

LE VIDE ABSOLU EXISTE-T-IL ?

▪ Niveau : Seconde

▪ Compétences mises en œuvre :

- ✓ S'approprier : extraire l'information utile.
- ✓ Communiquer.

▪ Principe de l'activité :

La question posée à la classe est : « Le vide absolu existe-t-il ? ». Les élèves proposeront une réponse à cette question en s'appuyant sur des documents fournis par le professeur.

La particularité de cette activité est qu'elle s'adresse à des élèves rencontrant des difficultés pour extraire une information utile à partir de textes. L'enseignant fournit aux élèves des étiquettes (page 6) correspondant aux informations qui ont déjà été extraites, et les élèves associent chaque étiquette au document qui en est la source.

Les élèves séparent ensuite les informations en deux catégories, en les collant dans le tableau joint (page 5). Enfin, ils proposent une réponse à la question posée : « Le vide absolu existe-t-il ? ».

▪ Conditions de mise en œuvre :

Une à deux heures. Les étiquettes ont été découpées préalablement.

▪ Sources des documents :

Les documents utilisés sont issus des fiches pédagogiques disponibles sur le site du synchrotron SOLEIL (<http://www.synchrotron-soleil.fr>)

▪ Réponses :

Doc 6 :

1. Le vide est un espace où se trouvent des particules virtuelles en mouvement.
4. Un électron peut se trouver à n'importe quelle distance du noyau.
11. La physique quantique envisage la création de particules et antiparticules.

Doc 5 :

2. Le volume du noyau est 10^{15} fois plus petit que celui de l'atome.
10. La matière d'un atome est concentrée dans son noyau.
6. Rutherford met en évidence la structure lacunaire de la matière.
12. Une, sur 10 000 particules α , ne traverse pas un noyau d'or.

Doc 4 :

5. Les philosophes de l'antiquité refusent la notion de vide.

Doc 3 :

3. On observe le vide pour la première fois en 1644.
7. Il y a plus de raisons de croire à l'existence du vide qu'à son impossibilité de se produire.

Doc 2 :

9. Le vide des physiciens n'est pas rien.

Doc 1 :

8. Le vide est rempli de champs électromagnétiques.

	Oui, le vide absolu existe	Non, le vide absolu n'existe pas
Doc1		8. Le vide est rempli de champs électromagnétiques.
Doc 2		9. Le vide des physiciens n'est pas rien.
Doc 3	3. On observe le vide pour la première fois en 1644.	
Doc 4		5. Les philosophes de l'antiquité refusent la notion de vide.
Doc 5	6. Rutherford met en évidence la structure lacunaire de la matière.	
Doc 6		1. Le vide est un espace où se trouvent des particules virtuelles en mouvement.

Exemple de réponse à la problématique :

Dans le vide, il y a un champ électromagnétique qui ne nécessite aucun support matériel. Le vide absolu désigne l'absence à la fois de matière mais aussi de rayonnement, c'est pourquoi, il n'existe pas.

LE VIDE ABSOLU EXISTE-T-IL ?

Document 1 : l'énergie du vide.

Dans la nature, le vide parfait n'existe pas. L'énergie n'est jamais totalement égale à zéro en chaque point de l'espace. Tout comme une surface couverte de blé se définit comme un champ de blé, on parle alors de champ d'énergie. « Le vide est rempli de toutes sortes de champs, comme par exemple des champs électromagnétiques de même nature que la lumière. Leur énergie n'est jamais exactement zéro mais fluctue sans cesse dans le temps. C'est un peu comme un syndrome d'hyperactivité. »

Document 2 : reconstituer le scénario des origines ?

L'affaire remonte aux origines, quand les particules ne sont pas encore là. L'Univers est donc vide. Vide ? Mais alors comment peut-il se passer quelque chose dans un espace vide ?... Parce que le vide des physiciens d'aujourd'hui n'est pas l'absence de tout.

Document 4 : le vide et l'antiquité.

Les philosophes de l'antiquité s'accordent sur la question du vide, qu'ils refusent totalement. Pour Aristote : « *S'il y a un transport propre à chacun des corps simples, par exemple le feu vers le haut, la terre vers le bas, il est clair que le vide ne peut être la cause du transport, car dans le vide, le mouvement ne peut se produire dans une direction privilégiée* ».

On pourrait ajouter cet aphorisme célèbre, qui n'a jamais perdu de sa vigueur en traversant les siècles : « *La nature a horreur du vide* » car on l'attribue très souvent à Aristote. En réalité, on doit cette formule aux scolastiques du Moyen-âge.

Document 3 : la possibilité du vide : Torricelli et Pascal.

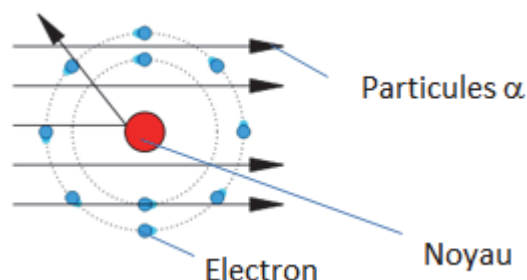
Lorsque Torricelli, en 1644, puis Pascal en 1647, retournent un tube initialement rempli de mercure dans une cuvette contenant elle-même du mercure, ils créent un espace « rempli d'aucune des matières qui sont connues dans la nature ». Pour la première fois, du vide est créé et observé.

Torricelli et Pascal vont se montrer très prudents quant à la réalité de ce vide, faute de preuves irréfutables (parmi plusieurs objections, les détracteurs prétendent que de l'air pénètre par les pores du verre). Mais l'expérience « permet de rendre l'existence du vide dans la nature légèrement plus crédible que son impossibilité à se produire ».

Document 5 : l'évidence du vide : Rutherford.

Nous sommes en 1909. Vieille de 2500 ans, la controverse sur la structure de la matière vient de s'achever par la victoire éclatante des atomistes : la matière est bien constituée d'atomes. Mais le modèle de l'atome est encore flou.

Rutherford a alors l'idée de bombarder une feuille d'or avec des particules α (noyaux d'hélium) provenant d'une source radioactive, et de placer un écran tout autour, afin de visualiser, par scintillements lumineux, l'impact des particules α . Résultat : de très nombreux points lumineux apparaissent sur l'écran en face de la source.



De cette expérience, Rutherford va déduire que les atomes sont constitués de beaucoup de vide et d'un peu de matière très fortement concentrée dans ce qu'il nomme alors le « noyau » atomique. Les rares particules déviées (une sur 10 000) sont celles qui ont rencontré de la matière sur leur trajectoire.

Le volume du noyau est un million de milliards de fois plus petit que celui de l'atome. Le volume de l'atome est constitué d'au moins 99,999999999999% de vide ! Si l'on supprimait le vide, la Terre tiendrait dans une boule de 130 m de diamètre, et notre corps humain rentrerait largement dans une tête d'épingle...

Document 6 : et le Vide de la physique d'aujourd'hui ?

On sait aujourd'hui que le vide est un milieu très complexe, siège d'une activité incessante....

Nous savons que l'image « planétaire » de l'atome est fautive : un électron n'est pas une bille qui tourne autour du noyau central. A un instant donné, il peut se trouver à n'importe quel endroit autour du noyau, comme s'il se trouvait partout à la fois. Il forme une sorte de nuage électronique qui traduit sa probabilité de présence. Mais alors, le vide qui constitue plus de 99% du volume de l'atome est-il vraiment vide puisqu'il est potentiellement occupé par les électrons ?

Nous savons que dans le milieu intergalactique, il ne subsiste qu'une molécule pour 4 m^3 . On peut donc imaginer une boîte de 1 m^3 sans particule, une boîte vide... Cependant, tout l'univers baigne dans un rayonnement de même nature que la lumière, appelé fond diffus cosmologique, qui atteste d'une époque passée dense et chaude de l'Univers. Si on y ajoute la création de particules/ antiparticules virtuelles envisagée par la physique quantique, la boîte est loin d'être absolument vide... Un espace de créations et d'annihilations incessantes de particules virtuelles : telle pourrait être une définition « simple » du vide aujourd'hui. Mais c'est une autre histoire...

« Le vide absolu existe-t-il ? »

Associer chaque étiquette contenant une affirmation à un document.

Séparer ces documents en deux catégories permettant de répondre à la question :
« Le vide absolu existe-t-il ? »

Compléter le tableau joint en collant, pour chaque document, l'étiquette la plus représentative de l'idée défendue.

Rédiger, en une ou deux phrases, une réponse à la question.

	Oui, le vide absolu existe	Non, le vide absolu n'existe pas
Doc. 1		
Doc. 2		
Doc. 3		
Doc. 4		
Doc. 5		
Doc. 6		

Étiquettes

1. Le vide est un espace où se trouvent des particules virtuelles en mouvement.	2. Le volume du noyau est 10^{15} fois plus petit que celui de l'atome.
3. On observe le vide pour la première fois en 1644.	4. Un électron peut se trouver à n'importe quelle distance du noyau
5. Les philosophes de l'antiquité refusent la notion de vide.	6. Rutherford met en évidence la structure lacunaire de la matière.
7. Il y a plus de raisons de croire à l'existence du vide qu'à son impossibilité de se produire.	8. Le vide est rempli de champs électromagnétiques.
9. Le vide des physiciens n'est pas rien.	10. La matière d'un atome est concentrée dans son noyau.
11. La physique quantique envisage la création de particules et d'antiparticules	12. Une, sur 10 000 particules α , ne traverse pas un noyau d'or.