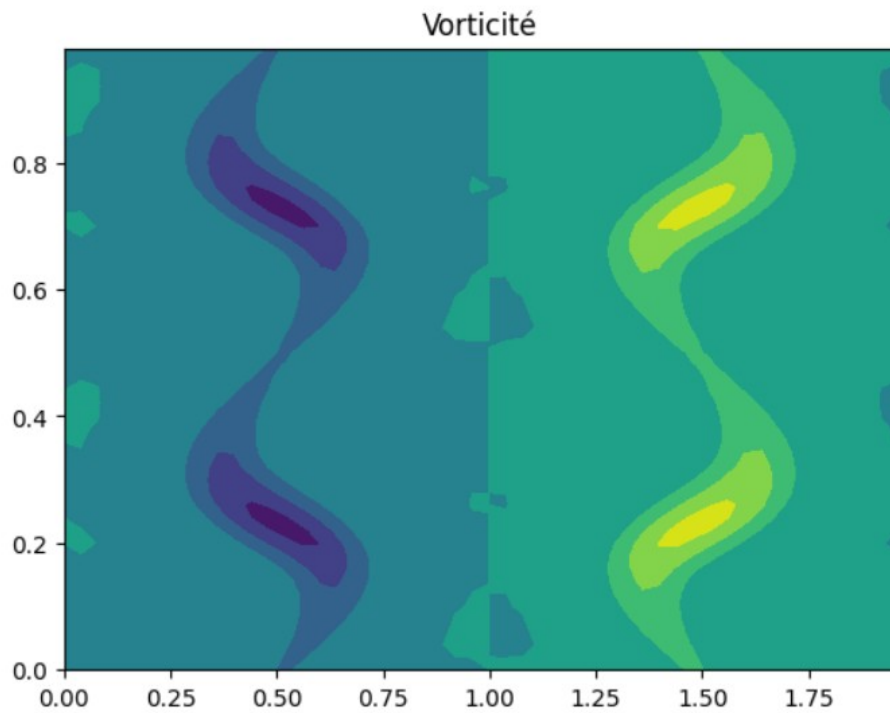
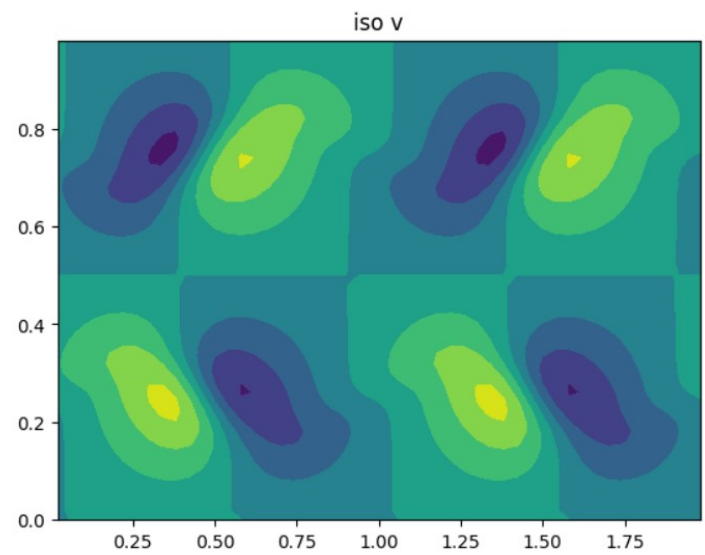
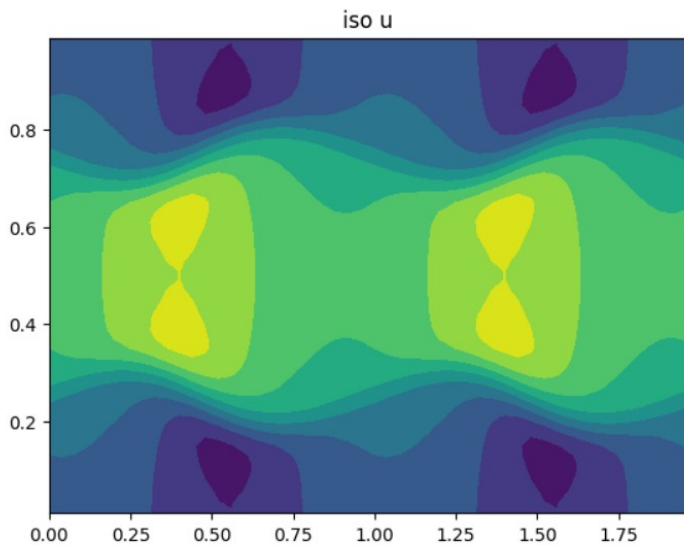
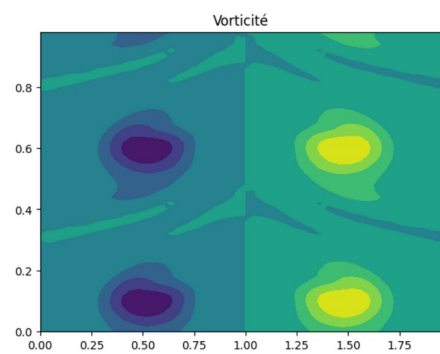
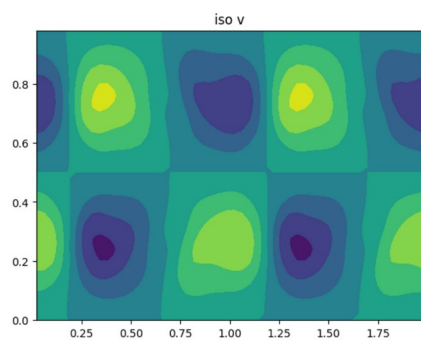
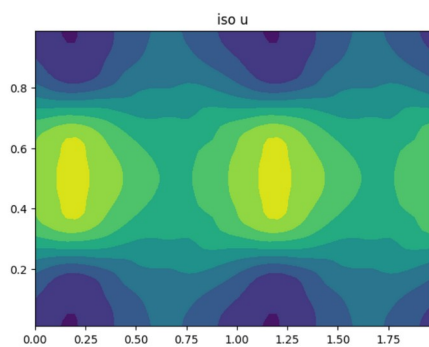
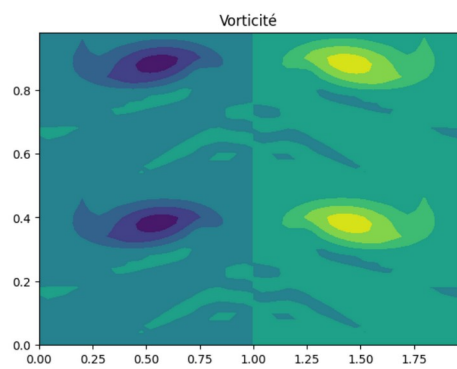
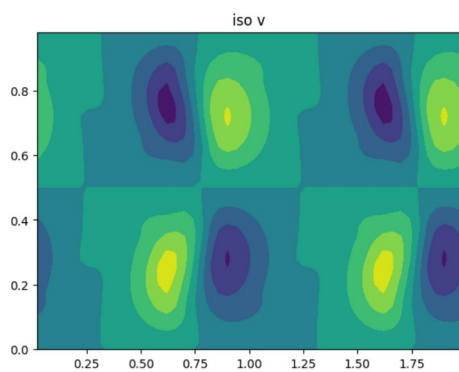
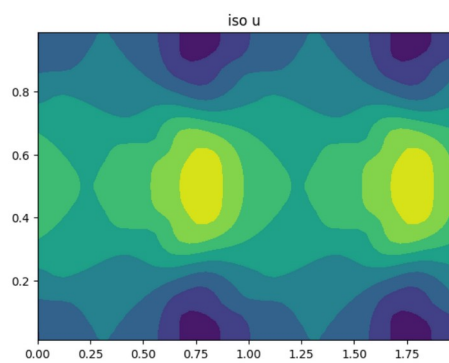
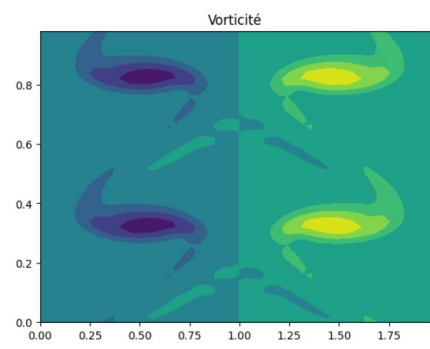
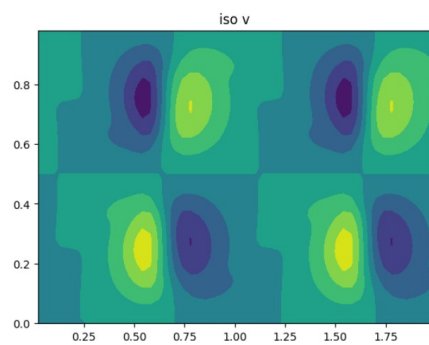
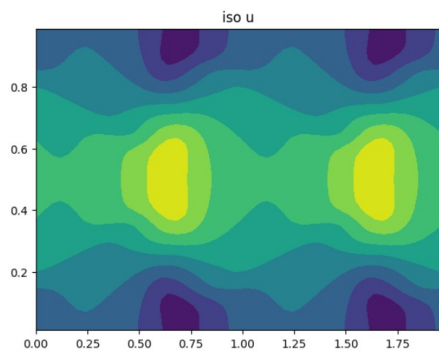


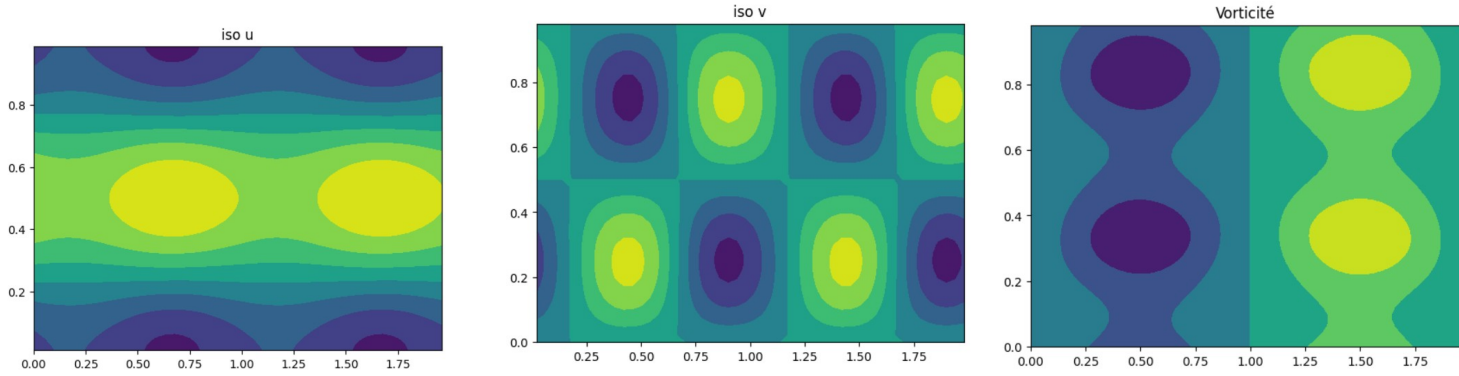
Après execution du code [KH-avec-graph.py](#) on obtient les graphiques suivants respectivement en $t = 0.45$, $t = 0.85$, $t = 1.05$, $t = 1.85$ (50 points, $L_x = 2$, $L_y=1$, $\nu = 1e-3$)



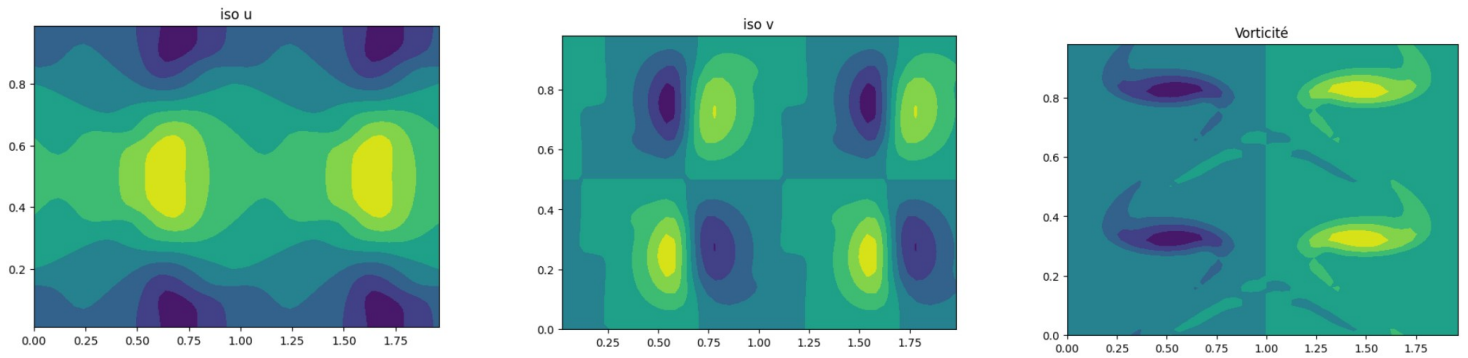


J'ai ensuite essayé de faire varier ν ($t = 0.85$):

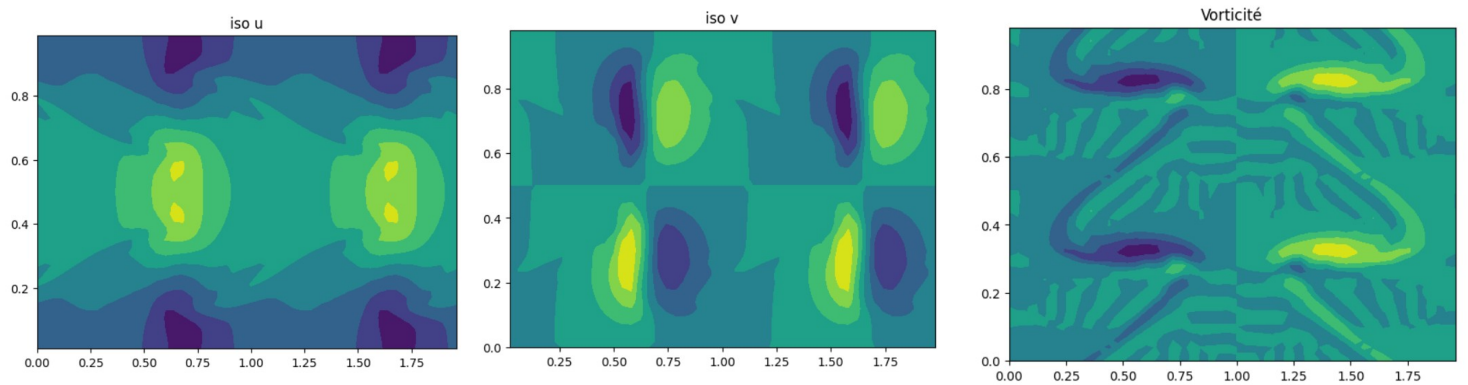
$\nu = 1e-2$



$\nu = 1e-3$



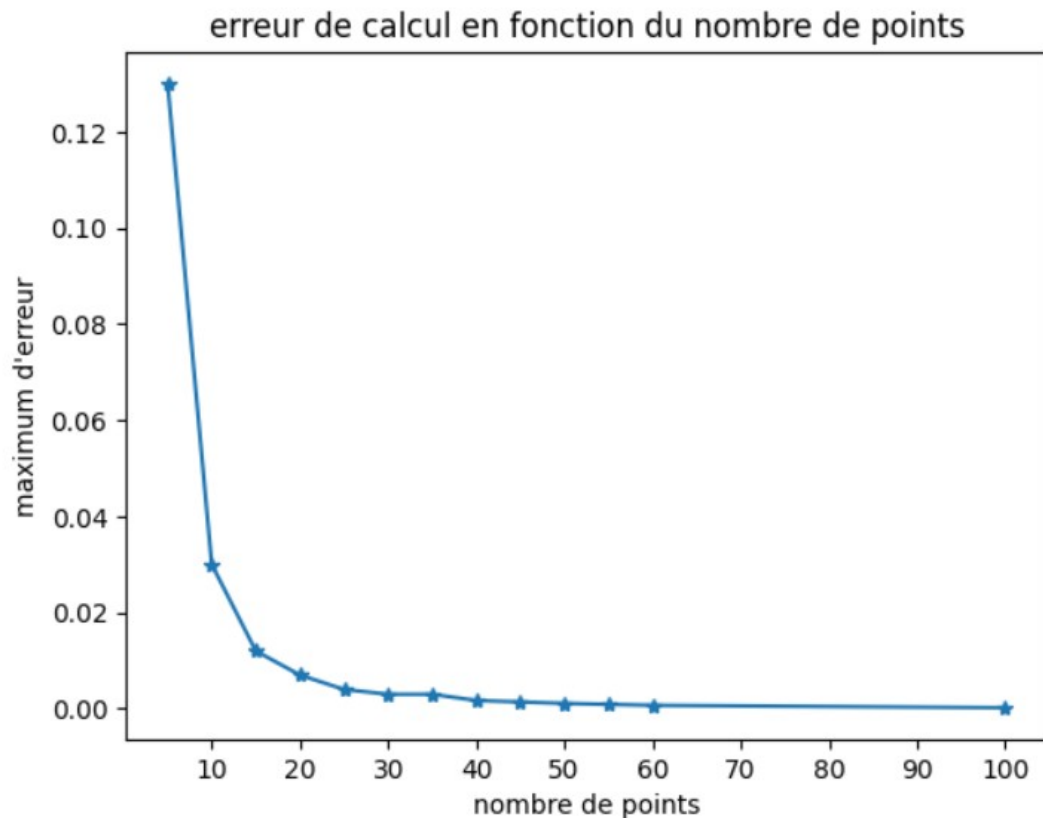
$\nu = 1e-4$



-En ce qui concerne **la précision temporelle**, le Schéma d'Euler explicite est précis à l'ordre 1.

-**La précision spatiale** est à l'ordre 2 ce que l'on peut vérifier avec le code [mms-avec-graph.py](#) (problème stationnaire) en modifiant le nombre de points (cf le graph ci-dessous) .

En effet si on note E1 l'erreur pour un h_x donné on a $E1 < C * h_x^2$. Soit E2 l'erreur pour $h_x = h_x / 2$: $E2 < C * (h_x/2)^2 = C * h_x^2 / 4$ et donc $E2 < E1/4$.



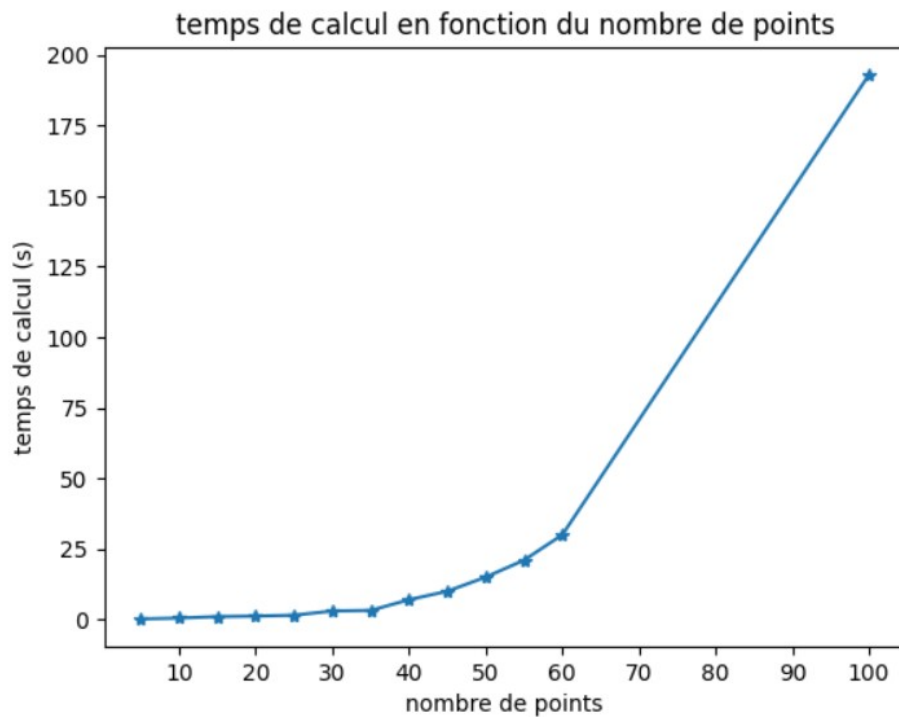
Calcul effectué avec un ryzen 5600g et 16gb de RAM 3200MHz et chronométrés à la main donc la précision n'est pas très bonne pour un nombre de point petit

points	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	100
temps (s)	<<1	0.5	1	>1	1.5	3	>3	7	10	15	21	30	193
erreur	0.13	0.03	0.012	0.007	0.004	0.003	0.003	0.0017	0.0014	0.0011	0.0009	0.0007	0.0002

Par exemple $0.03 / 0.007 = 4.285.. > 4$

$$0.007 / 0.0017 = 4.117.. > 4$$

- Le temps de calcul croit de plus en plus quand on rajoute des points (mms-avec-graph.py) .



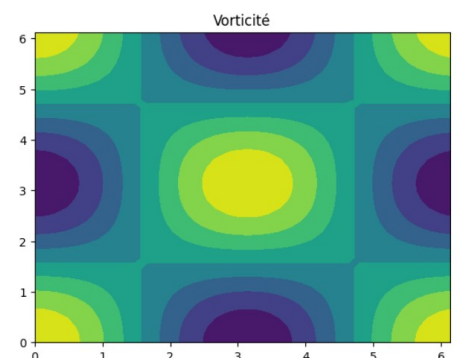
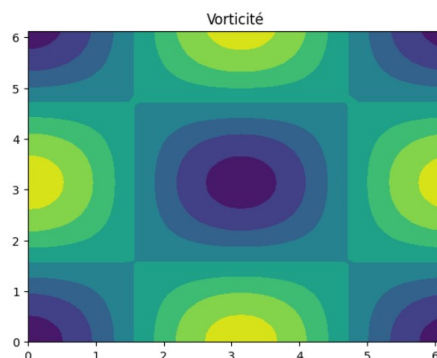
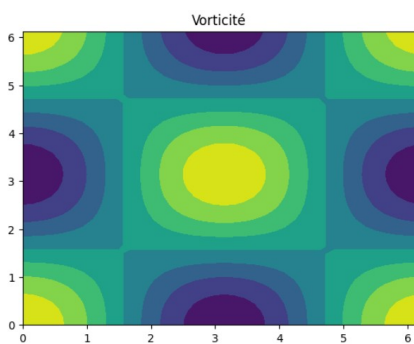
- Pour illustrer la stabilité j'ai testé des CFL différentes et à partir d'un certain temps la solution numérique diverge pour si Δt n'est pas assez petit :

$\Delta t = 0.25 * h_x^{**2} / \nu$, problème instationnaire , stable

$t = 5.2$

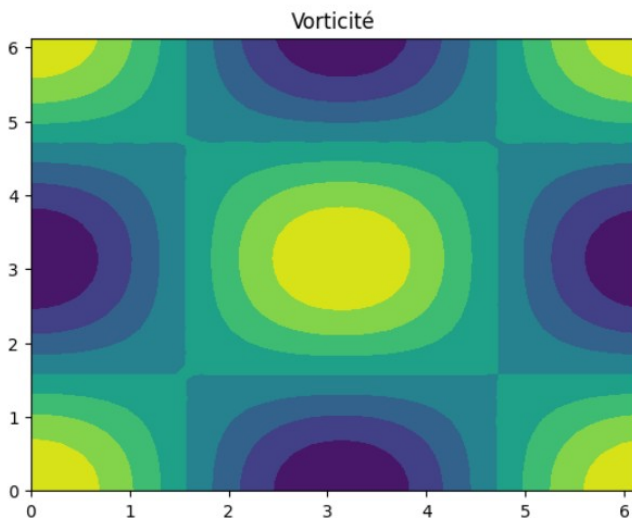
$t = 10$

$t = 12.5$

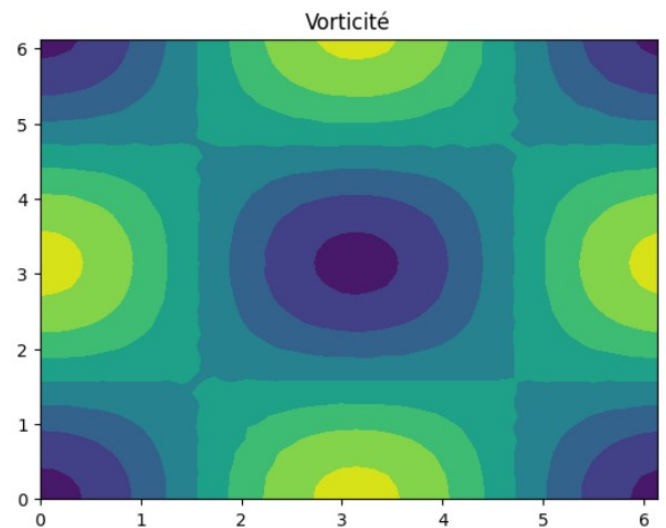


$dt = hx/nu$, problème instationnaire , instable

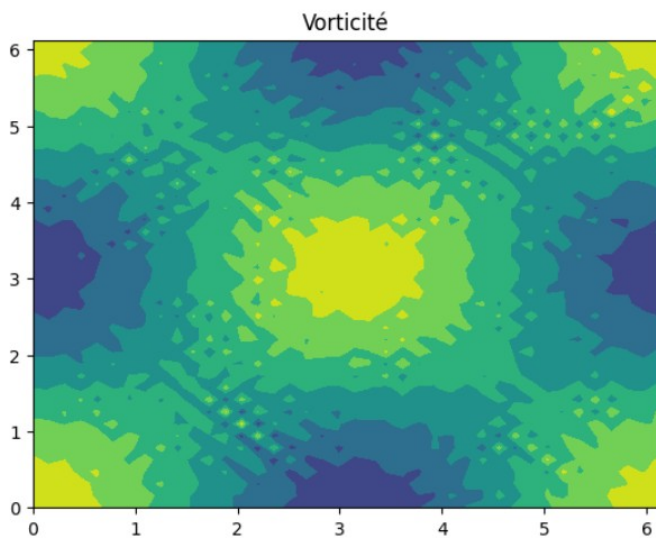
$t = 10$



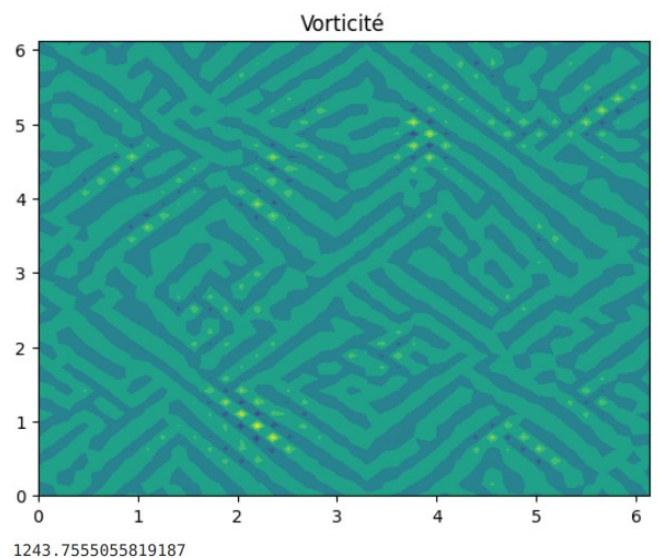
$t = 12.5$



$t = 12.8$



$t = 17$ (erreur très grande)



Enfin j'ai essayé d'implémenter le schéma d'Adams-Bashforth (explicite a deux pas et d'ordre 2) à la fois pour la discrétisation temporelle et pour les termes linéaires (Lu et Lv) dans le fichier `mms_Adams-Bashforth.py` mais le schéma ne converge pas.