

Le grand récit de l'univers

Dossier pédagogique

Enseignants de lycée
Sciences physiques et SVT



Département Education
Cité des sciences et de l'industrie
30, avenue Corentin Cariou
75 019 PARIS
www.universcience.fr/education

2012

1) Liens avec les programmes scolaires

Sciences physiques :

En classe de 2^{nde} générale :

Dans le thème « **la santé** » : les domaines de fréquences, le modèle de l'atome et les constituants de l'atome.

Dans le thème « **la pratique du sport** » : Relativité du mouvement, référentiel, trajectoire, mesure d'une durée, actions mécaniques, principes d'inertie, la constance d'Avogadro.

Dans le thème « **l'univers** » : description de l'univers, les étoiles, les éléments chimiques présents dans l'univers, le système solaire.

En enseignement d'exploration MPS « **Science et vision du monde** » : voir l'infiniment grand, voir l'infiniment petit.

En enseignement d'exploration SL « **Géosphère** » : Physique du globe, le monde minéral.

En classe de 1^{re} S :

Dans le thème « **OBSERVER, couleurs et images** » : Domaines des ondes électromagnétiques, interaction lumière-matière, émission et absorption, modèle corpusculaire de la matière, spectre solaire.

Dans le thème « **COMPRENDRE, lois et modèles** » : la matière à différentes échelles, interactions fondamentales, radioactivité naturelle et artificielle, lois de conservation dans les réactions nucléaires, réactions nucléaires et aspects énergétiques associés.

En classe de Terminale S :

Dans le thème « **OBSERVER, ondes et matière** » : rayonnement dans l'Univers, analyse spectrale

Dans le thème « **COMPRENDRE, lois et modèles** » : temps, cinématique et dynamique newtoniennes ; temps et relativité restreinte ; du macroscopique au microscopique, constante d'Avogadro ; transferts quantiques d'énergie ; dualité onde-particule.

SVT :

En classe de 2^{de} générale :

Dans le thème « **la Terre dans l'univers, une planète habitée** » : Système solaire, étoile, planète gazeuse, planète rocheuse, astéroïde, comète.

En classe de 1^{re} S :

Dans le thème « **La Terre dans l'Univers, la vie et l'évolution du vivant** » : La tectonique des plaques: l'histoire d'un modèle.

Dans le thème « **Enjeux planétaires contemporains** » : Tectonique des plaques et géologie appliquée.

En classe de Terminale S :

Dans le thème « **La Terre dans l'Univers, la vie, l'évolution du vivant** » : Le domaine continental et sa dynamique.

2) Présentation de l'exposition

« Le grand récit de l'univers » est une exposition permanente située sur le 2^e étage d'Explora, elle est composée de deux grandes parties situées respectivement sur deux niveaux :

- « **D'où vient la matière ?** » au 1^{er} niveau, se trouvent les salles 1, 2 et 3 (**Terre, air, vide**) : elles invitent le visiteur à un voyage enquête de 13,7 milliards d'années.
- « **Quelles lois physiques pour l'Univers ?** » au 2nd niveau, le visiteur a rendez-vous avec les grandes figures de la science; il y a trois salles (**Classique, Relativités, Quantique**) qui permettent de montrer de manière ludique comment ont été établies les lois physiques de l'Univers.



1^{er} niveau de l'exposition : D'où vient la matière ?

Salle 1 : L'enquête commence sur Terre...

1- Les roches volcaniques

► Roches, les apparences trompeuses

- ◆ A partir de quelle matière commune sont formés le granite, la rhyolite et l'obsidienne ?

De magma

De sédiments

De météorites

- ◆ Ces roches sont faites des mêmes minéraux. Pourtant elles ne se ressemblent pas. Leurs différences d'aspects nous renseignent sur leur...

Age

Région d'origine

Vitesse de refroidissement

▶ Des roches record

◆ Quelle est la roche qui couvre les 2/3 de la surface de la Terre ?

Le granite

Le basalte

La pierre ponce

▶ Parole de basalte

◆ Le magnétisme d'un basalte ne correspond pas toujours au magnétisme du lieu où il est trouvé. Pourquoi ?

Le basalte s'est à nouveau refroidi

Le basalte s'est déplacé en conservant son magnétisme d'origine

Le champ magnétique terrestre s'est inversé

2- Les roches sédimentaires

▶ Mémoires de vie, d'environnement, de climat

◆ Voici cinq images (A, B, C, D et E) représentant différentes roches sédimentaires, elles retracent toutes des époques de la vie, de l'environnement, du climat, passées sur la Terre. A chaque image est associée une description, à vous de donner la bonne réponse !



Image A - © CSI/ C.Guillou



Image B © CSI/ C.Guillou



Image C - © CSI/ C.Guillou



Image D - © CSI/ C.Guillou



Image E- © CSI/ C.Guillou

Description	Image
Feuilles calcaires liées à l'activité d'algues bleues	B
Goutte de pluie fossilisée (sur un morceau de grès)	E
Rides d'oscillation fossilisées (sable fossilisé...)	A
Coquillage fossilisé	D
Grès avec empreinte de pistes d'animal	C

▶ Parole de corail

- ◆ **Ecoutez la « Parole de corail », elle vous donne des indices sur...**

Son âge La vitesse de rotation de la Terre

3- Les roches métamorphiques

▶ Mémoires de faille – Mémoires de plis – Parole d'éclogite

- ◆ **Où peut-on trouver des roches métamorphiques ?**

Dans les couches calcaires
 Au niveau des failles
 En zone montagneuse

- ♦ Le basalte peut-il se métamorphoser ?

Oui Non

- ♦ Si oui, donnez un exemple ?

Le basalte s'est transformé en éclogite.

4- La datation

► Histoire de paysages

Démarrez l'animation, vous retrouverez cette image vers la fin du film !



- ♦ Retrouvez l'histoire géologique de ce paysage en classant les événements par ordre d'apparition :

3 érosion

1 sédimentation

2 plissement

► Dater les roches – Datation absolue

Amusez-vous à dater des échantillons de carbone 14 en manipulant le compteur.

- ♦ Quel est l'âge de l'échantillon fossilisé de droite ?

L'échantillon fossilisé a 10 000 ans.

- ♦ Qu'est-ce qu'une demi-vie ? *C'est le temps nécessaire pour que la moitié des atomes radioactifs se désintègre.*

- ♦ Complétez le tableau suivant en inscrivant les demi-vies correspondant aux atomes radioactifs :

Atomes radioactifs	Demi-vies
Argon	T = 11,9 milliards d'années
Carbone 14	T = 5730 ans
Rubidium/Strontium	T = 48,8 milliards d'années

► Les âges de la Terre

- ◆ A quel personnage doit-on la première tentative de la datation absolue ?

Lord Kelvin Ernest Rutherford Arthur Holmes

- ◆ Quel âge donna-t-il à la Terre ?

20 millions d'années 40 millions d'années 500 millions d'années

- ◆ Actuellement, quel est l'âge estimé de la Terre ?

1,6 milliard d'années 4,6 milliards d'années 6 milliards d'années

- ◆ Par qui et par quelle méthode a-t-elle été réalisée ? *Clair Patterson analysa la composition des météorites puis en fit une datation par la méthode uranium/plomb.*

5- Que racontent les météorites ?

► Danger chute de pierres – Matière extra-terrestre

- ◆ Comment s'appelle la météorite de structure homogène provenant du disque d'accrétion qui a formé notre système planétaire? C'est la météorite la plus courante dans l'espace :

Il s'agit de la chondrite.

- ◆ Complétez le tableau suivant en associant un type de météorite à une partie de la Terre :

Types de météorites	Parties de la Terre
Achondrites basaltiques	Croûte terrestre
Lherzolites	Manteau
Sidérites	Noyau

▶ **Il était une fois la Terre...**

Découvrez à travers ce film, la formation du système solaire et donc de la Terre.

- ◆ **Quelles sont les matières extra-terrestres qui ont constitué la nébuleuse primitive ?** *L'hydrogène et l'hélium étaient majoritairement puis se sont formées par fusion de l'hélium les matières plus lourdes comme le carbone, l'azote et l'oxygène.*
- ◆ **Qu'est-ce que l'accrétion ?**
 - Une diffusion de petites matières extra-terrestres
 - Un refroidissement des petites matières extra-terrestres
 - Une absorption de petites matières extra-terrestres par les plus grosses

Salle 2 : L'enquête se poursuit dans le ciel

1- Etoiles

▶ **Exploration de la Voie Lactée (sous la tente)**

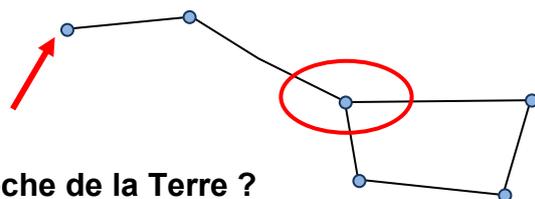
Cette simulation nous permet d'observer la Voie Lactée à partir de notre point de vue de terrien situé en périphérie de la galaxie.

Cherchez Proxima du Centaure (entre 320° et 310°) et lisez les informations que l'on obtient en effleurant le carré.

- ◆ **Cette étoile est-elle visible à l'œil nu ?**
.....*NON*.....
- ◆ **Cette étoile est-elle suffisamment chaude pour émettre des rayons X ?**
.....*OUI*.....

▶ **Etoiles, les apparences trompeuses**

Les étoiles appartenant à la constellation de la Grande Ourse n'appartiennent pas à un même plan !



- ◆ **Quel est le nom de l'étoile la plus proche de la Terre ?**
..... *MEGREZ* (Entourez-la sur le schéma)
- ◆ **Quel est le nom de l'étoile la plus lointaine de la Terre ?**
..... *ALKAÏD* (Désignez-la par une flèche sur le schéma)

▶ La distance par la parallaxe

Cette installation permet de simuler la mesure de distance étoile-Terre par la parallaxe. Lancez la vidéo et suivez les instructions : mesurez la distance entre ce poste et une étoile dessinée sur le mur en face de l'installation.

♦ Votre mesure :

Mesure exacte : *8,20 m*

- ♦ Si votre mesure est très différente de celle proposée, déterminez les sources d'erreurs possibles : *Mauvaise position de la lunette sur le banc et erreur de visée de l'étoile sur le mur.*

▶ La lumière des étoiles

- ♦ Lorsqu'on chauffe le filament de la lampe de 2200 K à 2900 K, comment varient les couleurs du spectre de la lumière ?

Température	Couleurs présentes	Couleur correspondant au maximum d'intensité
2200 K	<i>Visible et IR</i>	<i>rouge</i>
2500 K	<i>Visible et IR</i>	<i>orange</i>
2900 K	<i>visible</i>	<i>jaune</i>

- ♦ Comment évalue-t-on la température à la surface d'une étoile ? *On analyse le spectre de la lumière qu'elle émet.*

▶ L'art de ranger lumière les étoiles

- ♦ En lisant le diagramme de Hertzsprung et Russel, les naines blanches sont :

- Plutôt froides et faiblement lumineuses
- Plutôt froides et fortement lumineuses
- Plutôt chaudes et faiblement lumineuses
- Plutôt chaudes et fortement lumineuses

▶ La lumière infra-rouge

Posez votre main sur le mur face à la caméra durant une dizaine de secondes, enlevez votre main et regardez l'écran :

- ◆ **Qu'observez-vous ?** *On observe une trace bleue de notre main qui disparaît ensuite.*
- ◆ **Quelle est la partie la plus froide de votre visage ?** *C'est le nez*

▶ La matière des étoiles

Tournez le rouleau jusqu'au « FER » et vérifiez si les raies d'émission de cet atome correspondent à certaines raies sombres du spectre de la lumière du soleil.

- ◆ **Pourquoi les raies du spectre du soleil apparaissent-elles sombres ?** *Les raies noires permettent d'identifier les entités chimiques présentes dans l'atmosphère solaire, comme par exemple le fer qui absorbe le rayonnement électromagnétique à ses longueurs caractéristiques.*

2- Galaxies

▶ La fuite des galaxies

- ◆ **Quelles sont les deux méthodes de mesure de la distance d'une galaxie à la Terre ?**

On peut mesurer la distance par la technique de la parallaxe ou par mesure du décalage spectral.

Lancez la vidéo, écoutez l'introduction et choisissez « Mesurer le décalage spectral »

- ◆ **Qu'est-ce que le « Redshift » ?**

C'est un décalage spectral vers le rouge.

- ◆ **Comment l'interprète-t-on ?**

- Par le fait que les galaxies sont fixes
- Par le fait que les galaxies se rapprochent les unes des autres
- Par le fait que les galaxies s'éloignent les unes des autres

- ◆ **Quelle unité de mesure utilise t-on pour mesurer la distance d'une galaxie ?**

- Le parsec
- Le mégaparsec
- L'année-lumière

Salle 3 :

Et si la réponse était dans le vide ?

► La matière d'avant les étoiles

Regardez cette vidéo renversante de 5 minutes :

- ◆ **A quoi Penzias et Wilson ont-ils assimilé le rayonnement fossile de l'Univers au tout début ?**
 - A des bruits de pigeons.
 - Au rayonnement thermique de l'atmosphère
 - Aux ondes de la station radio locale

- ◆ **A quel âge l'Univers a-t-il commencé à former les atomes primordiaux ?**
 - A quelques fractions de secondes
 - A 300 000 ans
 - A 3 millions d'années

- ◆ **A quoi sert un bolomètre ?**
 - A mesurer la température du fond du ciel
 - A mesurer la taille de l'Univers
 - A mesurer le vide interstellaire

- ◆ **Que permet de montrer la cloche à vide ?**
 - Qu'il fait très froid dans l'univers
 - Que le vide ne modifie pas le champ magnétique
 - Que le son ne se propage pas dans le vide
 - Que la lumière se propage dans le vide

2nd niveau de l'exposition :

Quelles lois physiques pour l'Univers ?



Salle1 Classique© CSI/ATTAL Jean-Pierre

Salle 1 :

Les lois de la physique classique

1 - La masse est conservée

- ◆ **Qu'est-ce que l'étalon de masse ? Où se trouve-t-il ?** *C'est un cylindre de platine iridié qui sert de référence à la mesure de masse, il est conservé au Bureau International des Poids et Mesures (BIPM) à Sèvres.*

2 - Le mouvement est relatif

► Evolution des référentiels

- ◆ **Comment est décrit le système géo-héliocentrique proposé par Tycho Brahé à la fin du XVI^e siècle?**
 - Toutes les planètes tournent autour du soleil
 - Les planètes et le soleil tournent autour de la Terre
 - Les planètes tournent autour du soleil qui tourne autour de la Terre

▶ Points de vue sur le mouvement

Ecoutez l'introduction puis simulez les trajectoires dans le référentiel lié au centre de Neptune:

- ◆ **Quelle est la trajectoire du Soleil dans ce référentiel ?**

Une cycloïde Une ellipse Une trajectoire chaotique

▶ Les ruses de la Lune

- ◆ **Pourquoi, nous terriens, voyons-nous toujours la même face de la lune ?**

La Lune met autant de temps à faire un tour sur elle-même qu'à tourner autour de la Terre

La Lune tourne sur elle-même, l'autre face apparaît le jour mais on ne la voit pas

La Lune ne tourne pas sur elle-même

3- La gravitation est une force

▶ Newton et la gravitation

Visionnez ce film qui dure 3 minutes.

- ◆ **La pomme tombe tout droit d'un arbre, la Lune tourne autour de la Terre : qu'est-ce qui différencie ces deux mouvements ?**

La masse des corps impliqués Leur taille Leur vitesse initiale

- ◆ **Comment appelle-t-on la loi qui régit ces deux mouvements ?**

C'est la loi de la gravitation universelle.

4- La synthèse

Ecoutez le document audio, il reprend ce qu'il faut retenir des lois de la physique classique.

- ◆ **Dans la colonne de droite du tableau suivant, entourez les bonnes réponses :**

Espace	<i>absolu</i> ou relatif ?
Temps	<i>absolu</i> ou relatif ?
Mouvement	absolu ou <i>relatif</i> ?
Matière	<i>conservée</i> ou non conservée ?
Vitesse de la lumière	<i>constante</i> ou variable ?

Salle 2 :

Les lois de la physique relativiste

1- La relativité restreinte en gestation

► Votre corps est énergie

Placez votre main sur le lutrin et un film va se déclencher pour vous expliquer la radioactivité naturelle qui se déroule dans notre corps.

♦ Comment appelle-t-on cette radioactivité :

- α
 β
 γ

♦ Quelle équation de désintégration correspond à cette radioactivité ?

- $e^- \rightarrow p + n + \nu_e$
 $p \rightarrow n + e^+ + \nu_e$
 $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$

♦ Que traduit la célèbre équation $E = mc^2$?

- La célérité c est proportionnelle à E
 E est sous forme d'énergie cinétique
 La masse ne se conserve pas

▶ La vitesse de la lumière

♦ Actuellement, comment définit-on le mètre étalon ?

- C'est 1 650 763,73 longueurs d'onde d'une radiation émise par le krypton 86
- C'est la distance parcourue par la lumière dans le vide en $1/299\,792\,458$ s
- Il est matérialisé par une règle en platine-iridium

2- Vers un nouvel espace-temps

▶ Le temps des muons

Visionnez le film, il dure 6 minutes.

♦ D'après la relativité restreinte, la lumière :

- Se propage à vitesse invariante
- Est le phénomène le plus rapide de l'univers
- Se propage à une vitesse différente selon l'espace-temps qu'elle traverse

♦ L'expérience des muons a permis de prouver :

- que la vitesse de la lumière est invariante
- que le temps et la distance sont relatifs au référentiel dans lesquels ils sont observés
- que la perception de temps et d'espace est indépendante de la vitesse
- la théorie de la relativité restreinte pour la première fois

▶ La chute des corps

Dirigez-vous en premier vers la table d'information intitulée : « le plomb et la plume ».

♦ Quelle interprétation Galilée a-t-il donné sur la chute des corps ?

Tous les objets tombent de la même façon, quelle que soit leur masse, leur forme ou leur composition.

L'installation, appelée aussi « tubes de Newton », permet de montrer la chute libre de deux corps dans l'air et dans le vide.

- ♦ **Que constatez-vous ?** *Dans le vide, le temps de chute des deux objets est identique alors que dans l'air, la chute de la bille est plus rapide.*

3- Relativité générale : une nouvelle théorie de la gravitation

► Einstein et la gravitation

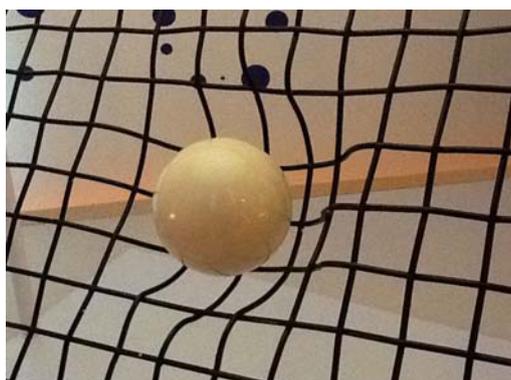
Visionnez ce film qui dure 5 minutes.

- ♦ **Complétez les informations manquantes dans les deux colonnes du tableau :**

Qui a dit ... ?	Nom du savant / époque
La masse pesante mesure la facilité d'un objet à se mettre en mouvement sous l'effet de la <i>la gravitation</i> .	<i>Newton / 1650</i>
La gravitation est une <i>force</i> , une attraction entre les <i>masses</i> .	Newton / 1650
A tout objet est associée une masse inertielle qui correspond à l'intensité de la force nécessaire à <i>modifier</i> le mouvement.	<i>Galilée / 1599</i>
Le mouvement causé par la gravitation et l'entraînement dû à un système qui accélère sont identiques.	<i>Galilée / 1599</i>
La gravitation n'est pas une force, mais une <i>courbure</i> de l'espace et du temps, c'est la relativité <i>générale</i> .	Einstein / <i>1916</i>

► Espace-temps, matière, gravitation

Voici une image représentant la Terre déformant l'espace-temps :



© CSI/ C.Guillou

- ♦ **Pourquoi : « la Terre déforme-t-elle l'espace-temps ? »**

- La Terre est une sphère
- La Terre est de la matière
- La Terre est attirée par une force provenant de l'Univers

► **Effets relativistes au quotidien**

- ◆ **Combien de satellites au minimum un récepteur GPS a-t-il besoin pour donner correctement la position ?**

1 2 3 4

- ◆ **Quel est le rôle de chaque satellite utilisé?** *Trois satellites indiquent les coordonnées spatiales et un quatrième corrige le décalage de son horloge avec l'heure du GPS. Si on ne prenait pas en compte le problème de la relativité restreinte, il y aurait une erreur de positionnement d'environ 2 km.*

4- La synthèse

Ecoutez le document audio, il reprend ce qu'il faut retenir des lois de la physique relativiste.

- ◆ **Dans le tableau suivant, cochez les bonnes réponses :**

Relativité restreinte (masse, espace, temps, vitesse)	<input type="checkbox"/> La vitesse de la lumière peut être dépassée <input checked="" type="checkbox"/> La masse est une forme d'énergie <input type="checkbox"/> La masse d'un objet est prise en compte <input checked="" type="checkbox"/> Une horloge en mouvement marche plus lentement que lorsqu'elle est au repos
Espace-temps	<input checked="" type="checkbox"/> Est déformé par la matière <input checked="" type="checkbox"/> Modifie la trajectoire de la masse <input type="checkbox"/> Ne modifie pas la trajectoire de la lumière
Relativité générale	<input type="checkbox"/> Masse inerte et masse pesante ne sont pas équivalentes <input checked="" type="checkbox"/> La gravitation est l'expression de la déformation géométrique de l'espace-temps <input checked="" type="checkbox"/> Aucune interaction n'agit de façon instantanée

Salle 3 :

Les lois de la physique quantique

1- Introduction : votre corps est plein de « vide » ?

▶ Détecteur de muons

Montez sur la plate-forme du détecteur et visualisez les muons qui vous traversent :

◆ Que sont des muons ?

Des insectes se déplaçant très rapidement

Des particules cosmiques

Des électrons

◆ Combien de muons en moyenne traversent votre corps en une seconde ?

200 muons/s

5 muons/s

60 milliards de muons/s

2- Plongée dans le monde surprenant des atomes

▶ Expérience de Rutherford

◆ Qu'a découvert Rutherford grâce à son expérience ?

Le noyau des atomes

Les particules alpha

Les photons

◆ Pourquoi certaines particules passent à travers la feuille d'or en ligne droite ?

Les particules traversent en ligne droite car rien, dans les atomes d'or, ne les dévie de leur trajectoire.

◆ Pourquoi d'autres sont-elles déviées ?

Elles percutent et rebondissent sur des éléments de matière plus petits et plus lourds contenus dans les atomes d'or.

► Le nombre d'Avogadro

- ◆ Qu'ont en commun 12 g de carbone et 197 g d'or ?

- Leur nombre d'Avogadro
- Le nombre d'atomes contenu dans ces échantillons

- ◆ Définir le nombre d'Avogadro et sa valeur : *C'est un nombre qui sert à relier une masse à la quantité d'atomes ou de molécules qu'elle contient, c'est le nombre d'atomes contenus dans 12 g de carbone, il vaut $6,02 \cdot 10^{23}$.*

► Un atome, des structures

- ◆ Quel est le point commun entre du graphite et un diamant ?

Leur point commun est l'atome qui les constitue : le carbone.

- ◆ Qu'est-ce qui est responsable de leurs propriétés si différentes ?

Leur structure cristalline très différente, formée à des pressions et températures différentes, est responsable.

► Vidéo : « Explorer l'atome »

Explorez cette vidéo intégralement !

- ◆ Quel est le rapport de taille entre le noyau et son atome (en moyenne) ?

- 100 fois
- 1000 fois
- 10000 fois

- ◆ Où se situent les quarks dans l'atome ?

- électron
- proton
- neutron

- ◆ Quelle est la constitution d'un proton ?

- 2 quarks *up* et 1 quark *down*
- 3 quarks *up*
- 2 quarks *down* et 1 quark *up*

- ◆ Quelles sont les particules responsables de l'assemblage des quarks ?

- Les bosons
- Les gluons
- Les photons

- ◆ Quelles sont les particules responsables de l'interaction électromagnétique entre le nuage électronique et le noyau ?

- Les gravitons
- Les gluons
- Les photons

3- La quantique : une physique de l'infiniment petit

▶ Etrangeté du monde quantique

Jouez aux deux premières questions et écoutez les commentaires.

♦ Un fer à cheval et un volcan rougissent-ils à la même température ? *OUI*

♦ Qu'est-ce qu'un quanta de lumière ?

- Un ornithorynque
- Une onde exclusivement
- Un photon
- Un corpuscule exclusivement

▶ Matière, antimatière

♦ Qu'est-ce qu'un positon (ou positron) ?

C'est une particule identique à l'électron mais avec une charge électrique positive.

♦ Par qui et quand a-t-il été prédit ?

Paul Dirac a prédit l'existence des positons en 1931.

4- Carré central

▶ Univers, particules et expérience

Ecoutez l'introduction puis choisir « Boson de Higgs » et « L'accélérateur de particules LHC et les détecteurs CMS et Atlas »

♦ De quoi serait responsable le boson de Higgs ?

- Du Big Bang
- De la charge électrique de toutes les autres particules
- De la masse de toutes les autres particules

Un peu d'actualité : ce boson, particule inventée par Higgs, a enfin été démasqué !

♦ **Quand cette découverte a-t-elle eu lieu ?**

- Le 26 mai 1964 Le 10 septembre 2008 Le 4 juillet 2012

♦ **Quel type d'accélérateur de particules a permis de réaliser cette découverte ?**

- Le LEP (collisionneur électron positon) du CERN à Genève
 Le LHC (collisionneur proton proton) du CERN à Genève
 Le TEVATRON (collisionneur proton antiproton) du Fermilab à Chicago

▶ **Théorie, observation ?**

♦ **Qui a dit « c'est seulement la théorie qui décide de ce qui peut être observé » ?**

- Heisenberg Schrödinger Einstein

♦ **Cochez les particules ou propriétés d'abord prédites par la théorie puis observées, pensez à soulever les volets pour vous aider !**

- L'antimatière Le neutrino Le boson de Higgs Le trou noir
 L'expansion de l'univers Les quasars Le fond diffus cosmologique L'intrication quantique

5- Synthèse

Ecoutez le document audio, il reprend ce qu'il faut retenir de la physique quantique

♦ **Dans le tableau suivant, cochez les bonnes réponses :**

Lois de la physique quantique	<input type="checkbox"/> Ce sont les mêmes lois que celles de la physique classique <input checked="" type="checkbox"/> Les lois de la physique classique sont non opérantes car les objets sont infiniment petits
-------------------------------	---

	<input checked="" type="checkbox"/> Ce sont des lois mathématiques décrivant des probabilités de présence d'objets quantiques <input type="checkbox"/> Elles ne sont pas validées car non observables
Objet quantique	<input checked="" type="checkbox"/> N'est ni une onde ni un corpuscule <input type="checkbox"/> Sa position et sa vitesse sont déterminées précisément
Matière et antimatière	<input checked="" type="checkbox"/> La masse est une quantité de matière <input type="checkbox"/> L'antimatière n'a pas de masse <input checked="" type="checkbox"/> L'antimatière a déjà été observée, créée et utilisée
Espace-temps	<input type="checkbox"/> Dépend de la matière qu'il contient <input checked="" type="checkbox"/> Est statique, sans courbure <input checked="" type="checkbox"/> C'est un espace mathématique sans équivalent avec le monde macroscopique

♦ Reliez la bonne définition à l'interaction correspondante :

Interaction gravitationnelle	•	•	Interaction pour rendre compte d'une forme de radioactivité
Interaction forte	•	•	Interaction non prise en compte car faible à l'échelle atomique par rapport aux autres forces existantes.
Interaction faible	•	•	Interaction pour lier les composants des noyaux
Interaction électromagnétique	•	•	Interaction pour associer les particules chargées entre elles

3) Conseils pour la visite

Ce parcours traite de l'intégralité de l'exposition, ce qui est très long. Vous pouvez le scinder en plusieurs parties pour que chaque groupe d'élève fasse un travail différent ou retenir quelques éléments qui vous intéressent pour vos élèves.

Invitez vos élèves à découvrir l'exposition et travailler sur le parcours sans suivre l'ordre. Chacun pourra mieux profiter des installations et l'engorgement dans l'exposition sera évité.

Nous vous conseillons de prévoir une heure de présence dans l'exposition.

4) Pour compléter votre visite à la Cité

Plusieurs médiations sont proposées aux classes en lien avec cette exposition après avoir été réservées.

Absolument relatif : Avec cette introduction à la théorie de la Relativité, embarquez pour un voyage à travers l'espace-temps... Une animation ludique pour aborder la notion de référentiel et la relativité du mouvement, de Galilée à Einstein.

La Quantique, c'est Supra !: Initiez vos élèves à la physique du XX^e siècle sous l'angle spectaculaire des expériences de supraconductivité (électricité, magnétisme, froid extrême, lévitation).

Visite commentée de l'exposition : par un médiateur scientifique.

Films et spectacles du Planétarium :

A retrouver sur le site de la Cité des sciences et de l'industrie en cliquant sur le lien suivant <http://www.cite-sciences.fr/fr/au-programme/activites-spectacles/planetarium/>

5) Les ressources documentaires

➤ Bibliographie

Les ouvrages qui suivent sont empruntables à la bibliothèque de la Cité (BSI) :

Le grand récit de l'Univers – *Texte imprimé Bénédicte Leclercq, avec la collaboration de Laurent Jolivet, Etienne Klein, 2007 Editions Le Pommier, 231p*: C'est le livre de l'exposition permanente, un bon complément à l'issue de la visite avec de très belles photographies pour faire rêver et nourrir la curiosité sur l'origine du monde.

Le grand récit de l'Univers en poche – *Texte imprimé Bénédicte Leclercq, avec la collaboration de Laurent Jolivet, Etienne Klein, 2008 Editions Le Pommier, 362p*: Ce livre est un récit de voyage qui reprend de manière posée les thèmes de l'exposition (matière, étoiles, galaxies, lois physiques...). Le récit est captivant et le glossaire bien fourni !

La Gravitation - *Texte imprimé Chérif Zananiri- 2002 - Éditions Ellipses, Paris, 237p*: Ce livre raconte l'histoire de la notion de gravitation et explique quelles ont été les différentes interprétations données au cours de l'histoire.

Pourquoi $E = mc^2$ et comment ça marche ? – *Texte imprimé Brian Cox et Jeff Forshaw (traduit de l'anglais 2012 - Editions Dunod pour l'édition française, 206p*: C'est un ouvrage sur les mystères de la relativité. Des explications sont fournies sans avoir besoin d'un bagage particulier en mathématiques !

➤ Sitographie

Vous pouvez également consulter le site web d'Universcience ainsi que de nombreux sites sélectionnés en lien avec la thématique étudiée. En voici un :

La chimie au lycée sur le thème de la matière :

<http://www.cnrs.fr/cnrs-images/chimieulycee/THEMES/matiere/prezmati.htm>

Site du CNRS : Il permet de percer les mystères de la matière de façon très pédagogique.

6) Informations pratiques

➤ Adresse :

Cité des sciences et de l'industrie
30, avenue Corentin Cariou
75019 PARIS
<http://www.cite-sciences.fr>

➤ Accès :

Métro ligne 7 : Porte de la Villette
Bus : 139, 150, 152
Tram T3b : Porte de la Villette

➤ Horaires d'ouverture :

Du mardi au samedi de 10h à 18h, le dimanche de 10h à 19h, accès à la billetterie et aux vestiaires à partir de 9h30.
Fermeture le lundi, les 1^{er} janvier, 1^{er} mai, 14 juillet.

➤ **Tarifs (par élève) :**

A partir de 4.50 euros. Ce tarif vous donne droit à la réservation d'une ou deux animations par élève maximum selon la période de l'année.

➤ **Réservations en contactant le bureau des groupes :**

- par téléphone :

01 40 05 12 12 du lundi au vendredi, de 9h30 à 17h30.

- par courrier :

Cité des sciences et de l'industrie

Service groupes

30, avenue Corentin Cariou

75 930 Paris cedex 19

- par fax :

01 40 05 81 90

- par courriel

resagroupescite@universcience.fr

Dossier réalisé par le Département Education de la Cité des sciences et de l'industrie.
Année 2012/2013