



Suivi climatique et agronomique dans une serre équipée de panneaux photovoltaïques 2016

Claire GOILLON, APREL - Daniel IZARD et Sylvia GASQ, Chambre d'Agriculture de Vaucluse (84).
Essai rattaché à l'action n° 04.2016.05 : Pratiques agro-écologiques en production maraîchère sous abris.

1 – Thème de l'essai

Adaptation des cultures maraîchères aux serres photovoltaïques.

2 – Objectifs

Dans la région, les producteurs maraîchers sont démarchés pour des projets de serres photovoltaïques, mais très peu de permis de construire sont accordés notamment par manque de références technico-économiques. En 2012 et 2013, des premières références sont acquises par l'APREL dans une serre ancienne où la moitié de la toiture a été remplacée par des panneaux photovoltaïques.

Les nouveaux projets essaient d'améliorer la pénétration de la lumière, soit par des serres modernes, plus hautes, soit par des constructions asymétriques. En 2015, deux exploitations ont pu finaliser de tels projets dans la région. L'objectif du suivi cette année est de caractériser les conditions climatiques et lumineuses de ces nouveaux outils et de suivre le comportement agronomique des cultures pour définir les meilleures orientations de production à envisager.

Ce rapport concerne le suivi réalisé sur une serre photovoltaïque à Pernes les Fontaines (84).

3 – Facteurs et modalités étudiées

L'essai consiste pour la première année à caractériser les conditions de production et le comportement de différentes cultures dans la serre photovoltaïque. Il n'y a donc qu'une modalité étudiée.

4 – Matériel et méthodes

• Site d'implantation

- Lieu : Pernes les Fontaines (84), serre photovoltaïque construite en 2015 par la société FONROCHE
La serre photovoltaïque vient en remplacement intégral d'un parc de tunnels plastiques avec lequel le producteur travaillait sur des cultures diversifiées, en majorité de la fraise, pour de la vente directe.

- Contrat photovoltaïque : Le producteur est propriétaire du terrain et a contractualisé un bail emphytéotique de 30 ans avec FONROCHE qui est propriétaire de la serre. Le contrat impose une obligation de culture sous la serre. La production d'électricité 2 mégawatts/an revient à la société FONROCHE qui en tire les revenus. Le producteur ne tire aucun revenu de l'électricité, mais il dispose d'une serre photovoltaïque mise à disposition par FONROCHE.

- Description de la serre :

Dimensions : serre verre hollandaise de 1,8 ha (160 m x 113 m).

La serre est constituée de 12 chapelles de 9,42 m de large, orientées Est/Ouest et réparties en 4 secteurs.

La hauteur sous chéneau est de 4,50 m et de 5,16 m au faîtage.

La pente est de 0,2 %.

Il y a 2 portes centrales, au nord et au sud, reliées par une allée centrale.

La serre n'est pas chauffée.

Les panneaux photovoltaïques occupent tout le versant sud de la toiture, soit 50 % de la surface, et sont de couleur blanche sur la face intérieure. Le versant Nord, où sont positionnés les ouvrants, est constitué de verre transparent comme en paroi (voir photos ci-dessous). Les ouvrants sont fermés automatiquement si le vent dépasse 70 km/heure et sont régulés en été pour éviter l'ombre portée sur les panneaux photovoltaïques.



Photos : paroi Nord de la serre et vue intérieure de la toiture

• Dispositif expérimental

La première mise en culture de la serre est réalisée en décembre 2015 avec de la fraise. L'ensemble des cultures sous la serre sont suivies au cours de l'année 2016. Le dispositif de plantation est représenté ci-dessous.

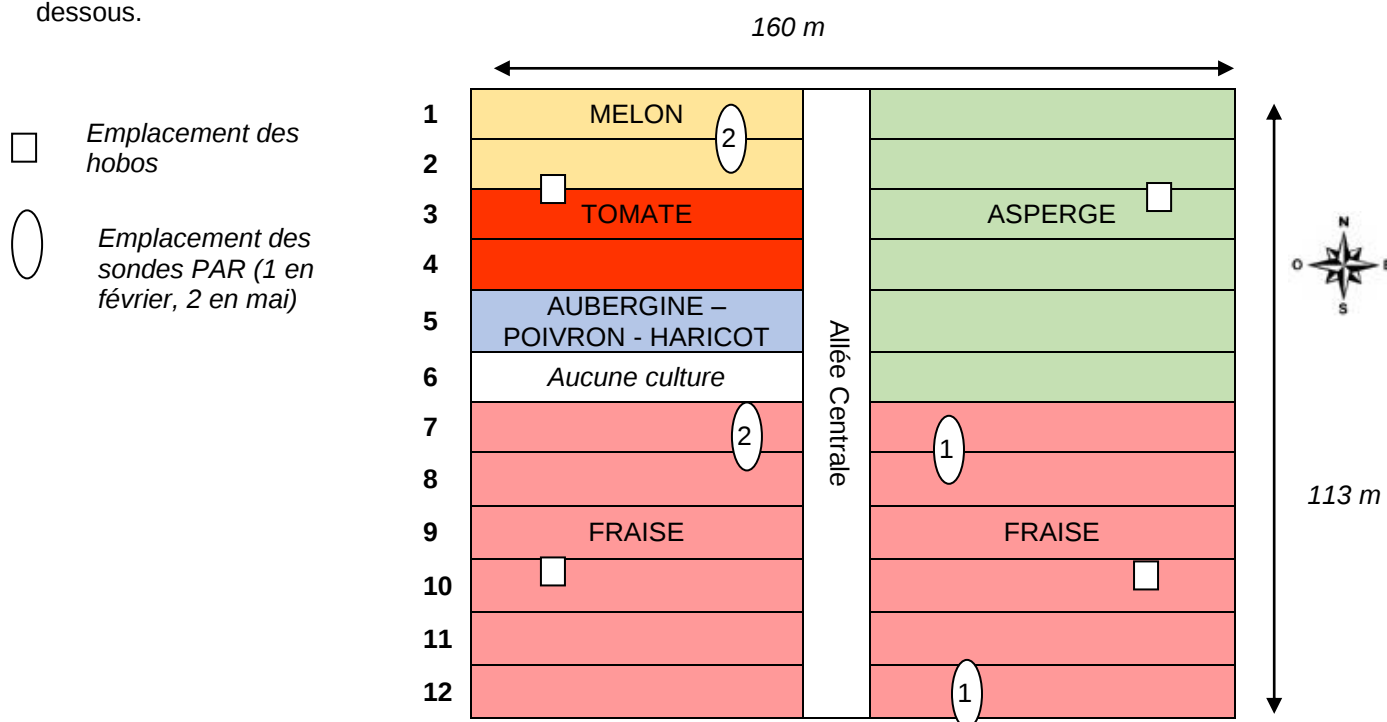


Figure 1 : Positionnement des appareils de mesure et répartition des cultures dans la serre photovoltaïque de Pernes en 2016

• Observations et mesures

Observations sur le climat et la lumière : Mesures effectuées avec le matériel APREL

➤ Lumière photosynthétique (PAR) :

Le matériel utilisé est un enregistreur SKYE Lynx Datahog relié à des capteurs spécifiques de PAR. Les enregistreurs sont programmés pour faire une mesure toutes les 30 secondes et une capture de données toutes les 5 minutes sur une période d'enregistrement définie. Les enregistrements sont ensuite récupérés sur un ordinateur grâce à un logiciel adapté. La mesure est exprimée en $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}^{-1}$

Positionnement des sondes :

- Les sondes dans la serre sont disposées sur des piquets enfoncés dans le sol à environ 50 cm de haut, placées à intervalle régulier sur la largeur des chapelles. Deux enregistreurs sont positionnés en même temps à différents endroits de la serre pour distinguer des zones où la luminosité peut varier (figure 1).
- 3 sondes sont également placées à l'extérieur, dans une zone dépourvue d'ombre pour obtenir la référence de luminosité locale.

➤ Climat :

La température et l'hygrométrie sont contrôlées avec des capteurs Hobo U12 programmés pour enregistrer les données toutes les heures en continu. Plusieurs capteurs sont disposés à 1,50 m de hauteur dans les 4 secteurs de la serre (NO, NE, SO, SE), de façon à avoir une idée précise de l'homogénéité des températures dans ces abris (figure 1).

Observations agronomiques :

Des notations sont effectuées régulièrement sur :

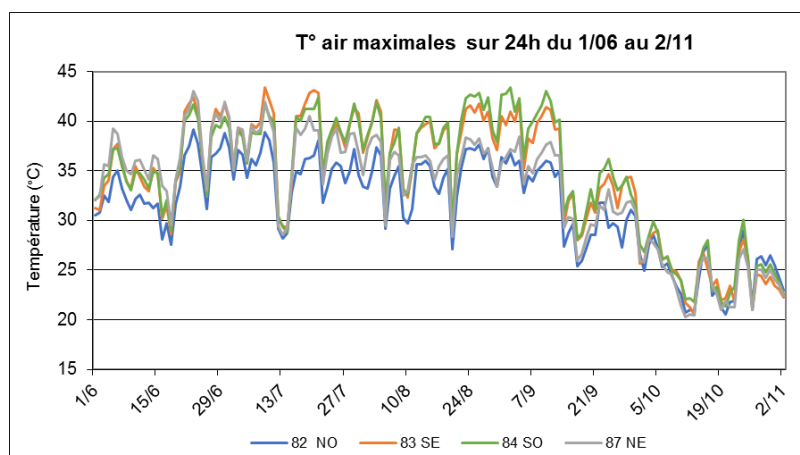
- Le cycle de production : dates de plantation, stades clés, dates de récolte.
- La conduite culturale : densité de plantation, exposition dans la serre, palissage, fertilisation, irrigation...
- Le comportement des cultures : vigueur, nouaison, équilibre de plante, veille sanitaire.
- La production : estimation du rendement et de la qualité.
- La qualité : des mesures d'acidité sur les fraises et de l'indice réfractométrique (IR) pour la fraise et le melon sont réalisées en cours de production.

Les observations doivent permettre d'avoir un jugement sur le comportement des cultures dans les conditions particulières des serres photovoltaïques.

5 – Résultats

5.1 Suivi climatique

Les ouvrants sont presque fermés tous les soirs entre 17h et 19h, afin de limiter l'ombre portée sur les panneaux photovoltaïques et optimiser la production d'électricité. Sans aération complémentaire possible de la serre, ce paramètre contribue à maintenir une humidité excessive dans la serre qui favorise les maladies et a occasionné cette année un développement important de *Botrytis* sur fraise et sur tomate.



Les relevés de températures ont été effectués dans les 4 secteurs de la serre, identifiés NO, SE, SO et NE (graphique en annexe). Ils sont sensiblement identiques au printemps. A partir du mois de juin, on note une différence entre les secteurs Nord et Sud : les températures sont plus élevées en journée au Sud qu'au Nord, du fait du réchauffement de la paroi Sud (figure 2).

Figure 2 : Evolution des températures maximales sur 24h dans la serre photovoltaïque

Les relevés climatiques réalisés sur l'ensemble des suivis sont regroupés pour donner une référence moyenne des températures et de l'hygrométrie sous abri en 2016. La comparaison est faite sur la période de production du 16 mars au 16 août où les références sont disponibles (figures 3a et 3b).

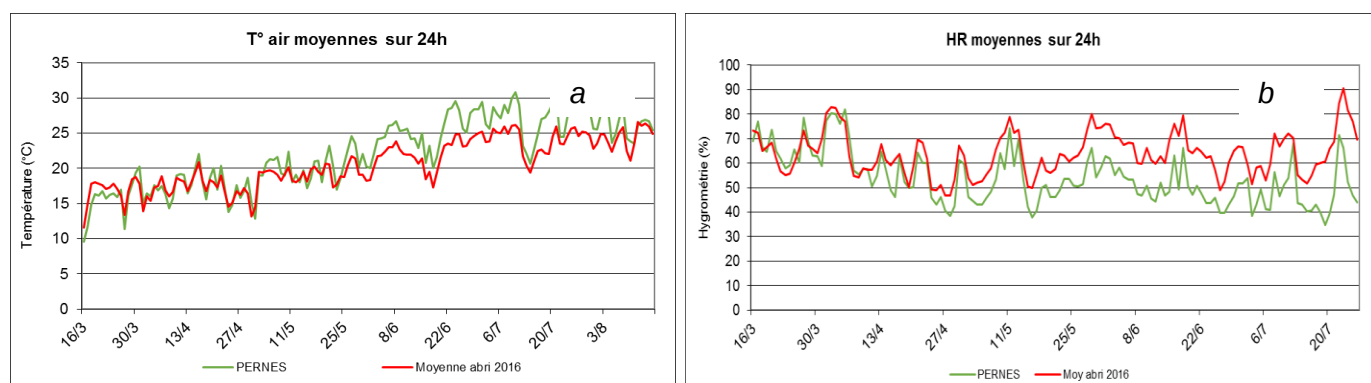


Figure 3a et 3b : Comparaison des températures moyennes (3a) et hygrométrie relative (3b) sur 24 heures dans la serre photovoltaïque et sous abri classique

Sur cette période, on relève des températures moyennes plus élevées de 1,5°C dans la serre photovoltaïque, liées essentiellement à des montées en températures plus importantes dans la journée à partir du mois de juin. Contrairement à la sensation perçue dans la serre au cours de la saison, les mesures montrent une hygrométrie moyenne plus basse à partir du mois de mai et l'écart est d'environ 10% sur l'ensemble de la période de mesure. Il est important de distinguer cependant l'hygrométrie relative de l'air ambiant et les variations qui créent de la condensation favorable au développement des maladies comme le *Botrytis*. Les variations d'humidité dans la serre photovoltaïque sont beaucoup plus importantes que dans un abri classique. Ce manque de régulation peut être un point de difficulté important pour la gestion du climat.

	Relevés de température du 16/03 au 16/08				Relevés d'hygrométrie relative du 16/03 au 26/07			
	T° moy	T° mini	T° maxi	Delta T° mini-maxi	HR moy	HR mini	HR maxi	Delta HR mini-maxi
Serre PV	22,1 °C	13,5 °C	31,1 °C	17,6 °C	53,9 %	34,4 %	73,7 %	39,3 %
Référence	20,6 °C	14,3 °C	29,9 °C	15,6 °C	63,8 %	49,3 %	77,2 %	27,9 %
Ecart serre PV - référence	1,5 °C	-0,8°C	1,2°C	2,0°C	-9,9 %	-14,9 %	-3,5 %	11,4 %

5.2 Transmission lumineuse

Deux séries de mesures sont effectuées pendant 10 à 15 jours pour couvrir des conditions lumineuses variées :

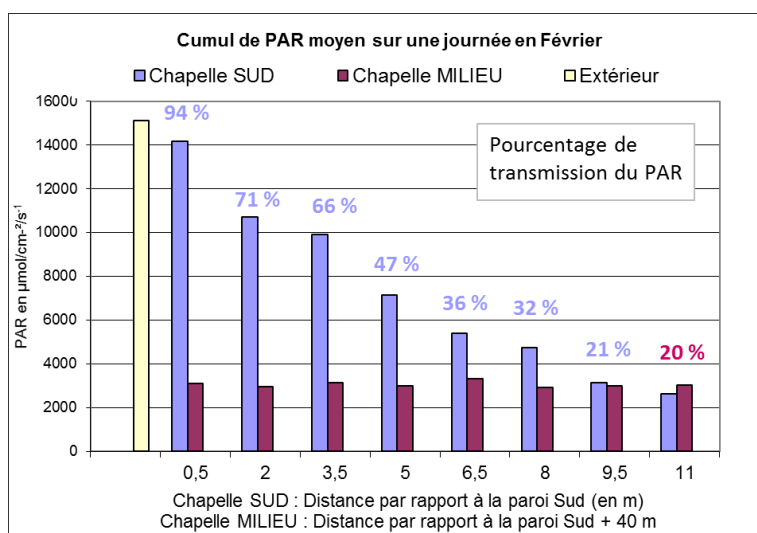
- 1^e série de mesures en février : du 16 au 29 février
- 2^e série de mesures en mai : du 13 au 26 mai

Les deux séries de mesures permettent de visualiser la luminosité dans la serre à deux périodes d'inclinaison différente du soleil. A chaque période, des capteurs sont positionnés dans une chapelle centrale, zone qui caractérise le mieux l'ensemble de la serre ainsi que dans une chapelle de bordure (au Sud en février, au Nord en mai), plus particulières du fait de la proximité de la paroi.

Caractérisation des chapelles de bordure

➤ Paroi Sud

Le positionnement des sondes tous les 1,50 m dans la chapelle Sud permet de caractériser l'hétérogénéité lumineuse au niveau de la paroi. La luminosité décroît rapidement au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la paroi Sud. A partir de la 2^e chapelle (9m), les conditions lumineuses sont identiques à une chapelle centrale.

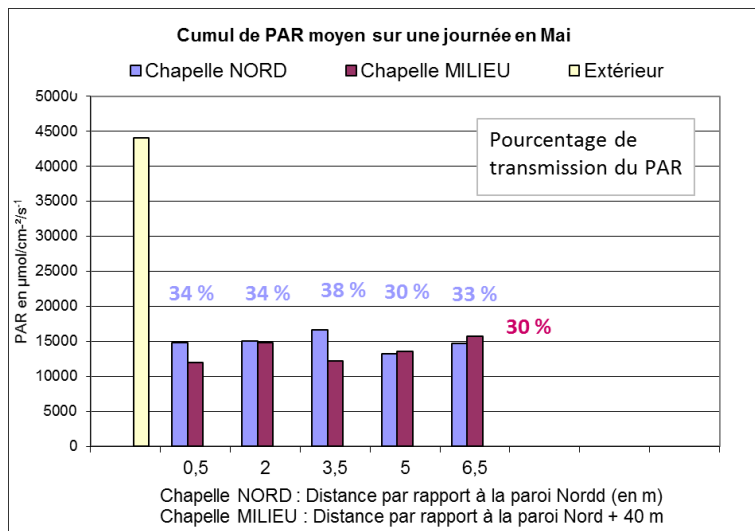


En 2016, les fraises positionnées dans la chapelle Sud ont été plus précoces que le reste de la culture.

Figure 4 : Mesures de la quantité de lumière photosynthétique (PAR) en différents points de la serre en Février

➤ Paroi Nord

Dans la chapelle Nord, en mai, les mesures sont identiques quelle que soit la position de la sonde par rapport à la paroi. Il n'y a pas de différence avec une chapelle centrale.



Le melon positionné dans deux chapelles au Nord a montré des écarts de développement selon son positionnement par rapport à la paroi Ouest. Des mesures complémentaires seront nécessaires pour caractériser la partie Ouest de la serre.

Figure 5 : Mesures de la quantité de lumière photosynthétique (PAR) en différents points de la serre en Mai

Répartition de la lumière photosynthétique dans la serre au cours de deux périodes de l'année

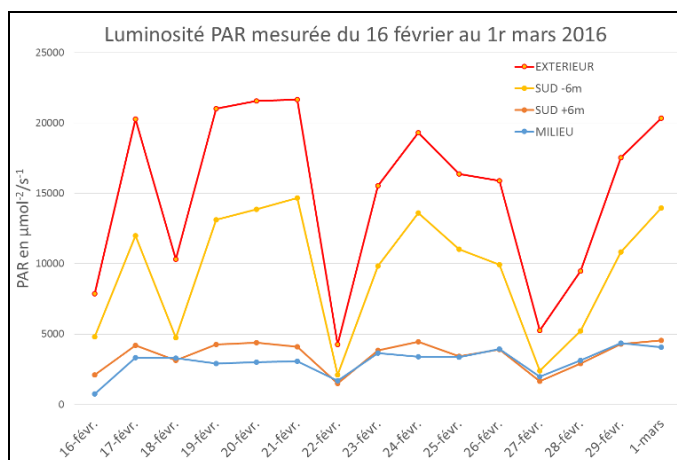


Figure 6a : Mesure de la quantité de PAR en Février

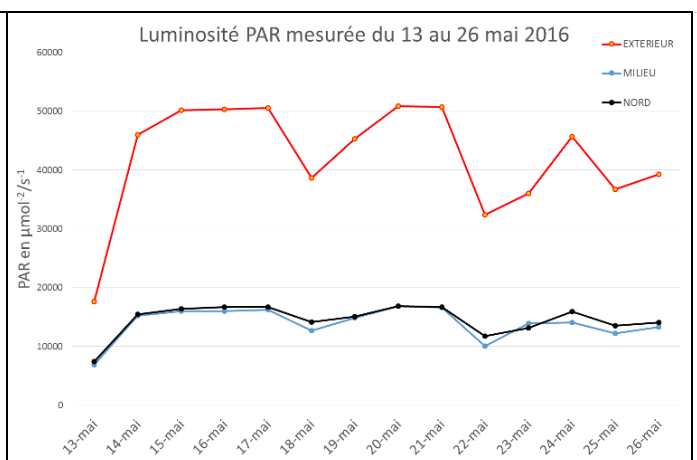


Figure 6b : Mesure de la quantité de PAR en Mai

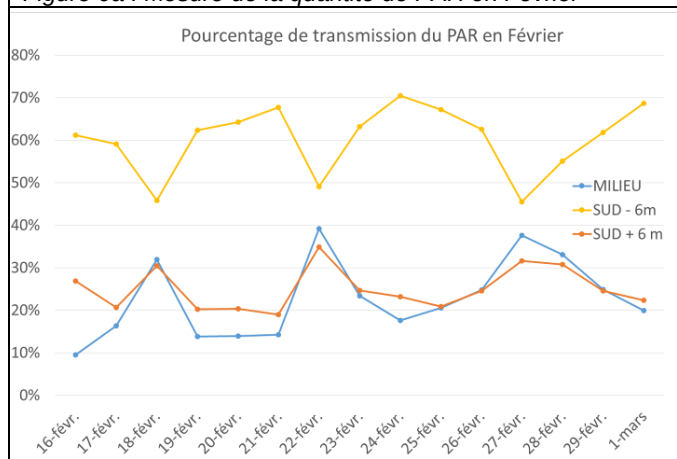


Figure 7a : Transmission du PAR en Février

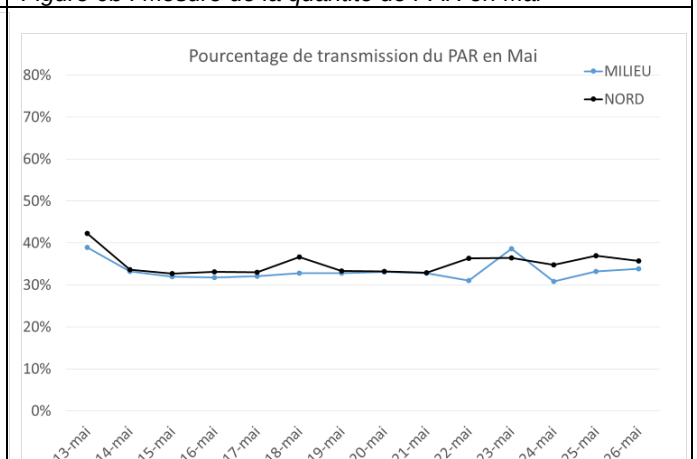
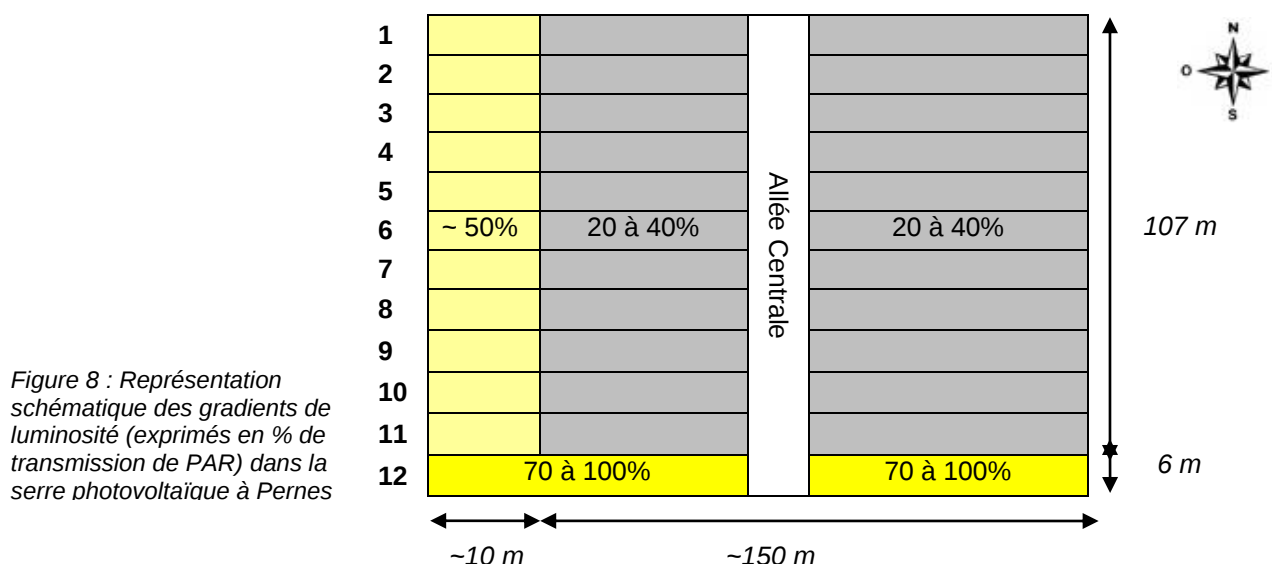


Figure 7a : Transmission du PAR en Mai

Dans la majeure partie de la serre (mesures réalisées dans les chapelles du milieu), la transmission de PAR est estimée autour de 20% en février et 30% en mai (figures 7a et 7b). Le pourcentage de transmission varie beaucoup en février : pendant les journées couvertes (18, 22 et 27 février), la lumière plus diffuse permet d'apporter 30 à 40% du PAR extérieur au milieu de la serre. Lorsque les journées sont claires, la transmission plafonne à 20% du PAR. En mai, cet effet est moins marqué.

Les graphiques permettent également de distinguer une zone de 6 m de large environ au Sud qui bénéficie d'une bonne luminosité avec 60% en moyenne de transmission lumineuse. Mais à partir de 6m, la luminosité est identique au centre de la chapelle ainsi qu'au Nord (figure 6a). La paroi Nord ne semble pas apporter plus de lumière au sol (figure 6b).

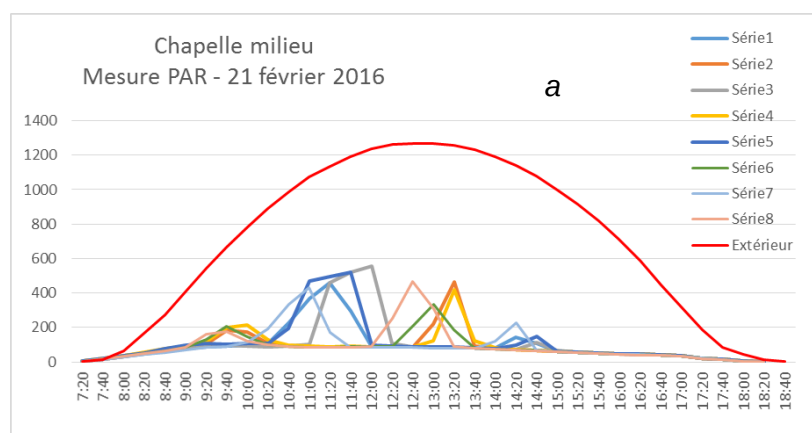
Une première représentation graphique de la répartition de lumière dans la serre est ainsi obtenue :



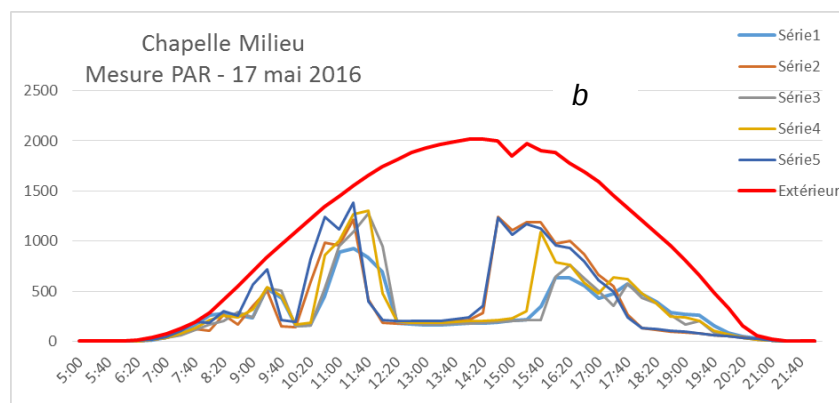
La majeure partie de la serre (1,6 ha) soit 90% de la surface cultivée est soumise à une luminosité faible de 20 à 40% de transmission de PAR. Une faible partie en paroi Sud représentant 5% de la surface, bénéficie d'une très bonne luminosité de 70 à 100% de transmission de PAR. Enfin, la paroi Ouest reste à caractériser mais on estime que la pénétration de lumière côté soleil couchant peut atteindre 10 m avec une transmission lumineuse intermédiaire (50% du PAR extérieur), ce qui représenterait 6% de la surface.

Répartition de la lumière pendant la journée

Quel que soit le type de serre, la lumière ne pénètre pas uniformément au cours de la journée du fait des structures de la serre qui créent des ombres portées au sol. Celles-ci varient au fur et à mesure de la course du soleil dans la journée.



En février, lors d'une journée ensoleillée, les cultures au sol reçoivent l'essentiel de la lumière photosynthétique entre 10h30 et 13h30. Sur cette période, en un point particulier, la lumière est réellement présente sur une durée de 2h30 dans la journée (figure 9a)



En mai, la lumière est plutôt présente en début et fin de journée. On constate une période obscure de 2h entre 12h et 15h (figure 9b).

Figure 9a et 9b : Evolution de la pénétration de la lumière en différents points de la serre pendant une journée ensoleillée en Février (Fig 9a) et en Mai (Fig 9b)

Des mesures complémentaires doivent être faites en été et en automne pour affiner ces données.

5.3 Suivi agronomique

Le producteur commercialise en vente directe, d'où la diversification des cultures. La répartition des cultures est représentée sur la figure 1.

Les cultures sont implantées en sol, sans chauffage, sur paillage plastique, menées de façon classique en irrigation fertilisante localisée et en protection biologique intégrée.

Le producteur limite au maximum les traitements phytosanitaires.

Le suivi des observations est mensuel.

➤ Fraise

La fraise occupe 6 chapelles, soit la moitié de la serre. Il s'agit de trayplants et de minitrays plantés du 16 au 24 décembre 2015, sur du paillage noir, avec une densité de 6,36 plants/m². Plusieurs variétés sont cultivées : Gariguette, Cléry, Dely, Naiad, Dream, avec plusieurs origines de plants pour une même variété.

6	Naiad - minitrays	Allée centrale	Naiad - trayplants
5	Cléry - minitrays		Dely - trayplants
4	Dream - trayplants		Dream - trayplants
3	Cléry - minitrays		Cléry - trayplants
2	Cléry - minitrays		Cléry - trayplants
1	Gariguette - trayplants		Cléry - trayplants



Figure 10 : Répartition des cultures de Fraise dans la moitié Sud de la serre en 2016

Dans l'ensemble, la vigueur des plantes est moyenne, particulièrement faible pour les minitrays qui ne sont devenus actifs qu'à partir de mi-février. Ce type de plant n'est pas à retenir dans ces conditions.

La chapelle 1 se situe au Sud et bénéficie d'une bonne luminosité. Les variétés Gariguette et Cléry se sont bien comportées dans cette zone, avec une entrée en production précoce (7 mars) et un rendement correct de 2,8 kg/m² pour Cléry. Dans toutes les autres chapelles, le rendement moyen (toutes variétés confondues) est estimé à 2 kg/m² environ. Pour une orientation vers de la vente directe en produit de qualité, ce rendement est acceptable selon le producteur. Le calibre des fruits est satisfaisant. Du fait du gradient de lumière sur la zone Sud, les récoltes se sont échelonnées jusqu'en mai où il y a eu un creux de production.

La culture a rencontré plusieurs problèmes sanitaires : *Botrytis* sur fruits, oïdium, pucerons, acariens, et *Drosophila suzukii*. La protection biologique intégrée a été insuffisante. Le *Botrytis* et les populations de *Drosophila suzukii* ont sans doute été favorisés par le confinement de l'abri et les températures élevées.

Résultats qualitatifs pour la fraise réalisés sur des récoltes du mois d'avril.

Les mesures de taux de sucre et d'acidité des fraises de la serre photovoltaïque sont comparées sur les mêmes dates de récolte à celles obtenues dans une culture sous tunnel à proximité.

Tab 1 : Indice réfractométrique (IR), en % Brix.

Dates de récolte	11/04	18/04	25/04
Gariguette trayplants chapelle 1	7,6	6,7	7,1
Cléry trayplants chapelle 3	6,2	6,1	6,2
Cléry trayplants tunnel (témoin)	7,2	7,6	9,0

Dans la chapelle 1, les IR sont plus élevés, car les plantes au Sud reçoivent beaucoup de lumière et la variété Gariguette se caractérise par des IR élevés. Pour la variété Cléry située au centre, avec moins de lumière, les IR sont plus faibles. Pour comparaison, les IR mesurés sur Cléry trayplants dans un tunnel voisin sont supérieurs de +1 à +2,8 points.

Tab 2 : Acidité, en meq/100 g.

Dates de récolte	11/04	18/04	25/04
Gariguette chap 1	9,21	9,65	9,13
Cléry trayplant chap 3	9,31	9,71	8,99
Cléry trayplant tunnel (témoin)	10,3	9,8	12,2

Il y a peu de différence d'acidité entre la chapelle sud et celle du centre. Par contre, les acidités sont un peu plus faibles que l'acidité des Cléry trayplants d'un tunnel voisin.

➤ Melon

Le melon occupe 2 chapelles au nord-ouest de la serre. Cette zone se caractérise par une pénétration de lumière sur la paroi Ouest qui bénéficie du soleil couchant. Les variétés sont Godiva et Arapaho en plants greffés, plantées le 25 février sur du paillage opaque thermique marron, avec une densité classique de 0,5 plants/m².

Un comptage de nouaison a été réalisé pendant 3 semaines sur 6 mètres linéaires côté Ouest et au centre.

Tab 3 : Comptage de nouaison sur le melon dans la partie Nord-Ouest de la serre pendant 3 semaines (semaines 19 à 21)

Nombre de fruits noués	S19	S20	S21	Total sur 6 mètres linéaires	Nombre de fruits par mètre linéaire
Zone Centre	1	3	7	11	1,8
Zone Ouest	11	1	3	15	2,5

La différence entre les deux zones est flagrante et montre l'influence de la lumière sur la nouaison : le pic de nouaison est décalé dans le temps, il arrive 2 semaines plus tard au centre qu'en paroi Ouest et il est plus faible de 30%. Les taux de nouaison observés en 2016 sur des cultures sous abri dans ce créneau se situent entre 4 et 5 fruits/mètre linéaire sur ces 3 semaines. Ainsi, même dans la zone Ouest, la plus lumineuse, la culture n'atteint que la moitié du potentiel de nouaison du melon.

La récolte a débuté le 8 juin, soit 3,5 mois après la plantation : le retard par rapport à une culture classique est d'environ 3 semaines. Les plantes sont peu chargées et le rendement estimé est de 1 kg/m² pour la zone au centre et de 1,4 kg/m² pour la zone à l'ouest, alors que le rendement attendu est de 3 kg/m² pour une culture en conditions classiques.

La culture a subi des attaques de cladosporiose, pucerons, virus et acariens. Le développement des acariens a été particulièrement rapide et a affaibli les plantes. La présence de nématodes a également affecté cette culture.

Les taux de sucre mesurés ponctuellement sur les récoltes de melon sont corrects et dans la norme des taux de sucre observés en culture de melon sous abri dans ce créneau. La variété Arapaho a généralement un taux de sucre plus élevé que les autres variétés. De la vitrescence a été observée sur Godiva.

Tab 4 : Indice réfractométrique (IR), en % Brix.

Date de récolte	21/06
Godiva (moyenne de 3 fruits)	12,9
Arapaho (1 fruit)	14,0

➤ Tomate

La tomate occupe 2 chapelles au nord-ouest de la serre. Comme pour le melon, cette zone se caractérise par une pénétration de lumière un peu plus importante sur la paroi Ouest.

La plantation est effectuée en 2 fois : le 3 mars, puis le 15 avril, avec plusieurs variétés de diversification : tomate ananas, rose de Berne, green zébra, noire de Crimée, cornue des Andes, cœur de bœuf. Les plants sont greffés, conduits en lyre sur 2 bras, avec une densité de 0,75 plants/m², soit 1,5 têtes/m².

Dans l'ensemble, les plantes sont fines avec un aspect étioilé. On a observé des pédoncules pliés sur les premiers bouquets qui ont nécessité des supports de bouquets. En juillet, il y a eu des coulures de fleurs sur 3 bouquets successifs (excès de chaleur et d'hygrométrie).

Le début de récolte se situe vers le 10 juin, avec un retard de 3 à 4 semaines environ par rapport à une culture classique. Le rendement estimé est de 5,6 kg/m² pour la tomate Cœur de bœuf et de 3,3 kg/m² pour la Noire de Crimée, ce qui est très faible au regard des rendements habituels dans la région. Ils sont réduits d'environ 75%.

Les problèmes sanitaires ont été nombreux : *Botrytis* sur fruits, *Tuta absoluta* sur feuilles et sur fruits à l'automne, et du blossom end rot (« cul noir ») a endommagé quelques fruits sur la variété Ananas en début de récolte. Le *Botrytis* et *Tuta absoluta* ont sans doute été favorisés par le confinement et les températures élevées.

➤ Aubergine

L'aubergine occupe une seule rangée dans la chapelle 5. Il s'agit de la variété Flavine, en plants greffés, plantée le 15 mars avec une densité de 0,75 plants/m². Les plantes se caractérisent par une végétation très haute et une faible charge en fruits. L'entrée en récolte se situe vers le 10 juin avec un retard d'un mois par rapport à une conduite sous tunnel plastique. Le rendement estimé est de 5 kg/m² soit environ 50 % de moins que le rendement sous abri classique.

Au niveau sanitaire, la présence de nématodes a affecté les plants malgré le greffage.

➤ Poivron

Le poivron occupe 3 rangées doubles dans la chapelle 5. Il s'agit principalement de la variété Almuden et un peu de Lipari. La plantation est effectuée fin février, avec une densité de 0,75 plants/m². Comme pour l'aubergine et la tomate, le retard d'entrée en récolte est d'environ 3 semaines. Le rendement estimé est de 6 kg/m² avec une première récolte en vert et le reste des fruits en rouge. Ce résultat est assez satisfaisant puisque les rendements habituels sont de l'ordre de 7 à 8 kg/m². Cette espèce semble ne pas avoir été trop affectée par le manque de lumière en termes de production, mais les plantes ont eu une croissance importante en hauteur rendant difficile le palissage et les récoltes.

Au niveau sanitaire, le puceron a été difficile à maîtriser malgré un bon parasitisme par *Aphidius*. Des forficules ont été observés en mai et des punaises en septembre.

➤ Asperges

L'asperge occupe 6 chapelles, au Nord-Est de la serre. Plusieurs variétés ont été plantées début avril : Vitalim, Darzila, Rambo, Eros, Blacklim, Voltaire. Les plantes ont été ralenties dans leur développement car l'irrigation a été déclenchée tardivement. Par la suite, les plantes ont eu une croissance normale pour atteindre 1,60 m en novembre. A l'automne, les pucerons ont été difficiles à maîtriser. Une première récolte est prévue au printemps 2017.

➤ Raisin

Des ceps de vigne ont été plantés entre les poteaux sous le faitage. Il s'agit des variétés Centenial et Muscat pour la consommation en frais.

6 – Conclusion

Cette première année de suivi a permis d'avancer sur la caractérisation des conditions de production sous une serre photovoltaïque FONROCHE.

Climat : Les observations ont mis en avant une gestion du climat délicate par manque d'aération. Les montées en températures pendant la période estivale, notamment avec le confinement en fin de journée, sont difficiles à gérer et créent des conditions propices au développement du *Botrytis* ou de certains insectes favorisés par l'humidité (*Tuta absoluta*, *Drosophila suzukii*).

Lumière : Le cœur de serre reçoit 20% du PAR extérieur en février et 30% en mai. La chapelle située contre la paroi Sud bénéficie de la luminosité de la paroi avec une transmission de PAR satisfaisante mesurée de 47 à 95% mais cette zone ne représente que 5% de la surface de la serre. Pendant la journée, la répartition de la lumière est très ponctuelle en hiver : les cultures reçoivent du PAR pendant 2h30 en fin de matinée. Au printemps, on constate une période obscure de 12h à 15h.

Au niveau agronomique : on observe que les cultures ont un cycle plus long, l'entrée en production est retardée de 3 à 4 semaines environ pour les cultures de printemps. Pour l'ensemble des cultures suivies, les rendements sont plus faibles que les références sous abri. Réduit de moitié environ pour les melons, fraises et aubergines, il est encore plus pénalisé pour les tomates. Le poivron est sans doute l'espèce qui a été la moins affectée en termes de rendement. Cependant, de manière générale, l'équilibre de plante est difficile à obtenir avec des comportements très végétatifs, un étiolement important et des difficultés de nouaison. La qualité des fraises est satisfaisante selon le producteur mais révèle des taux de sucre et d'acidité plus faibles que sous abri classique. Sur quelques fruits observés, le taux de sucre des melons n'a pas révélé de problème particulier.

Il est prévu de poursuivre les travaux en 2017 pour expérimenter des adaptations techniques qui permettraient d'améliorer la production. Plusieurs pistes sont envisagées :

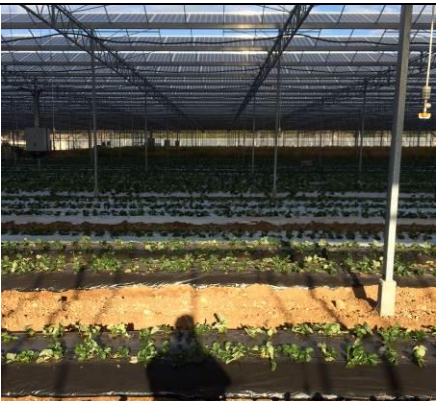
- Plantation des fraises sur un paillage blanc pour augmenter la luminosité.
- Pour la tomate, l'aubergine et le poivron, plantation de plants plus âgés pour favoriser la floraison et réduire les entre-nœuds.
- Greffage des plants de poivron pour limiter la croissance végétative des plantes.
- Eclairage complémentaire photosynthétique pour activer les plantes, mais l'investissement est très élevé et sera un frein important.

Concernant le suivi climatique de la serre, des travaux complémentaires sont également prévus en 2017 :

- Caractérisation de la pénétration de lumière en paroi Ouest
- Evaluation de la luminosité sur les périodes d'été, automne et hiver
- Suivi des nitrates dans le sol.
- Suivis de tensiométrie pour évaluer la moindre consommation d'eau dans ce type d'outil. Il semblerait que les apports d'eau soient réduits de moitié en relation avec une activité photosynthétique réduite.
- Contrôle du rendement pour les modalités qui seront testées.

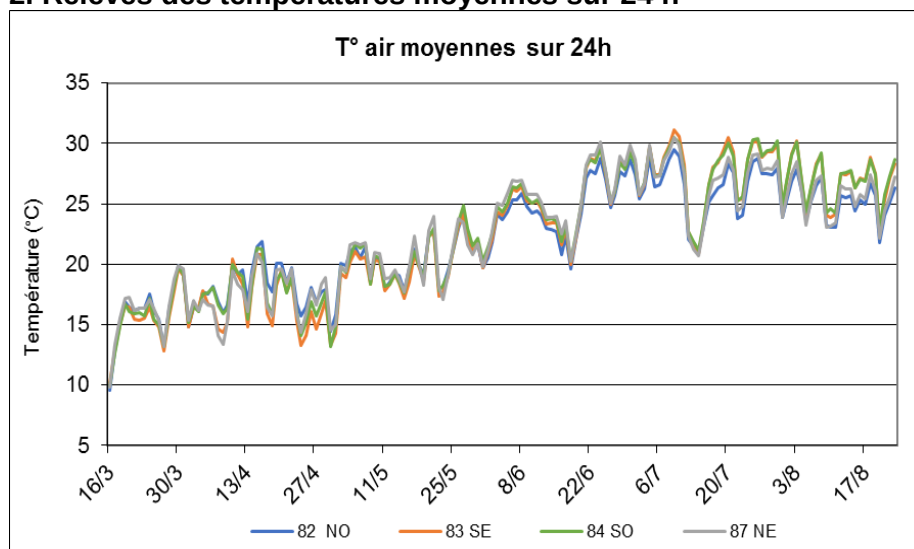
Annexes

1- Photos

FRAISE		
	14 décembre 2015 (17h) - Chapelles Sud	2 mars (17h) – Chapelles Sud
		
	2 mars (17h) - Chapelles Sud	7 juillet (16h) - Milieu de serre
MELON		
	12 mai (15h)	7 juillet (16h)

POIVRON AUBERGINE TOMATE HARICOT		
	12 mai (14h30) – haricots, poivrons, tomates	7 juillet (16h) - Tomates
ASPERGE		
	12 mai (15h)	7 juillet (16h)

2. Relevés des températures moyennes sur 24 h



**Réalisé avec le soutien
financier de la société
FONROCHE et de :**


FranceAgriMer
 ÉTABLISSEMENT NATIONAL
 DES PRODUITS DE L'AGRICULTURE ET DE LA MER
*La responsabilité de FranceAgriMer ne saurait
être engagée*



MINISTÈRE
 DE L'AGRICULTURE
 DE L'ALIMENTATION
 DE LA PÊCHE
 DE LA RURALITÉ
 ET DE L'AMÉNAGEMENT
 DU TERRITOIRE
avec la contribution financière du
compte d'affectation spéciale
"Développement agricole et rural"

*La responsabilité du Ministère chargé de
l'agriculture ne saurait être engagée*