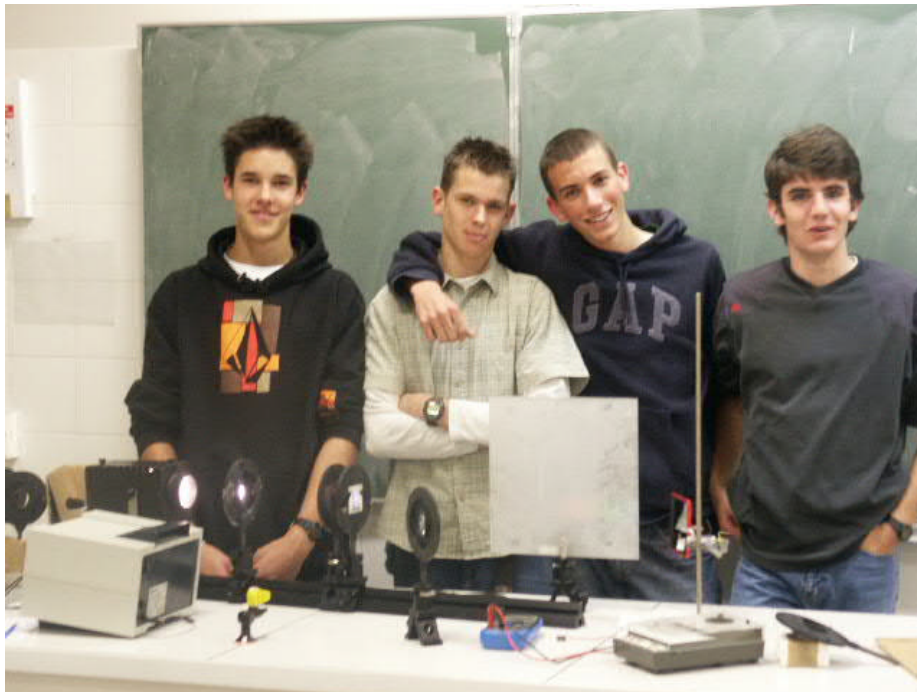


BONNEAUX Déodat  
DAVID Lucien  
DUMAS Adrien  
GERMAIN Simon

TS2

Lycée Jean Monnet-ANNEMASSE (74)

# Etudes des Cellules Photovoltaïques



**Olympiades de la Physique 2004**

# Sommaire

<b><u>Introduction</u></b> .....	<b>3</b>
<b><u>I) Principe d'une cellule photovoltaïque</u></b> .....	<b>4</b>
<b><u>A-Approche théorique</u></b> .....	<b>4</b>
1) Principe de fonctionnement.....	<b>5</b>
<b><u>B-Diverses utilisation des cellules solaires</u></b> .....	<b>8</b>
1) De nos jours.....	<b>8</b>
2) Système photovoltaïque.....	<b>9</b>
3) Avantages et inconvénients.....	<b>10</b>
4) Différents domaines d'application.....	<b>12</b>
<b><u>II) Etude du rendement d'une CPV</u></b> .....	<b>15</b>
<b><u>A-Expériences préliminaires</u></b> .....	<b>15</b>
<b><u>B-Expérience</u></b> .....	<b>18</b>
<b><u>C-Calcul du rendement</u></b> .....	<b>22</b>
1)Calcul de la puissance lumineuse reçue.....	<b>22</b>
2)Calcul du rendement.....	<b>22</b>
<b><u>III) Influence de la longueur d'onde sur le rendement</u></b> ....	<b>24</b>
<b><u>A-Obtention de différentes longueurs d'ondes</u></b> .....	<b>24</b>
1)Première approche.....	<b>24</b>
2) Perfectionnement du système.....	<b>26</b>
<b><u>B-Application sur les CPV</u></b> .....	<b>32</b>
1)Expérience.....	<b>32</b>
2)Exploitation.....	<b>33</b>
<b><u>Conclusion</u></b> .....	<b>37</b>
<b><u>Annexe</u></b> .....	<b>38</b>

## **Introduction :**

Les cellules photovoltaïques sont les constituants des panneaux solaires. C'est une énergie nouvelle et propre, ce sont leurs principaux avantages et c'est peut-être un bon moyen contre la pollution qui est souvent la conséquence d'une production d'énergie. Nous nous sommes donc intéressés au fonctionnement de ces cellules ainsi qu'à leur rendement afin de découvrir l'efficacité de ce système.

Nous avons donc décidé d'étudier leur rendement et de le calculer à partir d'expériences.

## **I) Principe d'une cellule photovoltaïque**

### **A-Approche théorique**

Généralité sur les CPV :

#### **Petit Historique**

La conversion de la lumière en électricité, appelée effet photo voltaïque, a été découverte par E. Becquerel en 1839, mais il faudra attendre près d'un siècle pour que les scientifiques approfondissent et exploitent ce phénomène de la physique.

L'utilisation des cellules solaires débute dans les années quarante dans le domaine spatial. Les recherches d'après guerre ont permis d'améliorer leurs performances et leur taille mais il faudra attendre la crise énergétique des années septante pour que les gouvernements et les industriels investissent dans la technologie photovoltaïque et ses applications terrestres.

## 1) Principe de fonctionnement

Les photopiles sont des composants électroniques à semi-conducteur qui, lorsqu'ils sont éclairés par le rayonnement solaire, développent une force électromotrice capable de débiter un courant dans un circuit extérieur.

La structure la plus simple d'une cellule photovoltaïque comporte une jonction entre deux zones dopées différemment d'un même matériau (homojonction p-n) ou entre deux matériaux différents (hétérostructures), la moins épaisse étant soumise au flux lumineux. Chacune des régions est reliée à une électrode métallique au moyen d'un contact ohmique de faible résistance. Le principe de fonctionnement peut être décomposé en deux parties : l'absorption de photons et la collecte des porteurs de charges créés.

### 1)1- L'interaction rayonnement / matière

La première étape de la conversion de la lumière en courant électrique est la génération au sein du semi-conducteur des porteurs de charges que sont les électrons libres et les trous.

### 1)2- Dopage et silicium

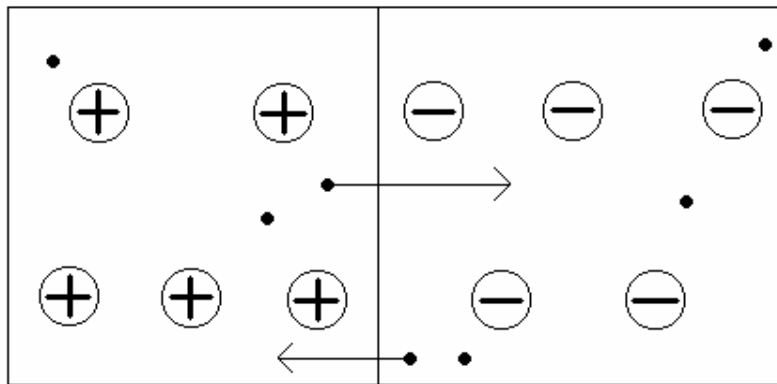
Dans un semi-conducteur pur le nombre de porteurs étant faible à température ordinaire, la conductivité est médiocre.

Pourquoi le silicium ?

Le silicium a été choisi pour réaliser les cellules solaires photovoltaïques pour ses propriétés électroniques, il est caractérisé par la présence de quatre électrons sur sa couche périphérique. Dans le silicium solide, chaque atome est lié à quatre voisins, et tous les électrons de la couche périphérique participent aux liaisons.

Si un atome de silicium est remplacé par un atome ayant 5 électrons périphériques (phosphore par exemple), un électron ne participe pas aux liaisons, il peut donc se déplacer dans le réseau. Il y a conduction par un électron, et le semi-conducteur est dit dopé N.

Si au contraire un atome de silicium est remplacé par un atome ayant 3 électrons périphériques (bore par exemple), il manque un électron pour réaliser toutes les liaisons, et un électron peut venir combler ce manque. On dit alors qu'il y a conduction par un trou et le semi-conducteur est dit dopé de type P.



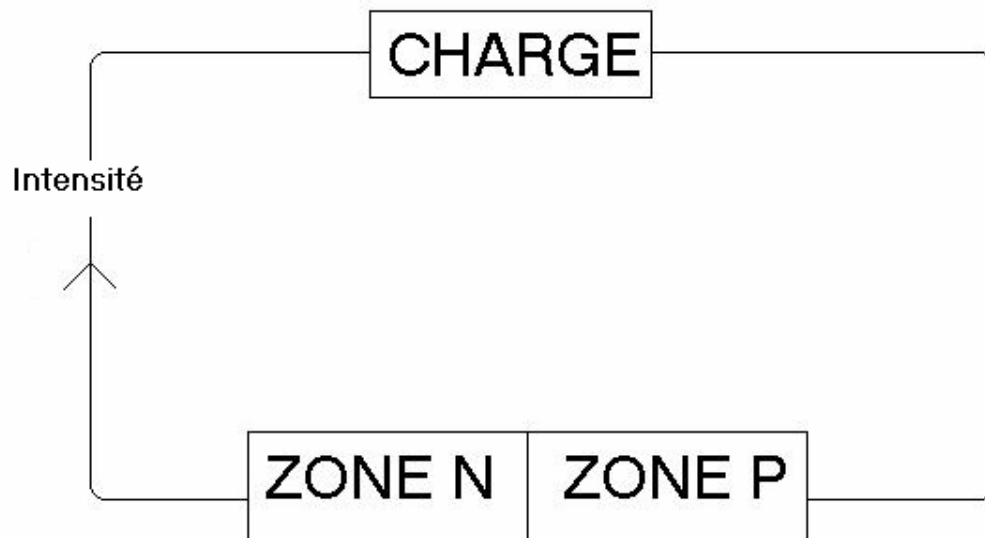
**Les atomes tels que le bore ou le phosphore sont des dopants du silicium.**

### 1)3- Un générateur photovoltaïque

Un générateur photovoltaïque est constitué de modules, d'un générateur de charge-décharge et d'une batterie d'accumulateur. Il produit du courant continu qui peut être converti si nécessaire en courant alternatif à l'aide d'un onduleur.

Les modules photovoltaïques, composés d'un ensemble de cellules connectées entre elles, transforment directement la lumière en électricité.

Généralement, une batterie d'accumulateurs stocke l'énergie électrique produite pour pouvoir la restituer à tout moment (jour ou nuit, ensoleillement ou non). Avec la batterie, un régulateur de charge/décharge protège la batterie contre les surcharges et décharges profondes et prolonge ainsi sa durée de vie.



## **B-Diverses utilisation des cellules solaires**

### **1) De nos jours**

La technologie photovoltaïque est en plein essor. Aux quatre coins du monde, de nombreuses possibilités d'exploitation sont étudiées puis expérimentées dans l'espoir d'une commercialisation future.

Toutefois, les prévisions de baisse des prix des modules photovoltaïques ont été trop optimistes et l'industrie photovoltaïque se trouve dans une situation difficile. En effet, la complexité des procédés de fabrication des modules photovoltaïques et les rendements de production trop faibles entraînent des coûts élevés qui freinent le volume des ventes. On peut espérer que, dans les années à venir, la technologie photovoltaïque arrive à "maturité" (procédés simplifiés, meilleurs rendements de production) et qu'alors l'augmentation du volume de production réduise le coût des modules.

En dépit de ces difficultés, l'évolution de la technologie et du marché photovoltaïques est globalement positive. Les méthodes de fabrication se sont améliorées réduisant les coûts de production et les volumes de production ont été augmentés dans l'espoir de réduire les coûts. Actuellement, 90% de la production totale de modules se fait au Japon, aux EU et en Europe.



## 2) Système photovoltaïque

La cellule individuelle, unité de base d'un système photovoltaïque, ne produit qu'une très faible puissance électrique, typiquement de 1 à 3 W avec une tension de moins d'un volt. Pour produire plus de puissance, les cellules sont assemblées pour former un module (ou panneau). Les connections en série de plusieurs cellules augmentent la tension pour un même courant, tandis que la mise en parallèle accroît le courant en conservant la tension. La plupart des modules commercialisés sont composés de 36 cellules en silicium cristallin, connectées en série pour des applications en 12 V. Le courant de sortie, et donc la puissance, sera proportionnelle à la surface du module.

L'interconnexion de modules entre eux - en série ou en parallèle - pour obtenir une puissance encore plus grande, définit la notion de champ photovoltaïque. Le générateur photovoltaïque se compose d'un champ de modules et d'un ensemble de composants qui adapte l'électricité produite par les modules aux spécifications des récepteurs. Cet ensemble, appelé aussi "Balance of System" ou BOS, comprend tous les équipements entre le champ de modules et la charge finale, à savoir la structure rigide (fixe ou mobile) pour poser les modules, le câblage, la batterie en cas de stockage et son régulateur de charge, et l'onduleur lorsque les appareils fonctionnent en courant alternatif.

Le système photovoltaïque est alors l'ensemble du générateur photovoltaïque et des équipements de consommation.

### **3) Avantages et inconvénient**

#### 3) 1 -Avantages

La technologie photovoltaïque présente un grand nombre d'avantages.

- D'abord, une haute fiabilité - elle ne comporte pas de pièces mobiles - qui la rend particulièrement appropriée aux régions isolées. C'est la raison de son utilisation sur les engins spatiaux.
- Ensuite, le caractère modulaire des panneaux photovoltaïques permet un montage simple et adaptable à des besoins énergétiques divers. Les systèmes peuvent être dimensionnés pour des applications de puissances allant du milliWatt au MégaWatt.
- Leurs coûts de fonctionnement sont très faibles vu les entretiens réduits et ils ne nécessitent ni combustible, ni transport, ni personnel hautement spécialisé.
- Enfin, la technologie photovoltaïque présente des qualités sur le plan écologique car le produit fini est non polluant, silencieux et n'entraîne aucune perturbation du milieu, si ce n'est par l'occupation de l'espace pour les installations de grandes dimensions.

### 3) 2-Inconvénients

Le système photovoltaïque présente toutefois des inconvénients.

- La fabrication du module photovoltaïque relève de la haute technologie et requiert des investissements d'un coût élevé.
- Le rendement réel de conversion d'un module est faible (la limite théorique pour une cellule au silicium cristallin est de 28%).
- Les générateurs photovoltaïques ne sont compétitifs par rapport aux générateurs Diesel que pour des faibles demandes d'énergie en région isolée.

Enfin, lorsque le stockage de l'énergie électrique sous forme chimique (batterie) est nécessaire, le coût du générateur photovoltaïque est accru.

La fiabilité et les performances du système restent cependant équivalentes pour autant que la batterie et les composants de régulations associés soient judicieusement choisis.

#### 4) Différents domaines d'application

- domaine spatial
- habitation isolée
- industrie isolée
- centrale de puissance
- résidence urbaine
- biens de consommation

C'est de loin le secteur le plus ancien puisque les premières utilisations de cellules solaires pour des engins spatiaux (satellites, navettes,...) remontent aux années soixante. Depuis lors, des recherches et développements nombreux ont été réalisés dans le domaine militaire (NASA aux Etats-Unis) et public (ESA en Europe) pour accroître les performances électriques tout en réduisant le poids des modules.

Le spectre du rayonnement solaire étant différent en dehors de l'atmosphère, on utilise pour les cellules et les modules spatiaux d'autres matériaux plus sensibles dans les ultra violets et plus résistants aux rayonnements et aux bombardements divers (UV, électrons, protons, ions)

Puissance (inférieur à 100 kW).

De nombreuses organisations internationales d'aide aux pays en voie de développement ont choisi la technologie photovoltaïque comme outil de développement social et économique pour fournir des services de base à la population, tels que:

- le pompage de l'eau pour la consommation du village ou pour l'irrigation,
- la réfrigération pour la production de glace et la conservation de vaccins, sang, produits agricoles,... ,
- l'éclairage (lampe portative, éclairage public, électrification villageoise, ...)

- Industrie isolée

La technologie photovoltaïque est de plus en plus couramment intégrée dans les programmes nationaux d'électrification rurale (habitations domestiques, écoles, centres de santé, télécommunication, ...). Beaucoup d'applications professionnelles exigent une source d'électricité hautement fiable, autonome, sans entretien et sans combustible. Le générateur photovoltaïque est de loin l'option la plus séduisante; on l'utilise avec succès dans les télécommunications (stations-relais pour TV, radio, téléphonie, émetteur-récepteur,...).

- Centrale de puissance

Avec les applications photovoltaïques connectées au réseau d'électricité national, une nouvelle tendance se dégage; elle est caractérisée par un fort potentiel de diffusion dans les pays industrialisés. Des centrales de production photovoltaïque sont expérimentées depuis quelques années en Europe, aux Etats-Unis et au Japon, mais elles n'ont pas encore dépassé le stade pilote.

- Résidence urbaine

Le générateur photovoltaïque connecté au réseau est aussi envisagé en zone urbaine avec l'installation de modules sur les toits et façades de bâtiments.

- Biens de consommation

L'électronique moderne requiert de très petites puissances - du milliWatt à la dizaine de Watt - de sorte que beaucoup de petits appareils peuvent être alimentés par une petite surface de cellules photovoltaïques. Les calculatrices et les montres sont de loin les applications les plus connues. Les chargeurs de batteries, radios, lampes de poche, luminaires de jardin,

systèmes d'alarme, jouets, fontaines, tondeuses à gazon, etc.,  
sont d'autres exemples et cette liste n'est pas limitative.



**Exemples d'utilisation de cellules photovoltaïques**

## II Etude du rendement d'une CPV

### A-Expériences préliminaires

Tout d'abord, nous avons voulu voir s'il existait une relation entre l'intensité lumineuse apportée à la CPV (lux) et la puissance émise (W). Nous avons pour cela réalisé un circuit composé d'une résistance de 1  $\Omega$  et d'une CPV de  $6,24 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$  en tant que générateur. Nous avons mesuré la tension et l'intensité du circuit afin de pouvoir calculer la puissance dégagée. Nous faisons varier la distance entre la CPV et la source lumineuse en mesurant à chaque arrêt l'intensité lumineuse.

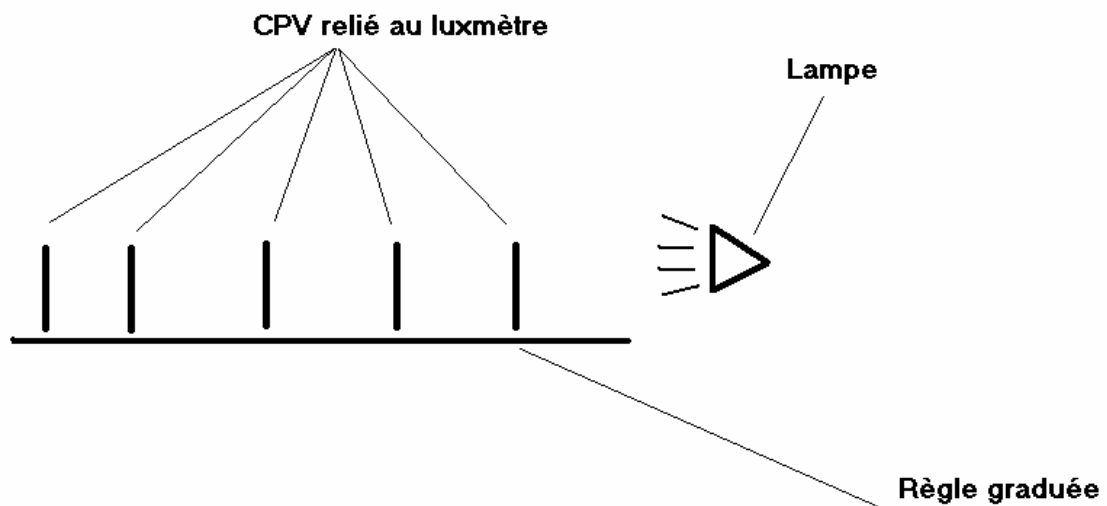
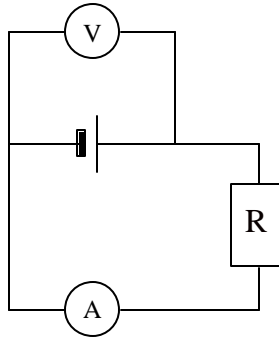


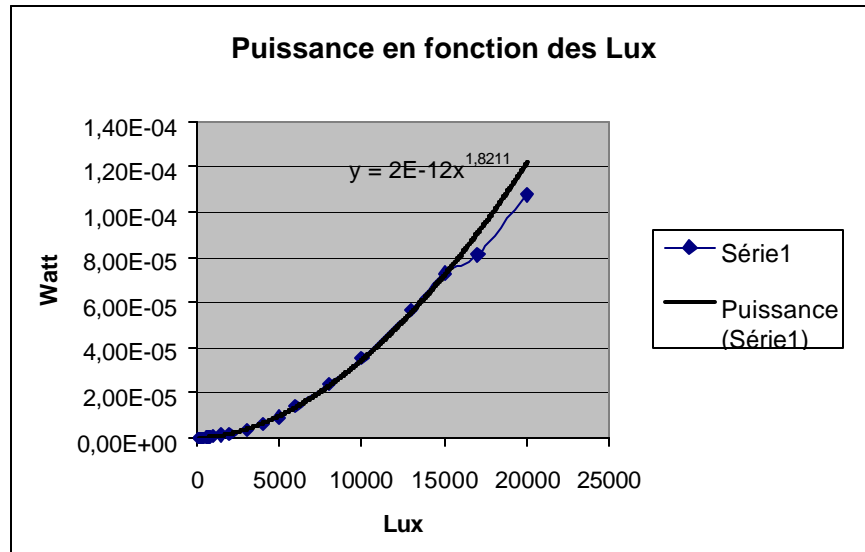
Schéma simplifié de l'expérience



Nous obtenons les données suivantes et, en utilisant Excel, nous arrivons à la représentation graphique de la puissance en fonction de l'intensité lumineuse.

Lux	Tension (mV)	Intensité ( mA)	Puissance U*I (Watt)
200	1,050	0,020	2,10E-08
300	1,630	0,032	5,22E-08
400	2,300	0,044	1,01E-07
600	3,200	0,063	2,02E-07
800	4,500	0,087	3,92E-07
1000	5,900	0,115	6,79E-07
1500	8,400	0,164	1,38E-06
2000	10,000	0,194	1,94E-06
3000	13,700	0,267	3,66E-06
4000	17,900	0,345	6,18E-06
5000	21,700	0,421	9,14E-06
6000	26,900	0,522	1,40E-05
8000	35,200	0,681	2,40E-05
10000	42,600	0,826	3,52E-05
13000	54,100	1,051	5,69E-05
15000	61,300	1,190	7,29E-05
17000	65,100	1,244	8,10E-05
20000	74,500	1,445	1,08E-04





Nous constatons que la modélisation de la courbe nous donne une proportionnalité au carré entre les Lux et les Watt. La relation Lux/Watt dépend en fait de la surface :  $1 \text{ Lux} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ W/m}^2$ .

## B-Expérience

Nous avons là réalisé une expérience dans laquelle la CPV était exposée à une intensité lumineuse fixe de 27000 Lux. La CPV est en fait un panneau composé de 18 cellules comme celle utilisée dans la première expérience, sa surface est donc de  $18 \times 6,24 \cdot 10^{-4} = 1,12 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$ . De plus, nous avons mis dans le circuit une résistance variable pour permettre d'étudier l'évolution de la tension en fonction de l'intensité. Nous avons pour cela utilisé une interface d'acquisition : Cassy et le logiciel Regressi pour l'exploitation graphique des données.

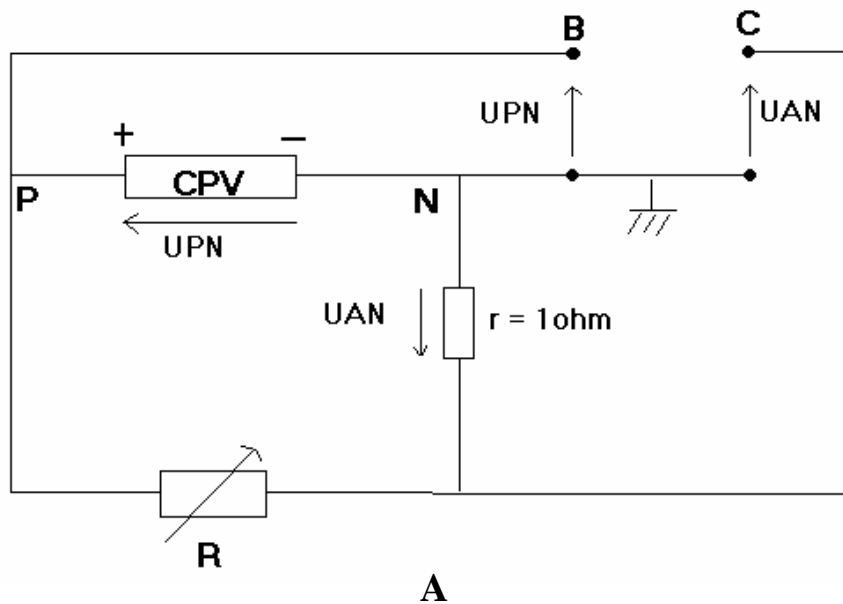
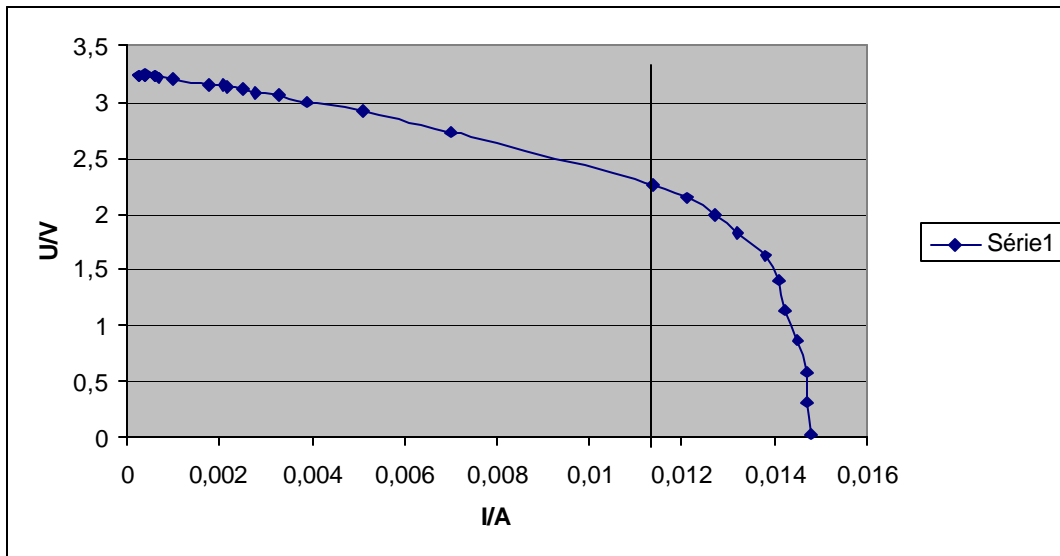


Schéma du circuit

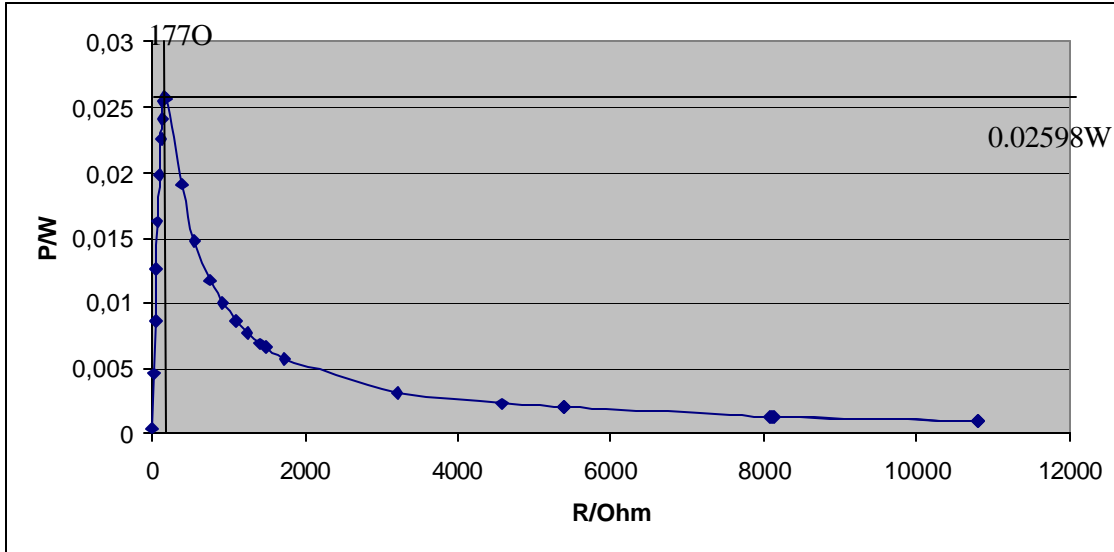
En faisant baisser la résistance dans le circuit de 10000 à 1 $\Omega$ , on obtient les valeurs de la tension et de l'intensité et on en déduit celles de la puissance et de la résistance.

IC (A)	UA (V)	R (Ohm)	P (W)
0,0004	3,25	8125	0,0013
0,0003	3,24	10800	0,000972
0,0003	3,24	10800	0,000972
0,0004	3,24	8100	0,001296
0,0004	3,23	8075	0,001292
0,0006	3,23	5383,33333	0,001938
0,0006	3,23	5383,33333	0,001938
0,0007	3,21	4585,71429	0,002247
0,001	3,2	3200	0,0032
0,0018	3,15	1750	0,00567
0,0021	3,15	1500	0,006615
0,0022	3,13	1422,72727	0,006886
0,0025	3,11	1244	0,007775
0,0028	3,08	1100	0,008624
0,0033	3,06	927,272727	0,010098
0,0039	3	769,230769	0,0117
0,0051	2,91	570,588235	0,014841
0,007	2,73	390	0,01911
0,0114	2,26	198,245614	0,025764
0,0121	2,14	176,859504	0,025894
0,0127	2	157,480315	0,0254
0,0132	1,83	138,636364	0,024156
0,0138	1,63	118,115942	0,022494
0,0141	1,4	99,2907801	0,01974
0,0142	1,14	80,2816901	0,016188
0,0145	0,87	60	0,012615
0,0147	0,59	40,1360544	0,008673
0,0147	0,31	21,0884354	0,004557
0,0148	0,03	2,02702703	0,000444



### Grphe de la tension en fonction de l'intensité

On trace le graphe de l'évolution de la tension en fonction de l'intensité. On constate qu'à partir d'une certaine intensité, la tension chute brusquement. Cette valeur  $I_{max}$  est celle où le produit  $U \cdot I$ , c'est à dire la puissance, est le plus grand, avec les valeurs exactes, on obtient  $0.0106 \cdot 0.0249 = 0.02497$  W. On constate que de l'origine de la courbe à  $I_{max}$ , la CPV se comporte bel et bien comme un générateur normal.



### Graph de la puissance en fonction de la résistance

On voit que la puissance atteint une valeur maximale de 0,02598 W pour une résistance de 1770. Cette valeur de la puissance est celle trouvée dans le graphe précédent par le produit  $U \cdot I$  au niveau de  $I_{\max}$  (elle était de 0,024970).

## **C-Calcul du rendement**

Nous avons donc réussi à réunir tous les éléments nécessaires au calcul du rendement maximum, ce qui était notre but initial en travaillant sur la deuxième expérience. En effet, nous avons :

- ✍ L'intensité lumineuse : 27000 Lux
- ✍ La surface du panneau utilisé :  $1,12 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$
- ✍ Le rapport Lux/Watt :  $1 \text{ Lux} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ W.m}^{-2}$
- ✍ La puissance maximale fournie par le panneau (Pf): 0,02497 W

### **1) Calcul de Pr (puissance lumineuse reçue)**

$$\begin{aligned} Pr &= \text{intensité lumineuse} * \text{surface} * \text{rapport Lux/Watt} \\ &= 27000 * 1,12 \cdot 10^{-2} * 1,5 \cdot 10^{-3} \\ &= 4,54 \cdot 10^{-1} \text{ W} \end{aligned}$$

### **2) Calcul du rendement (R)**

Le rendement est le rapport entre la puissance fournie et la puissance reçue.

$$\begin{aligned} R &= Pf/Pr \\ &= 0,02497 / 4,54 \cdot 10^{-1} \\ &= 5,5 \cdot 10^{-2} \end{aligned}$$

**Donc le rendement d'une cellule photovoltaïque est de 5,5%. Ce chiffre explique en partie le peu de succès que s'attirent ces convertisseurs d'énergies. De plus, leur prix reste important du fait du procédé de fabrication assez complexe. Enfin, leur recyclage est assez cher et le silicium qui les constitue est très polluant. Les cellules photovoltaïques sont donc une énergie nouvelle et propre mais il faudrait réussir à augmenter leur rendement pour qu'elles s'avèrent rentables.**

Après avoir déterminé expérimentalement le rendement, nous nous sommes intéressés aux facteurs qui influence le rendement : par exemple les longueurs d'onde. Nous avons finalement choisit d'étudier l'influence des longueurs d'onde sur les cellules photovoltaïque.

## **III Influence de la longueur d'onde sur le comportement d'une CPV**

### **A-Obtention de différentes longueurs d'ondes**

Après avoir étudié le rendement d'une cellule photovoltaïque en fonction de l'intensité lumineuse, nous nous sommes alors penché sur les facteurs intervenant dans ce rendement .

Celui-ci ayant été calculé en lumière blanche, nous avons alors décidé de nous intéresser à l'influence de la longueur d'onde sur le rendement.

#### **1) Première approche**

Nous voulons maintenant obtenir un spectre important avec un réseau de 530 traits/mm.

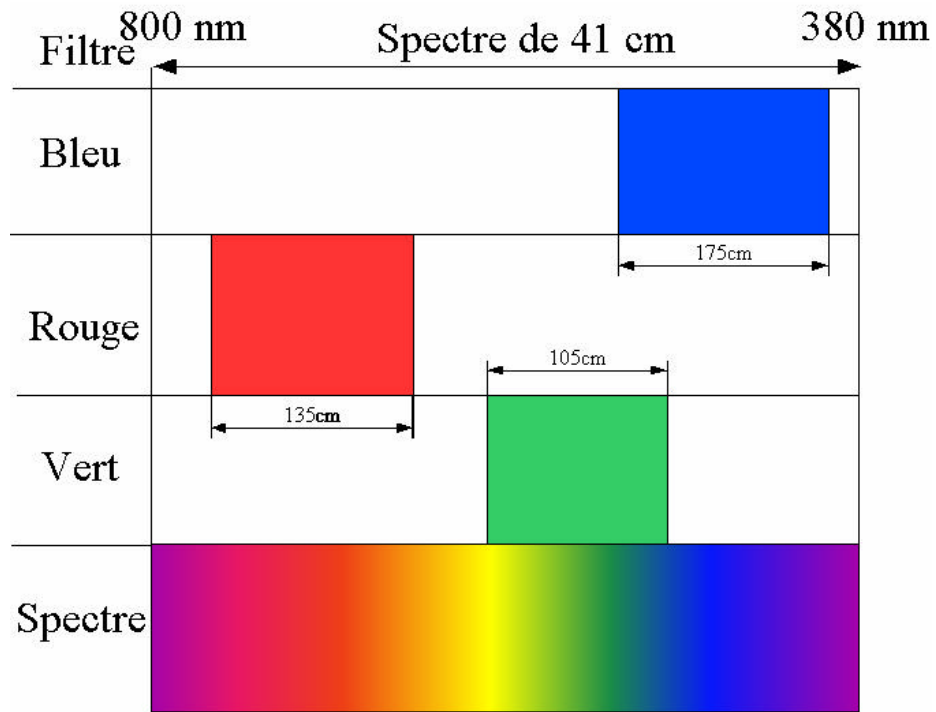
Nous avons pris un rétroprojecteur où nous avons mis 2 plaques pour centrer la lumière de l'appareil. Nous avons alors obtenu un spectre important sur un écran d'environ 40 cm.

Problème : Nous avons obtenu un spectre de taille importante, cependant en mettant le rétroprojecteur loin de l'écran. Nous essayerons alors plus tard d'obtenir un grand spectre en mettant la source lumineuse le plus près possible de l'écran.

Nous décidons maintenant d'effectuer un étalonnage des différentes longueurs d'onde. Nous avons mis successivement 3 filtres bleu, rouge et vert sur la fente du rétroprojecteur précédant d'environ 5 mm.



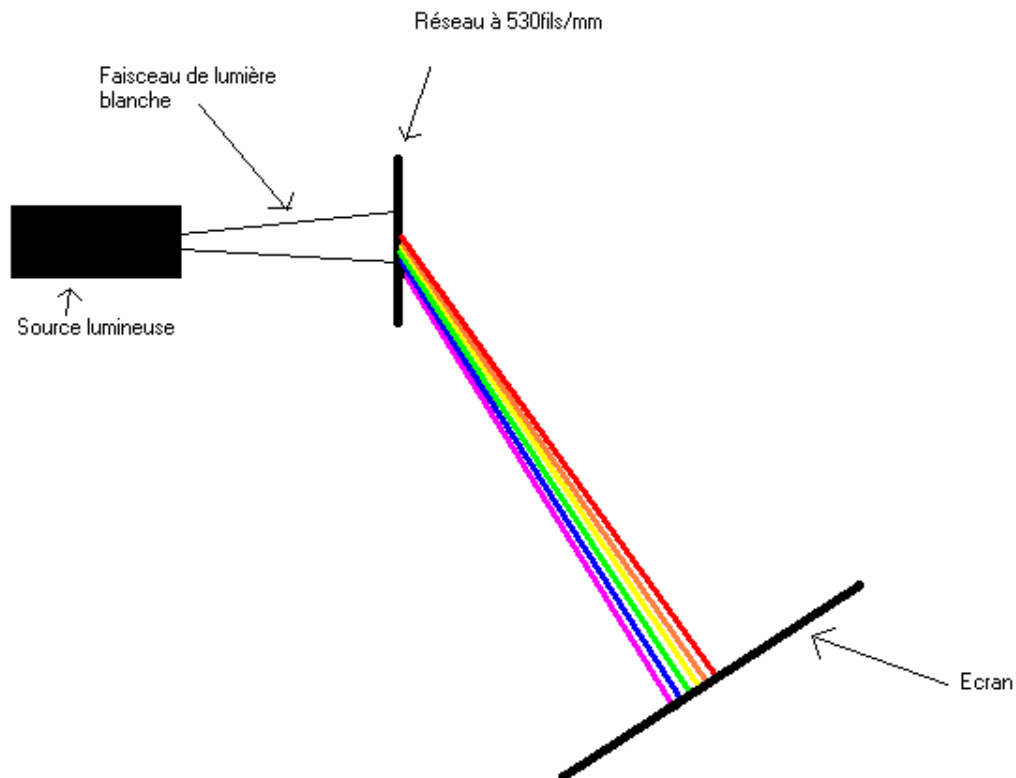
Nous avons vu que pour chaque filtre, seulement une partie du spectre est sélectionnée.



## 2) Perfectionnement du système

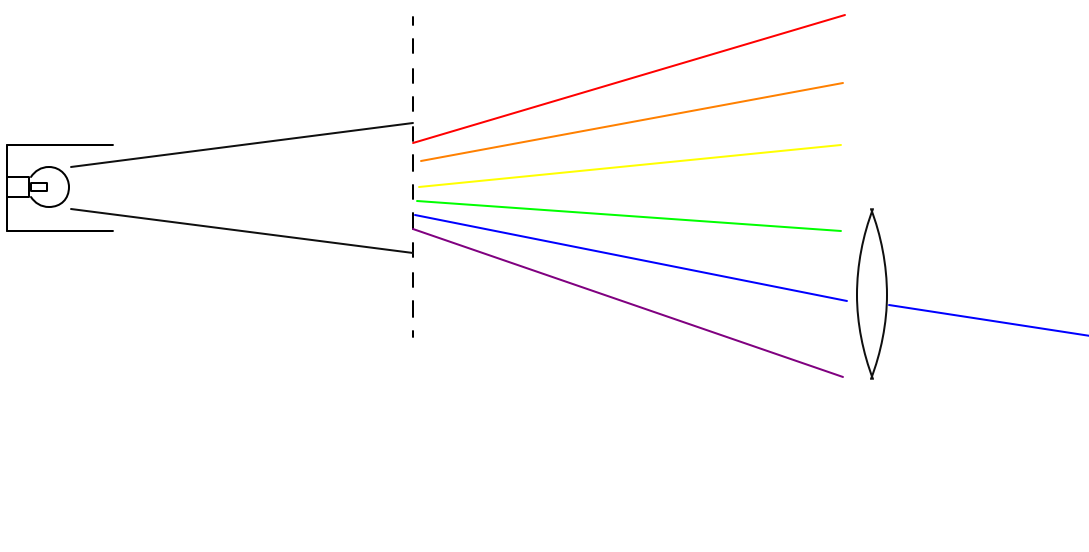
Notre sujet clairement défini, nous devons maintenant essayer, tenter, de séparer distinctivement les différentes longueurs d'ondes d'un spectre lumineux afin d'obtenir à chaque fois une longueur d'onde précise.

En utilisant une source lumineuse et un réseau, nous avons réussi à dévier un spectre sur un panneau.



### Obtention d'un spectre à l'aide d'un écran

C'est ensuite, à l'aide d'une lentille convergente mobile, que nous avons focalisé, sur ce même panneau plusieurs points lumineux au fur à mesure que l'on déplaçait la lentille.



### Obtention d'une couleur précise

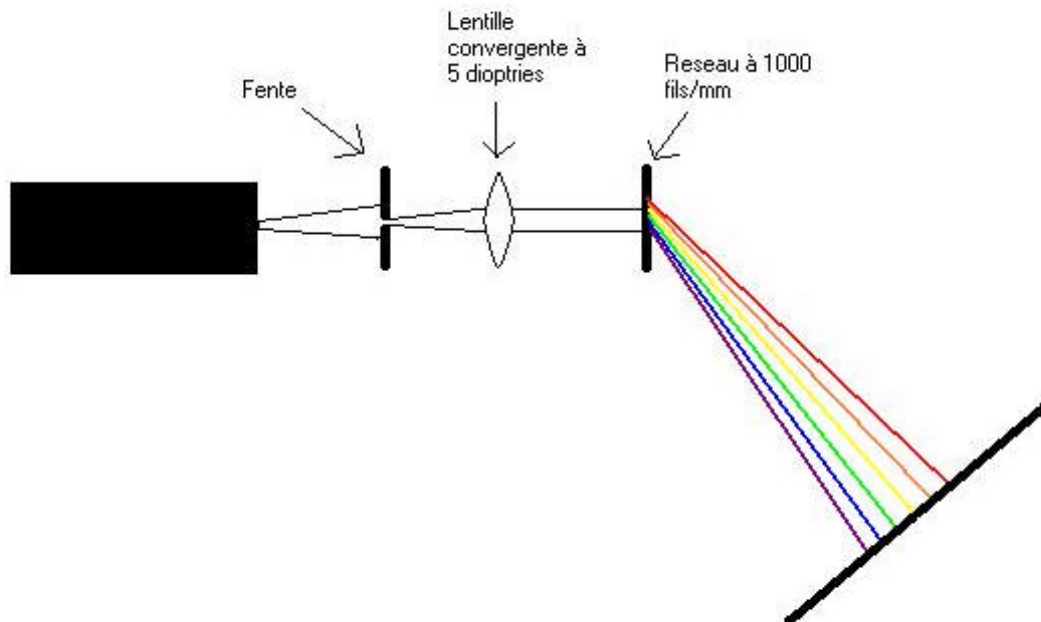
Il s'avéra que chaque point décrivait en fait une longueur d'onde précise : ce qu'il nous fallait.

Mais le travail n'en fut pas fini pour autant, en effet, si la méthode semblait être trouvée, il fallait encore l'améliorer car elle comprenait de nombreux défauts. Le réseau 530 traits/mm ne nous permettait pas d'obtenir un spectre assez écarté, ce qui, automatiquement, faisait que les différents points lumineux apparaissaient quelque peu flous, les couleurs étant mélangées avant d'être focalisée.

Il fallait aussi souligner les problèmes liés à l'espace, c'est à dire au manque de place qu'on assumerait pour créer un tel système dans un milieu obscur.

Nous avons refait le montage de la séance dernière mais cette fois ci sur un banc d'optique, c'est à dire en travaillant sur des distances beaucoup plus grandes. De plus nous avons utilisé un réseau à 1000 traits par millimètre afin de diffracter la lumière blanche beaucoup mieux qu'avec celui de 530 fils par mm.

Nous avons placé une lentille convergente juste après la source lumineuse afin que les rayons en sortant soient concentrés sur une fente. La raie de lumière obtenue est projetée sur une lentille placé à sa distance focale afin d'obtenir un faisceau de rayons parallèles.



### Rajout d'une lentille convergente pour intensifier le spectre

Après la lentille, les rayons passent à travers le réseau. A ce niveau là, la lumière blanche est diffractée en deux spectres. Nous ne nous intéressons qu'à un seul de ces spectres ; nous le réfléchissons sur un plan grâce à un miroir. Entre ce miroir et le plan, nous intercalons une lentille convergente afin de concentrer les différentes longueurs d'ondes bien distinctement. Pour sélectionner chaque couleur, nous déplaçons la lentille devant le plan.

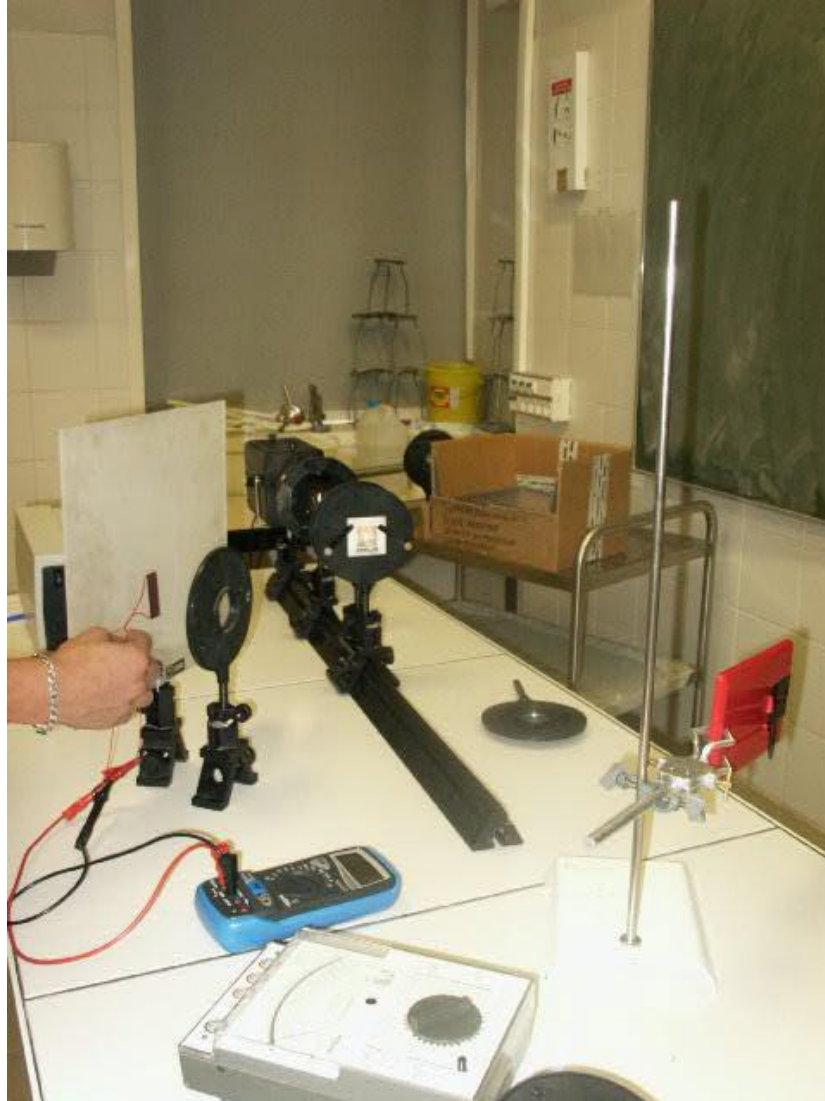


**Photo du déroulement de notre expérience provisoire**

Nous pouvons alors observer à l'aide de cette expérience l'obtention de points de couleurs de différentes longueurs d'onde (ici, par exemple, jaune, bleu et vert).

Nous avons placé une lentille convergente juste après la source lumineuse afin que les rayons en sortant soient concentrés sur une fente. La raie de lumière obtenue est projetée sur une lentille placée à sa distance focale afin d'obtenir un faisceau de rayons parallèles. Après la lentille, les rayons passent à travers le réseau. A ce niveau là, la lumière blanche est diffractée en deux spectres. Nous ne nous intéressons qu'à un seul de ces spectres ; nous le réfléchissons sur un plan grâce à un miroir. Entre ce miroir et le plan, nous intercalons une lentille convergente afin de concentrer les différentes longueurs d'ondes bien distinctement. Pour sélectionner chaque couleur, nous déplaçons la lentille.





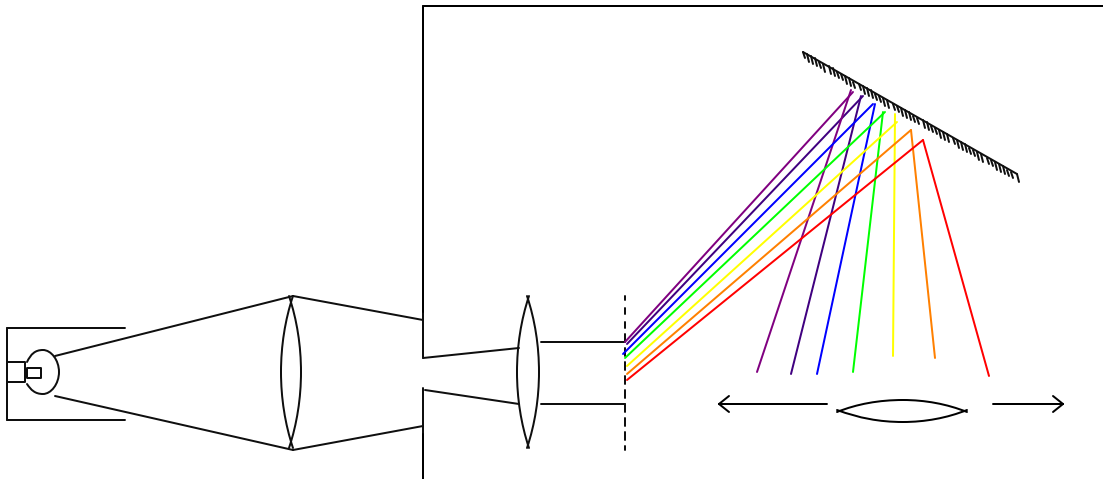
**Photos montrant le principe de notre système**

## **B-Application sur les CPV**

### **1) Expérience**

Nous avons donc trouvé le moyen d'obtenir différentes longueurs d'onde de manière assez précise. Mais la méthode utilisée nécessite une grande surface. Nous devons maintenant réduire cette surface afin que le système puisse tenir dans une boîte noire. Tout d'abord, nous utilisons une boîte de 21/13cm, mais celle-ci s'avéra vite trop petite, en raison des distances focales des 3 lentilles. Nous en choisissons finalement une autre suffisamment grande pour contenir les différents éléments du système. Mais les réglages sont difficiles pour un espace réduit.

Nous avons alors mis le montage dans une boîte plus grande.



**Schéma du montage définitif dans la boîte finale**



## 2) Exploitation



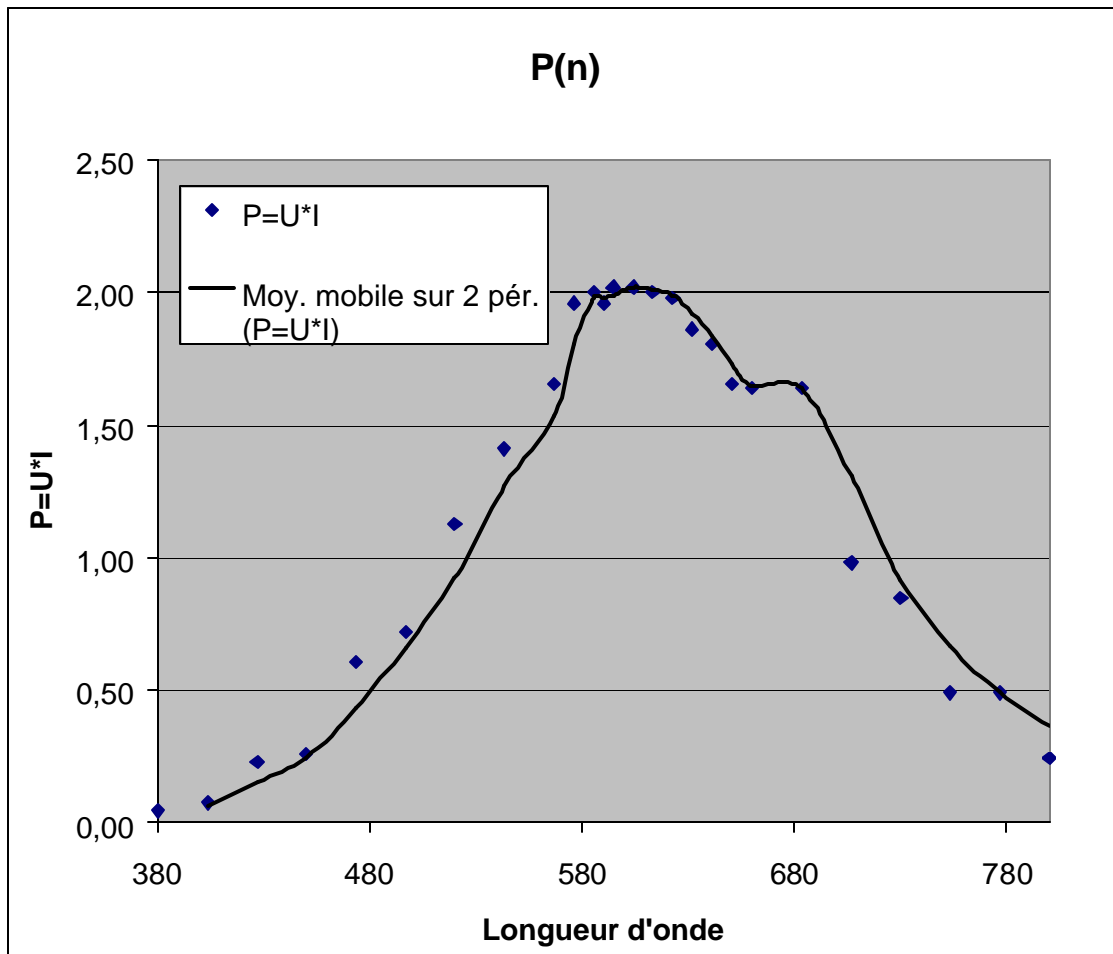
**Photo du montage comprenant une cellule photovoltaïque, une résistance de 1 ohm, ainsi qu'un ampèremètre et un voltmètre servant à mesurer la puissance délivrée par une cellule.**

Afin de savoir s'il est possible de déterminer et de mesurer la puissance d'une cellule photovoltaïque par rapport aux radiations colorées, nous avons projeté, à l'aide d'un rétroprojecteur, un spectre d'environ 50cm. Le domaine du visible allant d'environ 380nm à 800nm il fallut ensuite établir une correspondance entre la distance et la longueur d'onde. L'échelle établie, nous avons déplacé une cellule photovoltaïque à intervalle régulier de quelques centimètres afin de mesurer la tension et l'intensité qu'elle délivrait, et donc, ensuite, la puissance qu'elle génère en fonction de la longueur d'onde.

Nous avons obtenu les valeurs suivantes :

<b>longueur onde</b>	<b>longueur cm</b>	<b>U (mV)</b>	<b>I (<math>\mu</math>A)</b>	<b>P=U*I</b>
380	0	0,15	0,3	0,05
403	2,5	0,19	0,4	0,08
427	5	0,33	0,7	0,23
450	7,5	0,37	0,7	0,26
473	10	0,55	1,1	0,61
497	12,5	0,60	1,2	0,72
520	15	0,75	1,5	1,13
543	17,5	0,83	1,7	1,41
567	20	0,92	1,8	1,66
576	21	0,98	2,0	1,96
585	22	1,00	2,0	2,00
590	22,5	0,98	2,0	1,96
595	23	1,01	2,0	2,02
604	24	1,01	2,0	2,02
613	25	1,00	2,0	2,00
623	26	0,99	2,0	1,98
632	27	0,98	1,9	1,86
641	28	0,95	1,9	1,81
651	29	0,92	1,8	1,66
660	30	0,91	1,8	1,64
683	32,5	0,91	1,8	1,64
707	35	0,70	1,4	0,98
730	37,5	0,65	1,3	0,85
753	40	0,49	1,0	0,49
777	42,5	0,49	1,0	0,49
800	45	0,35	0,7	0,25

Nous avons ensuite transposé ces valeurs dans le graphique suivant :



Nous voyons que la puissance électrique fournie est plus importante dans le jaune. En effet, d'après le graphique ci dessus, on voit que c'est pour une lumière proche du orange-rouge (? 600nm) que la puissance électrique fournie est la plus importante.

Mais nous nous sommes alors demandés si c'est réellement la longueur d'onde qui fait varier la puissance électrique fournie ou alors si c'est l'intensité lumineuse de la lampe qui la fait varier.

L'aspect trop parfait de la courbe et la lecture de documents externes nous ont montré que ce graphe reflète en fait la puissance électrique fournie en fonction de l'intensité lumineuse fournie par la lampe.

Afin de poursuivre l'expérience, il faudrait mesurer l'intensité lumineuse reçue aux mêmes endroits qu'aux relevés de la cellule afin de pouvoir calculer le rendement en fonction de la longueur d'onde. Seulement nous ne savons pas si le luxmètre dont nous disposons réagit de la même façon aux différentes longueurs d'ondes, ce qui fausserait les calculs.

Mais si l'étude semble peu convaincante, il faut réussir à mettre au point un système plus petit et plus précis (système de lentilles qui concentre une raie de lumière bien spécifique pour obtenir une réelle étude dans un espace réduit transportable).

## **Conclusion :**

Nous venons donc de vous présenter notre étude sur les cellules photovoltaïques que nous avons réalisé au cours de l'année 2003.

Cela nous a permis de mieux comprendre le fonctionnement des panneaux solaires qui depuis plusieurs années font partie intégrante de notre milieu de vie. Nous avons vu un aperçu de l'efficacité cette énergie nouvelle. Pour nous, futurs scientifiques, cette expérience a été enrichissante et a répondu à nos attentes .

De plus, ce projet nous a appris à utiliser une démarche scientifique, ainsi qu'à travailler en groupe, à confronter nos idées et nos différents points de vue, tout cela dans une ambiance agréable .

# Annexes

## Remerciements

A nos professeurs de sciences physiques : M. Massou qui nous a supervisé tout au long de la préparation des olympiades ainsi qu'au soutien de M. Cloups qui nous a apporté une aide complémentaire.

A la patience et la disponibilité de la responsable du matériel et du laboratoire du lycée Jean-Monnet, Blandine.

Aux membres du jury des sélections régionales pour l'ensemble de leurs remarques constructives.

## Bibliographie et sources

Le livre Cellules solaires : les bases de l'énergie photovoltaïque de A. Labouret, P. Cumunel, J-P Braun et B. Faraggi. (ETSF)

Site officiel des olympiades de physique

Site internet : [www.achilibre.free.fr](http://www.achilibre.free.fr)

[www.tableauperiodique.be](http://www.tableauperiodique.be)

[www.univ-pau.fr](http://www.univ-pau.fr)