1. Le PFD s'écrit à l'équilibre : $-.k.\left(l_{eq}-l_0\right)-m.g.l_{eq}=0$, soit $\boxed{l_{eq}=l_0-\dfrac{m.g}{k}}$

2.
   - $z=0$ pour la position d'équilibre. On a donc $l=z+l_{eq}$
   - Le PFD s'écrit cette fois $-.k.\left(l-l_0\right)-m.g.z-\mu.\dot{z}=m.\ddot{z}$ soit $\ddot{z}+\dfrac{\mu}{m}\dot{z}+\dfrac{k}{m}z=0$

     On peut proposer la forme canonique $\ddot{z}+2.\sigma.\omega_0.\dot{z}+\omega_0^2.z=0$
   - La solution est pseudo périodique donc pour l'équation caractéristique $\Delta=\omega_0^2.\left(\sigma^2-1\right)=i^2.\omega_0^2.\left(1-\sigma^2\right)<0$, donc $r=\sigma.\omega_0\pm\omega_0.\sqrt{1-\sigma^2}$
   - La forme générale de la solution est donc $z(t)=e^{-\sigma.\omega_0.t}.\left(A.cos\omega t+B.sin\omega t\right)$ avec $\omega=\omega_0.\sqrt{1-\sigma^2}$
   - Les conditions initiales donnent $\left|\begin{array}{l} z(0)=0=A \\ \dot{z}(0)=-v_0=B.\omega \end{array}\right.$ soit $\boxed{z(t)=\dfrac{-v_0}{\omega}.e^{-\sigma.\omega_0.t}sin\omega t}$

3. Le ressort ne peut donc pas retenir la masse, on doit avoir $l<l_0$ soit $z+l_{eq}<l_0$ donc $z<\dfrac{l_0}{4}$. Or z_{max} sera atteint lorsque $sin\left(\omega t_1\right)=-1$ donc lorsque $t_1=\dfrac{3.\pi}{2.\omega}$. On aura alors $z(t_1)=\dfrac{v_0}{\omega}.e^{-\sigma.\omega_0.t_1}<\dfrac{l_0}{4}$, ce qui donne donc une condition sur l_0.