



ANALYSE DU GAIN DE PRODUCTION DES TRACKERS

Site pilote de démonstration à EVREUX dans l'Eure.

3 trackers R T I type DST 12x180Wc monocristallins



Date du rapport : 12/07/2012

Date de mise en service de l'installation : 13/02/2011

Compteur totalisateur de l'onduleur au 13/02/2012 : **8.290 Kwh** Prévissionnel annuel R T I : **8 097 Kwh**

Puissance crête de l'installation : **6,48 Kwc** soit rendement de **1279 kwh/kwc**

Centrale d'acquisition de données sur automate programmable Schneider et superviseur R T I.

Note :

Les relevés de puissance de l'installation par ailleurs télétransmis vers SMA, organisme extérieur et indépendant de RTI sont vérifiable sur le site SMA.
(Voir lien sur www.rti.fr)

Mise à jour le 9/01/2013

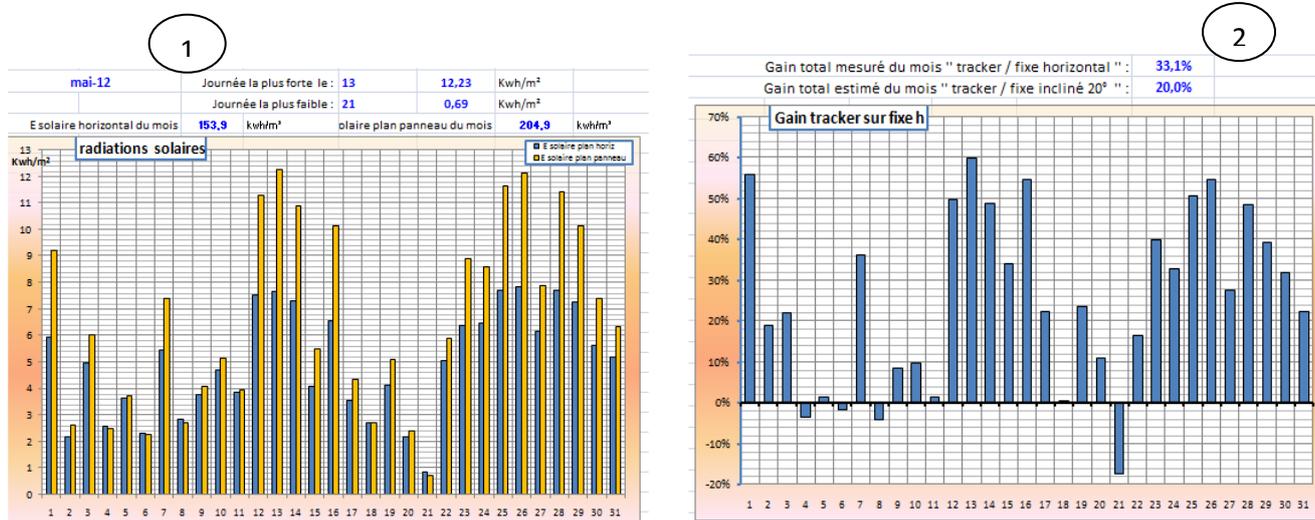
ANALYSE DU GAIN DE PRODUCTION DES TRACKERS

Beaucoup de chiffres sont annoncés souvent sans fondements lorsqu'on parle de gain de production des trackers (certains annoncent 10%, pendant que d'autres parlent de plus de 30 ou 40%) et il me paraît important d'expliquer comment ces gains sont formés. Nous avons donc installé une cellule solaire embarquée sur un trackers mono-axe RTI et une cellule fixe en toiture du bâtiment voisin. Les relevés des mesures sont automatisés et mémorisés dans un automate programmable Schneider qui télécharge les relevés dans un fichier journalier géré par un superviseur RTI sur un PC serveur. En parallèle et en redondance, la production photovoltaïque est enregistrée et téléchargée par le fournisseur de l'onduleur (SMA) qui permet un recouplement des mesures en toute indépendance de RTI.

Notre expérience s'appuie sur les campagnes de mesures de la radiation solaire réalisées par 2 cellules pyranométriques installées sur les trackers mono-axe du site pilotes de RTI à EVREUX en Normandie, orientés plein sud et inclinés 20°, l'une dans le plan des panneaux sur l'un des trackers, l'autre est fixée en toiture dans le plan horizontal. Nous appellerons CTR la cellule solidaire du tracker, et CFH la cellule fixe horizontale. Les barre-graphes mensuels représentent le cumul journalier de l'énergie reçue, courbe 1, couleur orange pour CTR et bleu pour CFH, exprimés en kWh/m². Le gain mensuel tracker courbe 2, exprime la différence de l'énergie reçue de chaque journée entre le tracker et le fixe, en % du fixe. Le graphe journalier de la radiation solaire, courbe 3, reçue par CTR est tracé en rouge et celui de CFH en bleu, l'échelle de temps est en heures solaires. La lecture des cellules est exécutée par l'automate toutes les 15 secondes et la moyenne est enregistrée toutes les 15 minutes et exprimés en W/m². La courbe de gain de radiation tracker, courbe 4, est exprimée % de la radiation horizontale $[(CTR-CFH)/CFH]$. Il n'y a pas de cellule installée en fixe incliné 20° sur cette installation ; nous pourrions estimer le gain d'une installation fixe à inclinaison équivalente au tracker par calcul à partir des mesures du plan horizontal. Nous vous présentons ci-après quelques courbes significatives parmi les enregistrements réalisés pendant la campagne de mesure.

Nota : Les courbes ci-dessous sont extraites de notre logiciel RTI de suivi de production pour centrales photovoltaïques.

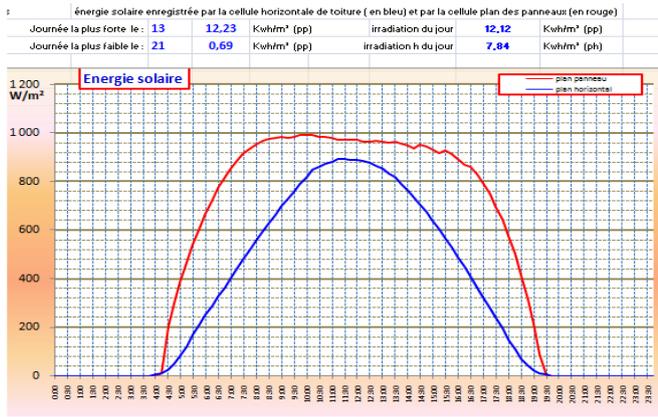
Les enregistrements du mois de mai 2012



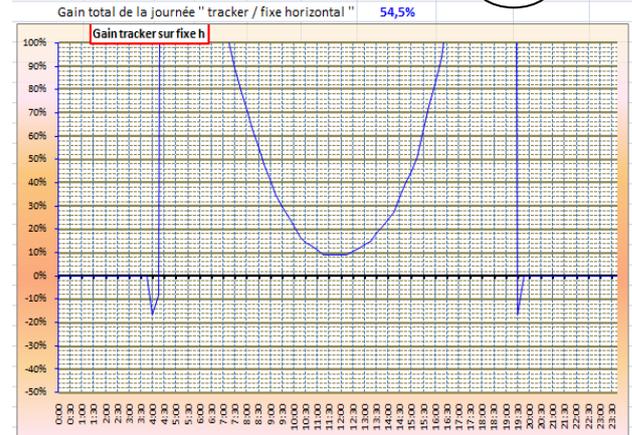
L'écart de l'énergie cumulée au mois de mai 2012 reçue par les trackers à Evreux représente **33,1%** de l'énergie reçue par la cellule fixe horizontale ; retraité par calcul on peut estimer cette production supplémentaire à **20,0%** de la production d'une centrale au sol fixe à inclinaison identique.

Analyse d'une journée bien ensoleillée d'été Le 26/5/2012 (ciel azur)

3



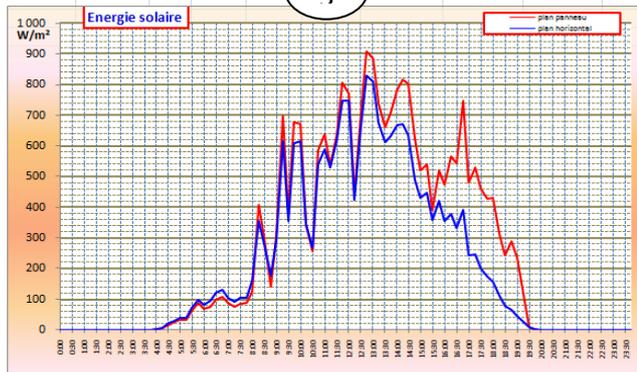
4



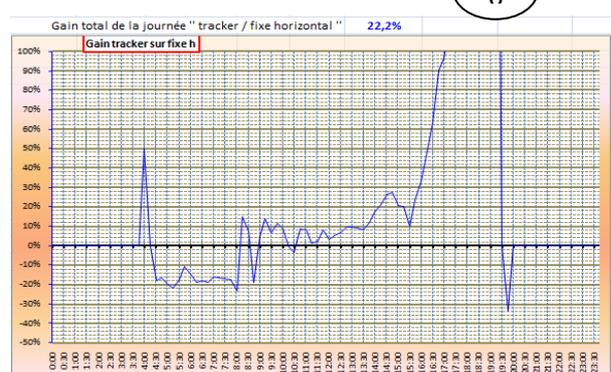
La courbe rouge de CTR monte en puissance dès le matin pendant que la courbe CFH du fixe monte progressivement jusqu'à son maximum à midi solaire. L'écart mesuré en pourcentage est montré sur le graphique 4 et dépasse largement 100% en début et en fin de journée ; la moyenne s'élève à 54,5% pour cette journée ensoleillée.

Analyse d'une journée moyennement ensoleillée Le 31/5/2012 (bonne luminosité mais ciel voilé)

5



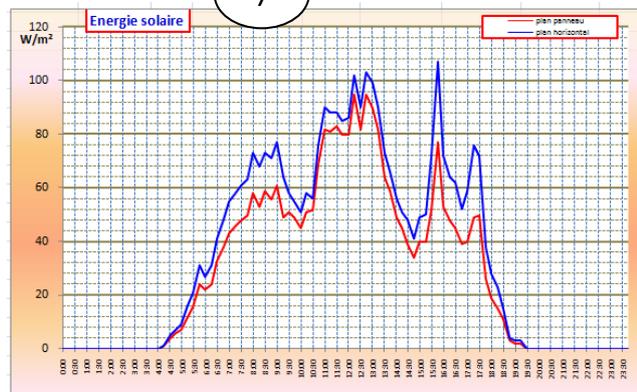
6



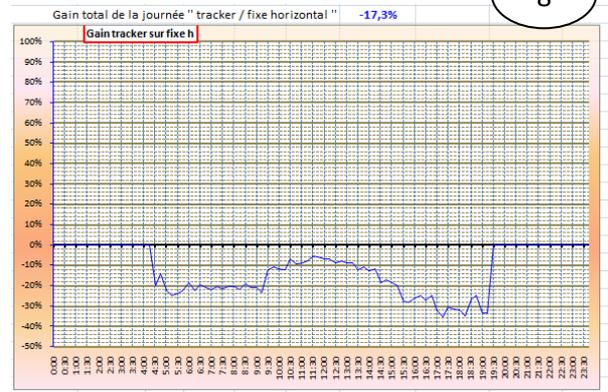
Le rayonnement direct devient largement minoritaire sous un ciel voilé ; sur cette journée le voile s'est dissipé en fin d'après-midi ; le gain de la journée est encore de 22,2% de CFH.

Analyse d'une journée très nuageuse Le 21/5/2012 (moins de 100 W/m²)

7



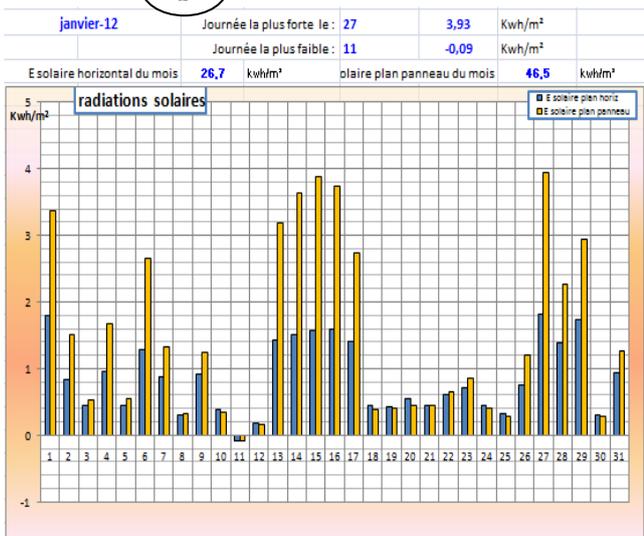
8



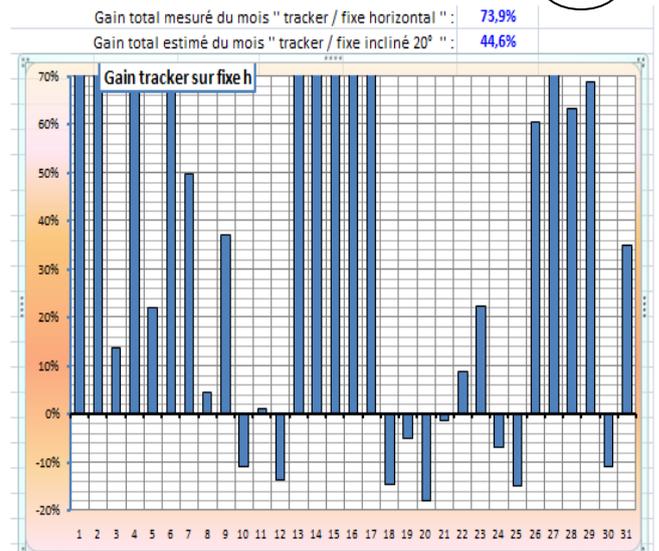
La cellule fixe horizontale capte légèrement plus d'énergie diffuse qui arrive de toute part alors que la cellule du tracker est inclinée et masque une partie de son horizon. On aurait un résultat proportionnel entre une cellule fixe inclinée 20° et la cellule fixe horizontale, mais les quantités d'énergie en jeu sont beaucoup plus faibles (environ 60 W/m²) que pour des journées ensoleillées.

Les enregistrements du mois de janvier 2012

9



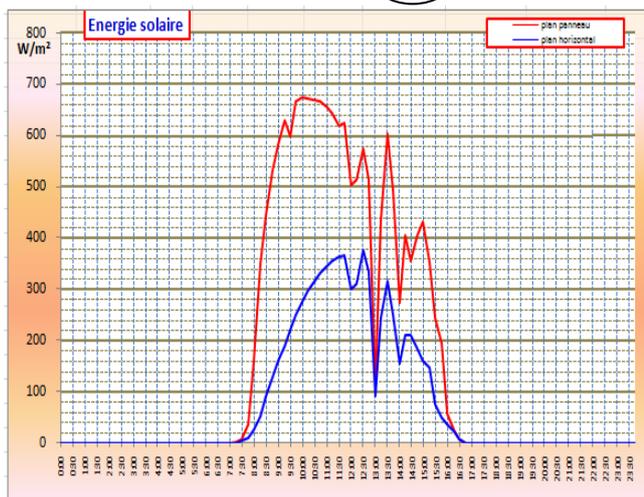
10



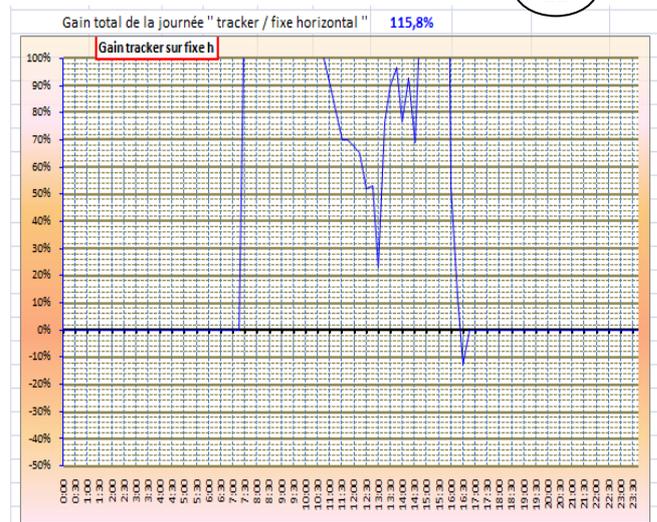
En hiver, la hauteur solaire est très faible (moins de 18° à midi à Evreux les 21 décembre) ce qui influe largement sur l'angle incident et par conséquent sur le rendement des centrales fixes, à l'inverse des trackers qui en début et en fin de journée d'hiver conserve un angle incident presque aussi faible qu'en été. On voit nettement sur la courbe 9 la différence de récupération d'énergie entre le tracker et le fixe. Les journées ensoleillées d'hiver procure un avantage de plus de 80% aux trackers par rapport au fixe horizontal (courbe 10). Au total, l'écart de l'énergie cumulée au mois de janvier 2012 reçue par les trackers à Evreux représente **71,9%** de l'énergie reçue par la cellule fixe horizontale ; retraité par calcul on peut estimer cette production supplémentaire à **44,6%** de la production d'une centrale au sol fixe à inclinaison identique.

Analyse d'une journée ensoleillée d'hiver le 27/01/2012 (ciel azur avec quelques nuages en début d'après-midi)

11

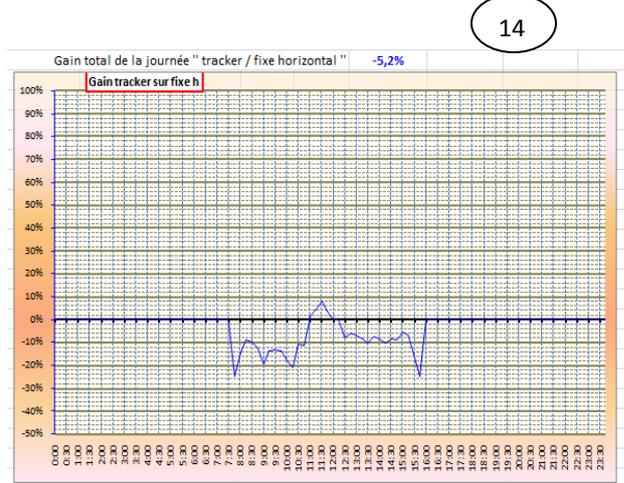
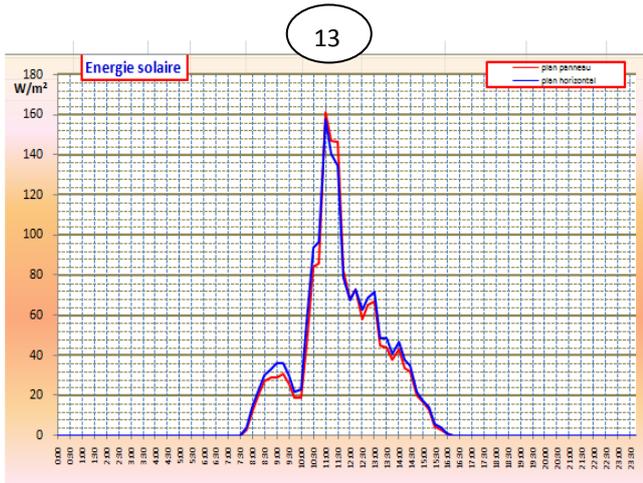


12



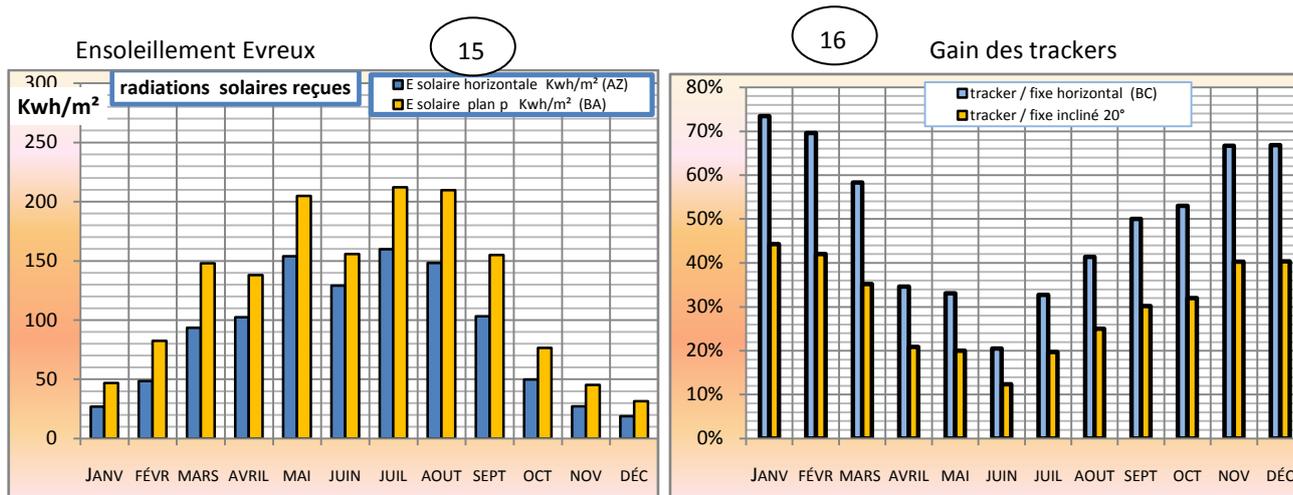
La courbe rouge de CTR monte bien la récupération en quantité beaucoup plus importante que la CFH bleue du fixe (courbe 11) et montre une différence très marquée par rapport à l'allure des courbes d'été ; la courbe atteint un maxi à 680 W/m² sur le tracker, alors que le maxi fixe atteint 380 W/m². L'écart mesuré en pourcentage est montré sur le graphique 12 et dépasse 200% sous un ciel azur ; au global, il s'élève en moyenne à 115,8%, pour cette journée ensoleillée d'hiver malgré un passage nuageux vers 13h solaire.

Analyse d'une journée nuageuse d'hiver le 19/01/2012



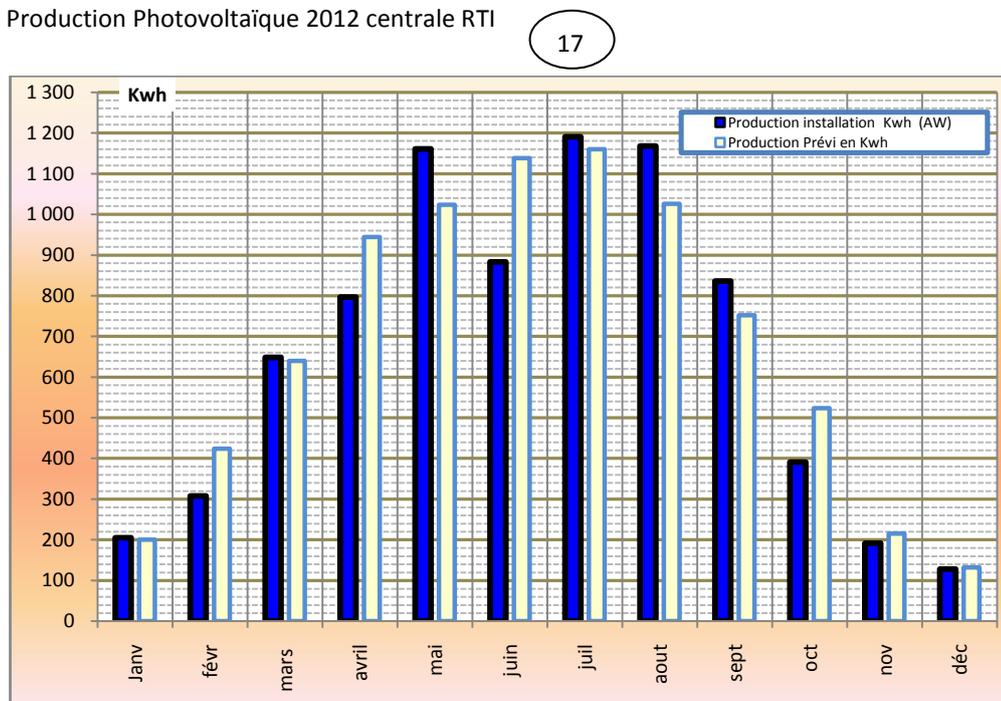
La courbe rouge de CTR est souvent confondue avec la bleue de CFH, voire parfois en dessous. La luminosité est très faible et s'établit à moins de 60 W/m² sauf un pic jusqu'à 160 W/m² en milieu de journée pour cette date. L'écart mesuré en pourcentage et montré sur le graphique 14 est souvent négatif (sauf pendant la période de midi); au global, il s'élève à -5,2% pour cette journée nuageuse d'hiver. Cette remarque va nous permettre d'introduire une modification dans l'automatisme de contrôle de position pour optimiser encore le rendement des trackers par temps sombre. (sous couverture nuageuse, il peut être intéressant d'orienter le tracker vers la direction la plus clair dans le ciel, qui ne correspond pas obligatoirement à la position solaire). Un contrôle supplémentaire pourra être mis en place avec une cellule fixe inclinée 20° orientée Est et une cellule fixe inclinée 20° orientée Ouest.

Les enregistrements annuels de 2012



La campagne de mesure a débuté en novembre 2011. Le retour d'expérience concerne l'année 2012, sachant que les mois de février et avril ont été moins ensoleillés que la normale, et que juin 2012 a été très déficitaire en Normandie (voir courbe 17 de production RTI en bleu et prévisionnel en jaune). La courbe 15 montre les valeurs de l'énergie reçue pour chaque mois exprimées en kwh/m² en orange pour le tracker et en bleu pour le fixe horizontal. La courbe 16 indique les écarts exprimés en pourcentage de CFH en bleu (de 70% en janvier à 20% en juin) et en % de fixe incliné 20° en orange (de 43% en janvier à 13% en juin). En moyenne sur l'année **2012**, le gain du tracker s'établit à 41,8% sur le fixe horizontal et à **25,2%** sur le fixe incliné 20° à **Evreux**, pour une saison inférieure à la normale. On peut estimer que sur une saison normalement ensoleillée, le gain de tracker sera très proche de 30% à Evreux.

Production Photovoltaïque 2012 centrale RTI



On voit bien sur ce graphe le déficit de production du mois de juin 2012 par rapport au prévisionnel qui se réfère à un mois de juin normalement ensoleillé en Normandie.

CONCLUSIONS

Le spectre de variation du gain de production des trackers est très large et **s'étend d'environ -10% à plus de +200%**, selon qu'on le compare à une installation fixe à différents instants de la journée, ou de l'année, ou encore de l'indice de clarté du ciel ou de la latitude du lieu d'installation.

Plus l'ensoleillement du lieu considéré est important, plus l'écart au profit du tracker est grand. En moyenne annuelle, le gain optimum d'un **tracker RTI** varie sur le territoire métropolitain d'environ **25%** pour les régions nord à plus de **35%** pour les régions sud en comparaison d'une centrale photovoltaïque fixe orientée plein sud et inclinée 20° de façon identique au tracker. Dans les mêmes conditions, le gain de tracker peut atteindre **45 à 50%** sous les régions tropicales.

Le calcul de production de l'énergie solaire convertie en électricité, réalisé au moyen de notre logiciel RTI permet de quantifier les énergies captées pour chaque angle de rotation du tracker, à chaque heure de la journée et pour chaque jour de l'année. La latitude du lieu d'installation permet de prendre en compte l'angle de déclinaison de la terre, l'ensoleillement moyen annuel, ainsi que la climatologie du site.

LE GAIN DE TRACKER N'EST PAS UN PARAMETRE DEFINI POUR UN MATERIEL DONNE.

Le gain de tracker est différent à chaque installation. Nous vous conseillons de faire une étude de productible à la fois pour l'installation à trackers et pour l'installation équivalente en fixe.

Le gain de tracker est une fonction de :

- La latitude du site d'installation
- L'ensoleillement et la climatologie du site
- La course angulaire de suivi solaire
- La fréquence de positionnement
- La densité de puissance installée et le facteur d'ombre induit.
- Les gains (non comptabilisés) de repli par temps de neige qui peuvent être très importants

Nous sommes à votre disposition pour établir les productibles selon les critères de votre installation ; orientation, inclinaison souhaitée, densité de puissance etc.... A titre d'exemple, notre centrale pilote à trackers RTI de 6,48 kwc a produit 8290 kwh (mesuré) pendant sa première année d'exploitation en 2011 soit 1279 kwh/kwc pour un prévisionnel établi par notre logiciel à 8097 kwh (1250 kwh/kwc). Dans les mêmes conditions, la même installation fixe inclinée 20° aurait produit 956 kwh/Kwc soit :

GAIN DE TRACKER : **30,7%** pour l'installation R T I à Evreux par comparaison au fixe

Les avantages du trackers, outre l'amélioration de la productivité, sont intéressants aussi pour l'amélioration de la qualité d'alimentation des réseaux publics :

- **Meilleure répartition journalière** de la production, par rapport aux centrales fixes qui génèrent des pointes de production à la mi-journée (à 14h avec le décalage de l'heure solaire, voir courbe 3).
- **Meilleure répartition saisonnière** comme montré sur la courbe 16 (le gain de tracker est maximum en hiver).

Comme pour le calcul des productibles,

LE GAIN DE TRACKER DOIT ETRE ETABLI POUR CHAQUE SITE DE PRODUCTION.