

# Développement d'outils pour la simulation et l'analyse des OG

---

## Ondes Gravitationnelles

Younès CHORFI

Juin 2022



# Plan

Introduction

Résultats

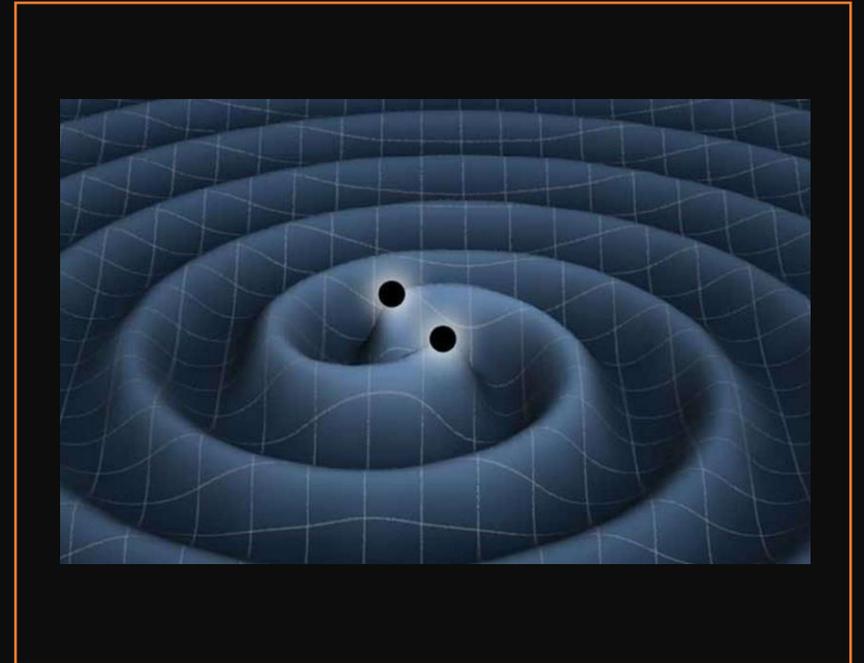
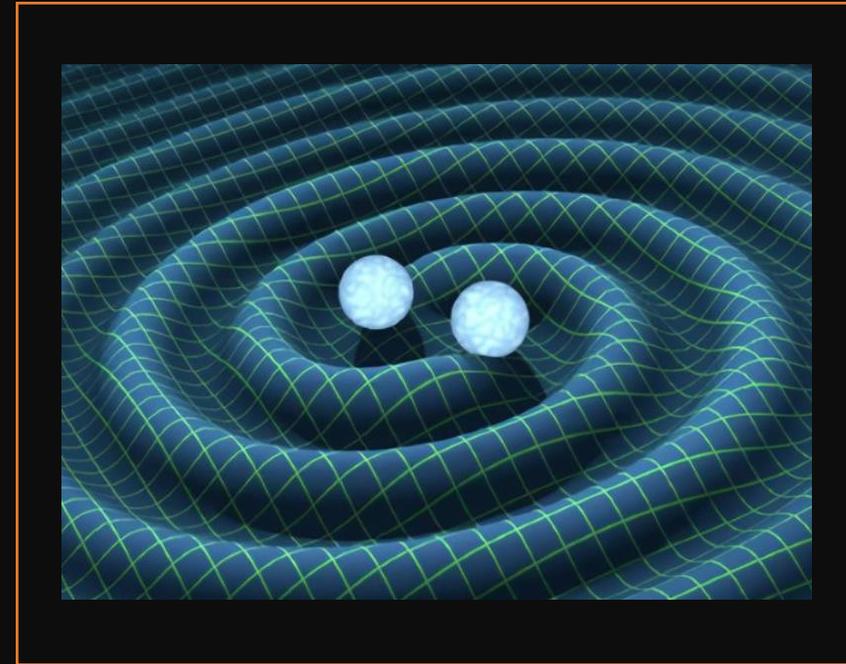
Etude théorique

Conclusion



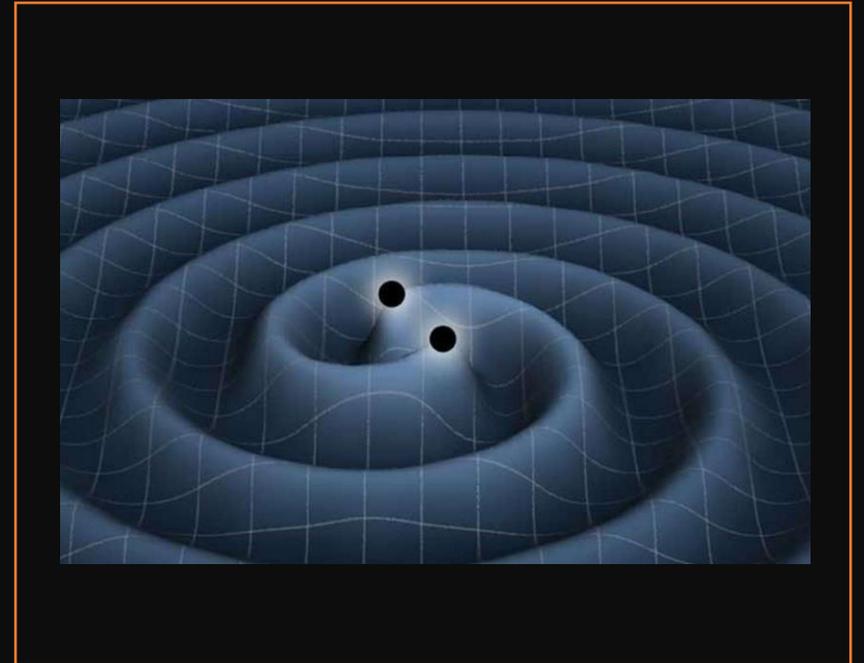
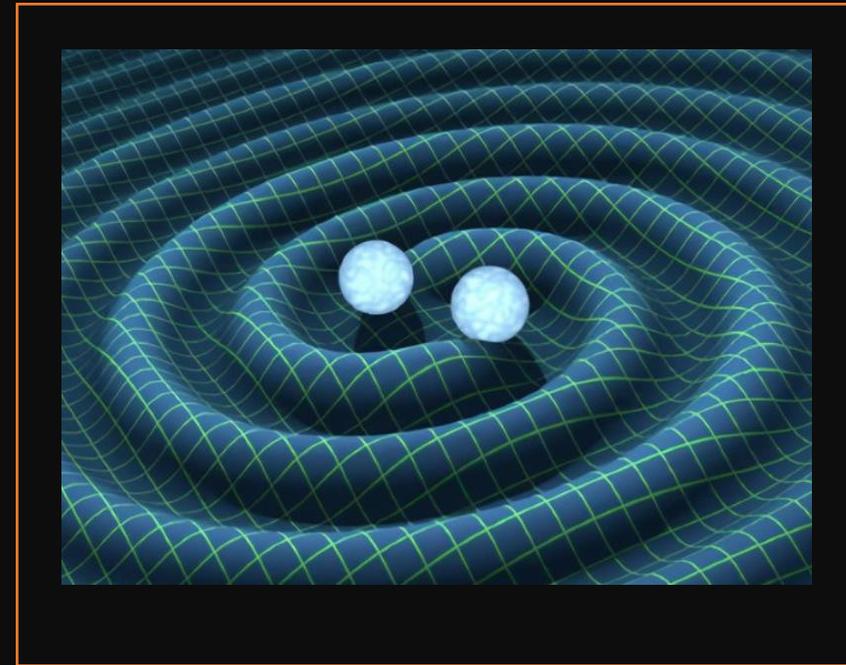
# Introduction

- Qu'est ce qu'une onde gravitationnelle ?
  - Oscillation de la courbure de l'espace-temps
  - Leurs vitesses de propagation est égale à la vitesse de la lumière
  - Les OG sont détectable principalement lors de la coalescence des objets compacts (étoiles a neutrons et trous noirs)



# Introduction

- Quel est l'intérêt de leur détections ?
  - Preuve de l'existence des BH
  - Ouverture d'une nouvelle fenêtre dans l'étude de des étoiles a neutrons et trous noirs
  - Possibilité d 'étudier l'origine de l'univers au-delà de ce que nous permettent les OE



# Etude théorique

---



## Equations de Maxwell pour la gravitation

$$\nabla \vec{E}_g = -4\pi G \rho_g$$

$$\nabla \vec{B}_g = 0$$

$$\text{rot} \vec{E}_g = -\frac{\partial \vec{B}_g}{\partial t}$$

$$\text{rot} \vec{B}_g = -\frac{4\pi G}{c^2} \vec{J}_g + \frac{1}{c^2} \frac{\partial \vec{E}_g}{\partial t}$$

# Equation de propagation des OG

- De la même manière que pour l'EM on peut retrouver à partir des équations de Maxwell l'équation de propagation des OG

$$\vec{\text{rot}}(\vec{\text{rot}}g_{\text{rad}}) = -\frac{\partial(\vec{\text{rot}}\vec{B}_g)}{\partial t}$$

$$\nabla(\nabla g_{\text{rad}}) - \Delta g_{\text{rad}} = -\frac{\partial}{\partial t} \left( -\frac{4\pi G}{c^2} \vec{J}_g + \frac{1}{c^2} \frac{\partial g_{\text{rad}}}{\partial t} \right)$$

$$\Delta g_{\text{rad}} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 g_{\text{rad}}}{\partial t^2} = 4\pi G (\nabla \rho_g + \frac{1}{c^2} \frac{\partial \vec{J}_g}{\partial t})$$

$$\Delta g_{\text{rad}} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 g_{\text{rad}}}{\partial t^2} = 0$$

# Résultats et Discussion

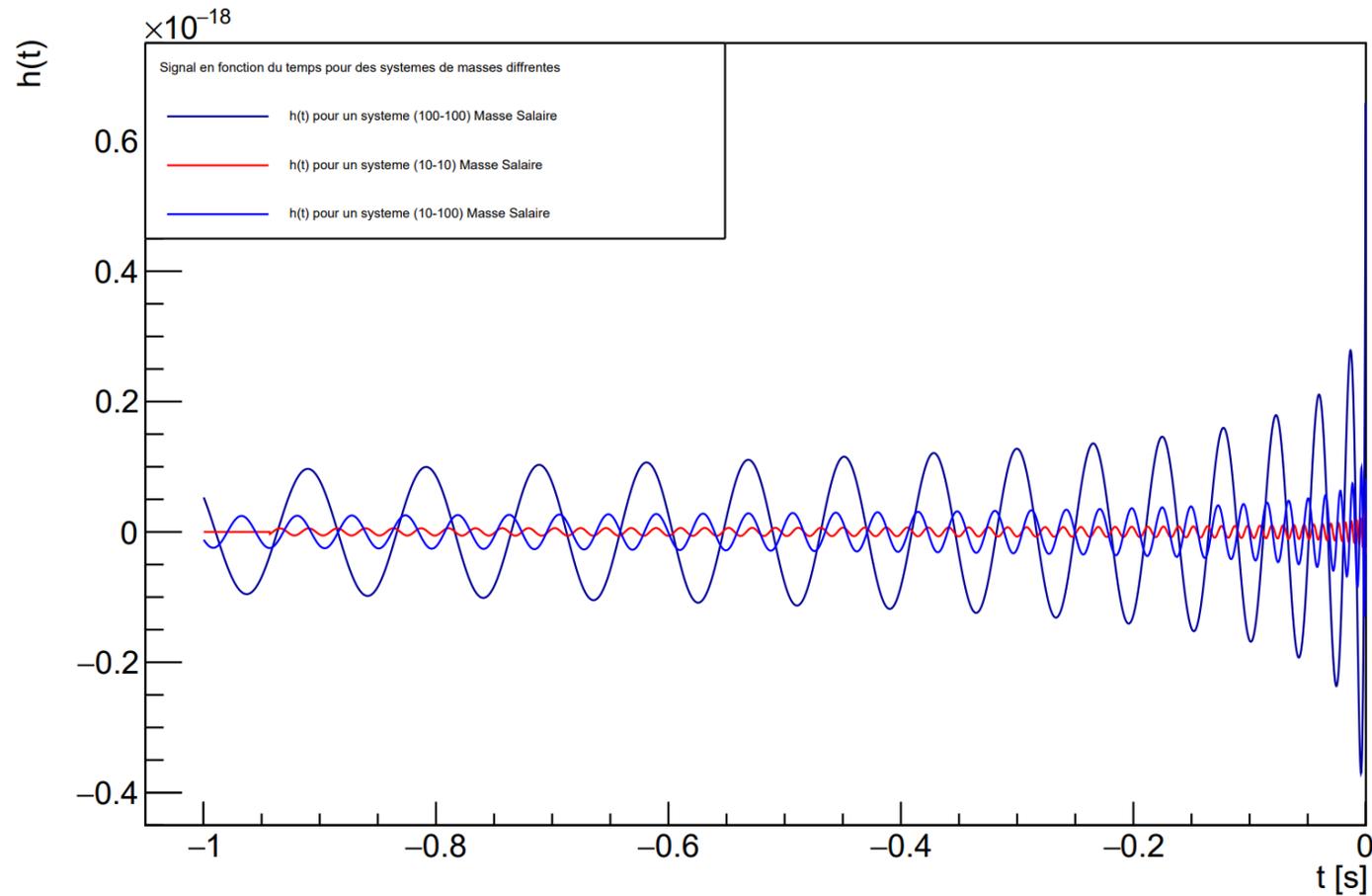
---



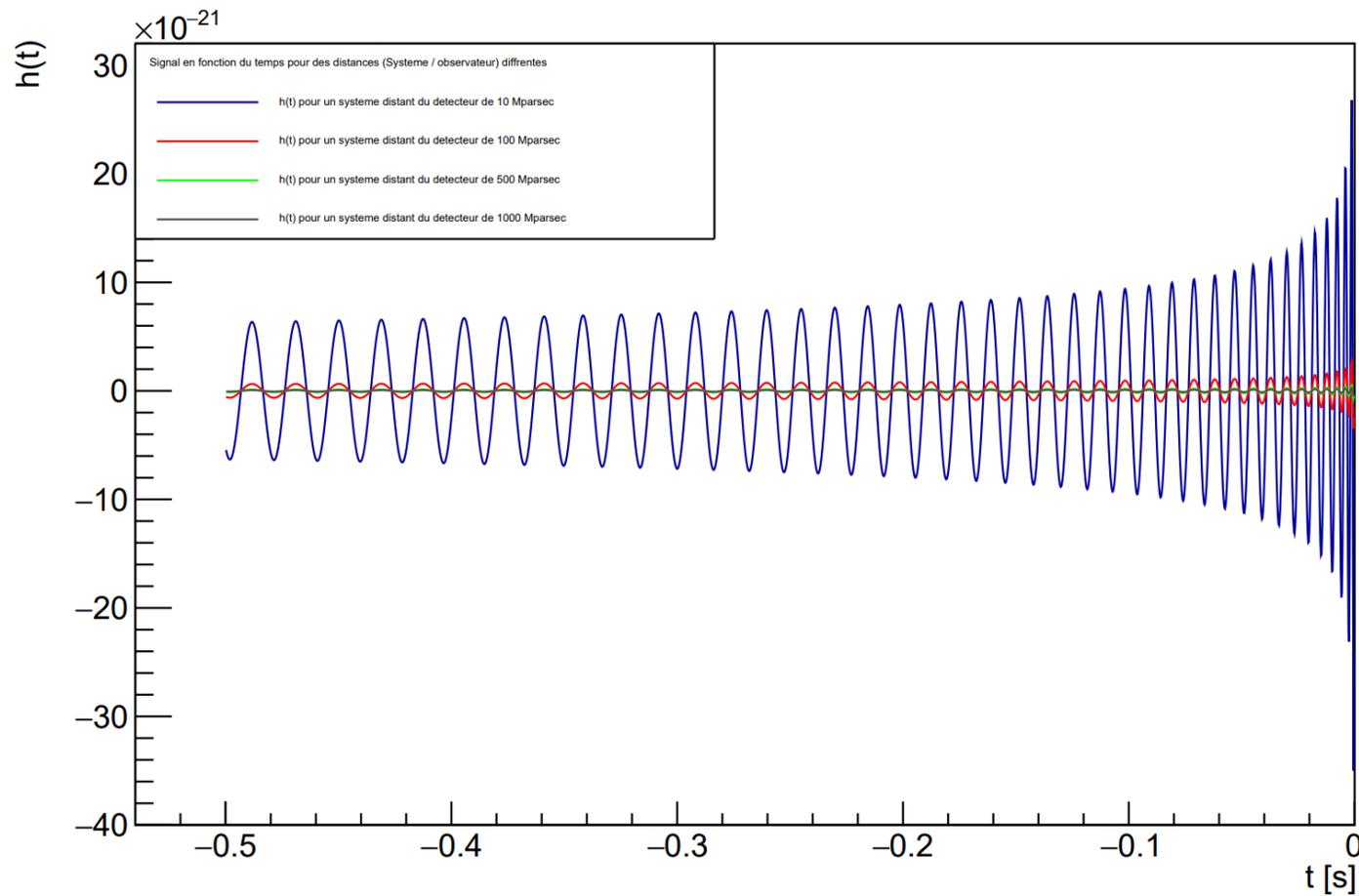
# Quelques Outils

- Environnement Linux
- Initiation au langage orienté objet
- Utilisation de Root

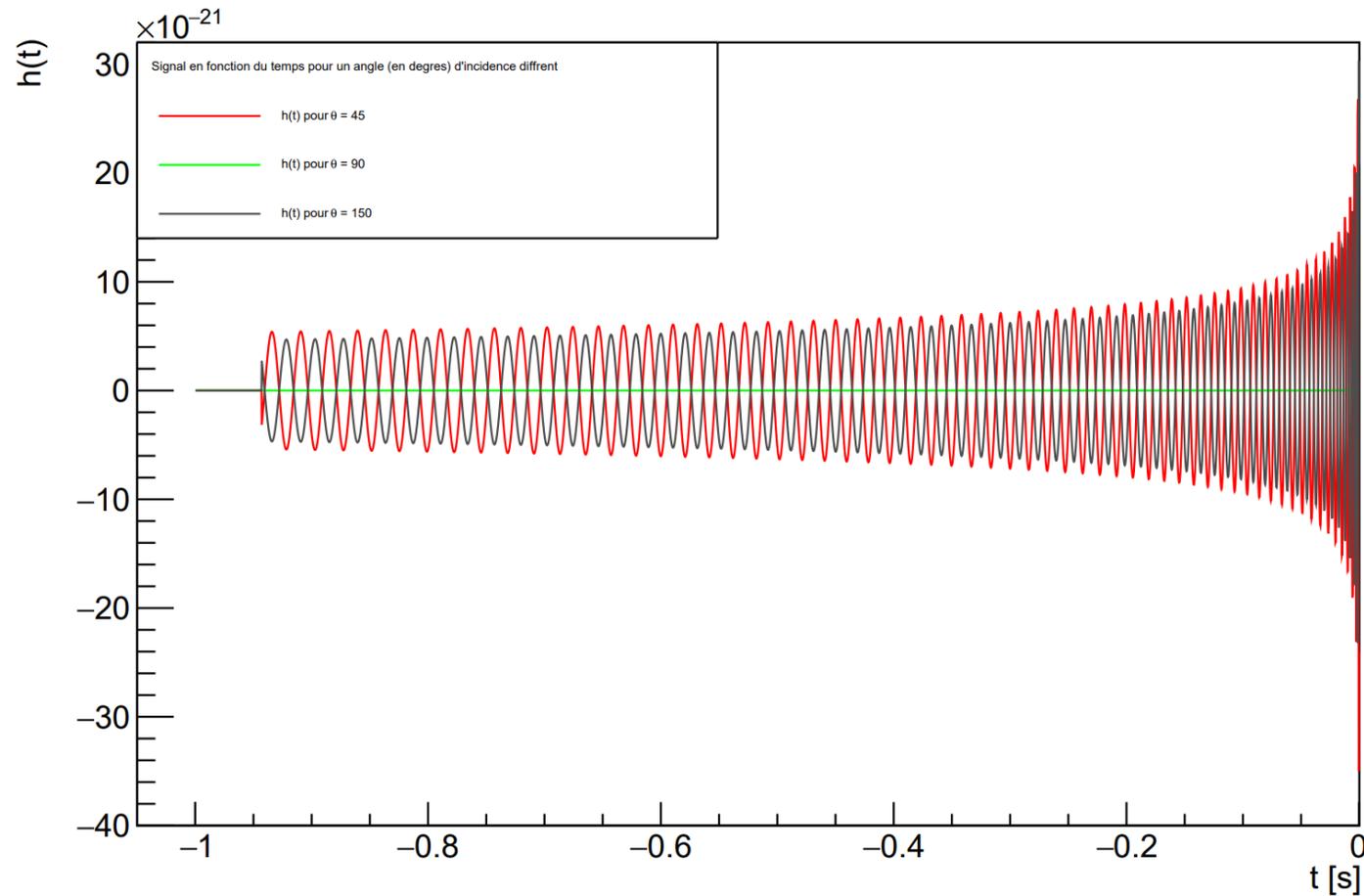
# Signal en fonction du temps



# Signal en fonction du temps



# Signal en fonction du temps



$$h(t) = \frac{\Delta L_z - \Delta L_y}{L} = \frac{\eta(GM)^{\frac{5}{3}} \omega^{\frac{2}{3}}}{4Rc^4} \sin 2\beta \sin 2\theta \cos 2\omega t$$

**Merci de votre attention**

---

