

Photoconversion de l'énergie solaire

Emile Drijvers, Thibaut Launoy, Jeremy Mertens

Chimie Organique et Photochimie

Qu'est-ce qu'une cellule solaire photovoltaïque à pigment photosensible de type Grätzel ?

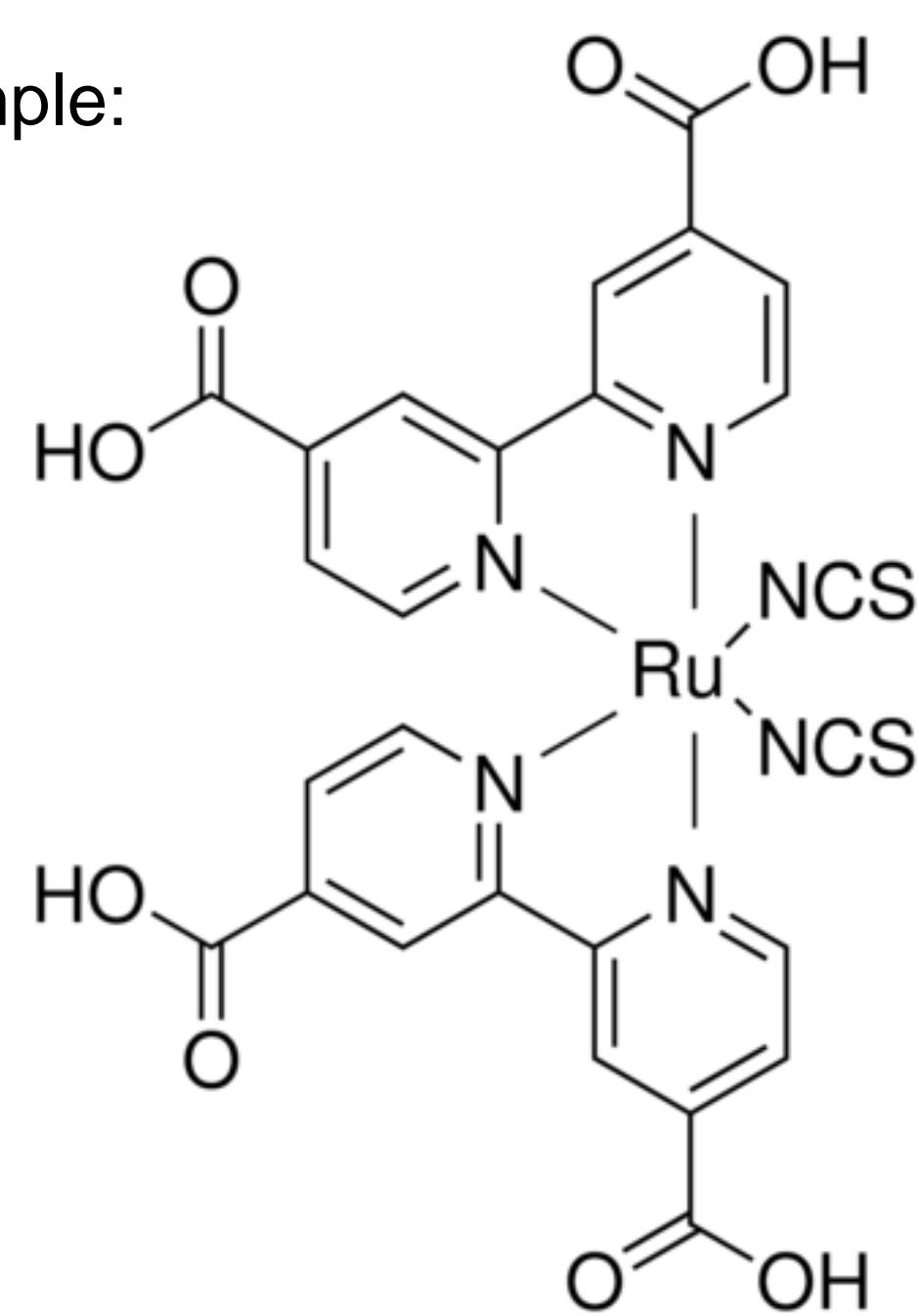


<http://www.panneau-solaire-souple.com/wp-content/uploads/2010/11/film-solaire-OPVC-1-300x245.jpg>

Constituée de:

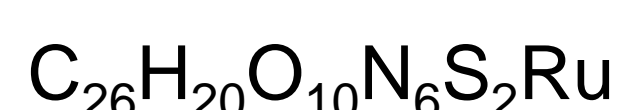
- Un verre transparent conducteur
- Une couche de dioxyde de titane, TiO_2 , semi-conducteur de type n (densité électronique augmentée)
- Un électrolyte (solution aqueuse contenant un couple redox) conduisant les charges
- Un colorant organique absorbant la lumière

Exemple:



Ruthenium535 (N3)

cis-bis(isothiocyanato)bis(2,2'-bipyridyl-4,4'-dicarboxylato)-ruthenium(II)



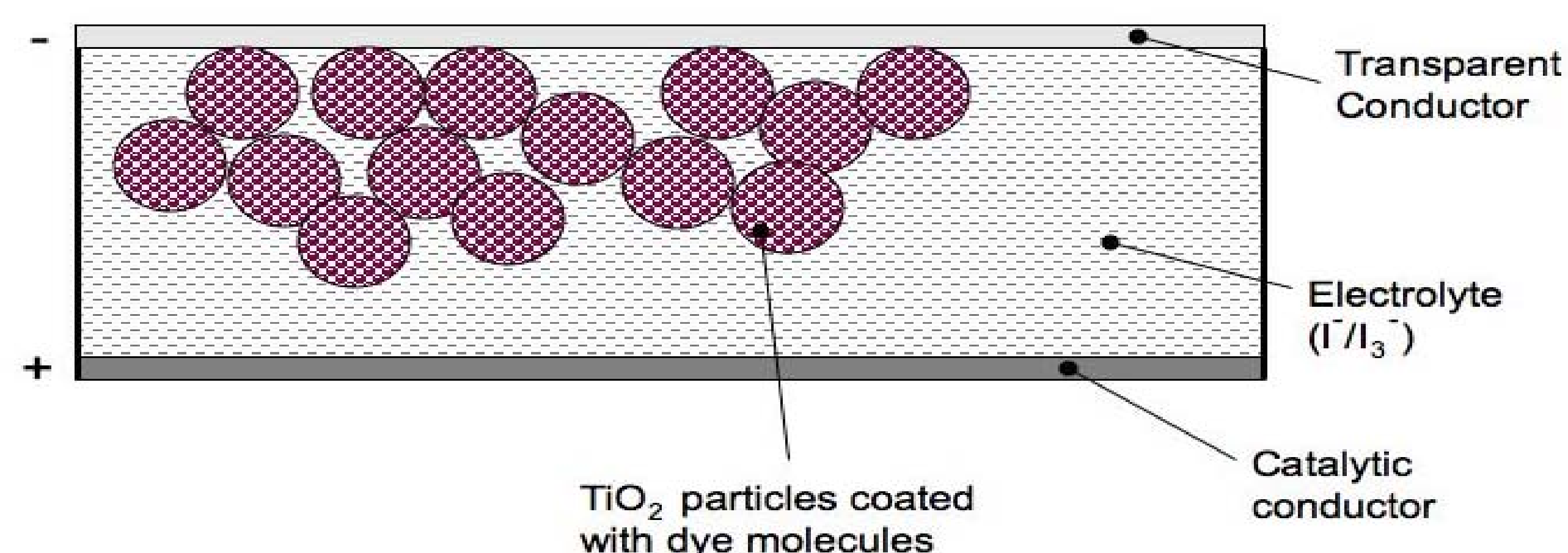
<http://www.sigmaaldrich.com/belgium-francais.html>

- Créée par **Michael Grätzel et Brian O'Regan** en 1991

- **Particularité** : tente d'imiter la photosynthèse qui se produit naturellement chez les végétaux.

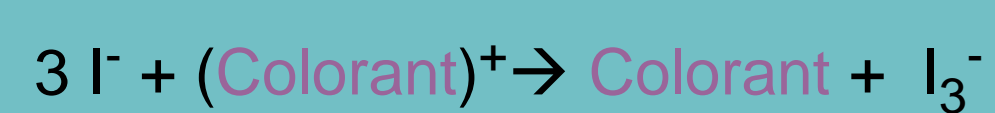
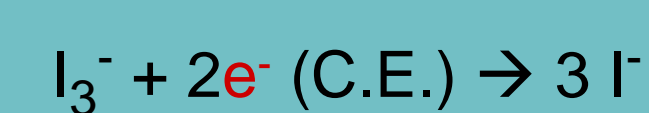
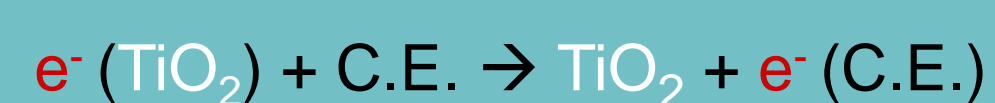
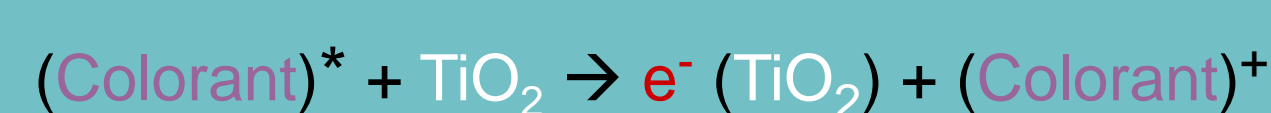
Photosynthèse : procédé d'origine végétale qui transforme l'énergie solaire en énergie chimique

Utilité	Cellule Grätzel	Photosynthèse
Accepteur d'électron	Nanoparticules de TiO_2	CO_2
Donneur d'électron	Electrolyte ($\text{I}^- / \text{I}_3^-$)	eau
Absorbe le photon	Colorant	Chlorophylle



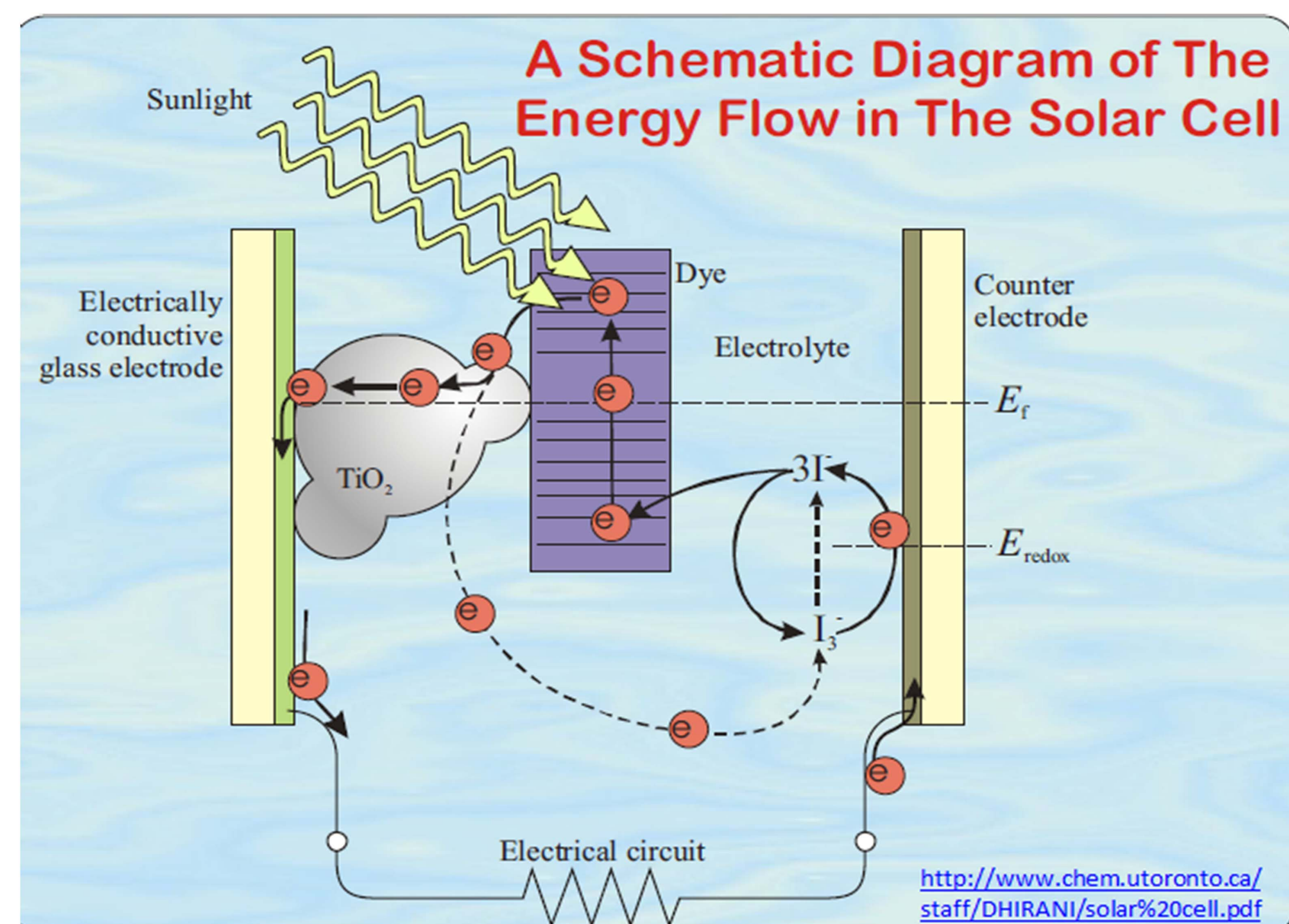
<http://telavivbarcrawler.blogspot.com/2009/02/all-about-dye-sensitized-solar-cells.html>

Comment fonctionne une cellule de type Grätzel ?



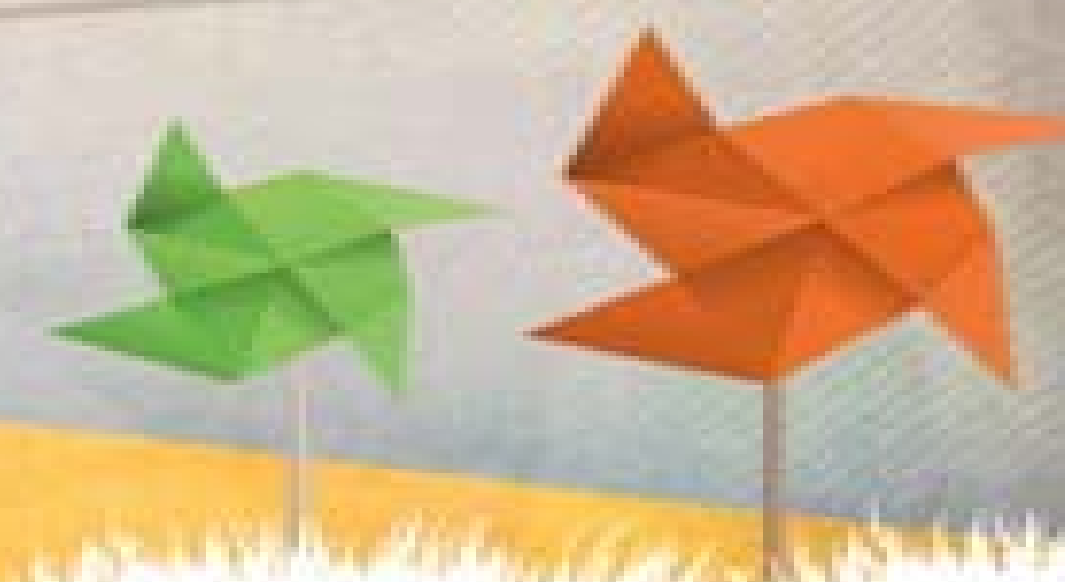
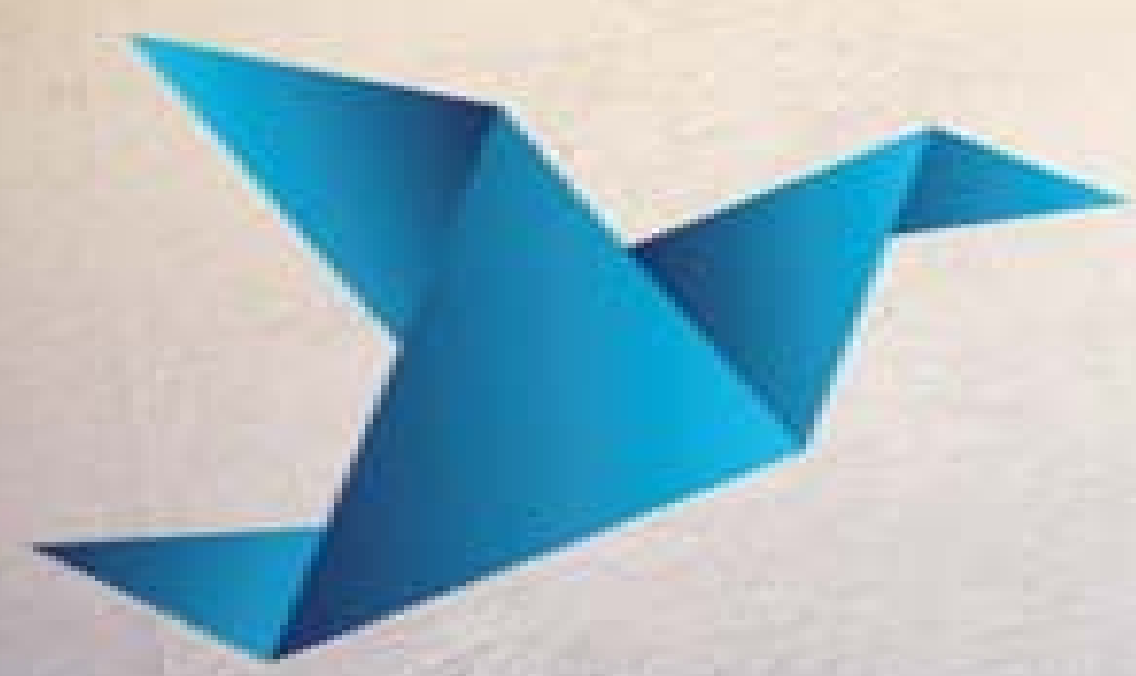
Les photons du rayonnement solaire atteignent la cellule et sont absorbés par le colorant. Ils provoquent ainsi la libération d'un électron transmis via le TiO_2 vers une contre électrode entraînant la génération d'un courant électrique utilisable.

La régénération du colorant se fait par un couplage avec un processus redox entre la contre électrode et l'électrolyte ($\text{I}^- / \text{I}_3^-$).



<http://www.chem.utoronto.ca/staff/DHIRANI/solar%20cell.pdf>

Avantages	Désavantages
Faible coup de fabrication	Rendement moyen
Légèreté et flexibilité	Durée de vie du colorant faible
Facilité de fabrication	L'électrolyte liquide peut, à haute température, s'évaporer
Élément principal TiO_2 : Abondant et bon marché	
Efficacité à basse luminosité	



Photoconversion de l'énergie solaire

Emile Drijvers, Thibaut Launoy, Jeremy Mertens

Chimie Organique et Photochimie

Autres types de cellules

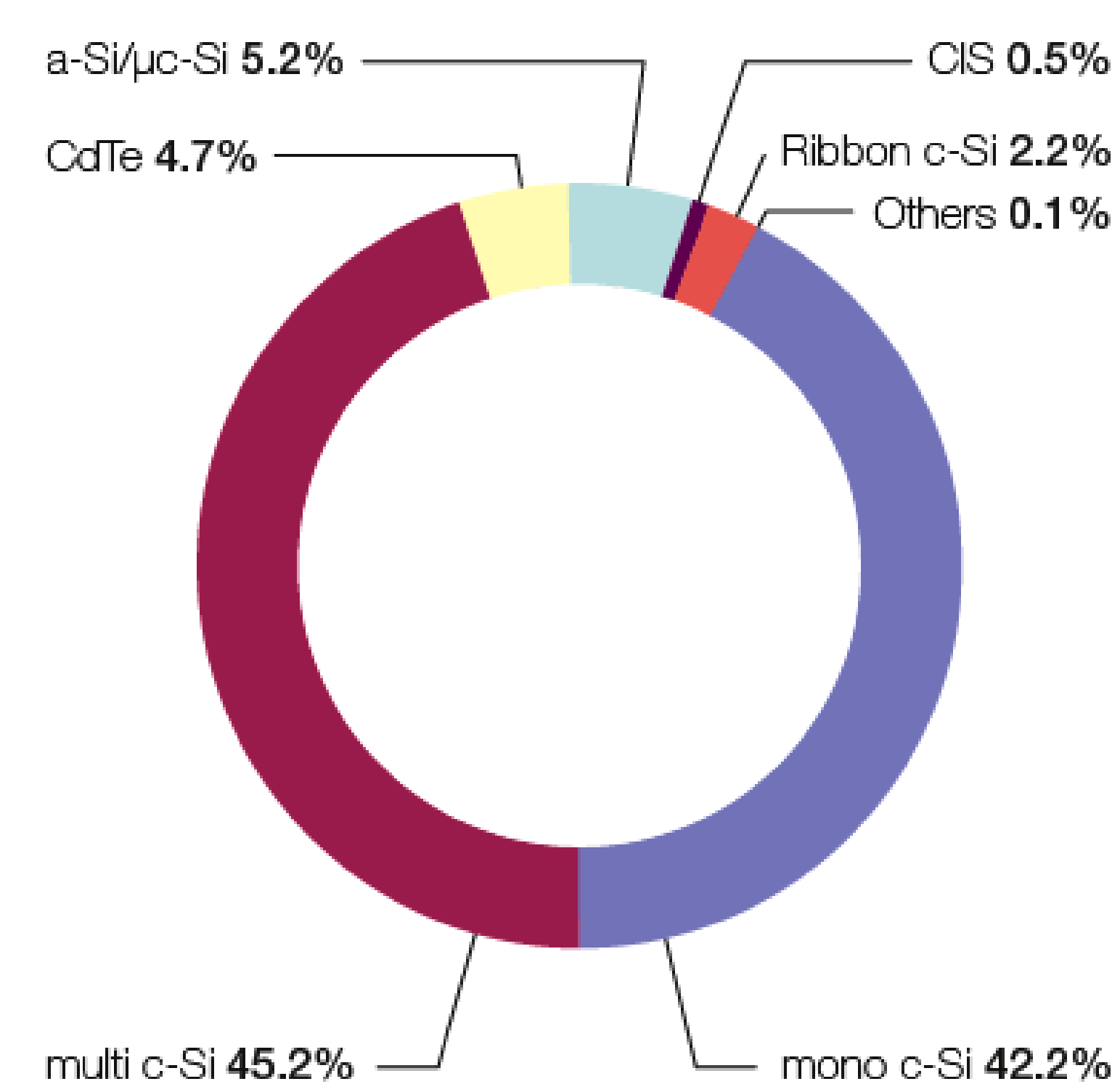
Cellules photovoltaïques inorganiques:

- Les cellules à base de silicium (monocristallin, polycristallin, amorphe)
- Les cellules à base d'arséniure de gallium (GaAs)
- Les cellules à base de tellure de cadmium (CdTe)
- Les cellules CIGS/CIS (composées de di-séléniure de cuivre et d'indium (CuInSe₂) avec du gallium en plus pour les premières)

Cellules photovoltaïques organiques (OPV):

- Les cellules hybrides sensibilisées par un colorant (DSSC)
- Les cellules de type Schottky
- Les cellules hétérojonction (bicouche réseaux interpénétrés)

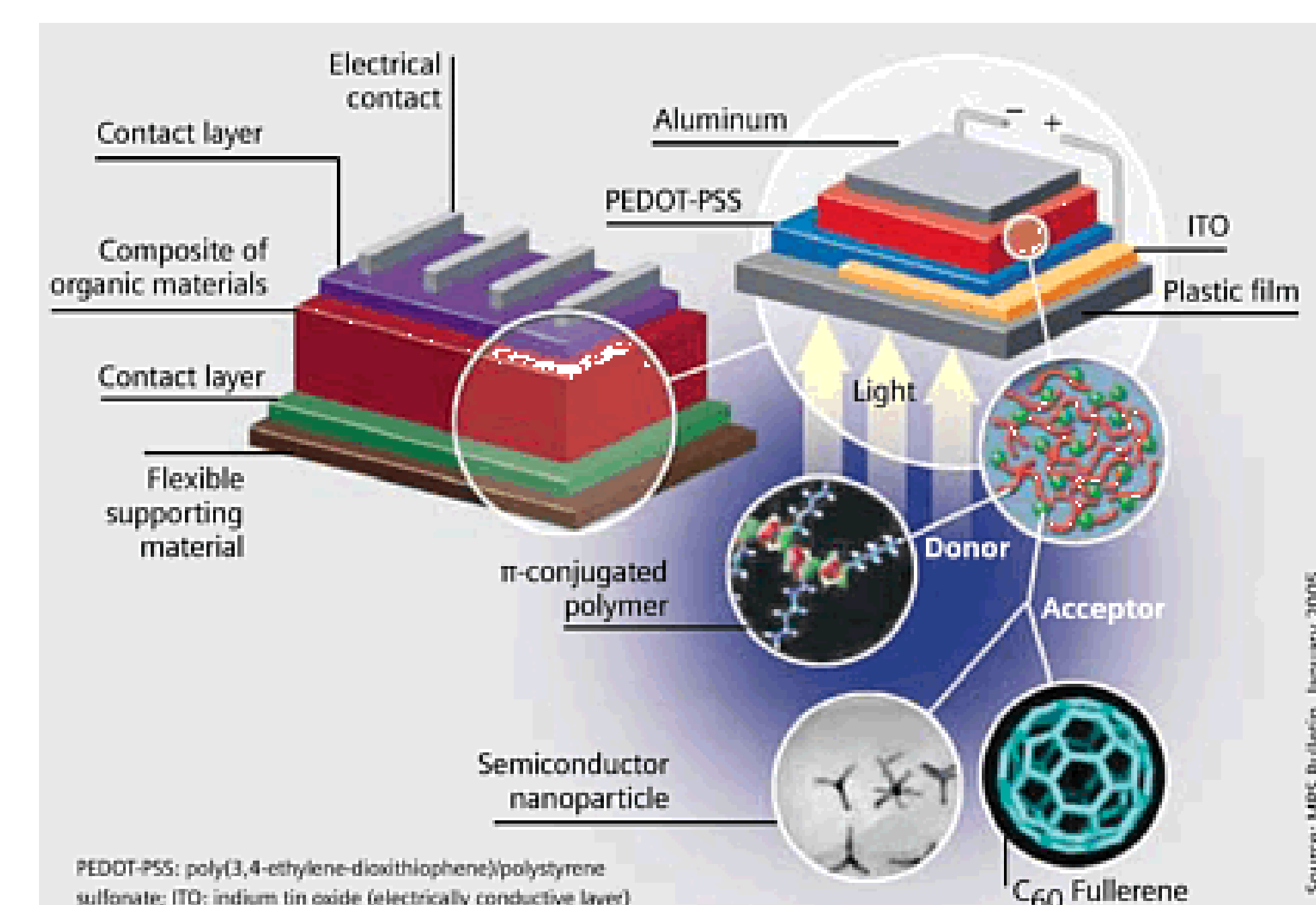
Repartition des technologies de cellules en 2007



Source : Solar Generation V - 2008

Comparaison entre les différents types de cellules

Technologie	Durabilité	Rendement typique en %	Rendement maximum en %
Silicium monocristallin	Supérieure à 20 ans	De 15 à 20	25
Silicium polycristallin	Supérieure à 20 ans	De 12 à 16	20
Silicium amorphe	20 ans	De 5 à 8	13
CIGS	10 ans	De 10 à 12	20
CdTe	20 ans	De 7 à 11	17
OPV	3 à 5 ans	De 5 à 7	8.3
DSSC	3 à 5 ans	De 10 à 12	12



La valeur maximale du rendement énergétique est définie par :

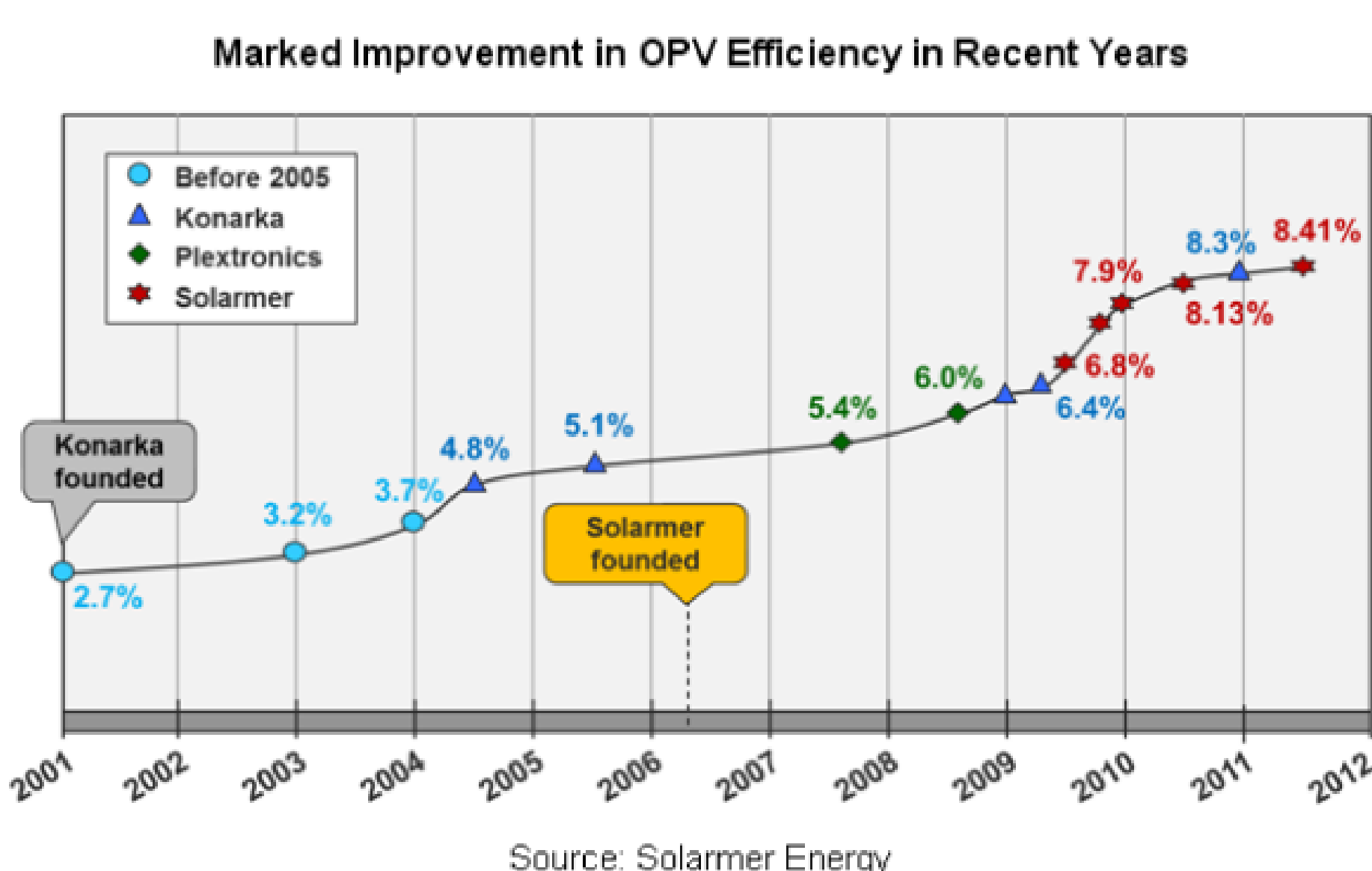
$$\eta_c = \frac{\text{Puissance électrique maximale débitée par unité de surface}}{\text{Puissance du rayonnement incident par unité de surface}}$$

Et l'avenir?

Amélioration des rendements afin d'être compétitifs par rapport aux cellules inorganiques

Applications de plus en plus variées

Amélioration de la durée de vie des cellules organiques



Source: Solarmer Energy

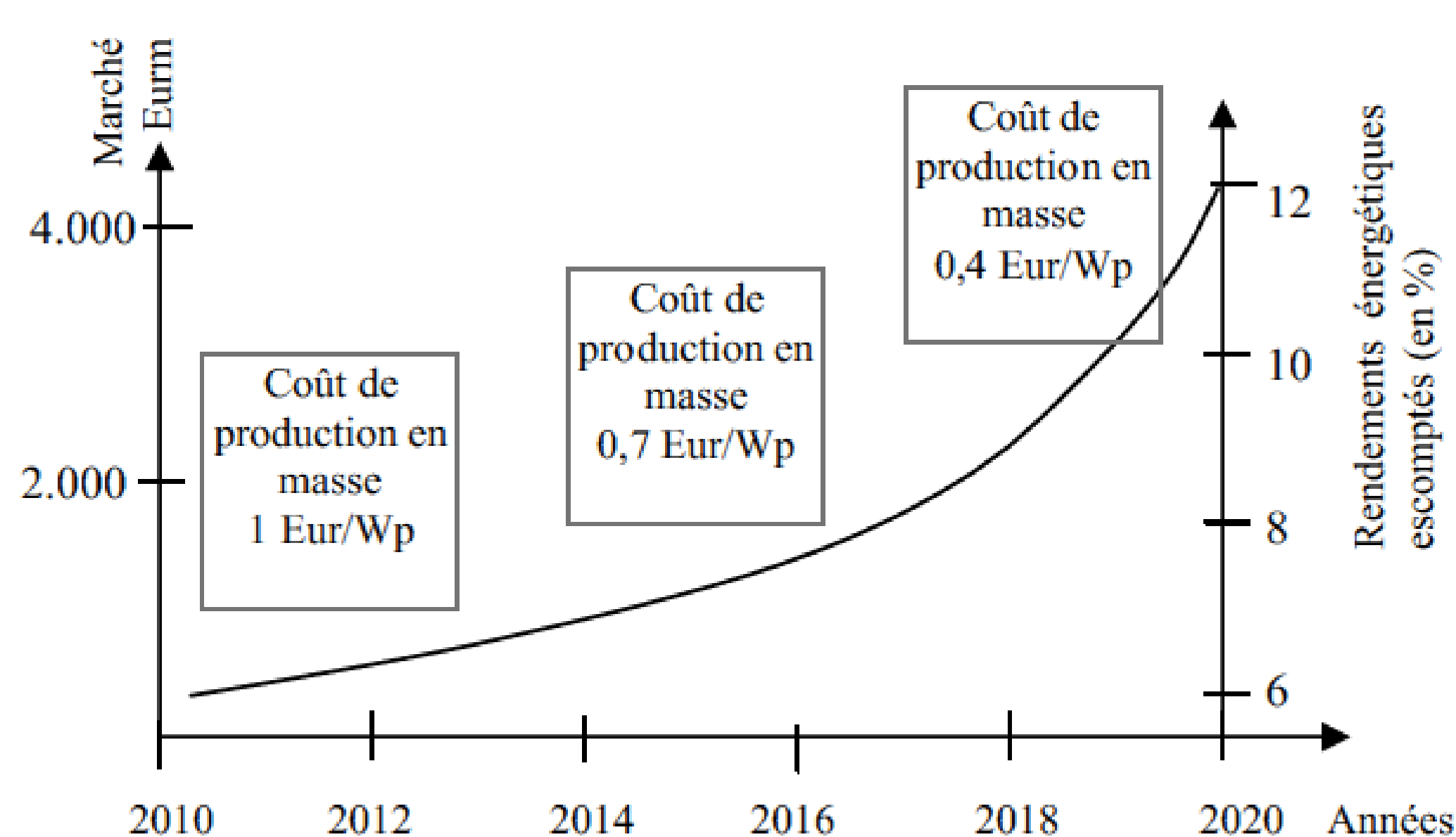


Figure 10.68. Estimation du marché de la technologie OPV, et prévisions prix/performances de l'OPV (prix en euro par Watt crête).

André Moliton, Electronique et optoélectronique organiques, Collection Télécom, 2011

Applications diverses

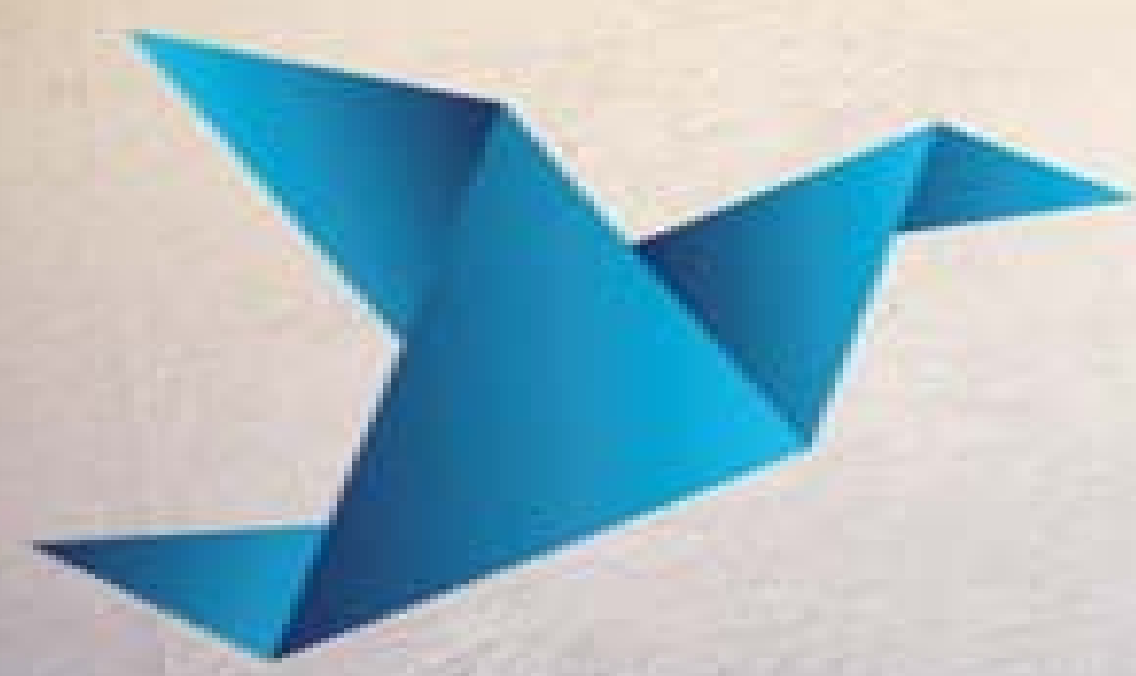
- Sac à dos solaire
- Parking solaire
- Station à essence



<http://www.panneau-solaire-souple.com/wp-content/uploads/2010/11/sac-a-dos-solaire.jpg>



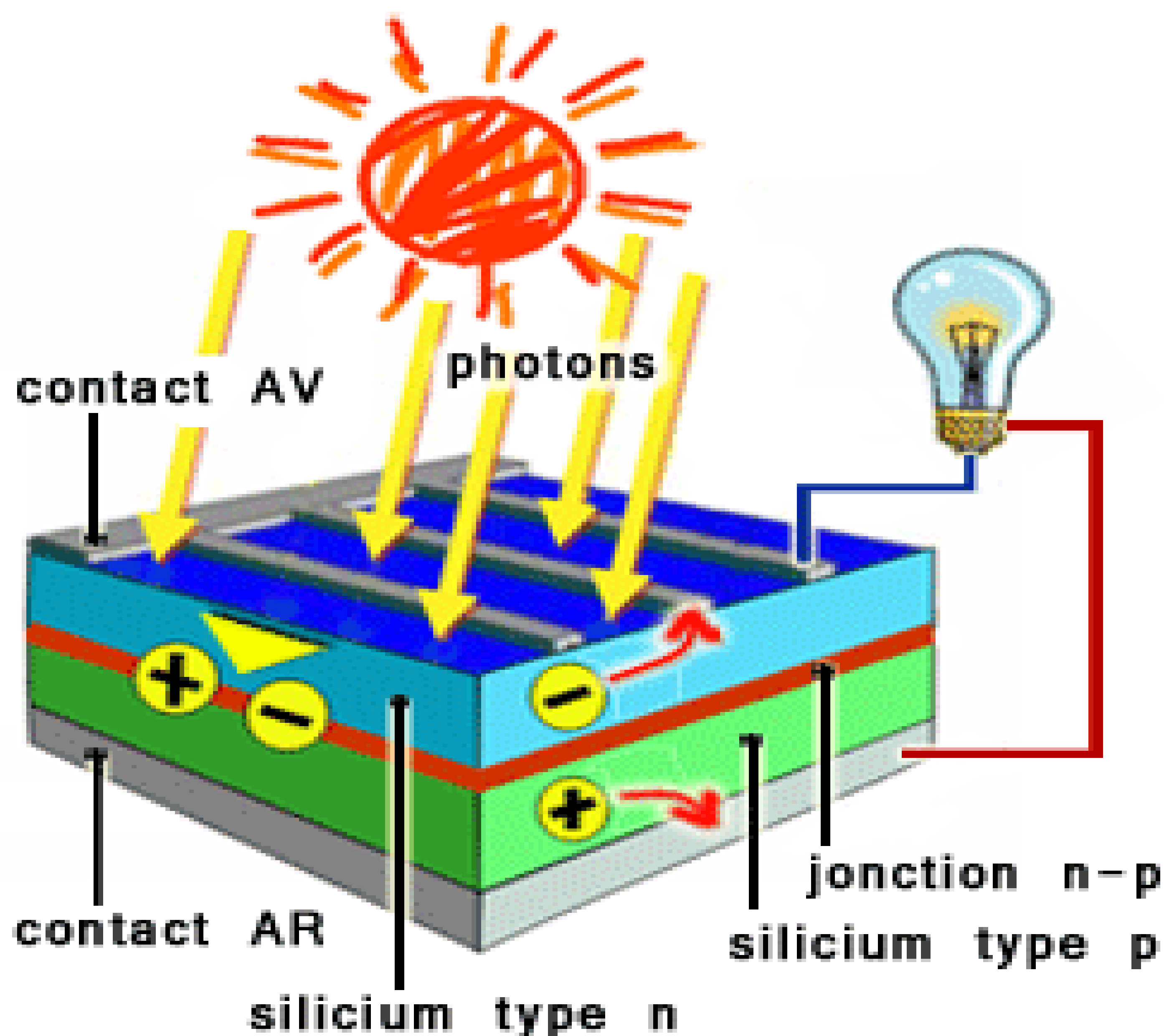
Ombrières photovoltaïques à St Aunès (Hérault)
<http://www.sunvie.eu/ombriere-photovoltaïque.html>



Photoconversion de l'énergie solaire

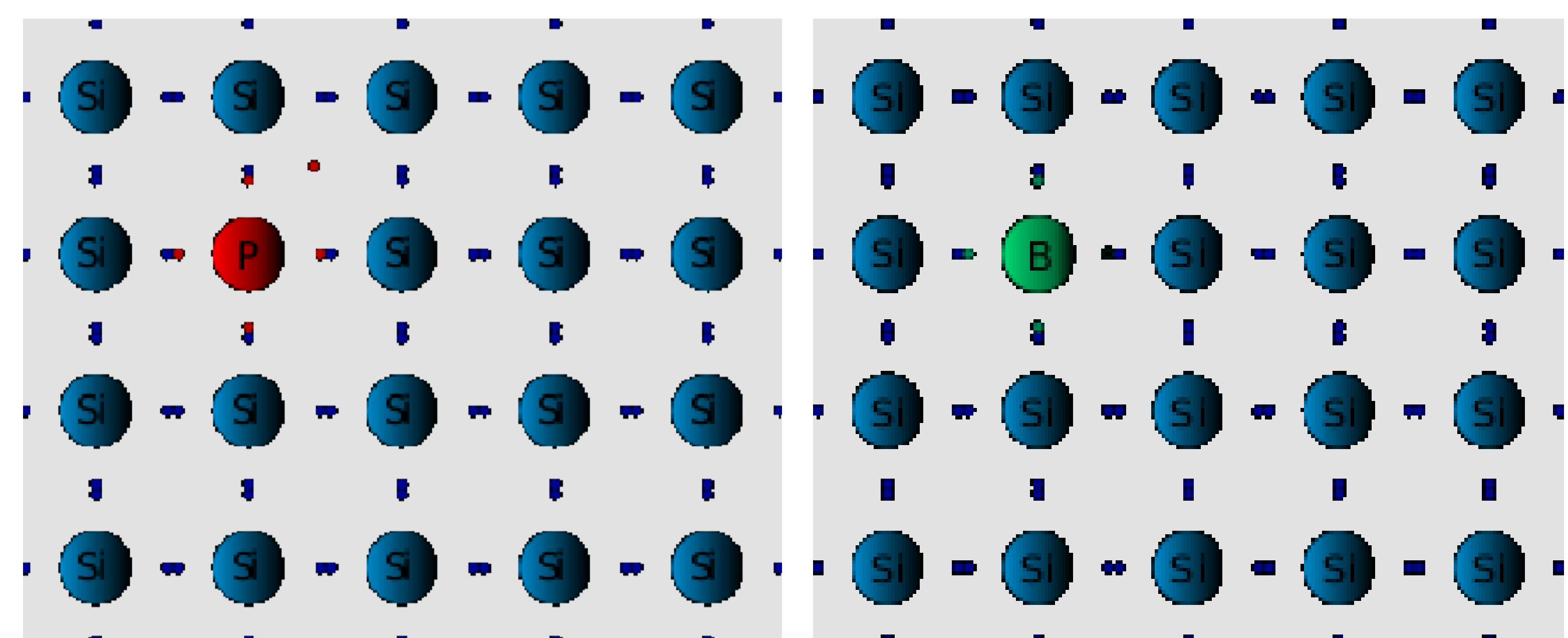
Emile Drijvers, Thibaut Launoy, Jeremy Mertens
Chimie organique et photochimie

Principe du photovoltaïque



- Découvert en 1839 par le français **Antoine-César Becquerel**
- **L'effet photovoltaïque** est la capacité que possèdent certains matériaux, à convertir les différentes composantes de la lumière du soleil en électricité.

Principe du dopage p et n



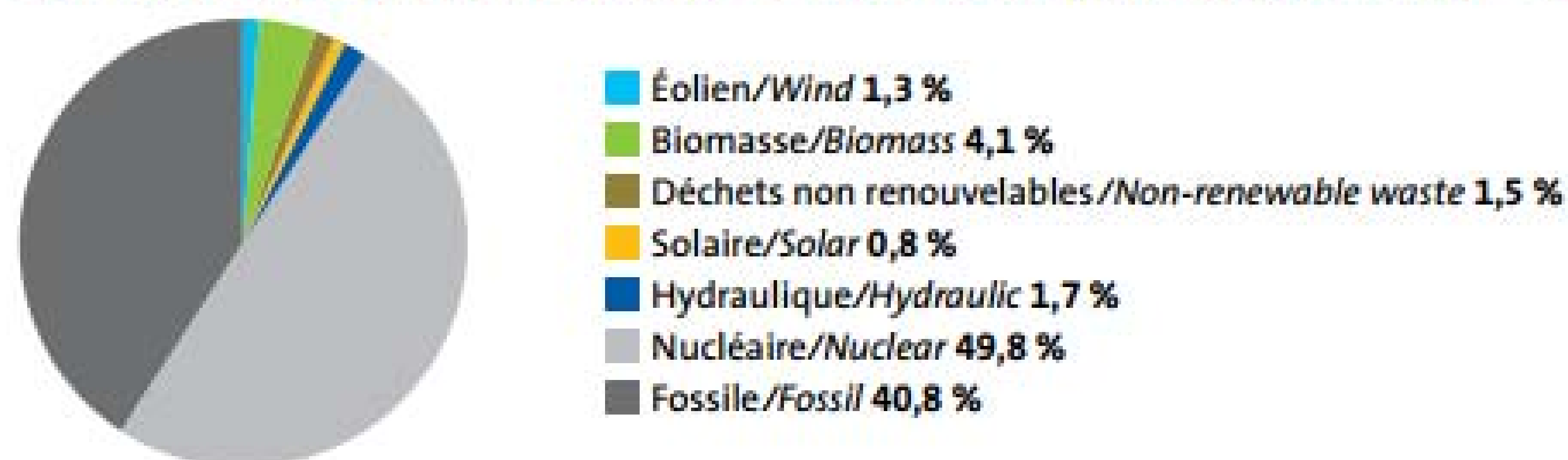
http://photovoltaïque.guidenr.fr/L_5_dopage-silicium-photovoltaïque.php

Le dopage n d'une plaque de silicium consiste à remplacer certains atomes de silicium par des atomes comme le Phosphore (P) qui contiennent un électron supplémentaire dans leurs couche de valence

Le dopage p d'une plaque de silicium consiste à remplacer certains atomes de silicium par des atomes comme le Bore (B) qui contiennent un électron de moins dans leurs couche de valence

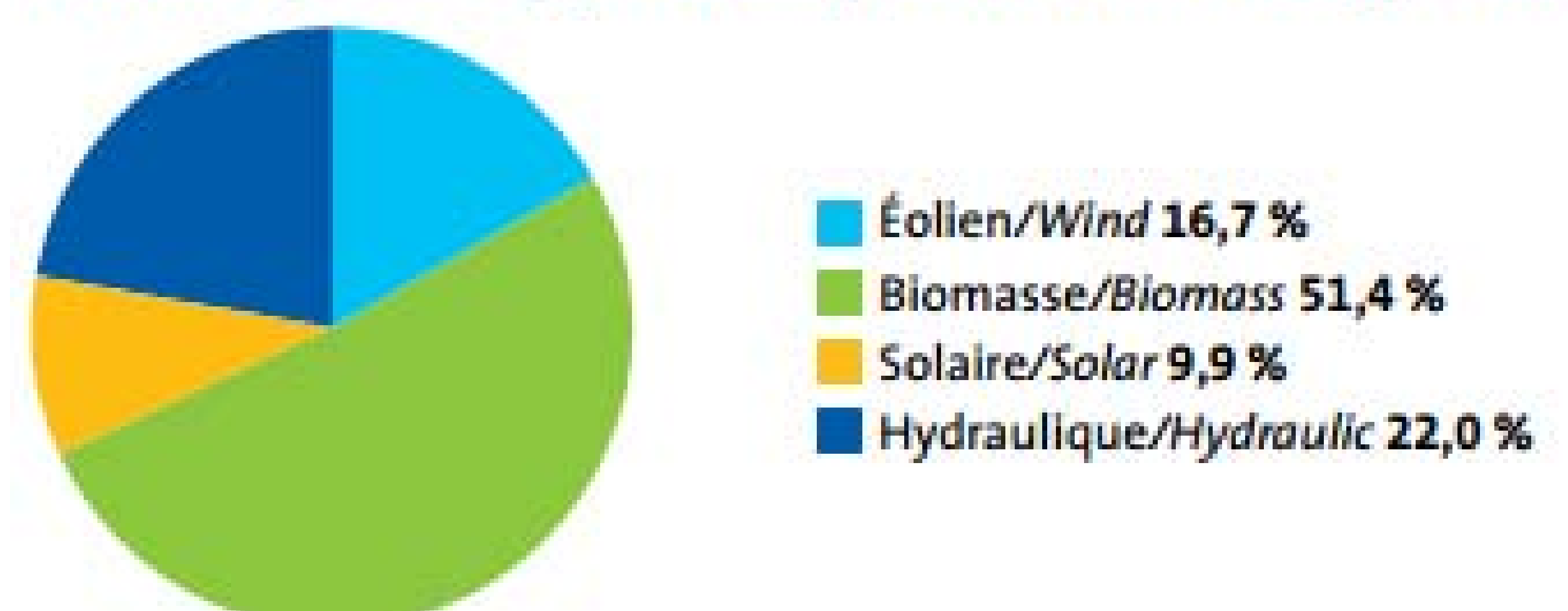
Pourquoi le photovoltaïque?

Structure de la production d'électricité – 2010 / Structure of electricity production – 2010



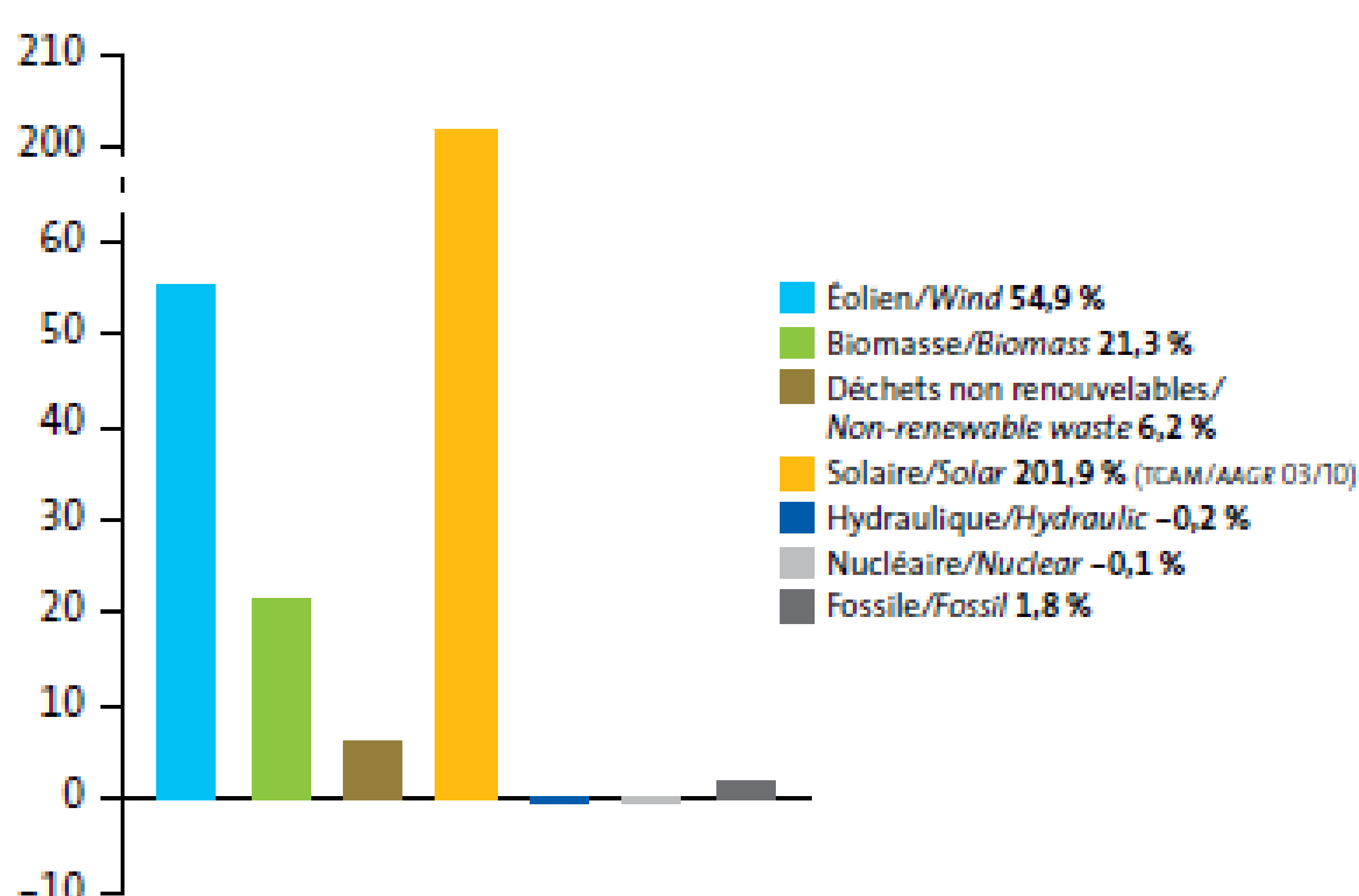
[1]

Structure de la production électrique d'origine renouvelable – 2010
Structure of electricity production from renewable energy sources – 2010



[2]

Taux de croissance annuel moyen 2000-2010/Average annual growth rate 2000-2010



[3]

[1],[2],[3] : <http://www.observ-er.org/observ-er/html/inventaire/pdf/13e-inventaire-Chap03-3.4.3-Belgique.pdf>

L'énergie solaire photovoltaïque: un gisement potentiellement sans limite

La terre intercepte une partie (infime) du rayonnement solaire: en permanence, elle reçoit une puissance de $180 \cdot 10^6$ GW soit une énergie annuelle de $1,610^{18}$ kWh

45% sont absorbés au sol puis réémis, soit $720 \cdot 10^{15}$ kWh soit **6000** fois la consommation humaine annuelle

Selon les régions :

De 900kWh à 2300kWh/m²/an soit une puissance moyenne de 100 à 260W/m² et une puissance crête de plus de 1kW/m².

Une grande part de cette puissance par unité de surface peut être directement convertie en chaleur, une faible part (8 à 25%) peut être transformée directement en électricité

