENTRO (modèle linéaire)

DISPLACEMENTS AND DRIFTS AT POINT OBJECT 24

STORY	DISP-X	DISP-Y	DRIFT-X	DRIFT-Y
ETAGE03	-104.610994	0.000000	0.355360	0.000000
ETAGE02	-103.523591	0.000000	0.655215	0.000000
ETAGE01	-101.518632	0.000000	0.945592	0.000000
RDC	-98.625120	0.000000	1.059511	0.000000

➤ **Résultats d'analyse du Structure de 10 étages à base isolée (modèle linéaire) :**

Le déplacement maximal est égal à 164.762 cm pour une durée (T=9.54sec).de la structure de 10 étages sous sollicitation sismique d'l EL CENTRO

DISPLACEMENTS AND DRIFTS AT POINT OBJECT 12

STORY	DISP-X	DISP-Y	DRIFT-X	DRIFT-Y
ETAGES_9	-164.761615	0.000000	0.363314	0.000000
ETAGES_8	-163.649876	0.000000	0.584828	0.000000
ETAGES_7	-161.860302	0.000000	0.814841	0.000000
ETAGES_6	-159.366888	0.000000	1.044148	0.000000
ETAGES_5	-156.171796	0.000000	1.269539	0.000000
ETAGES_4	-152.287007	0.000000	1.487301	0.000000
ETAGES_3	-147.735867	0.000000	1.694313	0.000000
ETAGES_2	-142.551270	-0.000001	1.887305	0.000001
ETAGES_1	-136.776118	0.000001	2.046687	0.000000
RDC	-130.513256	0.000001	1.937616	0.000000

➤ **Résultats d'analyse du Structure de 10 étages à base isolée (modèle non linéaire) :**

Le déplacement maximal est égal à 115.407 cm pour une durée (T=8.71sec) sous sollicitation sismique d'l EL CENTRO

DISPLACEMENTS AND DRIFTS AT POINT OBJECT 24

STORY	DISP-X	DISP-Y	DRIFT-X	DRIFT-Y
ETAGE03	-115.407935	0.000000	0.330387	0.000000
ETAGE02	-114.396950	0.000000	0.627425	0.000000
ETAGE01	-112.477031	0.000000	0.883683	0.000000
RDC	-109.772962	0.000000	1.005628	0.000000

➤ **Résultats d'analyse du Structure de 10 étages à base isolée (modèle non linéaire) :**

Le déplacement maximal est égal à 152.059cm pour une durée (T=9.77sec) sous sollicitation sismique d'1 EL CENTRO

DISPLACEMENTS AND DRIFTS AT POINT OBJECT 19

STORY	DISP-X	DISP-Y	DRIFT-X	DRIFT-Y
ETAGES_9	-152.059437	0.000001	0.298228	0.000001
ETAGES_8	-151.146858	-0.000002	0.458172	0.000000
ETAGES_7	-149.744852	-0.000001	0.609371	0.000001
ETAGES_6	-147.880177	0.000001	0.778280	0.000000
ETAGES_5	-145.498642	0.000002	0.973385	0.000001
ETAGES_4	-142.520084	-0.000002	1.161908	0.000000
ETAGES_3	-138.964644	-0.000002	1.309796	0.000000
ETAGES_2	-134.956669	-0.000001	1.435351	0.000001
ETAGES_1	-130.564494	0.000002	1.594320	0.000001
RDC	-125.685875	-0.000002	1.615754	0.000001