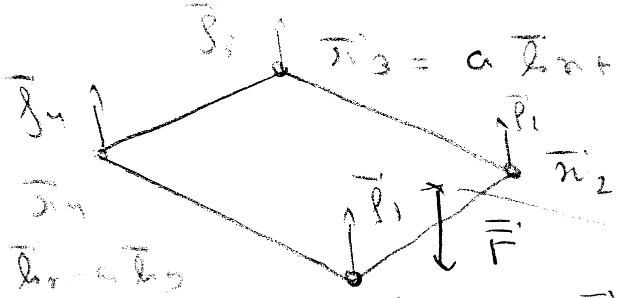


$\vec{x}_3 = a\,\vec{e}_x + a\,\vec{e}_y + z(-a,a)\,\vec{e}_3$

$\vec{x}_2 = -a\,\vec{e}_x + a\,\vec{e}_y + z(-a,a)\,\vec{e}_3$

$x\,\vec{e}_x + y\,\vec{e}_y + z(x,y)\,\vec{e}_3 = \vec{X}$

$\vec{x}_1 = -a\,\vec{e}_x - a\,\vec{e}_y + z(-a,-a)\,\vec{e}_3$

$\vec{x}_4 = a\,\vec{e}_x - a\,\vec{e}_y + z(a,-a)\,\vec{e}_3$

$$z(x,y) = \zeta + x \sin\alpha + y \sin\beta$$

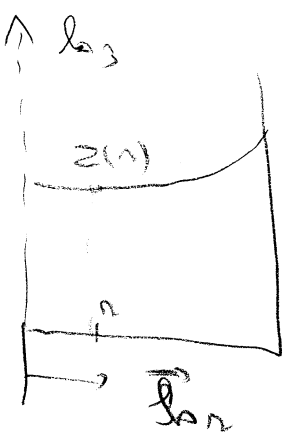
Les paramètres du plan sont : ζ, α, β

$$\begin{cases} \vec{f}_n = -k\,(\vec{x}_n \cdot \vec{e}_3 - h) \\ \vec{F} = -mg\,\vec{e}_3 \end{cases} \longrightarrow \left|\begin{array}{l} \sum_{n=1}^{4} \vec{f}_n + \vec{F} = \vec{0} \\ \sum_{n=1}^{4} \vec{x}_n \wedge \vec{f}_n + \vec{X} \wedge \vec{F} = \vec{0} \end{array}\right.$$

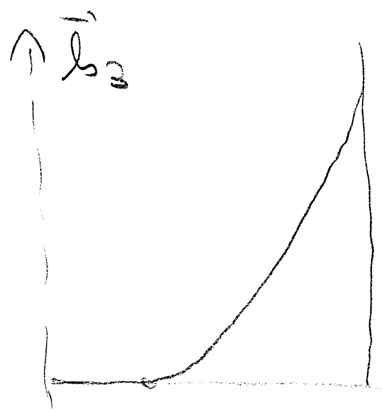
$\downarrow$

3 eq scalaires qui permettent le calcul de ζ, $\sin\alpha$, $\sin\beta$

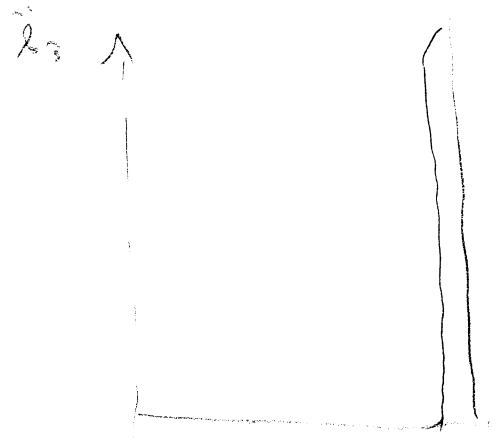
d'où les $\vec{f}_n$



ω petit



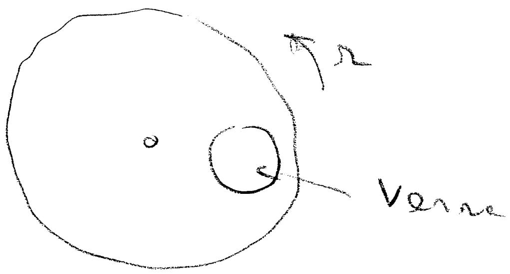
ω grand



ω très grand

Pour prendre en compte ces situations le mieux et de décrire paramétriquement la frontière libre

soit $$\begin{aligned}]0,1[&\longrightarrow \vec{E}_3 \\ s &\longrightarrow R(s)\,\vec{e}_r + Z(s)\,\vec{e}_3 \end{aligned}$$



là on abandonne les coordonnées cylindriques

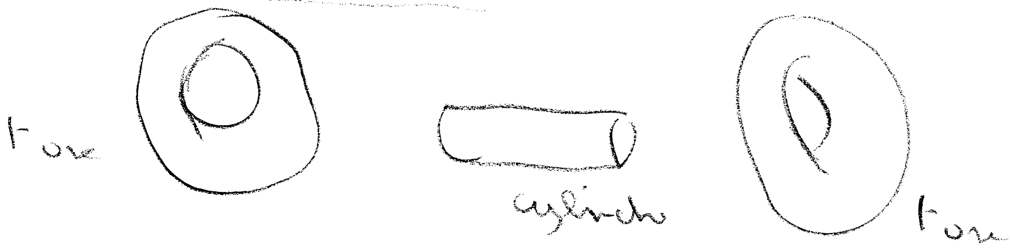
et ce serait (dans le référentiel mobile)

$z(x,y)$ (si r petit)

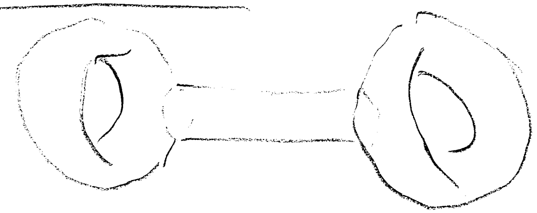
et $\left\{ X(u,v)\,\vec{e}_1 + Y(u,v)\,\vec{e}_2 + Z(u,v)\,\vec{e}_3 \right.$ avec les paramètres u, v

si r peut être grand.

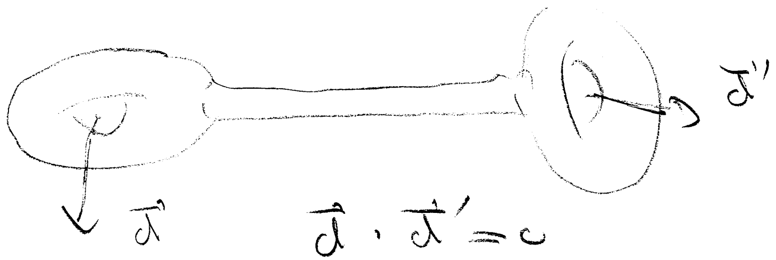
① 3 objets simples



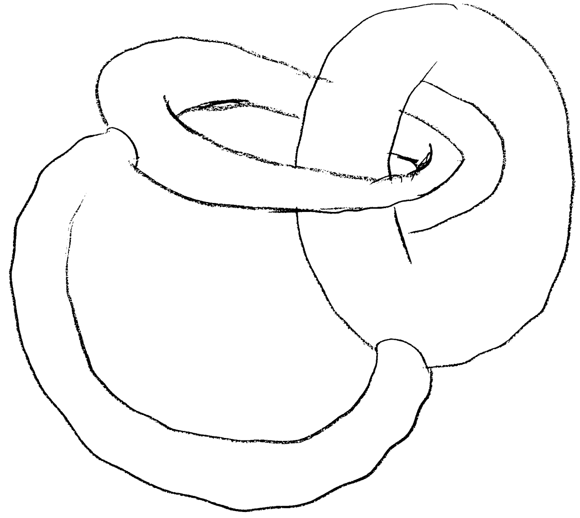
② On les réunit



③ On fait tourner un des tores



④ On déforme le cylindre en flexion



C'est un bretzel

⑤ On déforme l'ensemble par un difféomorphisme pour atteindre les proportions voulues.