

RELATIVITÉ
GÉNÉRALE

Trous
noirs

INTERACTION
FORTE

MÉCANIQUE
QUANTIQUE

Ondes
gravitationnelles

Matière
noire

ÉLECTRODYNAMIQUE
QUANTIQUE

ÉLECTROMAGNÉTISME

GRAVITATION



Énergie
noire

Champ
de Higgs

Graviton

INTERACTION
ÉLECTROFAIBLE

RELATIVITÉ
RESTREINTE

CHROMODYNAMIQUE
QUANTIQUE

THÉORIE QUANTIQUE
DES CHAMPS

INTERACTION
FAIBLE

UN PEU D'ORDRE?

RELATIVITÉ
GÉNÉRALE

Trous
noirs

INTERACTION
FORTE

MÉCANIQUE
QUANTIQUE

Ondes
gravitationnelles

Matière
noire

ÉLECTRODYNAMIQUE
QUANTIQUE

ÉLECTROMAGNÉTISME

GRAVITATION



Énergie
noire

Champ
de Higgs

Graviton

INTERACTION
ÉLECTROFAIBLE

RELATIVITÉ
RESTREINTE

CHROMODYNAMIQUE
QUANTIQUE

THÉORIE QUANTIQUE
DES CHAMPS

INTERACTION
FAIBLE

Interactions
fondamentales:

GRAVITATION

ÉLECTROMAG

FAIBLE

FORTE

Trous
noirs

Matière
noire

Énergie
noire

INTERACTION
FORTE

ÉLECTRODYNAMIQUE
QUANTIQUE

GRAVITATION

RELATIVITÉ
RESTREINTE

THÉORIE QUANTIQUE
DES CHAMPS

RELATIVITÉ
GÉNÉRALE

MÉCANIQUE
QUANTIQUE



Graviton

Champ
de Higgs

CHROMODYNAMIQUE
QUANTIQUE

INTERACTION
FAIBLE

ÉLECTROMAGNÉTISME

INTERACTION
ÉLECTROFAIBLE

Ondes
gravitationnelles

Interactions
fondamentales:

GRAVITATION

ÉLECTROMAG

FAIBLE

FORTE

Théories Cadres:

MÉCANIQUE
CLASSIQUE

RELATIVITÉ
RESTREINTE

MÉCANIQUE
QUANTIQUE

THÉORIE
QUANTIQUE
DES CHAMPS

Trous
noirs

RELATIVITÉ
GÉNÉRALE

Matière
noire

ÉLECTRODYNAMIQUE
QUANTIQUE



Énergie
noire

Champ
de Higgs

Graviton

INTERACTION
ÉLECTROFAIBLE

CHROMODYNAMIQUE
QUANTIQUE

Ondes
gravitationnelles

Interactions fondamentales:

GRAVITATION

ÉLECTROMAG

FAIBLE

FORTE

Théories des interactions fondamentales:

RELATIVITÉ GÉNÉRALE

ÉLECTRODYNAMIQUE QUANTIQUE

ÉLECTROFAIBLE

CHROMODYNAMIQUE QUANTIQUE

Théories Cadres:

MÉCANIQUE CLASSIQUE

RELATIVITÉ RESTREINTE

MÉCANIQUE QUANTIQUE

THÉORIE DES CHAMPS



Énergie noire

Champ de Higgs

Graviton

Ondes gravitationnelles

Trous noirs

Matière noire

Interactions fondamentales:

GRAVITATION

ÉLECTROMAG

FAIBLE

FORTE

Théories des interactions fondamentales:

RELATIVITÉ GÉNÉRALE

ÉLECTROD
QQ

ÉLECTRO
FAIBLE

CHROMOD
QQ

Théories Cadres:

MÉCANIQUE CLASSIQUE

RELATIVITÉ RESTREINTE

MÉCANIQUE QUANTIQUE

THÉORIE QUANTIQUE DES CHAMPS



Concepts « chauds » de l'actualité scientifique:

Ondes gravitationnelles

Trous noirs

Énergie noire

Matière noire

Champ de Higgs

Interactions fondamentales:

GRAVITATION

ÉLECTROMAG

FAIBLE

FORTE

Théories des interactions fondamentales:

RELATIVITÉ GÉNÉRALE

ÉLECTROD
QQ

ÉLECTRO
FAIBLE

CHROMOD
QQ

Théories Cadres:

MÉCANIQUE CLASSIQUE

RELATIVITÉ RESTREINTE

MÉCANIQUE QUANTIQUE

THÉORIE QUANTIQUE DES CHAMPS



Concepts « chauds » de l'actualité scientifique:

Ondes gravitationnelles

Trous noirs

Énergie noire

Matière noire

Champ de Higgs

Observations cruciales:

Accélération de l'expansion de l'Univers

Vitesses de rotations galaxie/amas

+ Masses des particules + faible et EM

Neutrinos: Nature, propriétés

Asymétrie Matière-antimatière

Quelles relations entre les théories ?

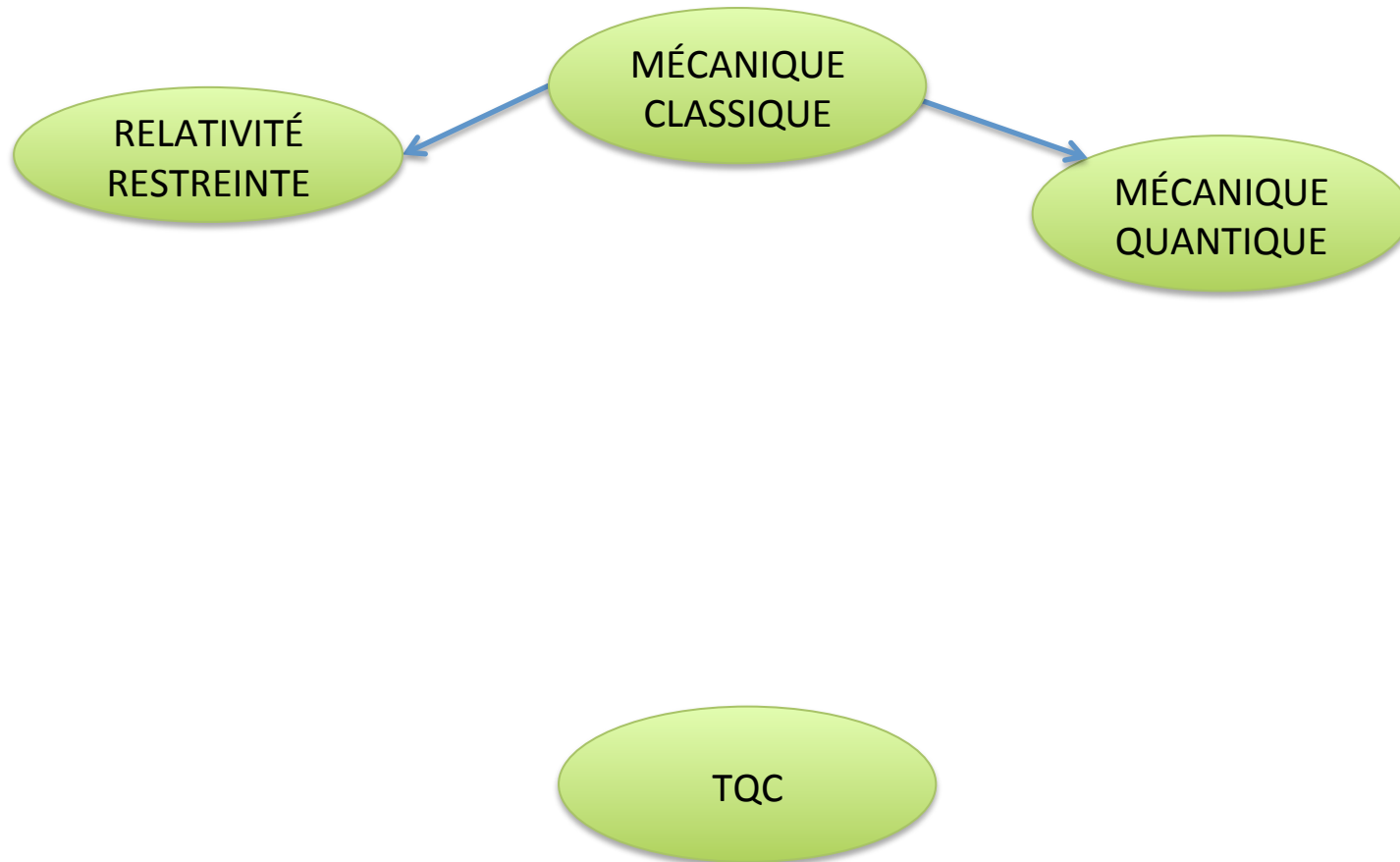


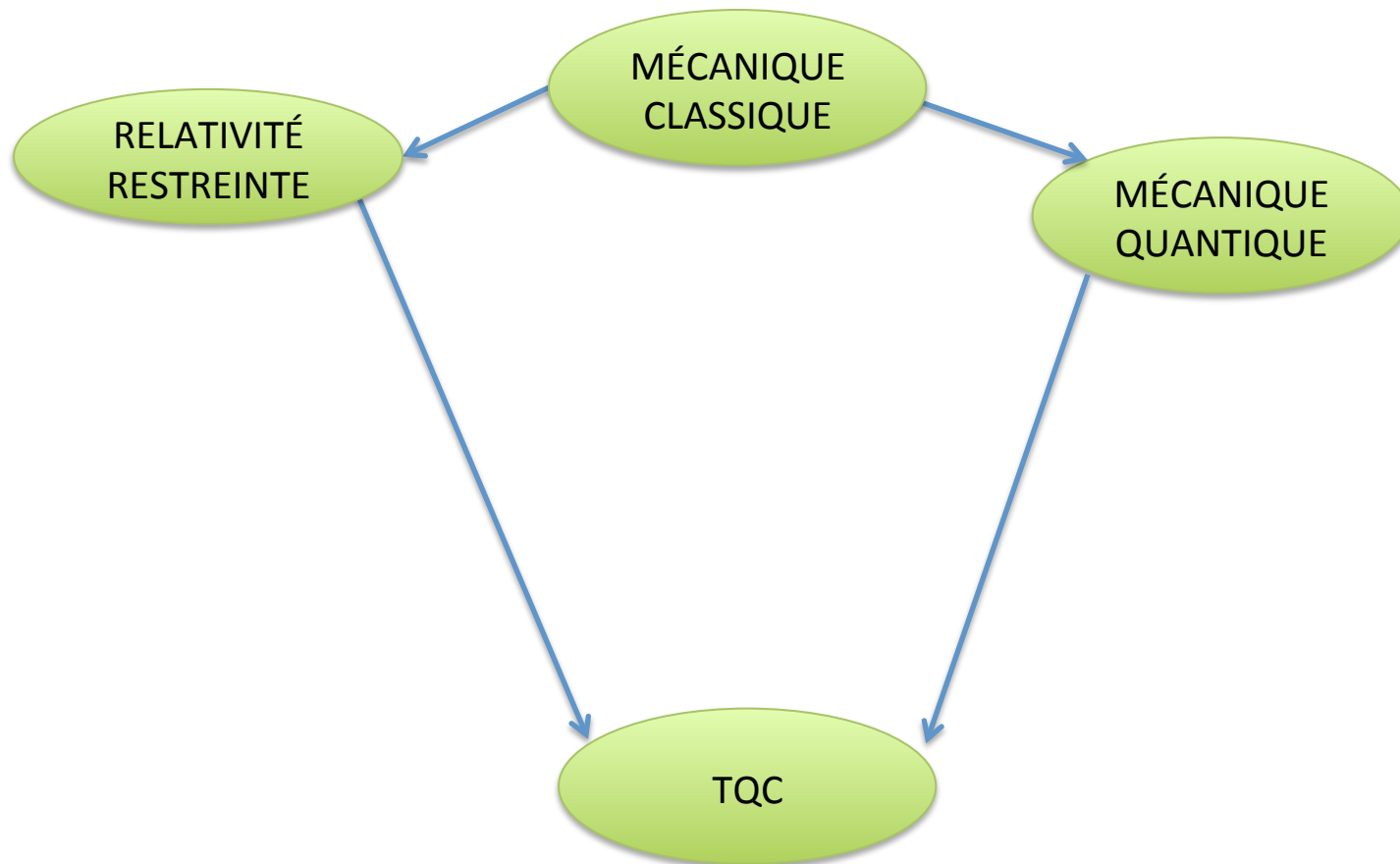
RELATIVITÉ
RESTREINTE

MÉCANIQUE
CLASSIQUE

MÉCANIQUE
QUANTIQUE

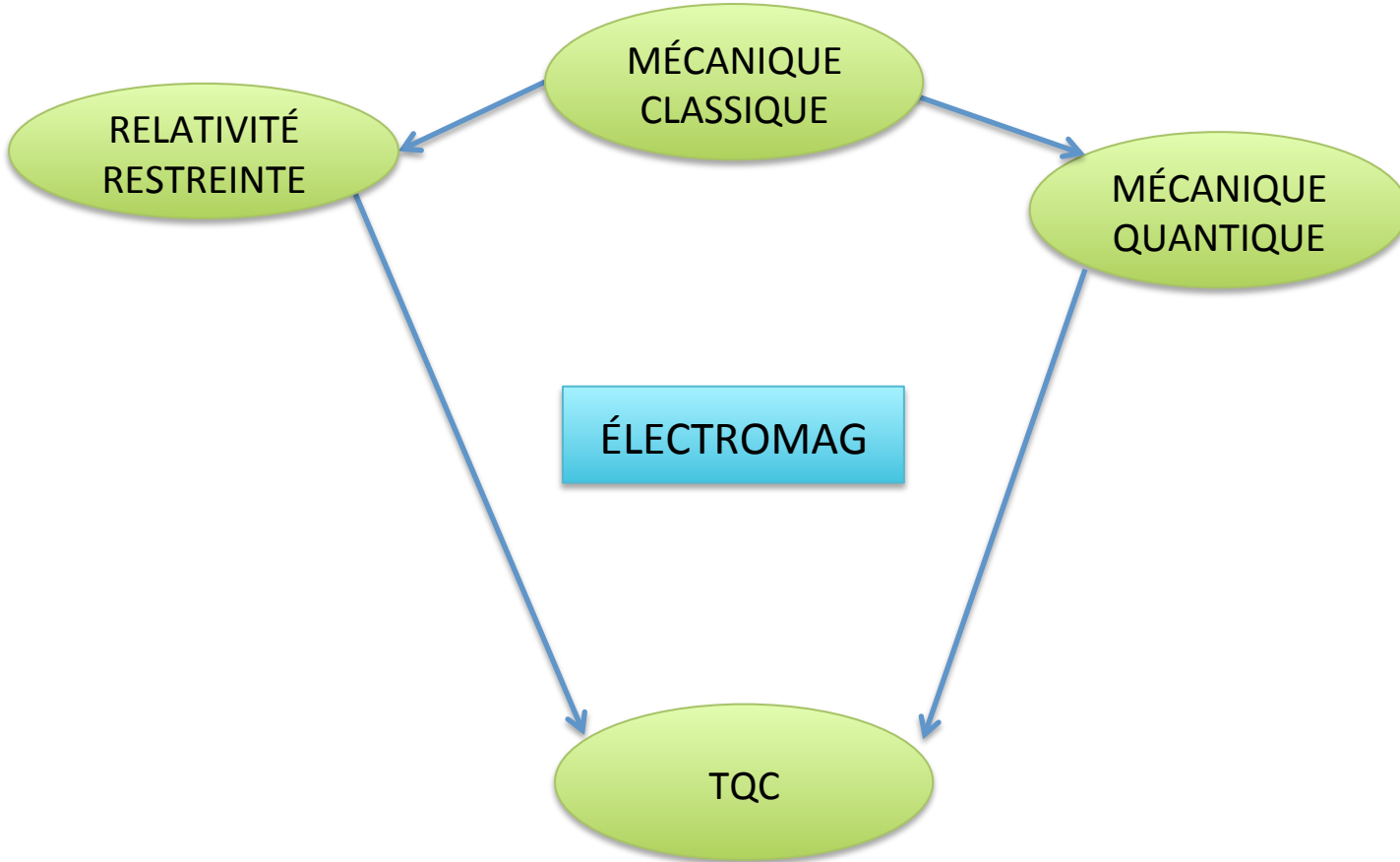
TQC







GRAVITATION



ÉLECTROMAG

FORTE

FAIBLE



GRAVITATION

Théorie de la gravitation

MÉCANIQUE CLASSIQUE

RELATIVITÉ RESTREINTE

Électromag de Maxwell

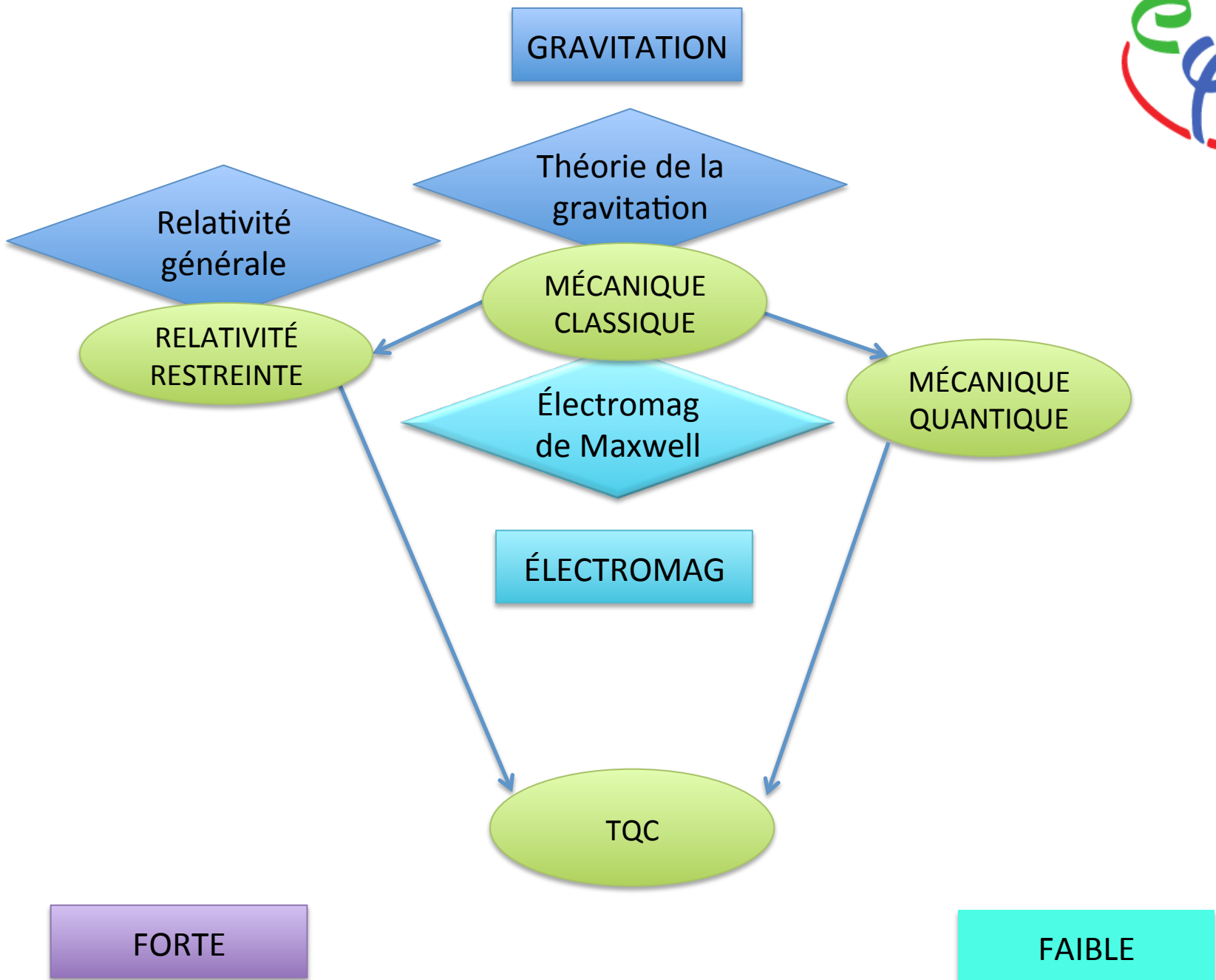
MÉCANIQUE QUANTIQUE

ÉLECTROMAG

TQC

FORTE

FAIBLE





GRAVITATION

Théorie de la gravitation

Relativité générale

MÉCANIQUE CLASSIQUE

RELATIVITÉ RESTREINTE

MÉCANIQUE QUANTIQUE

Électro dynamique relativiste

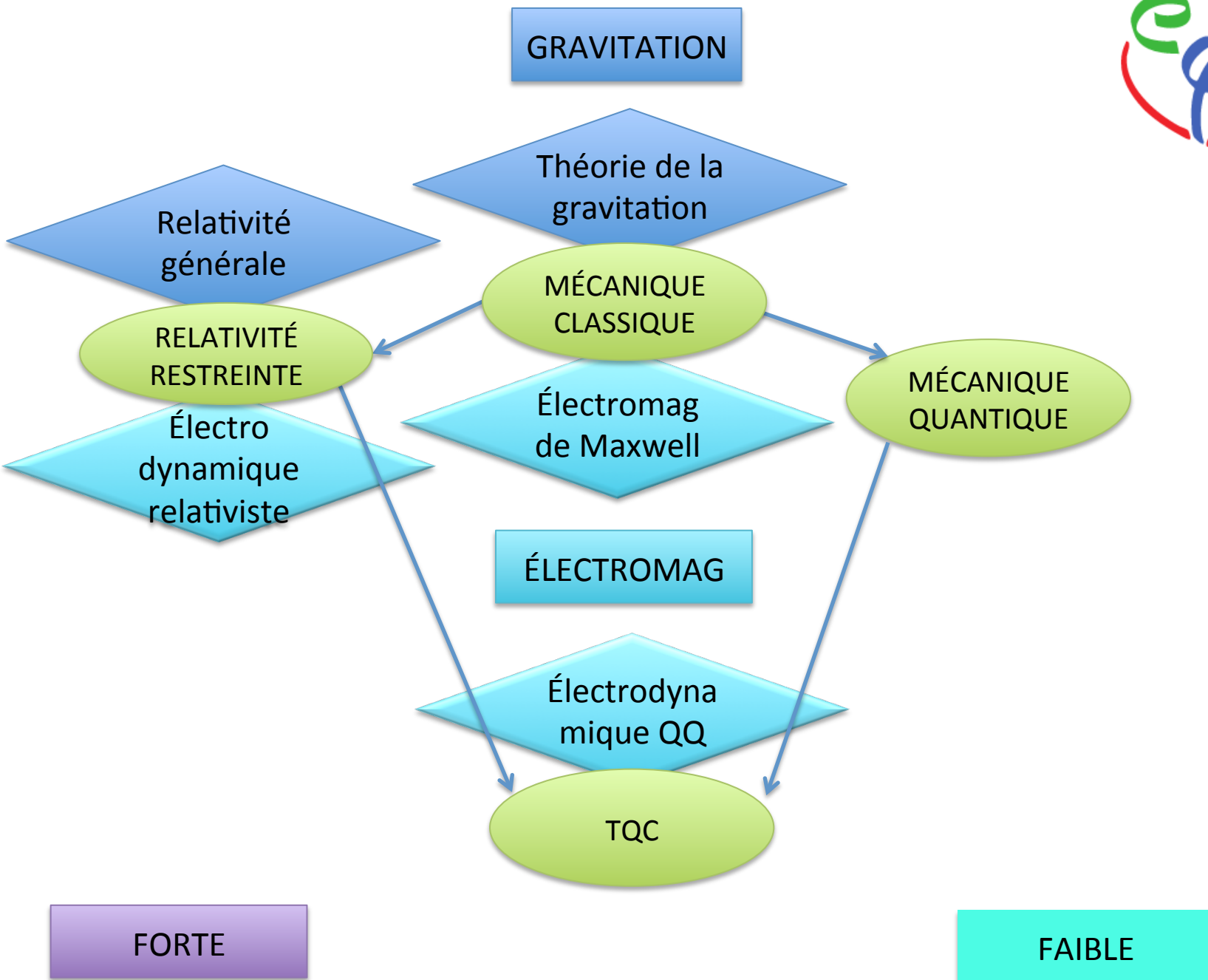
Électromag de Maxwell

ÉLECTROMAG

TQC

FORTE

FAIBLE





GRAVITATION

Théorie de la gravitation

Relativité générale

MÉCANIQUE CLASSIQUE

RELATIVITÉ RESTREINTE

MÉCANIQUE QUANTIQUE

Électromag de Maxwell

Électrodynamique relativiste

ÉLECTROMAG

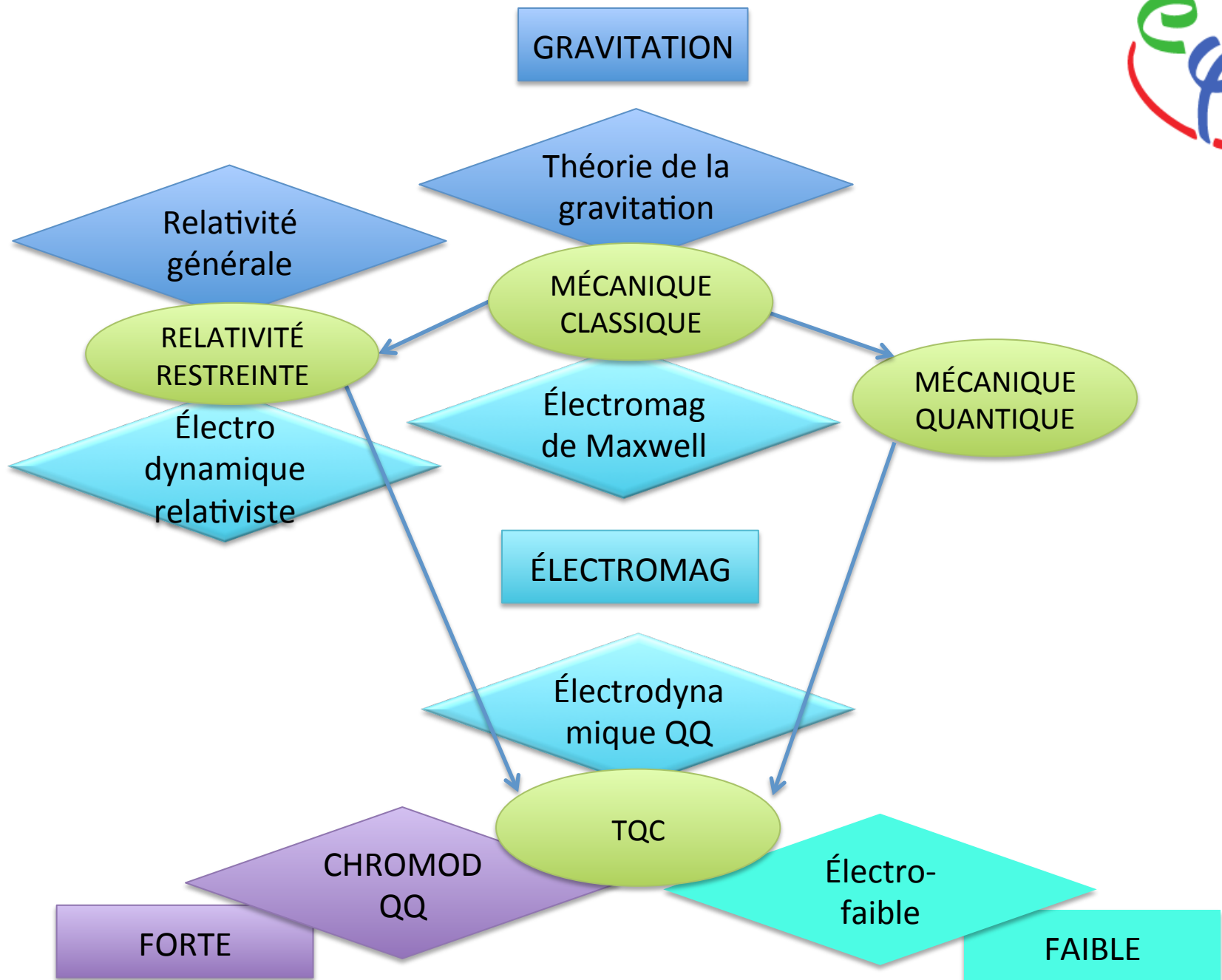
Électrodynamique QQ

TQC

Électro-faible

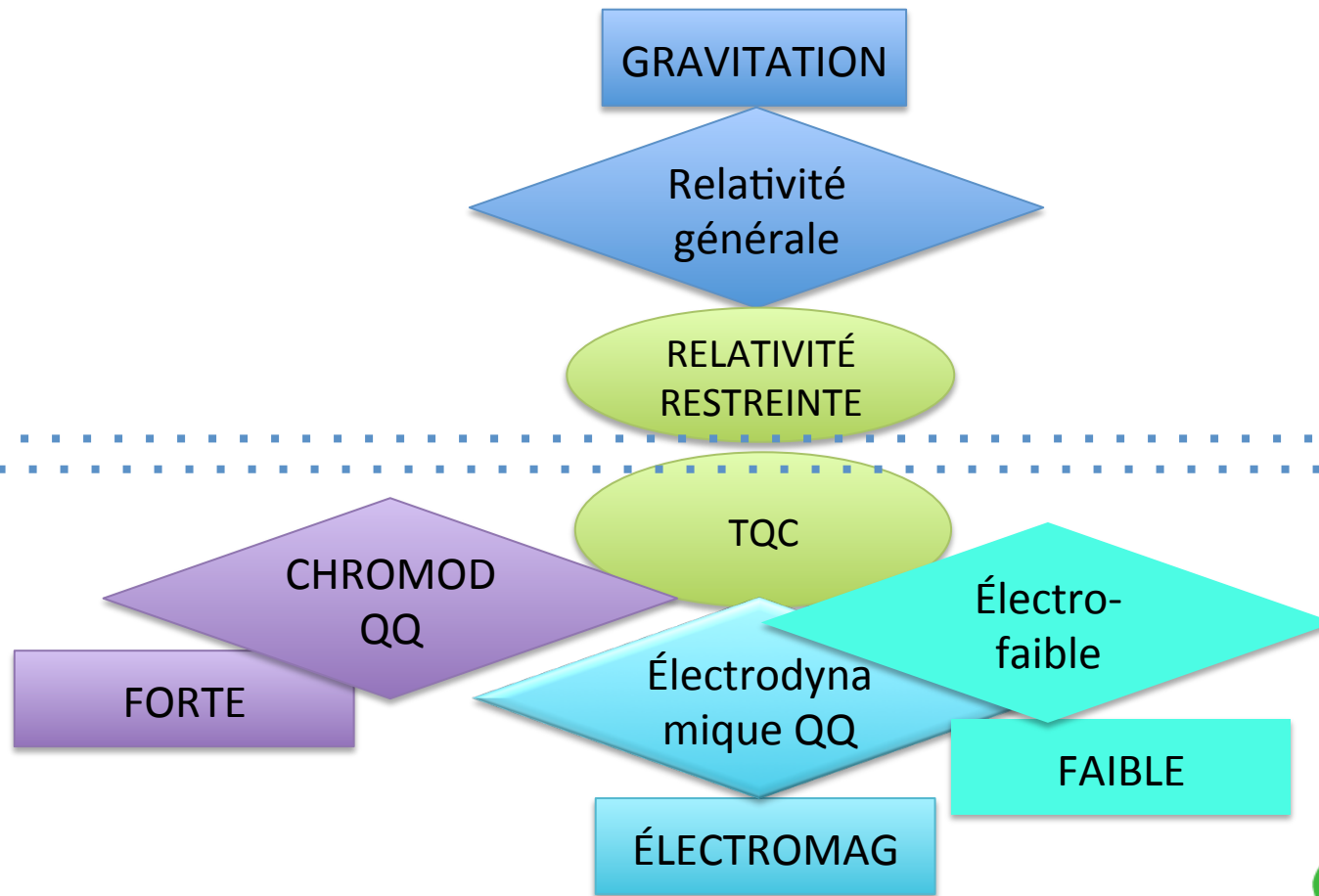
FORTE

FAIBLE

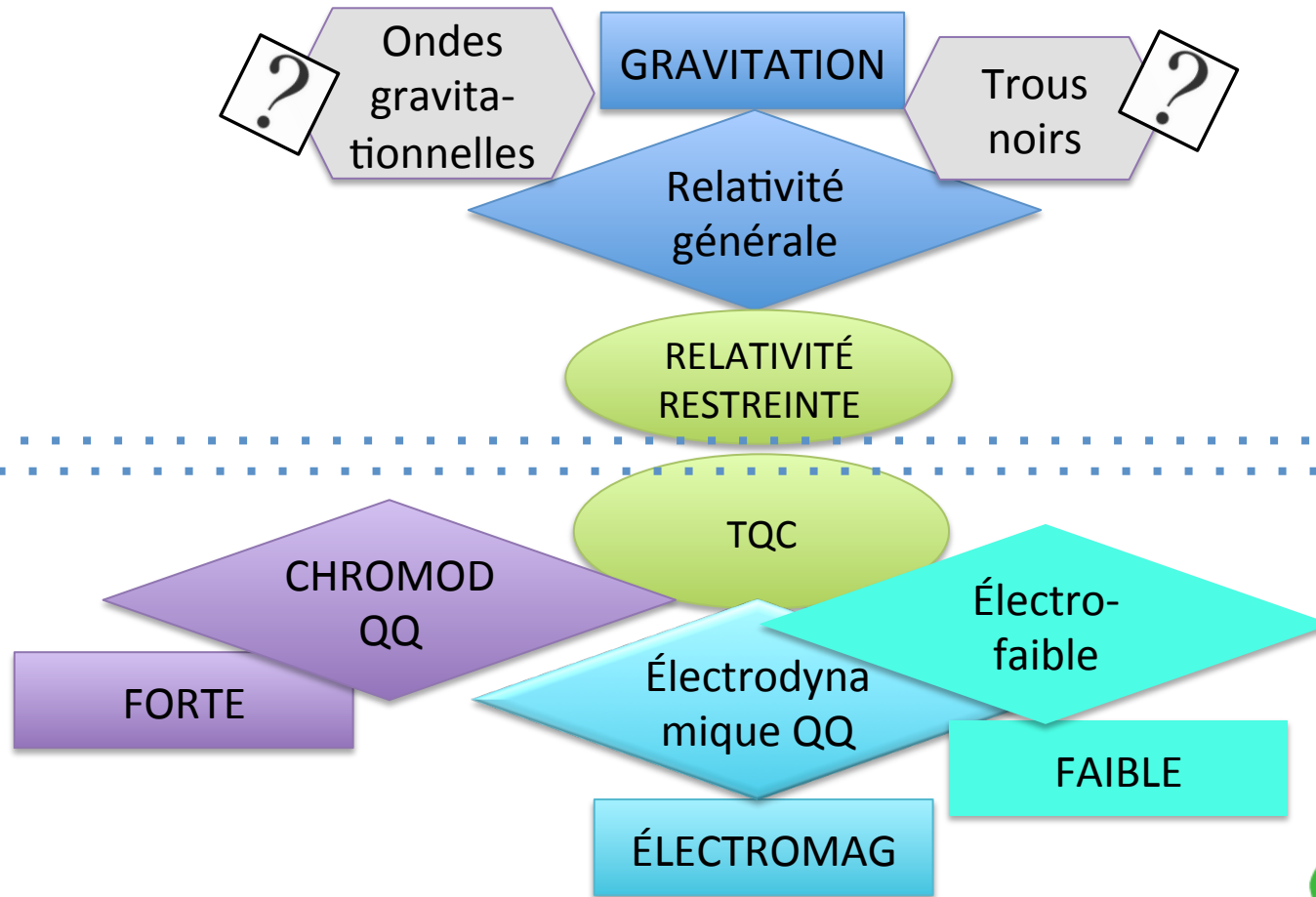


Et

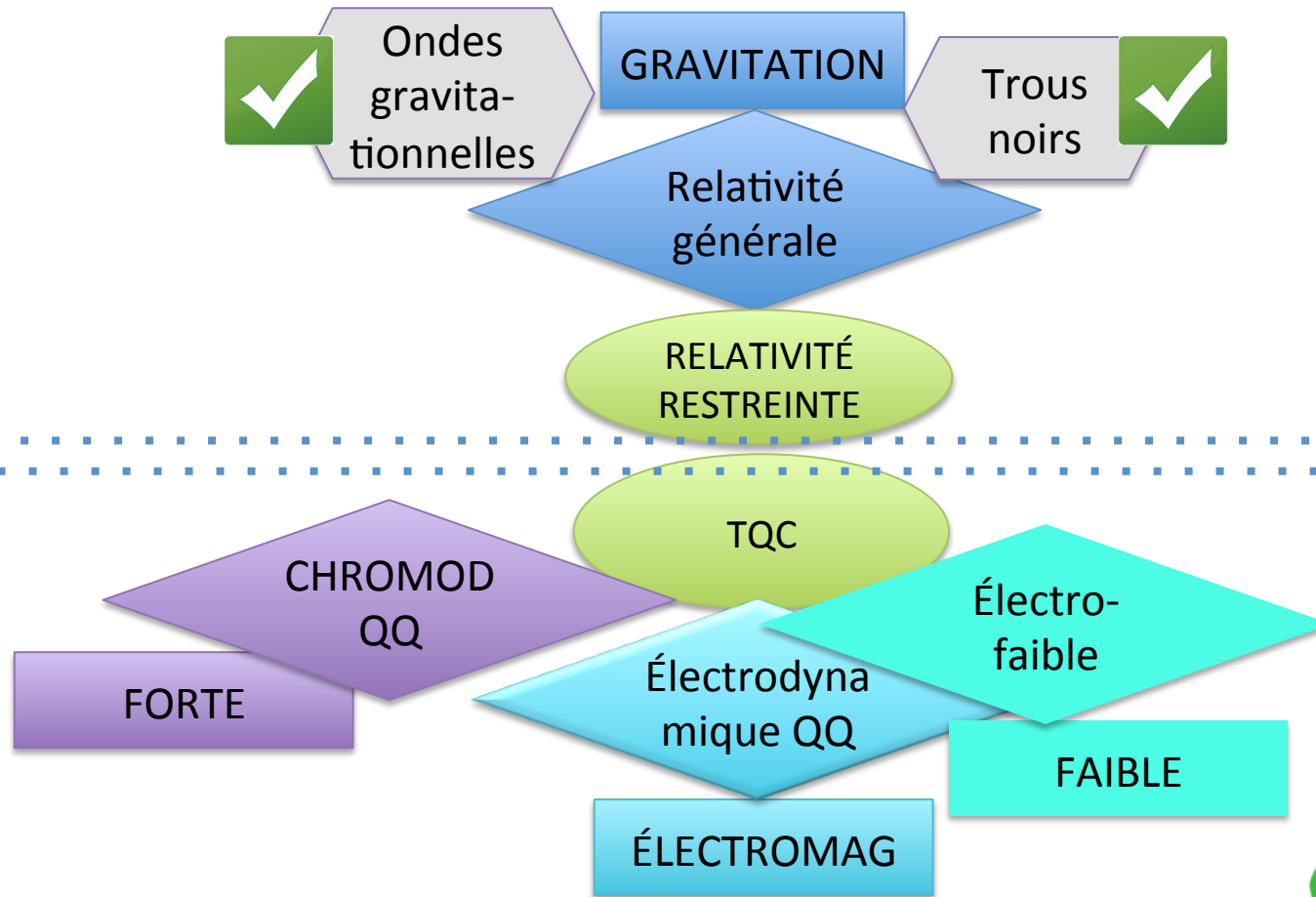
Les sujets « chauds » de l'actualité?



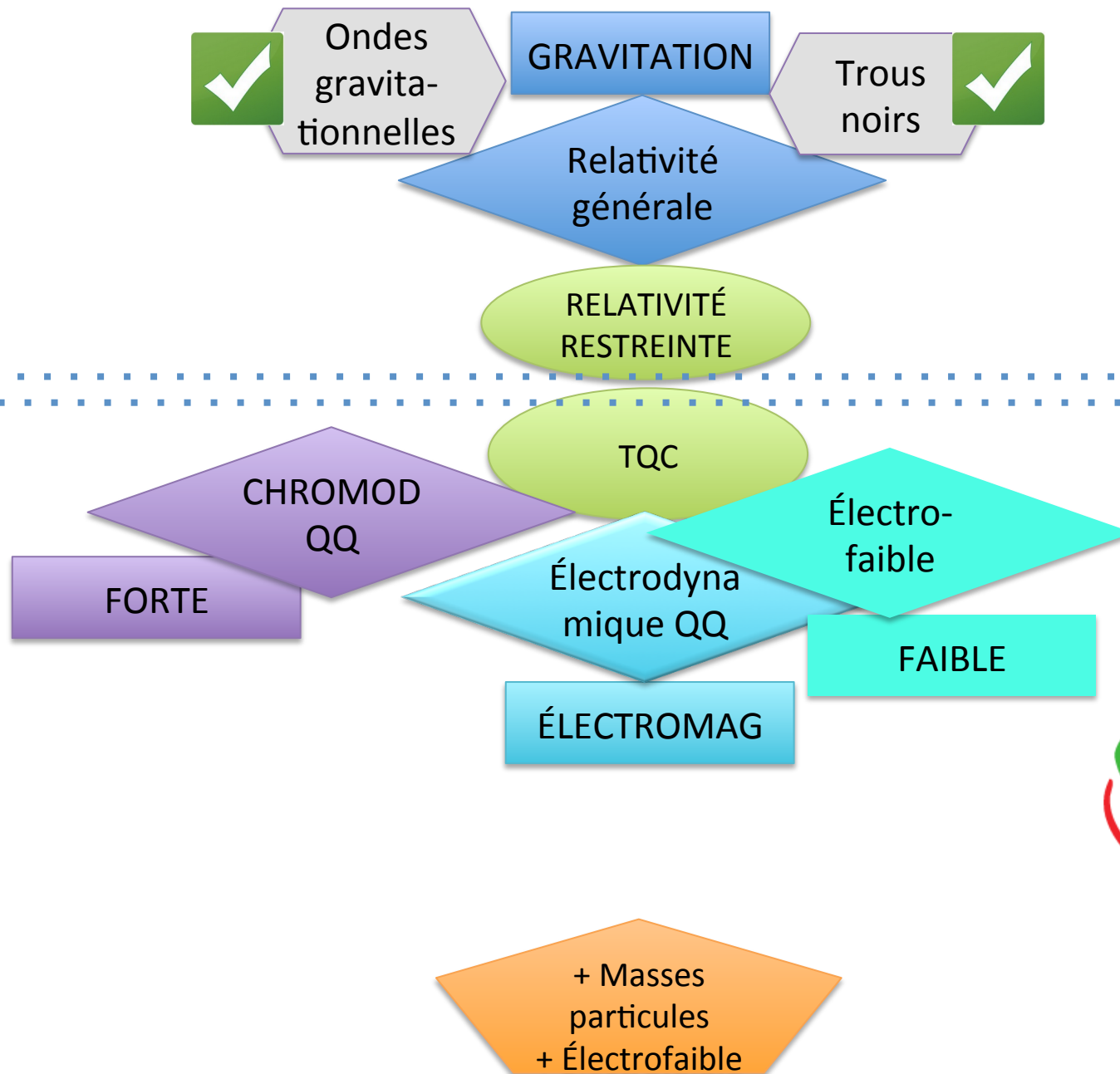
ASTROPHYSIQUE ET COSMOLOGIE



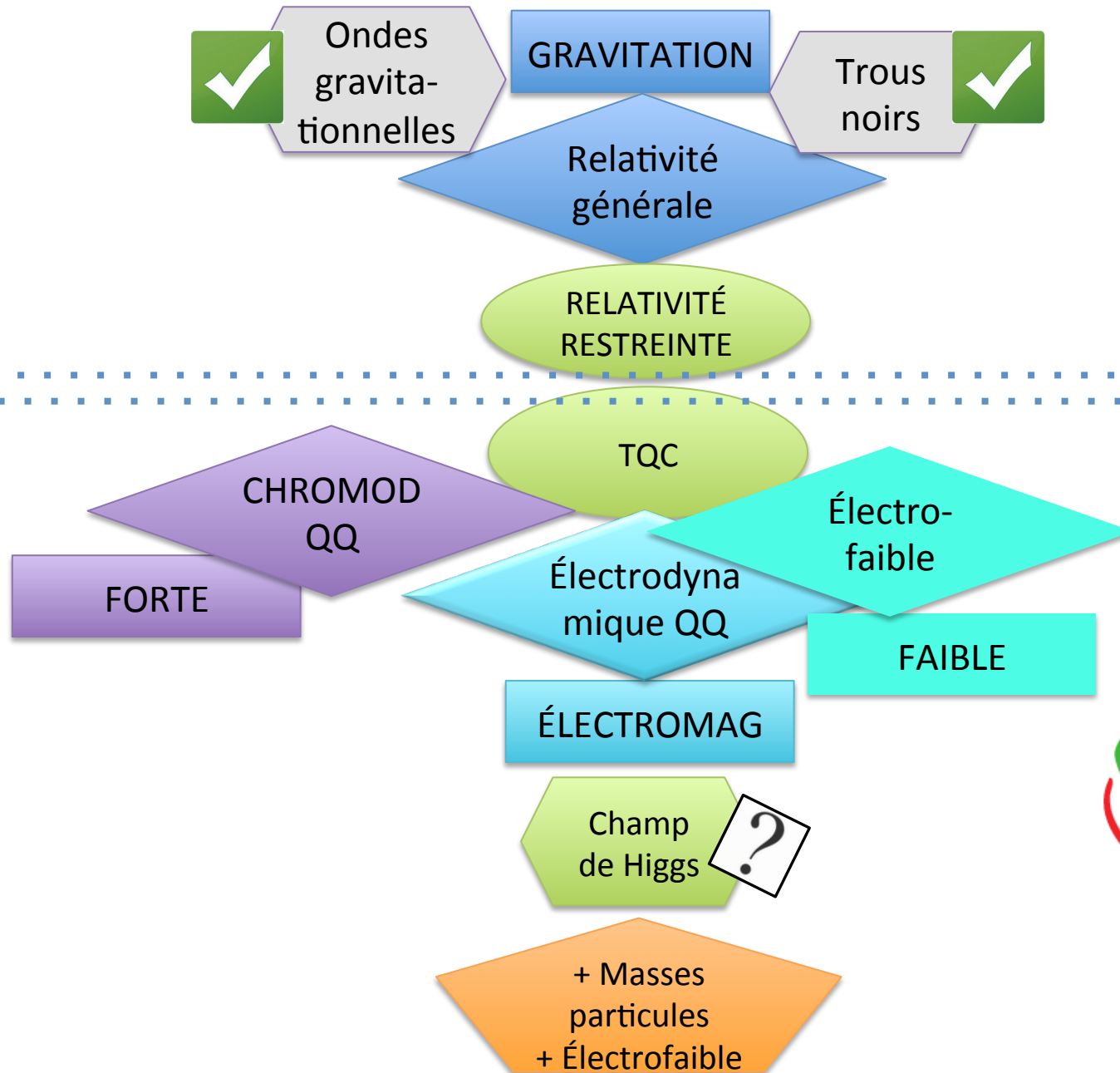
ASTROPHYSIQUE ET COSMOLOGIE



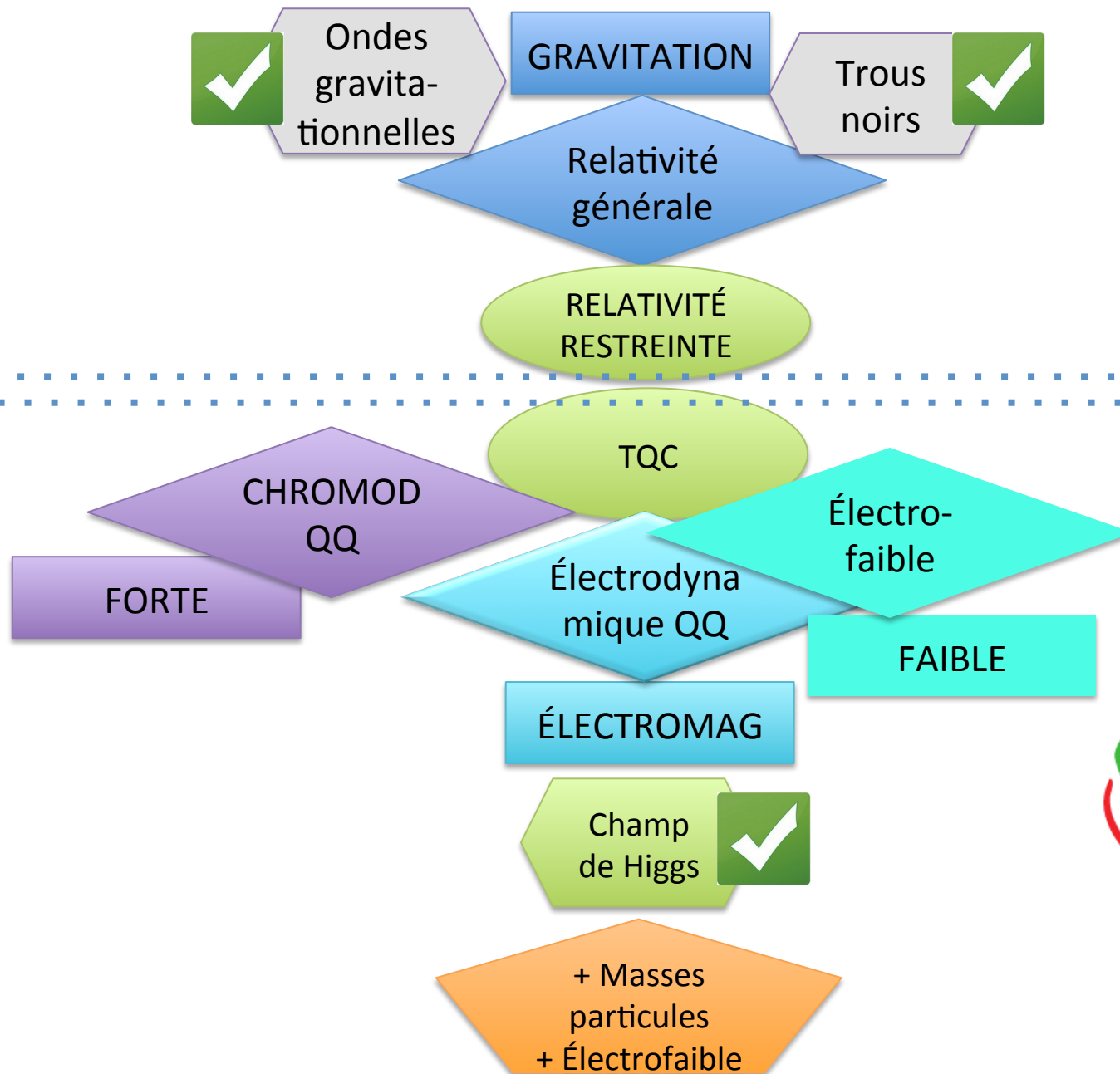
ASTROPHYSIQUE ET COSMOLOGIE



ASTROPHYSIQUE ET COSMOLOGIE

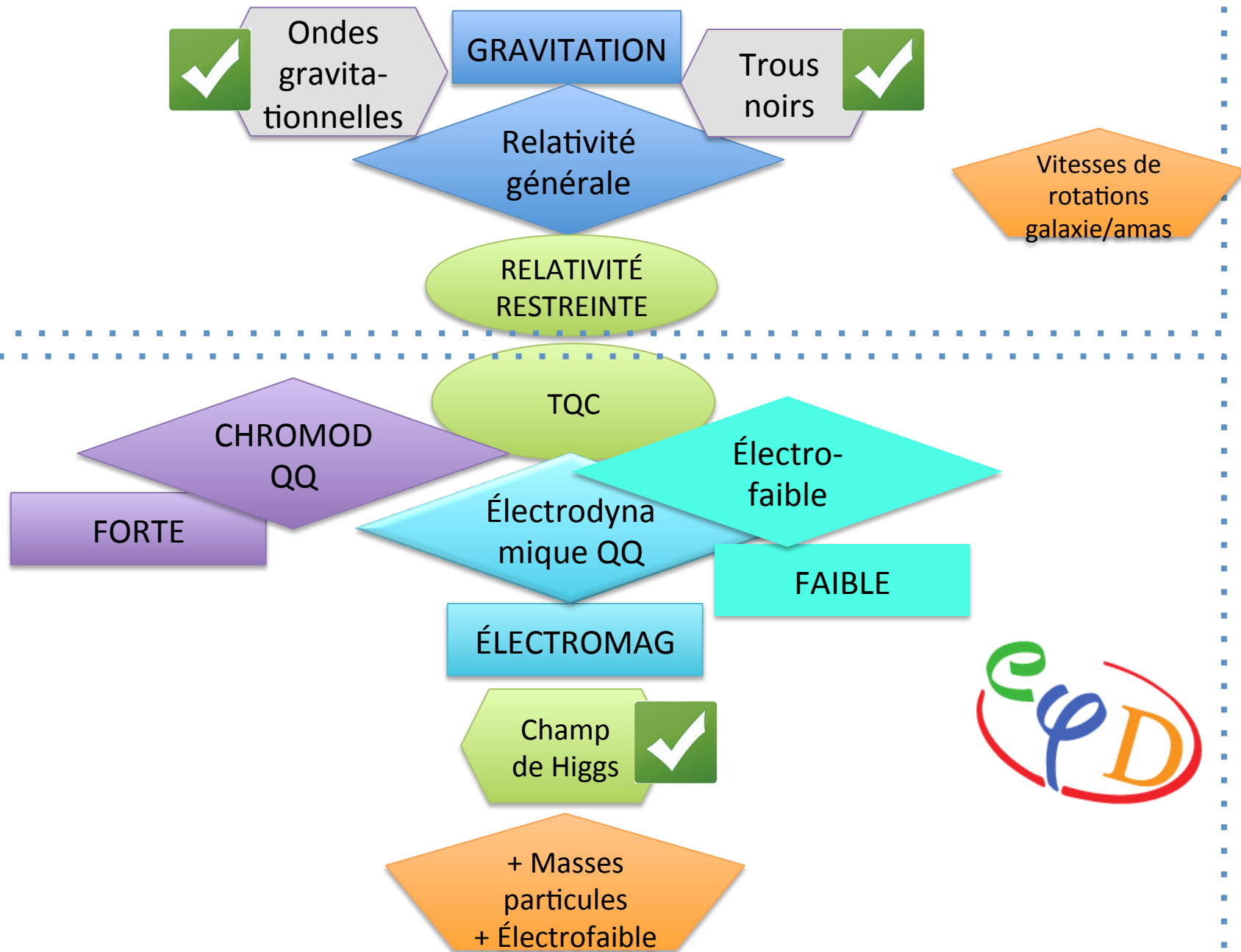


ASTROPHYSIQUE ET COSMOLOGIE



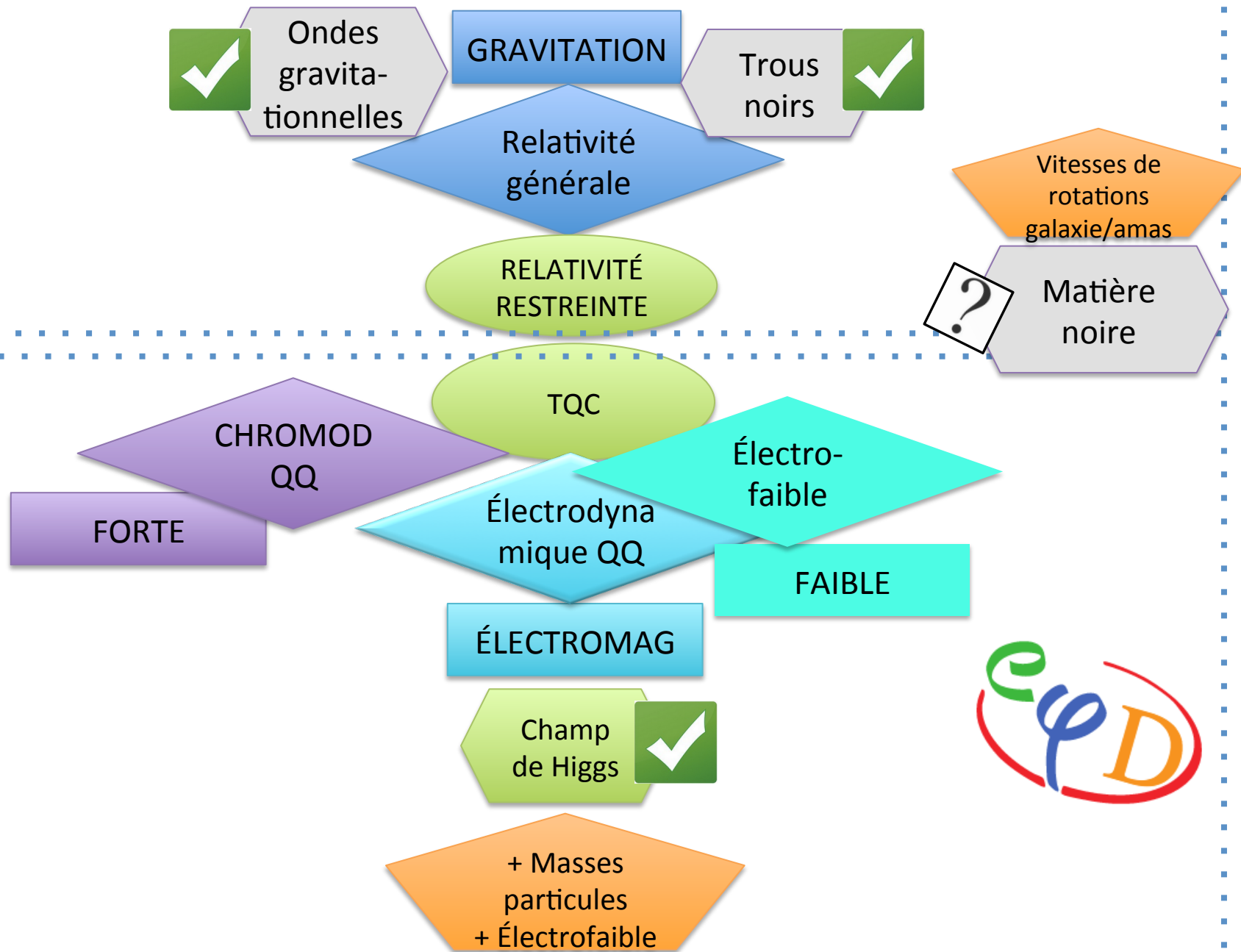
PHYSIQUE DES PARTICULES ET MODÈLE STANDARD

ASTROPHYSIQUE ET COSMOLOGIE



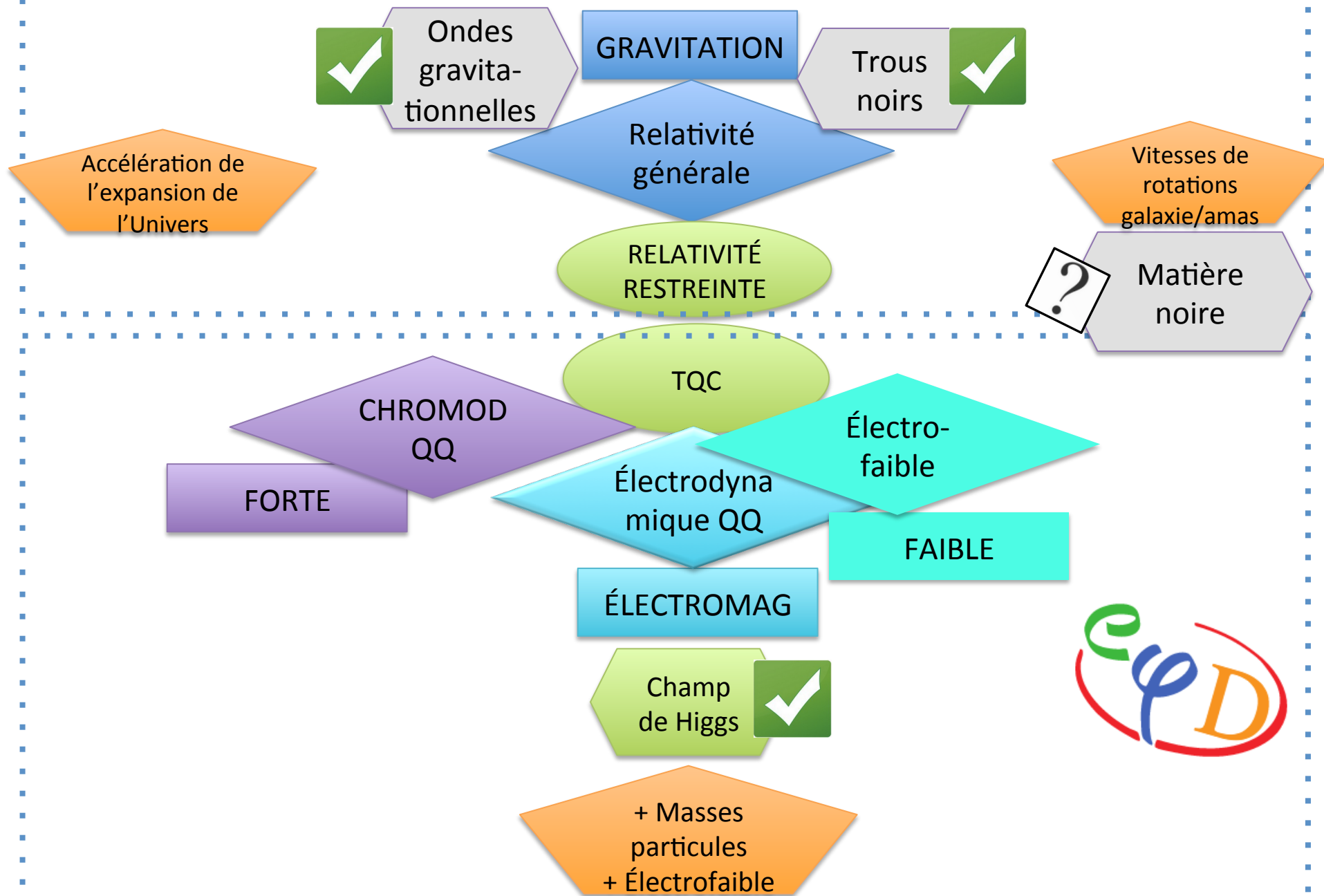
PHYSIQUE DES PARTICULES ET MODÈLE STANDARD

ASTROPHYSIQUE ET COSMOLOGIE



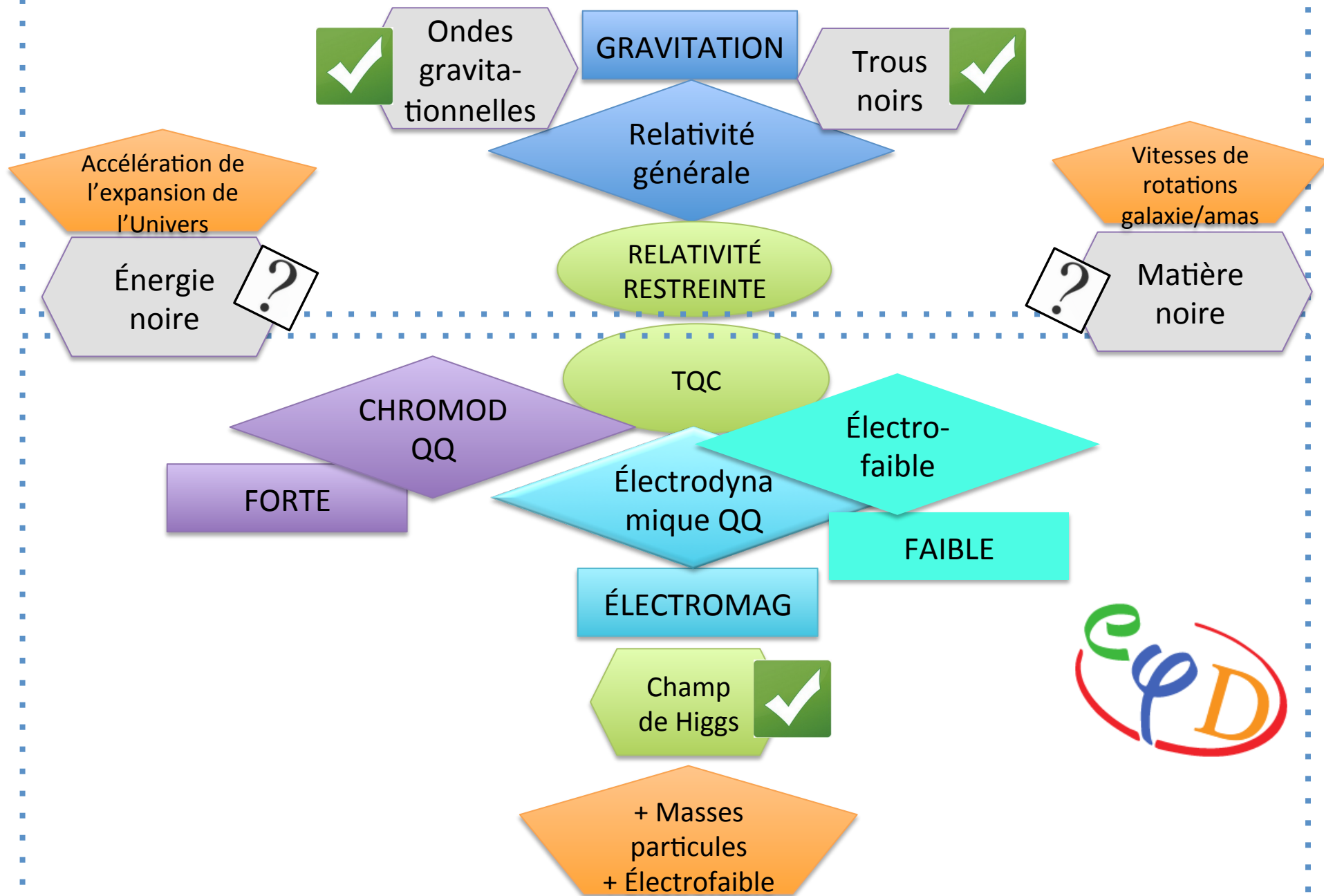
PHYSIQUE DES PARTICULES ET MODÈLE STANDARD

ASTROPHYSIQUE ET COSMOLOGIE



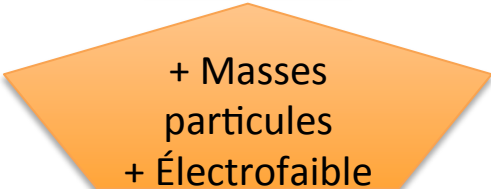
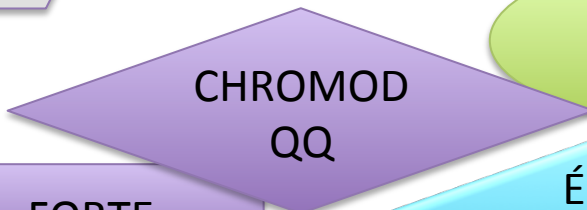
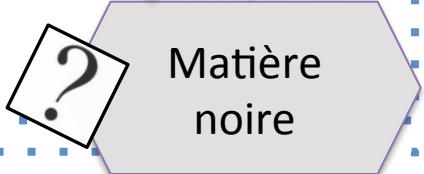
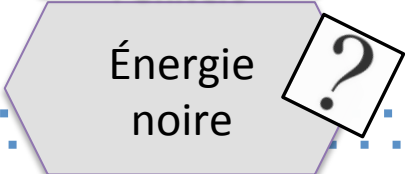
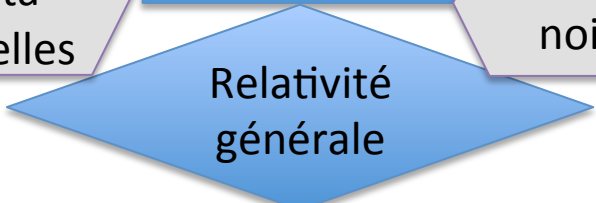
PHYSIQUE DES PARTICULES ET MODÈLE STANDARD

ASTROPHYSIQUE ET COSMOLOGIE



PHYSIQUE DES PARTICULES ET MODÈLE STANDARD

ASTROPHYSIQUE ET COSMOLOGIE



PHYSIQUE DES PARTICULES ET MODÈLE STANDARD

Interactions fondamentales:

Gravitation
1687, Newton

Électromagnétisme
1864, Maxwell

Interaction faible
1933, Fermi

Interaction forte
1935, Yukawa, **1970's Confinement (QCD)**

Théories Cadres:

Mécanique classique
1687, Newton

Mécanique relativiste
1905, Einstein

Mécanique quantique
1926-27, Schrödinger, Heisenberg, Born, Dirac

Théorie quantique des champs (TQC)
1926-30, Born, Jordan, Heisenberg, Dirac, Pauli



Théories des interactions fondamentales:

Relativité générale (Gravitation + relativité)
1915, Einstein

Électrodynamique quantique (EM + TQC)
1946-49, Dyson, Feynman, Schwinger, Tomonga

Interaction électrofaible (Int faible + EM + TQC)
1960's, Glashow, Salam, Weinberg.

Chromodynamique quantique (Interaction forte + TQC) 1973, Politzer, Wilczek, Gross.



Concepts directement issus de la théorie:

Ondes Gravitationnelles

1916 prédiction théorique, Einstein

2016 mise en évidence, LIGO-Virgo

Trous *Noirs*

1916 prédiction théorique, Schwartzchild

1970's, mises en évidences indirectes, Cygnus X-1

Graviton

La gravitation est une interaction fondamentale.

Dans la logique du modèle standard, la particule médiatrice devrait donc exister.

Sa mise en évidence reste pour l'instant très inaccessible expérimentalement.



Observations cruciales, extensions des théories et investigations associées

Champ de Higgs

- Constat: les particules élémentaires sont massives;
- Problème: D'où viennent les masses des particules élémentaires ?*
- 1964 prédiction du champ de Higgs, Higgs, Brout & Englert;
- 2012 Découverte (mise en évidence expérimentale) du boson de Higgs au CERN

Matière *noire*:

- Observation : les vitesses de rotation des galaxies/amas de galaxies, et les quantités de matière les constituant ne correspondent pas (3^e loi de Kepler en défaut);
- Problème: comment rendre compte des vitesses de rotations compte tenu des quantités de matière « visibles »?*
- 1933 émergence de l'idée de la matière noire, Zwicky;... Rubin, Ford (1970's)
- **Recherches en cours pour identifier sa nature et le(s) mécanisme(s) d'interaction**

Énergie *noire*:

- 1990's Observations: l'expansion de l'Univers est accélérée;
- Problème: comment rendre compte de l'accélération de l'expansion de l'Univers?*
- 1998 émergence de l'idée de l'énergie noire, Perlmutter, Schmidt & Riess;
- **Recherches en cours pour identifier sa nature.**