

---

```

clear
% Équation différentielle:  $d^2 u/dx^2=g(x)$  sur  $x=(a,b)$ 
% Conditions aux limites générales:
%  $x=a$ :  $c1*du/dx+c2*u+c3=0$ 
%  $x=b$ :  $d1*du/dx+d2*u+d3=0$ 

% Équation de transfert de chaleur  $d^2 T/dx^2=-S(x)/k$  sur  $x=(0,L)$ 
% dans un mur d'isolation thermique
L=0.3; %m ; Épaisseur du mur

k=1;h=30; %Mini quiz 4, 2016
%  $k=1$ ; %W/(m*K); La conductivité thermique de la brique
%  $h=1$ ; %W/(m^2*K); Coefficient de transfert thermique pour l'interface
% plane entre l'air et solide.
ksi = 0.65;
rho = 3000;
dL=0.20;

q=2000;% W/m^3;
Cv = 1000;

% Condition convective (de Robin) à  $x=0$  (face externe du mur):  $-k*dT/dx=h(Ta-T)$ 
Ta=-10; %oC
c1=-k; c2=h; c3=-h*Ta;
% Condition de Robin
Ti=20;
d1=-k; d2=-h; d3=h*Ti;

%(N+1) nœuds dans la maille
% Nmax=10000 pour 1G de mémoire

Nar1=[100]; %dx=3mm
%Nar1=[2:10 20:10:100];% 200:100:2000 3000:1000:5000]; % Matrice
% pleine
%Nar1=[2:10 20:10:100 200:100:2000 3000:1000:4000 5000:5000:100000];
%Matrice creuse

Nar(1:2:2*length(Nar1)-1)=Nar1;
Nar(2:2:2*length(Nar1))=2*Nar1;

ci=0;Tmax=[];figure(1);time=[];
for N=Nar
    display(N)
    ci=ci+1;
    dx=L/N; %Pas de discrétisationà
    if N ==100
        dxReal = dx;
    end

```

---

---

```

x=(0:dx:L)';

% Source volumique de chaleur q[W/m^3] d'épaisseur dL
% La source est intégrée dans la partie intérieure du mur
S=q.*heaviside(x-(L-dL));

if (0)
    % matrice pleine
    A=diag(-2*ones(1,N+1),0)+diag(ones(1,N),-1)+diag(ones(1,N),1);
else
    % matrice creuse
    i=[(1:N+1) (1:N) (2:N+1)];
    j=[(1:N+1) (2:N+1) (1:N)];
    s=[-2*ones(1,N+1) ones(1,N) ones(1,N)];
    A=sparse(i,j,s,N+1,N+1);
end
A(1,1)=2*c2*dx-3*c1;A(1,2)=4*c1;A(1,3)=-c1;
A(N+1,N+1)=3*d1+2*d2*dx;A(N+1,N)=-4*d1;A(N+1,N-1)=d1;
b=-S/k*dx^2; b(1)=-2*c3*dx; b(N+1)=-2*d3*dx;

if N ==100
    AReal = A;
end

tic
u=A\b;
time=[time toc];

plot(x,u); if (ci==1) hold; end
Tmax=[Tmax max(u)];
end

axis([x(1) x(end) Ta 30])
xlabel('x [m]')
ylabel('T_{eq}(x) [^oC]')
title('Distribution de Température d''équilibre')
hold

Err=abs(Tmax(1:2:end)-Tmax(2:2:end));

figure(2)
loglog(L./Nar1,Err,'o')
xlabel('dx')
ylabel('Err(dx)=|Tmax(dx)-Tmax(dx/2)|')
title('Erreur sur la température max de l''équilibre')

figure(3)
loglog(Nar,time,'o')
xlabel('N')
ylabel('temps [s]')
title('Temps de calcul en fonction du pas')

Tmax_eq=Tmax(end-1);

```

---

---

$N =$

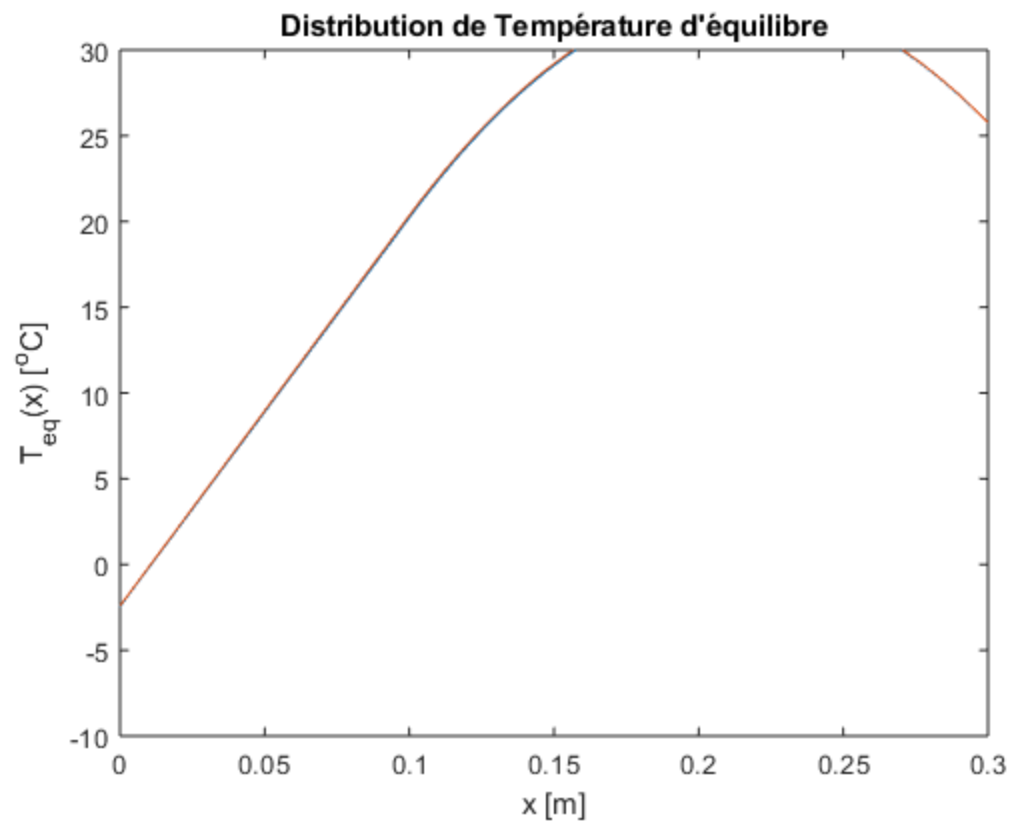
100

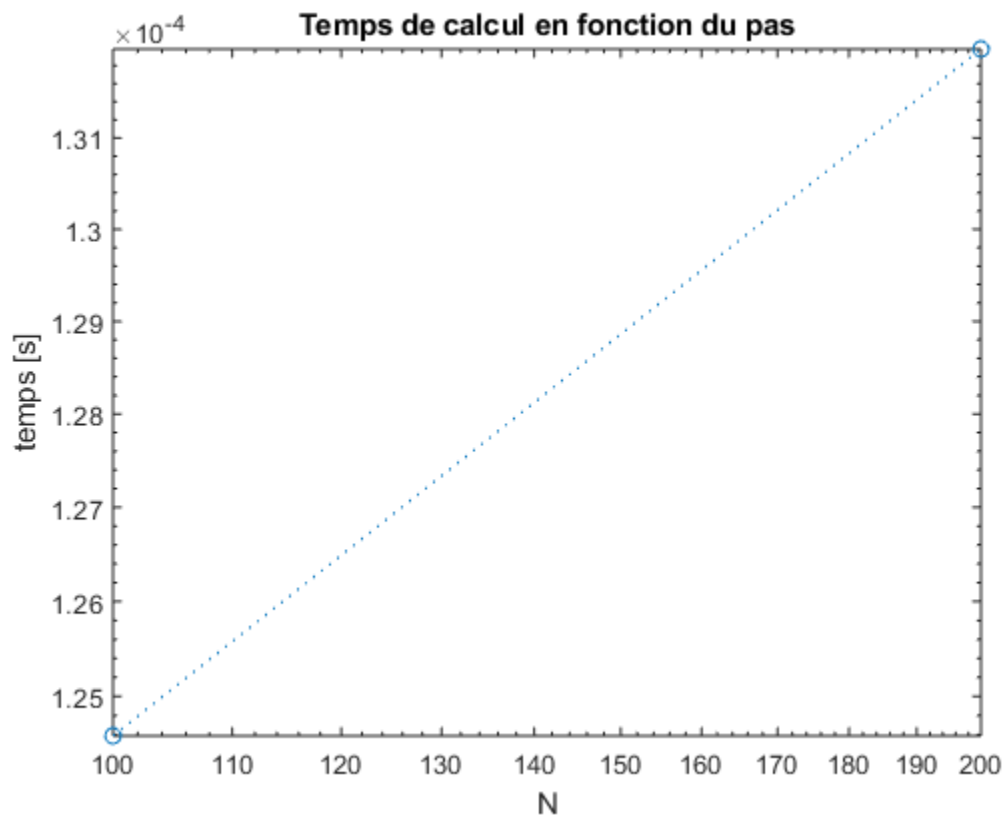
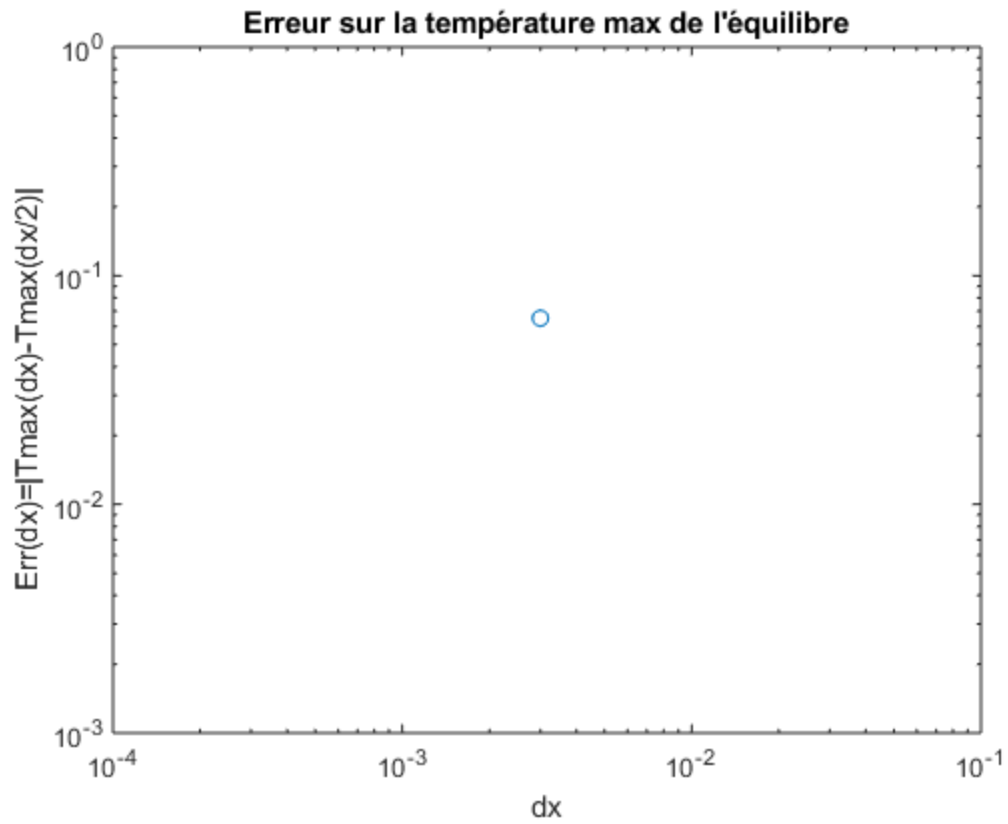
*Current plot held*

$N =$

200

*Current plot released*





---

# Méthode dépendante du temps

```
clc
% Initialisation des paramètres
A = AReal;
dx = dxReal;
N = 100;
alpha = Cv*rho/k;
dt = 1* (alpha*dx^2);
x=(0:dx:L)';
S=q.*heaviside(x-(L-dL));
b= -S/k; b(1)=-2*c3/dx; b(N+1)=-2*d3/dx;
t_final = 10e6;

type getUp1.m

P = t_final/dt;

M = diag(ones(1,N+1));
M(1,1) = 0;
M(end,end) = 0;
M = sparse(M);

%Calcul de la matrice U
U = ones(N+1);
U(:,1) = Ta*ones(N+1,1);

for i = 1:P
    U(:,i+1) = getUp1(U(:,i),b,A,M,ksi,dx,dt,alpha);
end

TmaxTau = max(U(:,1)) + 0.99*(Tmax_eq - max(U(:,1)));

MaxU=max(U);

i=1;
while MaxU(i) <= TmaxTau
    i=i+1;
end
Result=i-1; %(i-1) car on a fait i+1 lorsqu'on avait MaxU(i)=TmaxTau

Tau = Result*dt; %(s)

fprintf('La valeur du pas d'espace est %.3e m \n',dx)
fprintf('La valeur du pas de temps est %.3e s \n',dt)
fprintf('La température d'équilibre est %.3e C \n',Tmax_eq)
fprintf('Erreur sur la température d'équilibre est %.3e C \n',Err)
fprintf('La valeur de temps d'équilibrage est %.3e s \n',Tau)
```

---

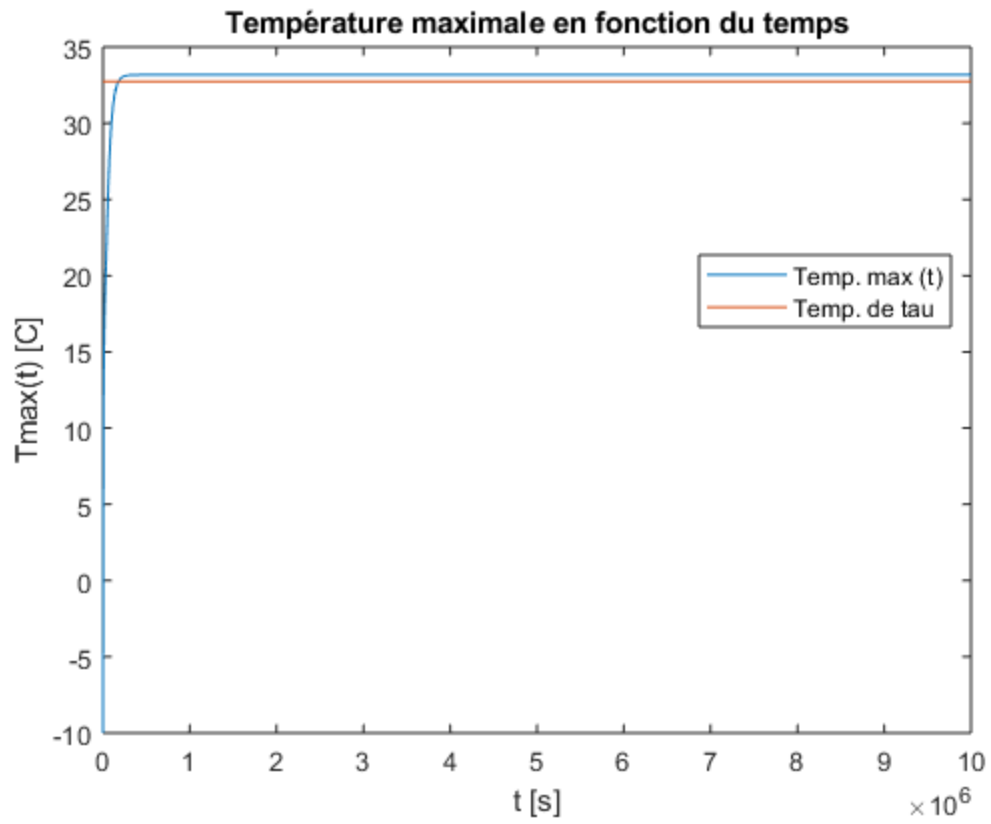
```
figure(4)
timeVec = 0:dt:t_final;
plot(timeVec,MaxU)
hold
plot(timeVec,TmaxTau*ones(1,length(timeVec)))
hold
xlabel('t [s]')
ylabel('Tmax(t) [C]')
title('Température maximale en fonction du temps')
legend('Temp. max (t)', 'Temp. de tau', 'location', 'best')

function U = getUp1(Up,b,A,M,ksi,dx,dt,alpha)

U1 = (M - ksi.*dt./(alpha*dx^2)).*A);
U2 = (M+ ((1-ksi).*dt./(alpha*dx^2)).*A)*Up ;
U3 = (dt/alpha).*(b) ;

U = U1\ (U2-U3);

end
La valeur du pas d'espace est 3.000e-03 m
La valeur du pas de temps est 2.700e+01 s
La température d'équilibre est 3.317e+01 C
Erreur sur la température d'équilibre est 6.514e-02 C
La valeur de temps d'équilibrage est 1.792e+05 s
Current plot held
Current plot released
```



*Published with MATLAB® R2017b*