

Exposition des Sciences 2011

Dossier pédagogique

Énergie

A. Energie nucléaire

- A quoi nous sert le nucléaire ?

L'énergie nucléaire est produite dans les centrales nucléaires en vue de nous fournir de l'électricité (environ 30% de l'électricité produite est d'origine nucléaire en Belgique).

- Quelques notions utiles...

Energie nucléaire : c'est l'énergie produite lors d'une réaction nucléaire.

Réaction nucléaire : c'est une réaction au cours de laquelle 2 noyaux atomiques entre en collision. Cette réaction produit de l'énergie sous forme de rayonnement.

Radioactivité : c'est un phénomène physique naturel pouvant être observé au niveau atomique et impliquant une désintégration de l'atome en émettant un rayonnement.

Rayonnement : c'est l'émission ou la transmission d'énergie grâce à une particule.

Il existe 3 types de rayonnement :

- Rayonnement α : émission d'un noyau d'hélium // est arrêté par une feuille de papier.
- Rayonnement β : émission d'un électron // est arrêté par une feuille d'aluminium ou une vitre.
- Rayonnement γ : émission d'un rayonnement électromagnétique // est arrêté par une couche de béton, de plomb ou d'acier.

- Danger(s) du nucléaire ?

Les rayonnements (α , β , ou γ) sont dangereux pour l'homme et pour l'environnement. Ces émissions peuvent induire des problèmes de santé, notamment au niveau de l'ADN et des cellules. Ces rayonnements peuvent donc entraîner de nombreux problèmes, comme par exemple la mutation des plantes comestibles, ou chez l'homme des cancers, des déformations, voire la mort.

B. Déchets nucléaires

- Qu'est ce qu'un déchet nucléaire?

Toute matière radioactive pour laquelle aucune utilisation n'est prévue en quantité telle que son rejet ou sa dispersion dans l'environnement n'est pas autorisé.

- D'où proviennent-ils?

Il existe trois grandes sources de déchets nucléaires :

- la production d'électricité par le biais de l'énergie nucléaire¹ (centrales) ;
- les applications de la radioactivité dans l'agriculture, l'industrie ainsi qu'en médecine;
- le démantèlement des installations nucléaires mises à l'arrêt.

- Comment sont-ils classifiés?

La classification se fait en fonction du niveau d'activité des déchets radioactifs et de leur temps de demi-vie². Ainsi, on distingue trois catégories de déchets radioactifs :

¹ Trois quarts du volume des déchets nucléaires proviennent de la production des centrales et le quart restant provient des autres sources citées ci-dessus.

² Le temps de demi-vie étant le temps nécessaire pour qu'une matière radioactive perde la moitié de sa radioactivité.

- **Catégorie A** : représente les déchets radioactifs de faible ou moyenne activité avec un temps de demi-vie court (30 ans ou moins). Ces déchets doivent être isolés de l'environnement et de l'être humain pendant 300 ans.
- **Catégorie B** : représente les déchets radioactifs de faible ou moyenne activité avec un temps de demi-vie long. Ces déchets doivent être isolés de l'environnement et de l'être humain pendant plusieurs milliers d'années.
- **Catégorie C** : représente les déchets radioactifs de haute activité avec un temps de demi-vie longue. Ces déchets doivent être isolés de l'environnement et de l'être humain pendant plusieurs milliers d'années.

C. Confinement et stockage

- *Pourquoi confiner les déchets radioactifs?*

Pour protéger l'environnement et la population proche des centres de stockage des radiations émises par les déchets.

- *Comment se déroule le conditionnement des déchets radioactifs?*

Étape 1: la réduction de volume

Les déchets radioactifs solides sont soit incinérés et compactés ou soit découpés et compactés. Tout dépend de la matière du déchet. Les déchets sont compactés dans des fûts qui sont réduits en « galettes » (= fûts écrasés d'une épaisseur de maximum 40 cm).

Les déchets radioactifs liquides sont réduits de volume par traitement chimique ou traitement thermique ou incinération. Le résultat d'une de ces trois formes de traitement est une boue résiduaire radioactive, qui sera par la suite séchée.

Étape 2: stabilisation et confinement

Les galettes sont placées dans des fûts en acier (+/-400 l) dans lesquels on coule du béton.

Les boues séchées sont mélangées avec du bitume de manière homogène et versées dans des fûts en acier.

Ces processus visent à rendre les déchets compacts, chimiquement stables à long terme et non disséminables ainsi qu'à faciliter le transport, l'entreposage et, par la suite, la mise en dépôt définitive.

Étape 3: le stockage

Après conditionnement, les déchets radioactifs seront entreposés dans des sites spécialement adaptés en attendant une gestion à long terme. Ces bâtiments d'entreposage, dont l'épaisseur des murs est en rapport avec l'importance que la radioactivité des déchets, sont conçus de manière à protéger l'homme et l'environnement des effets de la radioactivité.

Pour les déchets à vie longue, l'entreposage ne reste qu'une solution provisoire. Des études sont en cours pour trouver des solutions à long terme. Ces études sont importantes car les périodes de radioactivité de certains déchets sont plus longues que la longévité des bâtiments.

Pour plus d'informations :

- Organisme National des Déchets Radioactifs et des matières Fissiles enrichies (ONDRAF), (2008), « Rapport de gestion : Situation actuelle de la gestion des déchets radioactifs en Belgique », Nirond, 175p.
(téléchargeable sur <http://www.ondraf-plandechets.be/nieuw/downloads/2008-02Fb.pdf>)
- <http://www.sckcen.be> (SCK.CEN : Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire).

APPROCHE GEOGRAPHIQUE DE LA FILIERE BOIS-ENERGIE

M. Gyselynck, G. Herremans, C. Laroye et M. Philippart.

Département de Géographie

Contexte

Vous avez faim? Il fait sombre? Il vous suffit alors d'appuyer sur un bouton pour que votre problème soit réglé. Sachez pourtant que dans bien des pays tout n'est pas aussi simple et que cela peut vite devenir une corvée en terme de temps et d'énergie humaine. Actuellement plus de deux milliards et demi de personnes dans le monde n'ont d'autres choix que d'utiliser des combustibles solides, tel que le bois, et du charbon comme source d'énergie pour subvenir aux besoins élémentaires.

Cela vous prend deux secondes pour allumer votre plaque de cuisson, mais pour une femme africaine cela prend de deux à trois heures de son temps quotidien pour récolter suffisamment de bois afin de cuisiner pour sa famille.

Définitions

Le bois énergie : se dit de toutes les applications du bois en tant que combustible. C'est une énergie renouvelable pourvu que le bois provienne d'une forêt gérée en ce sens. Le bois énergie est le type de bioénergie utilisant l'élément de la biomasse constitué par le bois.

Combustible solide: charbon fossile, charbon de bois, bois, déchets agricoles, arbustes...

Biomasse solide: charbon de bois, bois, déchets agricoles, déjections animales, arbustes...

Bois à utilisation domestique: bois destiné à l'usage domestique, c'est à dire utilisé comme combustible pour la cuisine, le chauffage, l'éclairage ou la production d'énergie par combustion directe non seulement dans les foyers mais aussi dans les petites industries rurales (séchage, fumage...). N'est pas couverte l'utilisation du combustible ligneux à grande échelle industrielle

Comparaison pays développés et pays en voie de développement

Le bois énergie constitue en moyenne **75%** de la consommation totale de bois dans les pays en voie de développement alors que les pays développés ne consacrent pas plus de **25%**, de leur consommation de bois, en bois énergie. Aujourd'hui 80% de l'énergie dans les pays en voie de développement est fournie par la filière bois-énergie alors que dans les pays développés le bois ne couvre plus qu'à peine 10% dans les apports énergétiques.

Le modèle de consommation énergétique est lié à la richesse. Des différences sont aussi observables au sein même des pays en voie de développement. Ces contrastes sont dus à des facteurs propres à chaque pays.

Facteurs de l'utilisation du bois en tant que source d'énergie.

Facteurs environnementaux: ressources forestières disponibles, existence ou non de ressources nationales d'énergies fossiles, alternatives énergétiques disponibles...

Facteurs politiques: manque de législations à l'échelle nationale, aides extérieures ou intérieures en matière de subventions...

Facteurs socio-économiques: pauvreté, pression démographique, mode de vie...

Pour illustrer les différents facteurs de l'utilisation du bois-énergie, trois pays en voie de développement à climat tropical humide et à situation écologique identique:

- République Démocratique du Congo (Afrique)
- Pérou (Amérique Latine)
- Indonésie (Asie du Sud-Est)

Ces pays ont été choisis en fonction de l'importance de l'utilisation du bois en tant qu'énergie: de la RDC (usage fort) au Pérou (usage faible) en passant par l'Indonésie (usage intermédiaire).

Coup d'œil sur la situation particulière de chacun des pays étudiés

République Démocratique du Congo

- Ressource forestière très importante
- Urbanisation forte
- Extrême pauvreté
- Nombreux conflits
- Aucune réglementation

Indonésie

- Ressource forestière abondante
- Pression démographique considérable
- Ressource nationale abondante en charbon
- Subventions aux énergies fossiles en faveur des consommateurs
- Aides extérieures
- Alternatives naturelles « propres » (géothermie et éolien)

Pérou

- Offre inéquitable de la ressource forestière
- Pauvreté variable selon la région
- Inégale répartition de la population
- forte inégalité entre villes et campagnes
- Réseau électrique dense mais pas partout
- Alternatives (hydroélectricité, GPL...)

Conséquences de l'utilisation du bois en tant que ressource d'énergie

- Déforestation

- Dégradation des sols (érosion, glissement de terrain, désertification...)
- Diminution de la biodiversité
- Pollution et réchauffement climatique (rejet de CO₂ ...)
- Problèmes de santé (problèmes respiratoires...)

Synthèse : les énergies renouvelables

Actuellement, la population mondiale ne cesse de croître, elle se situe aux environs de 6,9 milliards d'habitants, et son taux de croissance reste positif, de l'ordre de 1,1% par an. Tous les humains ne se répartissent pas équitablement sur toute la surface de la terre, l'Asie rassemble un nombre beaucoup plus important d'individus. Et tout être humain est de plus en plus énergivore!

■ Bilan énergétique

1850 = Révolution Industrielle = Explosion de la consommation énergétique

FIGURE 1 - Consommation mondiale d'énergie primaire

(Les valeurs absolues sont exprimées en milliards de tonnes équivalent pétrole: Gtep)

Source primaire	2004		2005		2007		Évolution 2004 - 2007
Pétrole	3,95	35,27%	4,01	35,00%	3,93	32,05%	-3,22%
Charbon	2,8	25,00%	2,9	25,30%	3,2	26,10%	1,10%
Gaz Naturel	2,4	21,42%	2,37	20,68%	2,65	21,61%	0,20%
Nucléaire	0,7	6,25%	0,72	6,30%	0,62	5,05%	-1,20%
*Hydraulique	0,25	2,23%	0,25	2,18%	0,69	5,62%	3,39%
*Biomasse	1,2	10,71%	1,14	9,95%	1,17	9,54%	-1,17%
TOTAL	11,2	100,00%	11,46	100,00%	12,26	100,00%	9,46%

* Hydraulique et biomasse correspondent à des énergies renouvelables.

Source : IEA World Energy Outlook 2006 – Année 2004

Merlin Pierre. *Énergie et environnement – La documentation française, Paris. 2008*

En 2007, la consommation mondiale d'énergie atteint les 12 milliards de tep, dont 80% de ces besoins énergétiques mondiaux sont assurés par le pétrole, le gaz, le charbon. L'utilisation du nucléaire et du pétrole a diminué par rapport à 2005. Parmi les énergies renouvelables, l'hydraulique a connu un accroissement de l'ordre de 3%, le plus important entre 2004 et 2007. Par contre le taux de la biomasse a baissé de 1,17%. Les autres sources d'énergies renouvelables, à savoir la géothermie, le solaire et l'éolien ne sont pas compris dans le tableau, mais représentent en 2005, 56 millions de tep. Pour 2007, elles enregistrent une légère augmentation, atteignant les 57 millions de tep. Néanmoins, ces trois formes d'énergies connaissent une diminution de leur taux¹ d'utilisation dans la consommation énergétique globale. Celle – ci a augmenté de 0,96 Gtep entre 2004 et 2007 ; cette croissance n'a pas uniquement été remplie par les énergies renouvelables, le recours aux

¹0,49 % en 2005 contre 0,46% en 2007.

énergies fossiles a également joué un rôle majeur.

En 2007, l'ensemble des énergies renouvelables représente 15,6% de la consommation totale d'énergie comptabilisée dans le monde. La biomasse et les déchets assurent l'essentiel de cette production, suivie de l'hydraulique.

Tout le monde le sait, les réserves de pétrole ne sont pas infinies et les volumes diminuent de plus en plus chaque jour. Cependant les caractéristiques énergétiques et économiques sont davantage satisfaisantes par rapport à toute autre source d'énergie.

■ **Les énergies renouvelables et l'avenir énergétique**

L'avenir énergétique de la planète semble d'autant plus problématique au vu de certaines études qui prévoient une hausse de la demande en énergie primaire. En effet, l'IEA² a estimé la demande énergétique mondiale à 17,09 Gtep en 2030, contre 11,2 Gtep en 2004. Cette hausse d'un peu plus de moitié serait due à la croissance économique et à l'augmentation du nombre d'habitants sur terre et ce, plus particulièrement dans les pays en voie de développement.

Face à cette augmentation de la demande énergétique, à l'épuisement des ressources en énergies fossiles et à la crise environnementale, les énergies renouvelables semblent être l'alternative idéale. Elles sont en effet inépuisables et pour la plupart d'entre elles, non polluantes. Cependant, certains inconvénients freinent leur développement sur le marché. Les éoliennes qui produisent de l'électricité via la force motrice du vent sont désavantagées par le fait que leur productivité dépend de la météo. Même problème avec le solaire photovoltaïque et le solaire thermique qui génèrent respectivement de l'électricité et de la chaleur et ce, uniquement si l'exposition aux rayons du soleil est suffisante. Les barrages hydroélectriques permettent quant à eux de produire de grosses quantités d'électricité, cependant, la construction d'un barrage s'accompagne d'impacts sur la biodiversité et les populations locales. Les carburants issus de la biomasse sont au cœur d'une controverse quant au risque d'engendrer une compétition entre l'agriculture à des fins alimentaires et l'agriculture pour la production d'agrocarburants. Un inconvénient majeur des infrastructures qui génèrent du biogaz par fermentation de la biomasse est qu'il est difficile d'avoir un approvisionnement continu en matières organiques. Le coût d'installation et parfois d'entretien de ces dispositifs peut aussi être un frein à l'utilisation d'énergies renouvelables; par exemple, la mise en place d'une centrale géothermique permettant d'utiliser la chaleur stockée dans le sol. Cet inconvénient apparaît également dans l'extraction des énergies fossiles, pourtant cela n'empêche en rien de poursuivre les objectifs de production. Pour terminer, la plupart de ces techniques ont encore un rendement énergétique nettement inférieur à celui des énergies fossiles.

■ **Conclusion**

L'enjeu des énergies renouvelables est d'offrir à nos sociétés une source énergétique capable de répondre à ses besoins, sans conséquence environnementale et à un prix abordable.

Dans tous les cas, avant de construire et d'envisager toutes sortes de scénarios, il conviendrait de changer nos habitudes afin de tendre vers un mode de vie plus rationnel. La priorité serait d'habituer tout citoyen à économiser³ quotidiennement de l'énergie. Ce mécanisme devrait être accepté et ne doit pas reposer exclusivement sur des contraintes juridiques, pour que chacun puisse adopter une « conscience environnementale ». Cette stratégie doit également concerner tous les secteurs: le transport, l'agriculture, l'industrie, l'habitat, les commerces et services.

²International Energy Agency

³Il s'agit notamment de limiter le gaspillage et de privilégier le recyclage, intégrer la notion de sobriété énergétique.

Plusieurs possibilités s'ouvrent et il serait judicieux de s'intéresser à chacune d'elles, tout en sachant qu'à l'horizon 2050, le volume des réserves du pétrole touchera à sa fin.

Pour aller plus loin : Merlin Pierre. *Énergie et environnement – La documentation française, Paris. 2008*

L'énergie solaire : synthèse

Nous vivons actuellement dans un monde qui évolue à grande vitesse. A l'heure de l'explosion démographique, économique et technologique, l'homme a besoin de plus en plus d'énergie afin de réaliser ses objectifs, son développement économique et sa croissance, il est donc fortement dépendant des sources d'énergie.

Cette demande croissante en énergie n'est pas sans conséquences : augmentation du prix des énergies fossiles, émissions de plus en plus importantes de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, pression sur l'environnement, modification des habitudes de consommation et enjeux géo-énergétiques.

Des solutions sont donc envisagées afin de pouvoir assurer les besoins énergétiques futurs dans un contexte où les énergies fossiles deviendront de plus en plus onéreuses et rares. Une de ces solutions est l'énergie solaire, que l'on peut qualifier d'énergie renouvelable en raison de son caractère inépuisable et de son faible impact environnemental.

Le rayonnement électromagnétique émis par le soleil est l'énergie la plus abondante que la Terre reçoit (99,9%). Le soleil rend la vie possible sur notre planète et est à l'origine de la quasi-totalité des énergies (vents, fossile, etc.).

Il existe trois grandes catégories de techniques pour capter l'énergie solaire : le solaire photovoltaïque, le solaire thermique, le solaire passif.

La première catégorie convertit directement l'énergie reçue en électricité à l'aide de cellules photovoltaïques.

Le solaire thermique peut être utilisé pour chauffer de l'eau ou une huile de synthèse qui apporte de la chaleur ensuite convertie en électricité via des turbines à vapeur.

Le solaire passif a pour principe l'accumulation de chaleur par optimisation des matériaux et l'orientation des bâtiments ou systèmes.

Ces techniques peuvent être déployées tant à grande échelle (centrale) qu'à des dimensions plus modestes (habitation, entreprise). Par ailleurs, ces systèmes présentent des avantages et des inconvénients, raison pour laquelle il est important de peser le pour et le contre. Les principaux avantages sont le caractère "non polluant" et renouvelable, les principales faiblesses sont dues au stockage, à l'intermittence, au coût et au faible rendement soleil-électricité.

L'énergie solaire peut également être mise à profit en Belgique. Le territoire belge reçoit en moyenne une quantité d'énergie solaire de $\pm 1000 \text{ kWh}$ par mètre carré par an, ce qui correspond à l'équivalent de ± 100 litres de pétrole, $\pm 100 \text{ m}^3$ de gaz ou l'énergie nécessaire pour faire fonctionner 100 ampoules de 20 Watts pendant 500 heures. Si l'on corrèle ces données avec la taille du territoire belge, celui-ci pourrait produire l'équivalent de 50 fois la demande nationale en énergie s'il était entièrement couvert de panneaux solaires.

Ces chiffres sont purement théoriques mais ils tendent juste à démontrer qu'il est donc tout à fait possible d'utiliser cette énergie dans notre pays.

Il est important de signaler qu'au vu des technologies actuelles, le pourcentage de diminution des factures énergétiques d'un ménage, suite à l'installation d'un tel dispositif, ne pourra être appréciable que si un important travail sur la limitation du gaspillage a été fait auparavant.

En ce qui concerne l'investissement financier, de nombreuses aides et primes sont disponibles depuis quelques années suivant le type d'installation et sa localisation. Il est à noter pour les installations de type solaire photovoltaïque la possibilité de faire tourner le compteur à l'envers lorsqu'on consomme moins que ce que l'on produit.

Des titres fictifs, appelés certificats verts, sont également attribués. Ils correspondent chacun à l'équivalent de 217kg de CO₂ qui n'ont pas été rejetés dans l'atmosphère grâce à l'installation. Ces

certificats verts peuvent être revendus aux fournisseurs d'électricité qui se doivent de respecter certains quotas de production dite « verte ».

Le rendement obtenu dépend fortement de l'exposition ainsi que de l'inclinaison des panneaux. Un calcul de l'ombrage est aussi primordial car il affecte de manière non-négligeable le rendement.

Enfin, bien dimensionner son installation est primordial. Une installation trop grande peut s'avérer économiquement moins rentable car la différence d'investissement n'est pas toujours compensée par des incitants proportionnellement équivalents.

On estime la durée de vie moyenne des panneaux solaires à 30 ans. La question du recyclage de ceux-ci se pose dès lors. En ce qui concerne les panneaux solaires photovoltaïques, l'association PV Cycle, qui regroupe 85% du marché européen, a pour objectif de recycler un minimum de 80% des constituants des installations. Parmi les déchets, on retrouve principalement du verre et du métal mais aussi du silicium et du tellure de cadmium. Ces derniers peuvent être purifiés et réutilisés dans le cycle.

Comment parler d'énergie solaire sans évoquer les applications futures dont on pourrait profiter. En effet, de nombreuses études sont en cours pour développer des méthodes innovantes permettant d'utiliser au mieux les énergies renouvelables et plus particulièrement l'énergie solaire, disponibles en quantité illimitée.

Les principales applications en cours de développement sont réparties dans divers domaines, allant de l'automobile à la reproduction artificielle du phénomène de la photosynthèse.

Nous avons entre autre :

- Le constructeur automobile Toyota a mis récemment sur le marché une Prius équipée sur son toit de capteurs photovoltaïques permettant d'alimenter le système de climatisation de la voiture et ainsi éviter la surconsommation de carburants. Des modèles aux capteurs plus puissants pouvant recharger les batteries de la voiture et lui permettre de rouler uniquement à l'énergie solaire sont également développés.

Dans le domaine des transports, l'aviation n'est pas en reste avec le projet Solar Impulse ayant déjà permis de faire voler un prototype d'avion ultra léger pendant 24h sans escale. L'avion est équipé de capteurs solaires qui rechargent des batteries assurant l'approvisionnement en énergie des moteurs.

- L'amélioration des rendements des capteurs photovoltaïques et thermiques est également un point essentiel des développements futurs de l'énergie solaire. En améliorant les capteurs, on pourrait théoriquement atteindre des rendements de 85% contre 15 à 20 % actuellement.
- Les nanotechnologies occupent également une place importante dans les recherches en cours. En effet, celles-ci permettraient de produire des matériaux transformant automatiquement les rayons du soleil en énergie. Elles pourraient donc, à terme, permettre d'utiliser des revêtements muraux, des plastiques et d'autres matériaux comme capteurs solaires.

Enfin, la fondation Desertec propose pour sa part de transformer les espaces désertiques du MENA (Moyen orient et Afrique du Nord) en une gigantesque centrale électrique utilisant exclusivement les énergies renouvelables. L'énergie alors produite servirait à alimenter les pays hôtes en énergie et à exporter les surplus de production vers les pays d'Europe. Pour pouvoir être concrétisé, ce projet regroupant une vingtaine de pays devra disposer de fonds estimés à plus de 400 milliards de \$ et unir les différents protagonistes en offrant des garanties à chacun quant à la viabilité du projet.

STRAUB M., (2007), *The WhiteBook : Clean power from deserts*. Berlin : Desertec Foundation. 64p.

IBGE, (2011), IBGE. En ligne. < www.ibgebim.be/ >. Consulté le 13 mars 2011.

OECD/IEA, (2008), *Energy technology perspectives*. Paris : IEA. 646p.

Réalisation d'une cellule à pigment photosensible pour la production d'électricité.

1. Introduction

La production d'électricité à partir du rayonnement solaire représente une réalité depuis la fin des années 90. Le rendement dépendant notamment de l'ensoleillement, l'emploi de panneaux solaires pour la production d'électricité semble particulièrement pertinent dans les pays du Sud. Cependant, leur utilisation est freinée par l'important coût d'investissement.

Mickael Graetzel (EPFL) démontre en 1991 le fonctionnement d'une cellule photovoltaïque à bas coût, fonctionnant avec des matériaux d'origines biologiques, et qui permettrait de se passer du silicium, très coûteux à produire, des panneaux solaires usuels. Il a gagné le prix de technologie Millenium 2010 pour cette innovation.

Les étudiants de la Faculté des Sciences Appliquées ont réalisé ce dispositif au cours d'un projet de 2eme année.

2. Description du dispositif

(voir Figure 1)

Le principe est de transformer l'énergie lumineuse (photons) en courant électrique (déplacement d'électrons).

Par analogie à une pile, la cellule est composée de 2 plaquettes de verre qui jouent le rôle des bornes de la pile.

L'énergie apportée par la lumière permet au pigment contenu dans le jus de mûre (anthocyane) de céder un électron au circuit.

[1] Le rôle du pigment est de céder un électron au Dioxyde de Titane (TiO_2) sous l'effet du rayonnement lumineux.

[2] La structure du TiO_2 permet au pigment de se fixer. Ce composant assure le transit des électrons du pigment vers la plaque conductrice.

[3] La plaque conductrice est en verre transparent afin de laisser passer la lumière jusqu'au pigment. Elle est recouverte d'un film conducteur qui permet la collecte des électrons. Comme une borne de pile, cette plaque est connectée au dispositif extérieur.

[4] La seconde plaque conductrice, représentant l'autre borne de la cellule, collecte les électrons ayant traversé le dispositif extérieur. Cette plaque est recouverte de graphite.

[5] Le graphite facilite le passage des électrons de la plaque conductrice à l'électrolyte.

[6] L'électrolyte est une solution d'ions (I^-/I_3^-) qui par réaction d'oxydo-réduction rendra au pigment un électron.

QuickTime™ et un
décompresseur
sont requis pour visionner cette image.

Figure 1 : Composants d'une cellule de Graetzel

Figure 1 : Composants d'une cellule de Graetzel

3. Intérêt de la cellule

Chaque source d'énergie renouvelable est la plus rentable dans des conditions différentes et définies. Dans les régions ensoleillées, un bon moyen de produire de l'énergie verte est d'utiliser un panneau solaire. Parmi tous les types de panneaux solaires, les avantages de la cellule de la cellule de Graetzel sont son faible coût de production et ses constituants facilement accessibles.

Un faible rendement de 11% (soit deux fois moins que celui des panneaux solaires usuels) est le principal désavantage. Ces cellules étant toujours au stade de la recherche, de meilleurs résultats sont attendus dans les années à venir.

Ces dispositifs représentent un intérêt certain pour les pays en voie de développement et présentant un fort taux d'ensoleillement, car ils leur permettraient de valoriser leurs ressources locales. (fruits non comestibles, résidus de productions agricoles...)

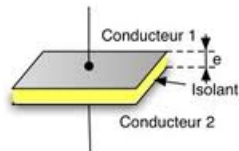
LE THEREMIN:



Le théremin est un des plus ancien instrument de musique électronique. Il a été inventé en 1919 par *Lev Sergeyevitch Termen*.

RAPPEL sur le condensateur:

$$C = \epsilon \frac{S}{e}$$



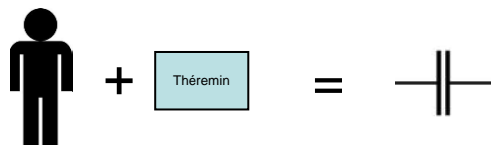
Un condensateur est constitué de 2 armatures conductrices séparées par un isolant.

La valeur du condensateur dépend:

- de la nature de l'isolant: ϵ
- de la surface des armatures: S
- de la distance entre les armatures: e

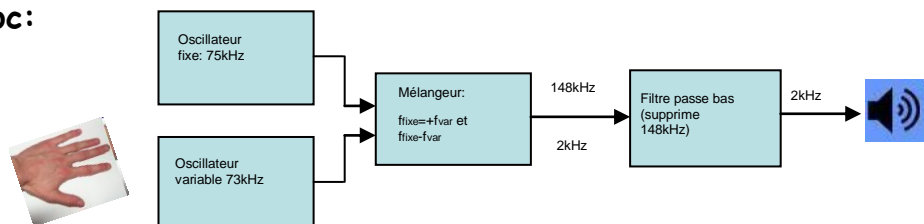
Le Théremin constitue une des armatures et le corps du musicien constitue l'autre armature d'un condensateur. En déplaçant la main on modifie donc la valeur d'un condensateur

Principe du théremin:



On fait varier la fréquence du son en faisant varier un condensateur dans un oscillateur électronique.
C'est la position de la main du musicien qui fait varier ce condensateur et donc la hauteur de la note jouée.

Schéma bloc:



Le Spectromètre et l'efficacité des Sources Lumineuses

Présentation

Le spectromètre permet de déterminer les longueurs d'ondes composant une source lumineuse, leurs densités spectrales, et aussi, par extension, de préciser sa composition chimique.

Il s'agit donc, à l'aide d'un *réseau de diffraction*, d'étaler le spectre émis par une source à travers une *fente*, et d'acquérir son image sur un *capteur* (ici une webcam).

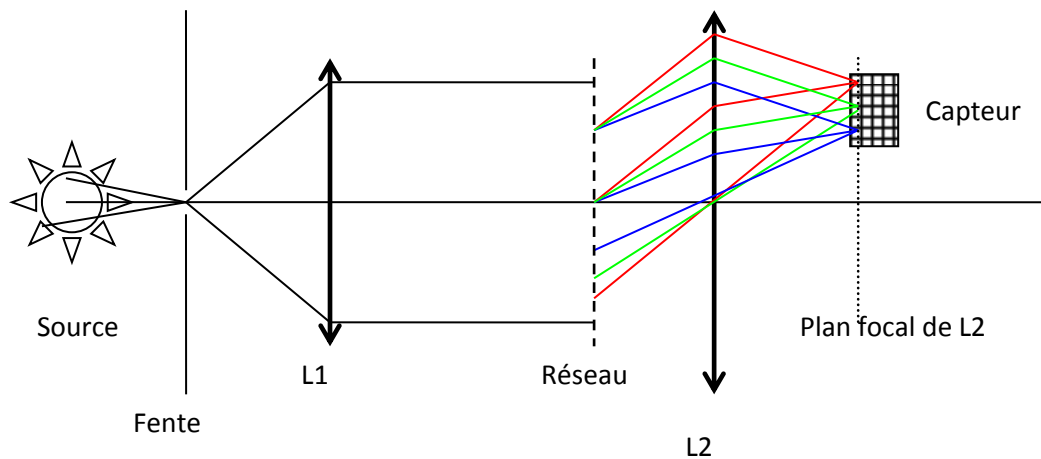


Schéma de principe du spectromètre [A]

On utilise une *lentille* après la fente pour renvoyer des faisceaux parallèles sur le réseau, et une deuxième avant le capteur pour focaliser les rayons parallèles correspondant à une longueur d'onde en un même point.

Le réseau de diffraction induit pour la longueur d'onde λ , un angle de transmission θ pour un angle d'incidence i , donné par la formule *fondamentale des réseaux* :

$$\sin \theta - \sin i = k \frac{\lambda}{a} \text{ (en transmission) [B]. } k \text{ étant l'ordre de transmission.}$$

Le capteur est constitué de cellules photosensibles qui renvoient, par effet photo-électrique, un signal électrique fonction de l'excitation des ses sous-couches (ici rouge vert bleu). Cette excitation dépend de l'énergie des photons et du temps d'exposition.

La densité spectrale, elle, représente la quantité d'énergie de la source du rayonnement électromagnétique pour une plage de longueurs d'onde $\Delta\lambda$. Sa mise en évidence est réalisée à partir des données fournies par le capteur et sa courbe de réponse spectrale aux différentes fréquences.

Intérêt

L'étude des rayonnements électromagnétiques permet de mieux comprendre la matière et d'améliorer les technologies que nous mettons en œuvre.

Ainsi, le spectromètre à réseau est un outil très intéressant dans la comparaison des effets de nos sources de lumières de tous les jours. Dans la plage visible, nous pouvons par exemple nous intéresser aux lampes d'éclairage, et plus particulièrement aux nouvelles lampes dites à faible consommation d'énergie.

Dans cette présentation, nous mettrons en évidence les différences de fonctionnement entre des sources dites thermiques, et d'autres plus économiques, grâce à l'interprétation de leurs spectres lumineux.

Bibliographie

[A] Image réalisée par le groupe.

[B] PALMER, Christopher. 2005. *Diffraction Grating Handbook*, sixth edition. New York. Newport Corporation .271 p.