

```

%%
clear
close all
clc

%% Chargement des paramètres de simulation du modèle non linéaire MNL
% Paramètres nominaux du véhicule
Mt      = 1759;      % kg, masse totale du véhicule
Mf      = 1319;      % kg, masse de la partie avant du véhicule
Mr      = 440;       % kg, masse de la partie arrière du véhicule
Iz      = 2638.5;    % kg.m², moment d'inertie de l'axe vertical
Lf      = 0.71;      % m, longueur de l'empattement avant
Lr      = 2.13;      % m, longueur de l'empattement arrière
L       = Lf + Lr;
cyf      = 94446;    % N/rad, coefficient de rigidité de dérive des pneumatiques avant
cyr      = 48699;    % N/rad, coefficient de rigidité de dérive des pneumatiques arrière
lambda   = 16;       % facteur de démultiplication entre les angles volant et roues
Vx       = 90/3.6;   % m/s
Vx0      = Vx;
Dx       = 200;      % m
Amp       = 2.25;    % Amplitude du signal sinus d'entrée
T        = Dx/Vx;    % période du signal sinus (angle volant), calculé par  $T = Dx/Vx$  ✓
avec Dx = 200 m et Vx = 90 km/h

g = 9.81;           % m/s²

% Coefficients des efforts pneumatiques du modèle de Pacejka
a0      = 1.998;
a1      = -33.85;
a2      = 1198;
a3      = 2258;
a4      = 10.74;
a5      = 0.01399;
a6      = -0.1693;
a7      = 1;
a8      = -0.03009;
a9      = -0.009786;
a10     = -0.1149;
a11     = -10.85;
a112    = 3.225;
a12     = 3.225;
a13     = 34.78;

%%
%date finale de simulation
tspan = [0 10];

y0 = [0 0 0 0];    %condition initiale

% Vitesse de lacet y1 et position latérale y2
[t,y] = ode45(@(t,y) Model_MNL(t, y), tspan, y0);

%% accélération linéaire latérale gammat

```

```

%commande u
u = zeros(length(t),1);
for i=1:length(t)
    if ((t(i) >= 0.2) && (t(i) <= 8.2))
        u(i) = Amp*sin(2*pi*(t(i)-0.2)/T);
        u(i) = (1/lambda)*u(i);
    end
end
%accélération gamma_t
gamma_t = 2*cyf/Mt*deg2rad(u) -2*(cyf+cyr)/(Mt*Vx0)*y(:,3) + (2*(-cyf*Lf+cyr*Lr)/
(Mt*Vx0))*y(:,2);

%Plot the results
figure (Name='Résultats de simulation du modèle non linéaire')

figure(1)
plot(t, y(:,4), 'r')
xlabel('t(s)')
ylabel('Y_g (m)')
title('position latérale modèle non linéaire')
grid on

figure(2)
plot(t, y(:,3), 'b')
xlabel('t(s)')
ylabel('V_y (m/s)')
title('vitesse latérale modèle non linéaire')
grid on

figure(3)
plot(t, y(:,2))
xlabel('t(s)')
ylabel('Psi_dot (rad/s)')
title('vitesse de lacet modèle non linéaire')
grid on

figure(Name='accélération latérale du modèle non linéaire')
plot(t, gamma_t, 'c')
xlabel('t(s)')
ylabel('Gamma_t (m/s²)')
title('accélération latérale modèle non linéaire')
grid on

%% Définition du modèle
function dydt = Model_MNL(t, y)
    % Paramètres nominaux du véhicule
    Mt      = 1759;      % kg, masse totale du véhicule
    Mf      = 1319;      % kg, masse de la partie avant du véhicule
    Mr      = 440;       % kg, masse de la partie arrière du véhicule
    Iz      = 2638.5;    % kg.m², moment d'inertie de l'axe vertical
    Lf      = 0.71;      % m, longueur de l'empattement avant
    Lr      = 2.13;      % m, longueur de l'empattement arrière

```

```

L      = Lf + Lr;
cyf    = 94446;      % N/rad, coefficient de rigidité de dérive des pneumatiques ✓
avant
cyr    = 48699;      % N/rad, coefficient de rigidité de dérive des pneumatiques ✓
arrière
lambda = 16;         % facteur de démultiplication entre les angles volant et roues
Vx     = 90/3.6;      % m/s
Vx0    = Vx;
Dx     = 200;         % m
Amp     = 2.25;       % Amplitude du signal sinus d'entrée
T       = Dx/Vx;      % période du signal sinus (angle volant), calculé par  $T = Dx/Vx$  ✓
avec Dx = 200 m et Vx = 90 km/h

g = 9.81;             % m/s²

% Coefficients des efforts pneumatiques du modèle de Pacejka
a0      = 1.998;
a1      = -33.85;
a2      = 1198;
a3      = 2258;
a4      = 10.74;
a5      = 0.01399;
a6      = -0.1693;
a7      = 1;
a8      = -0.03009;
a9      = -0.009786;
a10     = -0.1149;
a11     = -10.85;
a112    = 3.225;
a12     = 3.225;
a13     = 34.78;

if (t >= 0.2) && (t <= 8.2)
    u = Amp * sin(2*pi*(t-0.2)/T);
    u = (1/lambda) * u;
else
    u = 0;
end

dydt = [0; 0; 0; 0];

% y(1) = psi          % angle de lacet
% y(2) = psidot       % vitesse d'angle de lacet
% y(3) = Vy           % vitesse latérale
% y(4) = yG           % position d'angle de lacet

dydt(1) = y(2);

% dydt(2) = C_sys/Iz;
dydt(2) = (2*Lf*cyf/Iz) * deg2rad(u) + 2*(-Lf*cyf+Lr*cyr)/(Vx0*Iz) * y(3) - 2* ✓
(Lf*Lf*cyf+Lr*Lr*cyr)/(Vx0*Iz) * y(2);

% dydt(3) = 1/Mt*F_sys-Vx0*y(2);
dydt(3) = 2*cyf/Mt * deg2rad(u) - 2*(cyf+cyr)/(Mt*Vx0) * y(3) + (2*(- ✓
cyf*Lf+cyr*Lr)/(Mt*Vx0)-Vx0) * y(2);

```

```
dydt(4) = Vx0 * sin(y(1)) + y(3) * cos(y(1));

dp11 = u - atan((y(3) + Lf*y(2)) / (Vx - Lf*y(2)));
dp12 = u - atan((y(3) + Lf*y(2)) / (Vx + Lf*y(2)));
dp21 = -atan((y(3) - Lr*y(2)) / (Vx - Lf*y(2)));
dp22 = -atan((y(3) - Lr*y(2)) / (Vx - Lf*y(2)));

By11 = 0;
Dy11 = 0;
Cy11 = 0;
Dy11 = 0;
Ey11 = 0;

Fz = Mt * g;
D = a1*Fz*Fz + a2*Fz;
C = a0;
BCD = a3*sin(2*atan(Fz/a4))*(1 - a5*abs(y(1)));
By = BCD / C / D;
E = min((a6*Fz + a7), 1);
Sh = a8*y(1) + a9*Fz + a10;
Sv = a12*Fz + a13 + (a112*Fz^2 + a111*Fz) * y(1);
end
```