

TOMATE 2004

Essai chauffage en culture hivernale dans les Hauts

Code essai : 12E-04

Durée : mai 04 à décembre 04

Auteurs : Anne CAPY, Gilda NOURRY, Isabelle CABEU – ARMEFLHOR

Partenaires : Département Flhor du CIRAD, RSMA

1. CONTEXTE ET OBJECTIF

En hiver, dans la zone des Hauts, les conditions climatiques sont marquées par des températures froides et une forte hygrométrie. Ceci se traduit sur les cultures de tomate par un développement perturbé, des problèmes sanitaires (botrytis) et des problèmes de nouaison. Dans ce contexte, l'utilisation d'un chauffage pourrait sécuriser ces cultures en permettant le maintien d'une température suffisante et l'assèchement de l'air. L'objectif de cet essai est donc de tester l'intérêt agronomique et économique de l'utilisation d'une chaudière dans cette zone.

L'incidence du chauffage sur la nouaison est également étudiée, en comparant l'utilisation du vibreur et de la Tomatone. Ce travail est réalisé en collaboration avec le département Flhor du CIRAD (cf compte rendu).

2. MATERIEL ET METHODE

1 - Culture

Site : Exploitation du RSMA à Bourg-Murat (altitude 1600 m)

Structure : tunnel plastique de 160 m² (8 m X 20 m), variété Cencara, 2,5 plants/m², culture hors sol sur coco

Pollinisation par vibration 3 fois par semaine sauf parcelles expérimentales de la modalité hormonage.

Calendrier : semis : 27/05/04, plantation : 01/07/04, récolte du 29/9/04 au 10/12/04 (11 semaines).

2 – Dispositif

Facteurs étudiés :

- le chauffage air pulsé par générateur d'air chaud
- la technique de pollinisation (cf CR pollinisation)

Modalités :

Facteur chauffage : 1 – serre chauffée

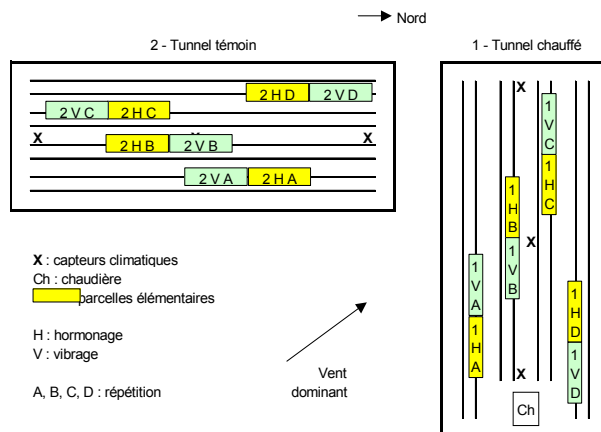
2 – serre témoin non chauffée

Facteur pollinisation :

V : vibration mécanique 3 fois par semaine

H : hormonage à la Tomatone 2 fois par semaine

4 parcelles d'observation de 9 plantes par tunnel



3 - Matériel et conduite du chauffage

Chaudière au fuel à production d'air pulsé, modèle GH 80 H, Giordano. Un réglage spécifique est nécessaire pour adapter l'alimentation en fuel à l'altitude. Un mauvais réglage se traduit par des fumées noires.

Commande de la chaudière par thermostat. Consigne de 16 °C puis 14 °C à partir du 1/9 (baisse de vigueur).

Période de chauffage : du 1/7/05 au 29/10/05

4 – Observations réalisées

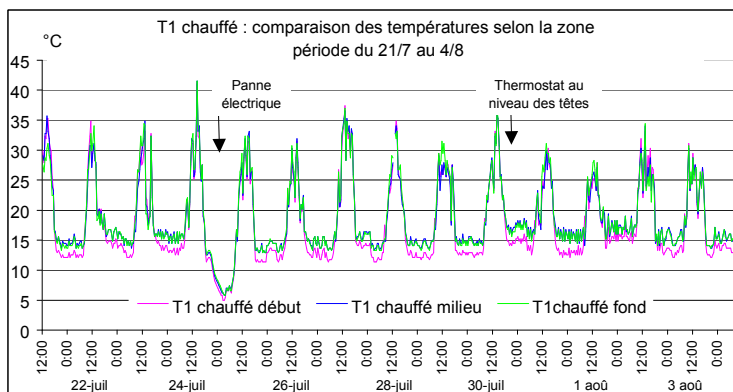
- Enregistrement du climat : 3 enregistreurs de température/hygrométrie par serre (début, milieu et fond de la serre, sur le même rang). A l'extérieur : un capteur.
- Observation du comportement des plantes sur 3 plantes marquées dans les parcelles élémentaires. Des notations précises de la nouaison ont été effectuées par le CIRAD (compte-rendu spécifique dans ce rapport).
- Rendements hebdomadaires commercial et déchets, calibre des fruits. Tests de conservation et fermeté.
- Pourcentage de plantes atteintes par le botrytis
- Estimation du coût lié au chauffage : relevé de la consommation en fuel

3. RESULTATS ET DISCUSSION

1 – Evolution des températures et de l'hygrométrie

Homogénéité des températures dans la serre chauffée

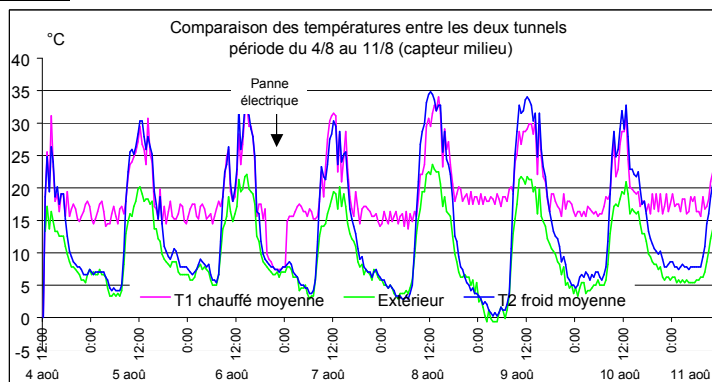
Les températures sont un peu moins élevées à proximité de la bouche de la chaudière, sans doute en raison de la ventilation et d'un retour d'air froid. Elles sont similaires au milieu et au fond de la serre. Lorsque les plantes grandissent, ces différences s'estompent. Dans le tunnel témoin, il n'y a pas de différence entre l'entrée, le milieu et le fond du tunnel.



Comparaison des températures entre les deux tunnels

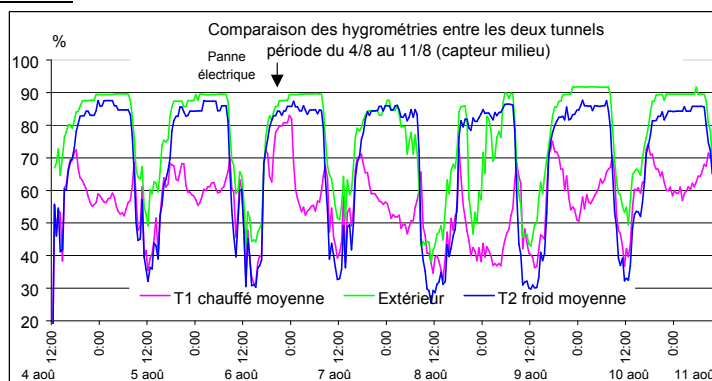
La consigne est bien respectée : les températures minimales oscillent entre 15 et 17 °C.

Dans le témoin, les températures nocturnes sont très proches de celles enregistrées à l'extérieur, de l'ordre de 5 °C, parfois moins.



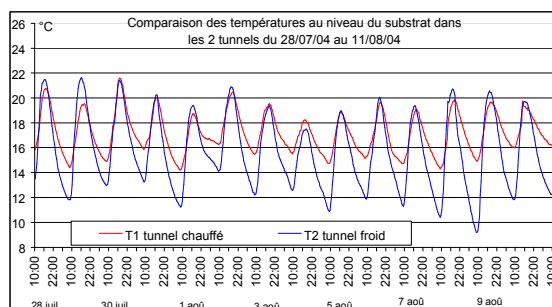
Comparaison des hygrométries entre les deux tunnels

La diminution d'hygrométrie nocturne est sensible, de l'ordre de 30 à 40 points. Cette différence s'observe également sur les plantes le matin : début août, elles sont sèches dans le tunnel chauffé alors qu'elles restent mouillées jusqu'à au-moins 10 h dans le témoin.



Températures dans le substrat

Les températures minimales dans le tunnel chauffé sont de l'ordre de 15 à 16 °C, ce qui se rapproche de l'optimum de 18 à 21 °C. En revanche dans le tunnel témoin, les températures sont comprises entre 12 et 14 °C, parfois inférieures, avec des écarts de 1,5 à 5 °C (en période très froide)



2 – Développement des plantes

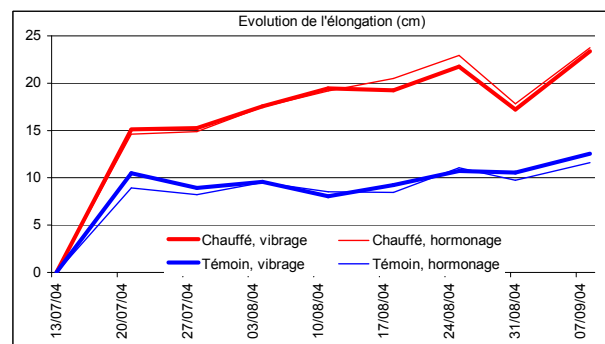
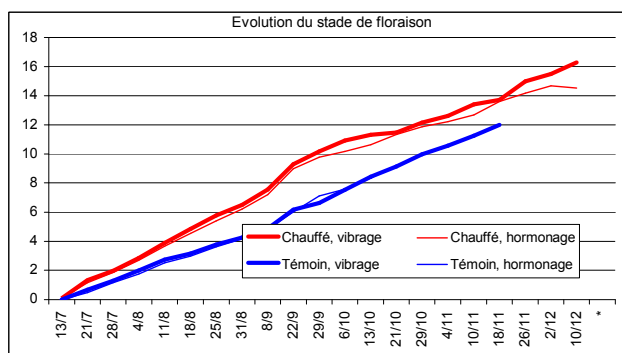
	Diamètre (mm)			Elongation (cm)		Longueur (cm)		Hauteur du 1 ^{er} bouquet (cm)	Hauteur 1 ^{er} -5 ^{ème} bouquets (cm)
	04-août	08-sept	29-sept	04-août	08-sept	04-août	08-sept		
Chauffé	11,09 a	10,54 ns	8,31 b	17,5 a	23,55 a	88,73 a	190,87 a	44,6 ns	128,3 a
Témoin	9,58 b	11,36 ns	10,71 a	9,55 b	12,08 b	67,19 b	117,26 b	44,35 ns	113,19 b

	Stade de floraison			Stade de nouaison			Nombre de fruits par plante		
	04-août	08-sept	18-nov	04-août	08-sept	18-nov	04-août	08-sept	18-nov
Chauffé	2,78 a	7,38 a	13,65 a	1,98 a	6,18 a	12,46 a	6,42 a	40,96 a	44,95 ns
Témoin	1,87 b	4,85 b	12,00 b	1,08 b	2,80 b	10,56 b	1,71 b	12,25 b	46,63 ns

stade de floraison (même notation pour la nouaison) : unité = n° du bouquet fleuri ; décimales : rang de floraison, 0 = 1 fleur, 2 = 2 fleurs, 4 = 3 fleurs

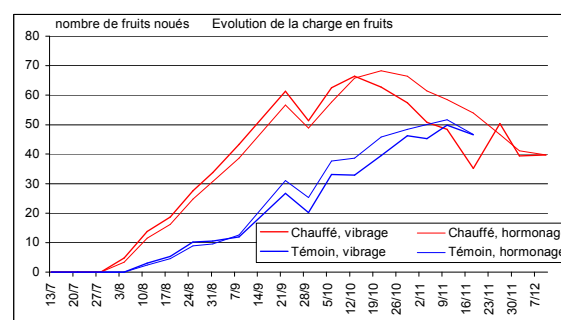
6 = 4 fleurs, 8 = 5 fleurs

a, b : groupes homogènes, résultats du test de Newman et Keuls à 5% : ns : non significatif



Des différences significatives sont observées en faveur du tunnel chauffé rapidement après plantation :

- plantes plus poussantes et vigoureuses en début de culture alors que leur croissance est bloquée dans le témoin. La distance 1^{er}-5^{ème} bouquet est aussi plus importante.
- élongation plus importante (15 à 20 cm/semaine au lieu de 8 à 10 cm dans le témoin)
- plantes plus hautes : + 74 cm au 8 septembre et feuilles plus développées
- floraison plus rapide : + 2 à 3 bouquets fleuris, différence qui se retrouve au niveau de la nouaison
- nombre de fruits noués sur la plante nettement supérieur : + 29 fruits au 8/9. La différence entre les deux serres ne disparaît que mi-novembre, en fin de culture !
- le diamètre des tiges, indicateur de la vigueur, est plus important en début de culture avec le chauffage. Par la suite, les plantes très chargées perdent de la vigueur et le diamètre est inférieur à celui des plantes témoin moins chargées et peu poussantes.



Tunnel chauffé
le 25/08/05



Tunnel témoin
le 25/08/05

Il n'y a pas de différence significative de comportement des plantes en fonction du mode d'amélioration de la nouaison.

3 – Etat sanitaire de la culture

Peu de problèmes sanitaires ont été rencontrés durant les deux premiers mois de culture. Par la suite, une attaque de botrytis n'a pu être enrayée dans le témoin et 70 à 97 % des plantes sont touchées à partir de début octobre. Dans la serre chauffée où il a touché 10 à 20 % des plantes, le botrytis est resté limité aux tiges et a été plus facilement maîtrisé, avec des pertes très faibles. La meilleure maîtrise de l'humidité et l'absence de condensation sur les fruits ont largement contribué à limiter son extension. Les traitements, en présence d'un inoculum plus faible, ont été plus efficaces.

4 – Evolution de la nouaison (voir aussi compte-rendu pollinisation CIRAD)

	Nombre de bouquets observés	Pourcentage d'avortement		Production de pollen (en mg pour 10 fleurs)	Pourcentage de germination du pollen
		VIBREUR	TOMATONE		
Serre chauffée	10	30,4 %	28,5 %	4.2	20,3 %
Serre témoin non chauffée	6	51,5 %	45,9 %	2.0	15,8 %

L'amélioration du climat grâce au chauffage se traduit par une diminution des avortements et par une meilleure qualité du pollen.

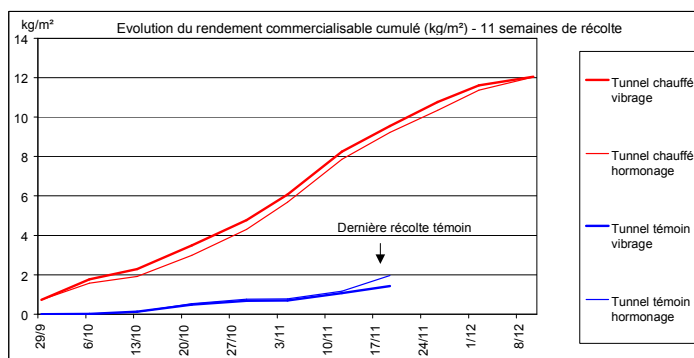
5 – Production

	Production précoce (29/10)		Production au 19/11						
	Rendement commercialisable (kg/m ²)	Poids moyen commercialisable (g)	Rendement >57 (kg/m ²)	Rendement 47-57 (kg/m ²)	Rendement <47 (kg/m ²)	Rendement commercialisable (kg/m ²)	Poids moyen commercialisable (g)	% déchets (en poids)	Nature déchets dominants
Chauffé	4,78 a	101 ns	4,90 a	4,31 a	0,34 a	9,55 a	95 ns	13 b	Petits, déformés (fruits arrondis)
Témoin	0,68 b	91 ns	0,45 b	0,84 b	0,15 b	1,44 b	87 ns	52 a	Petits, nécrose apicale

a, b : groupes homogènes selon le test de Newman et Keuls à 5%

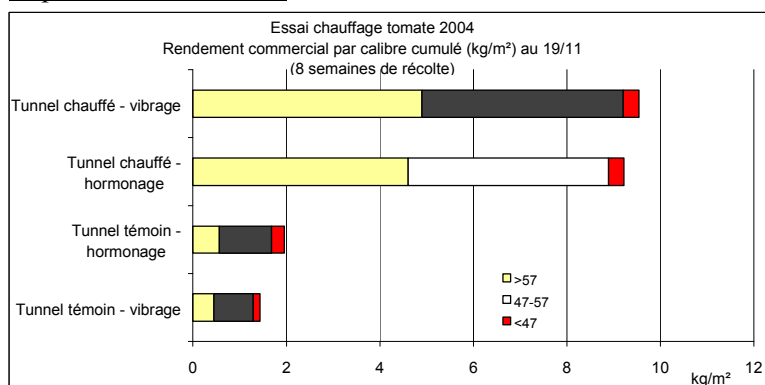
ns : non significatif

Le chauffage a eu une nette influence sur la productivité de la culture. L'entrée en production a été plus précoce (1 à 2 semaines d'avance), et la culture beaucoup plus productive. La récolte du témoin a dû être arrêtée au 19 novembre en raison de l'état sanitaire (botrytis), de la faible production des plantes et de la mauvaise qualité des fruits. Le tunnel chauffé a été récolté jusqu'au 10 décembre et a permis un rendement final de 12,05 kg/m² sur 11 semaines de récolte.



L'essai n'a pas mis en évidence de différence statistiquement significative entre vibration et hormonage.

Répartition des calibres



La répartition des calibres montre que la moitié des fruits récoltés dans la serre chauffée sont de calibre supérieur à 57. La part de petit calibre est faible, inférieure à 4%.

Dans le témoin, le gros calibre ne représente que 30% du poids total. D'autre part, la proportion de petit calibre est plus élevée (10 à 14%)

Qualité des fruits et conservation

Les fruits du tunnel chauffé ont une présentation normale et brillante alors que ceux du témoin sont ternes et présentent de nombreuses microfissures et traces vertes. Il y a également beaucoup de déchets (50%), essentiellement des petits fruits, du blossom et des collets ternes (microfissures).

Quelques fruits arrondis dans le tunnel chauffé (phénomène connu sur Cencara).



Fruits tunnel chauffé

Fruits tunnel froid

Les fruits issus du tunnel chauffé se sont mieux conservés durant 7 jours que ceux du témoin : moins de fruits mous, bon maintien de l'aspect alors que les fruits du tunnel froid présentent de nombreuses microfissures, des points dorés, des taches et un aspect interne blanchâtre. En revanche, il n'y a pas eu de différence de conservation entre les fruits vibrés et hormonés (conservation à température ambiante, $\approx 23^{\circ}\text{C}$).

6 – Quelques éléments de coût (valables pour les conditions de cet essai)

Investissement total : 5557,51 € (chaudière 2560,40 €, cuve 2567,11 €, installation alimentation fuel : 430 €)

	Consommation totale (l)	l/m ²	Moyenne l/m ² /jour	Coût €/m ² /jour (base de 0.45 €/l)	Coût total pour la serre (€/m ²)	Coût par kg produit
Total (119 jours)	2280 L	14.25 l/m ²	0.12 L/m ² /jour	0.054	6.413	0.53€/kg

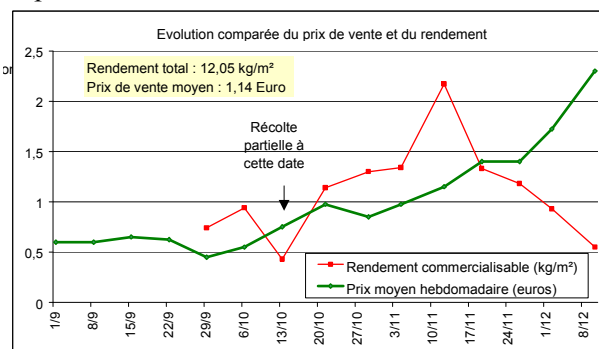
Le coût de fonctionnement est élevé : pour un prix de vente moyen de 1,14 €/kg, il est équivalent ici à 5,6 kg de tomate par m². Il faut cependant prendre ces éléments avec précaution. En effet :

- la chaudière est sur-dimensionnée pour la serre d'essai. Il est probable que consommation de fuel et investissement par m² seraient inférieurs dans une serre plus grande.
- Dans notre essai le chauffage a été maintenu jusqu'à fin octobre. Au vu de la perte de vigueur en fin de cycle, on aurait sans doute pu baisser la consigne plus tôt pour ralentir les plantes et limiter leur affaiblissement.
- L'exploitation du 4^{ème} RSMA est située à 1600 m d'altitude alors que la plupart des exploitations des Hauts sont situées un peu plus bas. Les températures y sont particulièrement froides.
- La culture a été installée en pleine période froide (réparation de la chaudière). Il apparaît clairement qu'à cette altitude, pour une culture sans chauffage, ce calendrier n'a pas d'intérêt. En revanche, une culture qui serait installée en mars/avril pourrait être poursuivie plus longtemps avec le chauffage. Dans ce cas, le coût de fonctionnement serait sans doute diminué.

Evolution comparée du prix de vente et de la dynamique de production

Pour ce calendrier, la production intervient à une période où les cours sont bas. Lorsque la courbe des prix se redresse, la majeure partie de la production a été récoltée. D'un point de vue économique, le calendrier serait peut-être plus intéressant :

- soit en décalant la plantation pour profiter des prix supérieurs en fin d'année mais il y a alors le risque cyclonique et une plantation en période froide
- soit en plantant plus tôt, le chauffage permettant de prolonger la production d'une culture installée en fin de période chaude.



4. CONCLUSION

L'essai a montré l'intérêt technique que peut apporter le chauffage d'une culture de tomate implantée en plein hiver dans les conditions des Hauts de l'île. Il a permis :

- un bon maintien des températures nocturnes
- un comportement des plantes satisfaisant : développement normal, bonne nouaison et production, bonne qualité et conservation des fruits
- une nette amélioration des conditions sanitaires dans la culture chauffée, notamment sur le botrytis

En revanche, il est difficile dans les conditions de l'essai, d'étudier précisément la rentabilité de la mise en place du chauffage. En effet, l'essai a été conduit dans de petites serres, dans une zone particulièrement froide et sur un calendrier défavorable à la fois techniquement (période la plus froide de l'année) et surtout économiquement (prix de vente particulièrement bas). Si la consommation de fuel est élevée, certaines pistes de travail ressortent et pourraient être observées pour diminuer les coûts de revient :

- calendrier de culture différent, le chauffage étant utilisé en complément en fin de cycle sur des cultures installées plus tôt dans l'année et produisant à une période commercialement plus favorable.
- chauffage de serres plus grandes
- étude d'autres types de chauffage.