



Lycée(s)	Général	Technologique	Professionnel	
Niveau(x)	CAP	Seconde	Première	Terminale
Enseignement(s)	Commun	De spécialité	Optionnel	
Enseignement scientifique				

Science, modèles et réfutabilité

Éléments d'épistémologie

Thème

La Terre un astre singulier

Partie

L'histoire de la Terre.

La Terre dans l'univers

Objectifs généraux

Comprendre la nature du savoir scientifique et ses méthodes d'élaboration.

Savoir-faire

Comprendre que les connaissances se construisent au cours du temps, par essais et erreurs, en confrontant théories, modèles et observations.

Savoir distinguer opinions, croyances personnelles et connaissances scientifiques.

Présentation du scénario

Intitulé des séances et durée

- Séance n° 1** : « Les platistes et la Lune » (2 × 1 heure).
Science, pseudo-science et réfutabilité.
- Séance n° 2** : « Une représentation du monde en évolution » (2 × 1 heure).
Nature des hypothèses et réfutabilité.
- Séance n° 3** : « La découverte de Neptune et la non-découverte de Vulcain » (3 × 1 heure).
Réfutabilité, hypothèses et changement de paradigme.
- Séance n° 4** : « Le modèle Soleil-Terre-Lune » (1 heure).
Modèle, limite du modèle.
- Séance n° 5** : « Les cycles de la Lune et le nombre de naissances » (2 × 1 heure).
Démarche scientifique, Esprit critique, Éducation aux médias

Deux scénarios sont proposés ci-après, à partir de ces cinq séances.

Ils constituent une entrée dans l'épistémologie des sciences, comprise comme l'étude et la compréhension des connaissances scientifiques et des méthodes qui permettent de les élaborer.

Ils permettent également de développer l'esprit critique à travers l'utilisation de critères de tri de l'information et par la distinction entre connaissances scientifiques et opinions. Les différentes séances prennent appui sur l'histoire des sciences, mais aussi sur des exemples plus actuels afin de faire découvrir les nuances liées à l'utilisation de modèle, de théorie et d'observations.

Si la notion de réfutabilité est introduite, c'est avant tout pour la nuancer et faire comprendre qu'elle est un outil méthodologique subtil à faire découvrir aux élèves. L'utilisation de textes historiques et de mises en œuvre pédagogiques innovantes notamment le fonctionnement en classe puzzle¹ permet de varier les supports et les pratiques, de différencier son approche en classe, et d'amener les élèves mieux comprendre l'enchaînement entre chaque séance.

Si elles peuvent être utilisées séparément, les séances présentées dans les scénarios le sont dans un ordre permettant de complexifier au fur et à mesure chaque notion abordée. Il faut donc veiller à les remettre en contexte dans le cas où elles seraient sorties de leur cadre.

Le scénario 1 est plus ambitieux que le scénario 2.

Description du scénario 1

Cette séquence s'articule autour des **séances n° 1, 2 et 3**.

- **Séance n° 1** : « Les platistes et la Lune ».
- **Séance n° 2** : « Une représentation du monde en évolution ».
- **Séance n° 3** : « La découverte de Neptune et la non-découverte de Vulcain ».

Elle permet de s'interroger progressivement sur le critère de réfutabilité. Le critère de réfutabilité, est une idée centrale dans la philosophie des sciences développée par le philosophe Karl Popper. Selon Popper, une théorie scientifique doit être réfutable pour être considérée comme scientifique.

Le concept de réfutabilité se distingue de celui de vérifiabilité (caractère de ce qui peut être vérifié). Popper a soutenu que la vérification empirique d'une théorie n'est pas suffisante pour la rendre scientifique, car une théorie peut être « vérifiée » de manière répétée sans pour autant être « vraie »². Au contraire, une théorie scientifique doit être formulée de manière à permettre la possibilité qu'elle soit réfutée par des observations empiriques.

Selon Popper, une théorie scientifique est valable si elle est falsifiable, c'est-à-dire qu'il peut exister des conditions pour lesquelles elle peut être mise en défaut. La force d'une théorie réside dans sa capacité à résister à la réfutation malgré les tentatives répétées de falsification. Popper a utilisé le terme « corroboration » pour décrire le processus par lequel une théorie résiste à la falsification au fil du temps, mais il a insisté sur le fait qu'aucune théorie ne pouvait jamais être totalement « vérifiée » ou prouvée « vraie ».

1. Cette méthode est fondée sur la présentation, à des groupes d'élèves, d'un support fragmenté dont ils doivent reconstruire le sens global en travaillant ensemble. Chaque élève ayant un déficit d'information, la coopération et les interactions entre pairs sont favorisées.

2. Nous mettons volontairement des guillemets aux termes « vérifié » ou « vrai » car Notre compréhension du monde est toujours incomplète et sujette à des révisions. De plus, la philosophie des sciences tend à adopter une perspective réaliste, reconnaissant que les théories scientifiques sont des représentations du monde réel, mais qu'elles ne capturent jamais la réalité dans son intégralité.

La réfutabilité de Popper a profondément influencé la méthodologie scientifique et a conduit à une meilleure compréhension de la nature de la science en tant que processus d'exploration et de tentative de réfutation des théories existantes. Elle a également contribué à distinguer la science d'autres formes de connaissance, telles que les pseudosciences, qui peuvent prétendre à la scientificité sans être réfutables.

Ainsi, dans cette première séquence :

- la **séance n° 1 « Les platistes et la Lune »** permet de mettre à l'épreuve deux modèles celui de la Terre plate et celui de la Terre ronde, en les confrontant à des observations. Une première approche du principe de réfutabilité par l'observation, en l'occurrence la réfutation du modèle platiste, est alors introduite. Elle est « simpliste », puisqu'une observation peut réfuter le modèle, mais elle offre un point de départ pour comprendre comment la science fonctionne en pratiquant la remise en question des idées préconçues et en privilégiant les théories qui résistent à la falsification empirique. Les élèves peuvent expérimenter le processus par lequel une théorie est soumise à l'épreuve de la réalité observable. Cette approche encourage le développement de l'esprit critique et la recherche constante de preuves pour étayer ou réfuter les hypothèses. Enfin, elle souligne l'importance de la méthode scientifique comme un processus dynamique et itératif, où aucune idée n'est intouchable et où les théories doivent être constamment remises en question à la lumière des nouvelles découvertes et observations.
- Dans la **séance n° 2 « Une représentation du monde en évolution »**, deux modèles sont confrontés : le modèle géo-héliocentrique de Tycho Brahe et le modèle héliocentrique de Copernic. La prévision principale qui est examinée dans cette activité est celle de la parallaxe des étoiles. Selon le modèle héliocentrique, la Terre se déplaçant autour du Soleil, on s'attendrait à observer une certaine parallaxe des étoiles. En effet, à six mois d'intervalle, une étoile proche semble se déplacer dans le ciel, en comparaison avec des étoiles plus lointaines. Cependant, malgré les observations répétées, aucune parallaxe significative n'est détectée, renforçant le modèle géo-héliocentrique de Tycho Brahe. Cependant, malgré cette apparente contradiction avec les prévisions auxquelles on s'attendrait avec le modèle héliocentrique, Galilée et d'autres scientifiques de l'époque ne se résolvent pas à abandonner cette théorie. Au lieu de cela, ils continuent à chercher des explications alternatives et à affiner les prédictions du modèle. Des hypothèses alternatives mais non testables seront formulées par Galilée pour expliquer cette non-observation de la parallaxe des étoiles lointaines, amenant les élèves à approfondir la question de la réfutabilité d'un modèle par l'observation. En effet, une (non-)observation peut ne pas réfuter un modèle. Cette attitude vis-à-vis de l'observation illustre la manière dont la science progresse : en tenant compte des données observées mais aussi en remettant en question les théories établies et en cherchant des solutions aux problèmes qui se présentent.
- Dans la **séance n° 3 « La découverte de Neptune et la non-découverte de Vulcain »**, l'étude du critère de réfutabilité est encore approfondie par l'étude de la découverte de Neptune et de la non-découverte de Vulcain. En examinant des textes historiques relatant le travail de Le Verrier, les élèves sont exposés à une démarche scientifique où des hypothèses alternatives sont formulées et testées pour expliquer des phénomènes observés, tout en préservant la validité de la théorie existante de la gravitation. Le Verrier, confronté aux perturbations inexplicables dans la trajectoire d'Uranus, propose des hypothèses alternatives qui pourraient expliquer ces anomalies sans nécessairement rejeter la théorie de la gravitation de Newton. Cette démarche scientifique conduit finalement à la découverte de la planète Neptune.

Cette même approche est ensuite utilisée pour tenter d'expliquer les perturbations observées dans le mouvement de Mercure mais la recherche de la planète hypothétique Vulcain reste infructueuse. Cela ouvre la voie à un changement de paradigme avec l'avènement de la théorie de la relativité générale d'Einstein. Cette séance met donc en lumière le rôle crucial de la réfutabilité dans le développement de la science. En encourageant les élèves à comprendre comment, historiquement, la persistance dans la recherche de solutions alternatives peut à la fois confirmer et éventuellement remettre en question les théories existantes, ouvrant ainsi la voie à de nouvelles découvertes et avancées scientifiques.

L'objectif de la séquence est de discuter avec les élèves du critère de réfutabilité et des conditions dans lesquelles celui-ci est applicable et appliqué dans la démarche de construction de connaissances scientifiques.

Description du scénario 2

Cette séquence s'articule autour des **séances n° 4, 1 et 5**.

- **Séance n° 4** : « Le modèle Soleil-Terre-Lune ».
- **Séance n° 1** : « Les platistes et la Lune ».
- **Séance n° 5** : « Les cycles de la Lune et le nombre de naissances ».

Elle permet d'une part, de faire acquérir des connaissances autour des phases de la Lune et des éclipses de Lune, et d'autre part, de développer l'esprit critique des élèves en confrontant les modèles théoriques à la réalité observée.

- Dans la **séance n° 4 « Le modèle Soleil-Terre-Lune »**, l'objectif est double :
 - dans un premier temps, les élèves explorent la théorie selon laquelle les phases de la Lune sont dues à l'ombre de la Terre. À travers une manipulation simple, ils cherchent à déterminer si cette explication peut correspondre effectivement aux observations qu'ils effectuent. Cette première expérience les amène à réfléchir aux mécanismes célestes et à évaluer la pertinence du modèle proposé ;
 - dans un deuxième temps, ils essaient de comprendre les phases de la Lune mais éprouvent en même la pertinence de la maquette Soleil-Terre-Lune dans laquelle les plans orbitaux sont confondus. Cela leur permet également de saisir le mécanisme des éclipses lunaires.
- Une fois la compréhension des phases de la Lune acquises, la **séance n° 1 « Les platistes et la Lune »** montre comment on peut se servir de cette connaissance pour réfuter le modèle de la Terre plate.
- Dans la **séance n° 5 « Les cycles de la Lune et le nombre de naissances »**, les élèves sont invités à enquêter sur la véracité d'une croyance populaire liée à l'effet de la Lune sur les naissances. L'accent est mis sur l'élaboration d'une démarche d'objectivation afin de répondre à la question posée au début de l'enquête : la Lune a-t-elle un effet sur le nombre de naissances observées ? Les élèves sont amenés à étudier différents types d'informations justifiant ou critiquant le rôle de la Lune : simples observations, rumeurs, analyses des données à l'échelle de la classe ou études scientifiques conduites sur de grands échantillons. On travaille ainsi l'esprit critique à travers l'évaluation de fiabilité des sources et des contenus proposés.

Présentation des séances

Séance 1 - Les platistes et la Lune

Objectifs de la séance

Objectifs généraux

- Comprendre la nature du savoir scientifique et ses méthodes d'élaboration.
- Identifier et mettre en œuvre des pratiques scientifiques

Savoir et savoir-faire

- En lien avec les thèmes du programme de 1^{re} enseignement scientifique

- **3- La Terre un astre singulier**

- 3.1 – La forme de la Terre

- Savoirs**

- Dès l'Antiquité, des observations de différentes natures ont permis de conclure que la Terre était sphérique, alors même que, localement, elle apparaît plane dans la plupart des expériences quotidiennes.

- Savoir-faire**

- Donner des preuves de la rotondité de la Terre de l'Antiquité à nos jours.

- 3.3 – La Terre dans l'Univers

- Savoirs**

- Observée dans un référentiel géocentrique, la Lune tourne autour de la Terre sur une trajectoire quasi circulaire. Elle présente un aspect qui varie au cours de ce mouvement (phases).

- La Lune tourne également sur elle-même et présente toujours la même face à la Terre.

- Savoir-faire**

- Interpréter l'aspect de la Lune dans le ciel en fonction de sa position par rapport à la Terre et au Soleil.

- En lien avec objectifs généraux

- Savoirs**

- Notion de modèle, critères pour distinguer science et pseudosciences.

- Savoir-faire**

- Mettre à l'épreuve un modèle.

- Utiliser un modèle pour prévoir.

- Interpréter l'aspect de la Lune dans le ciel en fonction de sa position par rapport à la Terre et au Soleil.

Présentation de la séance

Lors de cette séance, les élèves sont invités à tester la validité d'un modèle, en comparant les prévisions que ce modèle permet aux observations qu'ils effectuent. La conclusion amène les élèves à réfuter un modèle, ici celui de la Terre plate, grâce à l'expérience. Ils doivent tout d'abord utiliser un ballon et une balle pour modéliser le système Terre-Lune, et prévoir les observations à différents points du globe. Ensuite la même expérience est réalisée avec le modèle platiste. Enfin, ces modèles sont confrontés aux photographies prises à différents endroits sur Terre afin de tester les deux modèles présentés.

Les élèves travaillent en classe entière sur différents supports et réalisent deux expériences pour tester la validité d'un modèle.

Éléments d'analyse/focus

Cette première approche du critère de **réfutabilité** permet de comprendre la mise à l'épreuve des modèles. Elle reste néanmoins **une vision simplifiée** qui peut entraîner une compréhension faussée et idéalisée de la recherche scientifique mais les séances suivantes à propos des modèles du système solaire puis de Neptune et de Vulcain permettront de l'approfondir.

Séance 2 - Une représentation du monde en évolution

Objectifs de la séance

Objectifs généraux

- Comprendre la nature du savoir scientifique et ses méthodes d'élaboration.
- Identifier et mettre en œuvre des pratiques scientifiques

Savoir et savoir-faire

- En lien avec les thèmes du programme de 1^{re} enseignement scientifique

- 3- La Terre un astre singulier

3.3 – La Terre dans l'Univers

Pistes de mise en œuvre du programme

Nature du savoir scientifique et méthodes d'élaboration.

Histoire des sciences : les grandes étapes de la controverse sur l'organisation du système solaire.

Savoirs

Observée dans un référentiel fixe par rapport aux étoiles, la Terre parcourt une trajectoire quasi circulaire autour du Soleil.

Le passage d'une conception géocentrique à une conception héliocentrique constitue l'une des controverses majeures de l'histoire des sciences.

Savoir-faire

Interpréter des documents présentant des arguments historiques pour discuter le modèle héliocentrique

- En lien avec objectifs généraux

Savoir-faire

Mettre à l'épreuve un modèle.

Utiliser un modèle pour prévoir.

Explorer l'organisation du Système solaire.

Présentation de la séance

La séance peut faire suite à celle sur la remise en cause du modèle de la Terre plate dans laquelle la notion de réfutabilité est introduite.

La notion de réfutation est approfondie à partir de la controverse autour des modèles géocentrique (admis par les astronomes grecs), héliocentrique (défendu par Copernic), géo-héliocentrique³ (proposé par Tycho Brahe). Un pas de plus est donc fait vers l'étude de la réfutabilité en science, permettant aussi d'approfondir les notions d'hypothèse et de modèle.

Éléments d'analyse/focus

Cette deuxième séance permet d'approfondir la notion de modèle à l'aide des modèles historiques de Copernic et Tycho Brahe. Elle amène les élèves à chercher à comprendre comment un modèle peut être réfuté et complexifie cette notion.

Séance 3 - La découverte de Neptune et la non-découverte de Vulcain**Objectifs de la séance****Objectifs généraux**

- Comprendre la nature du savoir scientifique et ses méthodes d'élaboration.
- Identifier et mettre en œuvre des pratiques scientifiques

Savoir et savoir-faire

- En lien avec les thèmes du programme de 1^{re} enseignement scientifique
 - **3- La Terre un astre singulier**
 - 3.3 – La Terre dans l'Univers
 - Pistes de mise en œuvre du programme
 - Nature du savoir scientifique et méthodes d'élaboration
 - Histoire des sciences : les grandes étapes de la controverse sur l'organisation du système solaire

3. Dans le modèle géo-héliocentrique, la Lune et le Soleil tournent autour de la Terre. Les planètes Mercure, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne tournent autour du Soleil.

Présentation de la séance

Cette séance nous plonge dans l'exploration du système solaire à travers l'étude de textes historiques sur la découverte de Neptune et la non découverte de Vulcain. Elle amène les élèves à comprendre la démarche de Le Verrier qui a formulé des hypothèses alternatives testables face aux perturbations de la trajectoire d'Uranus, permettant la découverte d'une huitième planète sans remettre en cause la théorie de la gravitation. Cette démarche sera reproduite dans le cas des perturbations observées du mouvement de Mercure, mais aucune hypothèse alternative ne permettra d'en rendre compte (la recherche de la planète Vulcain restera vaine) ouvrant la voie vers un nouveau paradigme avec la théorie de la relativité générale.

Éléments d'analyse/focus

Cette séance permet, à la suite de la séance n° 2 sur la confrontation des modèles, de discuter avec les élèves du critère de réfutabilité et des conditions dans lesquelles celui-ci est applicable et appliqué dans la démarche de construction de connaissances scientifiques.

Séance 4 - Le modèle Soleil-Terre-Lune

Objectifs de la séance

Objectifs généraux

- Comprendre la nature du savoir scientifique et ses méthodes d'élaboration.
- Identifier et mettre en œuvre des pratiques scientifiques

Savoir et savoir-faire

- En lien avec les thèmes du programme de 1re enseignement scientifique

- **3- La Terre un astre singulier**

- 3.3 – La Terre dans l'Univers

Savoirs

Observée dans un référentiel géocentrique, la Lune tourne autour de la Terre sur une trajectoire quasi circulaire. Elle présente un aspect qui varie au cours de ce mouvement (phases).

La Lune tourne également sur elle-même et présente toujours la même face à la Terre.

Savoir-faire

Interpréter l'aspect de la Lune dans le ciel en fonction de sa position par rapport à la Terre et au Soleil.

- En lien avec objectifs généraux

Savoir-faire

Mettre à l'épreuve un modèle.

Utiliser un modèle pour prévoir.

Interpréter l'aspect de la Lune dans le ciel en fonction de sa position par rapport à la Terre et au Soleil.

Présentation de la séance

Au cours de cette séance, les élèves travaillent en classe entière et groupes, bénéficiant ainsi de discussions collectives et de partages d'expériences. L'objectif est double : d'une part, faire acquérir des connaissances, et d'autre part, développer l'esprit critique des élèves en confrontant les modèles théoriques à la réalité observée.

Dans un premier temps, les élèves explorent la théorie selon laquelle les phases de la Lune sont dues à l'ombre de la Terre. À travers une manipulation simple, ils cherchent à déterminer si cette explication peut correspondre effectivement aux observations qu'ils effectuent. Cette première expérience les amène à réfléchir aux mécanismes célestes et à évaluer la pertinence du modèle proposé.

Dans un second temps, les élèves se penchent sur la maquette Soleil-Terre-Lune. Ils ont rencontré à l'école primaire ou au collège, des maquettes dans lesquelles l'orbite de la Lune et celle de la Terre sont dans un même plan.

Séance 5 - Les cycles de la Lune et le nombre de naissances**Objectifs de la séance****Objectifs généraux**

- Comprendre la nature du savoir scientifique et ses méthodes d'élaboration.

Savoir et savoir-faire

- En lien avec les thèmes du programme de 1re enseignement scientifique

- **3- La Terre un astre singulier**

- 3.3 – La Terre dans l'Univers

Savoir-faire

Nature du savoir scientifique et méthodes d'élaboration

Cette partie du programme donne l'occasion de distinguer un savoir scientifique d'une croyance.

- En lien avec objectifs généraux

Savoir-faire

Distinguer croyances collectives et connaissances scientifiques.

Utiliser la démarche scientifique pour tester une hypothèse.

Interpréter un résultat.

Évaluer la fiabilité des sources.

Présentation de la séance

Lors de cette séance, les élèves sont invités à enquêter sur la véracité d'une croyance populaire liée à l'effet de la Lune sur les naissances. L'accent est mis sur l'élaboration d'une démarche d'objectivation afin de répondre à la question posée au début de l'enquête : la Lune a-t-elle un effet sur le nombre de naissances observées ? Les élèves sont amenés à étudier différents types d'informations justifiant ou critiquant le rôle de la Lune : simples observations, rumeurs, études à l'échelle de la classe ou études scientifiques conduites sur de grands échantillons. On travaille ainsi l'esprit critique à travers l'évaluation de fiabilité des sources et des contenus proposés.

Éléments d'analyse/focus

Cette séance n'est pas faite pour déconstruire une croyance populaire, en l'occurrence l'existence d'un effet de la Lune sur les accouchements. Elle permet au contraire de montrer en quoi les méthodes d'enquête scientifique et les critères de l'esprit critique appliqués à cette affirmation permettent d'en évaluer sa fiabilité pour trancher, en tout état de cause, à une absence d'influence directe.

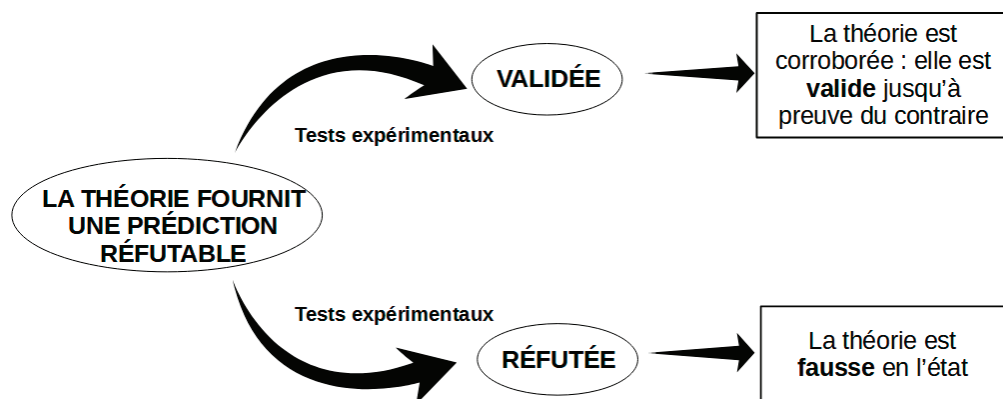
Apport pour le professeur

Une théorie peut-elle réfuter l'expérience ?

Le principe de réfutabilité, énoncé par le philosophe des sciences Karl Popper, est un critère essentiel pour déterminer la validité scientifique d'une théorie. Ainsi, une théorie scientifique doit être susceptible d'être mise en contradiction avec l'expérience, car c'est par ce processus que la validité d'une théorie est établie. Une théorie irréfutable, c'est-à-dire qui ne pourrait produire aucune expérience susceptible de la mettre en défaut, serait trivialement vraie et ne pourrait fournir aucune information pertinente. En d'autres termes, ce qui est intéressant lorsque l'on prétend dire quelque chose sur le monde, ce n'est pas simplement d'avoir raison, mais d'avoir raison alors qu'on aurait très bien pu avoir tort : c'est de ce type de validation qu'une théorie tire sa valeur scientifique.

S'en suit alors une conséquence en apparence simple : la science ne fonctionne pas de manière inductive, mais déductive. En effet, même en observant et vérifiant maintes fois certaines de nos hypothèses, ces généralités ne pourront jamais être définitivement vraies ni même probables. En revanche, si une hypothèse s'avère être réfutée par l'expérience, alors nous pourrions en conclure de manière certaine que la théorie est fausse. Il faut donc mettre à l'épreuve nos théories, chercher à les tester et non à la vérifier. Si elles résistent, elles sont alors corroborées jusqu'à preuve du contraire, sinon, elles sont déclarées fausses et rangées au cimetière des théories qui se sont révélées comme erronées.

Voici un schéma qui illustre le principe de réfutabilité énoncé par Karl Popper, et décrivant la démarche scientifique :



Pourtant cette vision simpliste de la réfutabilité peut entraîner une compréhension faussée et idéalisée de la recherche scientifique. En effet, l'histoire des sciences est remplie d'expériences réfutant des théories, sans pour autant que ces théories soient déclarées fausses. Prenons l'exemple de la découverte de la planète Neptune. Au cours du XVIII^e siècle, plusieurs observations convergent : la trajectoire d'Uranus ne se conforme pas à la prédiction de la théorie de la gravitation de Newton. Ces tests semblent donc mettre en péril une théorie très bien étayée par ailleurs. Une première possibilité est donc que la théorie de la gravitation newtonienne n'est plus valide à cette échelle. Mais il existe une autre possibilité. Il suffit d'ajouter une hypothèse *ad hoc* : il existe une huitième planète pas encore connue et qui perturberait la trajectoire d'Uranus. Chacun de leur côté, deux astronomes, Adams et Le Verrier calculent les caractéristiques de cette planète hypothétique, et c'est Galle qui l'observera en 1846, conformément aux calculs de ses collègues, découverte confirmée ensuite par des observations indépendantes⁴. La trajectoire aberrante d'Uranus au regard des prédictions déduites de la théorie newtonienne n'a donc pas entraîné une réfutation de celle-ci au contraire, elle a permis de la corroborer davantage. À l'inverse, les anomalies détectées dans la position du périhélie⁵ de Mercure quelques années plus tard par le même Le Verrier n'ont pas permis de confirmer la présence d'une hypothétique planète entre le Soleil et Mercure et nommée Vulcain. Alors que les calculs prédisaient sa présence, sa « non observation » n'a pourtant jamais entraîné la réfutation de la théorie newtonienne.

Ces exemples illustrent les travaux du philosophe et physicien Thomas Kuhn qui caractérise l'activité « normale » du scientifique comme la résolution de problèmes au sein d'un paradigme spécifique. Ces « problèmes » ne sont pas considérés comme des réfutations de la théorie dans son ensemble, mais plutôt comme des anomalies qu'une reconfiguration de la théorie devrait être en mesure d'assimiler. Reste à savoir comment distinguer les arrangements raisonnables de ceux qui ne le sont pas⁶. Un platiste passant son temps à arranger sa vision du monde pour qu'elle tienne face aux évidences qui la réfute n'opère pas d'une démarche scientifique, alors que Le Verrier cherchant à calculer la position de Neptune procède de cette démarche. Pourquoi ?

Dans l'épistémologie de Popper, on peut ajouter certaines hypothèses suite à une contradiction avec l'expérience si cela nous pousse à ne pas simplement résoudre le problème observé, mais à faire de nouvelles prédictions réfutables. Si celles-ci sont validées alors on a augmenté notre connaissance sur le monde, et protéger notre théorie de la réfutation par l'ajout d'hypothèses était raisonnable. En revanche, si elles

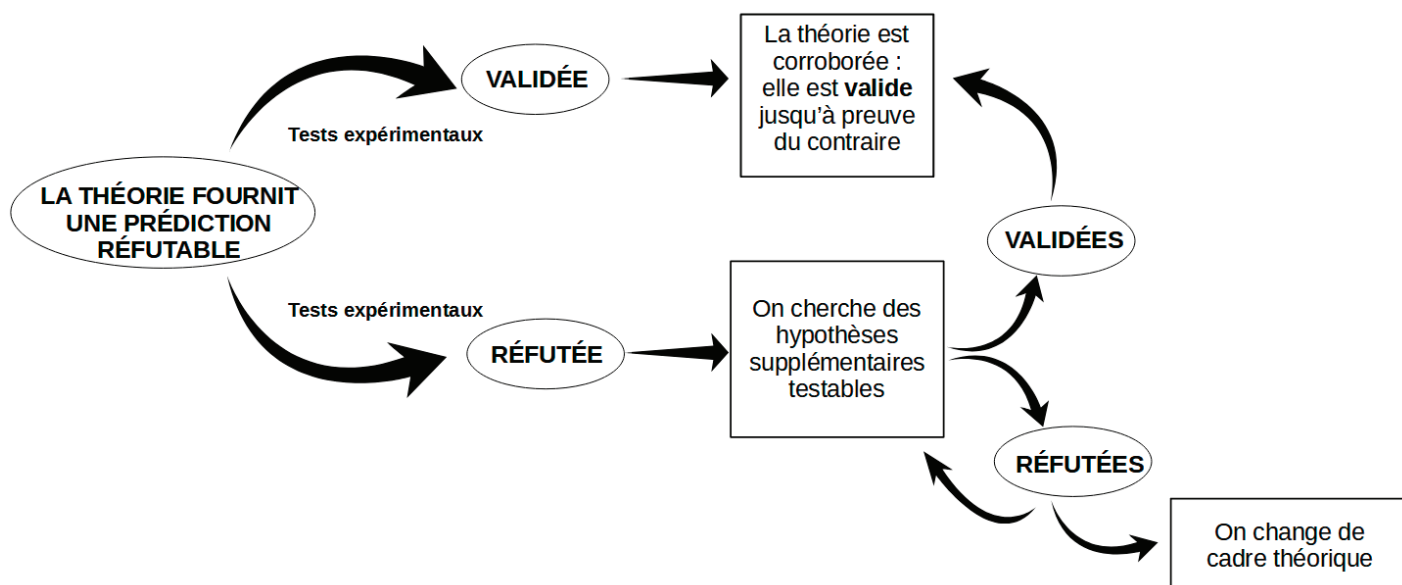
4. Source : [Contributeurs aux projets Wikimedia. \(2023, 5 octobre\). Découverte de Neptune.](#)

5. Le périhélie est le point de l'orbite d'une planète qui se trouve le plus proche du Soleil.

6. I. Lakatos, *A methodology of research programs*, Cambridge, 1978.

sont réfutées, alors un nouveau choix se présente : ajouter d'autres « sparadraps » pour tenter de sauver la théorie (des hypothèses supplémentaires, comme un astéroïde inconnu ou une perturbation du champ gravitationnel) ou bien c'est le moment de passer à nouveau socle théorique, de nouveaux principes, permettant de rendre compte des observations « non conformes », ce qui fut le cas avec le périhélie de Mercure lorsque la théorie de relativité générale fut avancée.

Il n'est pas facile de savoir, en contexte, si les arrangements opérés sont rationnels ou pas, s'ils permettront d'augmenter notre connaissance du monde ou bien s'ils nous enfermeront dans une théorie bancal, remplie de contradictions insolubles. C'est donc la méthode avec laquelle on va tenter d'y parvenir qui est déterminante car un travail important de l'activité scientifique consiste à ajouter des hypothèses pour « sauver » une théorie. Mais il faut alors proposer des hypothèses testables, réfutables, et garder toujours en tête qu'il est possible que notre théorie, si efficace soit elle jusqu'alors pour décrire le monde, est possiblement erronée. Le schéma ci-dessus pourrait alors se transformer en celui-ci :



Qu'est-ce qu'une connaissance scientifique ?

Une **connaissance scientifique** possède plusieurs caractéristiques qui la différencient de croyances ou connaissances individuelles. En effet, c'est d'abord une description du monde **fiable**, acquise de manière **collaborative** car établie et acceptée par un consensus d'experts d'un domaine donné, nommés chercheurs. Elle aussi **cumulative** car elle sera justifiée sur la base d'un ensemble de preuves convergentes à un instant t. Enfin, elle est **réfutable**, c'est-à-dire susceptible d'être révisée, modifiée voire rejetée au cours du temps, si des preuves contraires et solides sont apportées. Une connaissance scientifique est donc considérée comme vraie jusqu'à preuve du contraire.

Comme le dit Étienne Klein, il ne faut pas confondre « la science » et « la recherche scientifique ». La science est un **corpus de connaissances** qui sont des réponses à des questions bien posées et que l'on ne peut pas contester en invoquant la seule intuition ou le bon sens. En revanche, le **doute** argumenté est le moteur de la recherche scientifique. Autrement dit, « Nous savons que » : c'est la science ; « Nous nous demandons si », c'est la recherche scientifique.

Croire ? Savoir ?

Le verbe « croire » est ambigu et peut s'employer dans deux sens différents. Il peut désigner le fait de tenir quelque chose pour vrai (pour de bonnes ou de mauvaises raisons, et en cela une croyance peut être vraie ou fausse). Mais il peut aussi désigner un acte de foi, c'est-à-dire un choix personnel, non étayé ni raisonné, qui ne cherche pas à l'être et qui repose sur la confiance (« je vous crois », « je crois en lui », « je crois en Dieu », etc.). Ces deux acceptions renvoient davantage aux processus de formation de la croyance qu'à la manière dont on peut la conserver et évoluer vis-à-vis d'elle. D'autre part, une croyance peut être individuelle (je crois que les mouches ont 4 ailes), ou collective (croyance religieuse par exemple), et trouve sa légitimité dans un rapport de confiance à l'autorité ou d'expérience personnelle. Ainsi, une croyance n'est pas toujours dogmatique, elle peut être remise en cause et ouverte à des interrogations et des argumentations.

Une croyance est donc une conviction plus ou moins grande concernant l'existence, la réalité ou la vérité de quelque chose. Plus cette conviction est forte, soutenue par des raisons, plus on tend vers une connaissance individuelle. Ainsi, une croyance peut se transformer en connaissance (individuelle et subjective), c'est alors une forme limite de croyance personnelle justifiée à un point tel qu'il devient déraisonnable d'en douter. Dire « je sais que Paris est la capitale de la France » ou « Je sais que le Soleil est une étoile », c'est affirmer notre certitude dans ces faits par ailleurs bien établis dans un cadre donné : celui de la science, de ses théories et de ses expériences. Ce cadre permet d'affirmer que le Soleil est une étoile, indépendamment de ce que je crois ou sais, et avec un niveau de certitude bien plus élevé que celui de ma simple expérience personnelle : que j'y croie ou pas ne regarde que moi, mais prétendre que le Soleil est une planète au regard des connaissances scientifiques actuelles.