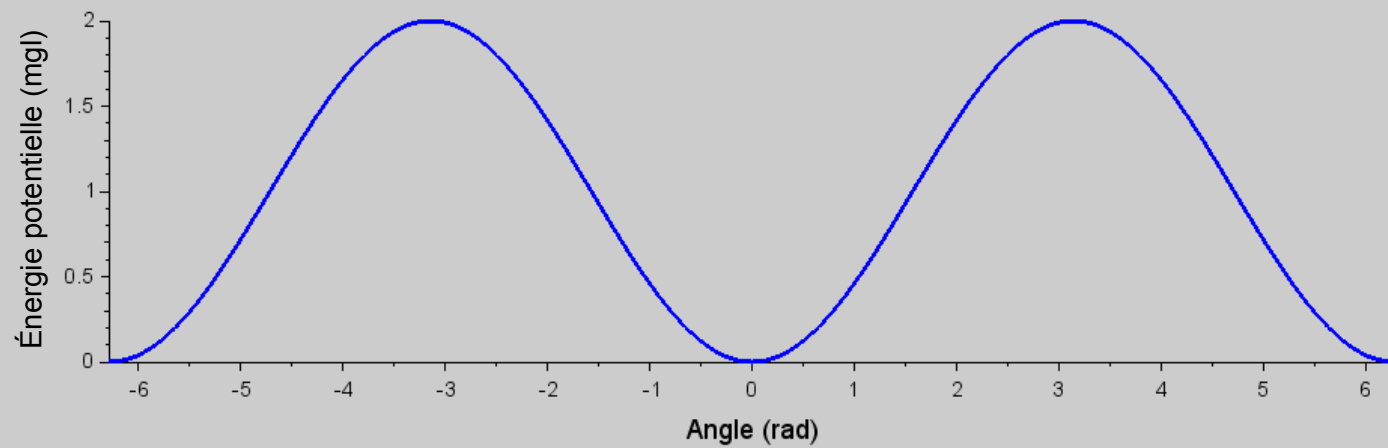
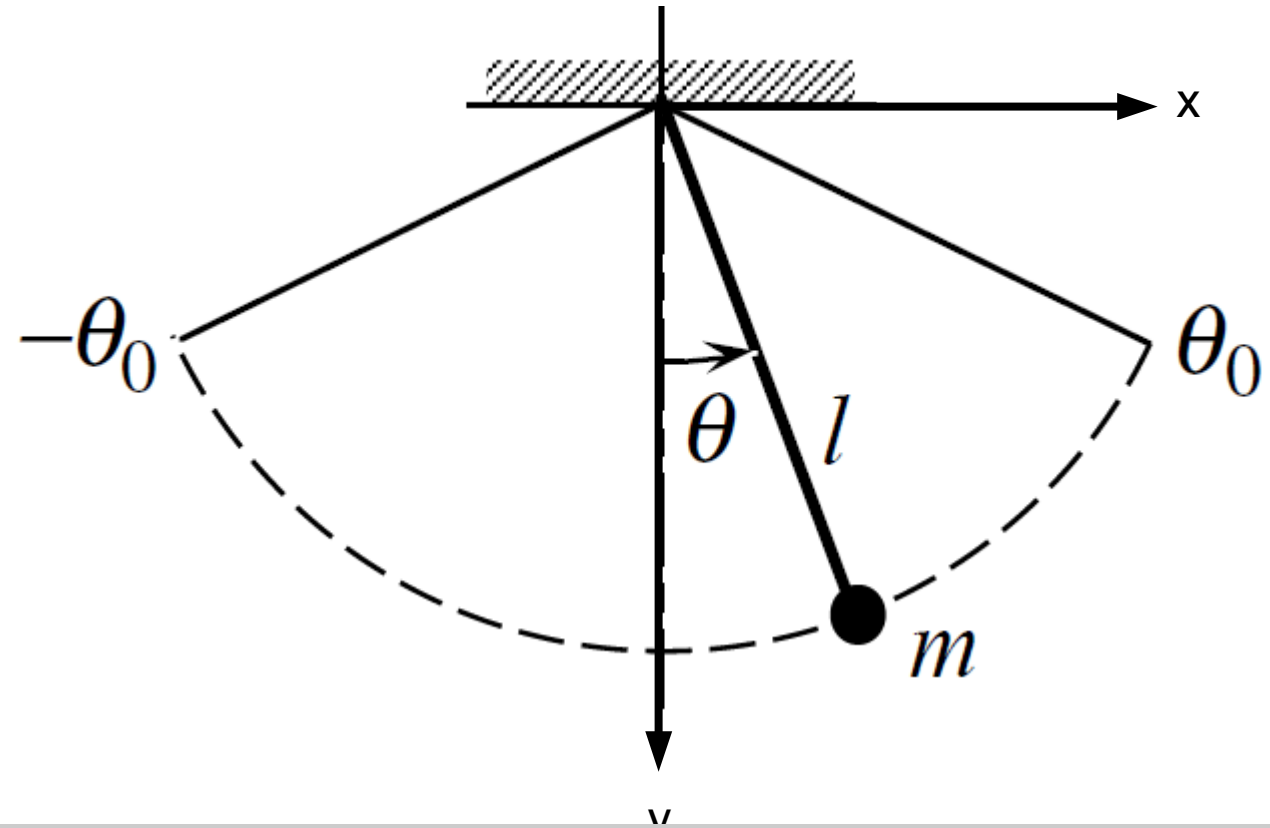


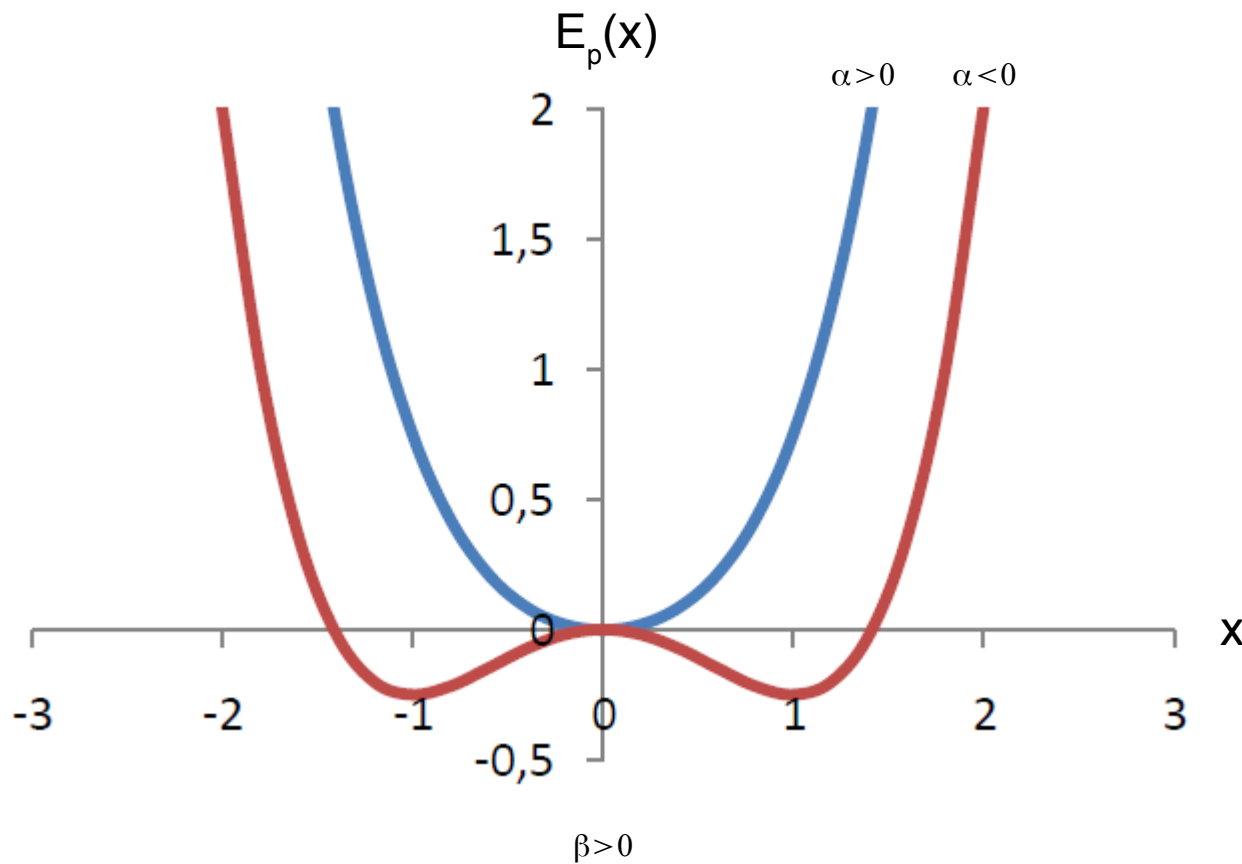
## LP 25 – Oscillateurs ; portraits de phase et non-linéarités

## Pendule simple



# Oscillateur de Duffing

$$\ddot{x} + \underbrace{r \dot{x}}_{\text{dissipation}} + \underbrace{\alpha x + \beta x^3}_{\text{forçage}} = f \cos(\omega t)$$



$$E_p(x) = \alpha \frac{x^2}{2} + \beta \frac{x^4}{4}$$

# Comportement chaotique

« Une cause très petite [...] détermine un effet considérable [...] et alors nous disons que cet effet est dû au hasard.

Si nous connaissions exactement les lois de la nature et la situation de l'univers à l'instant initial, nous pourrions prédire exactement la situation de ce même univers à un instant ultérieur.

Mais, lors même que les lois naturelles n'auraient plus de secret pour nous, nous ne pourrions connaître la situation qu'approximativement.

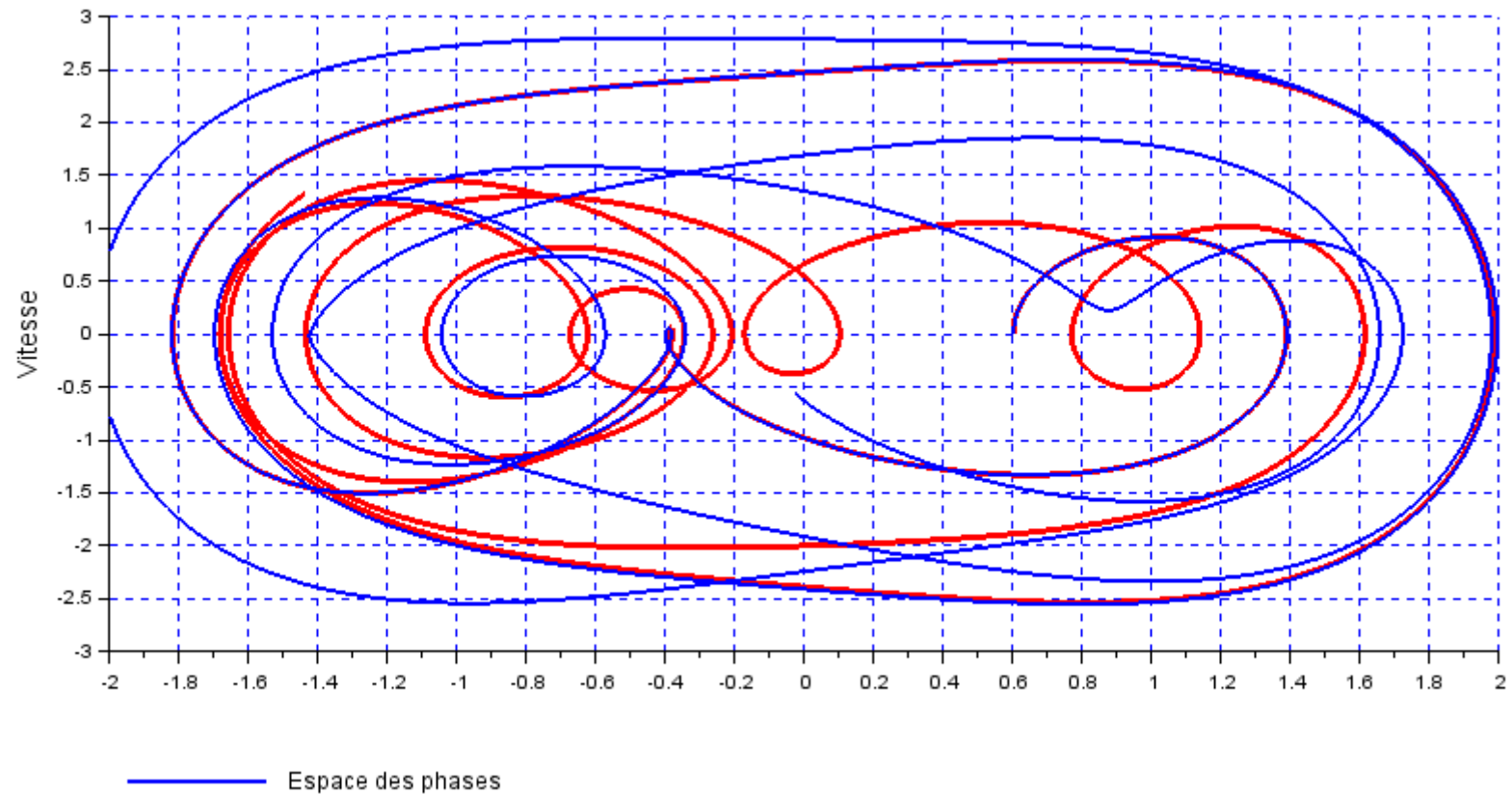
[...] il peut arriver que de petites différences dans les conditions initiales en engendrent de très grandes dans les phénomènes finaux ; une petite erreur sur les premières produirait une erreur énorme sur les derniers.

La prédiction devient impossible [...]. »

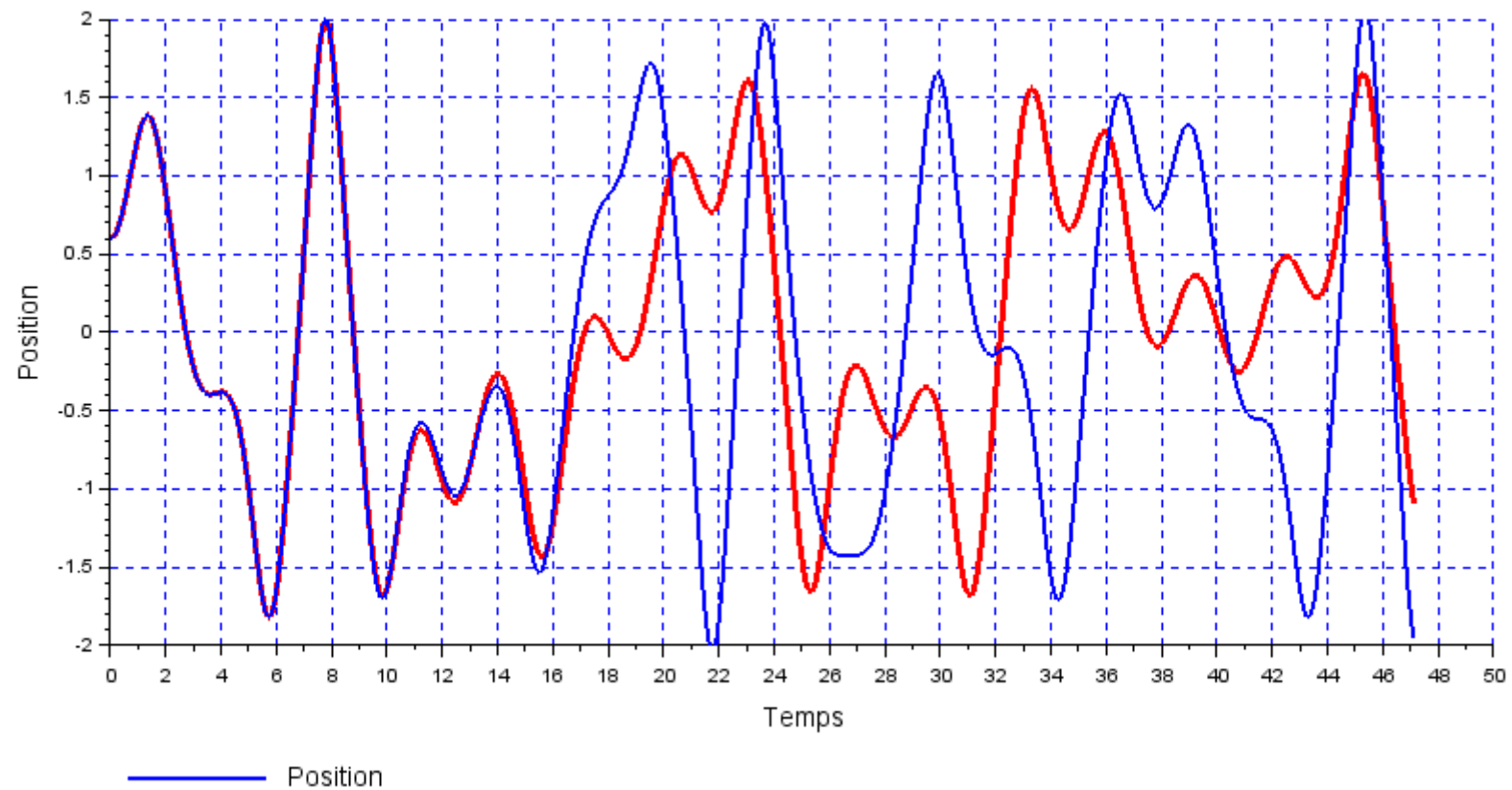


Henri Poincaré (1854 - 1912)

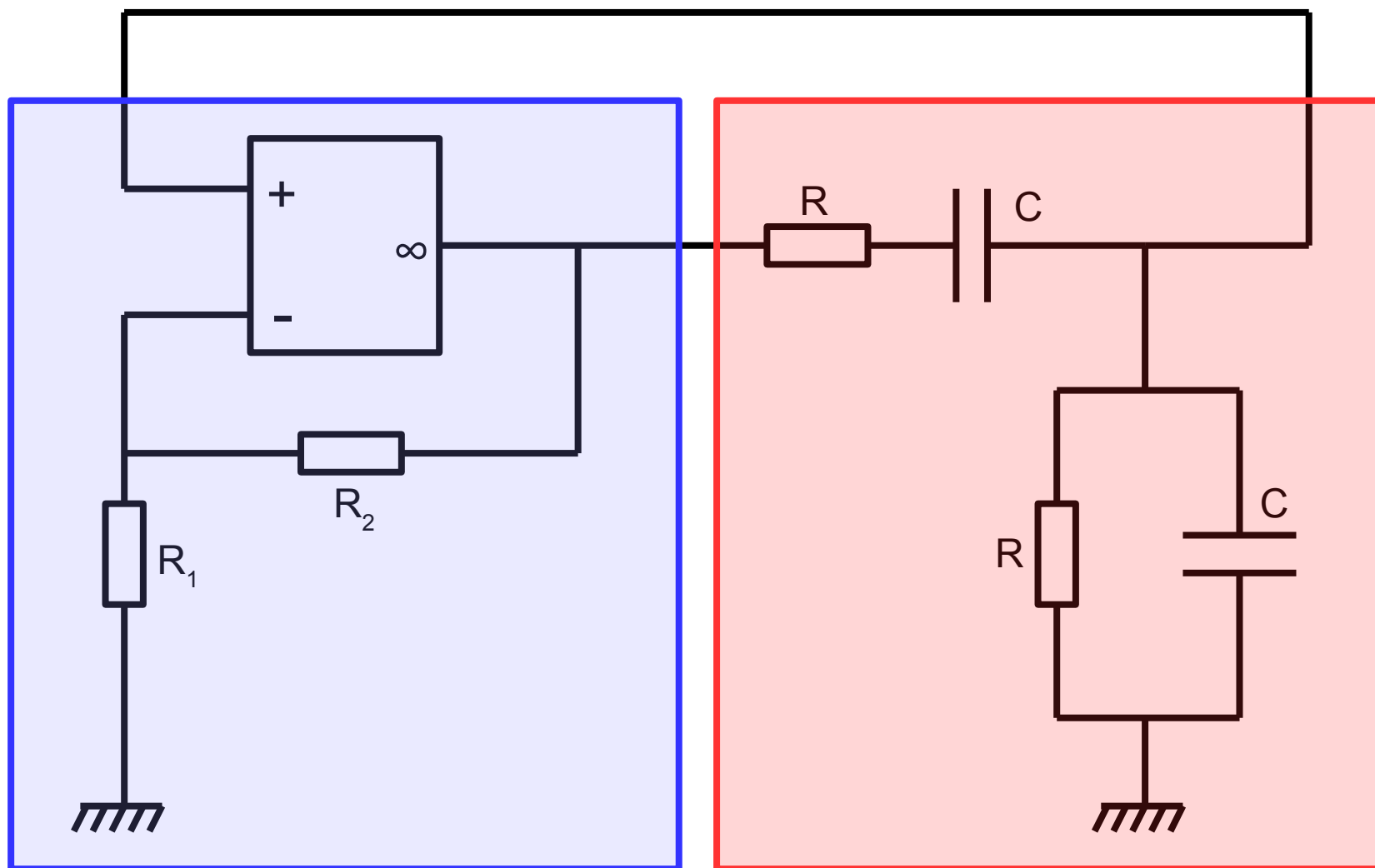
# Comportement chaotique – sensibilité aux conditions initiales



## Comportement chaotique – sensibilité aux conditions initiales



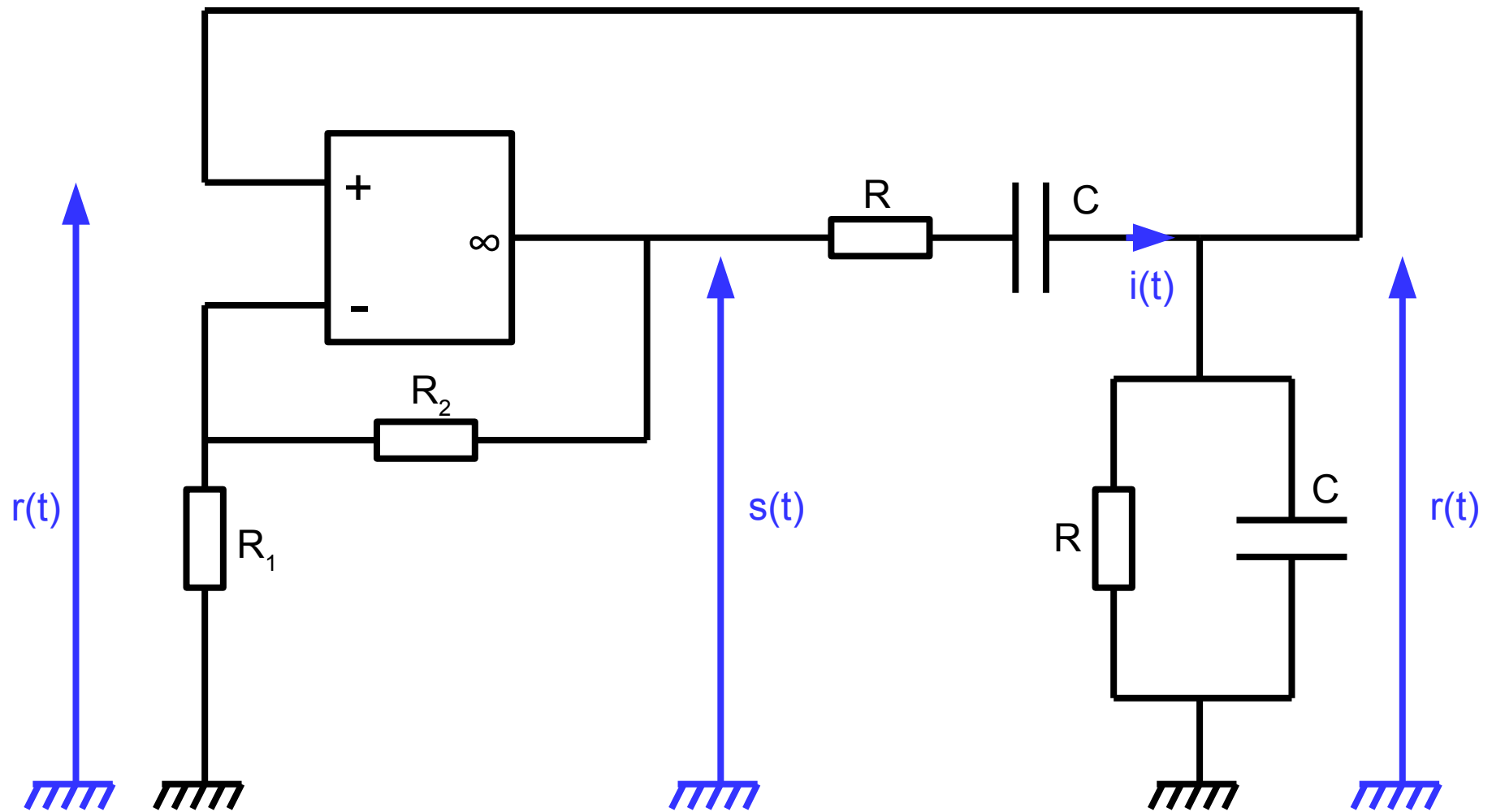
# Oscillateur à pont de Wien



Chaîne directe :  
amplificateur non-inverseur

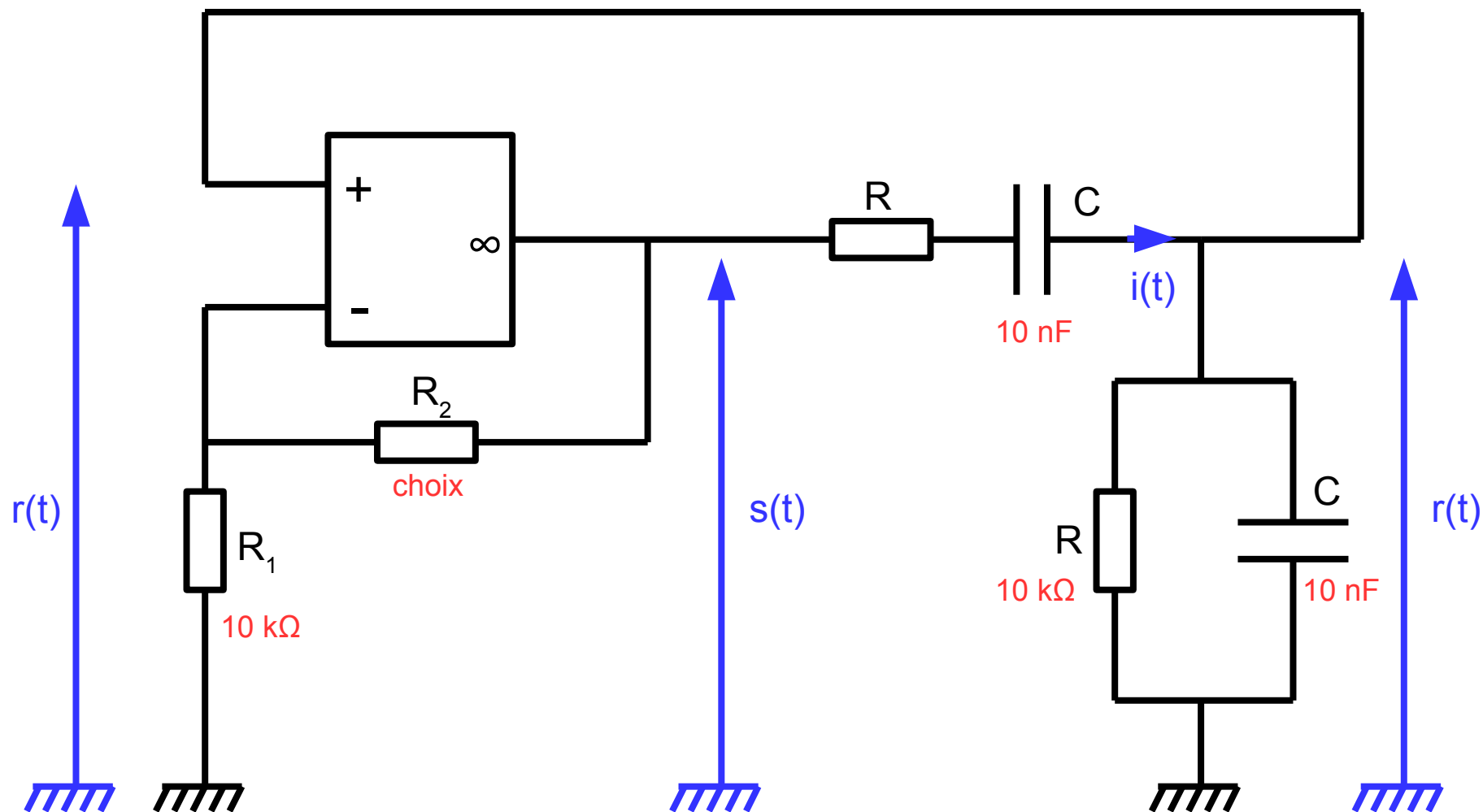
Chaîne de retour :  
filtre de Wien

# Oscillateur à pont de Wien

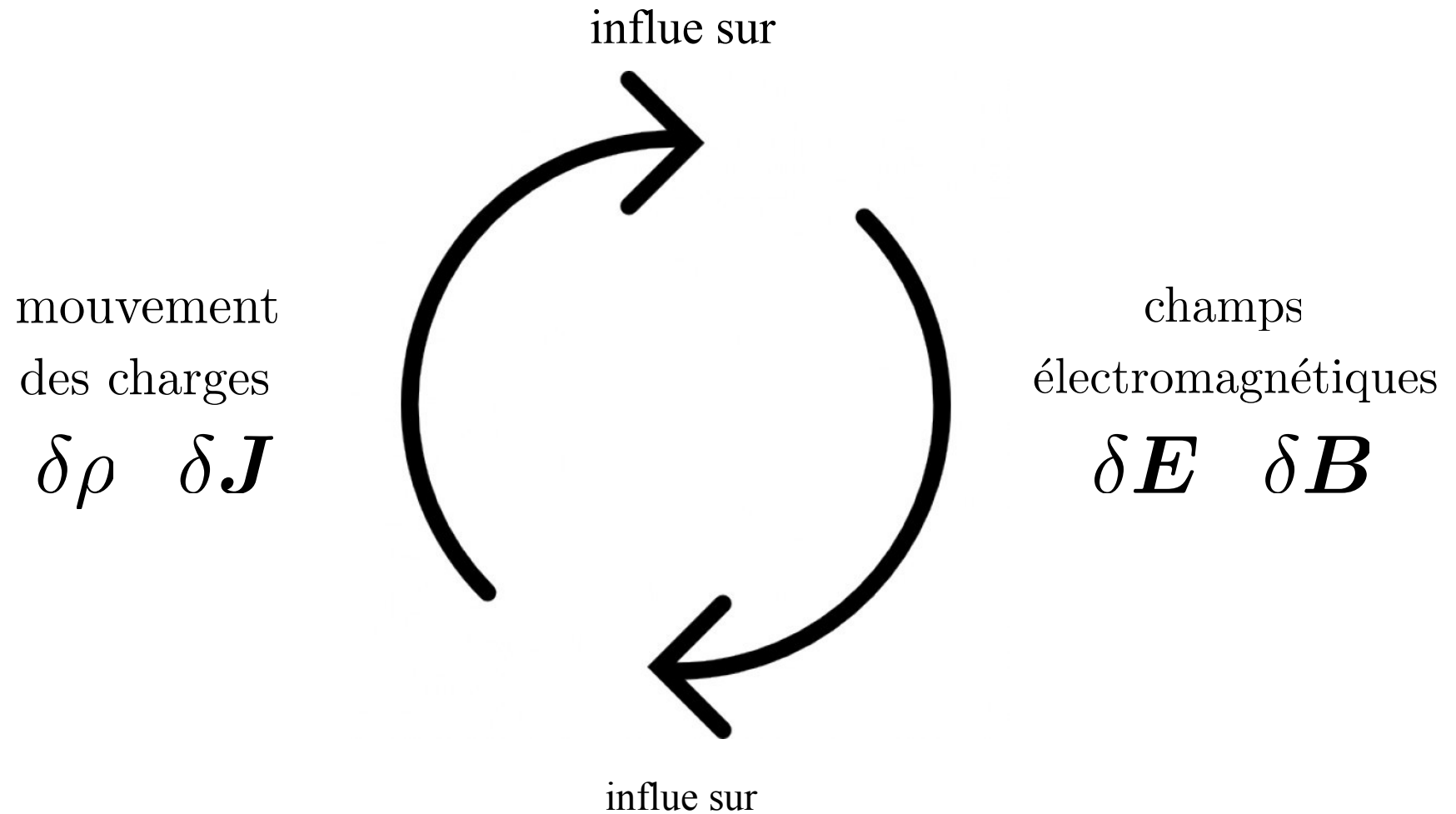




# Oscillateur à pont de Wien



# Instabilité de filamentation de courant



# Instabilité de filamentation de courant

