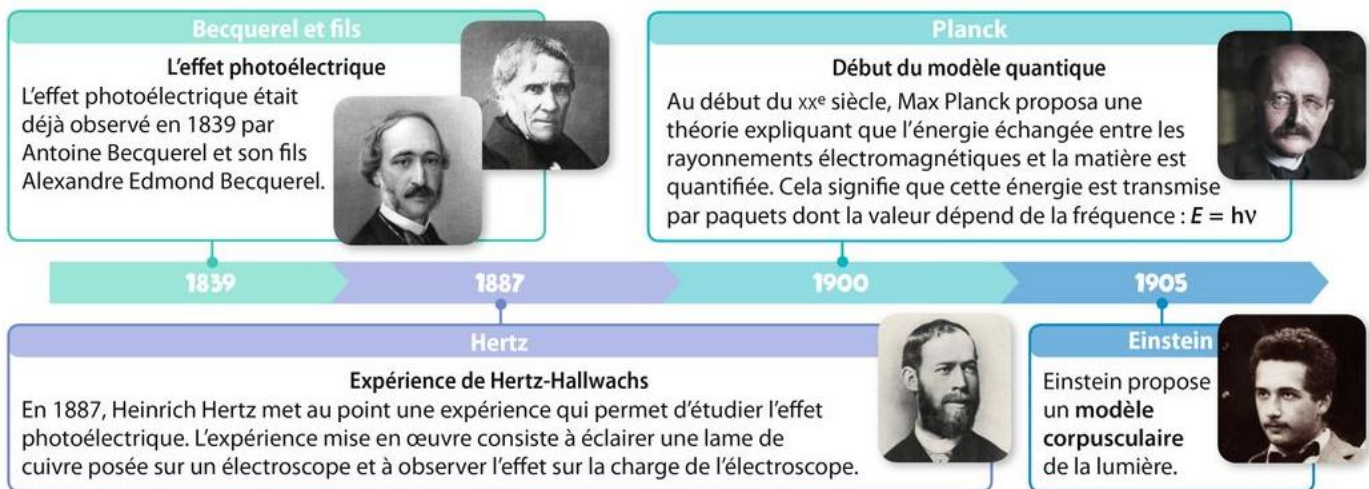


1 Découverte de l'effet photoélectrique

Dans des matériaux conducteurs, un éclairage peut produire un courant électrique : il y a alors conversion directe d'énergie lumineuse en énergie électrique. Cet effet, appelé **effet photoélectrique**, a été découvert par Antoine Becquerel son fils Alexandre Edmond Becquerel, dès 1839, avec un dispositif composé de deux électrodes identiques plongées dans un électrolyte. En éclairant une des électrodes, ils ont pu voir apparaître une différence de potentiel (ou tension électrique) entre ces deux électrodes d'environ 10^{-4} V.

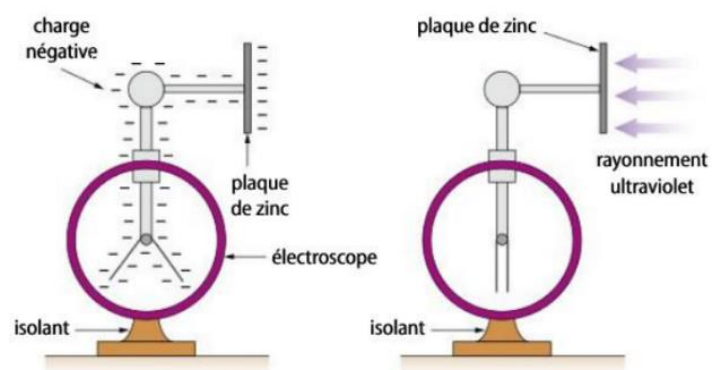
Cet effet ne fut expliqué que plus tard par le modèle corpusculaire de la lumière au début du XX^{ème} siècle par Planck et Einstein. Il prit l'importance industrielle qu'on lui connaît que beaucoup plus tard, le premier véritable panneau solaire, avec un rendement de 6%, ayant été développé en 1954 par les chercheurs des laboratoires Bell.



1. Donner une ou plusieurs propriétés de la lumière justifiant la théorie ondulatoire.
2. Proposer une définition de l'effet photoélectrique.
3. Faire une recherche et rédiger une très courte biographie d'Einstein (5 lignes maximum).

2 L'expérience de Hertz-Hallwachs

En 1887, Heinrich Hertz et son collaborateur Wilhem Hallwachs réalisent l'expérience intitulée « effet photoélectrique » : une plaque de zinc, découpée, montée sur un **électroscope*** est chargée, puis éclairée par la lumière émise par une lampe à vapeur de mercure (émettant un rayonnement riche en UV, visible et IR) ou par une lampe à UV.



* **électroscope** : un appareil permettant de mettre en évidence qu'un objet est chargé électriquement et, éventuellement le signe de cette charge.

☞ Fabriquer votre propre électroscope et réaliser les expériences proposées dans le doc.1 de la page suivante.

A l'aide de la vidéo ci-contre, répondre aux questions ci-dessous.

4. Expliquer pourquoi les 2 électrodes de l'électroscope s'écartent l'une de l'autre lorsque le bâton chargé d'ébonite touche la plaque de zinc.
5. Qu'observe-t-on lorsqu'on éclaire la plaque de zinc avec la lampe UV ? Proposer une explication.
6. Que met en évidence l'expérience avec la vitre ?



<http://bit.ly/VIDphotoel>

Doc.1 Fabrication d'un électroscope et expériences à réaliser

Matériel nécessaire :

- un verre de type pot de moutarde avec son couvercle
- un fil métallique de 10 à 20 cm
- papier aluminium
- baguette en verre ou en PVC
- chiffon doux sec

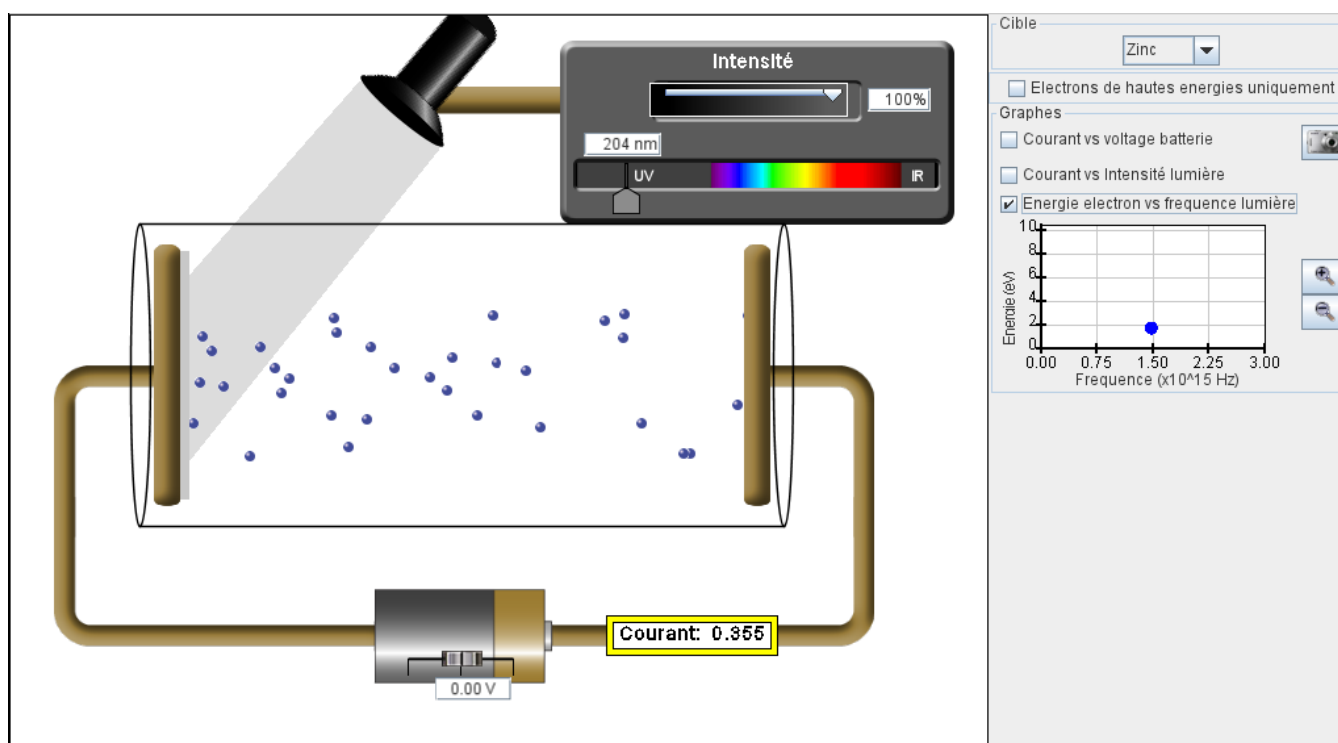


<http://bit.ly/VIDelectroscope>

3 Bilan énergétique de l'effet photoélectrique

Heinrich Hertz a ainsi découvert que la lumière ultraviolette provoque l'éjection d'électrons à partir d'une surface métallique comme le zinc. On peut alors se demander si cette émission d'électrons peut avoir lieu avec de la lumière visible et si le phénomène s'amplifie lorsqu'on augmente l'intensité lumineuse.

A l'aide de l'animation <http://bit.ly/ANIMphotoel>, on essaye de répondre à ces deux questions.



- ☞ Choisir la cible éclairée en zinc, laisser la tension de la pile à 0,00 V.
- ☞ Cocher « Energie électron vs fréquence lumière » pour vous aider à remplir le tableau ci-dessous.
- ☞ Commencer par éclairer la plaque de zinc avec une intensité maximale. Balayer tout le spectre lumineux proposé : des IR jusqu'aux UV.

✂ 7. Pour les longueurs d'onde λ proposées, compléter le tableau en notant et/ou en calculant :

- la fréquence ν (en Hz) de la lumière éclairant la plaque : $\nu = c / \lambda$ avec $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.
- l'énergie E (en eV) de chaque photon arrivant sur la plaque dans le cadre du modèle corpusculaire : $E = h \cdot \nu$ avec h la constante Planck qui vaut $6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$. **Attention !** Ici, E est en J ! On rappelle que $1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.
- l'énergie cinétique E_c (en eV) des électrons éjectés de la plaque (s'il y en a, sinon écrire « pas d'e⁻ éjecté »).

Longueur d'onde λ du rayonnement (nm)	Fréquence ν du rayonnement (Hz)	Energie E de chaque photon (eV)	Energie cinétique E_c de chaque électron éjecté (eV)
UV : 120	$2,50 \cdot 10^{15}$	10,36	$\approx 6,0$
UV : 196			
UV : 290			$\approx 0,0$
vert : 500			
IR : 800			

✂ 8. Quelle est la valeur de l'énergie minimale d'un photon que doit recevoir un électron pour être libéré ? Quelle est la longueur d'onde correspondante ? Cette énergie minimale est appelée « travail d'extraction » (ou travail de sortie) et notée W_s . Vérifier votre valeur avec le tableau de données ci-dessous.

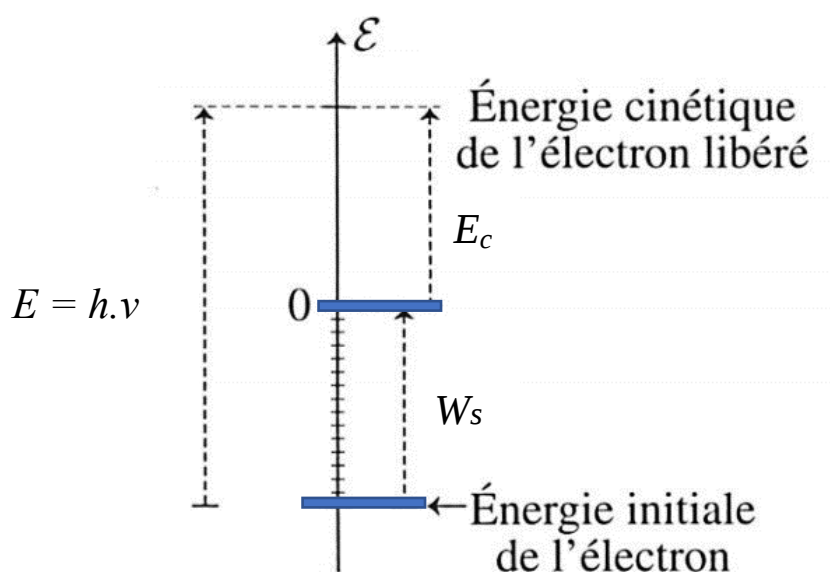
Matériau	Lithium	Argent	Zinc	Cuivre
Travail d'extraction (eV)	2,90	4,26	4,33	4,65

✂ 9. En comparant chacune des valeurs du tableau, trouver la relation entre l'énergie E d'un photon incident, le travail d'extraction W_s et l'énergie cinétique E_c de l'électron éjecté.

☞ Refaire la même expérience en changeant l'intensité lumineuse qui éclaire la plaque de zinc.

✂ 10. L'énergie cinétique de l'électron éjecté dépend-elle de l'intensité de la lumière ?

✂ 11. À l'aide du diagramme énergétique ci-dessous mettant en jeu l'énergie du photon incident E , le travail d'extraction W_s et l'énergie cinétique E_c des électrons éjectés, proposer une explication à l'effet photoélectrique.



✂ 12. **Synthèse :** expliquer pourquoi pour expliquer l'effet photoélectrique il faut renoncer au modèle ondulatoire de la lumière et recourir au modèle corpusculaire de la lumière.