The secret cloud chamber
Questions around the project

par les élèves du collège Gaston Vasseur de Feuquières en Vimeu

FONDATION CGENIAL

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

académie Amiens

Région académique
HAUTS-DE-FRANCE

Sciences à l'École

Introduction: naissance du projet

- En octobre 2018, notre professeur de sciences physiques part en stage d'une semaine au Cern à Genève dans le cadre d'un programme pour enseignants
- En revenant, les yeux pleins d'étoiles et la tête pleine d'idées il nous propose de réaliser une chambre à brouillard selon le modèle du S'cool Lab du Cern
- Après une année de réflexion et de pistes diverses, nous passons à l'action
- Voici les différentes questions que nous nous sommes posées et problèmes que nous avons dû résoudre

La chambre à brouillard :

- Quel choix pour les sources chaudes et froides
- Comment se crée du brouillard ?
- Pourquoi les particules laissent-elles des traces ?

Les particules :

- Différence entre alpha, béta et gamma ?
- Qu'est-ce qu'un muon ?
- Comment un muon peut-il atteindre le sol ?
- Qu'est-ce qu'un positron ?
- Quelles sont les différentes sortent de traces observées?
- Les sources radioactives utilisées

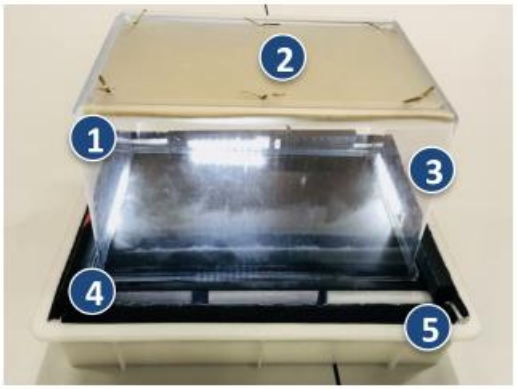
Les modules peltier et fil d'apiculteur

- Quel est le principe physique d'un module Peltier?
- Pourquoi les mettre en bicouches ?
- Quelle tension et quelle intensité donc quelle puissance d'utilisation ?
- Pourquoi utiliser un fil d'apiculteur?
- La solution retenue et les problèmes en suspens

Partenariat et sources d'information

- François Vannucci
- Conclusion-Ressources
- Photo de groupe et rôle de chacun
- La vidéo version courte de présentation de notre projet
- La vidéo version longue de présentation de notre projet

Choix des sources chaudes et froides



1 See-through box

2 Felt

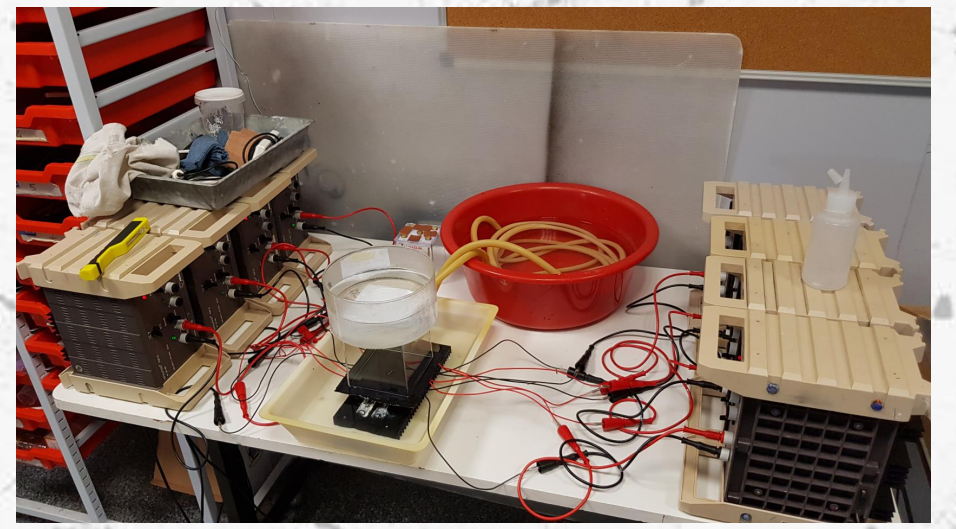
3 Torch light

4 Black metal plate

5 Box with dry ice

Dans le document du Cern, la source chaude en haut de la chambre est l'air à température ambiante,
La source froide est de la glace carbonique à environ -80°C ce qui fait environ 100°C d'amplitude thermique

Nous avons choisi de ne pas utiliser de glace carbonique, trop difficile à se procurer et dangereuse à manipuler,
Le choix s'est donc porté vers une source froide à environ -20°C constituée de modules Peltier et une source chaude constituée d'eau bouillante afin de garantir un écart thermique semblable à la chambre du Cern



Comment se crée le brouillard?

- En haut de la boîte, l'Isopropanol s'évapore du feutre (existe sous forme gazeuse) et coule doucement vers la plaque de métal, parce que la vapeur de l'Isopropanol est plus lourde que l'air.
- La glace sèche, garde le bas très froid, par conséquent l'Isopropanol refroidit en tombant.
- Le résultat est appelé un environnement sursaturé.
- Cela veut dire que l'alcool est à une température à laquelle la vapeur de l'Isopropanol ne peut normalement pas exister.
- Par conséquent, ça se condensera très facilement dans un état liquide si quelque chose dérange son équilibre.

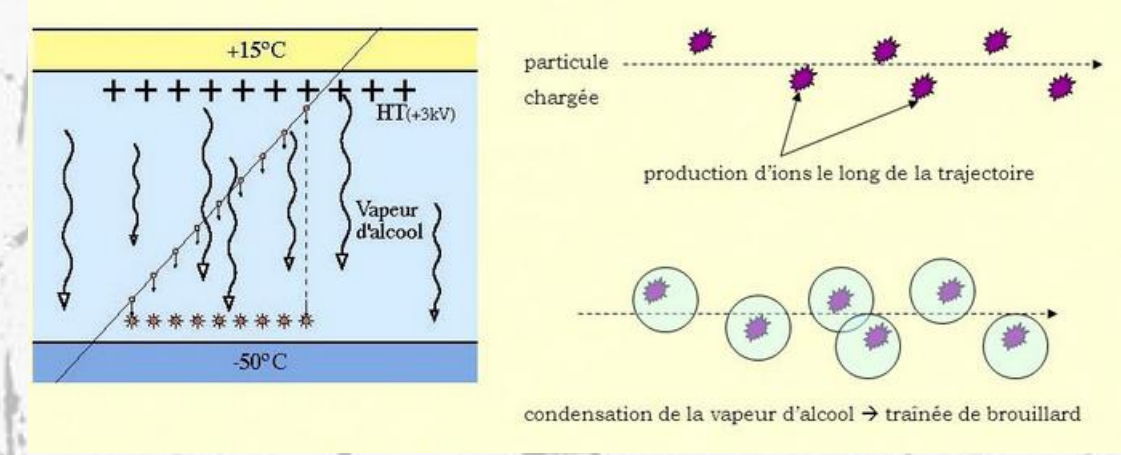
(traduit du school lab do-it-yourself manual par le groupe ambition)

Isopropanol / Isopropyl alcohol
Pure (>90%) isopropyl alcohol
Read the safety instructions!!!
Keep away from children
never drink it, handle with gloves and goggles
Where to buy:
drug store (e.g. as “Alcohol First Aid Antiseptic”)

Notre premier brouillard

EXIT

Pourquoi les particules laissent-elles des traces ?

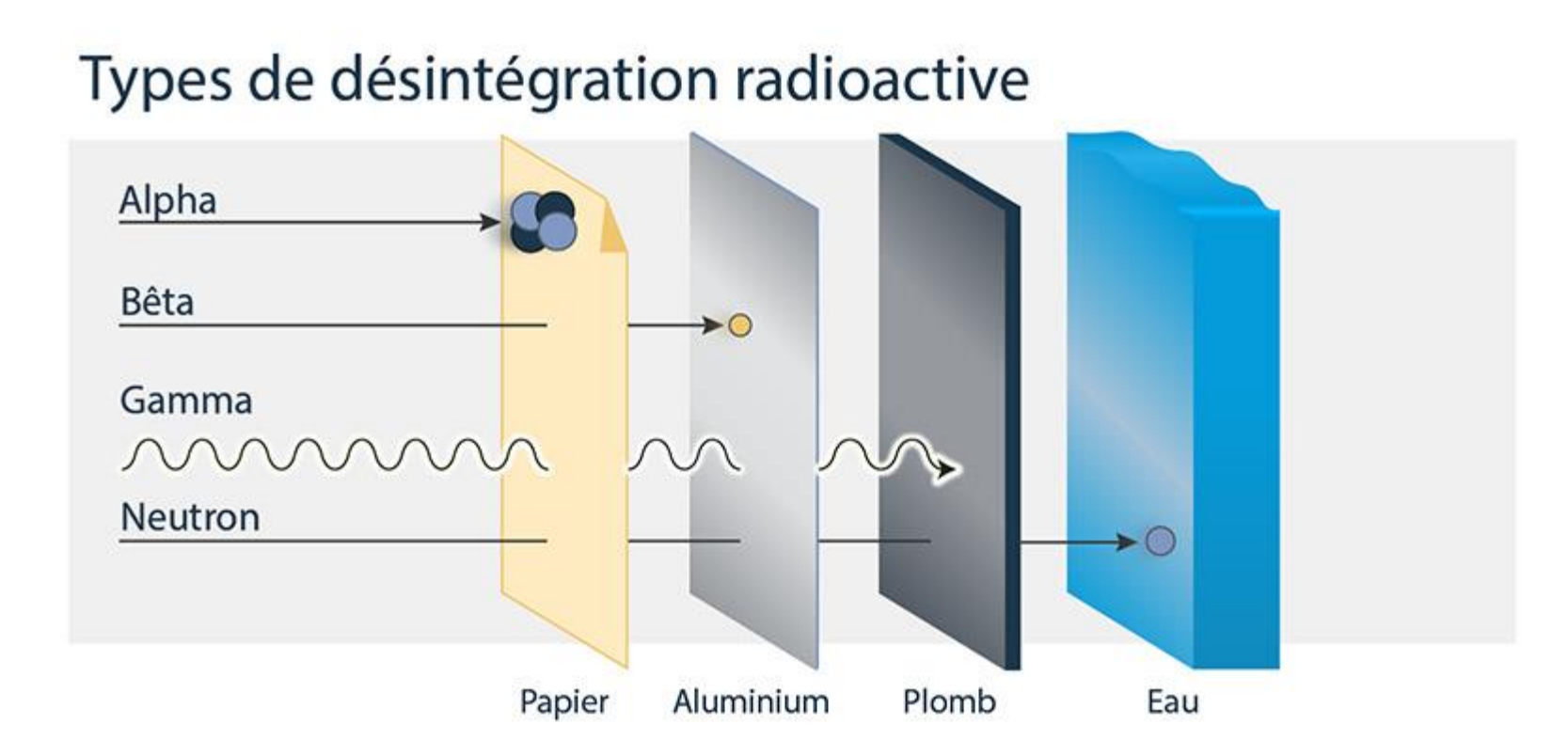


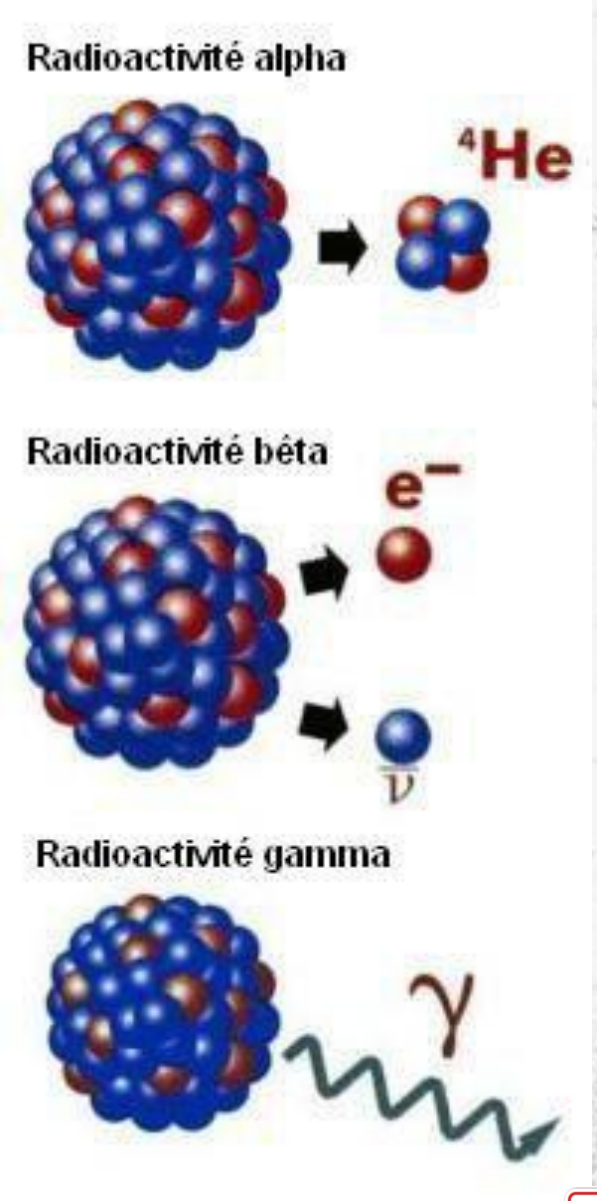
- Maintenant, que se passera-t-il si une particule chargée électriquement traverse la chambre ?
- La particule **ionisera** la vapeur: ça arrache les électrons de quelques molécules de gaz, le long de sa trajectoire.
- Cela laisse ces molécules chargées électriquement positivement.
- Ceci est suffisant pour commencer le processus de **condensation**: petites gouttelettes d'alcool se forment le long de la trajectoire de la particule initiale à travers la chambre. L'accumulation ordonnée de ces gouttelettes sont les traces que vous voyez apparaître.

(traduit du school lab do-it-yourself manual par le groupe ambition)

EXIT

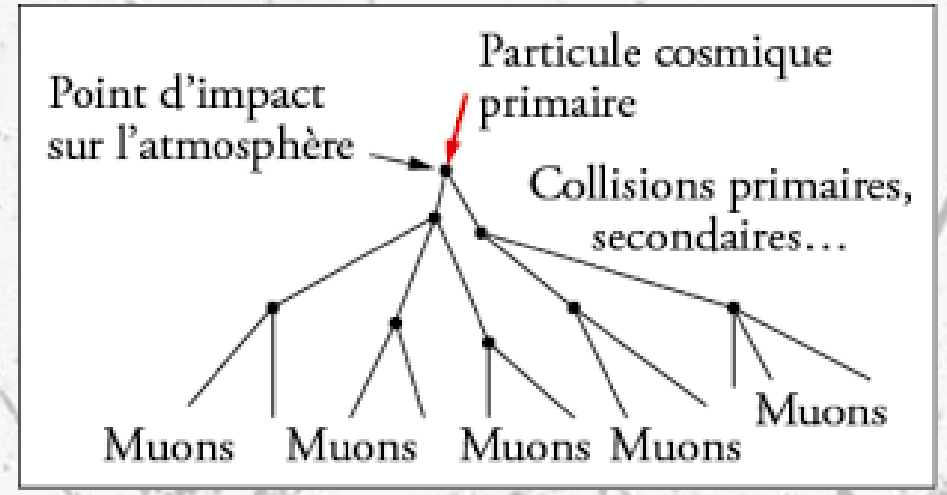
Différence entre alpha, béta et gamma ?





EXIT

Qu’est-ce qu’un muon ?



Un électron lourd présent dans le rayonnement cosmique

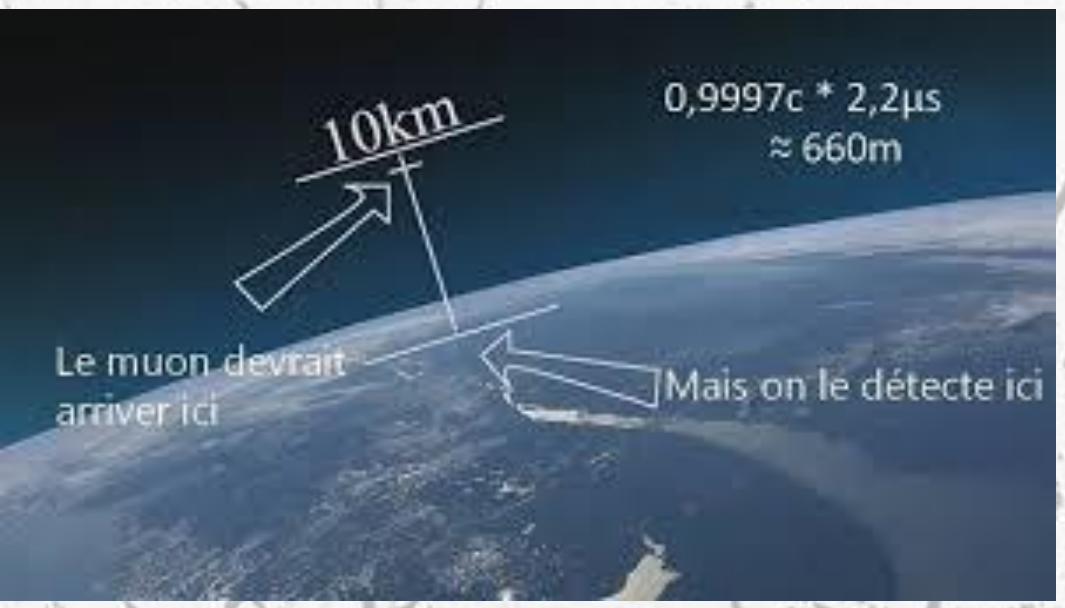
Cette particule a été observée pour la première fois en 1936 par les physiciens américains Carl Anderson, le découvreur de l'électron positif, et Seth Neddermeyer.

La nouvelle particule portait une charge électrique négative. Sa masse semblait intermédiaire entre celle d'un électron et celle d'un proton

www.laradioactivite.com

EXIT

Comment un muon peut-il atteindre le sol ? Test de la relativité d'Einstein



La durée de vie du muon est en moyenne de 2,2 µs, Cela devrait lui permettre de parcourir environ (à la vitesse de la lumière) d = v x t = 300 000 km/s x 2,2µs = 0,66 km ce qui est bien insuffisant pour traverser l'atmosphère,

Or à cause de la relativité d'Einstein, sa durée de vie est relativiste et de notre point de vue est donc plus grande d'environ 50µs. Cela lui permet de parcourir environ d = 300 000 * 50µs = 15 km, c'est pile la distance qui le sépare de son lieu de formation de la surface terrestre.

Il passe ainsi en moyenne 130 muons par seconde et par m2 en France

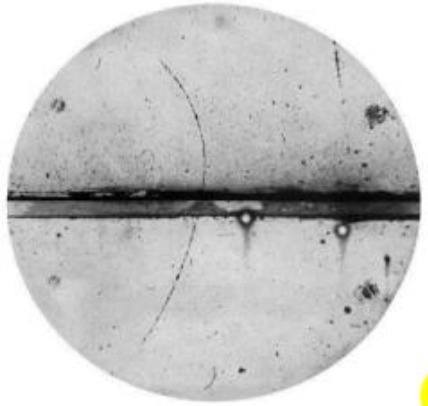
Source CERN

EXIT

Qu’est-ce qu’un positron ?

Carl Anderson (1905 - 1991)

This American physicist discovered the positron in 1932 and the muon in 1936 using an expansion cloud chamber. He received a Nobel Prize in 1936. Anderson used alcohol instead of water to form a more sensitive mist and he applied a strong magnetic fields to his chamber.



(Anderson, 1933)

Positron, l'électron positif, corpuscule d'avant-garde de l'antimatière a été découvert en 1933 par le physicien américain Carl Anderson

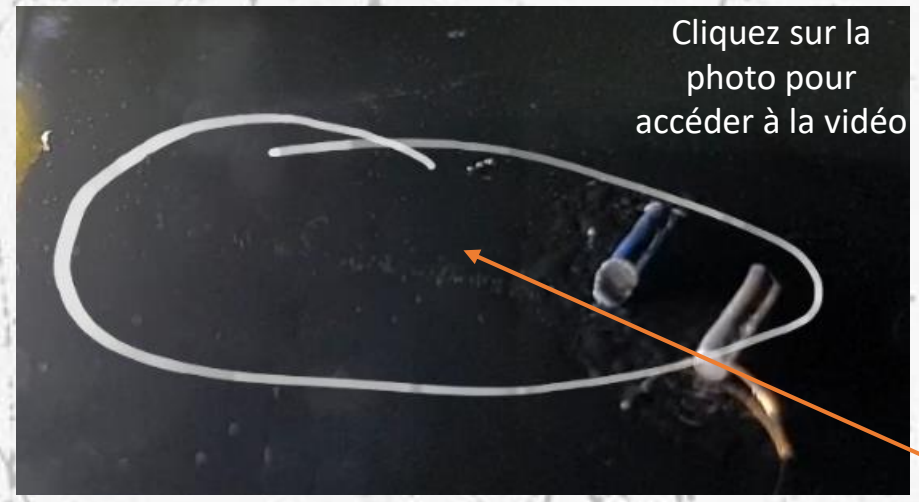
La découverte d'un électron positif par Anderson a constitué le premier indice de l'existence de ces particules aux propriétés symétriques ou inverses de celles de notre monde ordinaire. Elles font partie de ce que l'on appelle aujourd'hui l'**antimatière.**

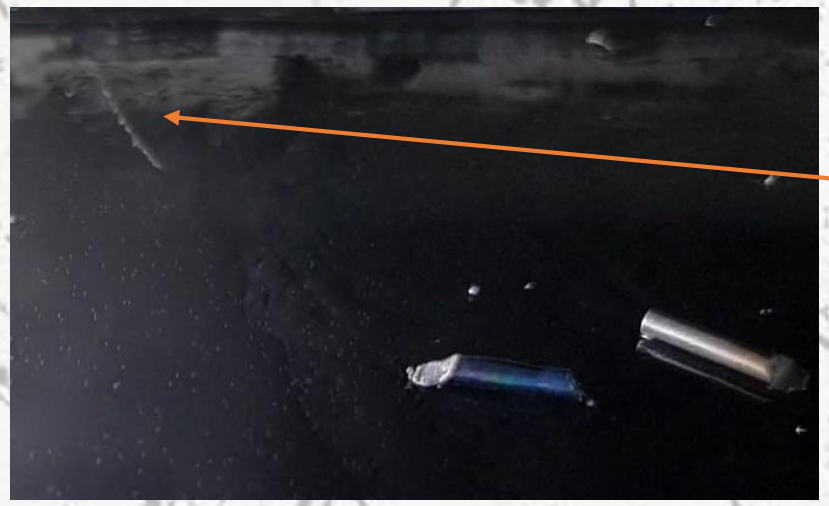
Aujourd’hui le positron est utilisé dans le système d’imagerie médicale appelé PET Scan (positron emission tomography en anglais)

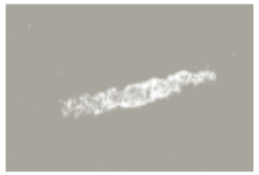
www.laradioactivite.com

EXIT

Quelles sont les différentes sortent de traces observées?

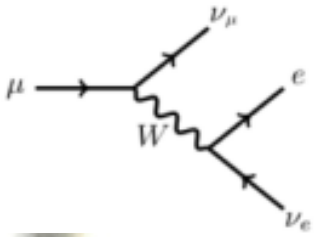




	muon or anti-muon	Thin straight tracks - fast particles with high kinetic energy - they ionise molecules without scattering - high energy muons, electrons or their corresponding anti-particles - source: secondary cosmic particles
	electron or positron	
	**α particle system**	Thick straight tracks (approx. 5 cm): - alpha particle systems (2p2n) - massive particle systems with high “ionisation density” (for alpha: 1 MeV/cm) - source: Radon-222 gas, natural radiation

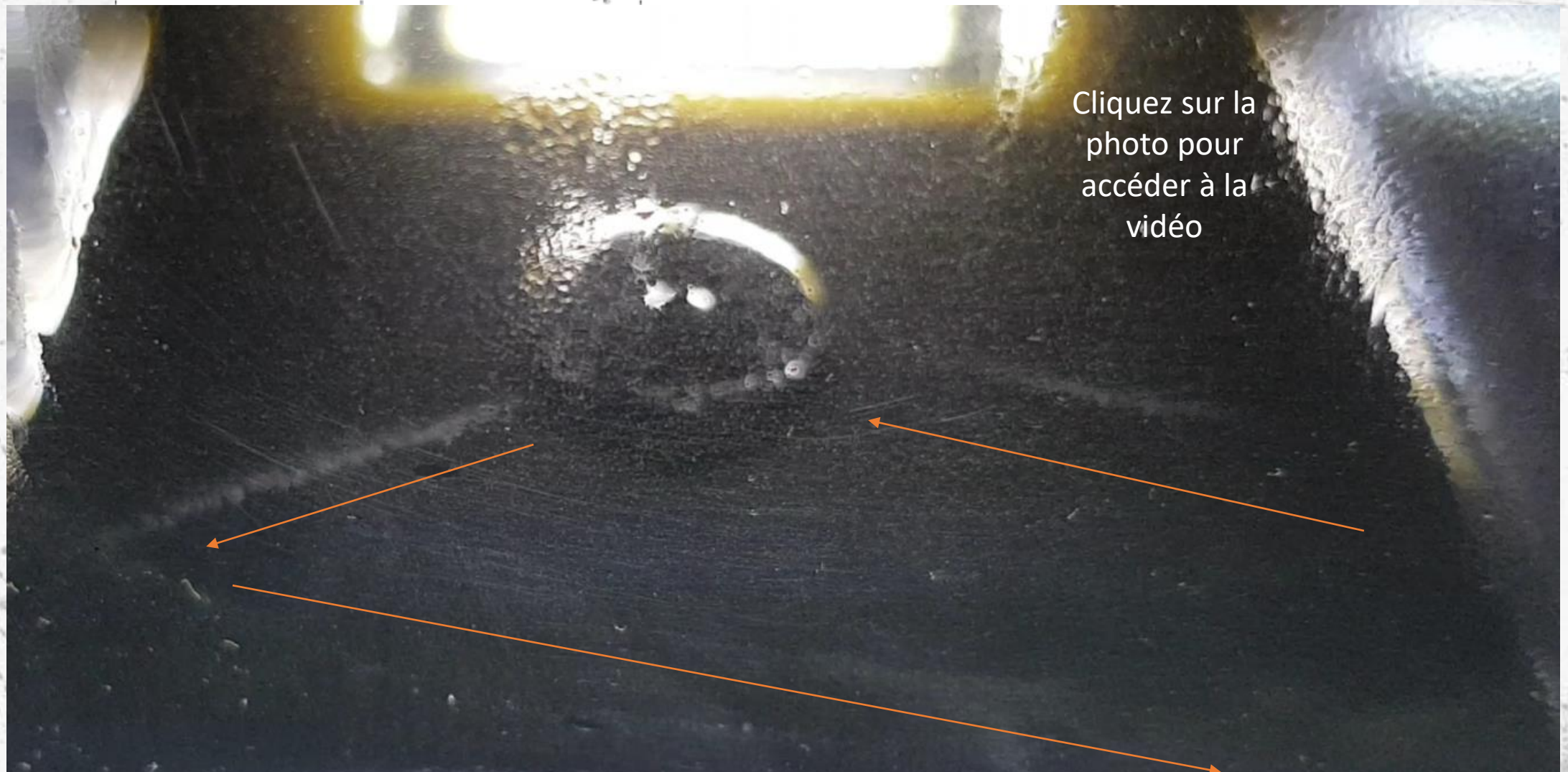
EXIT

muon transformation



Kinks:

This could be a muon (or anti-muon) transforming into an electron (or positron), a neutrino and an anti-neutrino.



EXIT

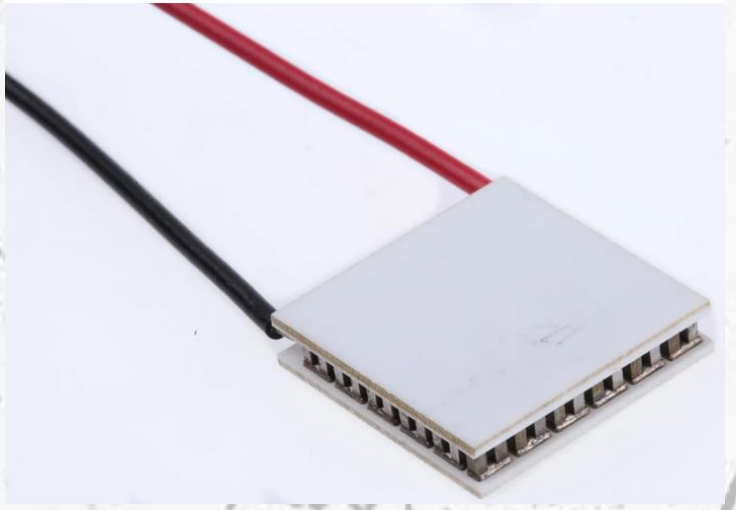
Les sources radioactives utilisées

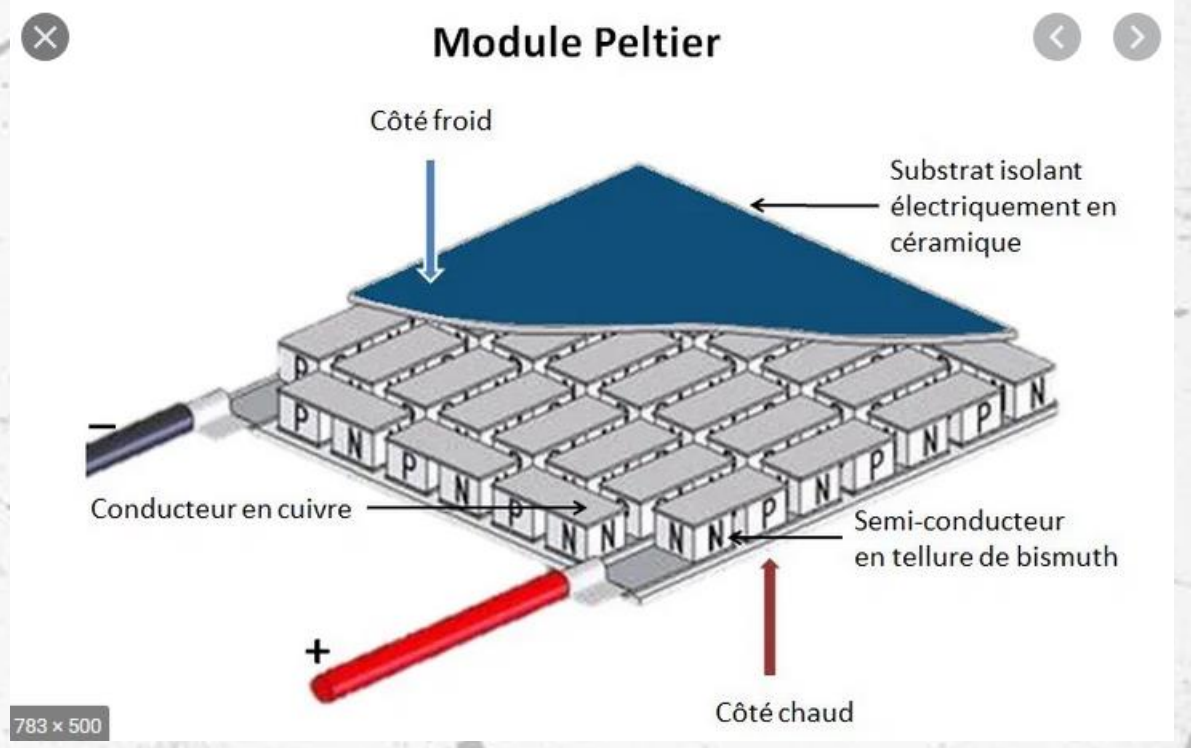
Le thorium radioactif est émetteur alpha et béta, il émet donc des noyaux d'hélium et des électrons

Si vous travaillez avec des électrodes réfractaires au tungstène de type WT20 pour du soudage, sachez que celles-ci sont radioactives, même si ce n'est pas toujours spécifié sur l'emballage. Ces électrodes sont reconnaissable au fait que leurs extrémité sont peintes en rouge. Le "T" de "WT20" indique que ces électrodes contiennent du thoriumet le "20" qu'elle contiennent 2% de dioxyde de thorium (Th02). Le thorium représentant 87.88% de la masse du ThO2, chaque baguette contient environ 100*0.02*0.8788 = 1.76% de son poids en thorium.
Le thorium est un métal naturellement radioactif qui est délibérément ajouté à ces baguettes pour améliorer leur émission électrique. Les baguettes au thorium continuent néanmoins d'être distribuées, même en France.
http://www.sebastien-billard.fr

EXIT

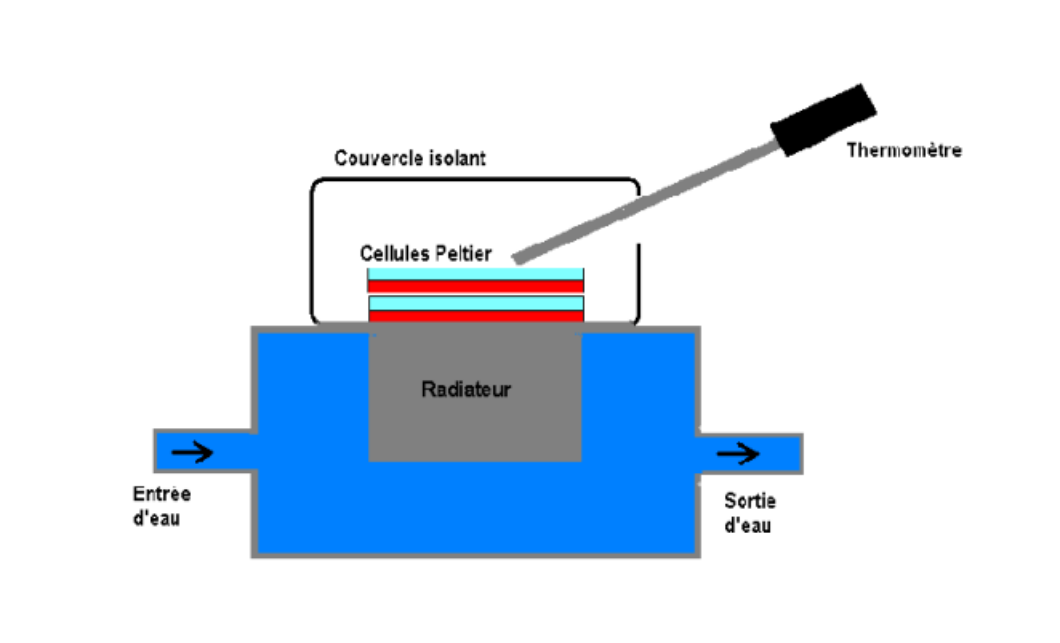
Quel est le principe physique d'un module Peltier?





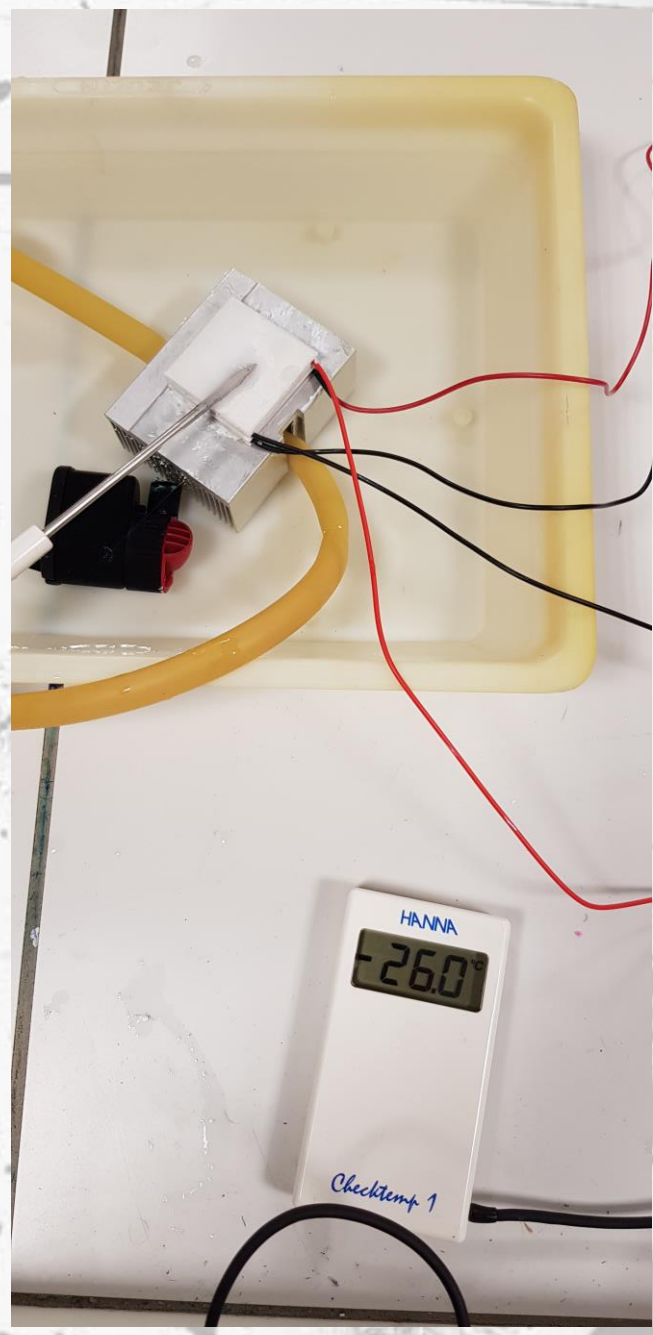
- Dans un module à effet Peltier, la tension appliquée de 12V génère un effet thermique refroidissant un côté et chauffant l'autre avec un écart de 70°C en général

Pourquoi les mettre en bicouches ?



Nous avons décidé de placer 4 sandwichs de 2 modules sous une plaque peinte en noire soit 8 modules.

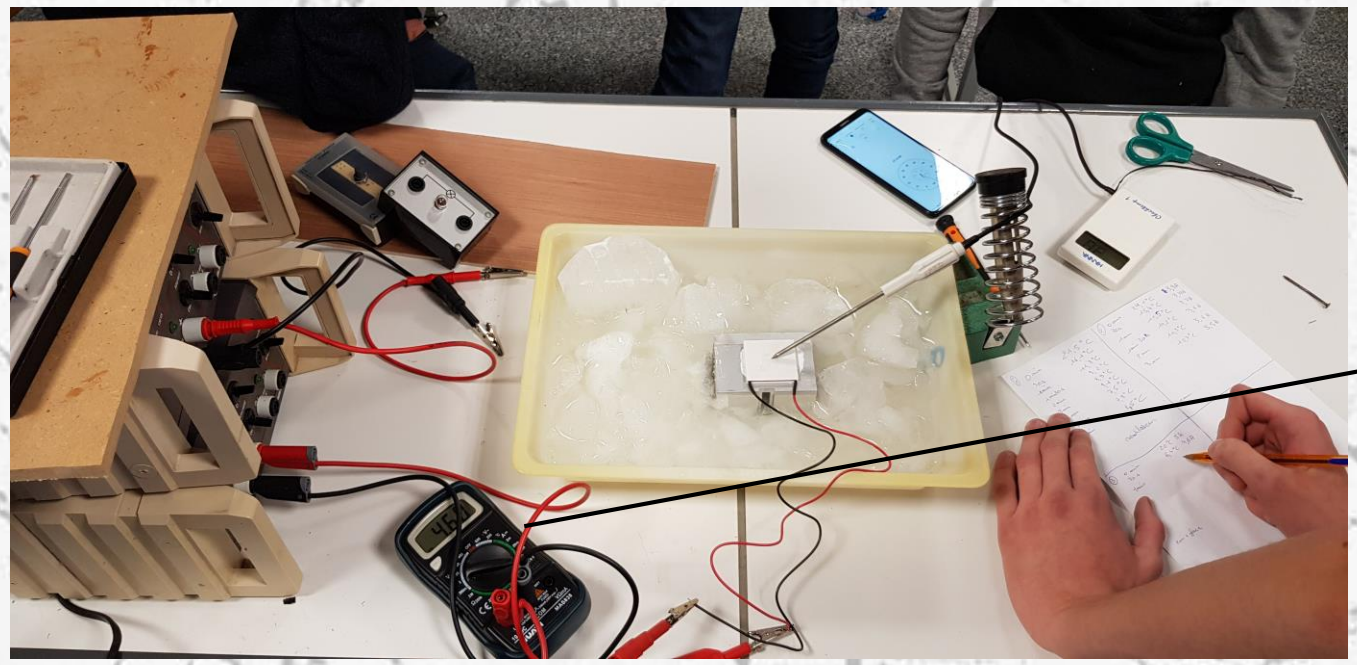
Nous avons trouvé un mémoire fait par des lycéens sur une chambre à brouillard,
Une de leur conclusion était d'utiliser 2 modules Peltier en sandwich, celle du dessous servant à refroidir celle du dessus.
C'est ce montage là associé à un radiateur qui nous a permis de refroidir suffisamment le côté chaud afin d'abaisser la température du côté froid à -26°C
Source mémoire chambre à brouillard lycée Herouville



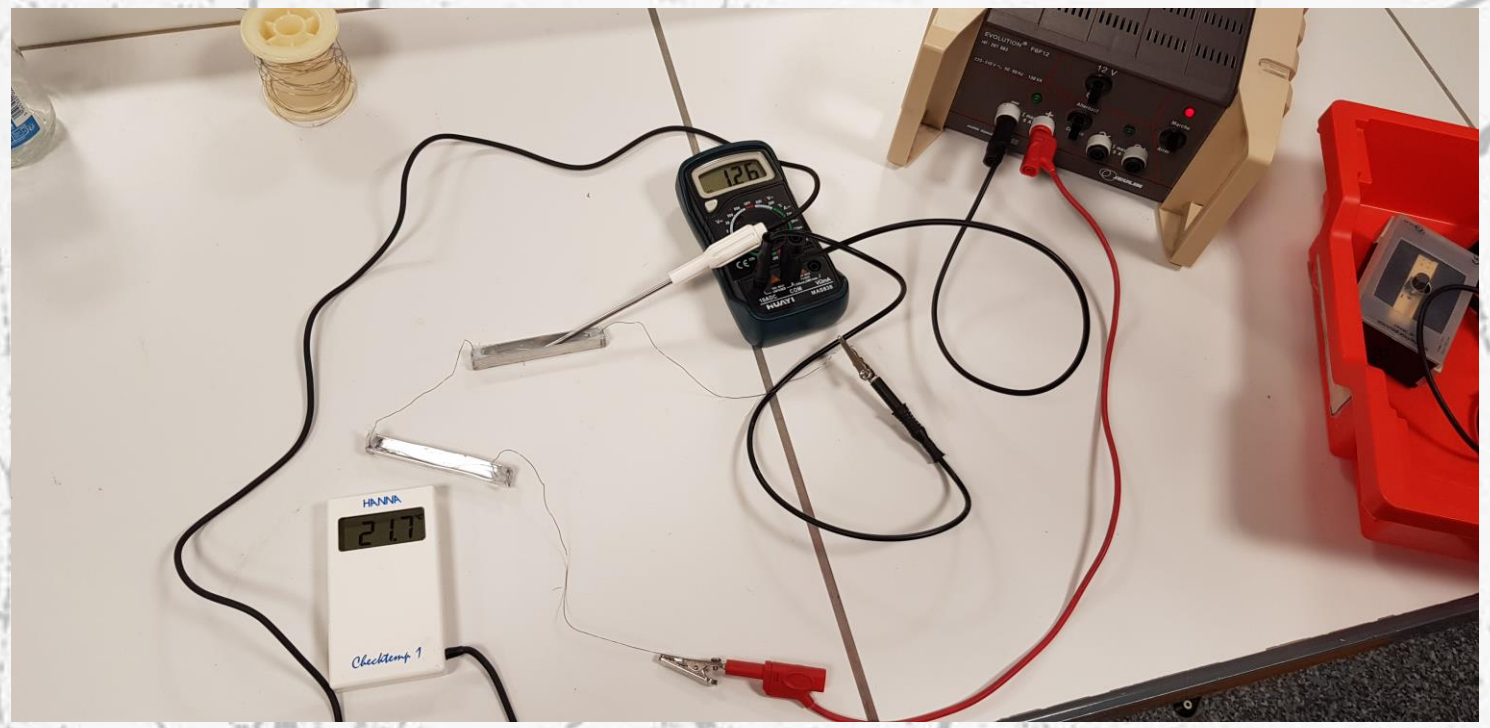
EXIT

Quelle tension et quelle intensité donc quelle puissance d'utilisation ?

- 12V et 4,6A par module soit P= U x I =55,2 W par module donc 441,6 W pour 8 modules
- Pour une prise de 230V I= P / U = 441,6 / 230 = 1,92 A sachant qu'une prise de courant peut fournir 16 A en général



Pourquoi utiliser un fil d’apiculteur?



Les apiculteurs utilisent des fils de chauffe pour découper la cire des ruchers,
Sous une tension de quelques Volts, le fil résistif chauffe par effet Joule,

Lors de l’essai en photo, avec une tension de 6V, l’intensité est de 1,26 A et la température atteint 21°C mais on peut monter à plus de 80°C en raccourcissant le fil ou en augmentant la tension,

En effet, plus le fil est court, plus sa résistance sera faible et donc l’intensité le traversant grande (loi d’Ohm R = U/I)

Hélas, peu de brouillard observé et le fil d’apiculteur a fait fondre une boîte

EXIT

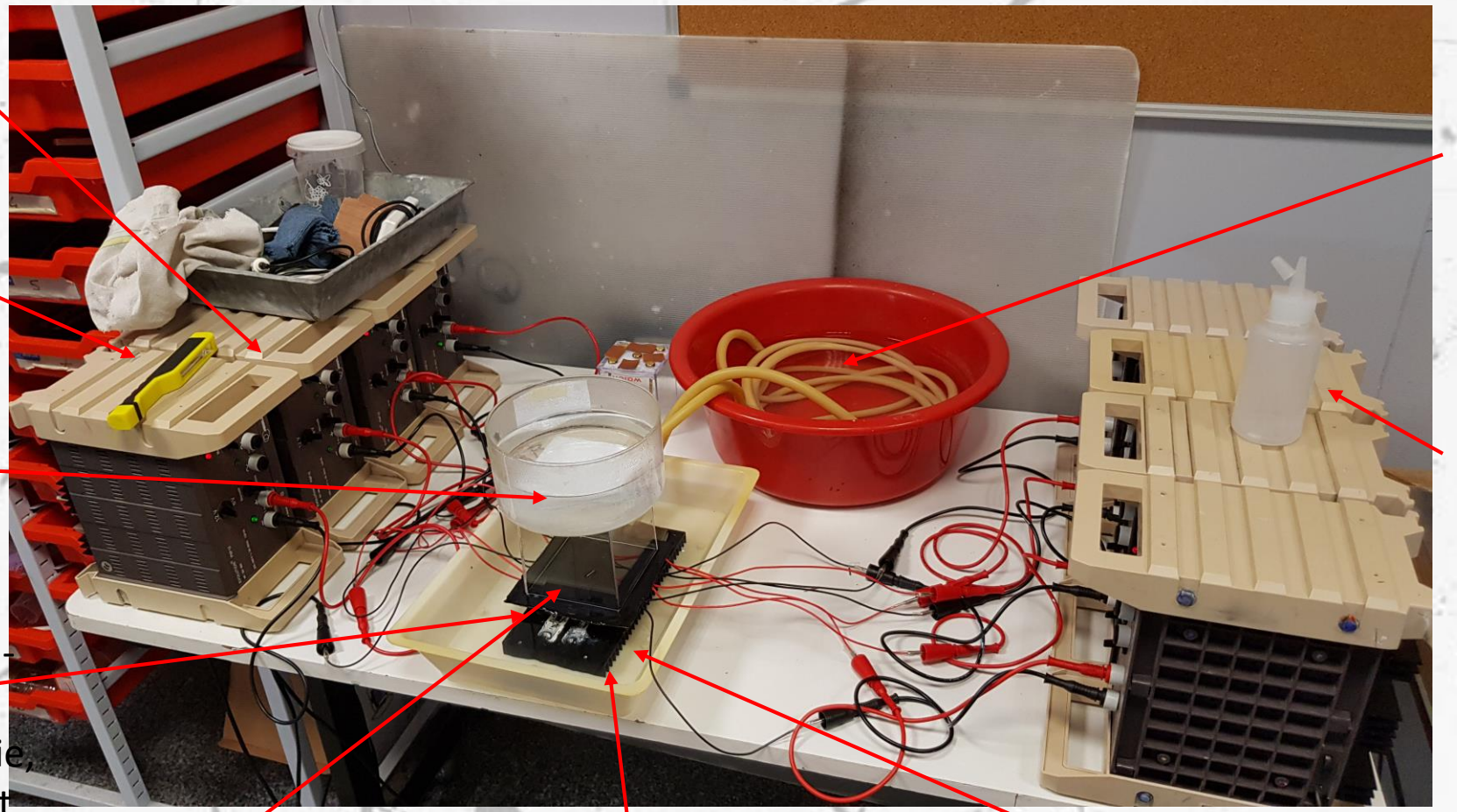
La solution technique retenue

8 générateurs pour alimenter les 8 modules Peltier en bicouches: Il subsiste un problème de surchauffe

La lampe pour éclairer le brouillard

Source chaude, de l'eau entre 50 et 100°C

Les 8 modules Peltier produisant un froid vers -20°C, Il subsiste un problème de durée de vie, certains modules lâchent vite



Circulation d'eau pour accentuer le refroidissement du radiateur

L'isopropanol pour former le brouillard

Plaque noire en cuivre pour conduire le froid et observer les traces

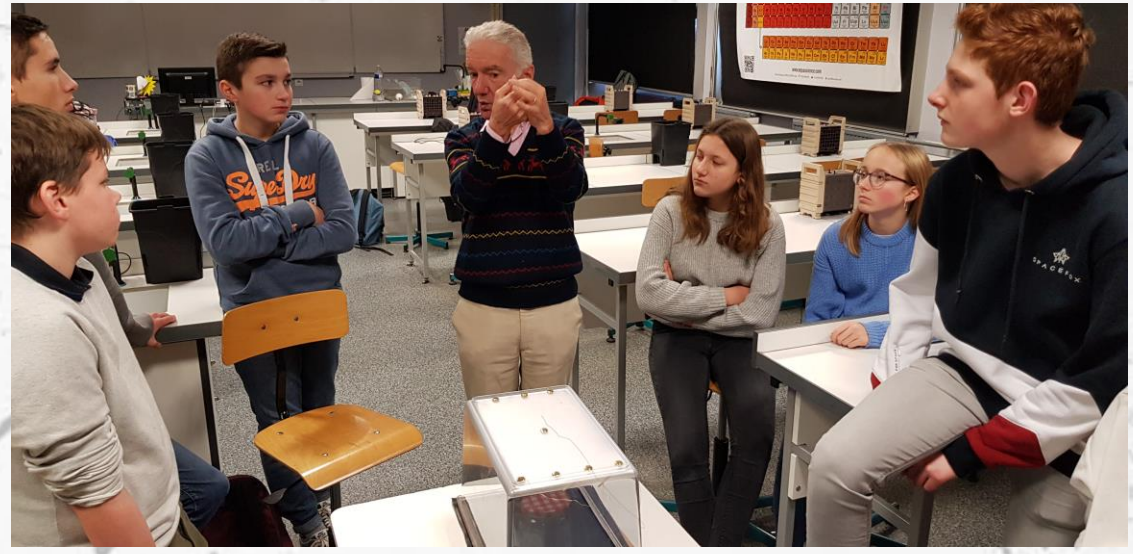
Le radiateur pour refroidir les modules Peltier

Eau froide baignée de glace pour refroidir le radiateur

Notre partenaire François Vannucci

- François Vannucci, professeur émérite du CNRS IN2P3 (laboratoire de physique des particules) est intervenu sur 2 jours en janvier 2020
- Il est un des plus grand spécialiste mondial des neutrinos
- Il a donné une conférence aux élèves de troisième et le lendemain, il est intervenu auprès des classes puis du club scientifique
- Il nous a donné des conseils tant sur le métier de chercheur que celui du monde des particules et on lui a montré notre chambre à brouillard

François Vannucci lors de sa conférence organisée au lycée du Vimeu (car ils avaient une grande salle de conférence pour accueillir nos élèves)



François Vannucci au sein du club scientifique au collège

François Vannucci donne une conférence au club scientifique sur les particules

François Vannucci parle de son métier aux élèves de troisième

Conclusion-Ressources

Conclusion

Durant ces 2 années nous avons découvert le rayonnement et de multiples facettes étonnantes, Ce sont des découvertes importantes qui aujourd'hui servent dans de nombreux domaines.

Nous avons beaucoup expérimenté pour pouvoir faire une chambre à brouillard sans carboglace et avec une source froide moins intense.

L'utilisation des modules Peltier reste cependant compliquée car ils sont fragiles, demandent une forte intensité qui fait chauffer les générateurs et leur refroidissement reste compliqué à gérer avec le radiateur et le flux d'eau

Ressources

- Le manuel do-it-yourself de la chambre à brouillard du Cern, traduit par le groupe ambition du collège (collaboration avec un professeur d'anglais)
- Des contacts de notre professeur au Cern
- Le mémoire du lycée Hérouville sur les chambres à brouillard
- Des sites variés donc radiactivité.com ou cern.ch
- Les conférences et diaporamas de Monsieur Vanucci
- Les élèves de troisième du club scientifique 2019-2020

EXIT

Célia, présentatrice et traductrice

Hugo, expérimentateur

Louis, prises de vue et expérimentateur

Timothée expérimentateur, traducteur et présentateur

Pauline expérimentatrice

Alexandra soutien de l'équipe

Ann-Klémence monteuse vidéo et présentatrice

Gabrielle responsable réseaux sociaux et communication

Manon présentatrice et traductrice

Juliette expérimentatrice

Robin expérimentateur fourmillant d'idées

Notre professeur de sciences physiques Eric Fourel