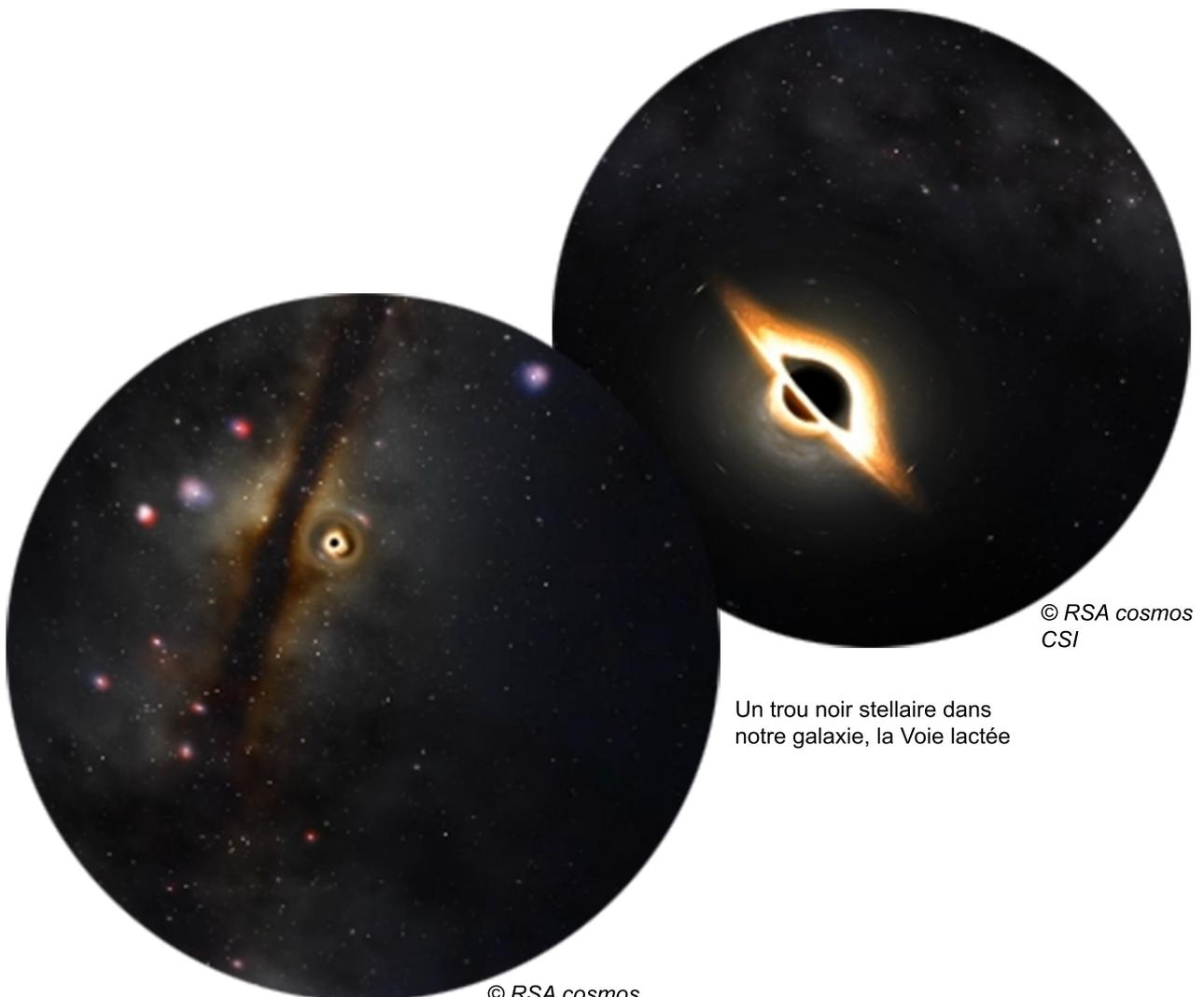


« Trous noirs »

Spectacle présenté par un médiateur scientifique.

Le planétarium et les médiateurs vous proposent une série de spectacles : « Découverte de l'astrophysique », des voyages dans l'univers dont l'objectif est de permettre aux élèves de comprendre les phénomènes astronomiques les plus mystérieux. L'enjeu principal de ces séances est de les initier à la physique des objets célestes et à la démarche scientifique qui permet de les appréhender.

Le premier spectacle de cette série, « Trous noirs », est une invitation au voyage galactique pour s'approcher de ces monstres cosmiques et dévoiler leurs secrets.



Un trou noir stellaire dans notre galaxie, la Voie lactée

© RSA cosmos
C.S.I.

Introduction

Les trous noirs font partie des objets célestes les plus mystérieux mais aussi les plus médiatisés. Vedettes de nombreux livres et films de science - fiction, leur réalité est maintenant bien avérée. Cette séance permet de découvrir différents types de trous noirs : les trous noirs stellaires et les trous noirs supermassifs situés au cœur des galaxies. Il permet de comprendre leur nature, leur influence sur leur environnement et les méthodes utilisées pour les détecter. Ce cheminement dans la physique d'aujourd'hui se fera lors d'un voyage en totale immersion.

Contenu pédagogique de la séance

1) Vie et mort des étoiles

Les trous noirs stellaires sont issus de l'effondrement des étoiles les plus massives en fin d'évolution, replaçons les dans le cadre de la « vie » des étoiles.

Nous commençons ce voyage en présentant l'évolution des étoiles en fonction de leur masse et en répondant à ces questions :

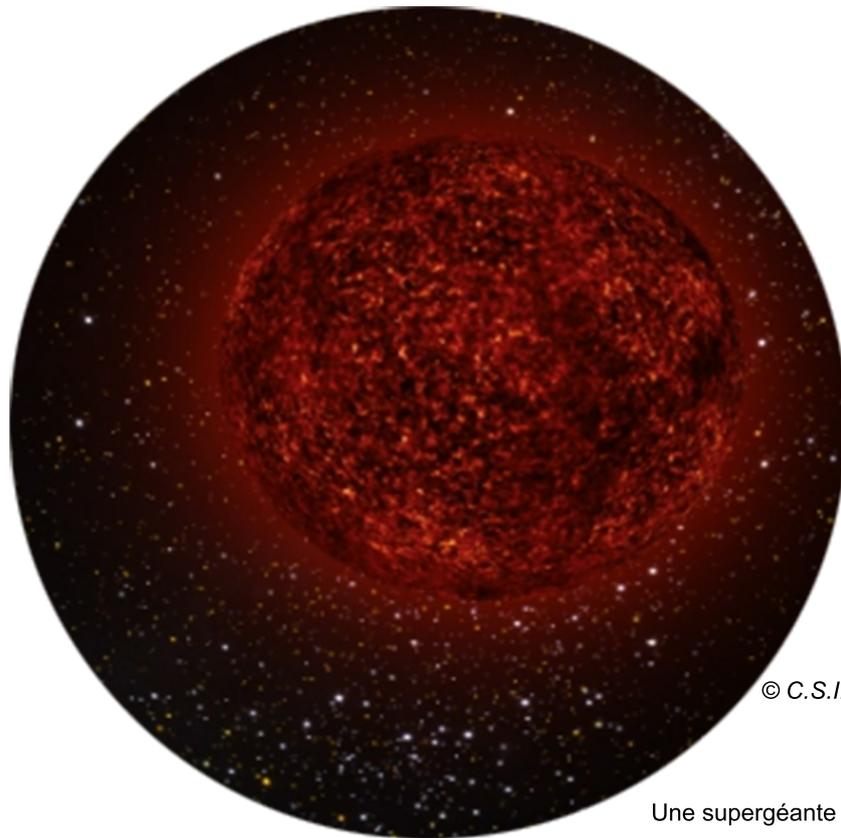
Qu'est-ce qu'une étoile ?

Comment produit - elle de l'énergie ?

Quels sont les mécanismes physiques intervenant dans son équilibre ?

Quelle est l'importance de sa masse ?

Quels sont les différents cas de « morts » d'étoiles ?



© C.S.I.

Une supergéante rouge

- **Notions abordées :**

Masse - Agitation des particules - Température - Luminosité -
Couleur des étoiles - Gravitation - Fusions thermonucléaires -
Structure interne et répartition des éléments -
Durée de vie et évolution des étoiles en fonction de leur masse.

- **Mots clefs :**

Année lumière - Vents stellaires - Nébuleuses - Nébuleuses planétaires -
Naines jaunes - Naines blanches - Naines noires - Géantes et supergéantes rouges -
Supernovae - Etoiles à neutrons - Pulsars - Trous noirs stellaires.

Contenu pédagogique de la séance

2) Les trous noirs stellaires

Contrairement à ce qu'indique ce terme, les trous noirs ne sont pas des trous mais des objets dont la masse est très compactée.

Rien ne peut ressortir d'un trou noir, ni la matière, ni la lumière d'où le terme « trou noir ».

Quelles sont les caractéristiques des trous noirs stellaires ?

Que se passe-t-il si on s'approche trop près d'eux ?

Est-il possible de sortir de l'ergosphère ?

Quels chemins trouve-t-on après l'horizon des événements ?

Pourquoi la lumière ne peut-elle pas ressortir des trous noirs ?



Trous noirs, disques d'accrétion et mirages gravitationnels

© RSA cosmos
C.S.I.

- **Notions abordées :**

Masse - Volume - Rayon de Schwarzschild -

Agitation de la matière - Température -

Détection du rayonnement X

- **Mots clefs :**

Disque d'accrétion - Horizon des événements -

Ergosphère - Singularité

Contenu pédagogique de la séance

3) Gravitation et distorsions d'espace-temps

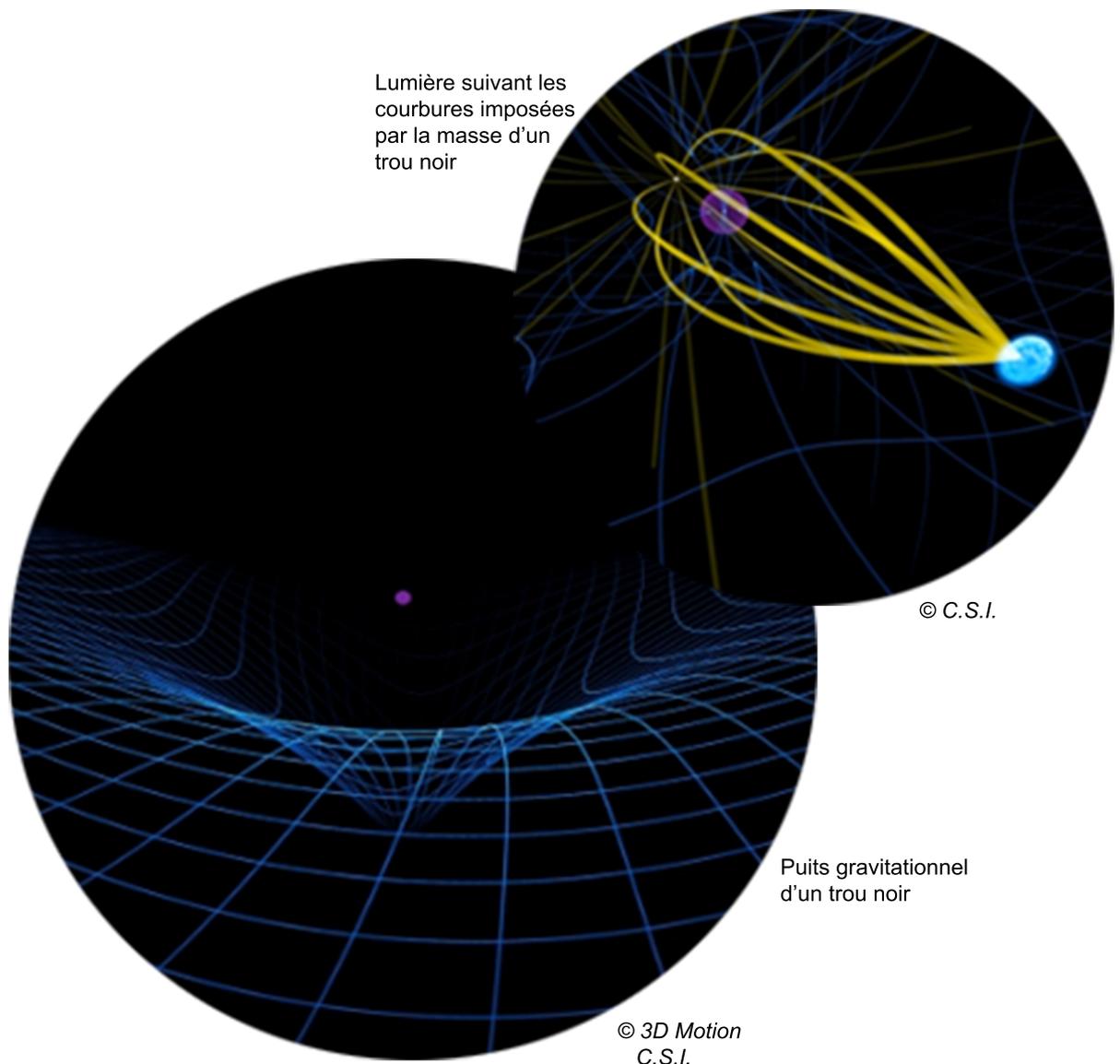
Pour comprendre les trous noirs il faut se familiariser avec la gravitation telle qu'elle est présentée par Einstein.

Dans le cadre de la Relativité Générale, les masses des objets célestes distordent le tissu espace-temps. Ces courbures sont elles-mêmes la gravitation.

Comment les astres distordent-ils l'espace-temps en fonction de leur masse ?

Pourquoi matière et lumière dépassant l'horizon d'un trou noir ne peuvent - elles plus en ressortir ?

Comment la lumière voyage t-elle dans l'environnement d'un trou noir ?



- **Notions abordées :**

Gravitation selon Newton - Gravitation selon Einstein -
Tissu espace-temps - continuum spatio-temporel -

- **Mots clefs :**

Relativité Générale - Puits gravitationnels - Distorsions d'espace-temps -
Mirages gravitationnels - Dilatation du temps - Etoiles gelées -

Contenu pédagogique de la séance

4) Les trous noirs galactiques

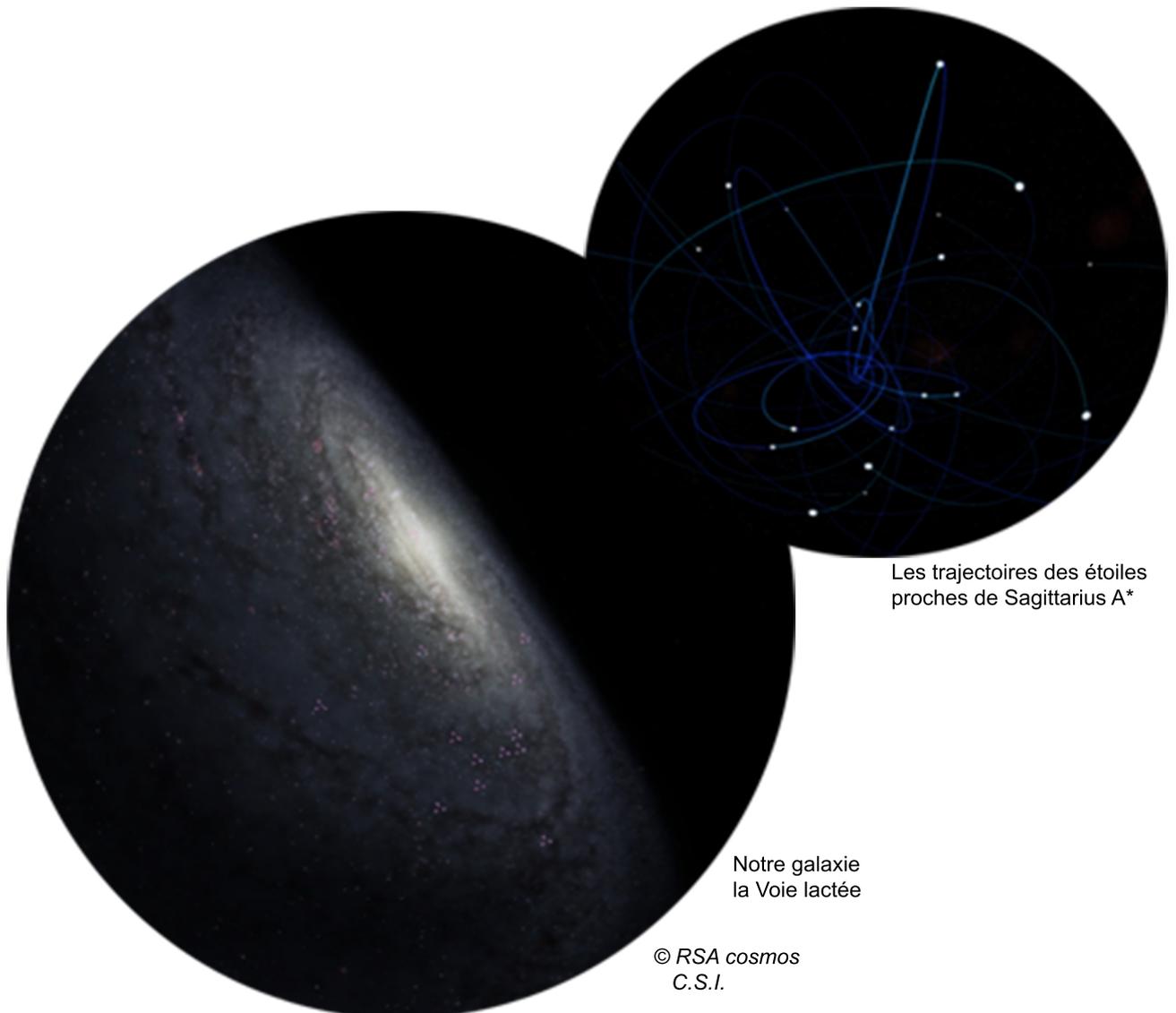
Après un grand voyage dans notre galaxie, la Voie lactée, nous plongeons vers sa région centrale où se trouve le trou noir supermassif Sagittarius A* .
Ensuite nous découvrons d'autres galaxies et en particulier une galaxie géante dotée d'un trou noir supermassif qui participe à son évolution.

Quelles sont les caractéristiques de Sagittarius A* ?

Par quelles méthodes pouvons - nous l'étudier ?

Quelle est la structure de la galaxie géante Centaurus A et de son trou noir supermassif ?

Comment les trous noirs jouent-ils un rôle dans l'évolution des galaxies ?



- **Notions abordées :**

Rayonnement X, radio et IR -

Déduction de la masse d'un trou noir par l'observation des orbites stellaires -

Disque de matière autour de trous noirs supermassifs et production de jets de matière

- **Mots clefs :**

Bulbe galactique - Caractérisation d'un trou noir - Champ magnétique -

Trous noirs ultramassifs

Contenu pédagogique de la séance

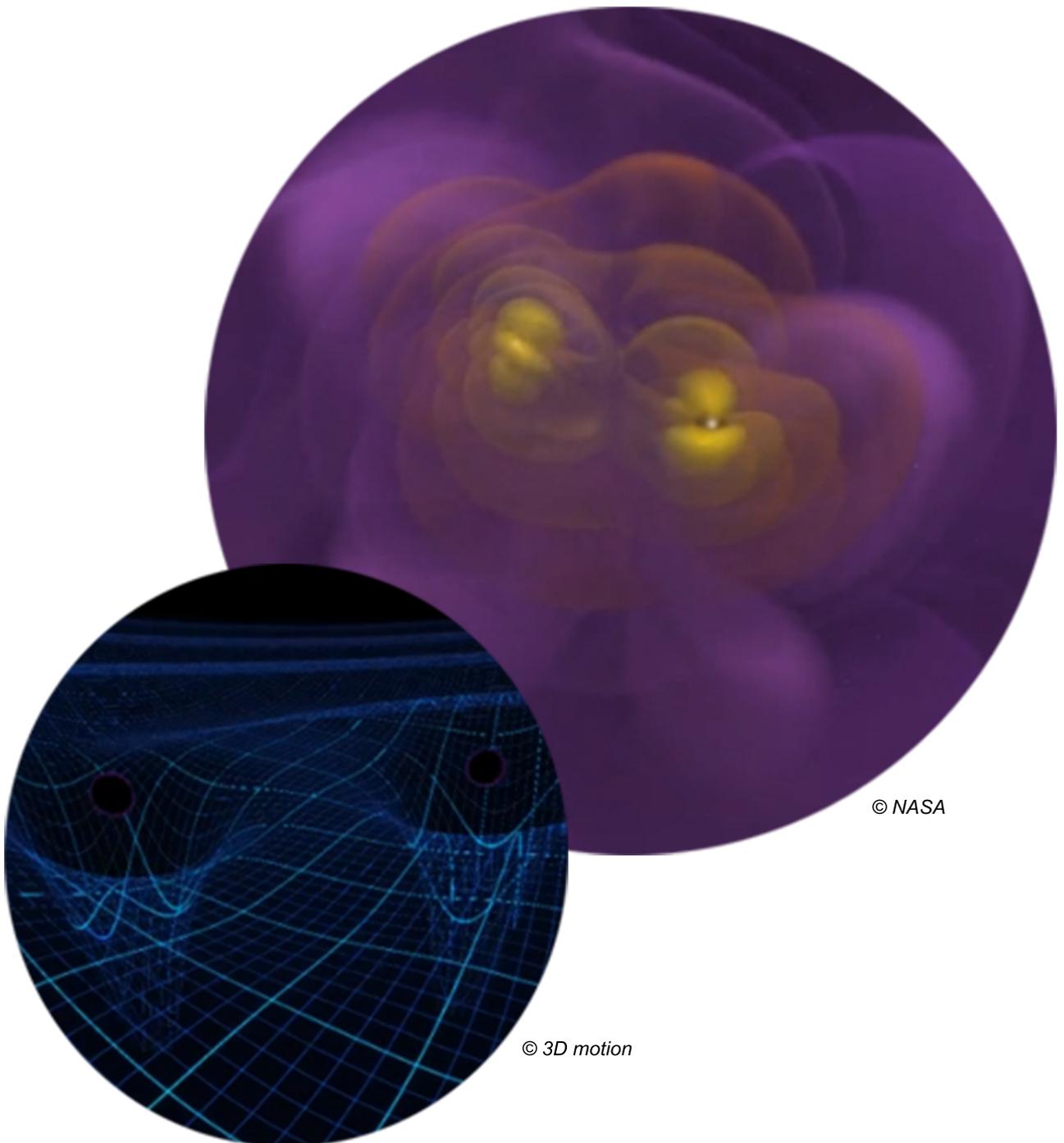
5) Les ondes gravitationnelles

Depuis 2015, plusieurs séries d'ondes gravitationnelles résultant de la collision de trous noirs ont été observées. Elles représentent une confirmation de la Relativité Générale d'Einstein et de l'existence des trous noirs.

Comment évoluent - elles dans l'espace-temps ?

Quelle est leur influence sur notre planète et comment pouvons - nous les détecter ?

Que nous apprennent-elles sur les trous noirs ?



- **Notions abordées :**

Caractéristiques et détection des ondes gravitationnelles.

- **Mots clefs :**

Déformations espace-temps - Vitesse de la lumière - Marées - Lasers - LIGO - VIRGO