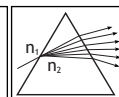


## ANNEXE 21 : Tableau de comparaison (Réponses possibles) Les propriétés des vagues d'eau et les propriétés de la lumière

Propriété	Vagues d'eau	Lumière
Propagation rectiligne	<p>Les vagues se propagent en ligne droite à moins de rencontrer un obstacle ou de changer de milieu.</p> <p>Les sources ponctuelles engendrent des fronts d'onde circulaires qui se déplacent en ligne droite dans tous les sens à partir de la source.</p>	<p>Les rayons lumineux se propagent en ligne droite à moins de rencontrer un obstacle ou de changer de milieu.</p> <p>Une source lumineuse ponctuelle émet des rayons lumineux qui se déplacent en ligne droite dans tous les sens à partir de la source.</p>
Réflexion	L'angle d'incidence est égal à l'angle de réflexion	L'angle d'incidence est égal à l'angle de réflexion
Réfraction	Les vagues s'incurvent vers la normale en passant d'une zone profonde à une zone peu profonde; c'est-à-dire que l'angle d'incidence est plus grand que l'angle de réfraction.	Les rayons lumineux s'incurvent vers la normale en passant de l'air à l'eau; c'est-à-dire que l'angle d'incidence est plus grand que l'angle de réfraction.
Dispersion	Pas observé.	La lumière blanche se décompose en faisceaux de différentes couleurs.
Réflexion-réfraction partielle	Lorsque les vagues changent de milieu, une partie de l'énergie est transmise au second milieu (réfraction) tandis qu'une partie est réfléchiée dans le premier (réflexion).	Lorsqu'un rayon lumineux change de milieu, une partie de l'énergie est transmise au second milieu (réfraction) tandis qu'une partie est réfléchiée dans le premier (réflexion).
Diffraction	Lorsque les vagues passent par une ouverture, les fronts d'ondes contournent les extrémités de l'ouverture.	Lorsqu'un rayon lumineux passe par une ouverture, il se produit une figure d'interférence.

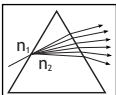


## ANNEXE 22 : Évaluation des modèles décrivant la nature de la lumière

Nom : \_\_\_\_\_

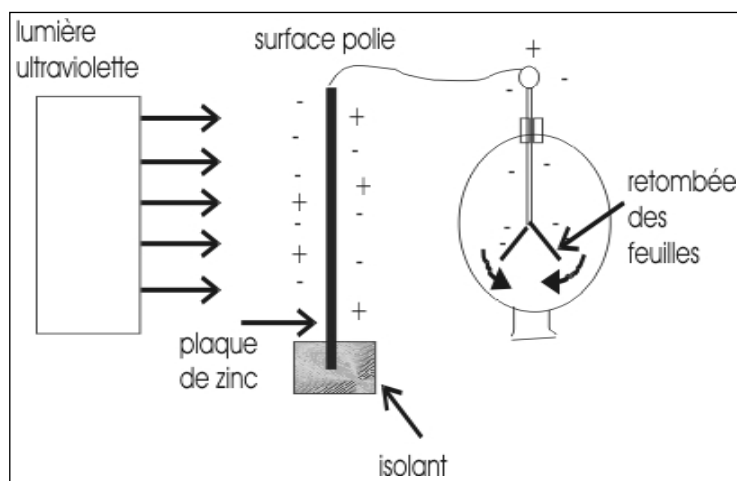
Date : \_\_\_\_\_

	Modèle corpusculaire		Modèle ondulatoire	
	Note	Pourquoi	Note	Pourquoi
Propagation rectiligne	1 2 3 4 5		1 2 3 4 5	
Réflexion	1 2 3 4 5		1 2 3 4 5	
Réfraction	1 2 3 4 5		1 2 3 4 5	
Dispersion	1 2 3 4 5		1 2 3 4 5	
Réflexion-réfraction partielle	1 2 3 4 5		1 2 3 4 5	
Diffraction	1 2 3 4 5		1 2 3 4 5	
Effet photo-électrique	1 2 3 4 5		1 2 3 4 5	



## ANNEXE 23 : L'Effet photoélectrique – Renseignements pour l'enseignant

On attribue la découverte de l'effet photoélectrique à Heinrich Hertz qui a remarqué que lorsqu'on expose certaines surfaces métalliques aux rayons ultraviolets, il y a une perte de charges négatives. La démonstration ci-dessous illustre ce phénomène :



Exposée à la lumière ultraviolette, la surface métallique perd graduellement des électrons. Cette perte de charge est évidente quand les feuilles de l'électroscope (chargé négativement au début) se rapprochent graduellement en raison des électrons qui quittent l'électroscope au fur et à mesure qu'ils sont libérés de la surface métallique.

Comment expliquer cette libération de charges négatives? Pour déloger un électron d'une surface métallique, il faut lui communiquer une certaine quantité d'énergie. Selon le modèle ondulatoire de la lumière, tous les électrons devraient absorber de l'énergie au fur et à mesure que chaque front d'onde arrive à la surface. Cela dit, les électrons devraient tous partir en même temps. Alors une onde à basse fréquence mais à haute intensité devrait pouvoir déloger un électron. Cependant, ce n'est pas le cas. Les électrons ne sont pas libérés tous en même temps et une onde de basse fréquence ne suffit pas, quelle que soit son intensité.

La démonstration ci-dessus est difficile à réaliser. Voici des étapes suggérées :

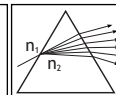
- charger un électroscope à feuilles négativement par conduction ou induction (consulter la série électrostatique plus bas pour connaître la charge relative des matériaux);
- à l'aide d'un fil conducteur, relier l'électroscope à une plaque de zinc polie;
- exposer la plaque de zinc à une source de lumière ultra-violette à fréquence élevée.

### SÉRIE ÉLECTROSTATIQUE

Attire fortement les électrons

Or  
Soufre  
Ambre  
Caoutchouc  
Cuivre  
Ébonite  
Paraffine  
Soie  
Plomb  
Laine  
Verre  
Acétate  
Fourrure

Attire faiblement les électrons

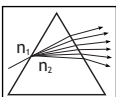


## ANNEXE 23 : L'Effet photoélectrique – Renseignements pour l'enseignant (suite)

Einstein a proposé que la lumière consistait en paquets d'énergie appelés **photons** et que la quantité d'énergie de chaque photon était fixe et dépendait de sa fréquence selon la relation  $E \propto f$ . Selon cette relation, l'énergie de la lumière ne dépend aucunement de son intensité car l'intensité représente le taux auquel les photons frappent la surface et non l'énergie de chaque photon. En frappant la surface métallique, il y a un transfert d'énergie des photons aux électrons. Les électrons absorbent l'énergie des photons. Une partie de cette énergie est nécessaire pour libérer l'électron de la surface (énergie de libération) et l'autre partie est nécessaire pour mettre l'électron en mouvement (énergie cinétique). Une fois libérés, les électrons s'appellent **photoélectrons**.

La fréquence d'onde lumineuse requise pour libérer les électrons d'un métal varie selon le type de métal. Il est plus facile de libérer les électrons des métaux alcalins car leurs électrons périphériques sont liés très faiblement.

Comme le modèle ondulatoire ne pouvait pas expliquer l'effet photoélectrique et comme le modèle corpusculaire ne pouvait pas expliquer les bandes d'interférence observées dans l'expérience de Young, la communauté scientifique a dû élaborer un nouveau modèle plus compréhensif. Ce modèle, qui semble expliquer toutes les propriétés observées de la lumière, s'appelle **dualité onde-particule**. Selon ce modèle, la lumière est à la fois une onde et une particule, et présente des propriétés de chacune.



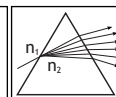
## ANNEXE 24 : Test – L'effet photoélectrique

Nom : \_\_\_\_\_

Date : \_\_\_\_\_

Parmi les énoncés ci-dessous, certains sont vrais, d'autres sont faux. Si l'énoncé est vrai, donne plus de détails. S'il est faux, corrige-le. La négation n'est pas acceptable comme correction.

1. Le modèle corpusculaire explique bien l'effet photoélectrique.
2. Un photon est un paquet de protons.
3. L'énergie d'un photon dépend de sa fréquence.
4. Toute l'énergie absorbée par les électrons est transformée en énergie cinétique.
5. Toute source lumineuse peut libérer des électrons d'une surface métallique.
6. Pour libérer des électrons d'une plaque métallique, il faut avoir une lumière très intense.
7. Selon le modèle ondulatoire, tous les électrons sont libérés en même temps.
8. Il faut une certaine fréquence de lumière pour libérer les électrons d'un métal.



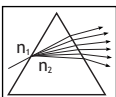
## ANNEXE 25 : Le principe de complémentarité – Renseignements pour l'enseignant

---

En évaluant les prédictions des modèles corpusculaire et ondulatoire, on se rend compte que chaque modèle permet d'expliquer certains phénomènes, mais pas d'autres. Initialement, on croyait que la détermination de la vitesse de la lumière et l'explication de la diffraction constituaient des expériences critiques en faveur du modèle ondulatoire. Par contre, l'effet photoélectrique favorise le modèle corpusculaire et ne peut s'expliquer que par le modèle ondulatoire. On doit donc se poser la question suivante : « Existe-t-il une expérience critique qui éliminerait une théorie et en favoriserait une autre? ». En effet, non, une telle expérience n'existe pas – une expérience peut ne pas favoriser une théorie par rapport à une autre mais elle ne peut pas l'écartier complètement car il peut toujours survenir de nouvelles preuves ou une nouvelle explication.

Il est évident que la lumière n'est ni onde ni particule. Elle est d'une nature double et manifeste des propriétés à la fois ondulatoires et particulaires. Les physiciens appellent cette propriété la dualité onde-particule. On ne peut ni dessiner ni visualiser cette dualité. En tant qu'êtres humains, nous sommes limités - on ne peut que considérer les deux aspects indépendamment.

Niels Bohr (physicien danois, 1885-1962) a énoncé le *principe de complémentarité* selon lequel, pour comprendre une expérience donnée, on doit soit considérer la lumière comme onde, soit comme photon, mais pas comme les deux à la fois. Pour comprendre la lumière, on doit étudier les propriétés complémentaires de sa nature double.



## ANNEXE 26 : Mot mystère – La nature de la lumière

Nom : \_\_\_\_\_

Date : \_\_\_\_\_

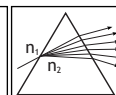
Repère les mots de la liste ci-dessous. Déchiffre les mots mystères à partir des lettres qui restent.

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

accès	Galilée	partielle
bandes	Hertz	photon
corpusculaire	Huygens	prisme
critique	incidence	propagation
diffraction	interférence	quanta
dispersion	Jupiter	rayon
dualité	loi	réflexion
éclipse	Michelson	réfraction
effet	modèle	Roëmer
Einstein	Newton	sombres
fentes	normale	spectre
Fizeau	onde	théorie
Foucault	ondulatoire	vitesse
fréquence	particule	Young

Mots mystères :

-----



## ANNEXE 27 : Mot mystère – Corrigé

### Note :

Pour obtenir ce corrigé, prière de vous référer au document imprimé. On peut se procurer ce document au Centre des manuels scolaires du Manitoba.

### Centre des manuels scolaires du Manitoba

site : <http://www.mtbb.mb.ca>

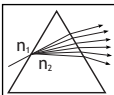
courrier électronique : [mttb@merlin.mb.ca](mailto:mttb@merlin.mb.ca)

téléphone : (204) 483-5040      télécopieur : (204) 483-5041

sans frais : (866) 771-6822

n° du catalogue : 92897

coût : 19,85 \$





## PORTFOLIO : Table des matières

Nom : \_\_\_\_\_

PIÈCE*	TYPE DE TRAVAIL	DATE	CHOISIE PAR
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
11.			
12.			
13.			
14.			
15.			

