

# LA GRAVITÉ : DE LA POMME AUX TROUS NOIRS

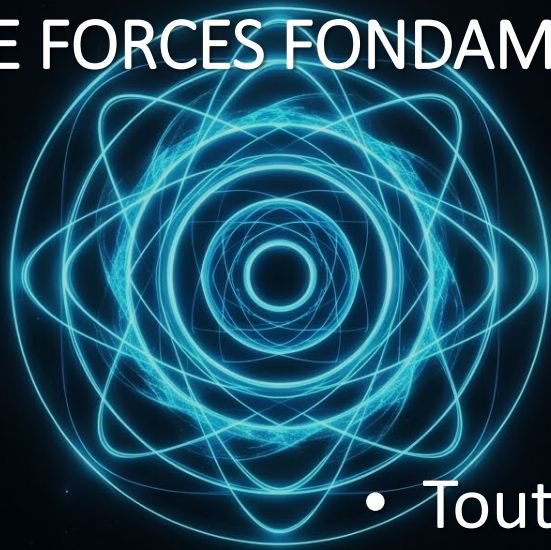


- Une force qui nous colle au sol
- La même qui tient les galaxies
- De Newton à Einstein
- Jusqu'aux objets les plus extrêmes





# LES QUATRE FORCES FONDAMENTALES



- Tout l'Univers tient sur quatre forces
- Gravitation, électromagnétisme
- Interaction forte, interaction faible
- Chacune a son rôle précis





# INTERACTIONS FORTE ET FAIBLE : L'INFINIMENT PETIT

- La forte colle les noyaux atomiques
- Très puissante, mais très courte portée
- La force faible gouverne la radioactivité
- Elle fait briller les étoiles





# L'ÉLECTROMAGNÉTISME : LA FORCE DU QUOTIDIEN



- La lumière, l'électricité, le magnétisme
- Une seule et même force
- Elle tient les atomes ensemble
- Bien plus forte que la gravité



# LA GRAVITÉ : LA PLUS FAIBLE DE TOUTES

- La plus faible des quatre forces
- Mais elle agit à l'infini
- Toujours attractive, jamais répulsive
- C'est elle qui gagne à grande échelle



# LA POMME ET LA LUNE : L'IDÉE DE NEWTON

- Newton, vers 1666, une intuition
- La pomme tombe, la Lune aussi
- La même force pour les deux
- Le ciel et la Terre, unis





# TOMBER SANS JAMAIS TOUCHER LE SOL

- Lancez une pierre : elle retombe
- Lancez-la plus fort : plus loin
- Assez fort : elle tourne autour
- C'est ça, une orbite





# LA LOI UNIVERSELLE DE NEWTON



- Deux masses s'attirent toujours
- Plus elles sont lourdes, plus fort
- Plus elles s'éloignent, plus faible
- Une seule formule pour tout



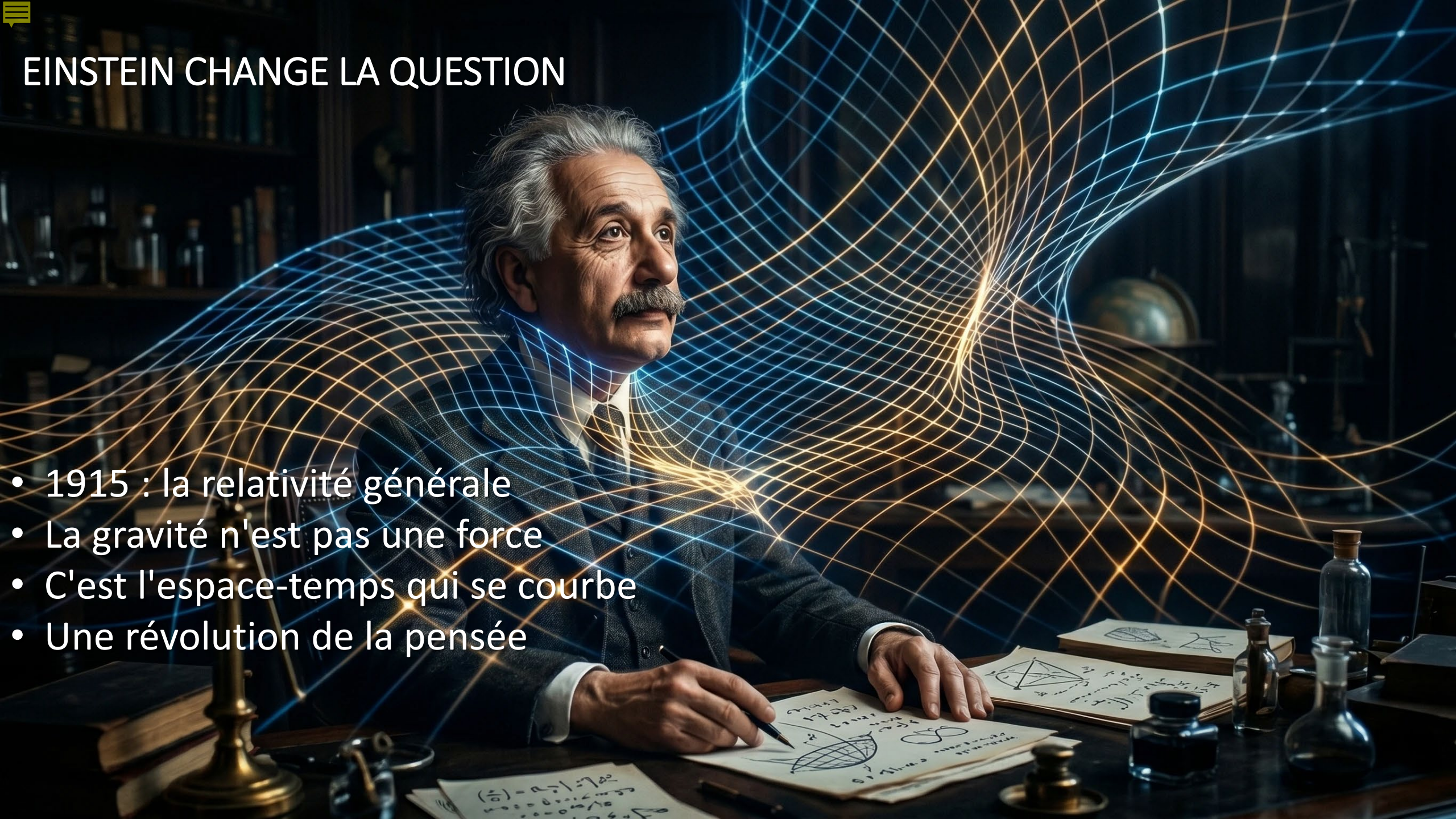
# LA FAILLE : MERCURE DÉSOBÉIT

- Newton prédit presque tout
- Mais l'orbite de Mercure dévie
- Un minuscule écart inexplicable
- La théorie parfaite se fissure



# EINSTEIN CHANGE LA QUESTION

- 1915 : la relativité générale
- La gravité n'est pas une force
- C'est l'espace-temps qui se courbe
- Une révolution de la pensée



# LE DRAP TENDU DE L'ESPACE-TEMPS



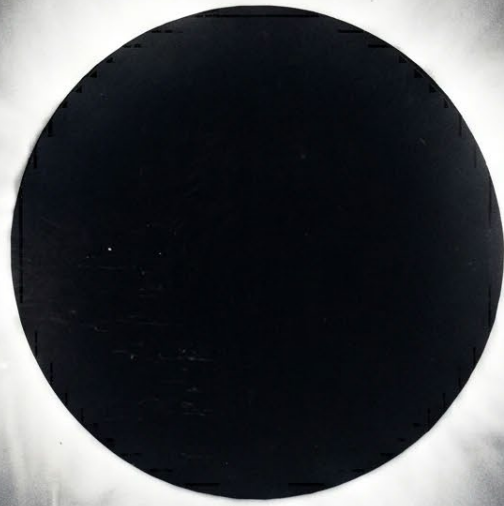
- Imaginez un drap bien tendu
- Posez une boule lourde dessus
- Le drap se creuse autour d'elle
- Les billes roulent vers le creux

# LE TEMPS AUSSI RALENTIT

- La gravité courbe l'espace ET le temps
- Près d'une masse, le temps ralentit
- Vos pieds vieillissent moins vite
- Le GPS doit en tenir compte



# EINSTEIN TRIOMPHE : MERCURE ET LA LUMIÈRE



- La théorie explique enfin Mercure
- 1919 : la lumière se courbe
- Une éclipse confirme Einstein
- Newton dépassé, jamais effacé



# QUAND LA COURBURE DEVIENT EXTRÊME

- Comprimez une masse énorme
- L'espace se creuse de plus en plus
- La pente devient un précipice
- Naissance d'un trou noir



# L'HORIZON DES ÉVÉNEMENTS

- Une frontière invisible, sans retour
- Franchie : la lumière elle-même piégée
- Ni vitesse, ni signal n'en ressort
- Le rayon de Schwarzschild





# LA SINGULARITÉ : LÀ OÙ LA PHYSIQUE S'ARRÊTE

- Au centre : un point infiniment dense
- Espace et temps perdent leur sens
- Nos équations cessent de fonctionner
- La frontière de notre savoir [débattu]



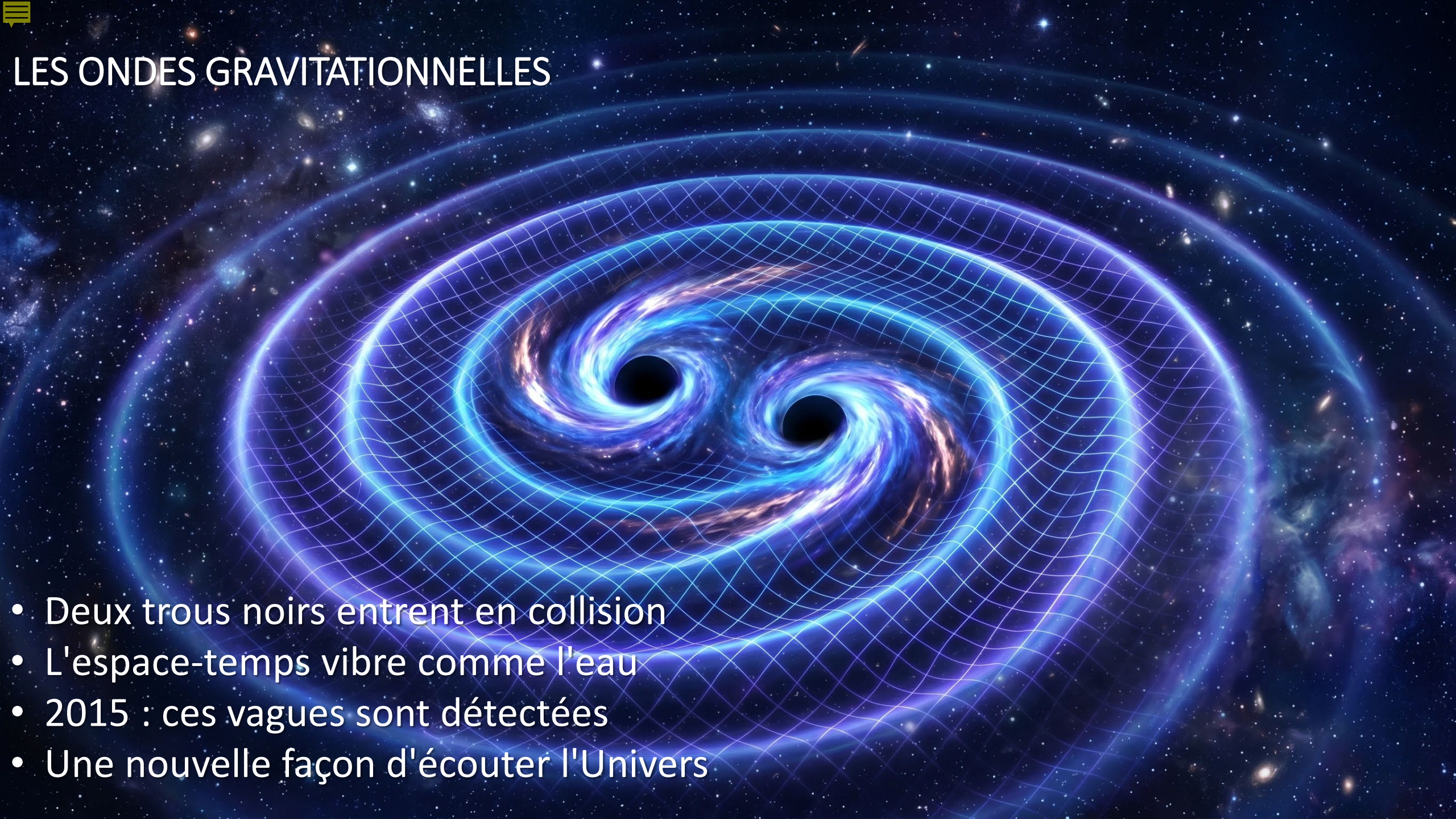
# VOIR L'INVISIBLE : LA PREMIÈRE IMAGE

- 2019 : la première photo d'un trou noir
- Galaxie M87, à 53 millions d'années-lumière
- Un anneau de lumière brûlante
- L'ombre prédite par Einstein



# LES ONDES GRAVITATIONNELLES

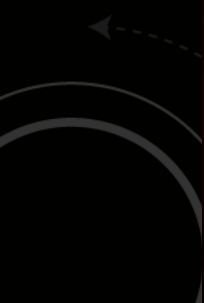
- Deux trous noirs entrent en collision
- L'espace-temps vibre comme l'eau
- 2015 : ces vagues sont détectées
- Une nouvelle façon d'écouter l'Univers





# LE MONSTRE AU CŒUR DES GALAXIES

- Chaque grande galaxie en abrite un
- Des millions voire des milliards de soleils concentrés
- Le nôtre : Sagittarius A\*
- Photographié à son tour en 2022





# UNE SEULE FORCE, DU JARDIN AU COSMOS



- D'une pomme à l'espace-temps courbé
- La plus faible, et pourtant souveraine
- Newton, Einstein, et après ?
- La gravité garde ses secrets

# SOURCES

- Texte : Anthropic Claude Opus 4.8 Élevé
- Illustrations : Google Gemini 3.5 Flash

