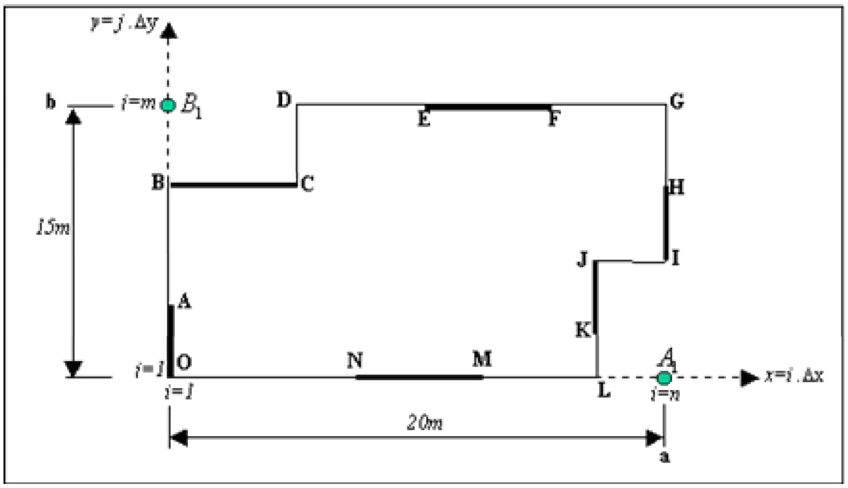
	Année 2005-2006	
	Méthodes numériques et Logiciels scientifiques	
Université Libanaise	Dr. Rafic Younès	**Faculté de Génie**

(UTILISATION DU PDETOOL)

TP1 : Répartition de la température en régime permanent dans une salle de sport

On veut étudier la répartition de la température dans une salle de sport chauffée par plusieurs radiateurs disposés sur quelques cotés des murs. La forme géométrie de cette salle est donnée par la figure ci-dessous :



On donne les distances suivantes :

- longueurs des radiateurs : ***OA = HI = JK = 4m***; ***BC = EF = MN = 7m***;
- les autres distances de la salle : ***CD = LM = 4m ;*** ***FG = 3m ;*** ***GH = 6m ;*** ***IJ = 5m ;***

Pendant l'hiver, la température des murs, à l'exception des places où il y a des radiateurs, est constante et égale à **5°C** ; c'est à dire :

$$\begin{cases} T(0 \le x < ON, OM < x \le OL; y = 0) = 5 \ ^\circ C \\ T(OL < x < a; y = JL) = 5 \ ^\circ C \\ T(B_1D < x < B_1E, B_1F < x \le a; y = b) = 5 \ ^\circ C \end{cases}$$

Les 6 radiateurs dégagent des quantités de chaleur constantes à la température de *45°C* :

T(ON < x < OM ; y = 0) = 45°C ***T(x = 0 ; 0 < y < OA) = 45°C***

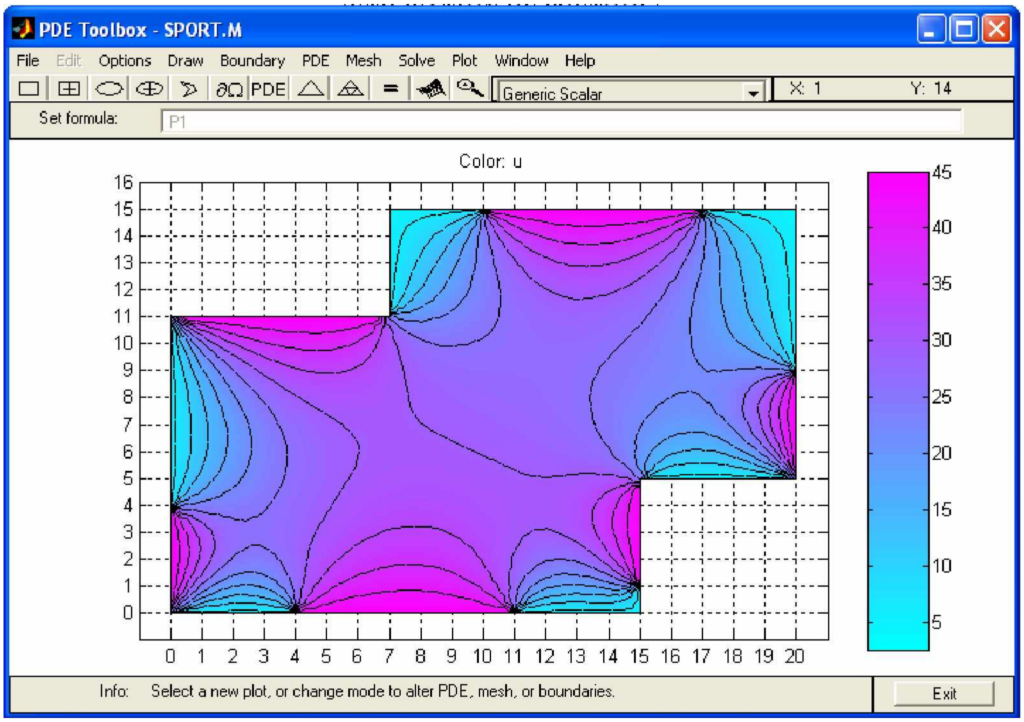
T(0 < x < BC ; y = OB) = 45ºC ***T(B_1E < x < B_1F ; y = b) = 45ºC***

T(x = OL; LK < y LJ) = 45ºC ***T(x = a ; A_1I < y < A_1H) = 45***°C

Pour déterminer la répartition de la température en régime permanent dans la salle, on peut utiliser l'équation de conduction de la chaleur suivante :

$$\frac{\partial^2 T(x,y)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T(x,y)}{\partial y^2} = 0$$

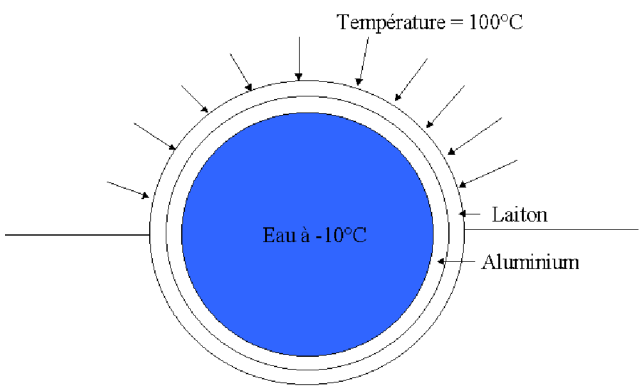
Tracer l'évolution des lignes isothermes dans la salle.



TP2 : tuyau 2D

On considère un tuyau, union de 2 parties concentriques constituées de deux matériaux différents: du laiton à l'extérieur (lambda = 120 W/mºK), de l'aluminium à l'intérieur (lambda = 238W/mºK).

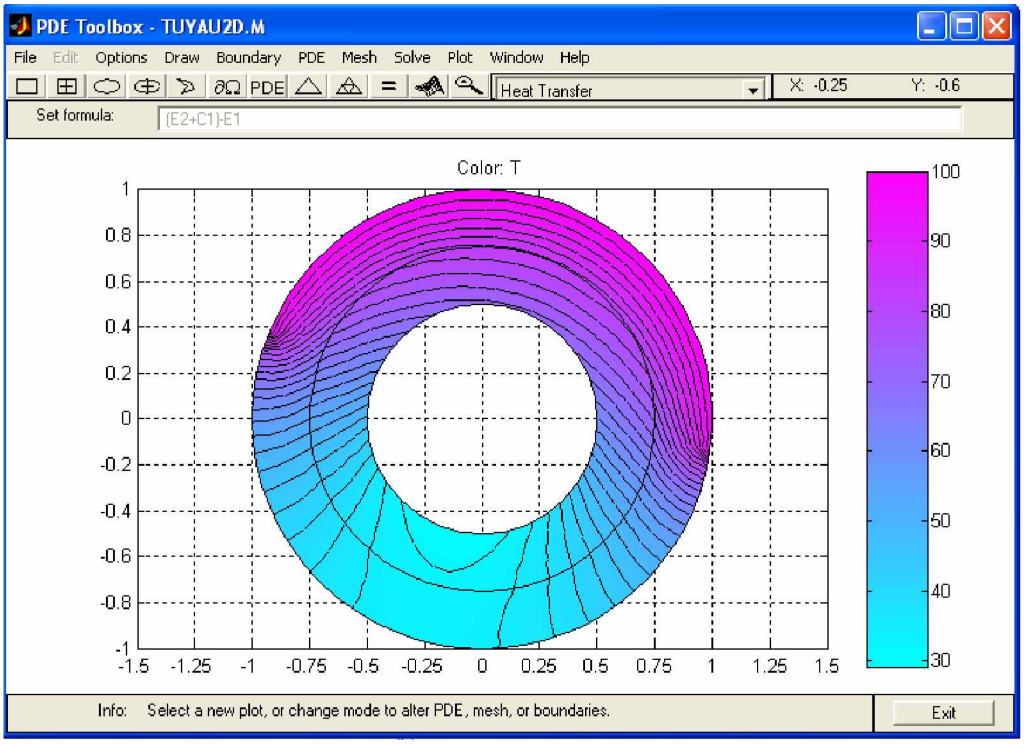
On considère qu'un fluide (eau) de température constante -10°C coule à l'intérieur du tuyau, on a alors une condition de Fourier-Robin sur le cercle intérieur. Le coefficient de convection est de l'ordre de 150 W/ m^2 ºK. Le demi cercle extérieur bas est une paroi sans échange thermique, il s'agit donc d'une condition de type Neumann. Le demi cercle extérieur haut est soumis à la température de 100°C, il s'agit donc d'une condition de type Dirichlet. Le système n'est soumis à aucune force extérieure.



Pour déterminer la répartition de la température en régime permanent, on peut utiliser l'équation de conduction de la chaleur suivante :

$$\frac{\partial^2 \boldsymbol{T}(\boldsymbol{x},\boldsymbol{y})}{\partial \boldsymbol{x}^2} + \frac{\partial^2 \boldsymbol{T}(\boldsymbol{x},\boldsymbol{y})}{\partial \boldsymbol{y}^2} = \mathbf{0}$$

Tracer l'évolution des lignes isothermes dans les tuyaux.



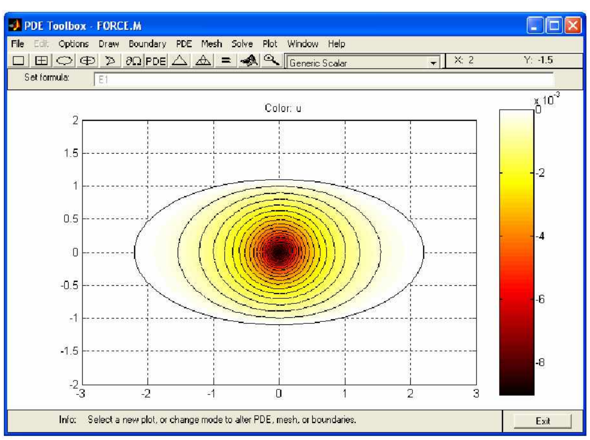
TP3 : Membrane en déflexion sous l'effet d'une force verticale :

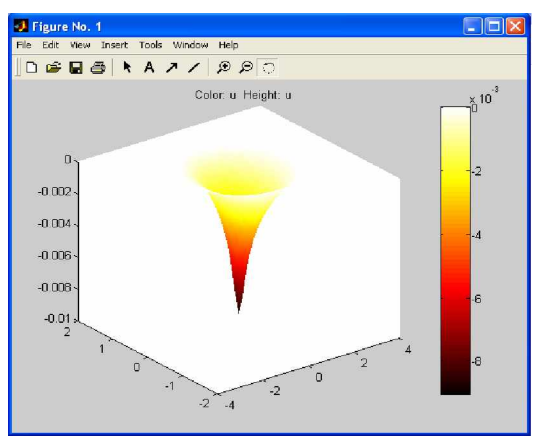
Une membrane élastique Ω est collée sur un support plan Γ. Une force de pression verticale est appliquée sur la membrane; Cette force peut être de deux types : Centré au milieu de la membrane de valeur constante (***F = 0.5 N*** par exemple), ou répartie sur chaque élément de surface ($F = \int f(x,y)\cdot dx\cdot dy$ avec $f(x,y) = -x^2 - y^2$ par exemple).

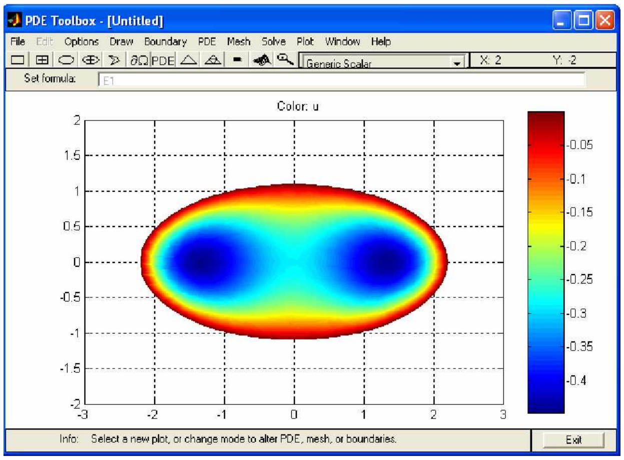
Il s'agit de résoudre l'équation $-\Delta\Phi = f(x,y)$ dans Ω. Comme la membrane est suppose collé sur son support plan, on a : $\Phi(\Gamma)=0$;

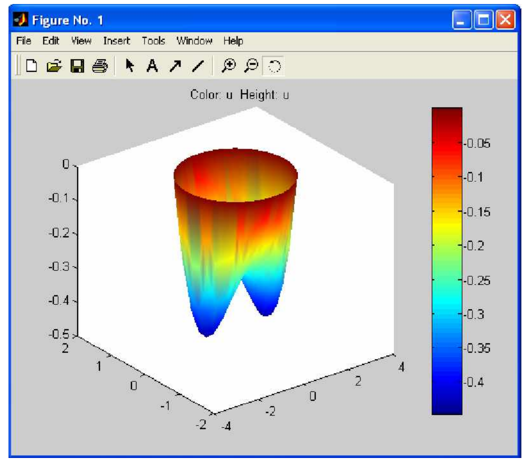
Ω est le domaine de forme ellipse $\dfrac{x^2}{2.2^2} + \dfrac{y^2}{1.1^2} = 1$

Etudier la flexion de la membrane dans le cas d'un chargement centrée, puis dans le cas d’un chargement repartie et enfin dans les deux cas en même temps.









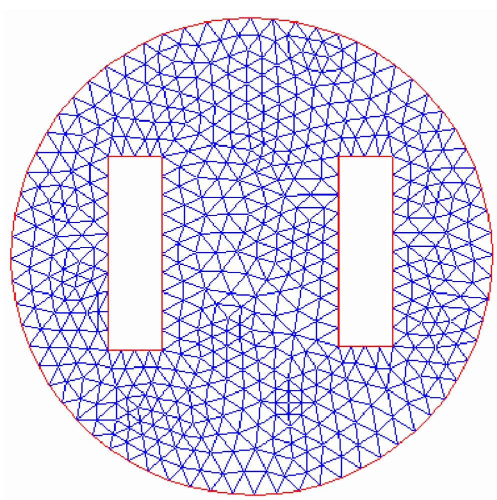
TP4 : Un condensateur modèle :

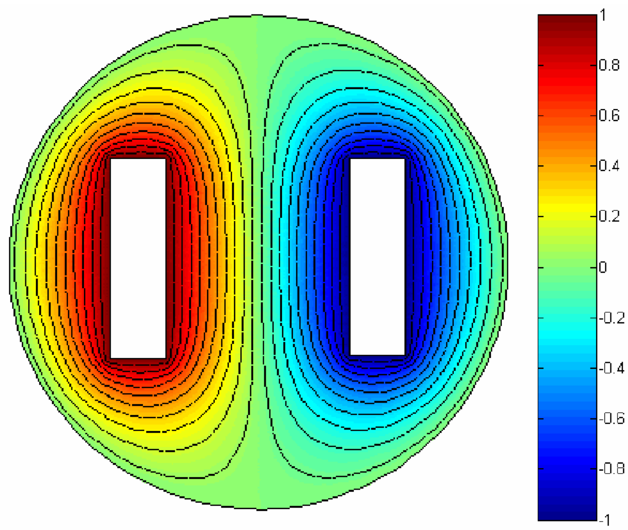
Soient C_1 et C_2 deux électrodes placés dans une enceinte. Chacun a un potentiel électrostatique ϕ_i (+1 volt et -1 volt par exemple). On suppose d'ailleurs que l'enceinte C_0 est au potentiel 0.

Pour connaître $\Phi(x,y)$ en tout point de l'enceinte, il faut résoudre l'équation $-\Delta\Phi = 0$ dans Ω avec $\Phi(\Gamma)=g$.

Ω est le domaine constitué par un cercle de rayon 5 dans lequel sont disposés deux rectangles de 1×4.

g est égale à 0 sur le cercle, -1 sur le rectangle de gauche et +1 sur le rectangle de droite.





TP5 : les rupteurs thermiques.

Il s'agit d'un procédé utilisé dans les bâtiments qui consiste à isoler les façades des planchers pour limiter les pertes thermiques. Le principe est le suivant: on fixe le plancher à la façade par des tiges métalliques et on place un isolant entre le mur et la façade. Le dessin ci-dessous expose l'intérêt des rupteurs thermiques (la fixation mécanique du plancher sur le mur n'est pas représentée):

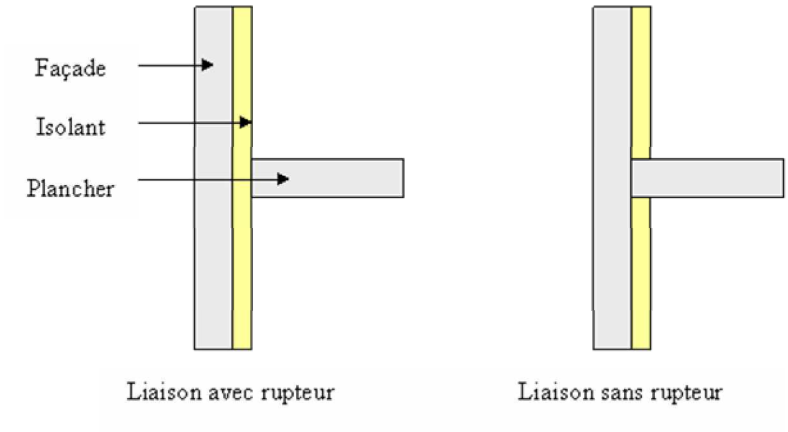
Le mur et le plancher sont en béton et ont une épaisseur de 20cm. L'isolant à une épaisseur de 10cm le long du mur qui possède une hauteur de 1m. Les valeurs des différentes constantes physiques sont :

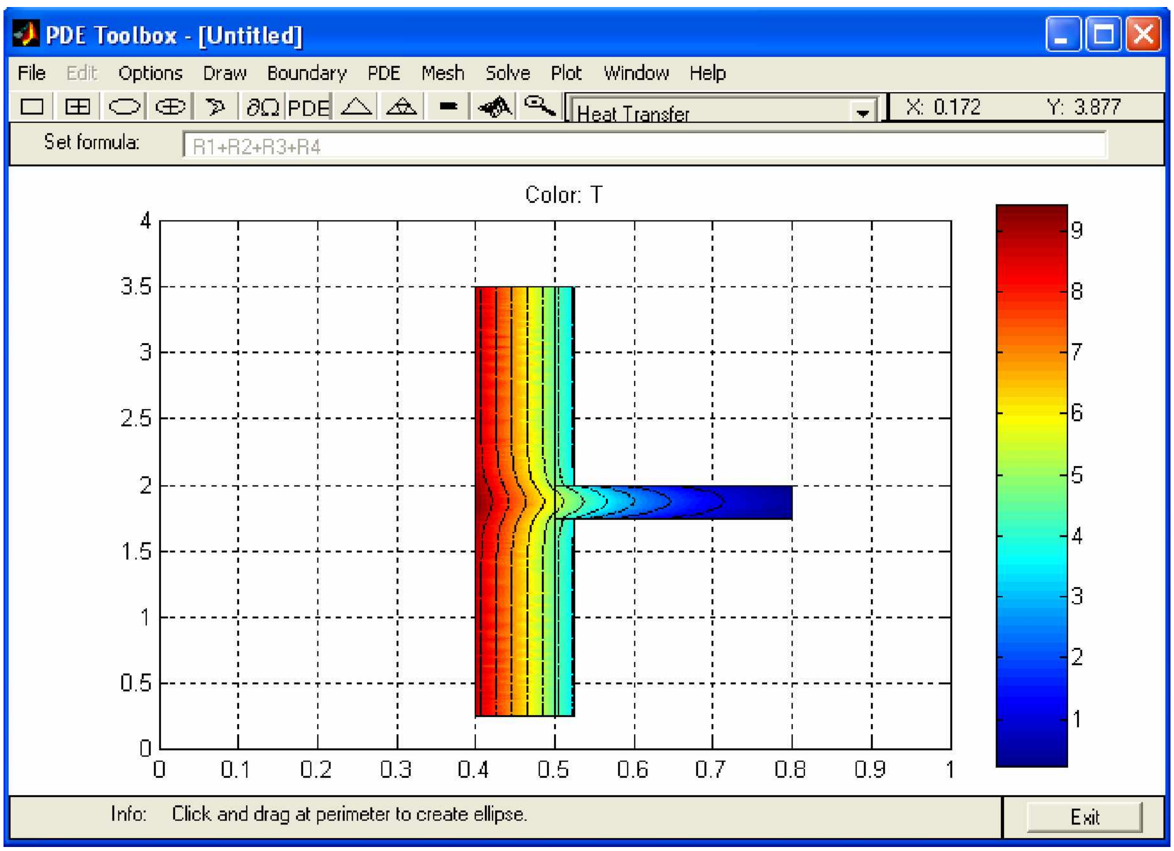
Conductivité thermique du béton : 2W/mK, Conductivité thermique de l'isolant : 0.04W/mK,

Température extérieure: 0°C, Température intérieure: 20°C, Coefficient d'échange extérieur-intérieur: 25W/m²K,

Coefficient d'échange intérieur-intérieur: 7.7W/m²K.

Pour ce problème thermique, les conditions aux limites sont de deux types: Neuman avec un flux nul aux coupes du mur (haut et bas) et à la coupe du plancher, Fourier sur le reste de la frontière.





TP6 : Trempe d'une bille d'acier

Un sphère en acier initialement chauffé à T_0 est introduite dans un grand réservoir d'eau à le température T_f. L'évolution de la température de la sphère avec le temps est recherchée, le bain étant admis isotherme. Le bilan thermique dans le solide s'écrit :

$$\rho \cdot \boldsymbol{C} \frac{\partial \boldsymbol{T}}{\partial \boldsymbol{t}} - \Delta \boldsymbol{T} = \boldsymbol{s}$$

Avec ***s*** est une source de chaleur volumique interne dans le solide. A la surface de la sphère (***r*=*R***), le flux de chaleur par convection est égal au flux de chaleur par conduction. On peut écrire :

$$-\lambda \left.\frac{\partial \boldsymbol{T}}{\partial \boldsymbol{t}}\right|_{\boldsymbol{r}=\boldsymbol{R}} = \boldsymbol{h} \cdot \left[\boldsymbol{T}(\boldsymbol{R}) - \boldsymbol{T}_{\boldsymbol{f}}\right]$$

λ est un coefficient de conduction, ***h*** est un coefficient de conduction.

Utiliser le toolbox pdetool de MatLab **(Select: Options > Application > Heat Transfer)** pour simuler l'évolution dans le temps de tenant compte des données suivante :

Rayon = 0.01 m. ρ ***= 7850*** ***C = 462***
λ ***= 110*** $T_f = 30.$ $T_0 = 650$ ***h = 450***

Utiliser le colormap "hot" pour la représentation graphique de la solution. Résoudre dans l'intervalle de temps allant de 0 à 4 minutes.