

Tomate au cahier des charges AB AAP "Serrilience" Chauffage passif « Thermitube » Année 2025

Date : Octobre 2025

Rédacteur (s) : Hervé FLOURY

Essai rattaché à l'action : AAP « Serrilience »

But de l'essai

Poursuite des travaux débutés en 2023 concernant l'appel à projet France Agri mer porté par le CATE en partenariat avec Terre d'Essais, l'APREL, le CVETMO et Invenio. Sont également impliqués l'AOPN Tomate – Concombres, l'AOPN Fraise – Framboise, le Cerafel Bretagne, l'ARELPAL et le cabinet Agrithermic. L'objectif général est de « s'orienter vers une production sous serre plus résiliente par une conduite économe en chauffage » (Serrilience).

Le travail réalisé à Terre d'essais vise toujours à évaluer le système de captage d'énergie « Thermitube » proposé par la société Agrithermic dans les conditions d'une culture de tomate sous serre conduite au cahier des charges Bio. Le principe est d'accumuler de la chaleur en journée dans des tubes PVC remplis d'eau positionnés à la base des plantes. La chaleur est ensuite restituée, principalement la nuit, par rayonnement. L'objectif est d'allonger la période de production et de gagner en précocité, potentiel agronomique et état sanitaire, notamment cladosporiose.

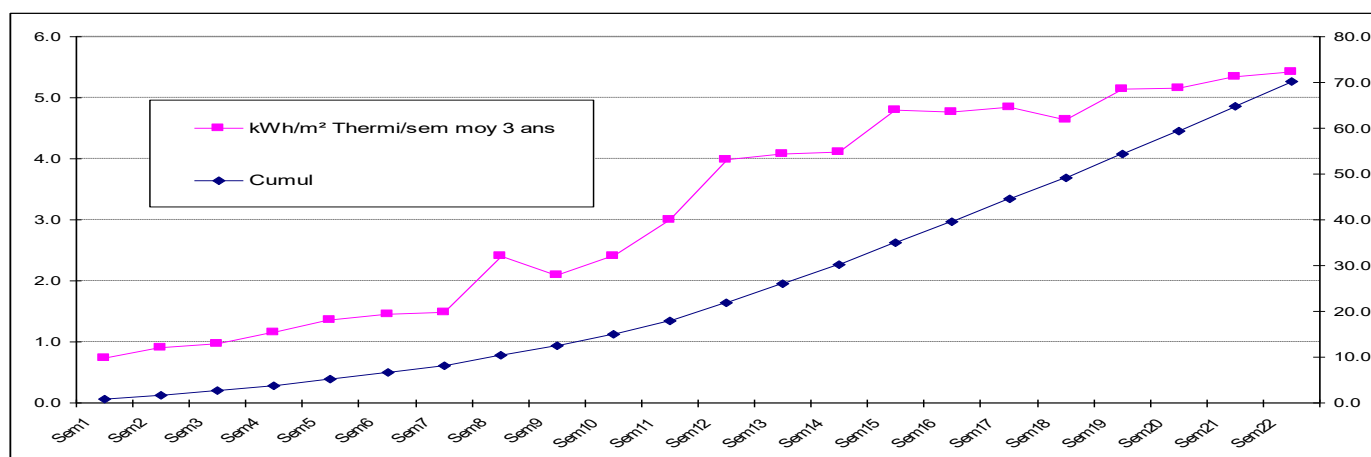
En 2025, le système est poussé dans ses retranchements : par rapport aux années précédentes, la date de plantation est avancée à début février. A cette date, le système permet de récupérer en théorie 1 kWh/m² par semaine. En conditions non chauffées, les plantations ne peuvent se faire dans la région avant le 20-25 mars. Néanmoins, le témoin est planté à la même date pour l'intérêt de l'étude.

Matériel et méthode

Rappel : le système « Thermitube » est constitué de gaines plastiques semi rigides dont les caractéristiques sont données au tableau 1 suivant (données Agrithermic)

Nature	PVC de couleur noire
Épaisseur	400 microns / 600 g/m ² / diamètre 26-28 cm
Durée de vie escomptée	7 ans
Quantité utilisée	12 ml par chapelle de 9.60 soit 1.25 ml/m ²
Qté d'eau pour le remplissage	35-40 l/ml soit 430-450 m ³ /Ha
Puissance théorique de conversion (lumière en calories)	15% en moyenne, variable selon météo et saison
Puissance restituée	15-20 W/m ² jusqu'à 30 W/m ² par temps froid
Coût hors / avec aide en 2024	10 / 5 € par m ² (avec aide CEE)

Graph 1 : potentiel énergétique théorique par semaine à Terre d'essais (moyenne 3 dernières années, base de calcul 15% de l'énergie lumineuse transformée en énergie calorifique).



Le « Thermitube » stocke l'énergie solaire par rayonnement direct et/ou convection dans la journée. Il la restitue dès la nuit tombée (ou en journée si la T° baisse significativement lors de passages nuageux) par convection et rayonnement. A noter que le sol bénéficie également de l'apport thermique des tubes. Le potentiel théorique passe au-dessus de 2 kWh/m² à partir de la semaine 8.

La mise en place est réalisée une fois la préparation du sol terminée. Avant ou après plantation, les gaines sont déroulées à proximité immédiate des plants de tomates puis chargées en eau.

Photos 1 et 2 : mise en place des Thermitubes



Modalités expérimentales –plan de l'essai

* L'essai est réalisé dans une serre multichapelle double paroi gonflable (DPG) de marque « Filclair », hauteur au chéneau 4.50m, hauteur au faîtage 6.0m. Pilotage climatique et irrigation par informatique « Ridder »

☞ 1 compartiment de 288 m² équipé de « Thermitube » selon descriptif du tableau 1

☞ 1 compartiment « témoin » de 288 m² sans aucun chauffage. Ce compartiment est en tout point identique au précédent.

* Variables comparées : rendement brut, net, % de déchets, poids moyen commercial des fruits, % de grappes en qualité extra, nombre de grappes récoltées par m² au 30/06 et au 23/10, date d'arrêt des contrôles (la production se termine fin octobre).

* Sanitaire : présence/absence et intensité d'attaque maladies cryptogamiques (cladosporiose principalement)

* Dispositif : inspiré du « bloc », 4 répétitions de mesure. Anova et test NK sur Staboxpro au seuil de 5%

Toutes les consignes climatiques, aération et hygrométrie, sont identiques. L'aération varie de 17 à 25 °C selon la météo extérieure, le stade de la culture et la période de l'année. L'humidité recherchée est de 75-78% en journée et 80-85% de nuit. Dans les conditions de cet essai, ces objectifs ne sont quasiment jamais atteints, surtout la nuit.

Calendrier cultural

☞ Semis : fin novembre 2024 pépinière Tecnosem (29)

☞ Réception des plants : le 3 février 2025

☞ Plants greffés à 2 têtes sur « Maxifort » (De Ruiter)

☞ Matériel végétal :

 « Confiance » (De Ruiter) et « Rhodium » (Enza) en G2T.

☞ Densité : 1.25 plants soit 12 têtes par m²

☞ Amendement- Fertilisation : compost de DV et engrais organique DCM 7-3-12.

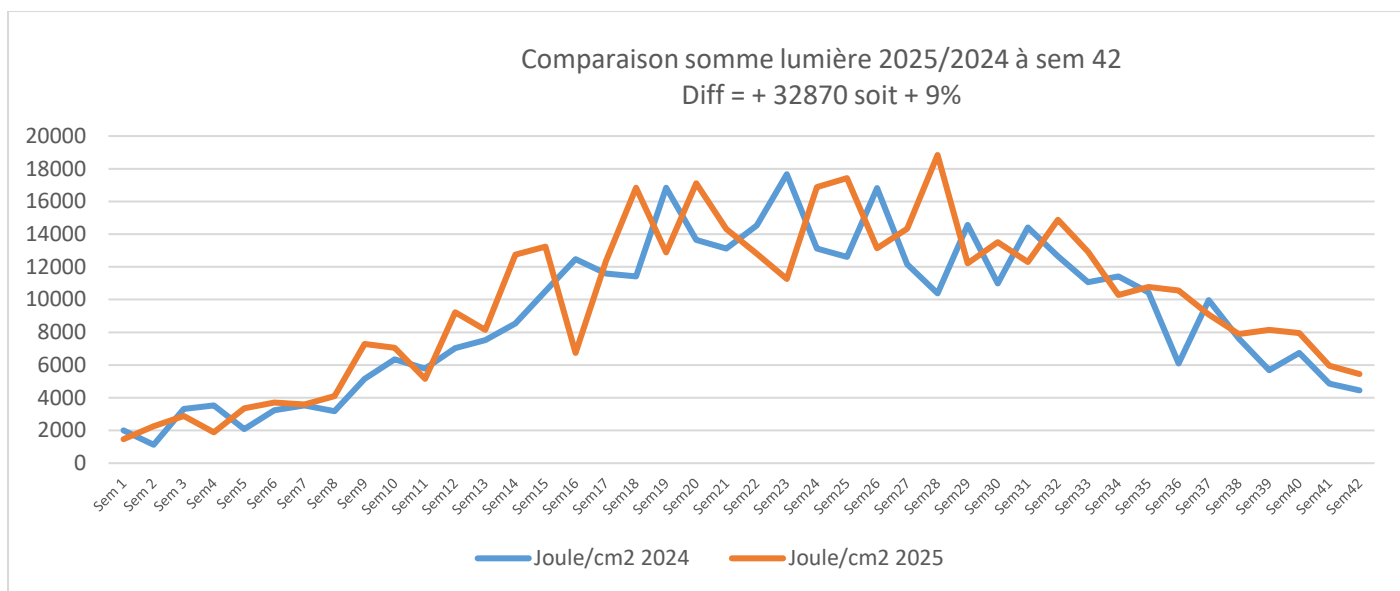
☞ Irrigation : eau claire uniquement Conduite en lutte intégrée

☞ Récoltes du 25 mai au 25 octobre (arrêt des contrôles).

Résultats détaillés

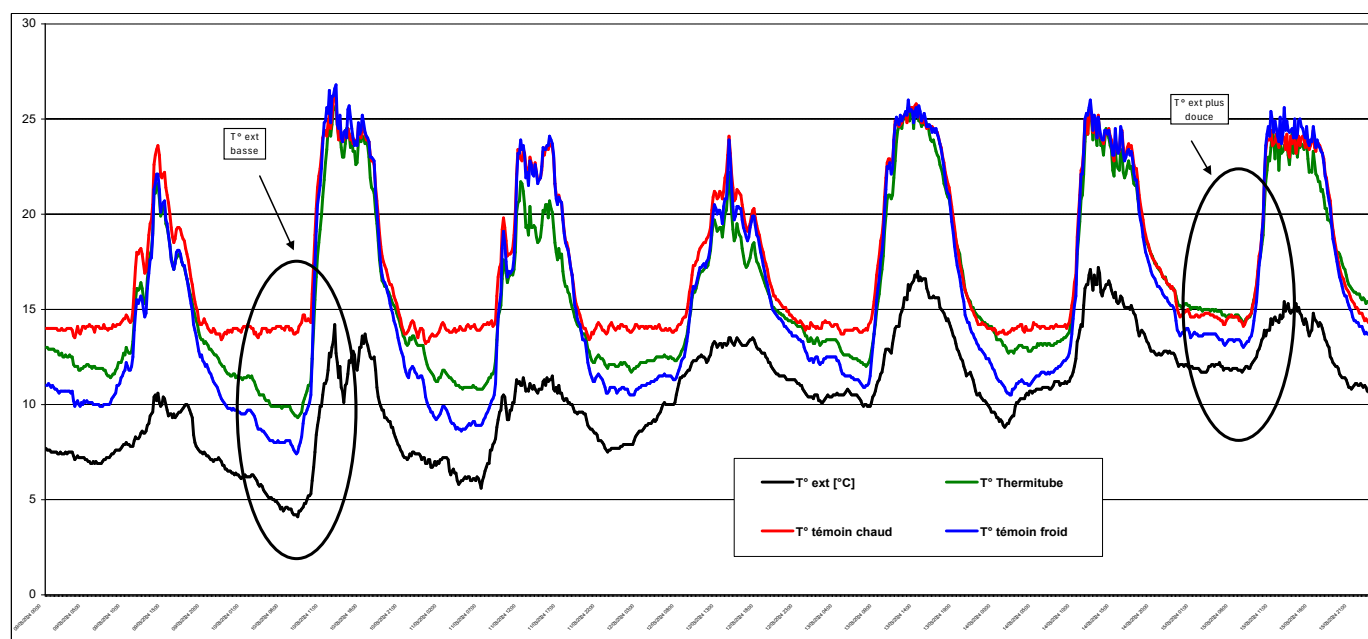
1 – Impact du Thermitube sur le climat de la serre

Graph 1 : comparaison énergie lumineuse reçue en 2025/2024



Observations : l'année 2025 se caractérise par un printemps plus lumineux qu'en 2024 (sem 8 à sem 18), des mois de juin et juillet ensoleillés et une arrière-saison proche de 2024. Au global, on observe un supplément de lumière de 9 % par rapport à 2024.

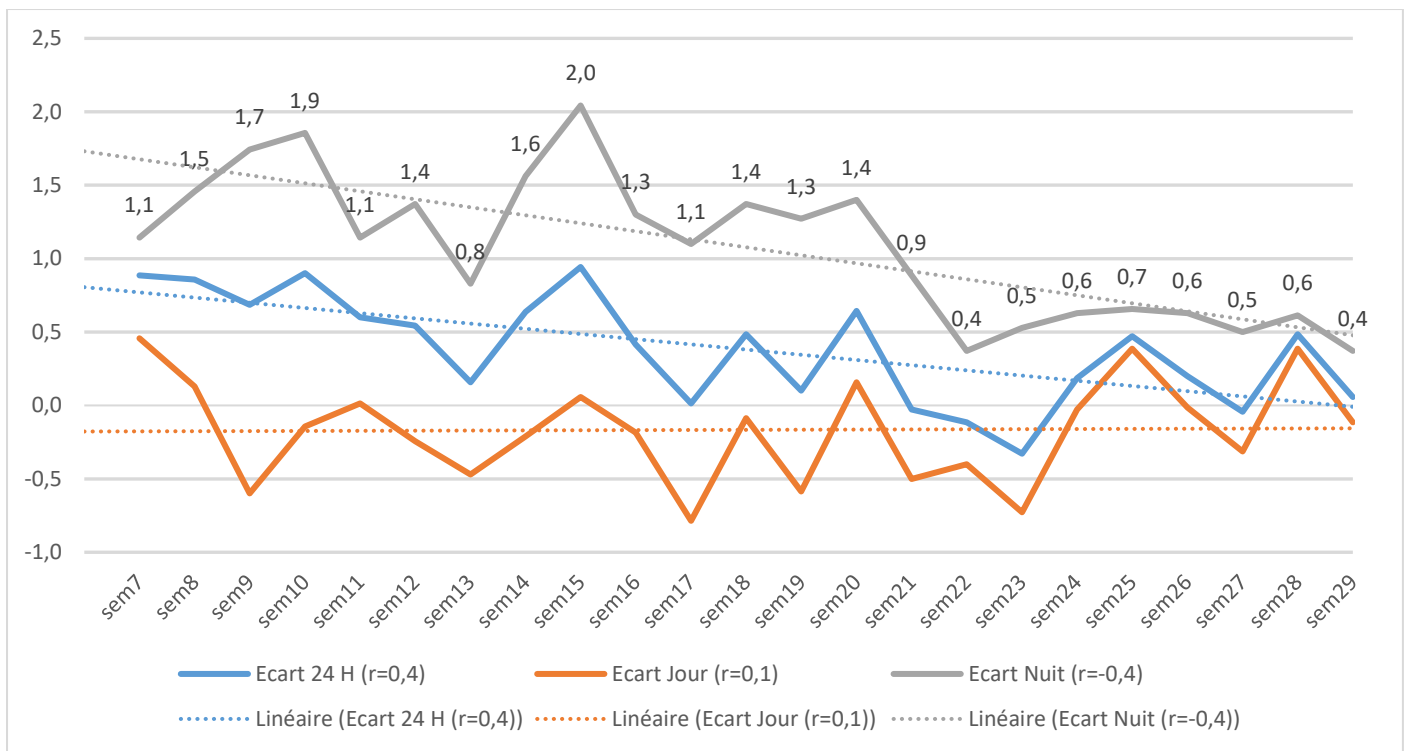
Graph 2 : rappel 2024, impact du Thermitube sur la température de la serre sur la période du 10/03 au 14/03/24.



La période décrite dans ce graph est intéressante car elle permet d'observer le comportement du « Thermitube » en période de T° extérieure basse (début) puis de T° extérieure plus douce (fin de période).

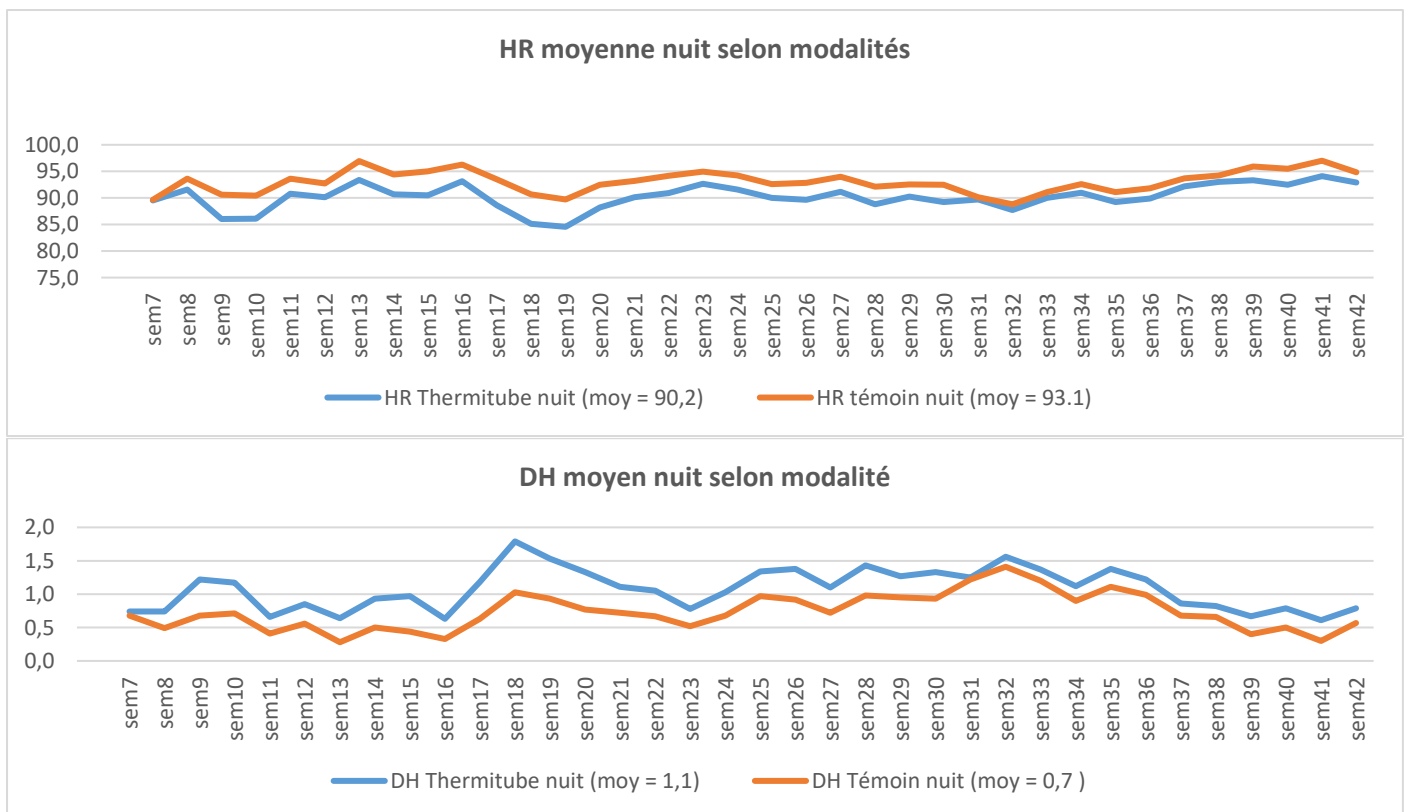
Le système permet une augmentation de la température **nocturne** de **1.5 à 2.5°C** selon la journée précédente et la température extérieure. Il commence à restituer dès la tombée de la nuit. En tout début de journée, on peut observer une légère baisse de la température qui correspond au début de « rechargement » du système. En journée, il n'y a pas d'impact du « Thermitube » sur la T° moyenne. Sur **24 heures**, on observe une différence de + **0.5 à 1°C** selon la période.

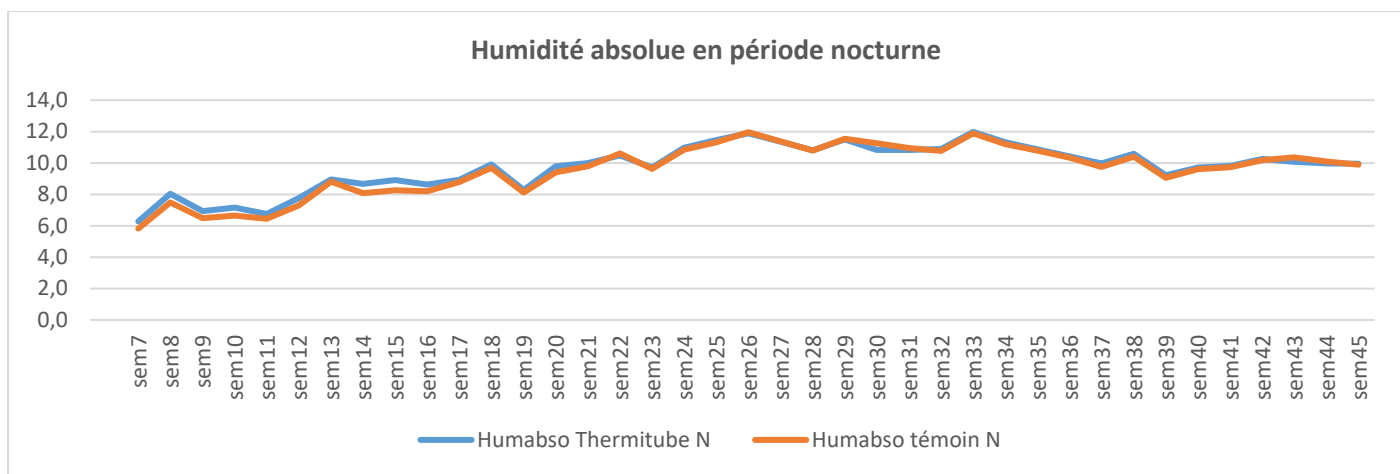
Graph 3 : Ecart de T° moyen jour/nuit/24H (semaine 7 à 29/2025) et courbes de tendance.



Observations : le « Thermitube » à un impact positif sur la T° de nuit avec un gain moyen de 1,1 ° C, un maximum de 2,0 ° C et un minimum de 0,4°C. Cet impact est plus important en début de saison (1 et 2°C en moyenne) puis une diminution progressive à partir de la semaine 21 (mi-mai) est constatée en lien avec l'augmentation des T° extérieures. On observe par ailleurs un très léger impact négatif sur la T° de jour, moins 0,2 ° C en moyenne, au lever du jour et qui correspond au début de « recharge » du système. L'impact sur la moyenne 24 H est de +0,4 ° C en moyenne.

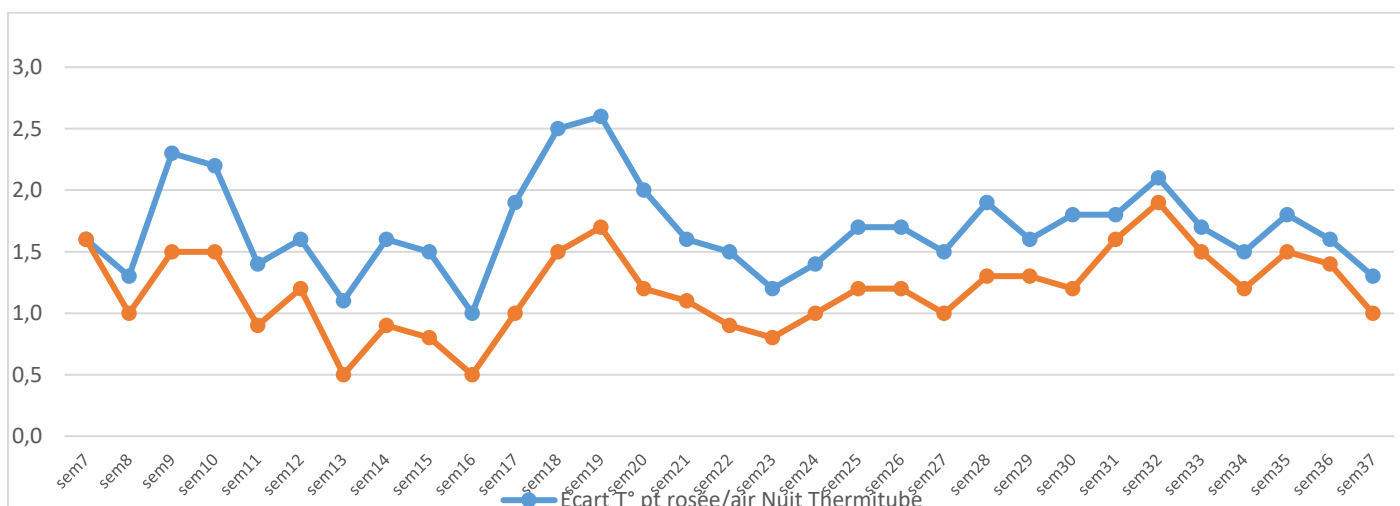
Graph 4,5 et 6 : humidité relative, déficit hydrique et humidité absolue en période nocturne selon modalités





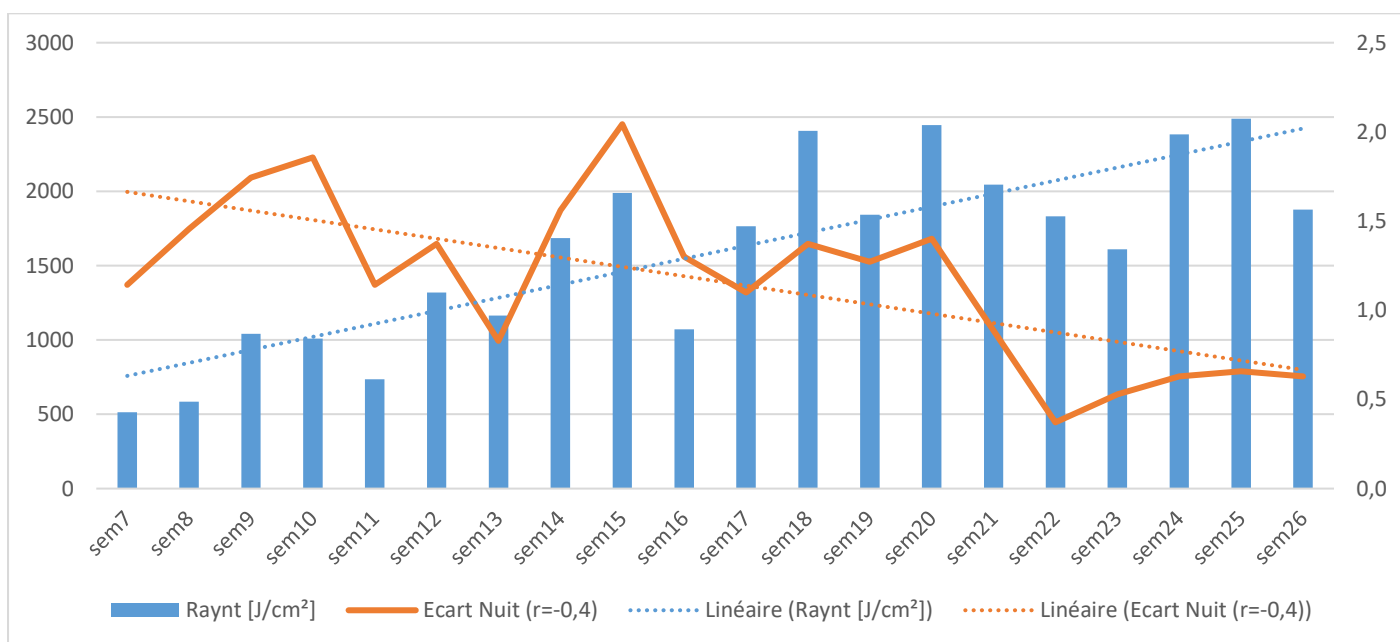
Observations : réduction de l'humidité relative et du DH en période nocturne dans la cellule Thermitube pour une humidité absolue identique.

Graph 7 : écart de Température entre T° de l'air et T° du point de rosée en période nocturne selon la modalité



Observation : écart de T° entre point de rosée et air ambiant plus important dans la cellule Thermitube => impact potentiel sur l'état sanitaire de la culture

Graph 8 : relation entre la somme de rayonnement et l'écart de T° Nuit entre Thermitube et témoin



Observation : le système est plus efficace quand la somme de rayonnement est plus élevée et en début de saison

2 – Résultats agronomiques

a) Tab 1 : résultats au 1^{er} juillet 2025- Début récolte dans les 2 compartiments le 21 mai 2025

	Rdt kg/m ²	PMC (g)	% Ext	Nb grap/m ²	% de 3- 4 Fruit	Déch en %
Confiance Thermitube	6.6	118	58.5	12.0	20.1	2.5
Confiance témoin	5.5	126	42	10.1	33	5.8
Rhodium Thermitube	9.1	124	83.7	15.1	11.9	1.6
Rhodium témoin	7.1	130	76.2	12.5	30.5	5.8
Moyenne « Thermitube »	7.85	121	71.1	13.5	16.0	2.0
Moyenne « témoin »	6.3	128	59	11.3	31.7	5.8

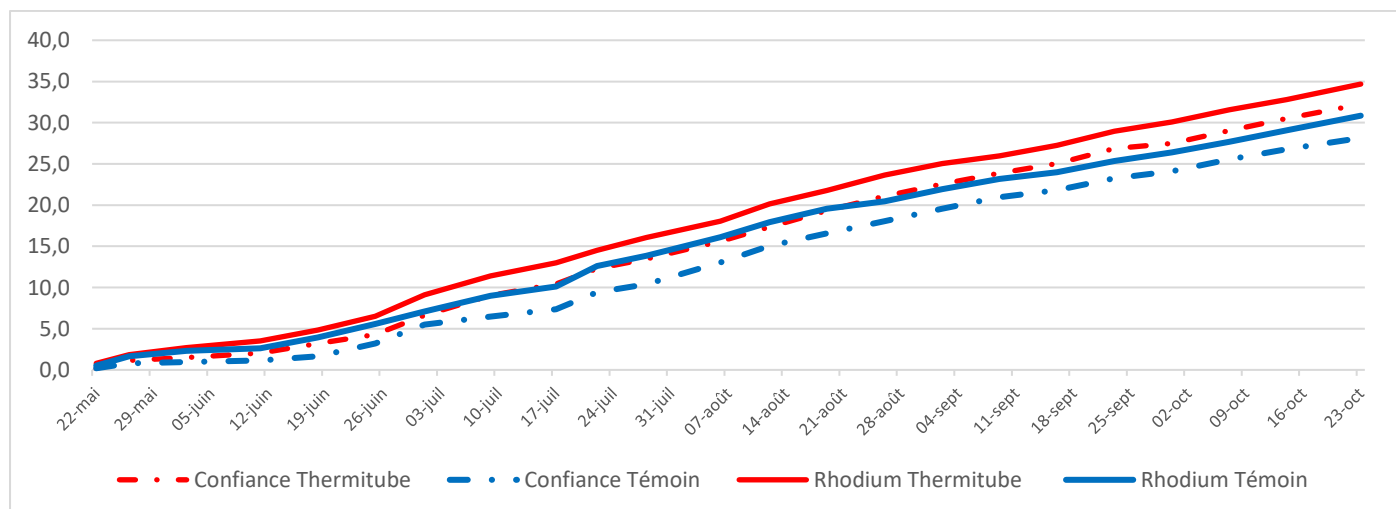
Observations :

Pas d'écart sur la date d'entrée en production mais une vitesse de sortie plus élevée sur « Thermitube » permettant un rendement supérieur fin juin de 1.6 kg/m² en moyenne. On observe également un écart important sur le pourcentage de grappe a 3-4 fruits lié à des problèmes de nouaison plus conséquents sur la modalité témoin en début de saison (jusque B2-B3). En cause un manque d'activité des bourdons (qualité du pollen ? climat un peu plus froid, plus humide) => plus de grappes mal nouées, incomplètes, présentant des défauts d'aspects et plus de déchets. Le problème a été moins présent dans la cellule « Thermitube ». Des tentatives de vibrage n'ont pas donné de résultat.

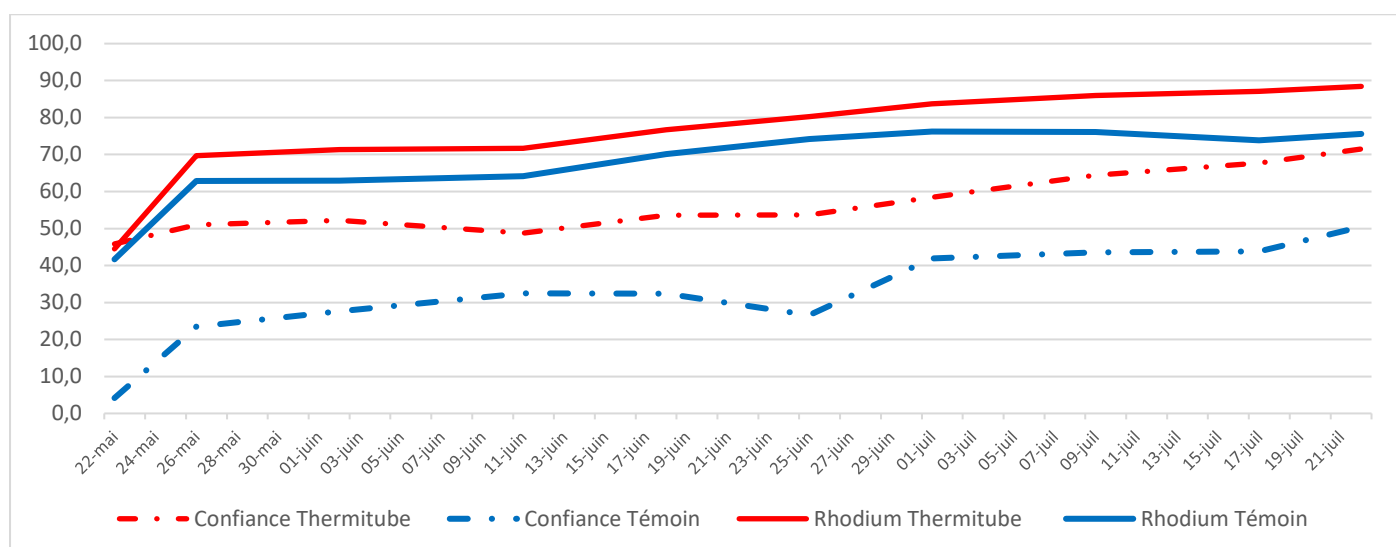
b) Tab 2 : résultats au 23 octobre (arrêt des contrôles)

	Rdt kg/m ²	PMC (g)	% Ext	Nb grap/m ²	% de 3- 4 Fruit	Déch en %
Confiance Thermitube	32.2	132	84	48.5	8.2	1.4
Confiance témoin	28.1	126	73	45.8	19.4	2.6
Rhodium Thermitube	34.7	129	92	55.2	8.3	0.7
Rhodium témoin	30.8	130	85	53.2	20.1	2.2
Moyenne « Thermitube »	33.5	131	88	51.8	8.3	1.1
Moyenne « témoin »	29.5	128	79	49.5	19.7	2.4

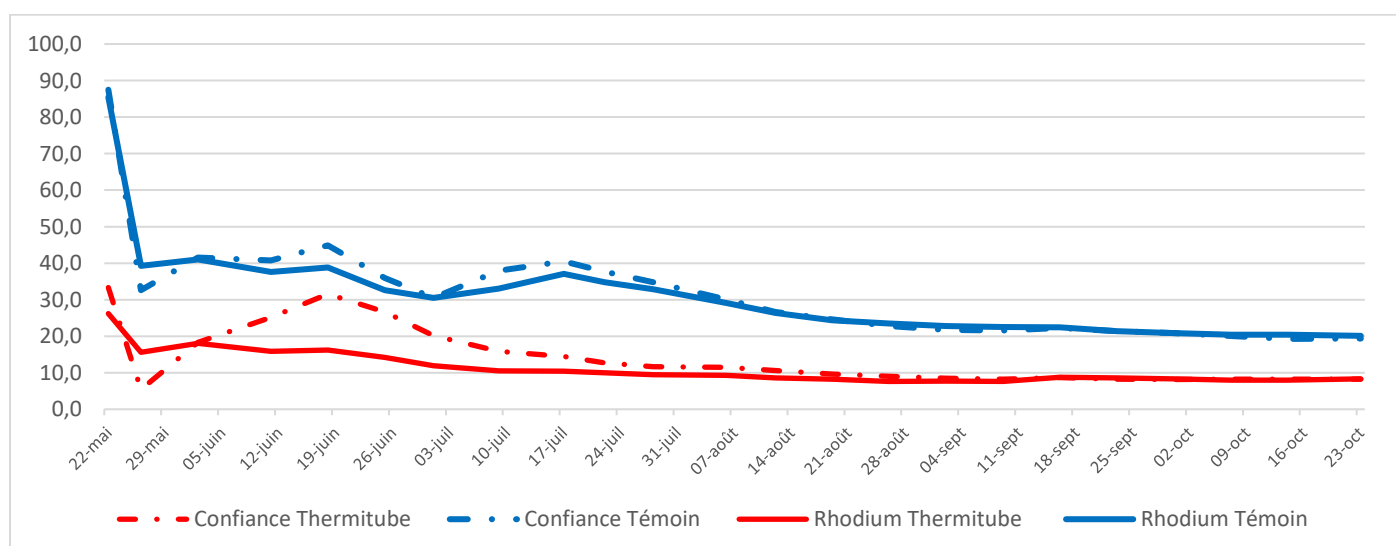
Graph 9 : évolution de la production en kg/m²



Graph 10 : évolution de la qualité de fruit (% d'extra)



Graph 11 : évolution du % de grappes à 3-4 fruits



Observations

Résultats nettement plus favorables à la modalité « Thermitube » principalement liés à un nombre de grappes récoltées plus important, moins de grappes à 3-4 fruits et une proportion de déchets plus faibles. Les poids moyens sont similaires. Au niveau variétal, « Rhodium » se comporte mieux que « Plaisance », elle est aussi très intéressante par sa précocité et sa rusticité dans ces conditions de culture. Pour cela, elle répond totalement aux objectifs de « Serrilience »

Conclusions de l'essai

Réalisé dans le cadre de l'appel à projet « Serrilience », cet essai avait pour objectif de poursuivre les travaux sur le système « Thermitube » proposé par la société « Agrithermic » afin d'améliorer la précocité d'une culture de tomate sans faire appel à un système de chauffage utilisant de l'énergie fossile.

En 2025, le système est poussé dans ses retranchements avec une date de plantation avancée à début février. En conditions non chauffées, les plantations ne peuvent se faire dans la région que vers le 20-25 mars. Néanmoins, le témoin est planté à la même date pour l'intérêt de l'étude.

Les résultats obtenus sont les suivants :

☞ D'un point de vue climatique, le « Thermitube » a principalement un impact positif sur la T° de nuit avec un gain moyen de 1,1 °C, un maximum de 2,0 °C et un minimum de 0,4°C. On observe que cet effet est plus important en début de saison (1à 2°C en moyenne) puis tend vers une diminution progressive à partir de la semaine 21 (mi-mai).

☞ Concernant la température diurne, on observe un très léger impact négatif sur la T° de jour, moins 0,2 °C en moyenne, principalement au lever du jour, ce qui correspond au début de « recharge » du système. Ce point est intéressant car il ralentit la remontée en T° de la serre et peut limiter la condensation sur plantes et fruits (hypothèse à vérifier). Concernant l'impact sur la moyenne 24 H, on observe un gain de 0,4 °C en moyenne (de 0 à 0.8°C), écart qui diminue avec l'avancement de la saison.

☞ D'un point de vue agronomique, l'impact sur la précocité reste limité : cette année la date d'entrée en production du « Thermitube » est identique à celle du témoin. Toutefois, la courbe de production indique une récolte plus abondante sur les 4 premières semaines de récolte liée en partie à l'impact du système sur la T° mais aussi une meilleure nouaison (bien qu'imparfaite) sur les premières grappes dans les conditions de cet essai, le témoin ayant très mal noué sur les 2-3 premières inflorescences. En fin de saison, on observe un gain de rendement de 4 kg/m².

☞ D'un point de vue sanitaire, on observe comme en 2023 un impact du système sur le développement de la cladosporiose. Cette observation n'avait toutefois pas été réalisée en 2024 avec une météo assez défavorable sur l'ensemble de la saison. La maladie est présente dans les 2 compartiments mais il est assez net que la progression est moins rapide dans la cellule « Thermitube ».

☞ D'un point de vue pratique et comme déjà indiqué dans les précédents comptes rendus, le système augmente la charge de travail pour la préparation de la serre (déroulage des tubes, gonflage) et en fin de culture (dépose). Des adaptations sont aussi nécessaires dans les pratiques culturales (pose de supports de tiges, effeuillages...). La qualité du matériel doit aussi être améliorée et stabilisée, certaines gaines ont dû être remplacées suite à des problèmes de fuites.

Annexes

Anova et test NK SUR RENDEMENT AU 30.06

Anova et test NK SUR RENDEMENT final