

Physique et Caféine

Un film d'animation pour découvrir ce que les physiciens voient dans... une tasse à café.

Vidéo provenant de "La physique autrement"

<http://hebergement.u-psud.fr/supraconductivite/stopmotion2.html>

<https://www.youtube.com/watch?v=w3BnZjLGrRw>

- Alors, si moi j'imagine une tasse à café et que je me dis que je dois penser euh..., comme un physicien...
- Ouais !
- Euh...

Physique & Caféine

- A qui ? J'explique ça à qui ?
- A quelqu'un qui n'y connaît absolument rien !
- Euh...
- La situation, on est d'accord : c'est une tasse café, du café dedans, une cuillère à côté !
- Ouais !
- Bien.
- Euh... Je pense que c'est chaud aussi...

Frédéric explique la chaleur

- Ouais, en physique, la chaleur, c'est de la thermodynamique. Quand tu regardes la surface de ta tasse de café : t'as de l'eau chaude évidemment, mais si tu regardes l'air qui est juste au-dessus de cette surface, tu vas voir plein de molécules d'eau qui sont sorties du liquide et qui sont allées dans l'air. Question qu'on peut se poser c'est : pourquoi quand tu souffles sur une tasse, tu la refroidis ? Alors en fait, il y a un équilibre entre les molécules d'eau qui rentrent et qui sortent de la tasse de café et quand tu souffles, tu vas chasser l'air et toutes les molécules d'eau qui sont dedans et pour combattre ce déséquilibre, il y a plein de molécules d'eau qui vont vouloir sortir de ton café. Et pour ça, elles ont besoin d'énergie et le seul endroit où elles peuvent prendre de l'énergie, c'est dans la température de la tasse, donc quand tu souffles sur ton café, tu vas le refroidir.
- On commence avec la tasse de café. Ok. Imagines, tu es sur ta terrasse, tu prends ta tasse de café. Donc, tu as ta tasse blanche et ton café, c'est noir.

Wiebke explique le blanc

- La lumière qui arrive, c'est plein d'ondes avec des différentes longueurs d'ondes. Chaque longueur d'ondes correspond à une couleur. Et donc, comme ta tasse de café qui est blanche, ça veut dire que, en fait, toute la lumière qui est arrivée est renvoyée. Mais à l'intérieur de ton café, t'as plein de particules qui viennent de ton café et ces particules-là partent avec presque toutes les longueurs d'ondes de ta lumière. Et donc, elle sera absorbée au lieu d'être réfléchi et au lieu d'être transmise. Blanc, c'est que juste tu as toutes les couleurs et noir, c'est que t'as plus de lumière.
- Moi, ce que je vois dans la tasse, le premier truc que ça m'évoque, c'est les atomes.

Julien ne pense qu'à la quantique

Physique et Caféine

Un film d'animation pour découvrir ce que les physiciens voient dans... une tasse à café.

- Ce qui me fascine c'est que les atomes, on pourrait imaginer que c'est des petites formes géométriques empilées les unes aux autres, et pas du tout ! C'est un noyau d'abord, au milieu, dans lequel on a condensé toute la matière et autour des électrons qui ont des formes, mais c'est pas juste des boules par exemple, c'est des formes quantiques, elles se superposent les unes aux autres et puis elles sont un peu floues, un peu intangibles, un peu invisibles... Et donc, c'est le paradoxe entre ces formes un peu immatérielles et très étranges et ce que ça compose finalement - c'est-à-dire une bonne tasse bien solide - qui moi, me fascine.
- Y a aussi une question toute bête, pour moi, physicien : c'est pourquoi elle passe pas à travers ?

Frédéric, lui revient à l'essentiel

- Alors que je sais que la matière est essentiellement composée de vide, pourquoi les choses passent pas les unes à travers les autres, quoi ? Alors je pense que **Julien** dira :
- C'est parce que deux électrons identiques n'ont pas le droit d'être au même endroit : c'est le principe d'exclusion de Paoli.
- Je dirai : ben non, moi, je vois les choses à plus grande échelle. La tasse et la soucoupe sont deux matériaux élastiques : quand la tasse, elle, appuie sur ce matériau élastique, il s'exerce une force de rappel élastique, comme un petit ressort qu'on a comprimé.
- Une autre manière de se poser la question, c'est de se demander pourquoi la tasse est attirée vers le bas. Et pas vers le haut, par exemple ? Donc, c'est le principe de la mécanique newtonnienne : c'est la terre qui a une énorme masse, qui va exercer une force sur la tasse. Mais si tu changes de modèle, si tu te places dans le cadre de la relativité générale, tu vas introduire la notion d'espace-temps, c'est la masse de la terre qui va déformer l'espace-temps et qui va expliquer la gravité en quelque sorte.
- Aucun point de vue chasse un autre point de vue. Je vais utiliser l'outil le plus approprié à la description du phénomène dont je veux parler. Pour décrire des liquides, le bon outil, c'est la mécanique des fluides. Par contre, pour comprendre le mouvement des objets solides à notre échelle, il faudra se servir de la mécanique classique. Si les objets sont à la taille des atomes, là, on va chercher du côté de la mécanique quantique. Et dans le cas des objets se déplaçant très rapidement, on utilisera la relativité restreinte.
- Selon l'échelle à laquelle, le physicien se place, et selon ce qui l'intéresse, et ben il va utiliser des outils ou des théories différentes selon le phénomène qu'il essaye de comprendre. La question qui se pose bien sûr, c'est comment est-ce que ces différents domaines co-existent entre eux.

Qu'arrive-t-il quand deux domaines se rencontrent ?

- Il y a plusieurs cas de figures. Par exemple, il peut y avoir deux domaines qui apparemment sont complètement indépendants, par exemple l'électricité d'un côté, le magnétisme de l'autre. Et on va se rendre compte après coup qu'on peut les décrire avec une seule et même théorie : c'est l'électromagnétisme. Ça forme plus qu'un seul domaine. On peut aussi avoir le cas de deux domaines qui fonctionnent à des échelles différentes, la mécanique quantique à petite échelle, la mécanique classique à notre échelle à nous ; et on va vérifier à la frontière entre ces deux domaines si les deux descriptions sont compatibles entre elles. Et puis, il y a le cas le pire possible pour les physiciens, c'est deux théories incompatibles : par exemple, la relativité générale et la physique quantique qu'on n'arrive pas à réconcilier et qui vont avoir des prédictions violemment différentes.
- Mais alors, si ces domaines sont si différents, comment ils font pour former une seule physique ?
- Ça tient au fait que tout ces domaines ont été construits en fait de la même manière, avec la même méthode scientifique. Ce que fait le physicien, c'est qu'il observe un phénomène. Il va le mesurer plusieurs fois déjà : on va essayer de le mesurer, d'en tirer des données, de les analyser. Et puis, on va essayer de modéliser ce qu'on observe avec une langue mathématique, et essayer d'en tirer une loi. Et puis cette loi, on va essayer de vérifier si elle fonctionne de façon universelle, sur d'autres mesures et sans aucune exception.

Physique et Caféine

Un film d'animation pour découvrir ce que les physiciens voient dans... une tasse à café.

- L'intérêt, quand on arrive à mettre quelque chose en équation, c'est vraiment l'aspect prédictible des choses. L'équation finale que l'on obtient, elle s'applique à beaucoup plus de situations que ce pourquoi, elle a été pensée initialement.
- Et ce qu'il y a d'incroyable, c'est qu'une équation et un modèle, ça permet de comprendre des objets existants mais ça peut aussi prédire des nouveaux objets, des nouveaux comportements auxquels on s'attendait et qu'on avait jamais observés avant.
- Du coup, si on rassemble toutes les équations des différents domaines, est-ce qu'on peut arriver à une équation unique qui décrive tout ?

Une seule équation pour décrire l'univers ?

- Je pense que le monde est trop complexe. Dès qu'on décrit un phénomène avec une équation, c'est toujours une simplification. Donc, si on accepte un certain niveau de simplification je pense... sur certaines questions, ce sera possible ; mais je pense que ça va jamais être possible de décrire toute la physique en une seule question.
- De toute façon, je pense que si on trouve ces supers équations et ce modèle fondamental des particules élémentaires, reprend la tasse à café qu'on a depuis le début, ben à mon avis, il servira à rien pour comprendre la couleur, la chaleur, le liquide, enfin tout ce qu'on a pu te raconter dessus. Et encore, tu nous as juste demandé d'expliquer ce qu'on voit dans une tasse à café... Imagine tu nous avais demandé t'expliquer ce qu'on voit dans une ampoule électrique, dans ton micro, dans un ordinateur...
- Je sais pas, moi... Qu'est-ce qu'on peut se demander...