

« On essaie d'expliquer avec
des mots que l'on comprend
quelque chose que l'on n'est
pas capable d'appréhender.
Du tout. »

Bruce Benamran,
vulgarisateur scientifique

Abstract

This dissertation explores how the vulgarization of quantum physics offers multiple approaches to the graphic designer. This science is abstract, so it is both a source of freedom for the designers, and a challenge, because of its counterintuitive and complex aspect. It's a way of finding new inspirations and points of view. Moreover, it allows the designer, the popularizer, and the scientist to renew their practices. I'm discovering some different vulgarization projects and questioning what methods are used and what image of quantum physics is conveyed. I can thus establish what role the designer plays, in the perspective of the history of images in science. All of them are relevant, and the choice depends on the public, the message, and the idea of quantum physics being transmitted.

***Sense of wonder* n.m.**

Sentiment d'éveil ou d'émerveillement, déclenché par la prise de conscience de ce qui est possible, par la confrontation de l'immensité de l'espace et du temps.

Brave New Words: The Oxford Dictionary
of Science Fiction

Glossaire	
Introduction	6
Le graphiste travaille les modèles de vulgarisation classique	9
<i>Petite histoire de la vulgarisation des sciences</i>	10
<i>Dans la continuité de l'histoire de la vulgarisation, la médiation de la physique quantique</i>	12
<i>Plus que la visualisation, le graphiste peut permettre de s'emparer plus facilement des concepts de la physique quantique</i>	16
Le travail du graphiste s'éloigne de la vulgarisation classique	21
<i>En plus d'aider à la compréhension, le travail du graphiste peut aider à rendre aimable la physique</i>	22
<i>Intégrer un point de vue personnel dans la définition des concepts de la physique quantique</i>	24
<i>S'éloigner de la vulgarisation même ?</i>	28
Conclusion	30

Annexes

Interview avec Océane Juvin

Iconographie de l'interview

Pour aller plus loin



sense of wonder

Introduction

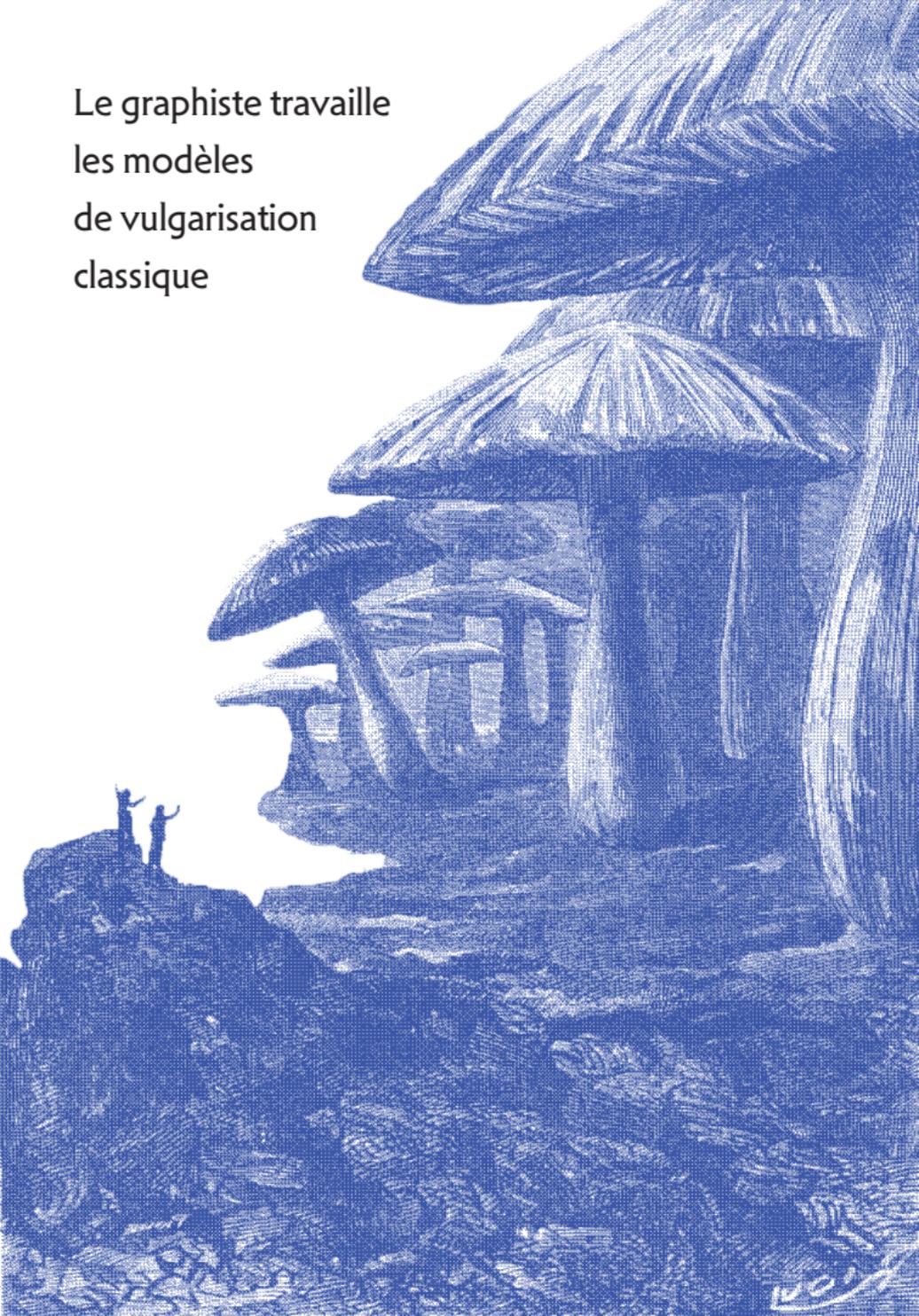


Selon la légende, Galilée déclare en 1633: «Et pourtant, elle tourne.» Remettant en question l'idée que la Terre est plate et immobile, le savant remet aussi en cause la suprématie de l'Eglise qui impose cette vision du monde, et encore plus loin attaque l'orgueil de l'Homme au centre de l'Univers. Une idée si menaçante qu'il aurait pu en être tué. Et pourtant, à l'époque, il avait à proposer une nouvelle vision de la réalité, relativement facile à appréhender. Qu'en serait-il alors si nous déclarions que notre réalité est fausse, et que finalement ce qu'on a à dire de la vérité, c'est que l'Homme est absolument incapable de la comprendre? Que *notre* monde nous échappe complètement?

Le cœur du savoir-faire du graphiste est de pouvoir retransmettre en image un concept abstrait. Il semble donc être à même d'aborder le sujet de la physique quantique. Comment le designer graphique aborde-t-il la vulgarisation d'une science profondément incompréhensible? J'explore dans ce mémoire ses solutions, celles héritées de la vulgarisation classique et celles qu'il invente pour répondre aux difficultés, ainsi que le lien qu'établit l'image avec le texte de vulgarisation¹.

¹ Interrogeant le dialogue entre le graphiste et le scientifique, je n'aborderai que les travaux de vulgarisation réalisés par ou en collaboration avec des scientifiques.

Le graphiste travaille
les modèles
de vulgarisation
classique



Petite histoire de la vulgarisation des sciences

Au XVII^e siècle naît une approche théorique des sciences par les mathématiques (ex: Newton¹), et même la population instruite ne comprend plus la science. Des ouvrages de vulgarisation commencent alors à apparaître. Le terme « vulgarisation » apparaît au XIX^e siècle, lorsque presque toutes les sciences basées sur les mathématiques sont devenues inaccessibles sans base de connaissance. Ce sont alors les scientifiques qui rédigent les ouvrages de vulgarisation. Les sciences naturelles étaient quant à elles encore considérées comme accessibles par tous (ex: Charles Darwin²). A cette époque, les principales découvertes scientifiques déclenchent les imaginations, le public étant à la fois crédule et passionné. La science entre alors dans la littérature, comme méthode scientifique dans les livres policiers (ex: Sherlock Holmes), et évidemment dans la science-fiction (ex: Jules Verne).

Après les deux Guerres mondiales, beaucoup prennent conscience de l'importance de la science. Et les communicants non-scientifiques s'emparent alors en partie de sa vulgarisation. Progressivement, le public attend de la nouveauté, qui devient un critère important du choix des sujets, au détriment de leur intérêt réel. Une méfiance naît de la part des scientifiques vers cette communication. La société s'accélère, mais les temps de la science restent longs. Cette fracture se ressent encore aujourd'hui.

¹ « La nouvelle vision du monde qui s'était formée dans l'intervalle, et qui devait trouver sa plus haute expression dans l'œuvre de Newton, privilégiait une approche quantitative, mathématique, qui était incompréhensible à la majorité des lecteurs cultivés. » Jack Meadows

² Charles Darwin (1809-1882), naturaliste, considérait que tous ses livres pouvaient être lus par des non-biologistes.



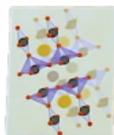
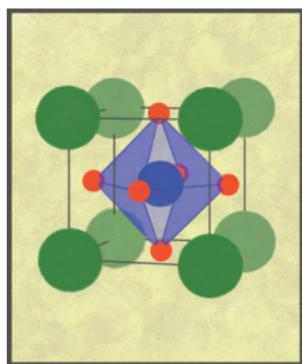
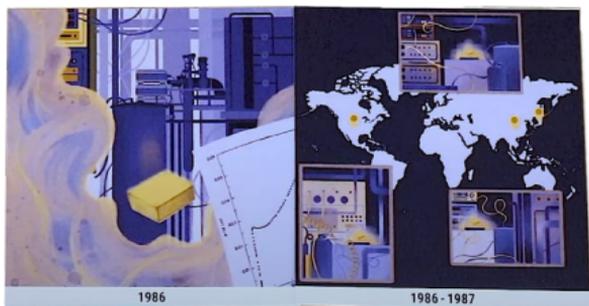
Riou, Edouard. «Ce n'est qu'une forêt de champignons», illustration du roman *Voyage au centre de la Terre*, Jules Verne. 1864.

Dans la continuité de l'histoire de la vulgarisation, la médiation de la physique quantique

La première forme qu'a prise l'image dans le monde de la vulgarisation est le dessin. Cette forme fonctionne très bien lorsque l'on aborde la physique quantique par un aspect concret, comme l'histoire de ses grandes découvertes¹ dans le projet «Eurêka?» de Sacha Berna. Chaque étape est illustrée par une carte, et certains éléments par un jeton. Cette forme apporte un aspect plus ludique à l'histoire.

Cependant, ce projet ne permet pas au vulgarisateur d'expliquer les principes fondamentaux de la physique quantique. L'illustration ne semble pas convenir à ce rôle-là, car la mécanique quantique est abstraite, comme peuvent l'être les mathématiques par exemple. Alors, si l'on veut aller plus loin, on peut trouver de nouvelles solutions ; et pour cela se questionner sur le rôle que joue l'illustration dans la vulgarisation.

¹ Les nouveaux supraconducteurs (supraconductivité), la mission Planck (astrophysique), les nanoneurones artificiels (spintronique).



Berna, Sacha. « Eurêka ? ». Paris, Ecole Estienne, 2020.

Le rôle premier de l'image dans la vulgarisation est de concrétiser et de simplifier une idée. Dans ce rôle là, on retrouve les « Manivelles quantiques » de Lou Vettier. Le vulgarisateur scientifique va utiliser l'une des boîtes de manière ponctuelle pour illustrer le principe de la superposition d'états, qui, cette fois, est bien un concept abstrait¹, et contre-intuitif en plus de cela.

On retrouve un aspect ludique dans ces petites boîtes simples et colorées. Lorsque l'on tourne la manivelle, bien visible, les feuilles à l'intérieur tournent, et, à notre œil, les motifs imprimés dessus semblent se superposer par principe de la persistance rétinienne². Cela permet d'obtenir une visualisation claire et simple d'un phénomène complexe à imaginer, par une solution ingénieuse et bien construite.

¹ Abstrait : « Difficile à comprendre, privé de réalité concrète » - Oxford Languages
« Être ou chose purement imaginaire » - Larousse

² Capacité de l'œil à garder l'image rémanente de ce que l'on a vu pendant une fraction de seconde, qui se superpose donc à l'image que l'on est en train de voir.

MANIVELLES QUANTIQUES

Des petits mécanismes pour montrer
les briques de base d'un ordinateur quantique.



Vettier, Lou. « Manivelles quantiques ». Paris, Ecole Boule, 2020.



Plus que la visualisation, le graphiste peut permettre de s'emparer plus facilement des concepts de la physique quantique

Mais cette concrétisation par l'image peut aller plus loin. L'idée est d'aider à manipuler psychologiquement les concepts dont on parle, et un bon moyen d'y parvenir peut être simplement de passer par une manipulation physique. Cela peut permettre à tous, physicien comme néophyte, de jouer plus aisément avec ces concepts complexes.

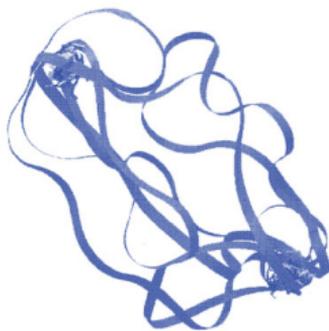
C'est ce que propose le projet «Pliages quantiques» de Cyril Conton. Il ramène les concepts de la [supraconductivité](#) au papier, au découpage et collage, des éléments desquels nous sommes tous familiers. Construire soi-même des éléments de cette physique permet de se les approprier, de les manipuler, et aide à une visualisation plus complète puisque inscrite dans l'espace.

Je pense dire sans me tromper
que personne ? ne comprend
la physique  quantique.

Richard Feynman

Quantype ramène les concepts de la physique quantique à un autre outil que l'on connaît bien, la typographie. Elle est destinée aux scientifiques, qui maîtrisent donc plus les concepts abordés. Pour les aider à vulgariser leur sujet, Océane Juvin leur propose un outil qu'ils savent utiliser, la typographie, ce qui rejoint aussi la forme du schéma qui leur est plus familier. Cela crée un pont entre les métiers.

Elle laisse plus de liberté au vulgarisateur, l'illustration n'est plus complètement séparée du rôle du scientifique. Il peut vraiment s'emparer de ses concepts, et donner à voir sa vision. Subsiste également l'envie de créer un sentiment esthétique, agréable, en plus du plaisir de l'originalité du principe.

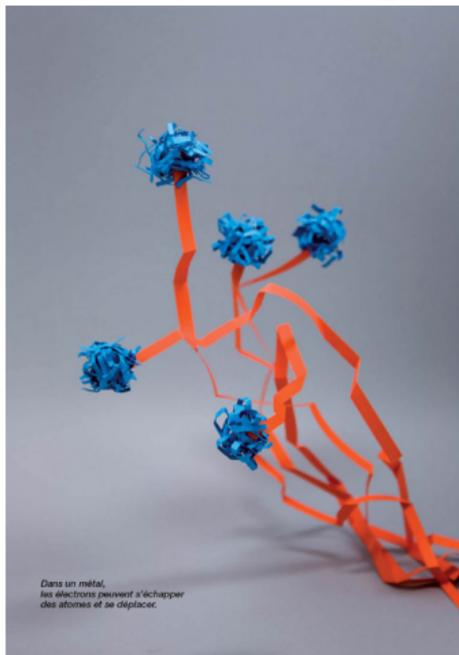


Cela dit, «Pliages quantiques» joue encore plus avec cet aspect émotionnel. En effet, construire des électrons, ses électrons, va plus loin que juste faciliter la manipulation. Le temps de création, de fabrication, suivre des étapes simples, avec à la fin un objet beau et original, apporte de la satisfaction. Comme avec des origamis, même avec peu de créativité, nous sommes fiers du résultat final. Cela devient notre électron, notre paire de Cooper, même si nous n'avons pas tout à fait compris ce que c'est ! Nous attachons plus qu'une image à ce terme, cela permet de complètement changer de point de vue. La mécanique quantique devient un jeu.





Conton, Cyril. «Supra ! Pliages quantiques». Paris, Ecole Estienne, 2011.



aimants

((champ magnétique))

Qu'est-ce qu'un aimant ? C'est un matériau qui crée un champ magnétique, un peu comme la Terre crée un champ magnétique qui oriente les boussoles. Ce champ est invisible, mais il est bien là : si on approche un matériau magnétique comme un tournevis ou un clou près d'un aimant, il va se coller à l'aimant car il est attiré par ce champ magnétique. On ne peut pas voir ce champ, alors les scientifiques le dessinent avec des lignes pour se souvenir où il est.

À vous de jouer : construisez vous-même les lignes du champ magnétique autour d'un aimant. Sur l'image, l'aimant est le petit rectangle métallique et son pôle sud et son pôle nord sont au-dessus et en dessous de lui. Si vous approchez une boussole d'un vrai aimant, vous verrez qu'elle suit ces lignes !

Un aimant crée au tour de lui un champ magnétique invisible qui correspond aux bandes noires.

Le travail du graphiste
s'éloigne de la
vulgarisation classique

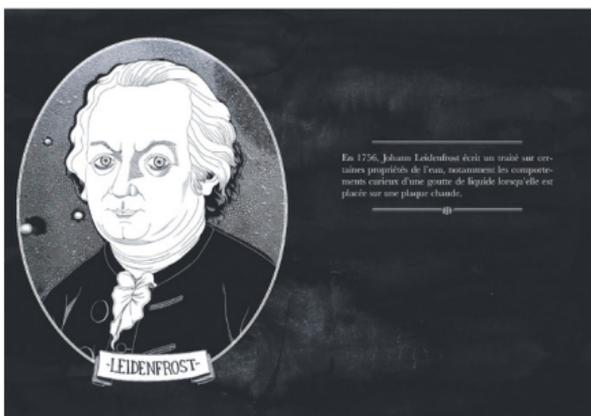
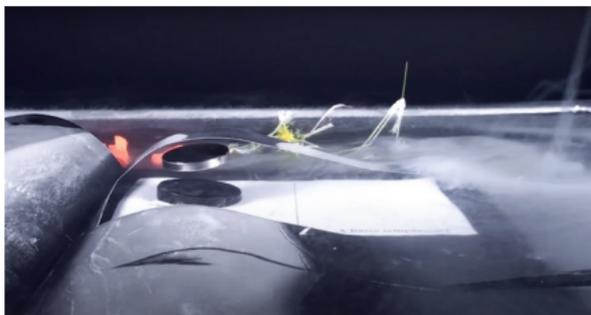


En plus d'aider à la compréhension, le travail du graphiste peut aider à rendre aimable la physique

La vulgarisation scientifique peut transmettre autant des informations que des émotions. Dans cette optique, on peut prendre pour exemple *Le livre le plus froid du monde*. Il est d'abord assez classique, factuel. On montre des expériences, on les explique, on présente les principaux scientifiques qui ont travaillé sur le froid. Sa première originalité vient du fait que le livre sert de support visuel au-dessus duquel les expériences évoluent. Comme pour les projets précédents, cela aide à la mémorisation, à la curiosité, suscite l'intérêt.

Il est aussi et surtout très réfléchi au niveau de son esthétique. Il crée un sentiment d'émerveillement en jouant avec l'effet spectaculaire de l'azote liquide. Les nuages qui en émergent lui confèrent un aspect magique, presque mystique.

Alors les expériences glissent dans un autre registre, elles fascinent. Nous sommes dans une émotion plus forte, qui n'éclipse pas l'explication mais qui la sublime. Même les illustrations jouent avec le froid extrême, puisque l'encre y réagit et crée des motifs de glace. Nous arrivons dans une sorte d'expérience sans explication, simplement belle, qui joue avec l'imprévisible. Cette mise en spectacle contraste complètement avec l'aspect très technique et froid du reste de l'ouvrage.



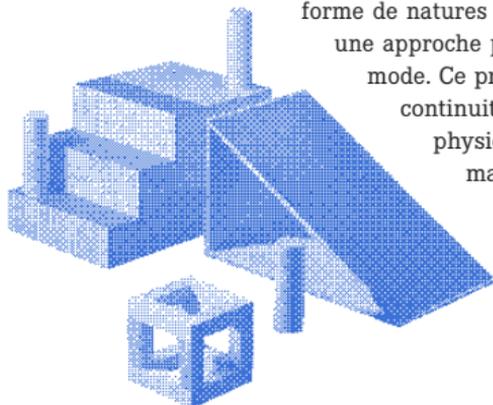
Garry, Marjorie. *Le livre le plus froid du monde*. Paris, Ecole Estienne, 2017.

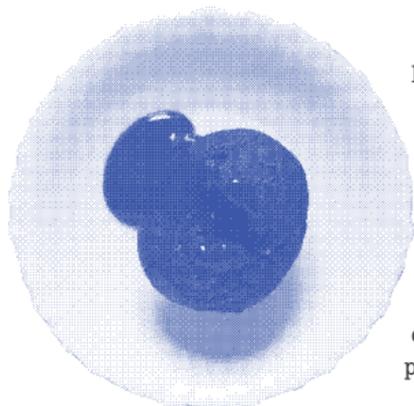
Intégrer un point de vue personnel dans la définition des concepts de la physique quantique

Mais au cœur de tous ces projets, on retrouve le texte de vulgarisation classique (oral ou écrit). Ce type de texte explique simplement le concept que l'on veut aborder, et reste le sujet principal du projet. Depuis le début, l'image n'est là qu'en tant qu'accompagnatrice du texte de vulgarisation. Et si c'était le texte que l'on modifiait ?

Introduction aux VI principes fondamentaux de la physique quantique est un projet assez classique dans sa manière de vulgariser la physique quantique. Dans un livret, il est expliqué simplement et avec des applications concrètes quelques concepts de la mécanique quantique, ce que l'on appelle les principes fondamentaux ([dualité onde-particule](#), [superposition d'états](#), [quantification...](#)). Chaque texte décrit une analogie, et est accompagné d'une ou de plusieurs images illustrant cette analogie. L'esthétique des images est intéressante, prenant la

forme de natures mortes poétiques, dans une approche proche de l'art ou de la mode. Ce projet reste donc dans la continuité de vouloir rendre la physique quantique aimable, mais reste tout de même classique dans le fond.





Dans la continuité de cette forme, on retrouve alors le projet *Découvrir*. Il s'agit également d'un livret, dans lequel la mise en page est similaire à celle du projet précédent. Cependant, il diffère au niveau du contenu des textes. Ici, l'objectif n'est pas de donner une définition du concept, mais plutôt de l'évoquer via plusieurs analogies.

Chaque double-page est donc composée d'un texte à gauche et d'une photographie d'un objet du quotidien à droite. Trois concepts de la physique quantique sont évoqués : la superposition d'états, l'effet tunnel et la structure de l'atome. On retrouve pour le premier concept des définitions de figures de style, pour le deuxième, des courts poèmes inspirés des haïkus, et pour le troisième des descriptions précises de l'objet photographié.

Ces suites d'analogie taillent une définition plus personnelle des concepts. L'auteur ne nous donne pas une mais beaucoup d'images différentes, et aucune d'entre elles n'est plus vraie que les autres. Chaque lecteur a alors une définition légèrement différente, dépendante de ce qu'il comprend et de ce qui lui parle le plus.

Cela pourrait sembler aberrant d'impliquer un point de vue dans la définition d'un concept scientifique, qui est aujourd'hui associé au factuel et à l'objectif absolu. Cependant, dans le cas précis de la physique quantique, personne n'a encore réellement compris ce qu'elle signifie, et il est probable que l'humain ne soit jamais capable d'appréhender la réalité quantique. Il s'agit d'un défi pour son imagination, alors solliciter celle-ci, plutôt qu'uniquement la raison pure, peut être une solution privilégiée. Après tout, les grandes découvertes scientifiques peuvent provenir d'une formidable intuition et imagination, et la physique quantique ne fait pas exception.

Un principe utile

Le principe d'incertitude pourrait sembler limitant mais il permet pourtant aux physiciens de mieux comprendre certaines propriétés de la matière. Par exemple, grâce à ce principe, la matière ne peut plus être parfaitement immobile. Même à la température du zéro absolu où tout devrait se figer, les atomes continuent de vibrer un peu. Une conséquence étonnante pour un gaz particulier, l'hélium : quand il est refroidi, il devient liquide, mais jamais solide, même au zéro absolu. Le principe d'incertitude permet aussi d'expliquer pourquoi les électrons dans les atomes sont obligés d'occuper un certain espace et ne peuvent pas s'écraser dans un tout petit volume. Sinon, on saurait où ils sont et ils auraient alors de trop grandes vitesses. Dit autrement, les atomes existent grâce à ce principe d'incertitude !

Principe d'incertitude

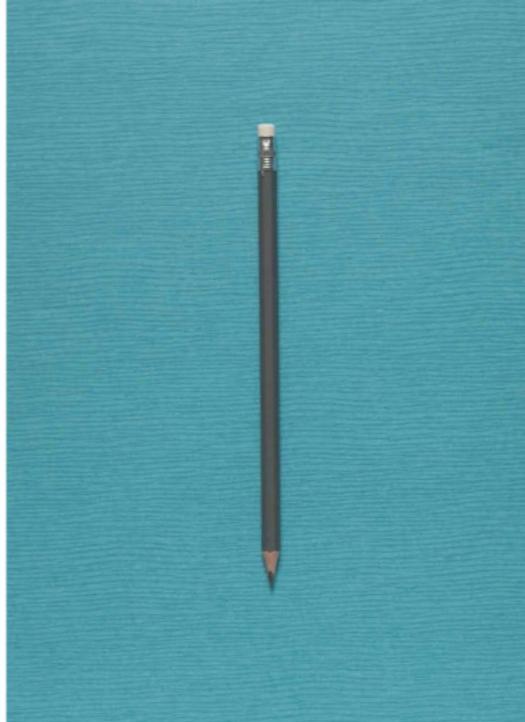
En physique quantique, certaines propriétés ne peuvent pas être mesurées simultanément avec une très grande précision. Par exemple, il est impossible de mesurer précisément à la fois la position et la vitesse d'un objet quantique. Il faut choisir. Ce principe mathématique s'empêche pas pour autant la physique quantique d'être très précise, il faut juste bien choisir ce que l'on cherche à mesurer.

La première photo nous permet de connaître la position de l'aiguille du métronome, mais rend impossible de connaître la vitesse de balancement. À l'inverse la seconde photo communique une vitesse, mais rend impossible de connaître une position.

Patuzzo, Emilio. *Introduction aux VI principes fondamentaux de la physique quantique*. Paris, ENSCI Les Ateliers, 2013.



Œuvre 1
juxtaposition de termes contradictoires
désignant un même objet



Schidolf, Stéfanie et Strum, Alba Diaz. *Découvrir*. Paris, ENSCI Les Ateliers, 2013.

Barbagosa :
Barbagosa. Rose. De loin, forme arrondie,
proche de celle d'un oreiller, ou d'une
boule. Texture curieuse, multiple.
Le près. Enveloppement autour d'un bâton.
Contour massif et encombrant, bien que
substance quasiment vide, l'objet est à
la fois uniforme et multiforme.
Pourrait être composé :
Soit par un ensemble de particules immobiles.
Soit par une seule particule, omniprésente.
Lorsque l'on tourne la barbagosa, la maille
est égale. Un seul élément.



S'éloigner de la vulgarisation même

Mais peut-on aller plus loin ? «Das Lichtquant» reste dans la continuité de ces projets, en prenant la forme d'un discours qui énonce clairement un concept de la physique quantique, suivi par une illustration de celui-ci. Cependant, l'objectif de ce projet semble s'éloigner de la vulgarisation. Le texte est compréhensible, mais n'apporte qu'une explication limitée. L'illustration, quant à elle, est sous forme d'une danse. Les couleurs sont vives, les costumes des danseurs sont étranges, le sens de lecture de la vidéo est inversé. Tout cela perturbe, fait rire par son absurdité, et finalement plonge celui qui regarde dans l'incompréhension.

Ici, l'objectif n'est plus d'expliquer, mais seulement d'évoquer un imaginaire en personnifiant les particules dont il est question. L'information est alors complètement effacée derrière l'image.



Schaller, Grégoire. «Das Lichtquant». Paris, ENSCI Les Ateliers, 2014.

Conclusion

Pour conclure, la vulgarisation de la physique quantique est un terrain de jeu aux multiples possibilités pour le graphiste. Cela semble plus compliqué de vulgariser la physique quantique que d'autres domaines scientifiques, comme l'astronomie dont les images suffisent à faire rêver. Le designer graphique peut travailler dans l'idée d'une vulgarisation classique, tant par la forme que par le fond. Mais la physique quantique pousse le graphiste à explorer de nouvelles pistes, afin de susciter l'imaginaire, des émotions chez son public, difficile à atteindre. Ces solutions trouvées dans l'extrême de cette science peuvent alors inspirer la vulgarisation d'autres sujets complexes et peu attrayants, mais importants, comme le sujet du réchauffement climatique ou de l'intelligence artificielle.

De plus, la physique quantique est une science dont la logique profonde nous échappe, du moins selon nos connaissances actuelles. Pour aider son public à changer de mode de réflexion, le graphiste doit donc lui-même trouver un moyen de modifier son raisonnement, et repenser plus en profondeur ses outils et son savoir-faire.

Sense of wonder
Mémoire de DNMADE graphisme augmenté
Lycée Jacques Prévert, Boulogne-Billancourt
2022-2023

Réalisé par Marion Villette
imprimé à Orgeval
le 02/01/2023

Typographie :
Mendli Serif de Dalton Maag
Corporate E de URW Type Foundry

Merci au corps enseignant du DNMADE pour m'avoir guidé tout au long de la création de mon mémoire.

Merci à Océane Juvin et à Julien Bobroff pour le temps précieux qu'ils m'ont accordé.

Merci infiniment à Antoine, Céline, Fabien, Thomas, Marine, Clara, Aurélien, Yasmine et tous ceux qui m'ont soutenu, depuis longtemps avant le début du mémoire et jusqu'à longtemps après sa fin.

