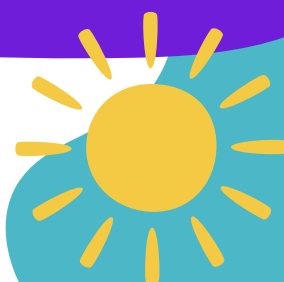


POUR LES PETITS  
ET  
LES MOINS PETITS

PREMIERS JEUX DE  
PHYSIQUE QUANTIQUE

# CAHIER DE VACANCES



PROPOSÉ PAR

QUANTiP>

Domaine de Recherche et d'Innovation Majeur

Région  
île de France



FÉLICETTE

ENTREZ DANS LE MONDE MYSTÉRIeux  
DES SCIENCES ET DES TECHNOLOGIES  
QUANTIQUES



MINIS JEUX

MÉMOS  
QUANTIQUES

ET DES  
SURPRISES...

LOAN

NOVA



CECI EST LE

CAHIER DE :



# LES COMPAGNONS



Moi c'est **NOVA** !  
En latin, ça veut dire **NOUVEAU** .  
La nouveauté c'est essentiel en science, c'est ce qui nous permet d'innover et de repousser les limites de la connaissance !

Je suis **LOAN**,  
je vais te donner plein d'informations scientifiques !

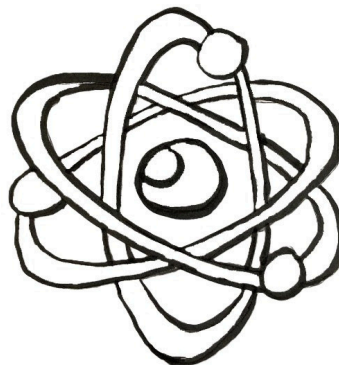
Loan veut dire **LUMIÈRE** en celtique !  
En physique quantique, la lumière est un instrument important de l'expérience.



## COLORIAGE

### CONSIGNES

Redonne de la couleur à cet atome !



Mon prénom est **FÉLICETTE**

C'est aussi le prénom du premier chat envoyé dans l'**ESPACE** ! Elle était partie à bord de la fusée Véronique AGI en 1963 pour une expérience de médecine vétérinaire. Elle est revenue saine et sauve !

**FÉLICETTE**



## EMPREINTE

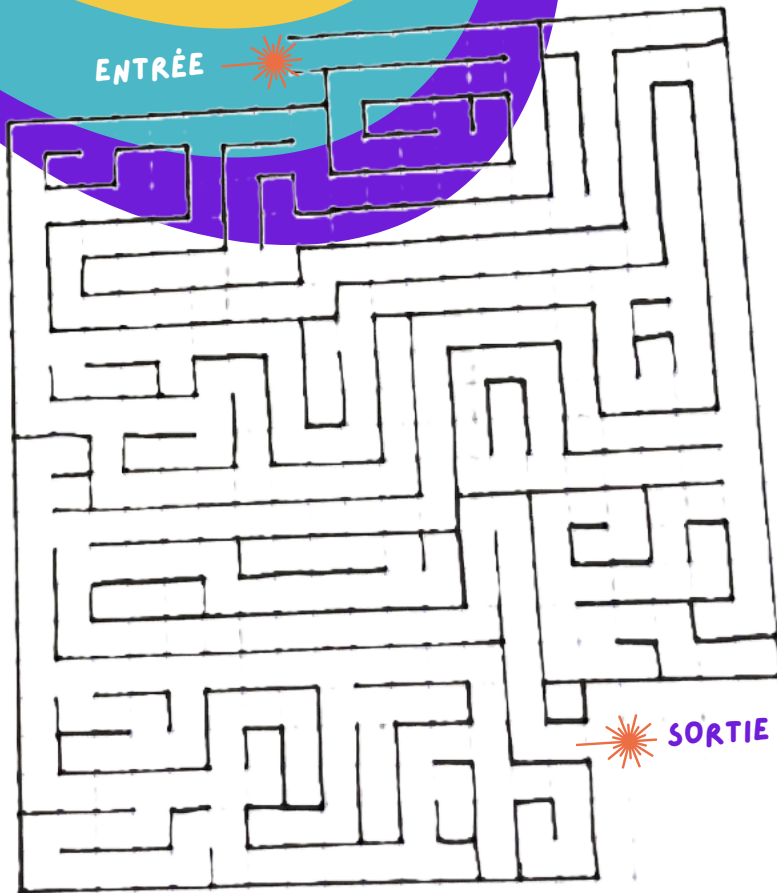
### CONSIGNES

Retrouve l'empreinte de Félicette !

Elle s'est égarée au milieu des autres empreintes de loup, de poule et de main !



# LABYRINTHE



## CONSIGNES

Un laser s'est perdu en chemin, aide-le à sortir pour que les chercheurs puissent reprendre leur travail !

Trouve le chemin de la sortie sans traverser les murs.

## ★ NIVEAU AVANCÉ

Il est possible de diriger la lumière à l'aide de miroirs, où faudrait-il les placer pour guider le laser ?

Tu peux les dessiner sur le labyrinthe !



ALLEZ HOP !  
AU BOULOT !

# MÉMO-PTIQUE

LASER

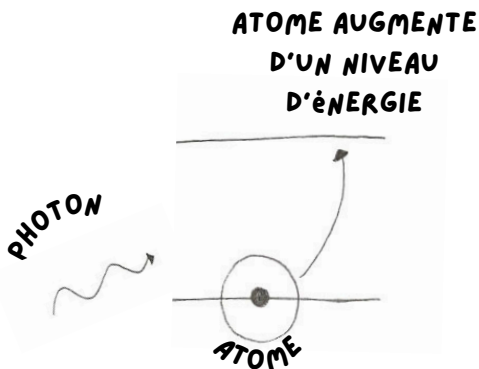


FAISCEAU DE LUMIÈRE :  
PUISSANT MAIS DIRIGEABLE

Comment ça marche ?

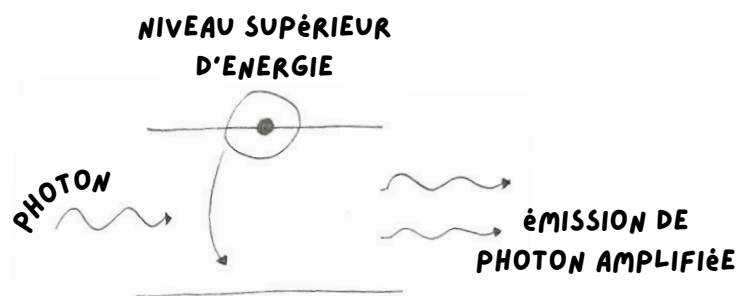
## PHOTON :

Particule composante de la lumière !  
Responsable de la transmission d'énergie de la lumière.



On excite un atome

On stimule une nouvelle fois



l'atome se désexcite et libère un photon identique au deuxième envoyé

ÉMISSION STIMULÉE

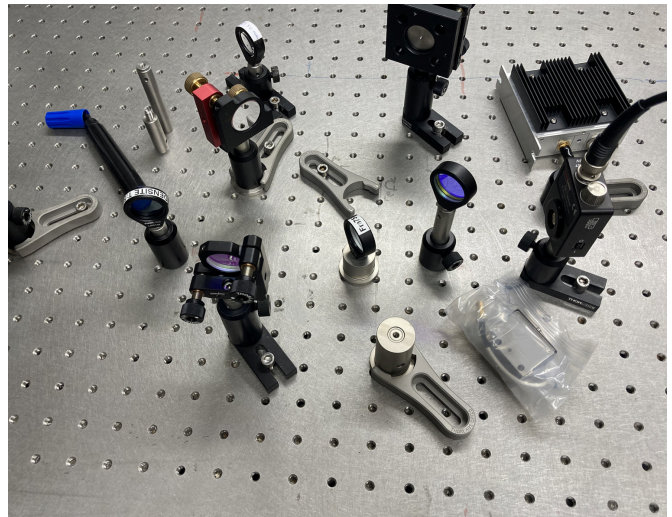
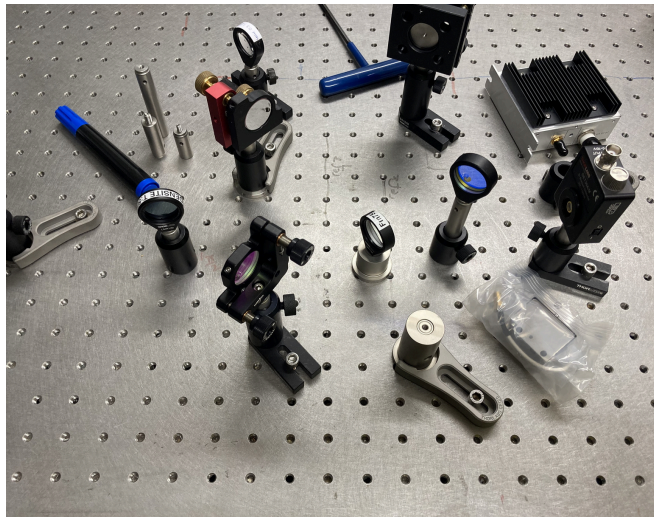


# 7 DIFFÉRENCES



## CONSIGNES

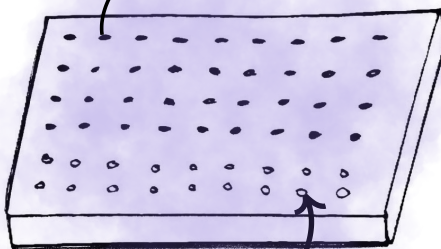
Quelqu'un a modifié la table optique du laboratoire, entourez les différences pour remettre de l'ordre.



## MéMO-PTIQUE

### TABLE OPTIQUE

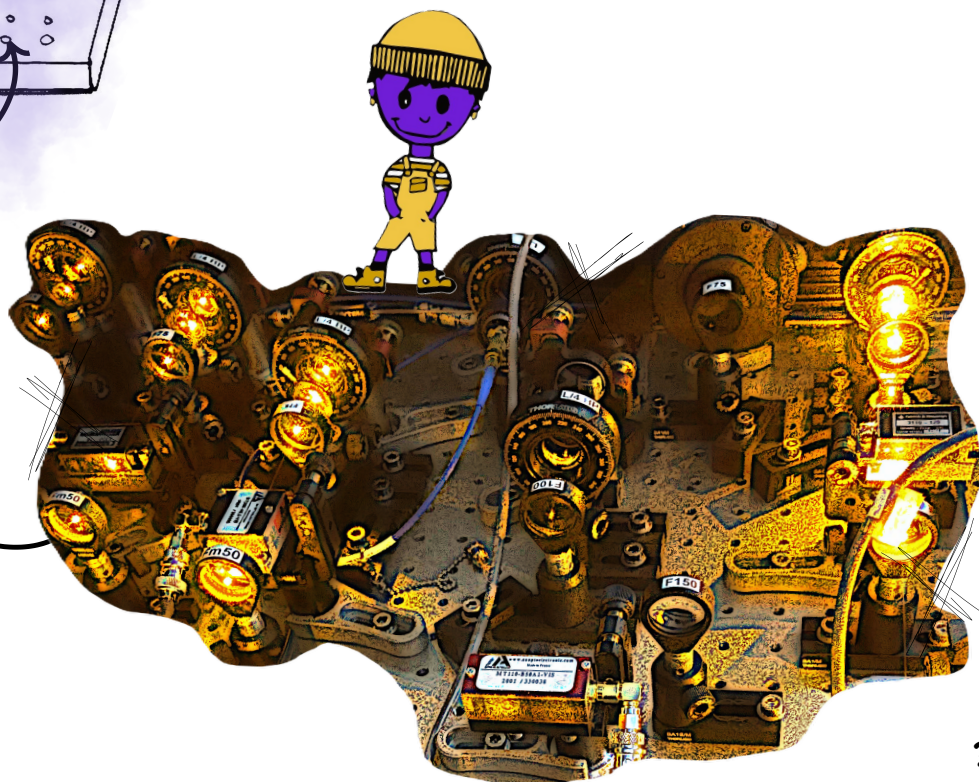
TROUS POUR LES VIS,  
PRÉCISION ASSURÉE



PERMET DE FIXER LES  
ÉLÉMENTS DE L'EXPÉRIENCE

 SUPER LOURD !

PERMET DE DIRIGER  
LA LUMIÈRE





# MOTS MÊLÉS



## CONSIGNES

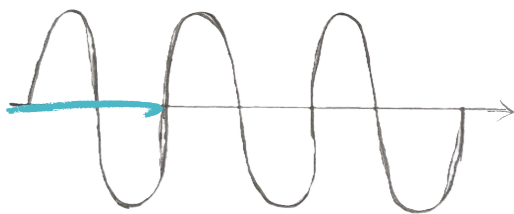
Retrouve les mots dans la grille !  
Ils sont à **L'HORIZONTAL**, à la **VERTICALE**  
mais aussi en **DIAGONALE** :

1. Electron
2. Intrication
3. Ondes
4. Photon
5. Physique
6. Qubit
7. Superposition
8. Technologie

A	L	Z	T	A	A	P	H	O	T	O	N	M	O	O
G	R	R	A	N	A	O	G	H	C	H	T	A	N	R
E	L	E	C	T	R	O	N	Y	Q	U	E	D	B	R
J	O	U	V	T	C	A	P	P	I	I	E	T	C	I
E	T	E	D	I	W	E	H	C	N	S	B	E	C	W
G	R	O	T	A	N	Y	X	P	E	S	A	C	L	E
A	I	Z	V	D	S	T	E	N	N	P	R	H	I	E
M	D	X	I	I	S	A	R	Y	E	T	I	N	O	M
E	V	Q	Q	U	O	T	L	I	T	B	G	O	I	L
D	O	U	U	S	E	O	P	K	C	X	U	L	E	E
I	E	B	L	O	S	V	O	R	E	A	N	O	E	D
M	A	I	C	Y	N	E	E	A	N	J	T	G	U	B
U	K	T	D	R	I	P	J	C	M	L	O	I	T	A
A	J	U	S	T	P	H	Y	S	Z	E	A	E	O	Z
B	X	S	U	P	E	R	P	O	S	I	T	I	O	N

# MÉMOS QUANTIQUES

La **PHYSIQUE** est l'étude des phénomènes naturels de l'univers !



= 1 PERTURBATION

Une **ONDE** est une perturbation des propriétés physiques locales qui se propage sur un temps donné.

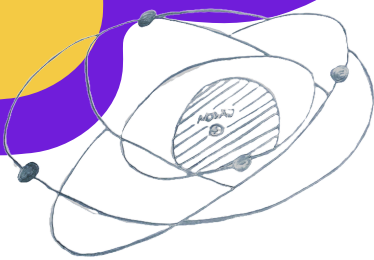
La vitesse de propagation de l'onde dépend du milieu dans lequel elle évolue.

COMME LES VAGUES  
À LA MER !



# MÉMOS QUANTIQUES

## LES ATOMES



La matière et les êtres vivants de la planète et de l'univers sont constitués d'atomes !

Ce sont des éléments invisibles à l'œil nu et qui sont eux-mêmes constitués de particules encore plus petites !



Les protons (portant une charge électrique positive) et les neutrons (sans charge électrique, donc neutres) forment un noyau tandis que les électrons (portant une charge négative) gravitent tout autour ! Tous ensemble ils forment un **ATOME** !

## LES QUBITS

En sciences quantiques, comme dans les autres domaines, on utilise un vocabulaire particulier, ce sont les mots du **JARGON**.

Pour mesurer la quantité d'information quantique, on utilise l'unité de mesure du **QUBIT** !




1 QUBIT




3 QUBITS



Le qubit c'est comme le bit (  ) en informatique !


Cependant les bits informatiques s'ajoutent les uns aux autres tandis que les qubits multiplient les possibilités :

 = 0 ou 1

 = 0 et 1

BIT A = 0 

QUBIT A = 0 et 1

BIT B = 1 

QUBIT B = 0 et 1

COMBINAISON  
D'INFORMATIONS STOCKÉES

0 1

COMBINAISONS  
D'INFORMATIONS STOCKÉES

0 1

0 0

1 0

1 1

RE-PRENONS  
UN EXEMPLE...



Un langage utilisant uniquement des 1 et des 0 est un langage **BINAIRE**.

Oui ! Comme le jeu du binero :

	0			1	
					1
0				0	
	0	1			
1		1			1
0				1	

## CONSIGNES

Remplis la grille de 0 et de 1.  
Respecte bien ces trois règles :

- Pas plus de deux 0 ou deux 1 consécutifs
- Chaque ligne et chaque colonne contiennent autant de 0 que de 1
- Deux lignes ou deux colonnes ne peuvent être identiques



# QUIZ

## QUEL QUBIT ÊTES-VOUS ?

### 1. COMBIEN DE TEMPS METTEZ-VOUS À VOUS LEVER LE MATIN ?

- En 5 minutes, je suis prête.
- Il me faut entre 1h et 1h30, c'est le minimum !
- Ça dépend de l'heure de réveil.

### 2. COMBIEN AVEZ-VOUS D'AMIS ?

- Beaucoup trop pour les compter.
- Je ne me souviens pas.
- Aucun, on est mieux en solo.

### 3. SI VOUS ALLIEZ HABITER DANS UN AUTRE PAYS, LEQUEL SERAIT-CE ?

- En Antarctique.
- Au Canada.
- A Malte.

### 4. COMMENT RÉAGISSEZ VOUS FACE À UN CONFLIT ?

- Je ne réagis pas, j'évite le problème.
- Je confronte l'adversaire en restant sur mes positions.
- Je suis médiateur·ice et j'aide à stabiliser la situation.

ATTENTION ! CES  
QUESTIONS NE SONT PAS  
SCIENTIFIQUES, CE QUIZ  
N'EST QU'UN JEU !

C'EST JUSTE UN  
MOYEN DE VOUS  
PARLER DES  
DIFFÉRENTS  
TYPES DE QUBIT !



## VOUS AVEZ UN MAXIMUM DE :

- QUBIT SUPRACONDUCTEUR** ! Solide sur vos appuis, vous prenez de la place et quand vous êtes là, on le sait ! Votre présence est très appréciée et vous connectez très facilement aux autres.

Les qubits supraconducteurs sont très grands, ils ont beaucoup d'envergure, mais ils ont surtout la capacité de s'intriquer très facilement avec les autres. À très grande échelle, il faut être vigilant à l'instabilité de ces qubits supraconducteurs pour pouvoir les contrôler au mieux. Ce type de Qubit à aussi besoin d'un grand froid mais de l'ordre de la dizaine de mK, un centième de degrés au-dessus du zéro absolu (qui correspond à  $-273,15^{\circ}\text{C}$ ).

- QUBIT À IONS PIÉGÉS** ! Comme lui, vous êtes un adepte du froid, l'Antarctique ne vous fait pas peur ! Vous êtes un exemple de stabilité, mais il vous arrive parfois d'être un peu lent à réagir.

Les qubits à ions piégés sont très stables, ce qui permet de les piéger plus longtemps (jusqu'à 1 seconde, pour les plus courageux). En contrepartie, les qubits à ions piégés mettent plus de temps à réagir, ils sont très lents. Ce Qubit à besoin d'un froid extrême, il faut le refroidir en dessous du mK c'est à dire très proche du 0 absolu.

- QUBIT PHOTONIQUE** ! Rapide et insensible aux variations, vous n'êtes pas très friand des interactions sociales.

Les qubits photoniques sont créés à partir de photons. Ce sont des qubits très rapides mais surtout très difficiles à intriquer. Ils sont insensibles aux perturbations et leurs propriétés sont donc très robustes !





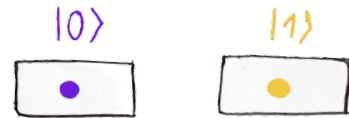
# MÉMOS QUANTIQUES

## SUPERPOSITION QUANTIQUE

La **SUPERPOSITION** quantique suppose qu'un objet peut exister dans plusieurs états différents.

On parle de superposition d'état quand l'objet se trouve dans plusieurs états en même temps.

En physique classique, la bille peut être : violette ou jaune



En physique quantique :



HÉ MOI AUSSI JE SUIS JAUNE ET VIOLET ! JE SUIS DANS UN ÉTAT SUPERPOSÉ ?

MAIS NON ! CELA S'APPLIQUE POUR DES TOUTES PETITES PARTICULES.



SCHRÖDINGER A PROUVÉ QUE C'ÉTAIT ABSURDE DE VOULOIR L'APPLIQUER À NOTRE ÉCHELLE !

J'EN FAIS DES CAUCHEMARDS...



BON ALLER JE VOUS EXPLIQUE MAIS ATTENTION : NE TESTEZ PAS CHEZ VOUS !

## HISTOIRE : LE CHAT DE SCHRÖDINGER

Erwin Schrödinger a imaginé une situation **HYPOTHÉTIQUE** pour souligner le paradoxe de la physique quantique lorsqu'elle s'applique à une grande échelle.

Schrödinger imagine qu'un chat est enfermé dans une boîte dont on ne voit pas l'intérieur, avec un atome radioactif  dont la désintégration déclenche la diffusion d'un gaz mortel.

On ne peut pas connaître l'état de l'atome, on suppose qu'il est dans deux états, non désintégré et désintégré, et que le contenu de la boîte est caché, le chat est dans un état de superposition : il est à la fois mort et vivant ! Lorsque l'on ouvre la boîte, on observe le chat **VIVANT** ou **MORT**.

## INTRICATION QUANTIQUE

La physique quantique permet à deux ou plusieurs objets d'exister dans des états de superposition très spéciaux : ce sont des états **INTRIQUÉS**.

Cela implique que lorsque l'on mesure une caractéristique sur le premier objet, la caractéristique correspondante sera mesurée sur le deuxième.

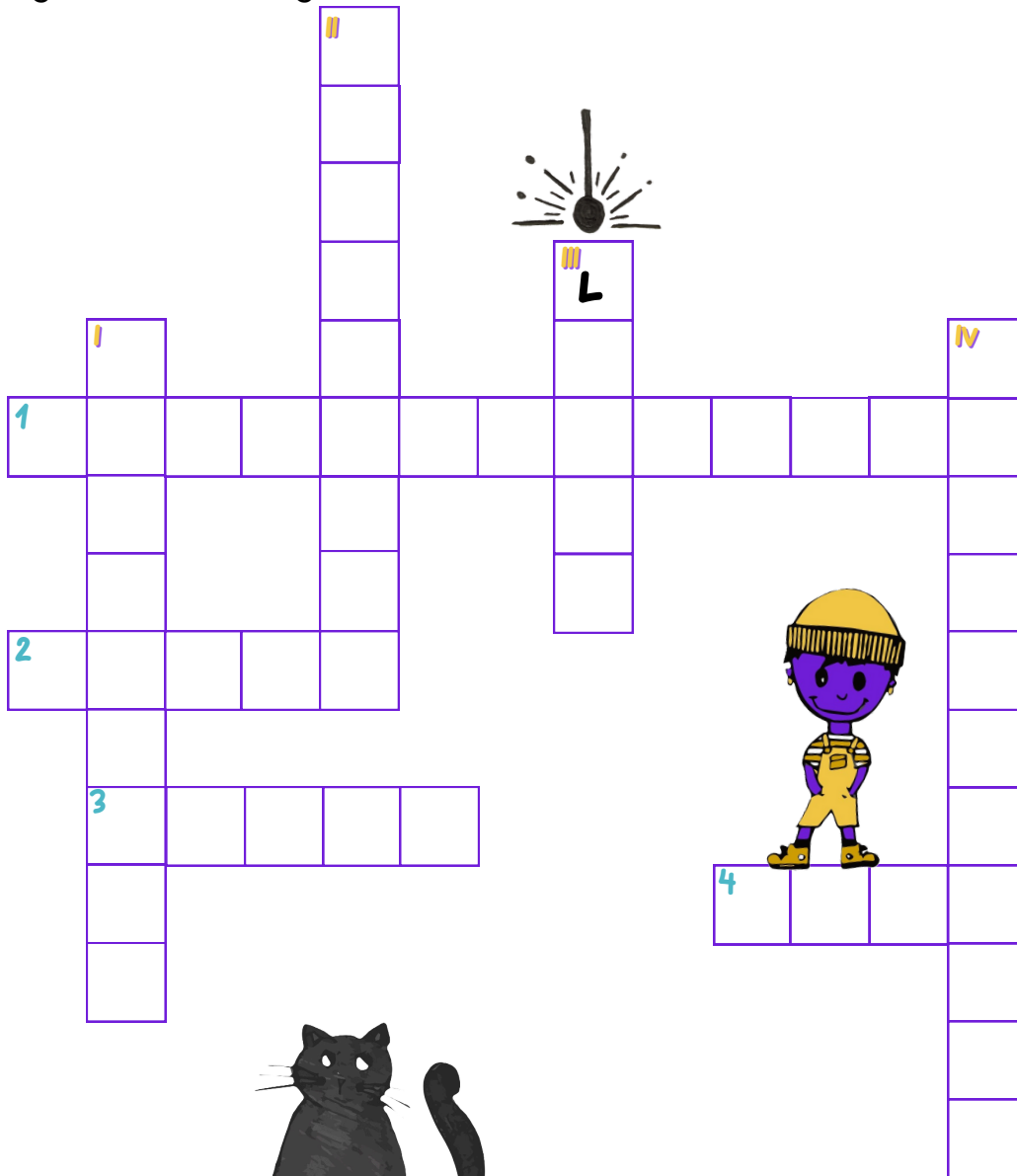
Les objets en physique quantique sont très sensibles à la **MESURE**, qui peut même changer leur état.



# MOTS CROISÉS

## CONSIGNES

Lis attentivement les définitions et retrouve les mots de la grille. Tu peux t'aider des mémos pages 5 et 7 du magazine !



### HORIZONTAL

- 1 Principe de la physique quantique selon lequel une particule peut être dans deux états en même temps
- 2 Composant de la matière ayant un noyau et un nuage d'électrons
- 3 Unité de mesure de stockage de l'information quantique
- 4 Animal de salon

### VERTICAL

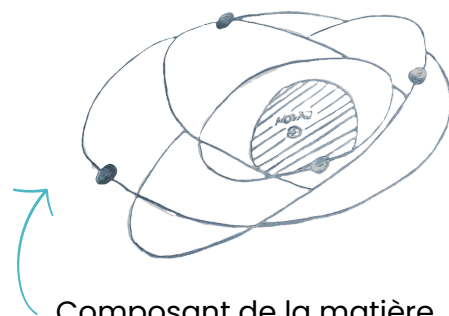
- I Domaine de recherche en physique
- II Activité de scientifique
- III Appareil expérimental qui produit un rayonnement lumineux avec beaucoup de photons
- IV Principe de la physique quantique selon lequel deux particules s'étant déjà rencontrées, possèdent des caractéristiques communes même à des kilomètres l'une de l'autre

# CE QUE JE RETIENS

Deux grands principes de la physique  
quantique moderne :

.....

.....



Composant de la matière,  
je suis un .....

Je suis composé de trois  
types de particules :

..... : chargé positivement

..... : sans charge (neutre)

..... : chargé négativement

TENTE D'EXPLIQUER LES  
PRINCIPES EN RESPECTANT LA  
LIMITE DU CARRÉ (DESSINER  
PEUT AIDER)



ENCORE UNE MINUTE ?  
DONNE NOUS TON AVIS SUR CE CAHIER !



DES REMARQUES SUPPLÉMENTAIRES ?





# DIM QUANTIP

Le réseau francilien QuantIP – Quantum Technologies in Paris Region – porté par le CNRS (Délégation Ile-de-France Villejuif), a été labellisé **DOMAINE DE RECHERCHE ET D'INNOVATION MAJEUR (DIM) PAR LA RÉGION ÎLE-DE-FRANCE POUR UNE DURÉE DE CINQ ANS** (2022-2026). Il rassemble un ensemble d'équipes académiques, de startups et d'entreprises franciliennes, afin de développer des technologies quantiques de pointe.

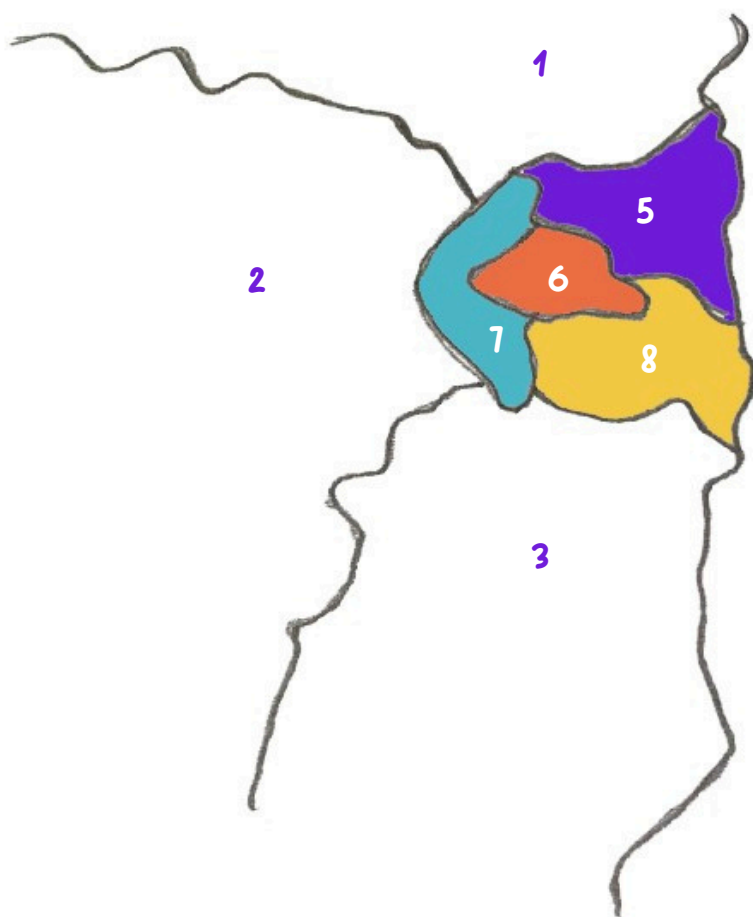


## CONSIGNES

Le réseau du DIM QuantIP rayonne dans toute l'Île-de-France !

Associe les départements de la région au bon numéro !  
Retrouve la liste des départements ici :

**ESSONNE · HAUTS-DE-SEINE · PARIS · SEINE ET MARNE · SEINE-SAINT-DENIS · VAL D'OISE · VAL DE MARNE · YVELINES**



1	_____
2	_____
3	_____
4	_____
5	_____
6	_____
7	_____
8	_____