

Dispositif: théorique, simplifié pour permettre de limiter les calculs.

Cycle: j'étudie seulement la déformation du dispositif.

Composition:

- un container clos (6 côtés), exemple de dimension: côté de 1 mètre
- un gros disque (couleur blanche), exemple de dimension: rayon de 10 cm
- N sphères (couleur bleue), exemple de dimension: $1e-6m$
- N ressorts, la force ne dépend pas de la longueur, c'est une force constante, les ressorts sont supposés n'avoir aucun volume (on peut les imaginer en externe car il n'y a qu'une seule couche de sphères).
- c'est un dispositif en trois dimensions mais une seule couche de sphères

Caractéristiques:

- Pas de gravitation
- Système clos
- Pas de masse
- Pas de friction
- Tous les volumes sont constants
- Pas de gaz ou pression externe
- En trois dimensions

Idée principale:

NB: je parle de haut, bas, sol, etc. mais il n'y a pas de gravité c'est juste pour expliquer avec mes dessins

J'utilise des sphères et ressorts théoriques pour créer une pression comme le fait la gravité avec de l'eau. Je ne peux pas utiliser la gravité car mon dispositif nécessite de faire varier la direction de l'attraction. La couleur bleue, c'est un peu comme de l'eau, les sphères comme des molécules d'eau sauf qu'il n'y a pas de masse et pas de friction pour simplifier les calculs. Je compte toutes les énergies. Les sphères bleues sont petites comme cela je peux utiliser les calculs des pressions (fluide et gravité), c'est bien plus simple que de calculer pour chaque sphère toutes les forces, énergies, etc. Il y a un ressort pour chaque sphère bleue. Chaque ressort est fixé entre la ligne verte et une sphère bleue.

Il est possible de réfléchir comme avec les pression d'un fluide sous gravité, exemple au départ: en haut à droite la pression est de zéro et en bas à gauche la pression est maximale.

Le dispositif ne se déforme pas de lui même comme je le voudrai, car il est instable et je souhaite contrôler le "milieu" dans lequel sont les sphères et où agisse les ressorts, donc j'imagine qu'un dispositif externe le contrôle, je suppose que ce dispositif externe est parfait, ce dispositif externe récupère les énergies ou en donne selon le cas. On peut réfléchir sans ce dispositif du moment qu'on le considère parfait. Je pense que le fait de sortir les sphères donne un système à fonction discontinue.

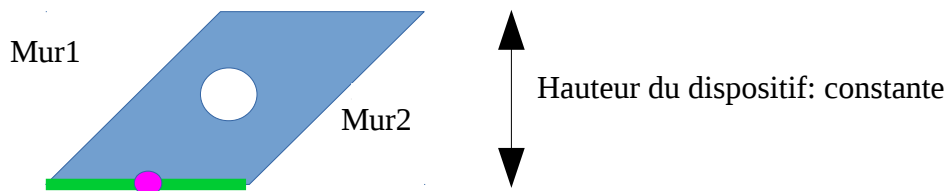
Mouvements:

- Le container est déformé, mais la hauteur est conservée constante. Le container a 4 côtés (vue de côté, bien entendu), un est fixe: celui du bas (couleur verte).

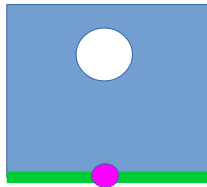
- Le disque blanc tourne autour du point magenta
- Les ressorts suivent la pente du mur 1 (le mur 1 a toujours la même pente que le mur 2), au départ les ressorts ont une pente de 45° par rapport au sol. Au final, les ressorts ont une pente de 90° .
- Pour tourner le disque blanc dans le container, j'ai besoin de sortir des sphères bleues qui se trouvent devant le disque blanc (entre le mur 1 et le disque blanc) et je dois remettre à l'arrière le même volume de sphères bleues (entre le mur 2 et le disque blanc). Pour faire cela à volume constant, je note que je dois avoir une couche de sphères en rab qui sont en dehors du container, car il me faut une couche intermédiaire pour garder exactement constant le volume des sphères dans le container.

NB: toutes les vues sont de côté sauf indication contraire.

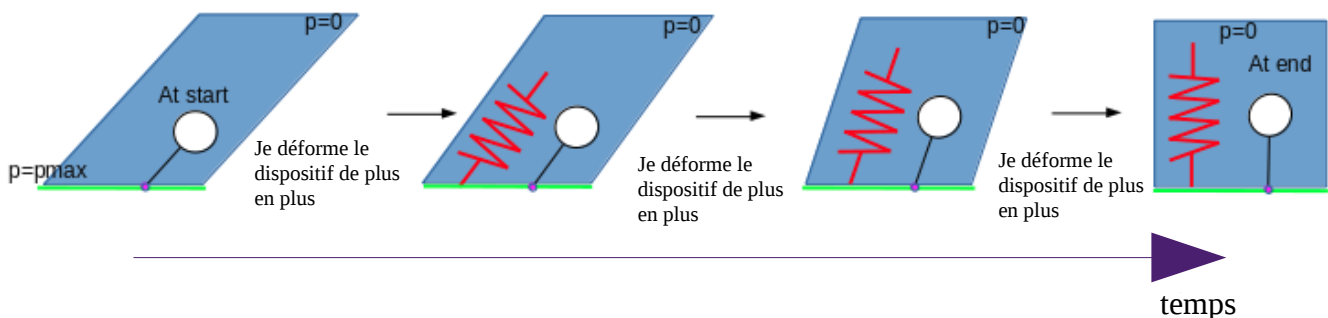
Au départ le dispositif est comme cela:



A la fin le dispositif est comme cela:



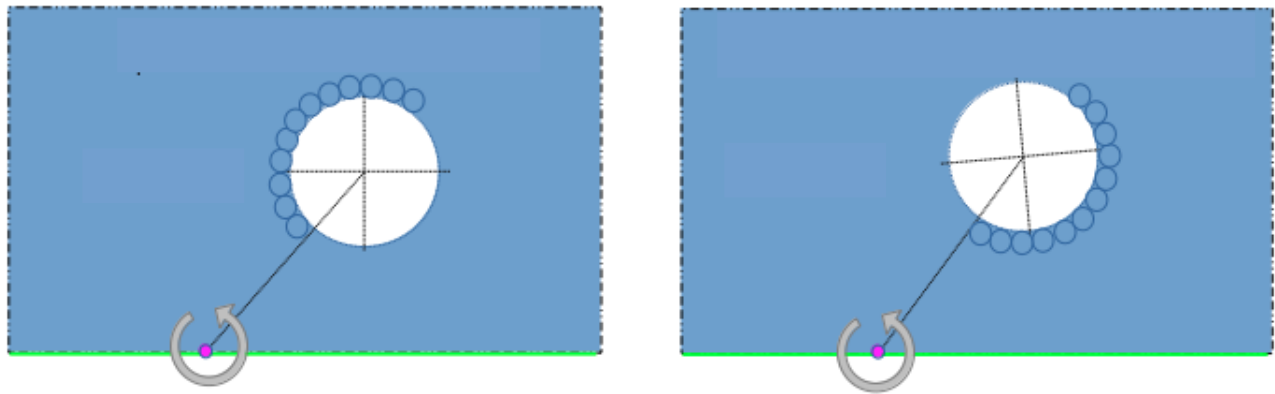
La déformation progressive du dispositif est comme cela:



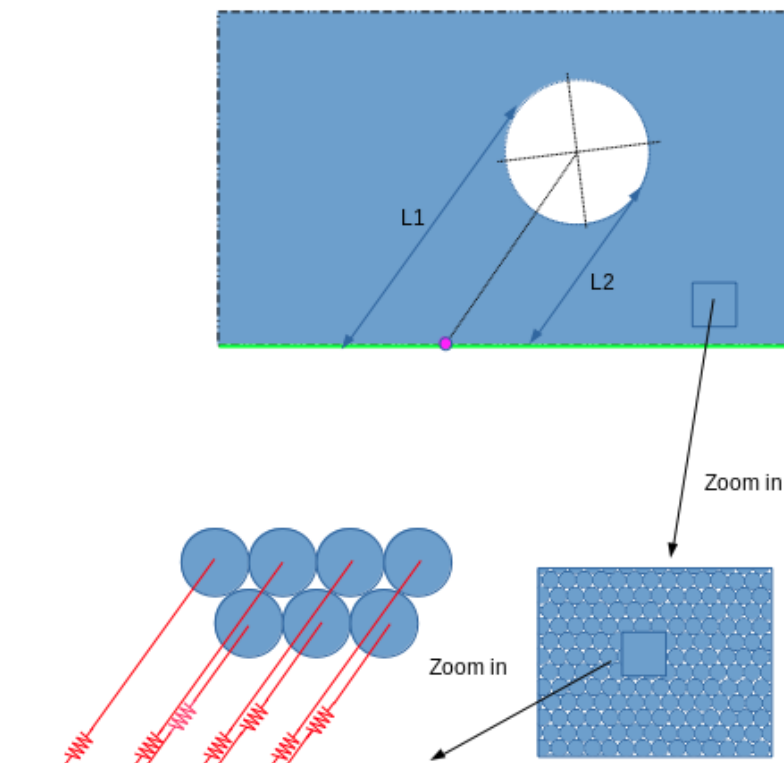
J'ai dessiné un gros ressort rouge dans le container, pour montrer que l'orientation des ressorts change lorsque le container se déforme. Au départ, l'angle des ressorts est de 45° par rapport au sol et à la fin il

est de 90° .

Dans l'image suivante, je n'ai pas dessiné tout le dispositif. Le disque blanc tourne autour du point magenta dans le sens trigo. Comme il bouge et que le volume doit rester constant, il faut qu'une couche de sphères de devant passe derrière. Pour cela je sors les sphères de devant avec leur ressort, petit à petit, et je les rentre à l'arrière petit à petit avec leur ressort



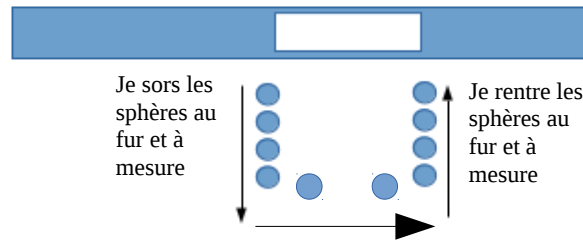
La figure suivante montre des détails du container



Notez les longueurs $L1$ et $L2$, $L1 > L2$. La somme non nulle de l'énergie provient de là.

La figure suivante montre comment je rentre et je sors les sphères au fur à à mesure (volume constant).

Vue de dessus



La somme des énergies:

1/ J'imagine le dispositif sans le disque blanc, et sans bien sûr entrer/sortir les sphères bleues. La somme des énergies est constante (je l'ai calculé). Pour simplifier j'ai

La somme des énergies qui vaut $S = X - W - Y$ mais $X = W + Y$ donc la somme des énergies est zéro.

X est l'énergie potentielle des ressorts au départ

Y est l'énergie potentielle des ressorts au final

W est le travail des murs 1 et 2 (pression+rotation, donc travail)

2/ Maintenant, j'ai le disque blanc. Le disque blanc tourne et comme la pression provenant des sphères bleues autour du disque est symétrique (l'orientation des ressorts change instantanément car il n'y a pas de masse), cela signifie qu'il ne faut pas d'énergie pour faire tourner le disque blanc. Pour entrer et sortir les sphères bleues, il ne me faut pas d'énergie car je les sors à la même pression que je les rentre. L'énergie potentielle des ressorts au départ est plus faible que lorsqu'il n'y avait pas de disque blanc car là où il y a le disque blanc il n'y a pas de sphères bleues et donc pas de ressorts. Mais l'énergie potentielle au finale est aussi diminuée de la même valeur (notez bien que les ressorts ont une force constante qui ne dépend pas de la longueur). Donc l'énergie au départ est de $X-d$ et au final elle est de $W+Y-d$, donc:

$X-d = W+Y-d$ (ça vient de l'équation en 1/, j'avais $X=W+Y$ mais j'ai moins d'énergie potentielle au départ et au final)

Notez que les valeurs de X, Y et W sont les mêmes que dans le cas 1/ (si j'avais donné les valeurs numériques)

La somme semble constante, mais, quand on sort et rentre les sphères bleues je change la longueur des ressorts, j'ai besoin de moins de longueur. Regardez sur la figure $L_2 > L_1$ pour chaque lot de sphères qui rentre et qui sort. J'ai appelé cette énergie 'e'.

L'équation devient:

$$X-d < W+Y-d+e$$

La somme de l'énergie est donc:

$S = X - d - W - Y + d - e = X - W - Y - e$ mais $X = W + Y$ donc la somme de l'énergie est $S = -e$.