

L'optimisation d'un générateur photovoltaïque: Application à la recherche du point de puissance maximale



Problématique

L'énergie solaire a connu des progrès immenses et deviendra une source renouvelable prometteuse dans l'avenir. Alors comment peut-on contribuer l'optimisation d'une installation en utilisant cette source pour l'électrification d'un site quelconque?

SOMMAIRE

- ▶ APPROCHE EXPERIMENTALE
THEORIQUE(conversion lumière –
électricité)
- ▶ Simulation de la caractéristique I-V
d'un générateur photovoltaïque
- ▶ Quelques facteurs influençant sur la
courbe I-V
- ▶ la poursuite du point de puissance
maximale type Perturbe &
Observe(MPPT type P&O):
- ▶ CONCLUSION

❑ APPROCHE EXPERIMENTALE (conversion lumière – électricité)

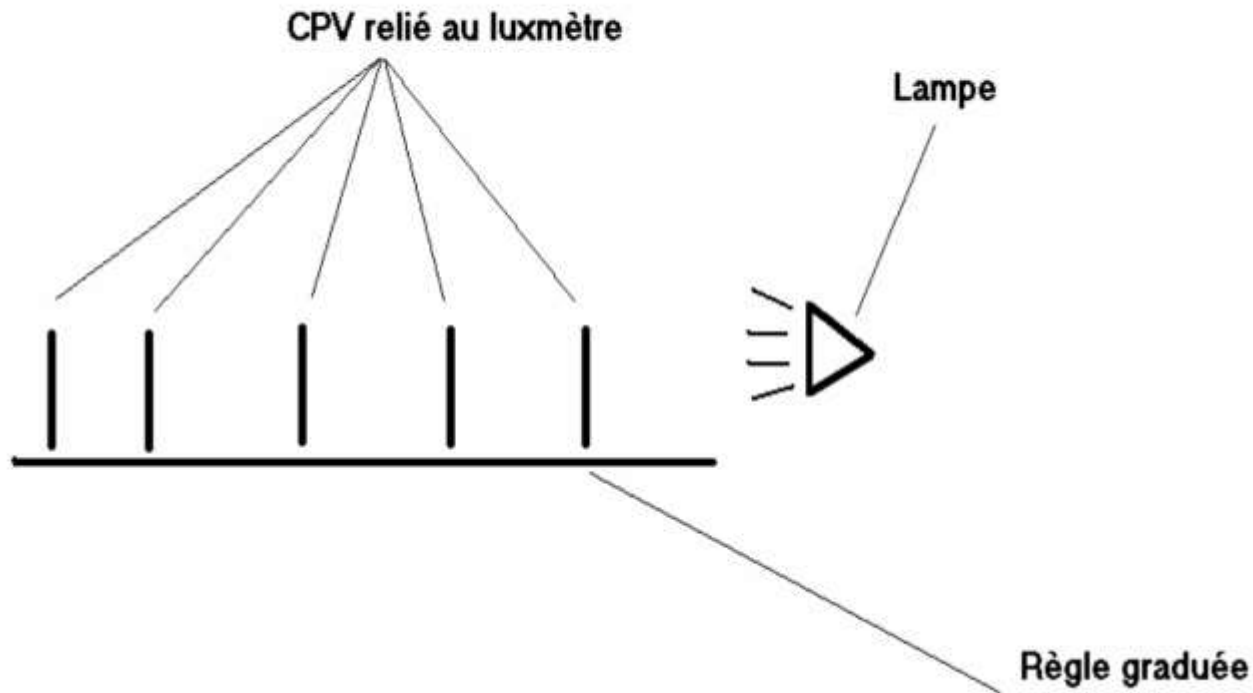
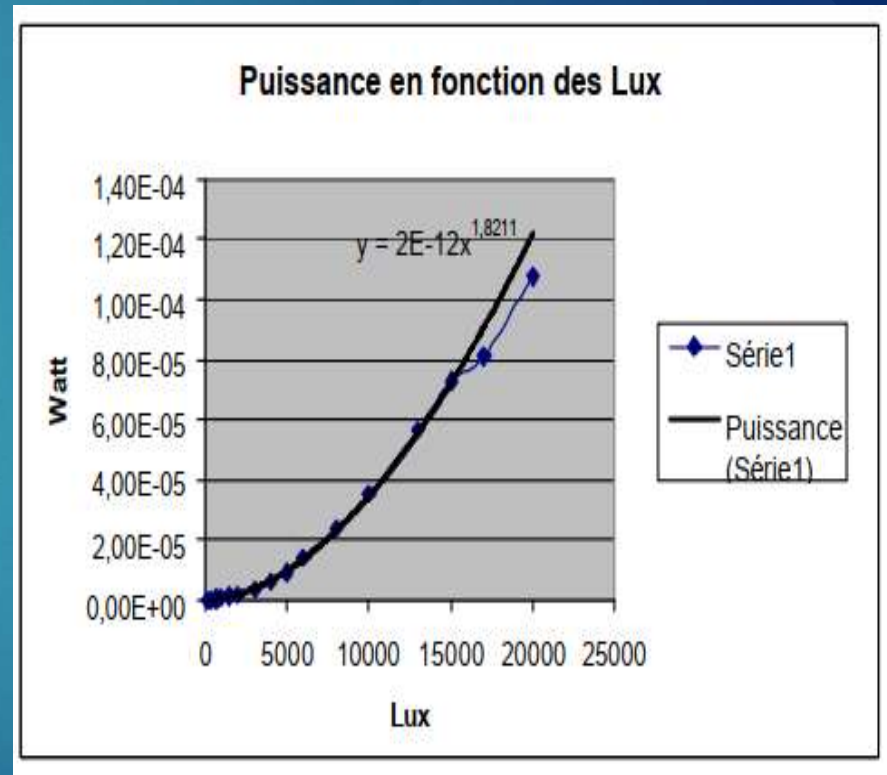


Schéma simplifié de l'expérience

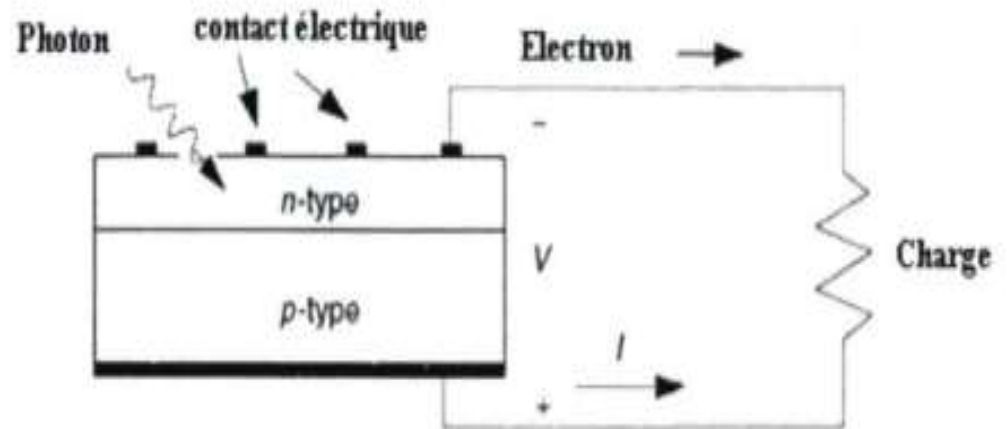
Nous obtenons les données suivantes et, en utilisant Excel, nous arrivons à la représentation graphique de la puissance en fonction de l'intensité lumineuse

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



❑ APPROCHE THEORIQUE (conversion lumière –électricité)

Le principe de fonctionnement peut être décomposé en deux parties: l'absorption de photons et la collecte des porteurs de charges créés.



Simulation d'un module photovoltaïque

- En appliquant la loi de Kirchhoff:

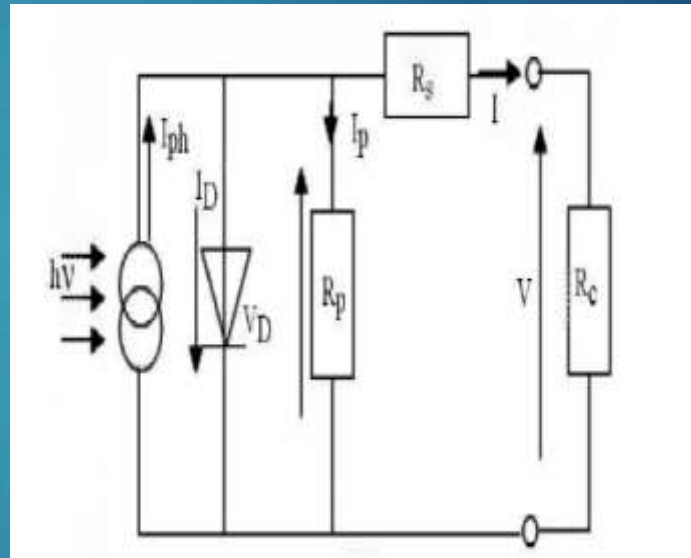
$$I = I_{ph} - I_D - I_p$$

***I**: courant généré par la cellule photovoltaïque*

***I_{ph}**: photo courant créé par la cellule*

***I_D**: courant circulant dans la diode*

***I_p**: le courant circulant dans la résistance R_p*



**La tension aux bornes
de la diode**

$$V_D = R_p I_p = V + R_s \cdot I$$

**Le courant traversant
la résistance parallèle**

$$I_p = \frac{V_D}{R_p} = \frac{V + R_s \cdot I}{R_p}$$

**Le courant de
diode**

$$I_D = I_0 \cdot \left(e^{\frac{qV}{nkT}} - 1 \right)$$

n est le facteur d'idéalité de la cellule, qui dépend des mécanismes de recombinaison dans la zone de charge d'espace.

k: Constante de Boltzmann

T: Température

q: Charge de l'électron

V: Tension appliquée à la charge utilisatrice R_c .

$$I = I_{ph} - I_0 \cdot \left(\exp \left[\frac{q(V + R_s \cdot I)}{n k T} \right] - 1 \right) - \frac{V + R_s I}{R_p}$$

Calcul et traçage de la caractéristique d'un panneau photovoltaïque sous Matlab

```
close all;
clear all;
clc;
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
q=1.6022*10^(-19);
A=1.5;
Eg=1.1;
k=1.380649*10^(-23);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%Caractéristiques du panneau?

Ns=.....;%%nombre de cellule
alfa=0.00065;
Tr=298;
Iccref=.....;%%Courant de court circuit
Vcoref=.....;%%tension de au circuit ouvert
NOCT=47;
Eref=1000;
eps=0.0001;
Tcref=298;
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%?
Rs=0.82/36;%%Résistance série du panneau
Rp=1000;%%résistance parallèle du panneau
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%Entrée?
E=500;%% Eclairment
T=273+25;  %Température ambiante?
```

```

%%%%%%%%%%%%%%Paramètre de l'algorithme
I=0;
V=0;
i=1;
j=1;

%%%%%%%%%%%%%% Calcule des 5 paramètres?
Tc = T; % + ((NOCT-20)/800)*E;
Isref = Iccref / (exp(q*Vcoref / (Ns*A*k*Tcref)) - 1);
Is = Isref * ((Tc/Tcref)^3 * exp((q*Eg / (k*A)) * ((1/Tcref) - (1/Tc))));
Icc = (E/Eref) * (Iccref + (Tc - Tcref) * alfa);
Vco = ((Ns*A*k*T) / q) * log((Icc / Is) + 1);
pas = 0.05;
%file=fopen('pv.xls','w');
%fprintf(file,'%s\t%s\n','I','V');

for V=0:pas:Vco;
    Ip=10;
    I=0;
    while abs(I-Ip) >= eps;
        Ip=I;
        f = Icc - I - Is * (exp(q*(V + Ns*Rs*I) / (Ns*A*k*T)) - 1) - (V + Ns*Rs*I) / (Ns*Rp);
    end
end

```

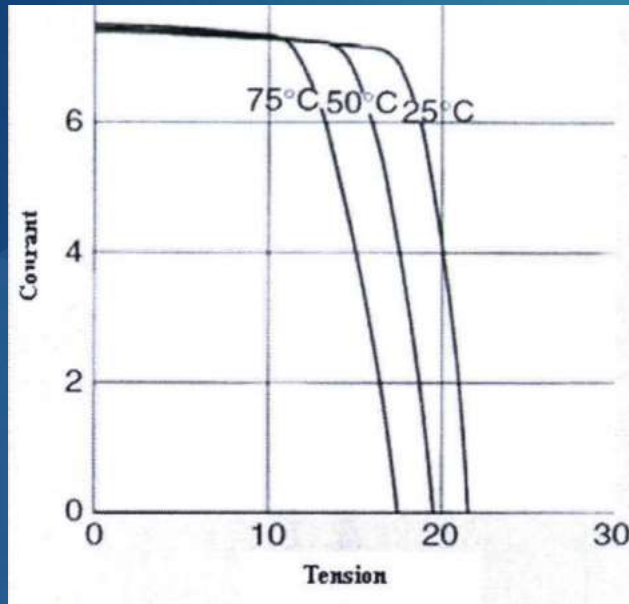
```

        fp=(-1-ls*(q*Rs/(A*k*T))*(exp(q*(V+Ns*Rs*I)/(Ns*A*k*T)))-Rs/Rp);
        l=l-(f/fp);
        j=j+1;
    end;
    lpv(i)=l;
    Vpv(i)=V;
    i=i+1;

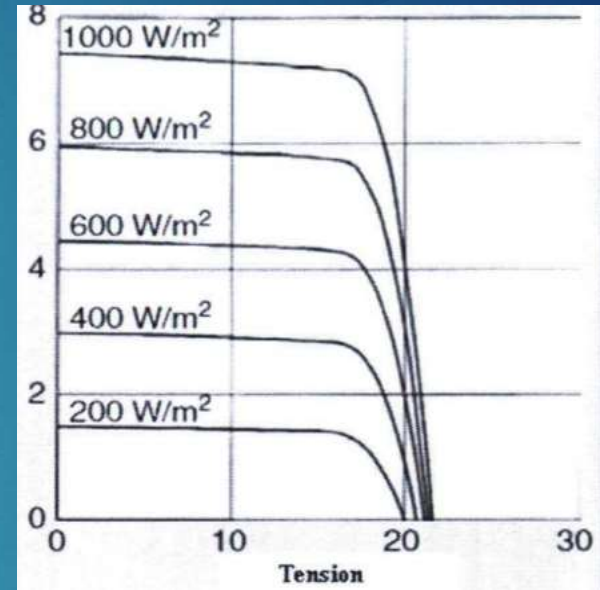
    %fprintf(file,'%0.5ft %0.5fr\n',l,V);
end;
plot(Vpv,lpv,'b.');
grid minor;
title('I en fonction de V');
axis([0 22 0 3]);
xlabel('tension en [V]');
ylabel('intensité en [A]');
hold off;

```

► Quelques facteurs influençant sur la courbe I-V




la courbe I-V aux différentes températures



la courbe I-V aux différentes irradiances

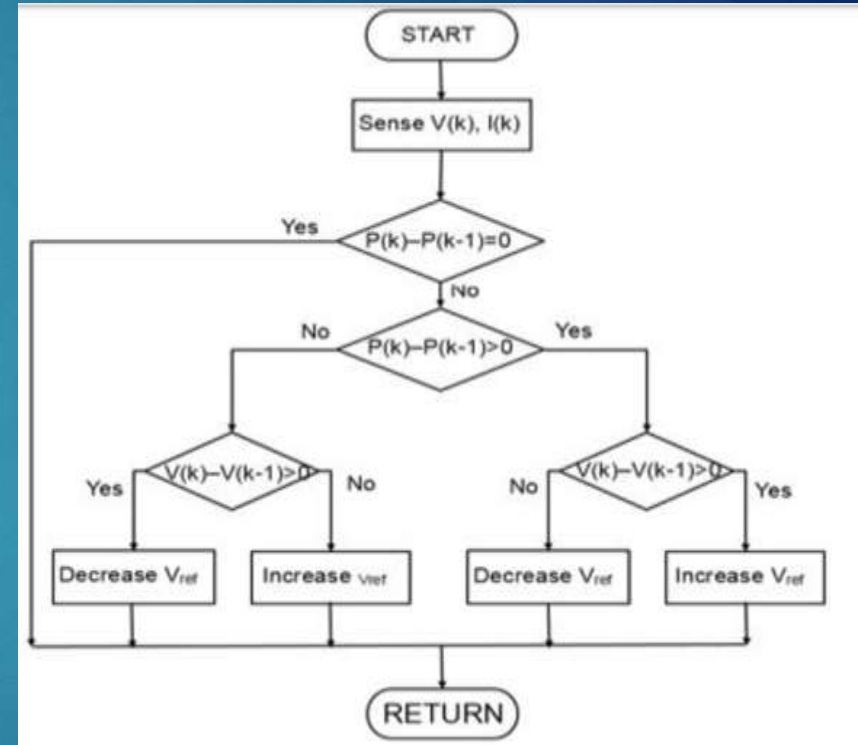
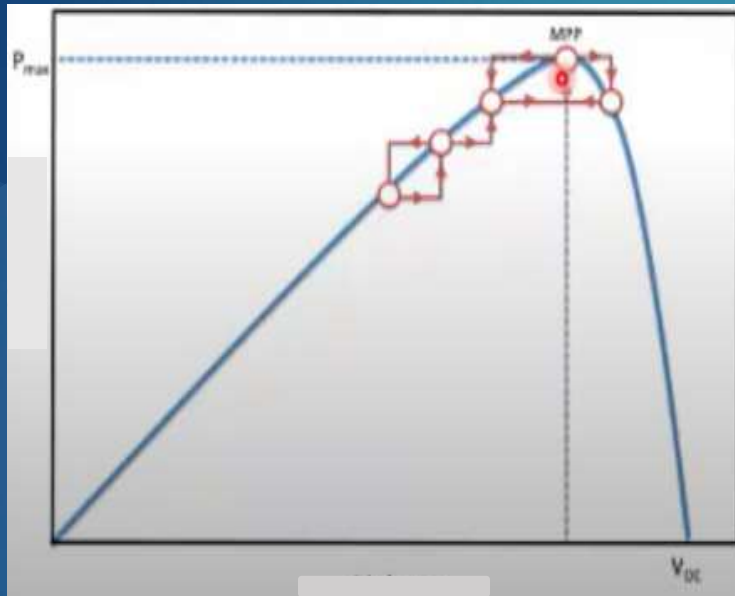


Remarques et résultats



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

Le suivi de point de puissance maximal MPPT type P&O:



► CONCLUSION

$$\eta = \frac{P_{max}}{P_{in}}$$

$$P_{max} = V_{oc} I_{sc} FF$$