

II.1 Introduction :

Le soleil peut servir de source d'énergie pour faire chauffer de l'eau, réaliser des fours solaires etc...., mais il peut aussi contribuer à la création d'électricité. En effet, on peut convertir cette énergie solaire en électricité grâce à des panneaux solaires.

Le panneau solaire sert de source, et par l'intermédiaire d'une régulation de tension ou de courant, il alimente une charge. Dans ce cas-ci, on bénéficie de la présence d'une batterie qui prend le relais des panneaux solaires lorsque ceux-ci ne sont plus éclairés et donc ne peuvent plus donner d'électricité.

Le système de régulation sert à adapter l'énergie puisée au soleil pour qu'elle convienne à la charge et réponde à toutes les exigences voulues.

Voici le schéma de base d'un système utilisant l'énergie solaire comme source d'électricité

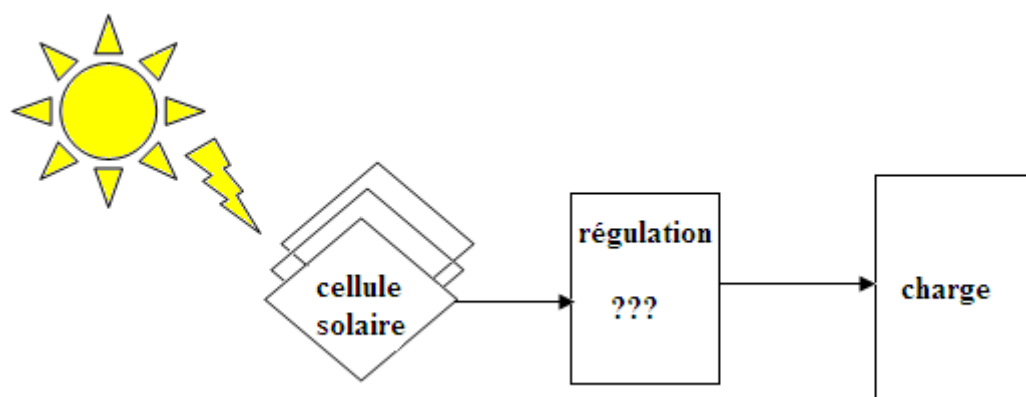


Figure (2.1) schéma de base d'une alimentation utilisant des panneaux solaires [1]

On peut voir cela sous forme de blocs, ce qui se rapproche déjà plus d'une approche électrique des phénomènes. Schéma de base d'un système Panneaux solaires – Régulation - Charge.

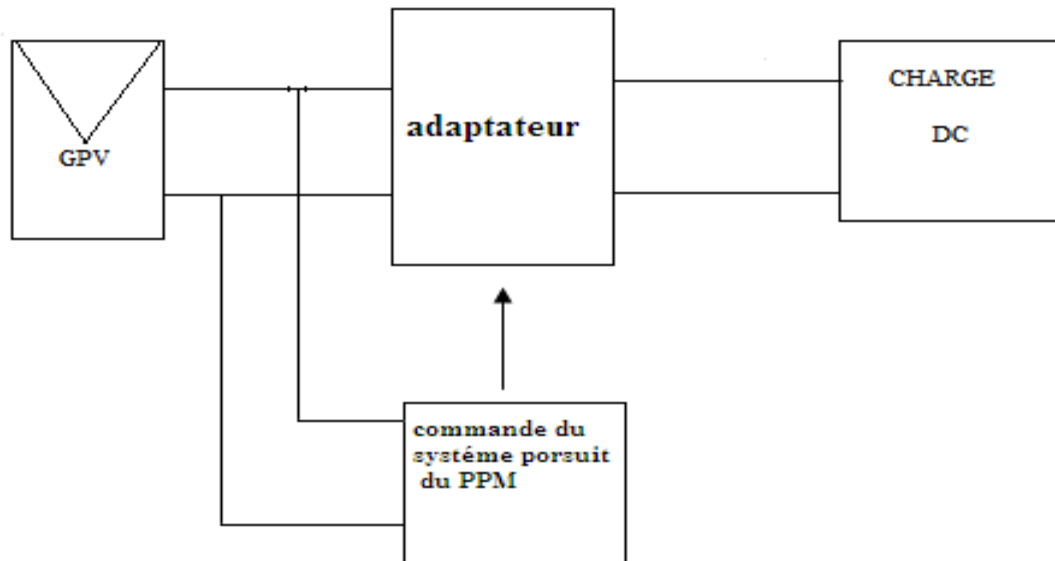


Figure (2.2) schéma de base d'une alimentation utilisant des panneaux solaires

II.2 Etage d'adaptation entre un générateur PV et une charge :

Un GPV présente des caractéristiques $I(V)$ non linéaires avec des PPM. Ces caractéristiques dépendent entre autre niveau d'éclairement et de la température de la cellule. De plus, selon les caractéristique de la charge sur laquelle le GPV débite, nous pouvons trouver un très fort écart entre la puissance potentielle du générateur et celle réellement transférée à la charge en mode connexion direct.

Afin d'extraire à chaque instant le maximum de puissance disponible aux bornes du GPV et de la transférer à la charge, la technique utilisée classiquement est d'utiliser un étage d'adaptation entre le GPV et la charge comme décrit dans la figure (2.3). Cet étage joue le rôle d'interface entre les deux éléments en assurant à travers une action de contrôle, proche possible de P_{max} disponible [2]

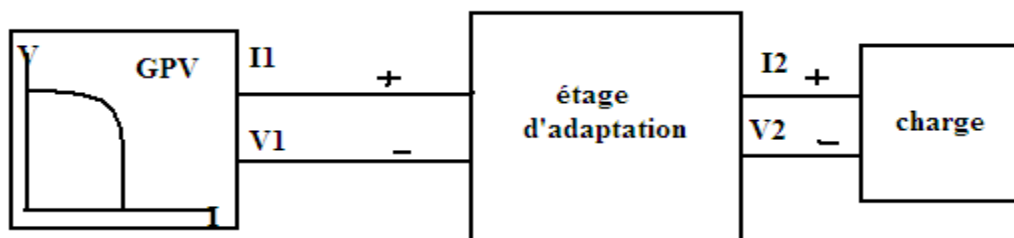


Figure (2.3) étage d'adaptation jouant le rôle d'interface de puissance entre un GPV et une charge Pour l'interface P_{MAX} du GPV

Ce dernier par le biais d'une commande spécifique est alors susceptible de permettre au générateur de délivrer sa puissance maximale notée P_{MAX} ($P_{MAX} = V_{opt} \cdot I_{opt}$, ou V_{opt} et I_{opt} représente respectivement les tensions et courants optimaux du générateur PV pour une courbe $I(V)$ donnée) tout en assurant que la tension ou bien le courant de la charge correspond bien aux caractéristiques de cette dernière.

Pour le GPV fonctionne le plus souvent possible dans son régime optimal, la solution communément adoptée est alors d'introduire un convertisseur statique qui joue le rôle d'adaptateur source-charge (voire la figure suivant)

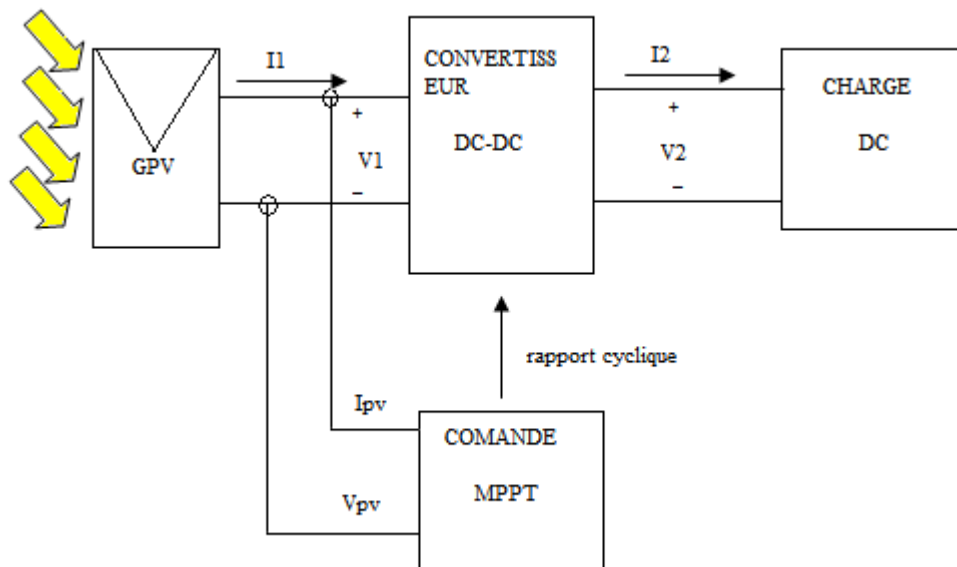


Figure (2.4) chaîne élémentaire de conversion photovoltaïque à base de transformateur DC-DC contrôlé par une commande MPPT

La figure (2.4) montre le schéma de principe décrivant les fonctions présentes dans un étage d'adaptation pour GPV réel conçu. Le principe de la commande MPPT délivre l'action de contrôle appropriée afin de suivre le point de puissance maximale en chaque instant.

Le choix de la structure de conversion est effectué en fonction de la charge DC à alimenter. Nous avons besoin de structure de conversion survoltrice ou dévoltrice en fonction de la caractéristique de cette charge. Par exemple, si nous supposons que la charge est une batterie au plomb, ce sont ses plages de tension de charge et de décharge qui vont établir la structure la plus adéquate. [2]

II.3 Quelque type des régulateurs (adaptateur) pour l'alimentation :

Il existe différentes topologies ou schémas de base pour réaliser des alimentations telles que boost, buck, buck-boost, fly back, etc. Nous avons repris ici les différences principales entre ces topologies. [1]

II.3.1 Boost :

Le boost tire son nom du mot anglais qui veut dire augmenter, passer de quelque chose de petit à quelque chose de plus grand, ici la tension. C'est un circuit élévateur. Il se compose principalement d'une self, d'un switch, d'une diode de roue libre et d'une capacité et on verra sur les autres schémas que ces composants représentent la base de nombreuses alimentations.

Parfois un transformateur viendra se greffer sur le schéma comme pour le flyback dont nous parlerons juste après.[1]

Le schéma d'un boost est le suivant :

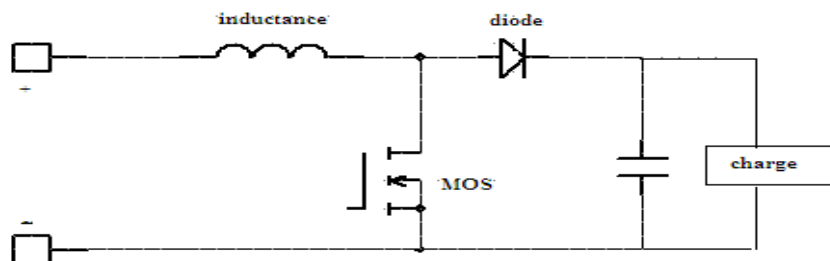


Figure (2.5) structure de convertisseur boost

Le transistor (MOS) est travaillé comme un Switch est en parallèle et la diode en série. La capacité sert à stabiliser la tension de sortie (entre les bornes de la charge). Quand MOS est passé le courant, la self est en charge grâce à la source de tension d'entrée. Lorsque MOS ne passe pas le courant, la tension sur l'inductance est de (tension de la charge (environ) – tension d'entrée) et en fonction du temps qu'on laissera MOS ouvert et fermé (en d'autres termes, en fonction de son duty-cycle), la tension de sortie variera proportionnellement à ce facteur. De plus, elle sera plus

grande que la tension d'entrée ; ce qui conforte l'appellation de cet hacheur parallèle qui est boost. [1]

II.3.2 Buck :

Le schéma de base de ce type figure (2.6) ici le Switch est en série, la diode est en parallèle et la self est toujours en série. La capacité de sortie est toujours là et remplit toujours la même fonction. On peut voir sur le timing la largeur du temps ON et OFF en fonction du facteur D duty-cycle.[1]

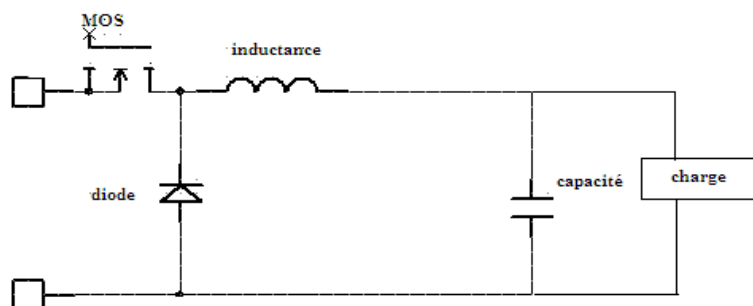


Figure (2.6) structure de convertisseur buck

II.3.3 Buck-boost :

La configuration en buck-boost se rapproche du buck mais ici, la diode et la self sont inversées et la diode est mise dans l'autre sens.

Quand MOS est fermé on charge toujours la self et lorsque ce Switch s'ouvre, la self tire le courant à travers la diode.[1]

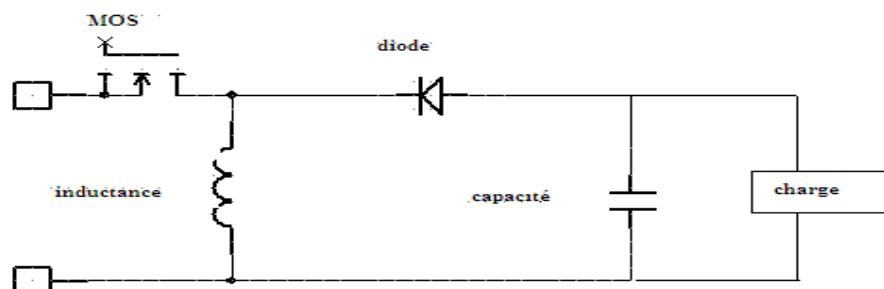


Figure (2.7) structure de convertisseur buck-boost

II.4 Etude de la commande MPPT :

II.4.1 Nécessité de la commande MPPT [3] :

Aujourd'hui, compte tenu du prix élevé des générateurs PV et du faible rendement des dispositifs de conversion photons-électrons mis en œuvre (entre 12 et 17 %), le développement de cette énergie à grande échelle nécessite avant tout une amélioration de ces systèmes de telle sorte qu'ils puissent fonctionner, à tout instant, à leur puissance maximale.

En effet, les études en simulation dans les paragraphes précédents ont bien montré que l'énergie des photons convertie en électricité est une fonction fortement variable selon l'éclairement et la température mais aussi selon la charge qui est connectée au générateur PV.

Pour remédier à cette dernière inconvénience, des lois de commandes spécifiques ont été conçues et mises au point à partir de 1968 afin de permettre à ces dispositifs de produire leur maximum de puissance électrique, quelle que soit la charge.

Ce type de commande est souvent nommé dans la littérature Recherche du Point de Puissance Maximale ou bien Maximum Power Point Tracking en anglo-saxon (MPPT).

Le principe de base, comme l'indique son nom, commun à toutes ces commandes est d'effectuer une recherche permanente du point de puissance maximale (PPM).

Ainsi, la principale fonction effectuée par ces commandes est d'assurer, à tout instant, une parfaite adaptation entre le générateur PV et sa charge fonctionnant au point de puissance max, le rôle d'interface de puissance étant assuré par un convertisseur statique.

Il existe plusieurs variantes, en fonction :

- _ du rendement électrique global de la chaîne de conversion souhaité par l'utilisateur,
- _ de la nature de la conversion de puissance permettant la connexion et l'adaptation à une charge donnée (DC-DC, DC-AC), du raccordement à un réseau électrique local ou non et de la quantité de puissance à fournir ainsi que de sa qualité,
- _ des conditions d'utilisation de l'énergie **PV** dans différentes applications qui peuvent être soit terrestres, soit spatiales,

_ de la précision de la recherche du PPM, de sa rapidité, de sa robustesse vis-à-vis des différentes perturbations du système. [3]

II.4.2 Les première types de commande MPPT [2] :

L'algorithme mis en œuvre dans les premières MPPT conçues relativement simple. En effet, les capacités des microcontrôleurs disponibles à cette époque étaient faibles et les applications, surtout destinées au spatial avaient beaucoup moins de contraintes en variation de température et d'éclairement que les applications terrestres.

Appliqué au photovoltaïque, la commande exposée dans cet article est basé e sur un algorithme de contrôle adaptatif, permettant de maintenir le système à son point de puissance maximum (PPM). Ce dernier est représenté en figure (2.8) et peut être implanté entièrement en numérique. [2]

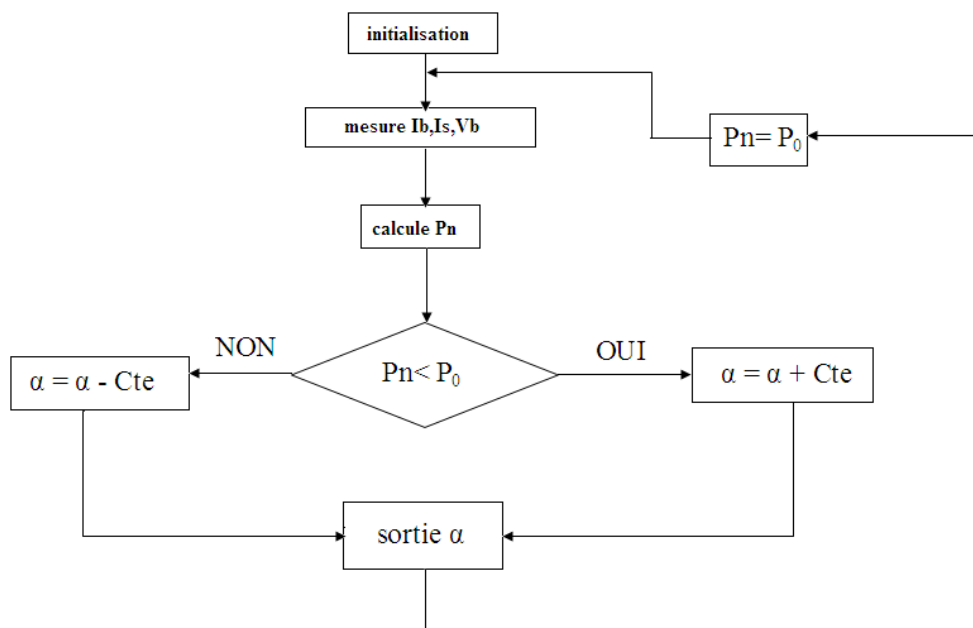


Figure (2.8) principe classique d'une MPPT pouvant être implantée en numérique [2]

Le système démarre d'un rapport cyclique initiale α_0 et d'une puissance P_0 après avoir effectué la mesure de courant I_b et la tension V_b aux bornes de la batterie et du courant de charge I_s , le produit $[(I_b + I_s) \times V_b]$ est calculé. Ce dernier est image de la puissance instantanée P_n délivrée par le générateur PV à l'instant où la mesure a été effectué.

Cette image est alors comparée à la puissance P_0 , si P_n est inférieure à P_0 , alors α est incrémenté, sinon α est réduit. Une fois α modifié, P_0 prend la valeur P_n et on effectue une nouvelle mesure de I_b , V_b et I_s pour calculer la nouvelle puissance P_n .

Ainsi, par un algorithme numérique de recherche, on peut régler la précision de cette commande de façon à obtenir un rendement MPPT proche de 100% en fonction de l'algorithme implanté. De plus, le temps de calcul de la MPPT est directement fonction de l'algorithme implanté ainsi que des performances du microprocesseur.

II.4.3 Principe de fonctionnement d'une commande MPPT [2] :

Nous devons chercher le point de puissance maximal, pour cela nous comparons un point de puissance (P_2) mesuré à l'instant (t) avec un point de puissance (P_1) mesuré à l'instant ($t-1$) (figure 2.9).

Si $P_1 < P_2$, la dérivée est positive, cela signifie que nous nous rapprochons du point de puissance maximal.

Si la dérivée est négative, cela veut dire que nous avons dépassé le point de puissance maximal.

Ainsi, au démarrage du système, la recherche de PPM se fait progressivement, en cherchant le premier maximum.

Les commandes MPPT présentant finalement un bon compromis de rendement en statique et dynamique mais aussi de robustesse sont basées sur une continue évaluation de la puissance et une comparaison avec l'état à l'instant précédent. [2]

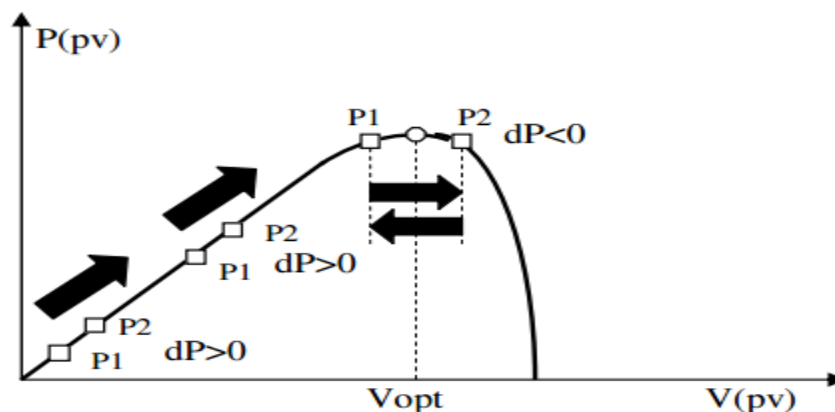


Figure (2.9) principe de fonctionnement d'une commande MPPT [2]

Cependant, pour la plupart des commandes MPPT, pour arriver à converger dans de bonnes conditions, quel que soit l'algorithme, il faut que les courbes de puissance délivrées par le générateur soient constantes ou lentement variables. Si cette hypothèse n'est pas respectée (changements brutaux des conditions de fonctionnement) le système peut diverger.

Nous avons répertorié les différents problèmes qui peuvent survenir :

La puissance délivrée par le générateur peut présenter plusieurs maximums. Cela peut se produire, en particulier, lorsque les diodes de protections (diodes by-pass) des cellules PV associées en série ou en parallèle se ferment.

Des changements brutaux d'éclairement et de charge peuvent survenir à tout moment sans que la fréquence de ces changements soit prévisible. Ainsi, le générateur peut à tout instant avoir sa courbe de puissance modifiée et donc son PPM comme l'illustre la figure (2.10). Le point de fonctionnement (P1) se trouve sur la partie montante de la courbe de puissance 1 avant le changement d'éclairement. Suite à la variation d'éclairement, le point de fonctionnement passe de P1 à P2 qui se trouve sur la courbe de puissance 2. En comparant la puissance P2 et P1, on en déduit une dérivée négative, donc on inverse le sens de poursuite pensant avoir dépassé le point de puissance maximum, ici la commande MPPT perd momentanément le PPM. De plus, le changement du sens de la poursuite fait éloigner encore plus le point d'opération du PPM. [11]

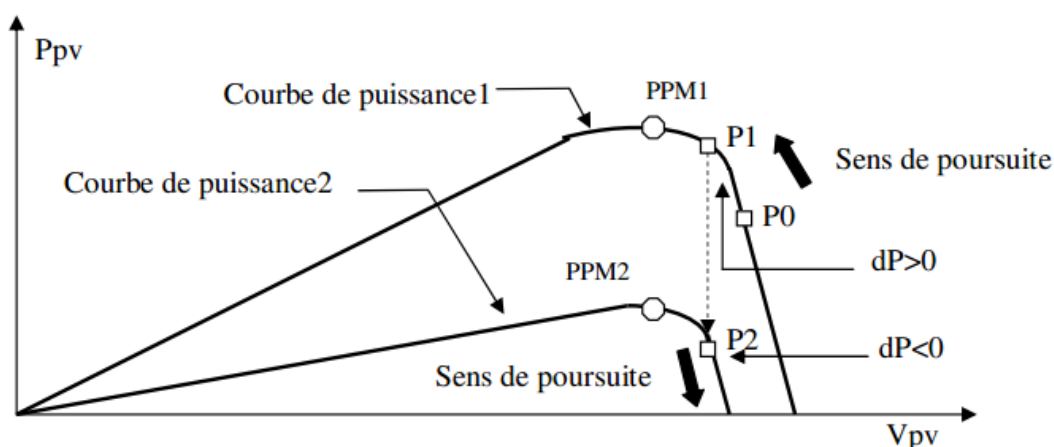


Figure (2.10) changement d'éclairement et conséquence sur les courbes de puissance d'un générateur PV ainsi que sur l'adaptation source-charge[11]

II.5 Les différents types de l'algorithme [1] :

Plusieurs algorithmes de tracking ont été proposés par les chercheurs. L'algorithme "Perturber et observer" (P&O : Perturbe-and-Observe) est bien connu et il continue à être la méthode la plus employée dans les modules MPPT commerciaux vu son rendement.

Différentes méthodes et stratégies de tracking existent dans la littérature, parmi lesquelles nous retenons celles qui coûtent moins cher pour être brièvement discutées, à savoir les algorithmes :

- Perturber et observer (P&O : Perturbe-and-Observe)
- Tension constante (CV : Constant Voltage)
- Accroissement de la conductibilité (INC : INcremental Conductance)
- Capacité parasite (PC : Parasitic Capacitance)
- logique floue

Le rendement d'un module MPPT est défini comme suit :

$$\eta = \frac{\int_0^t P_m(t) dt}{\int_0^t P_{max}(t) dt} \quad (II.1)$$

avec P_m , la puissance mesurée produite par les panneaux photovoltaïques sous le contrôle du MPPT et P_{max} , la puissance maximale qu'ils pouvaient produire sous la même température et le même ensoleillement. [1]

II.5.1 Algorithme perturber et observer:[1]

La méthode de perturbation et observation (P&O) est une approche largement répandue dans la recherche du MPPT parce qu'elle est simple et exige seulement des mesures de tension et du courant du panneau photovoltaïque V_{pv} et I_{pv} respectivement; elle peut dépister le point maximum de puissance même lors des variations de l'éclairement et la température. Comme son nom l'indique, la méthode

P&O fonctionne avec la perturbation de la tension V_{pv} et l'observation de l'impact de ce changement sur la puissance de sortie du panneau PV. La figure (2.11) représente l'algorithme de la méthode P&O. À chaque cycle, V_{pv} et I_{pv} sont mesurés pour calculer $P_{pv}(k)$. Cette valeur de $P_{pv}(k)$ est comparée à la valeur $P_{pv}(k-1)$ calculée au cycle précédent.

Si la puissance de sortie a augmenté, V_{pv} est ajustée dans la même direction que dans le cycle précédent. Si la puissance de sortie a diminué, V_{pv} est ajustée dans la direction opposée que dans le cycle précédent. V_{pv} est ainsi perturbée à chaque cycle de MPPT. Quand le point de puissance maximale est atteint, V_{pv} oscille autour de la valeur optimale $p_{v MP V}$. Ceci cause une perte de puissance qui augmente avec le pas de l'incrément de la perturbation. Si ce pas d'incrément est large, l'algorithme du MPPT répond rapidement aux changements soudains des conditions de fonctionnement. [1]

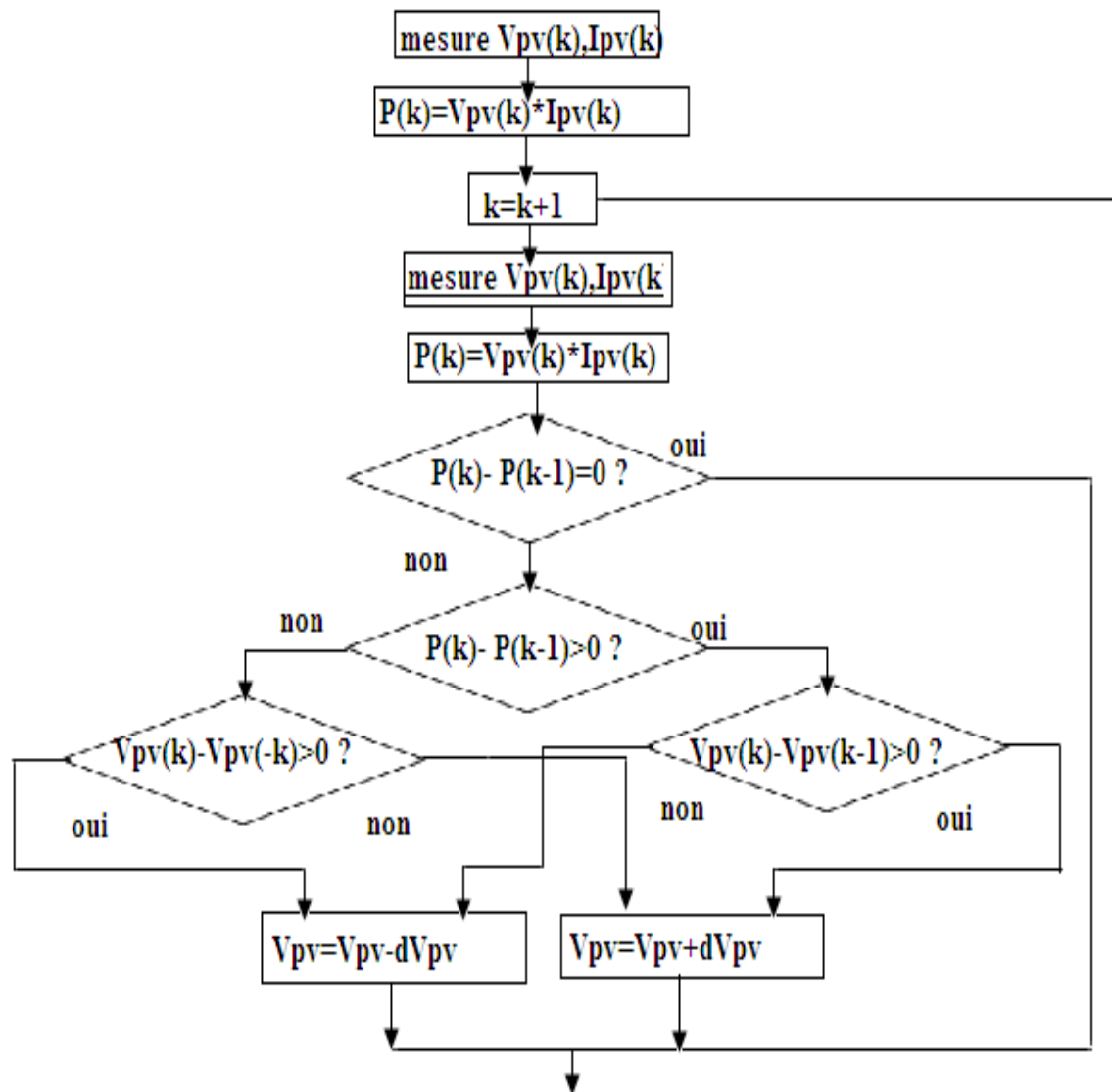


Figure (2.11) : Organigramme de la méthode de perturbe et observe (P&O). [1]

L'inconvénient de la technique de (P&O) est celui en cas de changement rapide des conditions atmosphériques tel qu'un nuage mobile ; cette méthode peut déplacer le point de fonctionnement dans la direction fautive comme représenté sur la figure (2.12).

Au commencement, la tension de fonctionnement du convertisseur est au point (1), qui est le point de puissance maximale.

Supposant qu'une perturbation déplace le point de fonctionnement vers le point (2).

Pendant cette période de perturbation, l'éclairement a augmenté de I_{r1} à I_{r2} . Ceci mène à une augmentation de la mesure de puissance de sortie du convertisseur de P_{pv1} à P_{pv2} . Cependant, le point de puissance maximale à cet éclairement est au point (4), qui

correspond à une puissance maximale $P_{pv, \max}$, I_{r2} . Dans la perturbation suivante, l'algorithme de P&O incrémentera la tension de fonctionnement du convertisseur (MPPT) bien plus loin à droite vers le point (3), et encore une augmentation de la puissance du convertisseur sera mesurée si l'éclairement a augmenté de I_{r2} à I_{r3} avec le nouveau point de puissance maximale au point (5). De cette façon, l'algorithme de P&O continuera à déplacer le point de fonctionnement du convertisseur plus loin du point maximum réel de puissance, et encore plus de puissance sera perdue. Cet ajustement incorrect continuera jusqu'à ce que le changement de l'éclairement ralentisse ou se stabilise. Un autre inconvénient de cette méthode est l'oscillation autour du point de puissance maximale dans les conditions de fonctionnement normales.[1]

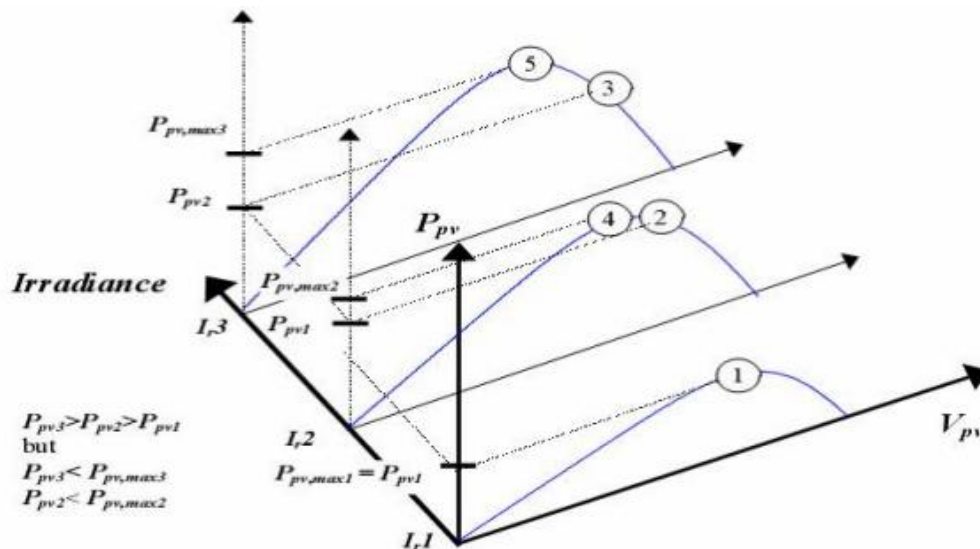


Figure (2.12) : divergence de la méthode P&O [1]

La première solution à ce problème est d'augmenter la vitesse d'exécution en employant un microcontrôleur plus rapide.

La deuxième solution est de vérifier n'importe quel changement rapide d'irradiation en vérifiant la valeur de $\frac{dI_{pv}}{dt}$ et en neutralisant l'ajustement de tension si le changement de $\frac{dI_{pv}}{dt}$ dépasse une limite. [1]

II.5.2 Algorithme tension constante (constante voltage MPPT) [1]:

Le CV-MPPT est facile à mettre en œuvre et est le moins coûteux pour les systèmes

Photovoltaïques.

Plusieurs études ont montré que le rapport entre la tension optimale (pour laquelle la puissance débitée est maximale) et celle en circuit ouvert est approximativement constant.

Ceci est la base du fonctionnement à tension constante qui peut être interprété par l'expression suivante :

$$\frac{V_{op}}{V_{oc}} \cong K_{cv} < 1 \quad (II.2)$$

titre indicatif, pour des ensoleillements supérieurs à 200 W/m, ce rapport se situe entre 83.2% et 84.3 % ; le schéma de la figure qui suit montre cette situation pour le panneau photovoltaïque.

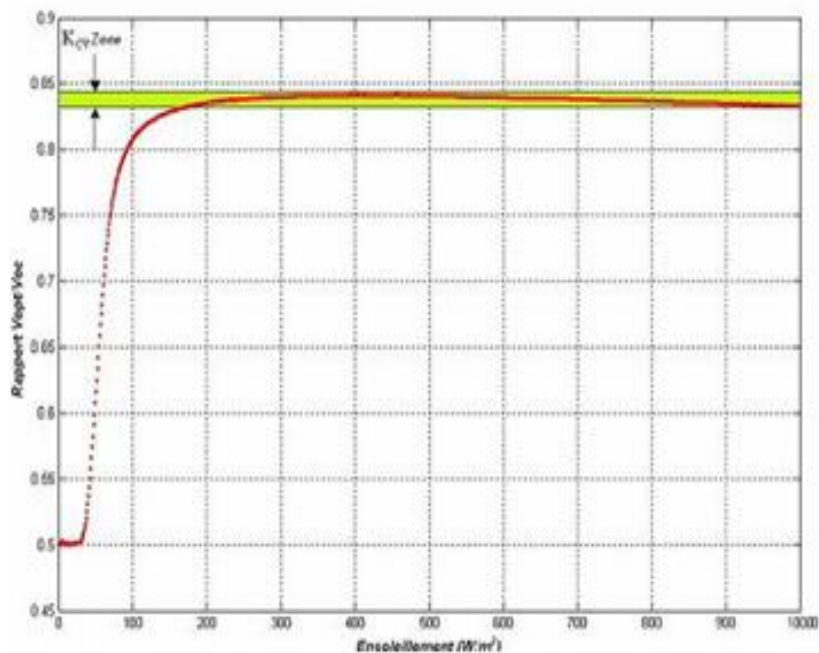


Figure (2.13) : Rapport entre V_{OP} et V_{OC} en fonction de l'ensoleillement [1]

Bien que cette méthode soit extrêmement simple, il est difficile de choisir la valeur optimale de la constante K_{CV} . La littérature donne un intervalle de 70 % à 85 % comme bande de valeurs de la constante K_{CV} . L'algorithme CV-MPPT est simple à mettre en œuvre; le panneau solaire est temporairement isolé du MPPT pour faire la

mesure de V_{OC} . Ensuite, le MPPT corrige le point de fonctionnement en utilisant l'équation (2). Cette opération est répétée constamment pour mettre à jour la position du point de fonctionnement.

Il est également possible d'utiliser l'algorithme CC-MPPT (Constant Current MPPT) qui permet d'obtenir un rapport constant du courant de PPM sur le courant de court-circuit.

Pour mettre en application cet algorithme, un commutateur est relié aux bornes de l'entrée du convertisseur[4].

Quand ce commutateur est activé, le courant de court-circuit est mesuré et le courant de PPM est calculé. Par la suite, le courant de sortie du module photovoltaïque est ajusté par le MPPT jusqu'à ce que le point de fonctionnement atteigne le PPM, ce fonctionnement est répété constamment.

Cependant, le contrôle avec un CV-MPPT est normalement favorisé en raison de la facilité relative de mesurer des tensions, et la mise d'un panneau en circuit ouvert est plus simple que de le mettre en court-circuit.

Dans les algorithmes CV-MPPT ou CC-MPPT, nous pouvons utiliser de petites cellules pilotes.

Les mesures instantanées de la tension en circuit ouvert ou le courant de court-circuit sont faites sur ces cellules solaires qui ont les mêmes caractéristiques que les cellules du générateur.

Les mesures sur les cellules pilotes peuvent être employées par le MPPT pour faire fonctionner le générateur à son maximum de puissance. Ceci nous permet d'éliminer les pertes de puissance causées par les mesures de (V_{OC}) ou de (I_{SC}). En outre, cette méthode a un inconvénient logistique parce que les paramètres des cellules constituant le générateur et les cellules pilotes doivent être les mêmes. Ainsi, l'utilisation de cellules supplémentaires augmente le coût du système. [1]

II.5.3 Algorithme accroissement de la conductibilité (INC-MPPT)[1] :

La méthode d'incrémentation de la conductance a été proposée pour éviter les inconvénients

de la méthode P&O de recherche du MPPT.

Elle est basée sur le fait que la dérivée de la puissance de sortie P_{pv} par rapport à la tension de panneau V_{pv} est égale à zéro au point maximum de puissance.

Ceci mène à l'ensemble d'équations suivantes:

$$\frac{\partial P_{pv}}{\partial V_{pv}} = \frac{\partial (I_{pv} V_{pv})}{\partial V_{pv}} = I_{pv} + V_{pv} \frac{\partial I_{pv}}{\partial V_{pv}} = 0 \quad \text{Au PP} \quad (II.3)$$

$$\frac{\partial P_{pv}}{\partial V_{pv}} = \frac{\partial (I_{pv} V_{pv})}{\partial V_{pv}} = I_{pv} + V_{pv} \frac{\partial I_{pv}}{\partial V_{pv}} > 0 \quad \text{À gauche de PPM} \quad (II.4)$$

$$\frac{\partial P_{pv}}{\partial V_{pv}} = \frac{\partial (I_{pv} V_{pv})}{\partial V_{pv}} = I_{pv} + V_{pv} \frac{\partial I_{pv}}{\partial V_{pv}} < 0 \quad \text{À droite de PPM} \quad (II.5)$$

Ces équations peuvent être écrites comme :

$$\frac{\partial I_{pv}}{\partial V_{pv}} = - \frac{I_{pv}}{V_{pv}} \quad \text{Au PPM} \quad (II.6)$$

$$\frac{\partial I_{pv}}{\partial V_{pv}} > - \frac{I_{pv}}{V_{pv}} \quad \text{À gauche de PPM} \quad (II.7)$$

$$\frac{\partial I_{pv}}{\partial V_{pv}} < - \frac{I_{pv}}{V_{pv}} \quad \text{À droite de PPM} \quad (II.8)$$

Les équations ci-dessus peuvent être employées comme algorithme de commande pour commander le point de fonctionnement du convertisseur en mesurant l'accroissement de la conductance et la conductance instantanée du convertisseur $d I_{pv} / d V_{pv}$ et I_{pv} / V_{pv} respectivement.

L'organigramme de l'algorithme de commande est montré sur la figure (2.14).

Il peut être plus difficile de mettre en application cette méthode que les méthodes précédentes parce qu'elle implique des divisions dans lesquelles les dénominateurs peuvent être égaux à zéro.

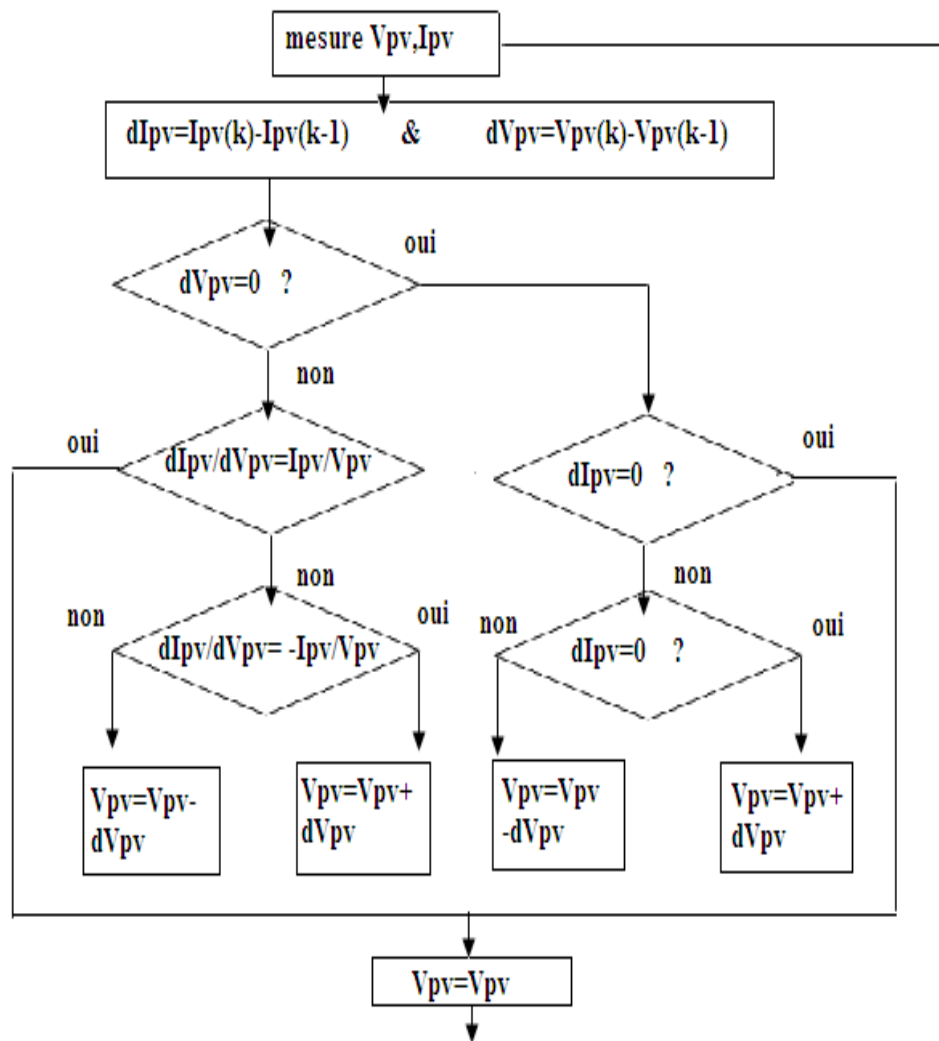


Figure (2.14): organigramme algorithme de la Méthode d'incrément de conductance [1].

En réalité, cet algorithme est une correction de l'algorithme "P&O" puisqu'il est capable de calculer la direction dans laquelle la perturbation du point de fonctionnement devrait être pour atteindre le MPP, et il peut aussi déterminer l'atteinte du MPP.

De plus, dans les conditions de changement rapide de l'ensoleillement, l'algorithme ne devrait pas prendre la mauvaise direction comme c'est le cas avec l'algorithme "P&O", et d'ailleurs, il n'oscille pas autour du MPP une fois qu'il l'atteint.

II.5.4 Algorithme capacité- parasite (PC) [1]:

L'algorithme de la capacité parasite (Parasitic Capacitance MPPT) est semblable à celui de l'incrémentation de la conductibilité (INC-MPPT) sauf que l'effet de la capacité parasite (C_p) qui modélise le stockage des charges dans les jonctions P-N des cellules photovoltaïques soit inclus.

En ajoutant cette capacité à notre modèle, en la représentant sous la forme

$I(t) = C_p \cdot dV/dt$, le nouveau modèle est exprimé selon :

$$I = I_{ph} - I_s \left[\exp\left(\frac{V + R_s I}{V_r}\right) - 1 \right] \cdot \frac{V + R_s I}{R_p} + C_p \frac{dV}{dt} = F(V) + C_p \frac{dV}{dt} \quad (II.9)$$

L'équation (II.9) montre les deux composantes de (I) :

-une est fonction de la tension, $F(V)$

-la seconde est relative au courant dans la capacité parasite.

En utilisant cette notation, l'incrémentation de la conductibilité du panneau photovoltaïque peut être définie comme étant le rapport $dF(V)/dV$ et la conductibilité instantanée peut être définie comme le rapport $-F(V)/V$. Le MPP est obtenu quand $dP/dV = 0$.

En multipliant l'équation (II.9) par la tension (V) du panneau pour obtenir la puissance électrique, puis en différenciant le résultat, l'équation de la puissance électrique au MPP sera obtenue et peut être exprimé selon :

$$\frac{dF(V)}{dV} + C_p \left(\frac{\dot{V}}{V} + \frac{\dot{V}}{V} \right) + \frac{F(V)}{V} = 0 \quad (II.10)$$

Les trois termes de l'équation (II.10) représentent l'accroissement de la conductibilité, l'ondulation induite par la capacité parasite et la conductibilité instantanée. Les dérivées première et seconde de la tension du panneau tiennent en compte de l'effet

d'ondulation alternative produite par le convertisseur. On notera que si (CP) est égale à zéro, l'équation (II.10) se simplifie et devient celle utilisée pour l'algorithme d'accroissement de la conductibilité. Puisque la capacité parasite est modélisée comme un condensateur connecté parallèlement aux bornes de chaque cellule photovoltaïque, la connexion des panneaux en parallèle augmentera la capacité globale vue par le MPPT. À partir de là, la différence entre l'efficacité de CP-MPPT et celle de INC-MPPT devrait être au maximum dans un générateur solaire de haute puissance avec plusieurs panneaux en parallèle.

II.5.5 Algorithme tracking avec model de base (model based MPPT)[1]

Si les valeurs des paramètres du modèle du panneau solaire sont connues, le courant et la tension du panneau peuvent être calculés à partir des mesures de l'ensoleillement disponible et de la température des cellules. Le maximum de la puissance peut être alors calculé directement, et la tension de fonctionnement du panneau pourrait être asservie à V_{OP} .

Cet algorithme s'appelle généralement le tracking avec modèle de base (Model Based MPPT) mais il n'est pas pratique parce que les paramètres des panneaux photovoltaïques ne sont pas connus avec une bonne exactitude et ils peuvent changer de manière significative entre les modules du même fabricant. En outre, le coût d'un pyranomètre rend le coût de cet MPPT inadmissible.

II.5.6 Algorithme de MPPT en Logique Floue [3] :

la théorie du flou permet « la modélisation et le traitement rigoureux d'informations imprécises, incertaines et subjectives ». Elle permet d'approximer des fonctions non-linéaires. C'est donc une théorie tout à fait adaptée au problème d'optimisation que nous avons à traiter dans ce projet. Nous avons en effet à faire une fonction P fortement non linéaire et à des capteurs qui ne peuvent avoir une précision infinitésimale.

Lors de nos recherches bibliographiques, deux démarches ont retenu notre attention. Celles-ci reposent sur l'observation en temps réel de deux critères que sont l'écart E de dP/dV par rapport à la valeur recherchée (c'est-à-dire 0) et la variation CE de cette écart. Dans chacune de ces démarches, un convertisseur est utilisé. Ces

critères après inférence (explicitée dans le schéma ci-dessous tiré permettent de construire une valeur D qui est le rapport cyclique du convertisseur. Cette valeur D aboutit à la détermination de la valeur VMPPT à chaque instant.

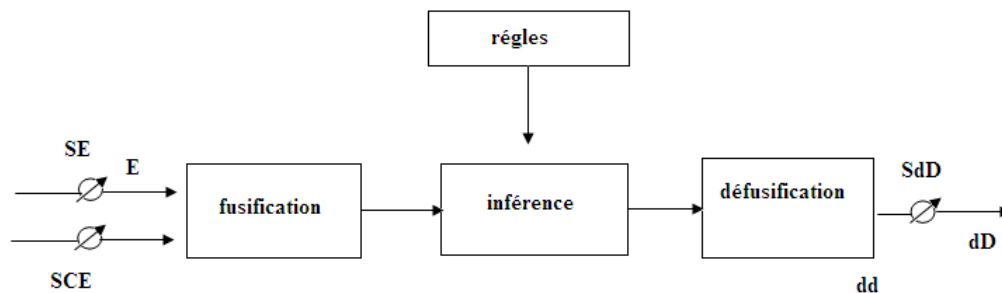


Figure (2.15) schéma explicatif de l'algorithme en logique floue[3]

La fuzzification désigne le processus de détermination du degré d'appartenance à chaque partition floue. L'inférence désigne l'utilisation des règles déclenchées par les différentes entrées fuzzifiées. La défuzzification désigne le passage des valeurs floues de sorties à une valeur finale nette.

Ces procédés sont communs à toutes les approches de floues étudiés à l'UTC (excepté la défuzzification qui n'est pas nécessairement utilisée). Ils ont donc servis de base pour nos travaux qui vont maintenant être présentés. [3]

II.6 Conclusion :

Dans ce chapitre, une analyse théorique montre que le choix optimal de point de fonctionnement par plusieurs méthodes présentées sont particulièrement approprié où les variations rapides de l'éclairage se produisent en raison des conditions climatiques. Mais il existe des inconvénients de cette technique, tel que celui du cas de changement rapide des conditions atmosphériques (nuage mobile) ; dans ce cas, cette méthode peut déplacer le point de fonctionnement dans une direction fautive par rapport à l'ondulation et l'influence de la changement de rapport cyclique avec de le point de fonctionnement

Nous avons choisis la méthode d'algorithme P&O pour notre projet .

