



Intérêt d'un paillage en Bois Raméaux Fragmentés en cultures légumières dans le Gard



Compte-rendu d'expérimentation

Service Développement économique des filières &
Service Environnement et Territoires

Janvier 2012

Les Bois Raméaux Fragmentés (B.R.F.)

Sommaire	2
<u>I Le contexte</u>	3
Les principaux bénéfices attendus	3
Un principe simple mais efficace	3
Un matériau et deux techniques	4
Objectifs de l'expérimentation	4
<u>II Les résultats des essais B.R.F. paillage</u>	5
Site 4 Jean-Luc Robby – Bourdic- melon	5
Site 6 Olivier Dumont – Saint-Gilles – fraise sous abris	13
Site 6 Olivier Dumont – Saint-Gilles – melon sous abris	19
Site 7 Loïc Martin – Blauzac - courge	25
Site 8 Florent Verdoire – Ners – courge	30
<u>III Synthèse des résultats</u>	34
<u>IV Conclusions</u>	36
Annexes	37

I Le contexte

La pression sur la **ressource en eau** (tant quantitative que qualitative) et la lutte contre la **dégradation des sols**, représentent deux défis majeurs que l'agriculture doit relever aujourd'hui, ce qui implique de nombreuses remises en question dans différents domaines.

Ces dernières années le sol a été le plus souvent considéré comme un substrat de culture avec pour conséquence un appauvrissement considérable de sa capacité à résister aux aléas climatiques (sécheresse, inondation) ainsi qu'aux attaques des bio-agresseurs. La différence entre cet écosystème devenu artificiel et l'écosystème forestier qui ne demande ni eau, ni engrais, ni pesticide est frappante. L'étude du fonctionnement des forêts a débouché sur l'utilisation en agriculture de broyat de branches d'arbres ou arbustes, plus connu sous le nom de B.R.F. (Bois Raméal fragmenté).

De nombreux bénéfices attendus

Les B.R.F. semblent en effet posséder de nombreux atouts : ils stimulent l'activité des **organismes du sol**, augmentent la teneur en **humus** stable et par là même, la capacité à retenir l'eau (jusqu'à 20 fois son poids) et les éléments minéraux. En outre, ils améliorent la structure du sol et limitent l'**érosion**. Ils accroissent aussi la **réserve en eau** du sol par sa restructuration et régulent son humidité grâce à l'augmentation de l'activité biologique. Les plantes résistent ainsi mieux à la sécheresse.

Les aquaporines complètent l'effet humus. Découvertes en 1988 par le prix Nobel de chimie 2003, les **aquaporines** sont des **protéines « canal à eau »** présentes dans tous les organismes vivants. L'enrichissement du sol par une couverture de fragments de bois induit la dégradation de la lignine par des champignons, favorise la présence des aquaporines, qui favorisent elles-même la conservation de l'humidité.

Un principe simple mais efficace

Des **rameaux verts d'essence feuillus** sont fragmentés, broyés puis épandus au sol ou incorporés aux premiers centimètres du sol. La technique des BRF est en fait comparable à une accélération du **processus pédogénétique** naturellement mis en œuvre dans la forêt. Les BRF agissent alors positivement sur l'ensemble des composantes du sol : minérales, énergétiques, biochimiques, chimiques et biologiques pour en faire une synthèse dont l'expression sera composite et dynamique (Lemieux et Lachance, 2000). Ils permettent une **aggradation** (par opposition à dégradation) du système sol avec pour effet une augmentation de la biodiversité, un apport direct d'énergie au sol et la **formation d'humus** forestier (Domenech *et al*, 2006). Ce sont les fractions **lignine** du bois : la guaïcyl et la syringyl, les deux polyphénols les plus importants avec les tannins, qui jouent un rôle primordial dans la pédogenèse.

Les BRF sont constitués de trois parties, les branches, les rameaux et les feuilles. Les rameaux doivent être de **diamètre inférieur à 7 cm**, fragmentés jusqu'à **5-10 cm de longueur**. Les BRF jouent un rôle très précis dans la formation et le maintien d'un sol fertile ce qui n'est pas le cas des écorces, du bois de tronc, des sciures, des copeaux de rabotage ou de tout autre résidu d'origine industrielle.

Un matériau et deux techniques

Selon les cultures et l'objectif recherché, les BRF seront soit **étalés** en une couche de 1 à 3 cm au sol pour constituer un paillage naturel, soit **incorporés** dans les 5 à 10 premiers centimètres du sol. Dans les deux cas, il faut **66 t/ha** (250 m³/ha) de BRF la première année. Par la suite, un apport de 20 t/ha doit être réalisé tous les 3 ans.

Objectifs de l'expérimentation

Les différents essais mis en place ont pour objectif de vérifier si du Bois Raméal Fragmenté épandu sous forme de paillage peut représenter une alternative au paillage plastique, de vérifier les conséquences d'un paillage B.R.F. sur l'alimentation hydrominérale des plantes et sur le contrôle des adventices.

II Les résultats des essais B.R.F. paillage

Site 4

Jean-Luc Robby - Bourdic - Uzège



Le protocole expérimental

Situation géographique

La parcelle de Jean-Luc Robby se situe sur la commune de Bourdic au sud d'Uzès dans le centre du département du Gard.

Le sol

Texture argile limono-sableuse.

Dispositif expérimental

Essai blocs à 3 répétitions, parcellaire élémentaire de 40 m² (annexe 1).

Modalités

Le test est constitué de deux modalités :

- **témoin** (sans apport de BRF), modalité représentant la pratique de l'agriculteur,
- **BRF paillage** : 125 m³/ha de **peuplier**, épandu sous forme de paillage sur une largeur de 1 mètre à la plantation des plants de melon.

Mise en place des modalités :

Tableau 1 : les différentes modalités comparées au témoin

	BRF paillage
Origine	Agroforesterie
Type	Peuplier
	Pré-composté 2 mois
Dose en m ³ /ha	125
Dose en t/ha	28.5
Épandage	18/05/2010
Paillage	18/05/2010
Incorporation	18/11/2010

Photographie 1 : B.R.F. sur culture de melon



Suivi cultural 2010

Culture : **melon**

Précédent : blé

Travail du sol :

- passage disque le 29/09/2009
- labour le 12/11/2009
- reprise passage cultivateur le 16/04/2010

Cycle cultural : annexe 2

Plantation: le 17/05/2010

Variété : Anasta

Densité : 9 500 plts/ha

Ecartement :

- entre rangs : 2.10 m
- entre plants : 0.50 m

Irrigation : **goutte à goutte**

Fertilisation :

- en fond :

		Unités/ha		
date	engrais	N	P205	K20
18/03/2010	0.0.30	0	0	150
18/03/2010	18.46.0	27	69	0
18/03/2010	18.46.0	27	69	0
	total	54	138	150

- en couverture :

		Unités/ha		
date	engrais	N	P205	K20
19/06/2010	12.61.0	6	31	0
Du 19/06 à la fin de la culture	18.0.46	18	31	46
	total	24	31	46

Total culture	78	169	196
---------------	-----------	-----	-----

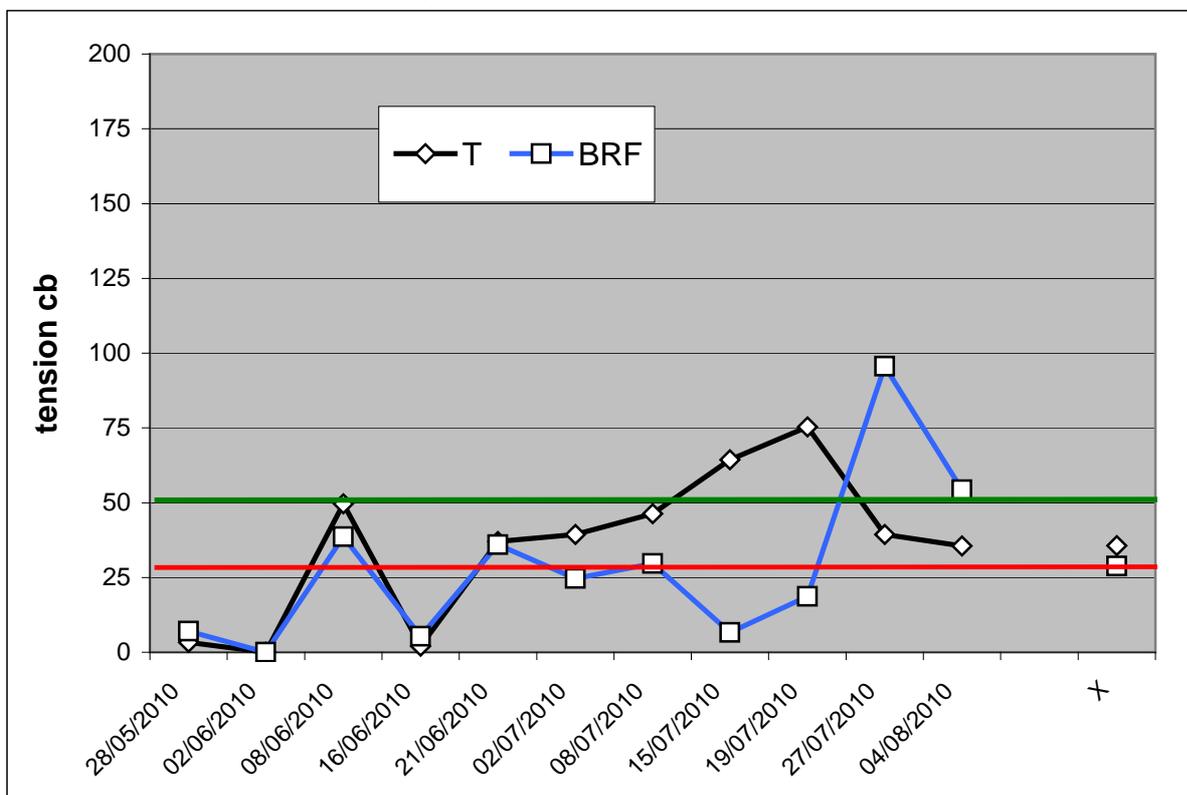
Récolte : du 20/07 au 9/08/2010

Résultats et observations

Suivi tensiométrique

Des sondes « watermark » ont été installées sur chaque parcelle élémentaire à une profondeur de 15 cm (annexe 3). Un relevé hebdomadaire permet de suivre l'évolution de la teneur en eau des différentes modalités.

Graphe 1 : suivi tensiométrique



Jusqu'à la mi-juin les tensions des deux modalités sont similaires. A partir de début juillet, les tensions s'élèvent pour la modalité « Témoin ». En fin de cycle la tendance s'inverse.

Tableau 2 : tensions moyennes

Modalités	Tensions moyennes en centibars	Analyse statistique *
Témoin	36	<i>non significatif</i>
BRF paillage	29	

* Test de Newman&Keuls (seuil 5%)

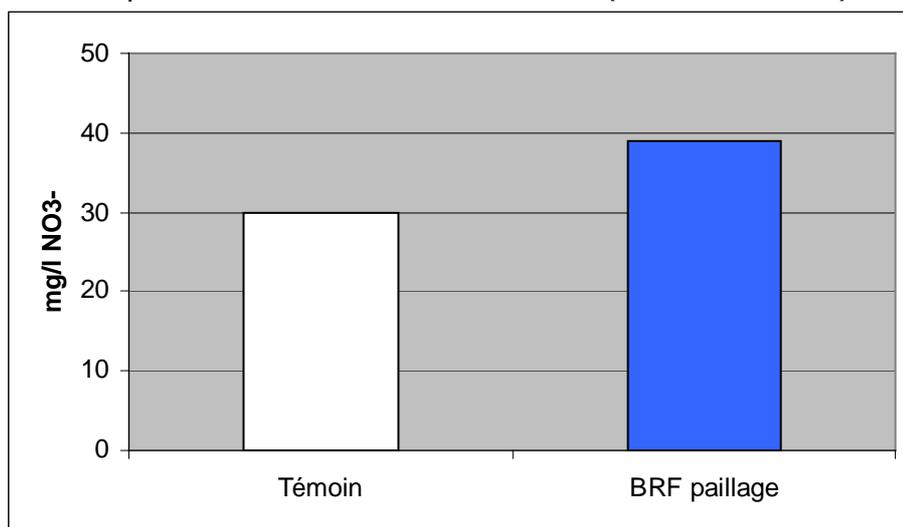
Sur l'ensemble du cycle, la modalité « BRF » enregistre des tensions en eau légèrement inférieures (- 7 cbs).

Etat azoté du sol

Selon la méthode d'analyse rapide nitrate (Nitratest), le statut azoté du sol est évalué à différentes périodes (annexe 4).

La mesure effectuée à la fin de la récolte le 9/08/2010 atteste d'une faible teneur en nitrate du sol. La fertilisation azotée apportée a été bien valorisée par la plante. La modalité « BRF » enregistre une teneur en nitrate légèrement supérieure.

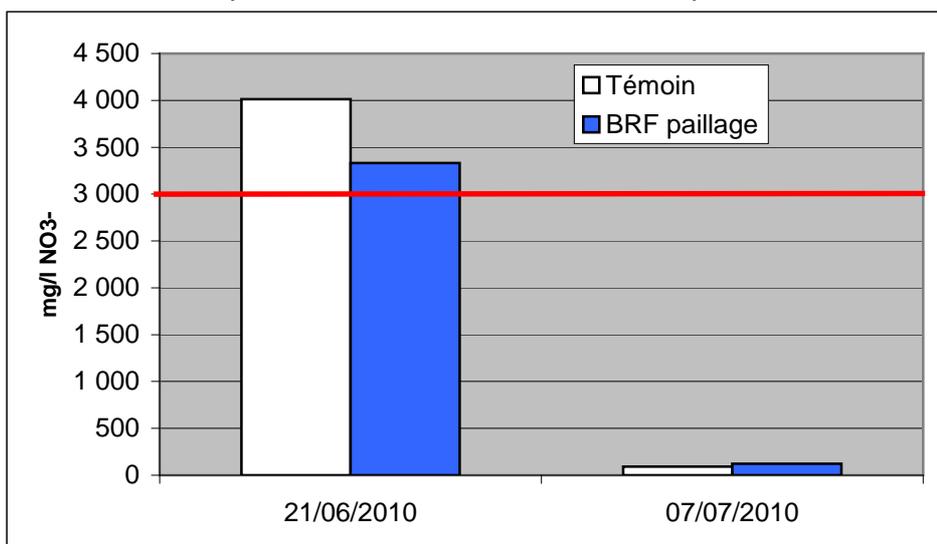
Graphe 2 : teneur en nitrate du sol (horizon 0-30 cm)



Etat azoté de la plante

La teneur en nitrate de la plante a été réalisée selon la méthode PILazo (annexe 5).

Graphe 3 : teneur en nitrate de la plante



La première mesure effectuée avant le stade nouaison indique des valeurs supérieures au seuil de 300 mg/l de nitrate. Malgré une différence de plus de 650 mg/l entre la modalité « BRF » et la modalité « témoin » aucun apport azoté n'a été effectué.

Incidence des apports de B.R.F. sur la température du sol

Des sondes de température Tinytag ont été implantées sur une répétition de chaque modalité (annexe 6). La température du sol a été mesurée à 15 cm de profondeur, toutes les heures du 28 mai au 13 août 2010.

La moyenne des températures enregistrées sur l'ensemble de la période fait apparaître une légère **perte thermique de 2.03 ° C** pour la modalité « BRF » (annexe 7).

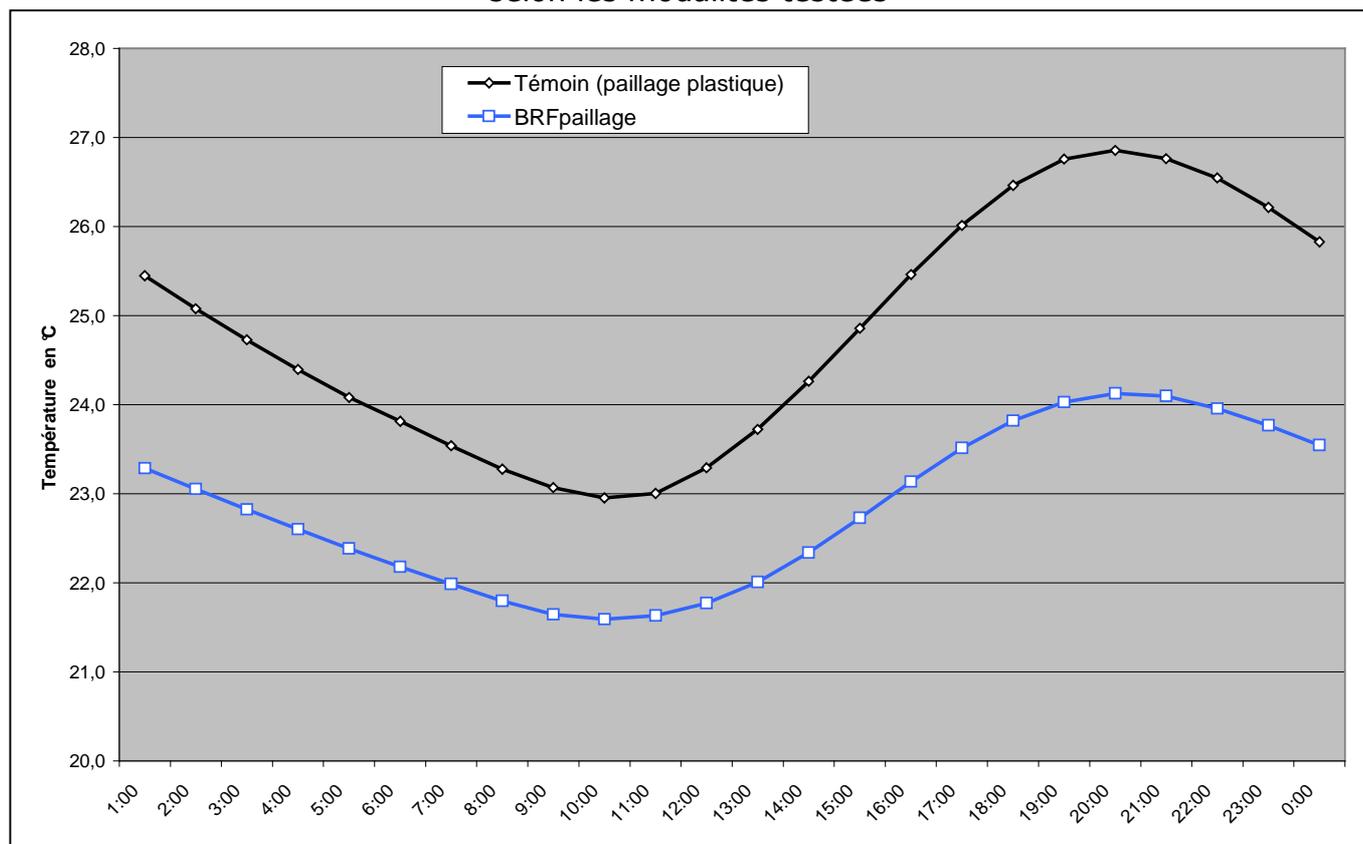
Tableau 3 : températures moyennes du sol

Modalités	Températures moyennes en °C	Variation/ témoin en °C
Témoin	24.85	
BRF paillage	22.82	- 2.03

L'analyse des mesures d'une journée type obtenue en faisant la moyenne horaire des 90 jours d'enregistrement fait apparaître :

- de fortes variations au sein d'une journée,
- pour la modalité « BRF paillage » la température moyenne est tout au long de la journée inférieure au témoin. Le B.R.F a un effet tampon, l'amplitude thermique est plus limitée.

Graphe 4 : température du sol moyenne d'une journée selon les modalités testées



Maîtrise des adventices

Tableau 4 : maîtrise des adventices

Modalités	Nbr d'adventices/m ²	Analyse statistique *
Témoin	0.2	<i>non significatif</i>
BRF paillage	0.8	

* Test de Newman&Keuls (seuil 5%)

40 jours après la plantation et une semaine après l'enlèvement de la protection plastique 500 trous, un désherbage manuel a été nécessaire sur la modalité « BRF ». En conditions réelles de production, cette opération réalisée sur quelques m², aurait demandé un nombre d'heures trop importants.

Résultats agronomiques

Productivité

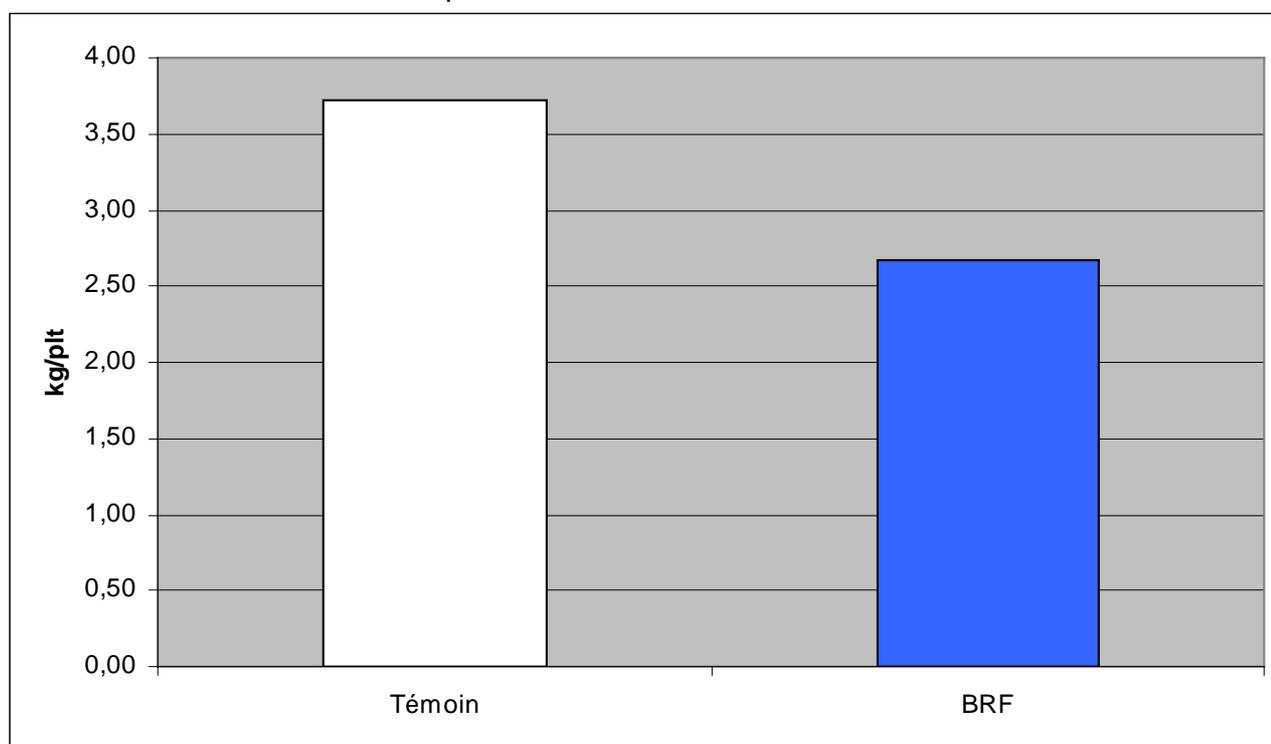
La récolte effectuée du 20 juillet au 9 août 2010 a permis de mesurer l'influence des apports de B.R.F. sur la productivité de la culture de melon.

Tableau 5 : productivité

Modalités	Nbr de fruits/plt	A S *	Poids moyen en g	A S	Estimation rendement en g/plt	AS
Témoin	3.27	<i>non significatif</i>	1.14	<i>non significatif</i>	3.72	<i>non significatif</i>
BRF paillage	2.82		0.96		2.67	

* Test de Newman&Keuls (seuil 5%)

Graphe 5 : rendement commercial



Le **rendement de la modalité « BRF »** est **inférieur** au témoin. Il y a moins de fruits par plante et ils sont moins gros.

Tableau 6 : aspect qualitatif

Le **taux de sucre** des deux modalités **est très proche.**

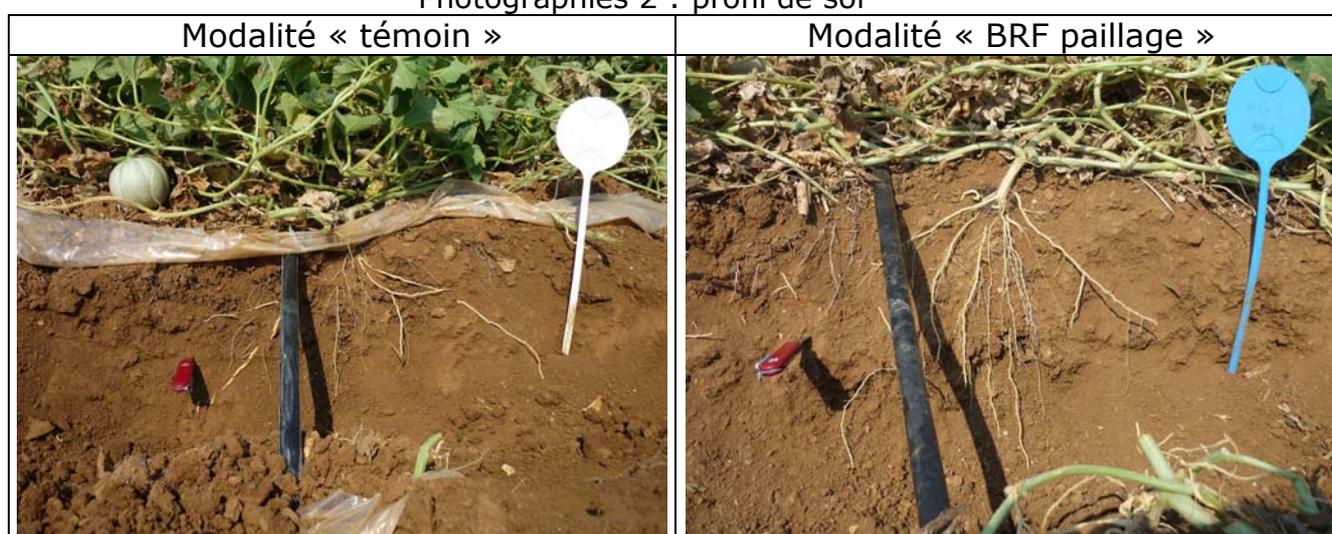
Modalités	Taux de sucre	A S *
Témoin	12.8	<i>non significatif</i>
BRF paillage	12.6	

* Test de Newman&Keuls (seuil 5%)

Incidence de l'apport de B.R.F. sur le système racinaire de la culture de melon

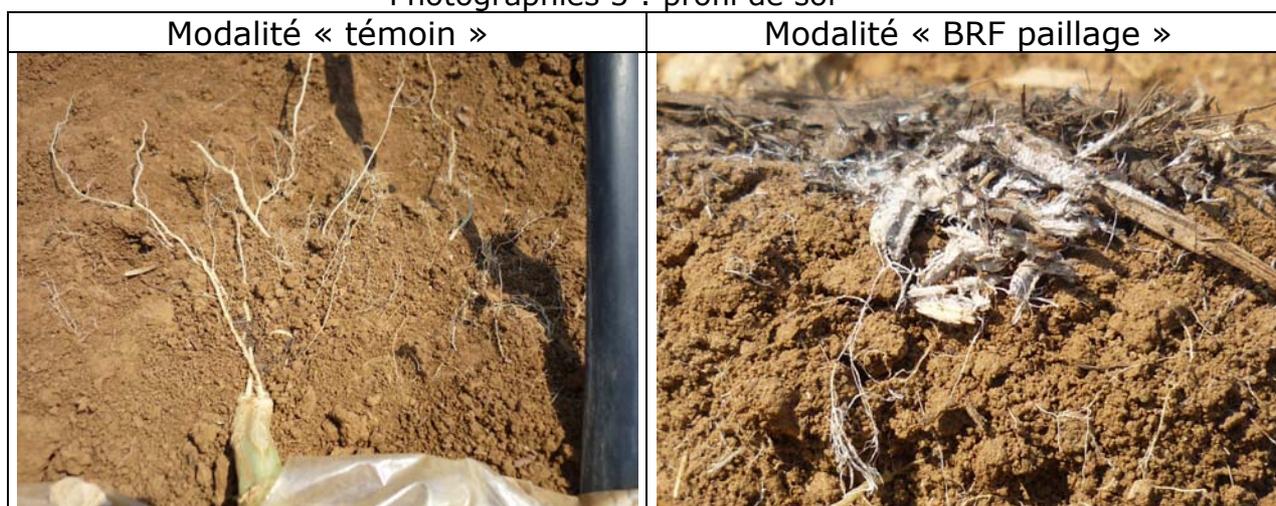
Le profil de sol réalisé le 9/08/2010

Photographies 2 : profil de sol



Quelque soit la modalité, le système racinaire est peu puissant, localisé en surface. On note la présence d'une zone compactée à 15 cm de profondeur. Les **systèmes racinaires** des deux modalités sont **assez proches.**

Photographies 3 : profil de sol



Sous le paillage plastique, on observe de nombreuses petites racines. Sous le paillage BRF, on note la présence de champignons basidiomycètes.

Conclusions

Un apport de BRF en paillage sur une culture de melon a permis de **mieux valoriser l'eau apportée en irrigation**. Les tensions en eau sont légèrement plus basses. Par contre, une **faim d'azote** a été observée. Elle a provoqué une baisse du rendement commercial.

La maîtrise des adventices n'a pas été totale. Un **désherbage manuel** a du être réalisé. Il représente un coût élevé.

D'un point de vue thermicité, l'apport de BRF en paillage a réduit de près de 2 °C la température du sol à 15 cm de profondeur. A cette époque de l'année, les températures dépassent les 20°C. Les conséquences agronomiques sont certainement nulles.

Site 6

Olivier Dumont – Saint-Gilles – Costières



Le protocole expérimental

Situation géographique

La parcelle de Olivier Dumont se situe sur la commune de Saint-Gilles au Sud de Nîmes au Sud du département du Gard.

Le sol

Les principales caractéristiques de ce sol argileux de Costières sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Bilan de fertilité physique

Tableau 7 : bilan de fertilité physique

Modalités	Texture	Teneur en argile	Réserve utile	Matière organique	pH (KCL)
témoin	Limon argilo-sableux	22.8%	57mm	3.20% moyen	7.7
BRF paillage		23.2%	61mm	3.19% moyen	7.7

L'activité biologique est moyenne à faible.

Tableau 8 : bilan de fertilité chimique

Modalités	CEC * (me/kg)	Teneur en mg/kg			
		P205	K2O	MgO	CaO
témoin	147 moyenne	2 614 très forte	648 très forte	387 forte	5 337 forte
BRF paillage	156 moyenne	2 657 très forte	550 très forte	393 forte	5 489 forte

*CEC: Capacité d'Echange Cationique

En ce qui concerne les oligo-éléments, seule la teneur en **cuivre** est considérée comme **très élevée**.

Dispositif expérimental

Essai blocs à 3 répétitions, parcellaire élémentaire de 6.4 m² (annexe 8).

Modalités

Le test est constitué de deux modalités :

- **témoin** (sans apport de BRF), modalité représentant la pratique de l'agriculteur, paillage plastique noir,
- **BRF paillage** : 250 m³/ha de **platane**, épandu sous forme de paillage sur une largeur de 1 mètre à la plantation des plants de fraise.

Mise en place des modalités :

Tableau 9 : la modalité BRF

	BRF paillage
Origine	Clemençon
Type	Platane (Saint-Cômes)
	frais
Dose en m ³ /ha	250
Dose en t/ha	113
Epannage	09/12/2008
Incorporation passage cultivateur	27/06/2009
Paillage	09/12/2008

Photographie 4 : paillage de B.R.F. sur culture de fraise



Suivi cultural 2009

Culture : **fraise** sous abris froid (tunnel de 8 m)

Travail du sol :

- rotobèche sur 20 à 30 cm de profondeur le 3/12/2008,
- formation des buttes le 3/12/2008

Plantation: Tray Plants le 09/12/2008

Variété : Ciflorette

Densité : 62 500 plts/ha (réelle 45 500 plts/ha en tenant compte de l'écartement entre tunnels)

Ecartements :

- entre rangs : 0.40 m
- entre plants : 0.20 m

Irrigation : **goutte à goutte**

Fertilisation :

- en fond :

date	engrais	Unités/ha		
		N	P205	K20
30/11/2009	100 kg/ha Ozix (11-4-12-2)	11	4	12
2/12/2009	500 kg/ha 24-5-	120	25	60
	total	131	29	72

- en couverture : aucun apport

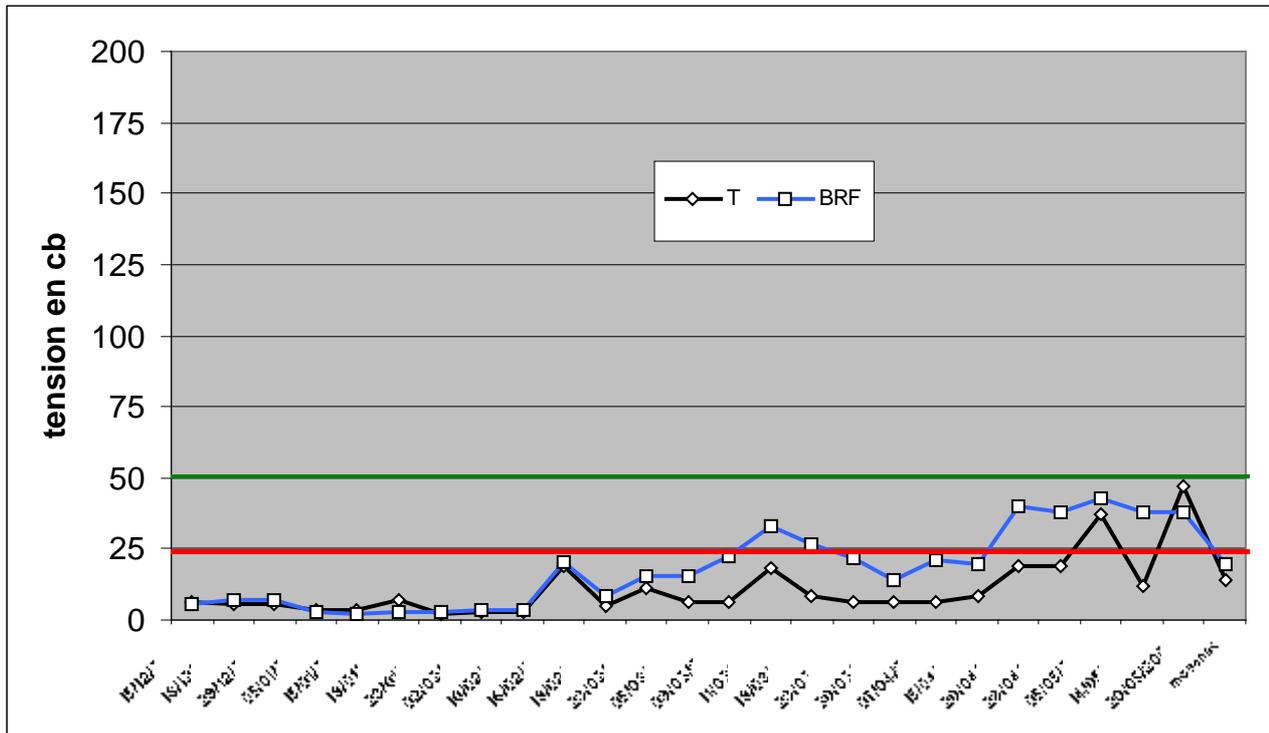
Récolte : du 12/03 au 25/05/2009

Résultats et observations

Suivi tensiométrique

Des sondes « watermark » ont été installées sur chaque parcelle élémentaire à une profondeur de 15 cm. Un relevé hebdomadaire permet de suivre l'évolution de la teneur en eau des différentes modalités.

Graph 6 : suivi tensiométrique



De la plantation au début de la récolte les **tensions sont identiques** entre les modalités. Elles sont très basses. Par la suite, elles s'élèvent durant la récolte sans qu'une réelle tendance ne se dessine.

Le sol caillouteux induit un pilotage des irrigations avec un certain confort hydrique. Le risque de dessèchement des mottes est élevé.

Tableau 10 : tensions moyennes

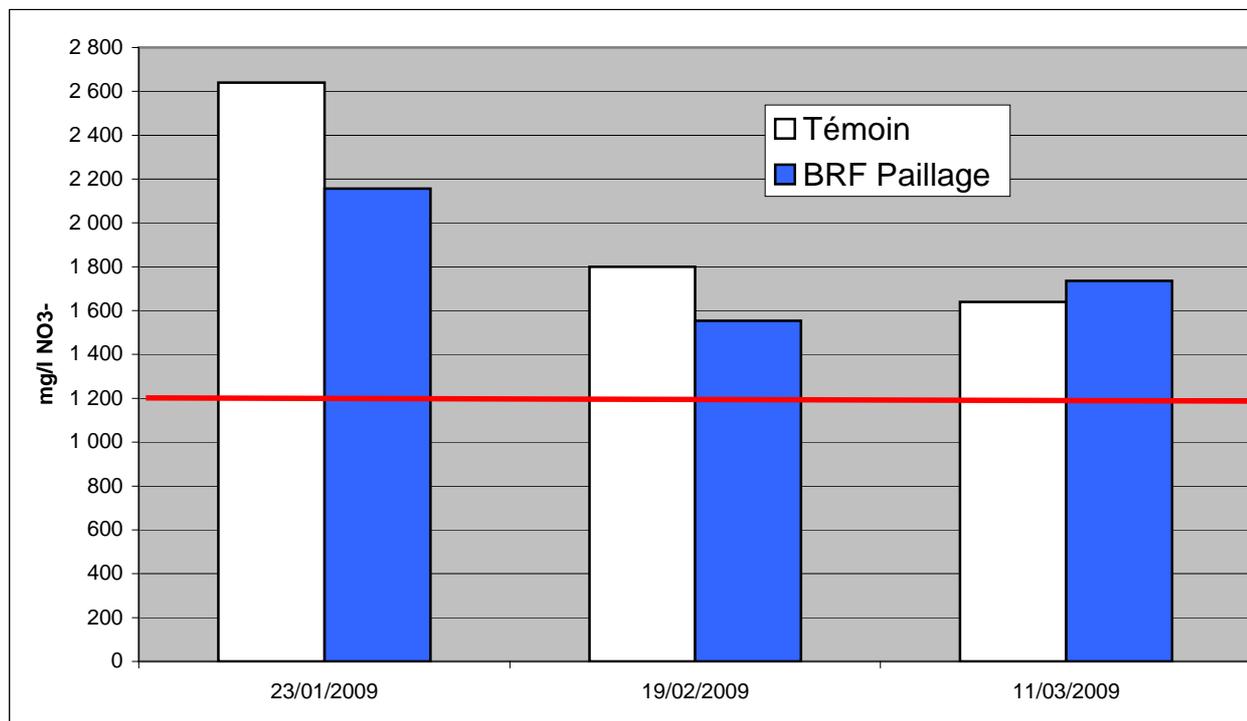
Modalités	Tensions moyennes en centibars			
	De la plantation à la récolte	Analyse statistique *	Durant la récolte	Analyse statistique
Témoin	7	<i>non significatif</i>	23	<i>non significatif</i>
BRF paillage	11		32	

* Test de Newman&Keuls (seuil 5%)

Etat azoté de la plante

La teneur en nitrate de la plante a été mesurée selon la méthode PILazo.

Graphe 7 :teneur en nitrate de la plante



Lors de la première mesure du 23 janvier, les teneurs en nitrate dans la plante des modalités « BRF » sont inférieures au témoin sans toutefois être en dessous du seuil de 1 200 mg/l NO₃⁻.

Par la suite, les teneurs sont très proches. **L'apport de B.R.F. ne semble pas avoir eu de conséquence sur l'alimentation en azote de la plante.**

La reprise des plants a été identique pour l'ensemble des modalités. **Aucune mortalité** n'est à signaler. Les plants de la modalité « BRF paillage » ont un feuillage plus développé et des pétioles plus turgescents.

Incidence des apports de B.R.F. sur la température du sol

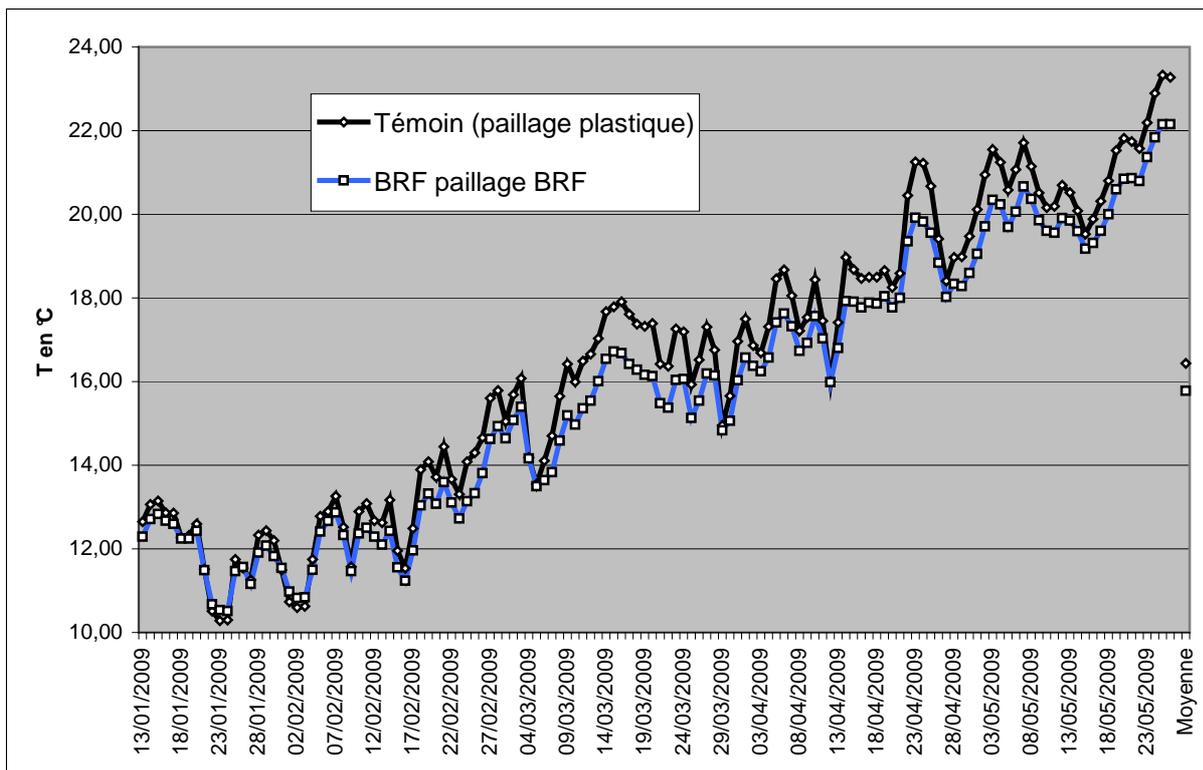
Des sondes de température Tinytag ont été implantées sur une répétition de chaque modalité. La température du sol a été mesurée à 15 cm de profondeur, toutes les heures du 13 janvier au 26 mai 2009.

La moyenne des températures enregistrées sur l'ensemble de la période fait apparaître une déperdition **thermique de 0.65 ° C** pour la modalité « BRF paillage ».

Tableau 11 : températures moyennes du sol

Modalités	Températures moyennes en °C	Variation en °C
Témoin	16.44	
BRF paillage	15.78	- 0.65

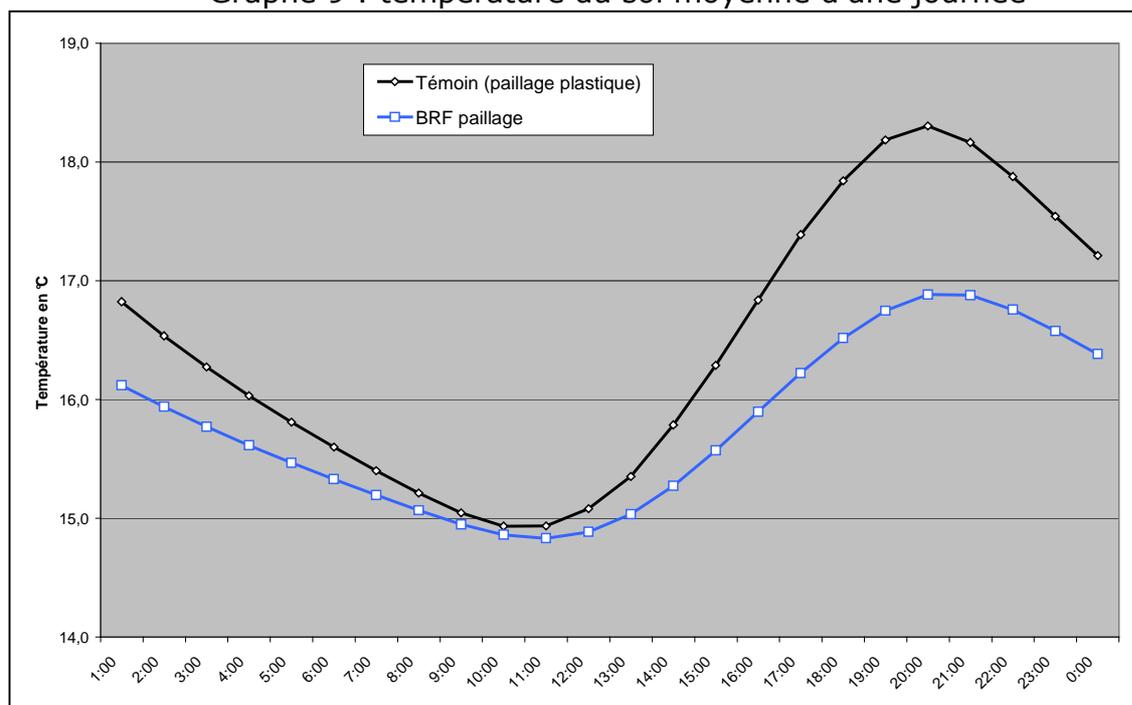
Graphe 8 : température du sol selon les modalités testées



L'analyse des mesures d'une journée type obtenue en faisant la moyenne horaire des 133 jours d'enregistrement fait apparaître :

- de forte variation au sein de la journée,
- la température moyenne est inférieure au témoin de **0.30 °C** le matin et de **1.00 °C** l'après-midi. Le B.R.F a un effet tampon, l'amplitude thermique est plus limitée.

Graphe 9 : température du sol moyenne d'une journée



Productivité

La productivité de la culture a été appréhendée par des comptages du nombre de fruits par plante et par la mesure hebdomadaire du poids moyen des fruits.

Tableau 12 : productivité

Modalités	Nbr de fruits/plt	A S *	Poids moyen en g	A S	Estimation rendement en g/plt	AS
Témoin	23.5	<i>non</i>	15.6	<i>non</i>	367	<i>non</i>
BRF paillage	30.3	<i>significatif</i>	16.6	<i>significatif</i>	503	<i>significatif</i>

* Test de Newman&Keuls (seuil 5%)

Un apport de B.R.F. aurait permis d'**augmenter le nombre de fruits** par plante. La modalité « BRF paillage » montre un poids-moyen des fruits supérieur au témoin. Le dispositif expérimental comprenant seulement 3 répétitions ne permet pas de mettre en évidence de différence significative.

Aspects qualitatifs

Le taux de sucre a été mesuré chaque semaine. L'acidité a pu être mesurée à trois reprises durant la récolte, grâce à la collaboration avec le C.T.I.F.L. de Balandran.

Tableau 13 : taux de sucre et acidité

Modalités	Taux de sucre en % Brix	Analyse statistique *	Acidité en méq NaOH 1N/100 g de pulpe)
Témoin	8.7	<i>non</i>	12.6
BRF paillage	9.0	<i>significatif</i>	12.5

* Test de Newman&Keuls (seuil 5%)

Que ce soit le taux de sucre ou l'acidité **les résultats sont très proches**. Les apports de B.R.F. n'ont pas modifié la qualité des fraises récoltées.

Conclusions

Un apport de BRF en paillage sur une culture de fraise n'a pas modifié l'alimentation hydrique de la plante. Les **tensions en eau** sont **très proches** et souvent basses en sols caillouteux de Costières. **Aucune faim d'azote** n'a été observée. Le **rendement commercial** est **amélioré**. Les différences ne sont pas significatives, le nombre de répétition de l'essai étant insuffisant.

La maîtrise des adventices n'a pas posé de problème particulier. **Aucun désherbage manuel** n'a été nécessaire.

Les performances thermiques d'un paillage B.R.F. sont inférieures à un paillage plastique. Le paillage B.R.F. a tendance à **limiter les amplitudes thermiques**.

Site 6

Olivier Dumont – Saint-Gilles – Costières



Le protocole expérimental

Dispositif expérimental

Essai blocs à 4 répétitions, parcelle élémentaire de 6.4 m² (annexe 9).

Modalités

Le test est constitué de deux modalités :

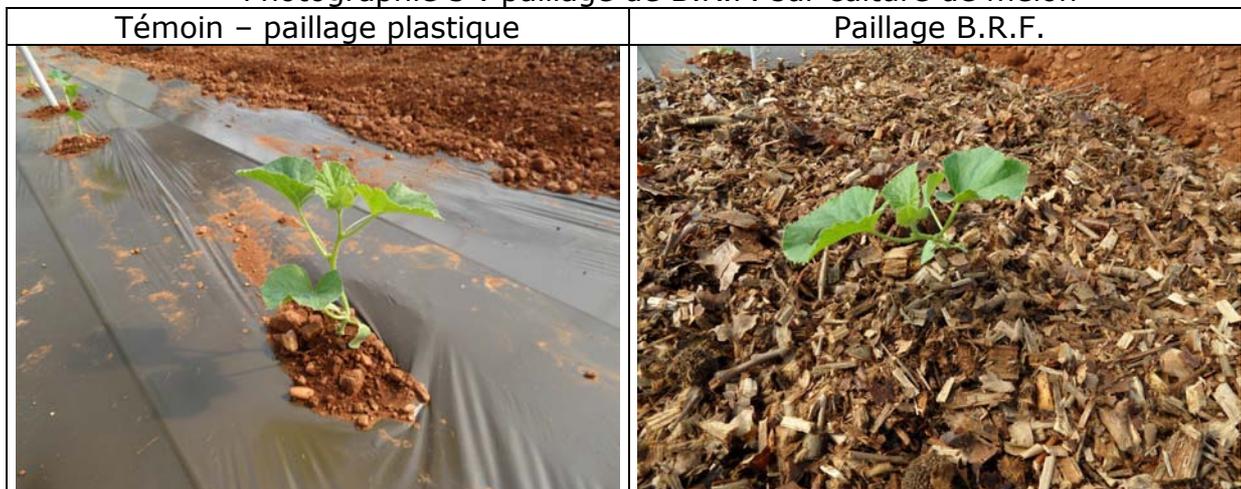
- **témoin** (sans apport de BRF), modalité représentant la pratique de l'agriculteur, paillage plastique
- **BRF paillage** : 125 m³/ha de **platane**, épandu sous forme de paillage sur une largeur de 1 mètre à la plantation des plants de melon.

Mise en place des modalités :

Tableau 14 : la modalité BRF

	BRF paillage
Origine	Clemençon
Type	Platane (Saint-Cômes)
	frais
Dose en m ³ /ha	125
Dose en t/ha	56
Épandage	05/04/2011
Incorporation passage cultivateur	10/07/2011
Paillage	05/04/2011

Photographie 5 : paillage de B.R.F. sur culture de melon



Suivi cultural 2011

Cultures : Après l'arrachage de la culture de fraise, un engrais vert a été implanté suivi d'une solarisation. Par la suite, 5 cultures de salade jeunes pousses (dont 1 a été détruite) et 1 culture de persil se sont succédées. En 2011, une culture de melon a été implantée.

Précédent : salade jeunes pousses

Culture : **melon**

Travail du sol : sousolage et enfouisseur de cailloux le

Paillage plastique : le 1/04/2011

Plantation: le 02/04/2011

Variété : Arapaho gréffé

Densité : 5 000 plts/ha

Ecartement :

- entre rangs :2.00 m

- entre plants : 1.00 m

Irrigation : **goutte à goutte**

Fertilisation :

- en fond :

date	engrais	Unités/ha		
		N	P2O5	K2O
01/04/2011	10.3.20 Entec	80	24	160

Résultats et observations

Suivi tensiométrique

Des sondes « watermark » ont été installées sur chaque parcelle élémentaire à une profondeur de 15 cm. Un relevé hebdomadaire permet de suivre l'évolution de la teneur en eau des différentes modalités.

Le sol caillouteux impose un pilotage des irrigations avec un certain confort hydrique, car le risque de dessèchement des mottes est élevé. Les tensions mesurées sont souvent basses durant la phase de reprise.

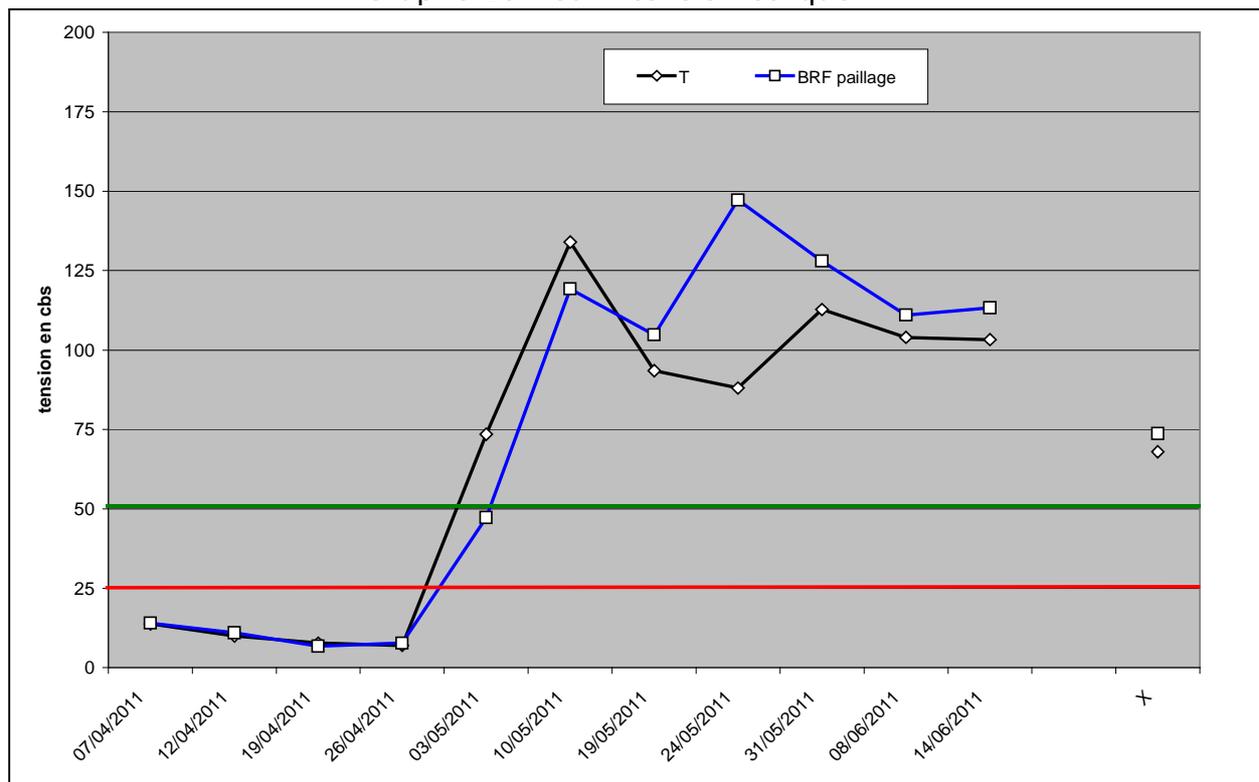
Tableau 15 : tensions moyennes

Modalités	Tensions moyennes en centibars	Analyse statistique *
Témoin	68	<i>non significatif</i>
BRF incorporé	74	

* Test de Newman&Keuls (seuil 5%)

Durant le premier stade « plantation-nouaison », les **valeurs** des deux modalités sont basses et très **proches**. Ensuite durant le stade « nouaison-récolte » les tensions s'élèvent tout en restant en moyenne assez similaires. Durant la phase de « récolte », une différence apparaît entre les deux modalités, le « témoin » enregistre des tensions plus basses. Sur l'ensemble du cycle les valeurs sont proches.

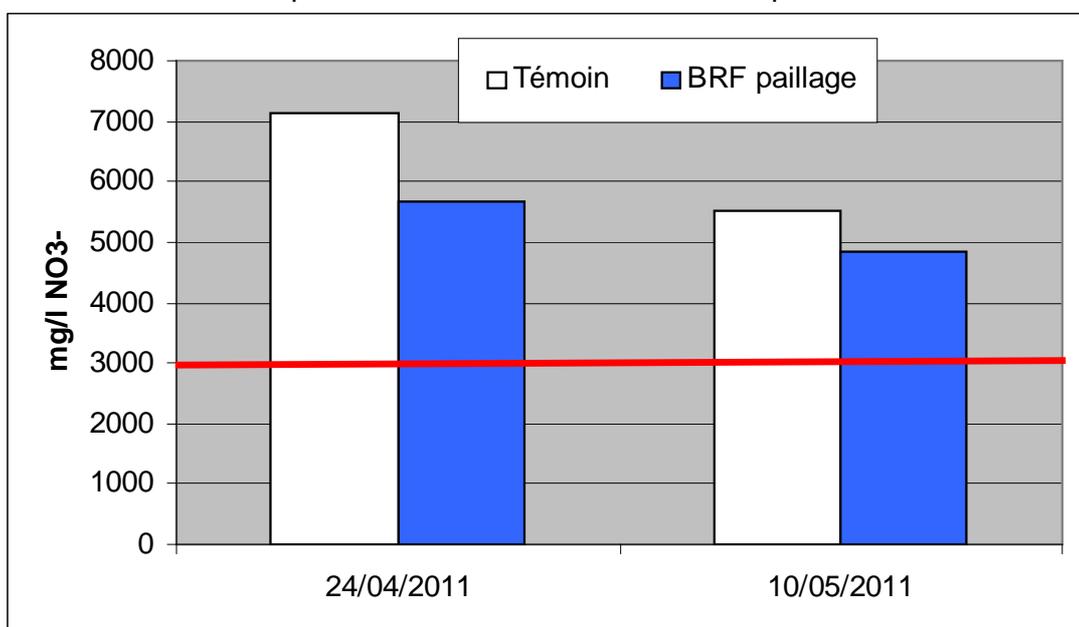
Graphe 10 : suivi tensiométrique



Etat azoté de la plante

La teneur en nitrate de la plante a été réalisée selon la méthode PILazo.

Graphe 11 : teneur en nitrate de la plante



La première mesure effectuée avant le stade nouaison indique des valeurs légèrement inférieures pour la modalité « B.R.F. paillage » mais largement supérieures au seuil de 3000 mg/l de nitrate. L'écart entre les deux modalités se réduit lors de la seconde mesure effectuée durant la phase de nouaison des fruits.

Incidence des apports de B.R.F. sur la température du sol

Des sondes de température Tinytag ont été implantées sur une répétition de chaque modalité (annexe 6). La température du sol a été mesurée à 15 cm de profondeur, toutes les heures du 13 avril au 20 juin 2011.

La moyenne des températures enregistrées sur l'ensemble de la période fait apparaître une légère **perte thermique de 0.8 ° C** pour la modalité « BRF » (annexe 10).

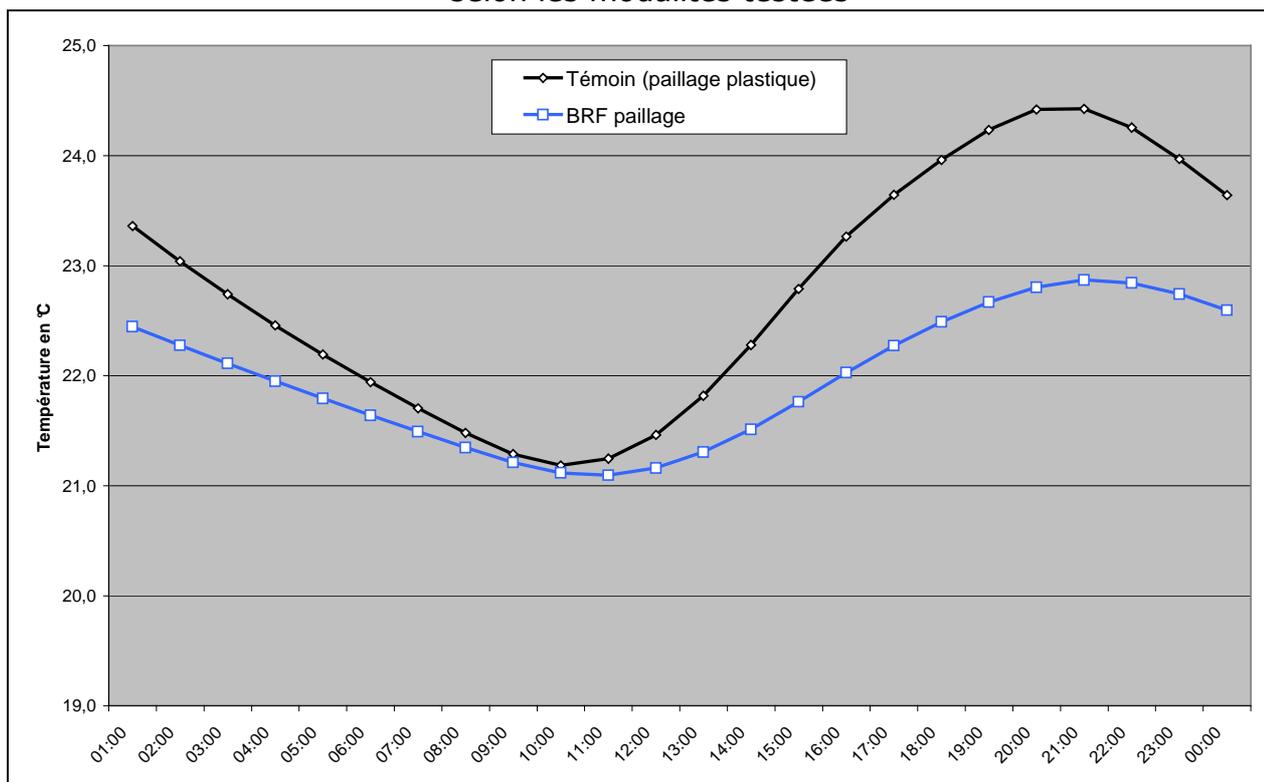
Tableau 3 : températures moyennes du sol

Modalités	Températures moyennes en °C	Variation/ témoin en °C
Témoin	22.78	
BRF paillage	21.98	- 0.80

L'analyse des mesures d'une journée type obtenue en faisant la moyenne horaire des 68 jours d'enregistrement fait apparaître :

- de fortes variations au sein d'une journée,
- pour la modalité « BRF paillage » la température moyenne est tout au long de la journée inférieure au témoin. Le B.R.F a un effet tampon, l'amplitude thermique est plus limitée.

Graphe 12 : température du sol moyenne d'une journée selon les modalités testées



Maîtrise des adventices

Tableau 16 : maîtrise des adventices

Modalités	Nbr d'adventices/m ²	Analyse statistique *
Témoin	0.0	<i>non significatif</i>
BRF paillage	1.4	

* Test de Newman&Keuls (seuil 5%)

Quelques adventices sont à noter pour la modalité « BRF paillage ». Elles n'ont pas été retirées et elles n'ont pas gêné la culture.

Incidence des apports de B.R.F. sur la compaction du sol

A l'aide d'un « contrôleur compacteur » (annexe 5), il a été possible de quantifier l'effet sur la compaction du sol d'un apport de B.R.F.

Tableau 17 : incidence sur la compaction du sol

Modalités	Pénétration dans le sol en cm	Analyse statistique *
Témoin	7.2	b
BRF paillage	11.4	a

* Test de Newman&Keuls (seuil 5%)

L'apport de B.R.F. a permis de **limiter la compaction du sol**. La mesure réalisée permet de quantifier un effet du B.R.F qui est souvent observé mais difficilement mesurable. La **structure du sol est améliorée**. Le travail du sol aussi.

Résultats agronomiques

Productivité

Les récoltes effectuées du 30 mai au 22 juin 2011 ont permis de mesurer l'influence des apports de B.R.F. sur la productivité de la culture de melon.

Tableau 18 : productivité

Modalités	Nbr de fruits/plt	A S *	Poids moyen en kg	A S	Estimation rendement en kg/plt	AS
Témoin	4.7	<i>non significatif</i>	0.94	<i>non significatif</i>	4.28	<i>non significatif</i>
BRF paillage	4.6		0.89		4.07	

* Test de Newman&Keuls (seuil 5%)

Le **rendement de la modalité « BRF »** est légèrement **inférieur** au témoin. On note une proportion plus importante (+ 18 %) de fruits du calibre le mieux valorisé commercialement (0.8 à 1.2 kg) et une diminution (- 36%) des fruits de petits calibres moins bien valorisés avec la modalité « BRF incorporé ». La **valorisation de la production est améliorée** malgré une légère baisse du taux de sucre. Les valeurs étant élevées, il n'a pas de répercussion sur le prix de vente des fruits.

Graphe 13 : répartition du calibre des fruits

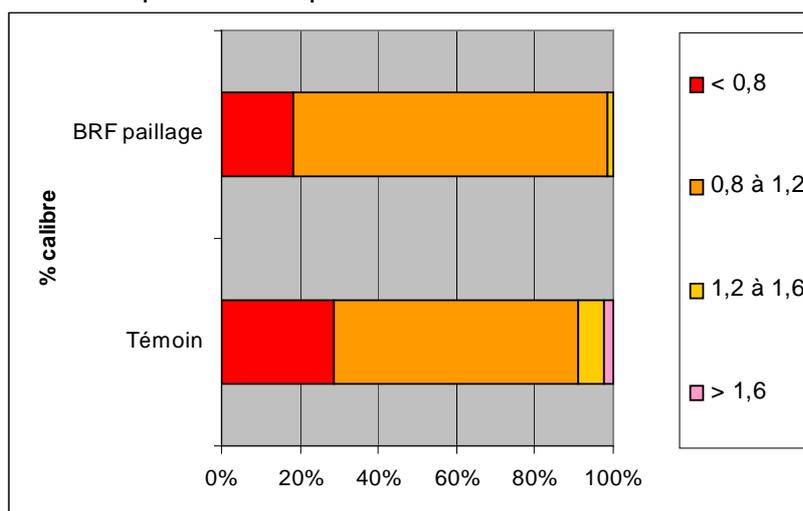


Tableau 19 : aspects qualitatifs

Modalités	Taux de sucre	Analyse statistique *
Témoin	12.5	<i>non significatif</i>
BRF paillage	12.3	

* Test de Newman&Keuls (seuil 5%)

Conclusions

Un apport de BRF en paillage sur une culture de melon n'a pas modifié l'alimentation hydrique de la plante. Les **tensions en eau** sont **très proches**. **Aucune faim d'azote** n'a été observée. Le rendement brut est légèrement plus limité contrairement au **rendement commercial** qui est **amélioré**. Les différences ne sont pas statistiquement significatives.

La maîtrise des adventices n'a pas posé de problème particulier. **Aucun désherbage manuel** n'a été nécessaire.

Les **performances thermiques** d'un paillage B.R.F. sont légèrement **inférieures** (-0.8 °C) à un paillage plastique. Les conséquences agronomiques sont certainement nulles, les températures dépassant le 20°C. Le paillage B.R.F. a tendance à **limiter les amplitudes thermiques**. La **compaction du sol** est **limitée**.

Site 7

Loïc Martin - Blauzac - Uzège



Le protocole expérimental

Situation géographique

La parcelle de Loïc Martin se situe sur la commune de Blauzac au sud d'Uzès dans le centre du département du Gard.

Le sol

Texture argile limono-sableuse.

Dispositif expérimental

Essai blocs à 3 répétitions, parcellaire élémentaire de 5 m², 10 plants (annexe 11).

Modalités

Le test est constitué de cinq modalités :

- **Témoin** sol nu (sans apport de BRF), modalité représentant la pratique de l'agriculteur,
- **BRF paillage** (250 m³/ha), 4 essences, **peuplier, platane, éléagnus et déchets vert**, épandu sous forme de paillage sur une largeur de 1 mètre à la plantation des plants de courge.

Mise en place des modalités :

Tableau 20 : les différentes modalités comparées au témoin

Essence	BRF paillage			
	Peuplier	Platane	Eleagnus	Déchets verts
origine	parcelle Agroforesterie	Clemencon	haie particulier	plateforme compostage ECOVAL
type	Peuplier (13 ans) (Vézénobres) pré-composté tas < 1 m (1,4 mois)	Platane (Saint Cômes) pré-composté tas < 1 m (3,8 mois)	Eléagnus (Caissargues) pré-composté tas < 1 m (4,9 mois)	Déchets verts (Caissargues) frais
dose en m ³ /ha	250	250	250	250
dose en t/ha	57	80	52	62
Épandage	05/05/2010	05/05/2010	05/05/2010	05/05/2010
Paillage	05/05/2010	05/05/2010	05/05/2010	05/05/2010
Broyage	24/03/2010	10/01/2010	10/12/2009	04/05/2010
jours	42	115	146	1
mois	1,4	3,8	4,9	0,0
Broyeur	Saelen MV PREMIUM	Nicolas	Saelen MV COBRA	Haas Recycling HMH T650x1600
	2 couteaux + 10 marteaux	2 à 4 marteaux	4 couteaux + 20 marteaux	36 marteaux : 9 marteaux/rangée et 4 rangées, grille 140 mm)

Photographie 6 : B.R.F. sur culture de courge



Suivi cultural 2010

Culture : **courge**

Plantation: le 05/05/2010, plants racines nues

Variété : Longue de Nice

Densité : 13 300 plts/ha

Ecartement :

- entre rangs : 1.50 m
- entre plants : 0.50 m

Protection film 500 trous du 05/05 au 28/05/2010

Irrigation : **non irrigué** (1 apport avec une tonne à eau)

Fertilisation : aucun

Récolte : le 28/07, le 24/08 et le 3/11/2010

Parcelle en Agriculture Biologique

Résultats et observations

Suivi tensiométrique

Des sondes « watermark » ont été installées sur chaque parcelle élémentaire à une profondeur de 15 cm. Un relevé hebdomadaire permet de suivre l'évolution de la teneur en eau des différentes modalités.

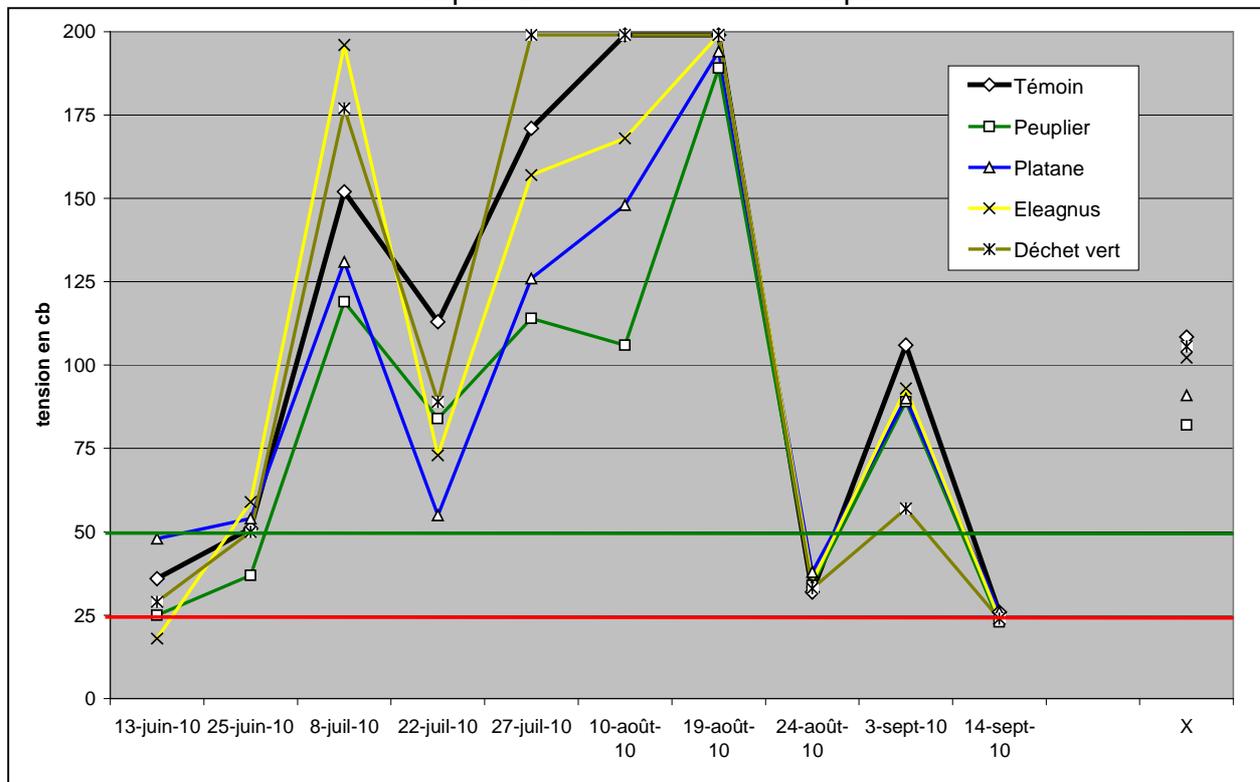
Tableau 21 : tensions moyennes

Modalités	Tensions moyennes en centibars
Témoin	109
BRF Peuplier	82
BRF Platane	91
BRV Eléagnus	102
BRF Déchets verts	106

Sur cette **parcelle non irriguée**, les tensions s'élèvent à partir de la fin juin. Début juillet, les plantes souffrent d'un manque d'eau quelque soit les modalités. Il est décidé d'apporter un peu d'eau avec une tonne à eau le 22 juillet afin de sauver la culture.

Les tensions baissent temporairement avant de remonter pour atteindre le **seuil des 200 cbs**. A la mi-août, un orage ramènera les tensions autour des 25 cbs. La culture a souffert d'un **manque d'eau**. Dans ces conditions, il est difficile de montrer des différences entre les modalités « B.R.F. » et le témoin sol nu.

Graphe 14 : suivi tensiométrique

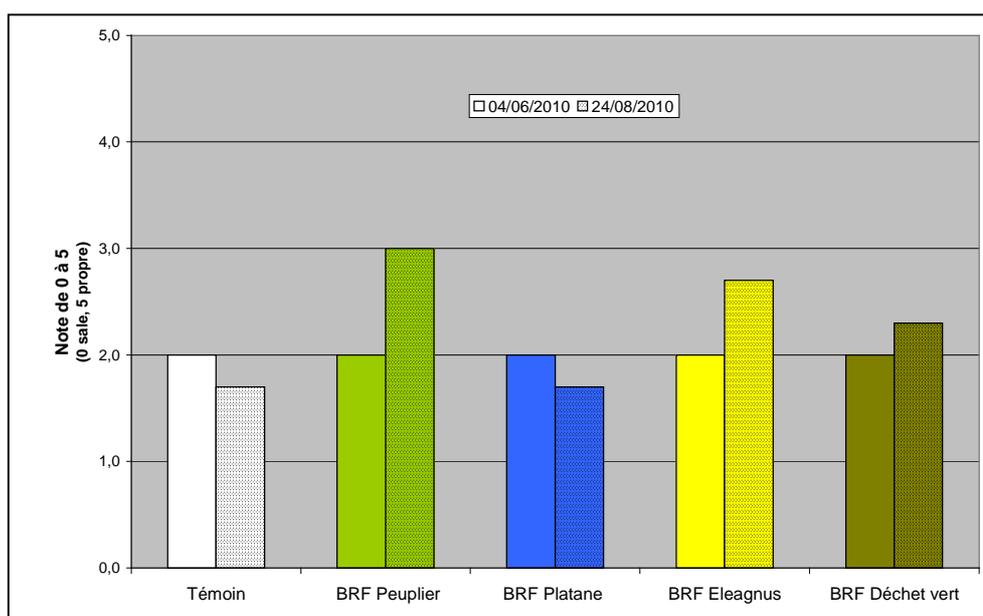


Maîtrise des adventices

Graphe 15 : maîtrise des adventices

Deux notations ont été faites pour contrôler la maîtrise des adventices, 1 mois et 3.5 mois après plantation.

A l'exception de la modalité « BRF Platane » les autres modalités BRF ont limité l'envahissement de la parcelle par le chardon, le chiendent, le pissenlit.



Etat azoté de la plante

En absence de fertilisation azotée et suite à l'apport de B.R.F., dès fin juin, un **faim d'azote** est apparue sur les plants de courge. Le symptôme se sont d'abord estompés mi-juin avant de réapparaître début juillet coupés à un manque d'eau. Les **témoins** (au premier plan à gauche et au second plan au milieu sur la photographie ci-dessous) ont aussi été **touchés**. Le **manque de fertilisation azotée** en est sûrement le **principal responsable**.

Photographie 7 : faim d'azote sur culture de courge



Résultats agronomiques

Productivité

Les récoltes effectuées lors de trois passages, les 28/07, le 24/08 et le 3/11/2010 ont permis de mesurer l'influence des apports de B.R.F. sur la productivité de la culture de melon.

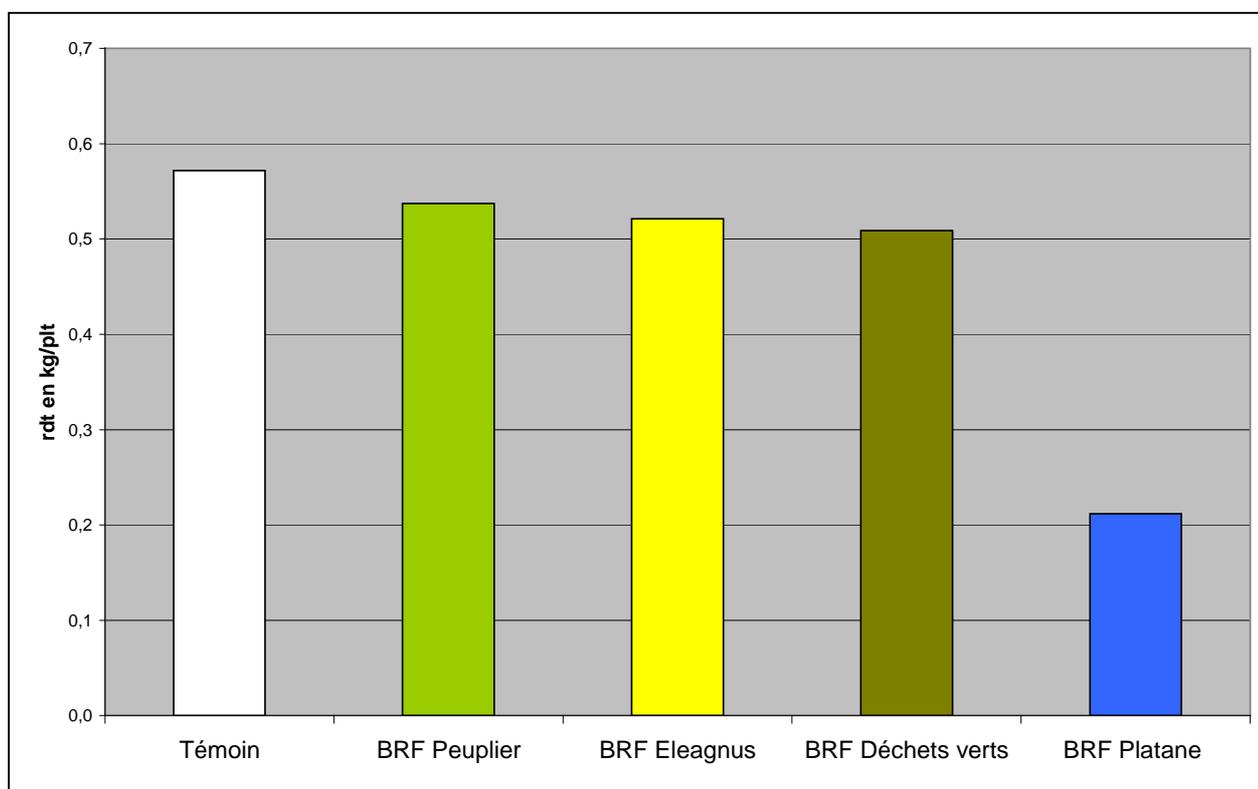
Tableau 22 : productivité

Modalités	Nbr de fruits/plt	A S *	Poids moyen en kg	A S	Estimation rendement en kg/plt	A S
Témoin	0.87	N S **	0.612	N S	0.572	N S
BRF Peuplier	0.83		0.659		0.537	
BRF Platane	0.47		0.456		0.212	
BRV Eléagnus	0.80		0.574		0.521	
BRF Déchets verts	0.80		0.621		0.509	

* Test de Newman&Keuls (seuil 5%) ** Non Significatif

Les résultats des modalités B.R.F. sont légèrement en dessous de ceux du témoin, à l'exception de la modalité « BRF Platane » qui décroche nettement.

Graphe 16 : rendement commercial



Conclusions

Les différents apports de **BRF** épandu sous forme de **paillage**, quelles que soient les **essences** utilisées (peuplier, platane, éléagnus, déchets verts), n'ont pas permis de soustraire la culture de courge au **manque d'eau**.

Les **faims d'azote** observées ont légèrement limité le rendement commercial de la culture. La modalité « BRF Platane » obtient les résultats les plus décevants. Le nombre de fruits par plante est très inférieur aux autres modalités.

La **maîtrise des adventices** est certes **améliorée** avec un paillage B.R.F. **mais** le contrôle est **insuffisant** par rapport à d'autres modes de protection.

Site 8

Florent Verdoire - Ners - Gardonnenque



Le protocole expérimental

Situation géographique

La parcelle de Florent Verdoire se situe sur la commune de Ners entre Nîmes et Alès, dans le centre du département du Gard.

Le sol

Texture type alluvions du Gardon.

Dispositif expérimental

Essai blocs à 3 répétitions, parcellaire élémentaire de 20 m², 20 plants (annexe 12).

Modalités

Le test est constitué de cinq modalités :

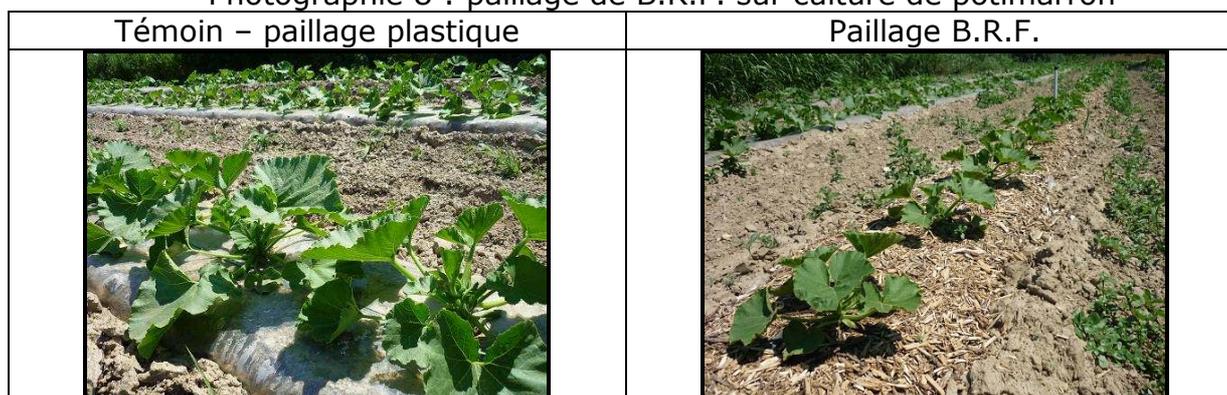
- **Témoin** (sans apport de BRF), paillage plastique oxo-dégradable (polyéthylène additivé), Acti-melon 1.20 m, 17 µ (Trioplast),
- **BRF paillage** : 125 m³/ha de **peuplier**, épandu sous forme de paillage sur une largeur de 1 mètre après la levée des plants de courge.

Mise en place des modalités :

Tableau 23: les différentes modalités comparées au témoin

	BRF paillage
Origine	Agroforesterie
Type	Peuplier
	Pré-composté 1.4 mois (tas < 1 m)
Dose en m ³ /ha	125
Dose en t/ha	29
Broyage	24/03/2010
Épandage	07/06/2010
Paillage	07/06/2010

Photographie 8 : paillage de B.R.F. sur culture de potimarron



Suivi cultural 2010

Culture : **potimarron**

Semis : le 15/05/2010,

Levée : le 28/05/2010,

Epannage B.R.F. peuplier : 7/06/2010

Variété : Jubily

Densité : 10 000 plts/ha

Ecartement :

- entre rangs : 1.93 m

- entre plants : 0.50 m

Irrigation : **goutte à goutte** (apport avec une tonne à eau)

Fortes pluies entre le 16 et le 22 août 2010

Fertilisation :

- en fond :

Unités/ha		
N	P2O5	K2O
94		

Récolte : le 31/08/2010

Parcelle en Agriculture Biologique

Résultats et observations

Suivi tensiométrique

Des sondes « watermark » ont été installées sur chaque parcelle élémentaire à une profondeur de 15 cm. Un relevé hebdomadaire permet de suivre l'évolution de la teneur en eau des différentes modalités.

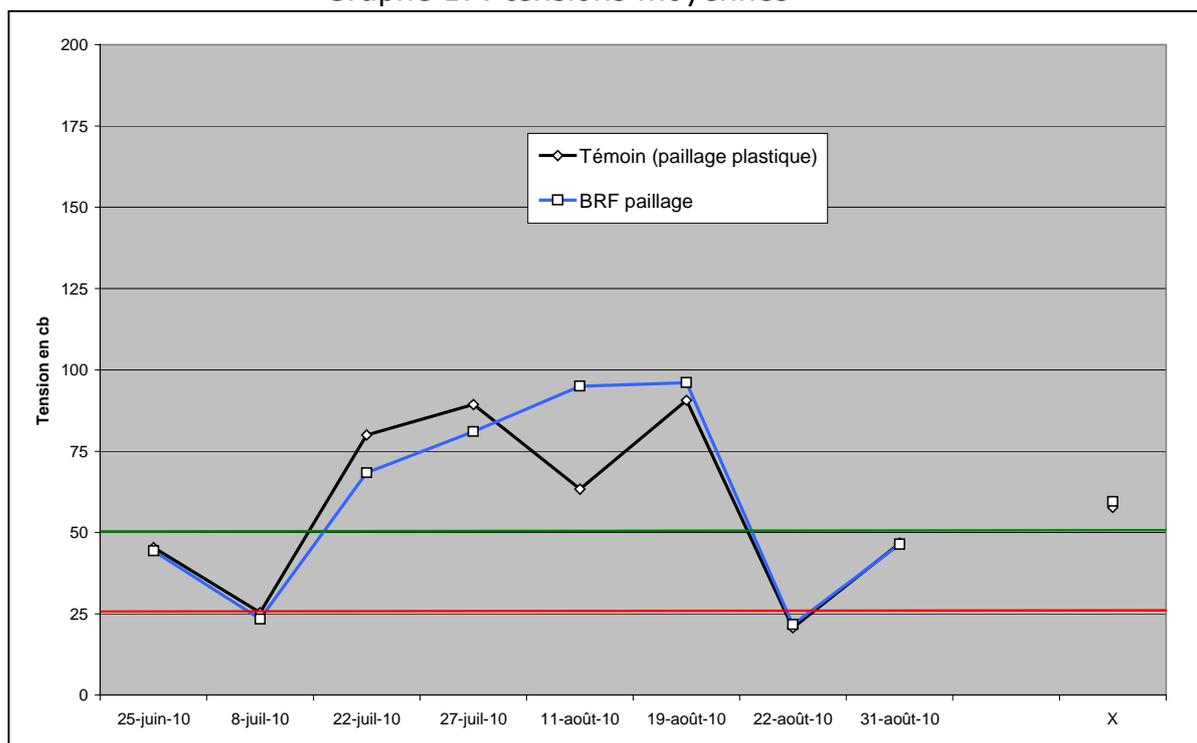
Tableau 24 : tensions moyennes

Modalités	Tensions moyennes en centibars	Analyse statistique *
Témoin	58	<i>non significatif</i>
BRF paillage	60	

* Test de Newman&Keuls (seuil 5%)

Tout au long du cycle de la culture, les **valeurs sont identiques** entre les deux modalités. Les tensions s'élèvent à la mi-juillet avec la nouaison des fruits. Les pluies de mi-août abaissent les tensions sous le seuil de 25 centibars. Les plantes ont été correctement alimentées en eau.

Graphe 17: tensions moyennes



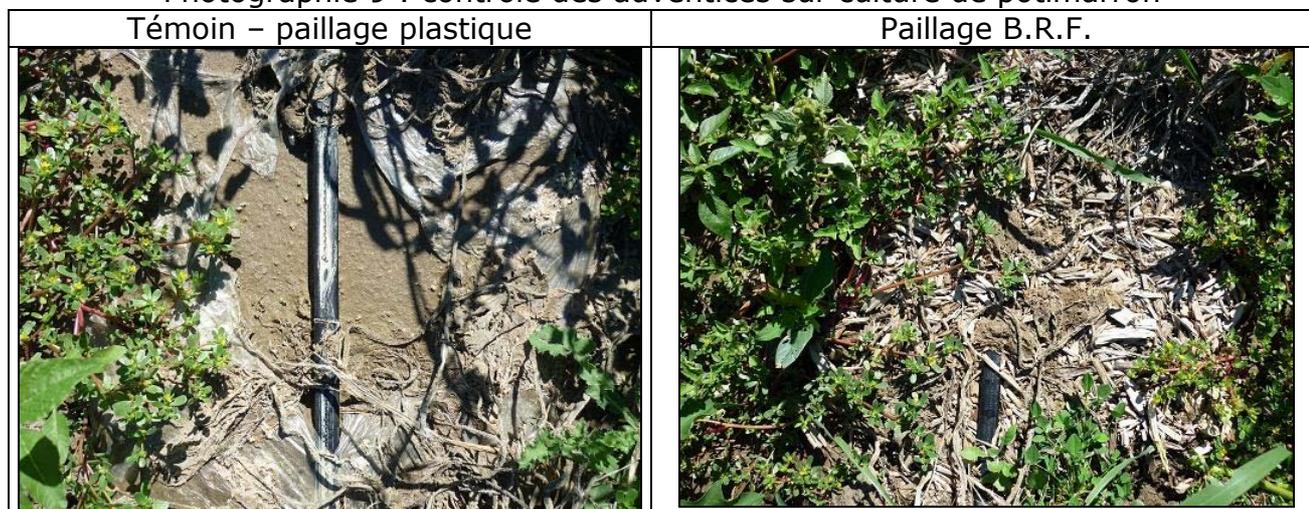
Etat azoté de la plante

Les plantes ont été correctement alimentées en azote. **Aucune faim d'azote** n'est apparue sur la modalité « BRF paillage ».

Maîtrise des adventices

Le paillage B.R.F. a assuré un **contrôle suffisant** des adventices. Une forte attaque d'oïdium a déduit une partie du feuillage à la mi-août, exposant la culture à la concurrence des mauvaises herbes. Les pluies de fin août ont favorisé le développement du pourpier et de quelques graminées, sans pour autant gêner la récolte des fruits.

Photographie 9 : contrôle des adventices sur culture de potimarron



Résultats agronomiques

Productivité

La récolte effectuée le 31/08/2010 a permis de mesurer l'influence des apports de B.R.F. sur la productivité de la culture de potimarron.

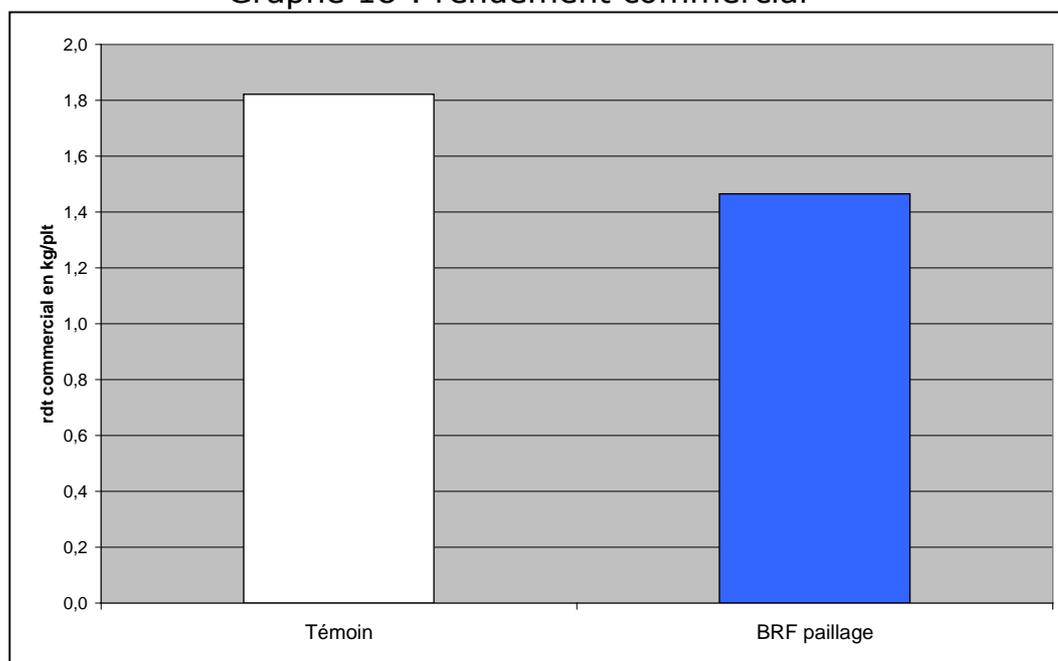
Tableau 25 : productivité

Modalités	Nbr de fruits/plt	A S *	Poids moyen en g	A S	Estimation rendement en g/plt	AS
Témoin	2.9	a	0.641	<i>non significatif</i>	1.82	a
BRF paillage	2.3	b	0.622		1.46	b

* Test de Newman&Keuls (seuil 5%)

La modalité « BRF paillage » obtient un **nombre plus limité de fruits** (-18%) par plante ce qui **pénalise le rendement** commercial de la culture (-20%). Les poids-moyens des fruits sont très proches.

Graphe 18 : rendement commercial



Conclusions

Un apport de BRF en paillage sur une culture de potimarron n'a pas modifié l'alimentation hydrique de la plante. Les **tensions en eau** sont **très proches**. **Aucune faim d'azote** n'a été observée. Un nombre de fruits par plante plus limité pénalise le **rendement commercial**.

La maîtrise des adventices est comparable à celle du paillage oxo-dégradable. **Aucun désherbage manuel** n'a été nécessaire.

III Synthèse des résultats obtenus dans les différentes expérimentations

Dans cette dernière partie, une présentation synthétique des résultats est proposée. Suite à un apport de B.R.F. sous forme de paillage, certains **bénéfiques** sont **attendus** (limitation de l'évaporation, contrôle des adventices ...). Par contre, certains **inconvenients** sont **redoutés** (faim d'azote, recrudescence de certains ravageurs – taupins – escargots – limaces, baisse de productivité, ...).

Quatre indicateurs ont été retenus afin de refléter les conséquences d'un apport de B.R.F.:

- **irrigation**, durant les trois années de suivi, la mesure tensiométrique du sol permet de quantifier l'influence d'un apport de B.R.F. sur l'alimentation hydrique des cultures.

Incidence d'un apport de B.R.F. sur l'alimentation hydrique de la culture		
○	○	○
amélioration	aucune	détérioration

- **fertilisation azotée**, durant les trois années de suivi, la mesure de la teneur en azote du sol et/ou la mesure de la teneur en azote dans la plante permettent de vérifier l'influence d'un apport de B.R.F. sur l'alimentation azotée de la plante et de mettre en évidence une faim d'azote préjudiciable à la culture.

Incidence d'un apport de B.R.F. sur l'alimentation azotée de la culture		
○	○	○
amélioration	aucune	détérioration (faim d'azote)

- **bio-agresseurs**, différents suivis des ravageurs des cultures (piégeages taupins, escargots, limaces) complétés par des notations de dégâts des cultures ou de récoltes permettent de savoir l'impact d'un apport de B.R.F. sur le contrôle ou la recrudescence des bio-agresseurs.

Incidence d'un apport de B.R.F. sur les bioagresseurs		
○	○	○
contrôle	aucune	recrudescence

- **productivité** de la culture, ce dernier indicateur permet de prendre en compte à la fois les répercussions quantitatives (rendement commercial, % de déchets, calibre) et les répercussions qualitatives (taux de sucre, taux de protéines, catégorie, ...) qui résultent d'un apport de B.R.F. Il reflète **l'incidence économique**.

Incidence d'un apport de B.R.F. sur la productivité		
○	○	○
amélioration	aucune	détérioration

Site 4 - Bourdic - melon	BRF paillage 125 m ³ /ha peuplier
Irrigation	○
Fertilisation azotée	○
Bio-agresseurs	○
Productivité	○

Site 6 - Saint-Gilles - fraise sous abri	BRF paillage 250 m ³ /ha platane
Irrigation	○
Fertilisation azotée	○
Bio-agresseurs	○
Productivité	○
Site 6 - Saint-Gilles - melon sous abri	BRF paillage 125 m ³ /ha platane
Irrigation	○
Fertilisation azotée	○
Bio-agresseurs	○
Productivité	○ ○

Site 7 - Blauzac - courge	BRF paillage 250 m ³ /ha peuplier	BRF paillage 250 m ³ /ha platane	BRF paillage 250 m ³ /ha éléagnus	BRF paillage 250 m ³ /ha déchets verts
Irrigation	○	○	○	○
Fertilisation azotée	○	○	○	○
Bio-agresseurs	○	○	○	○
Productivité	○	○	○	○

Site 8 - Ners - potimarron	BRF paillage 125 m ³ /ha peuplier
Irrigation	○
Fertilisation azotée	○
Bio-agresseurs	○
Productivité	○

V Conclusions

Les cinq essais mis en place pour vérifier l'intérêt en cultures légumières d'un paillage en Bois Raméal Fragmenté livrent une série d'informations.

L'alimentation hydrique des cultures, mesurée à l'aide de tensiomètres, n'est peu ou pas modifiée sur la plupart des sites. Les deux sites non irrigués ont permis de voir qu'un paillage B.R.F. ne pouvait se substituer à des irrigations en climat méditerranéen où les précipitations sont incertaines.

L'alimentation azotée des cultures souvent impactée. Les faims d'azote ne sont pas systématiques et le plus souvent elles peuvent être détectées et contrôlées. Par contre, leurs conséquences sur la productivité peuvent être importantes.

Les incidences sur les bio-agresseurs sont nulles. Aucune attaque de limace, d'escargot n'est à signaler. Le taupin, un des principaux ravageurs du département n'a pas été favorisé par l'apport important en humus du B.R.F.

Le contrôle des adventices a nécessité un désherbage complémentaire manuel que sur un site en plein champ. Globalement, le contrôle des adventices est inférieur à celui obtenu avec un paillage plastique, sans pour autant que les quelques adventices de plus n'entraînent une forte concurrence avec la culture principale.

Le B.R.F. épandu sous forme de paillage est incorporé au sol lors de la destruction de la culture.

La température du sol est en moyenne plus basse de 0.65 à 2.0 °C. Les températures étant sur deux sites sur trois supérieures à 20 °C, les conséquences agronomiques sont certainement nulles. Par contre, le paillage B.R.F. a un effet tampon qui écrête les températures extrêmes. Les amplitudes thermiques au sein d'une journée sont limitées.

La compaction du sol est limitée. L'impact d'un apport de B.R.F. sur la structure du sol est significatif.

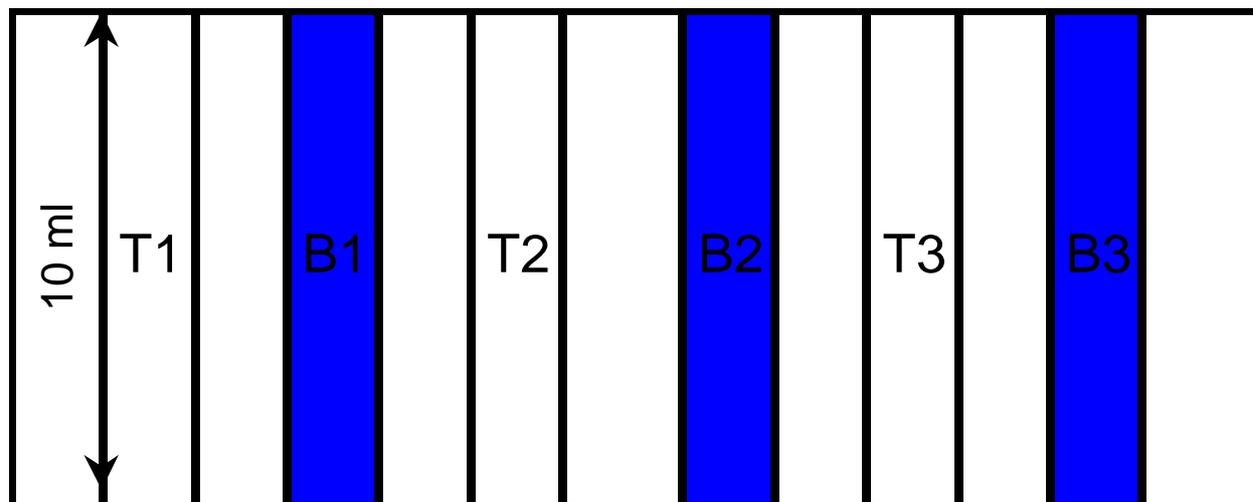
La productivité est accrue pour la culture de fraise sous abri, limitée pour les cultures de melon plein champ et de potimarron, inchangée pour la culture de melon sous abri. Le paillage B.R.F. platane a déprécié le rendement de la culture de courge contrairement aux autres essences qui n'ont pas impacté la productivité. Pour la culture de melon, la proportion de fruits dans le calibre le mieux valorisé est améliorée.

La qualité des produits est inchangée pour le melon et la fraise.

La dose de 125 m³/ha semble être le bon compromis entre performances agronomiques et ressource nécessaire en B.R.F.

Les essences d'arbres utilisées pour produire du B.R.F. ont une incidence sur les résultats obtenus.

Annexe 1 : dispositif expérimental du site de Bourdic chez Jean-Luc Robby



Annexe 2 : cycle cultural du site de Bourdic chez Jean-Luc Robby

Blé		nov-08	décembre	janv-09	février	mars	avril	mai	juin	juillet
Cycle	S blé									R
BRF	P									
paillage										
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: left;"> <p>Incorporation</p> <p>Paillage</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Cycle</p> <p>Plantation</p> <p>Récolte</p> </div> </div>										
Interculture		aout 09	septembre	octobre	novembre	décembre	janv-10	févr-10	mars	avril
Cycle										
BRF										
paillage				I						
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: left;"> <p>Incorporation</p> <p>Paillage</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Cycle</p> <p>Semis</p> <p>Récolte</p> </div> </div>										
Melon		avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	decembre
Cycle	P melon					R				
BRF										
paillage										
BRF	P									
paillage						I				
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: left;"> <p>Incorporation</p> <p>Paillage</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Cycle</p> <p>Semis</p> <p>Récolte</p> </div> </div>										

Annexe 3 : suivi tensiométrique



Sondes Watermark à 15 cm de profondeur et pluviomètre



Lecteur

Annexe 4 : suivi teneur en nitrate du sol



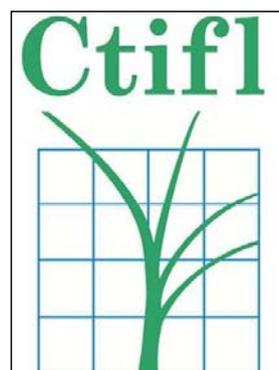
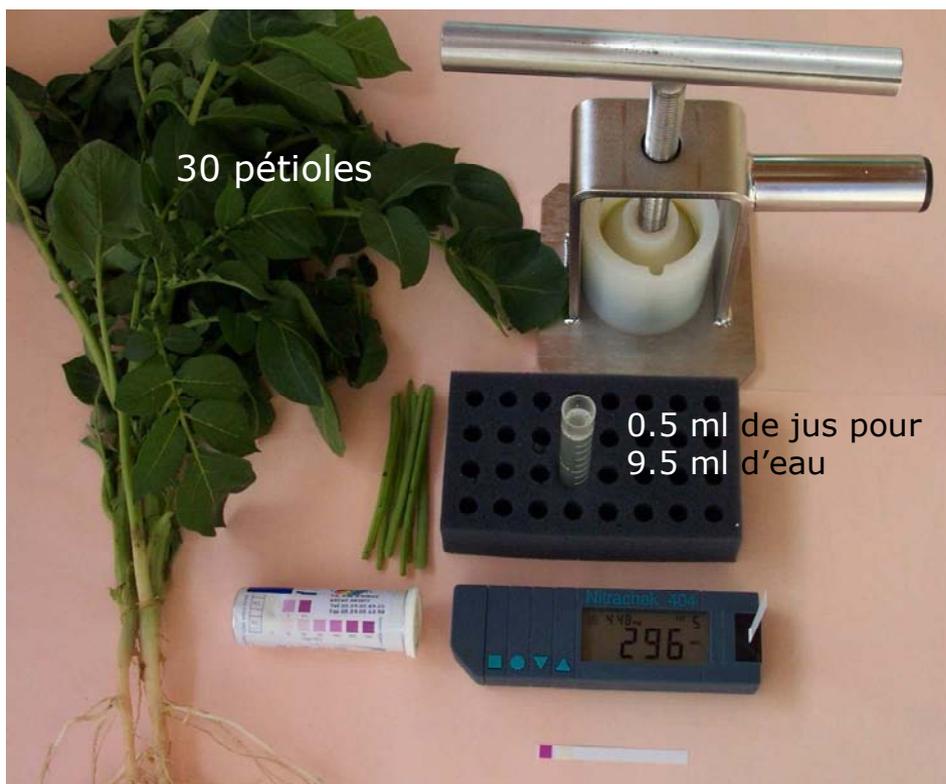
prélèvements de sol horizon 0-30cm



analyse rapide du nitrate

Annexe 5 : protocole simplifié de la mesure des nitrates à partir de pétioles

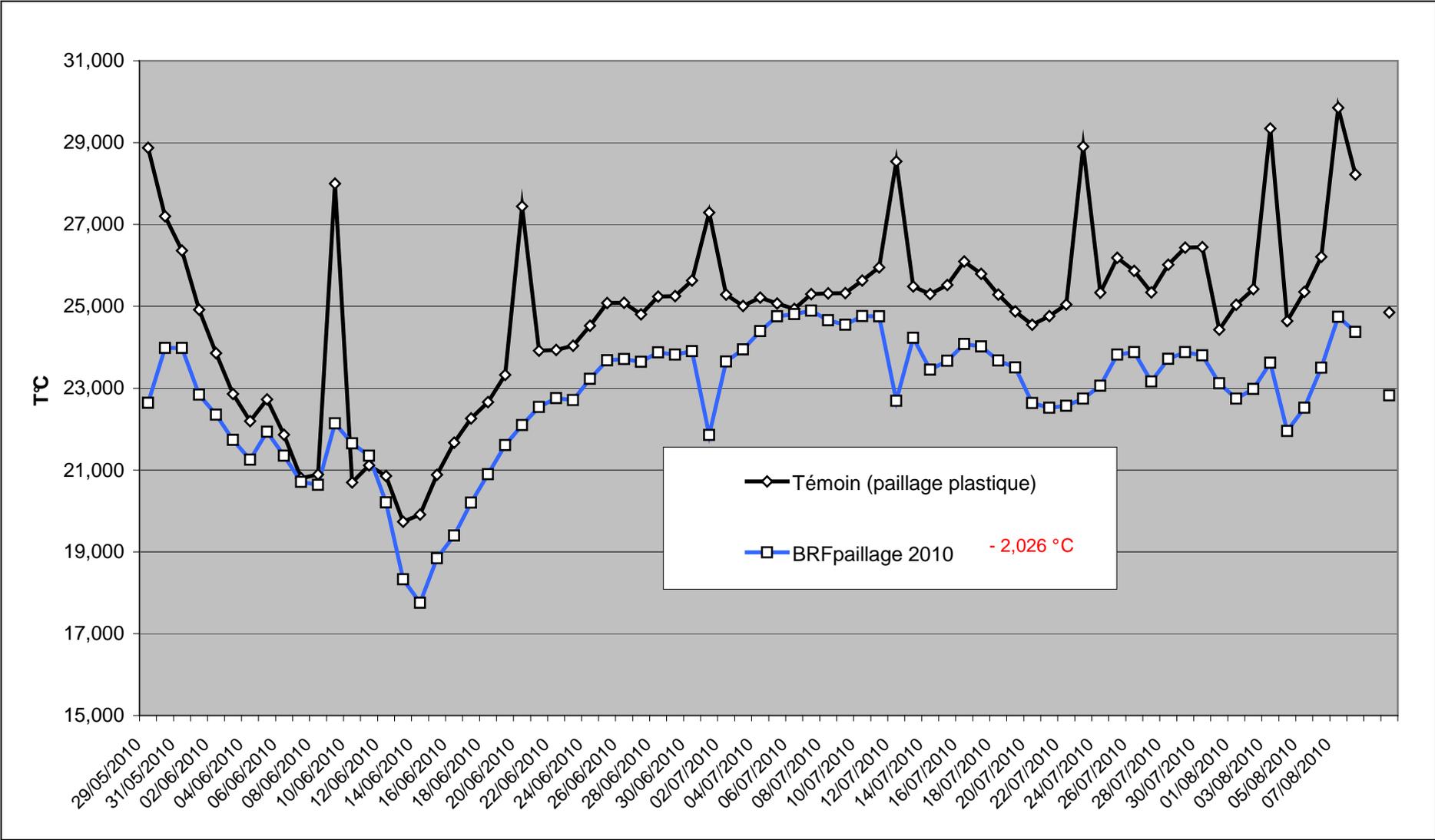
Mesure de l'azote nitrique de la plante par colorimétrie sur bandelette Nitratest



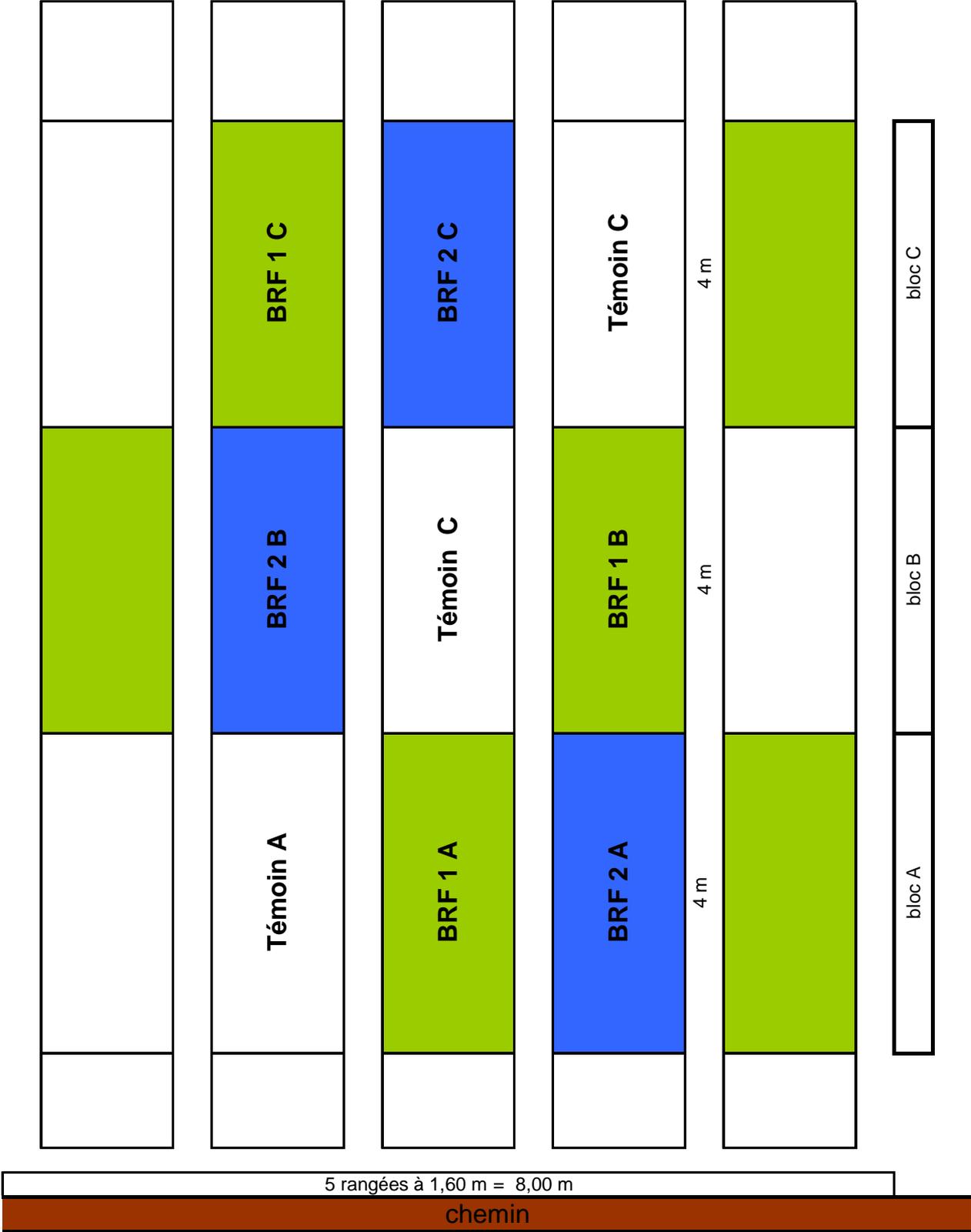
Annexe 6 : mesure de la température du sol à partir de sondes Tinytag



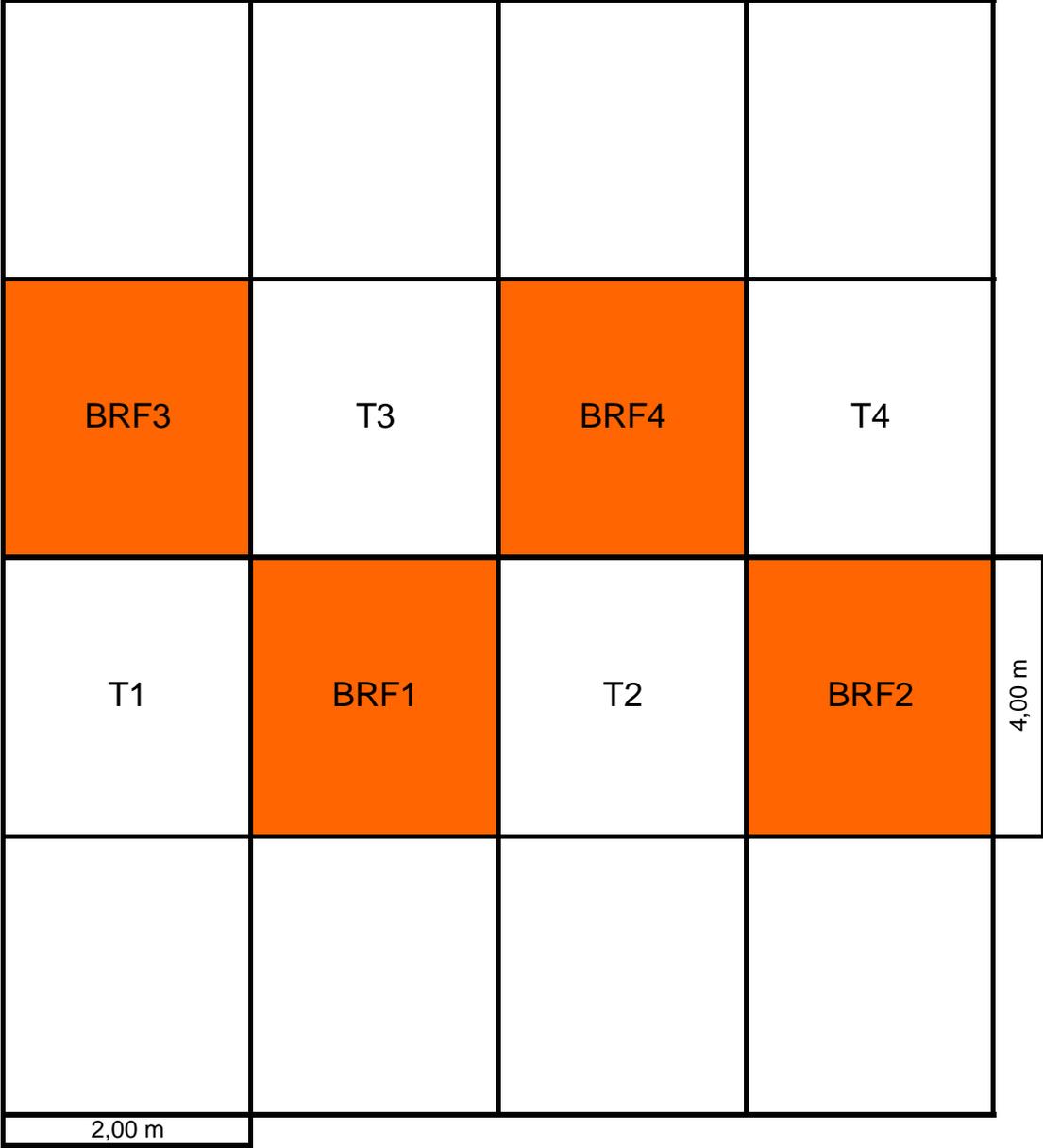
Annexe 7 : courbe température du sol du site de Bourdic chez Jean-Luc Robby



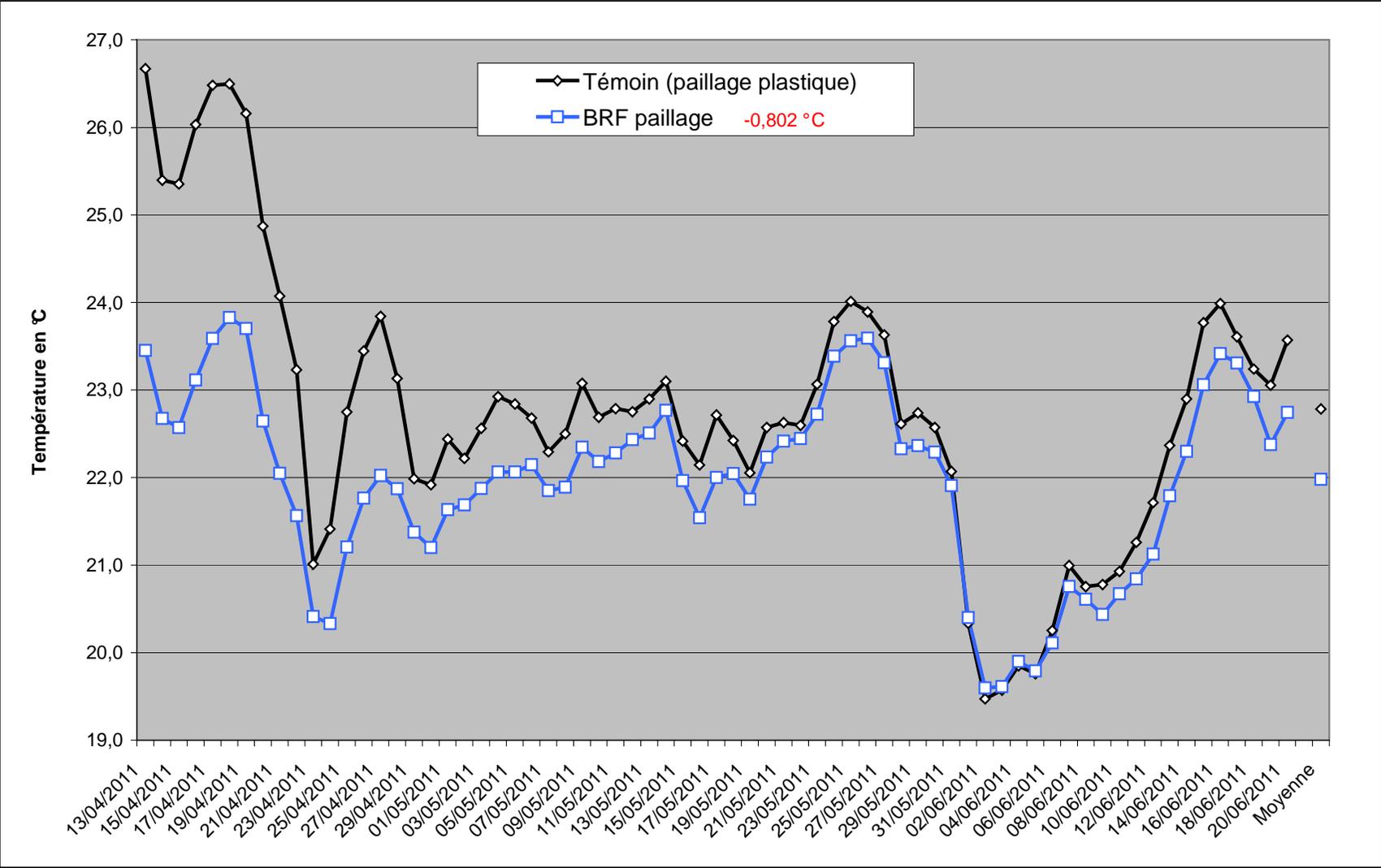
Annexe 8 : dispositif expérimental du site de Saint-Gilles chez Olivier Dumont – culture de fraise



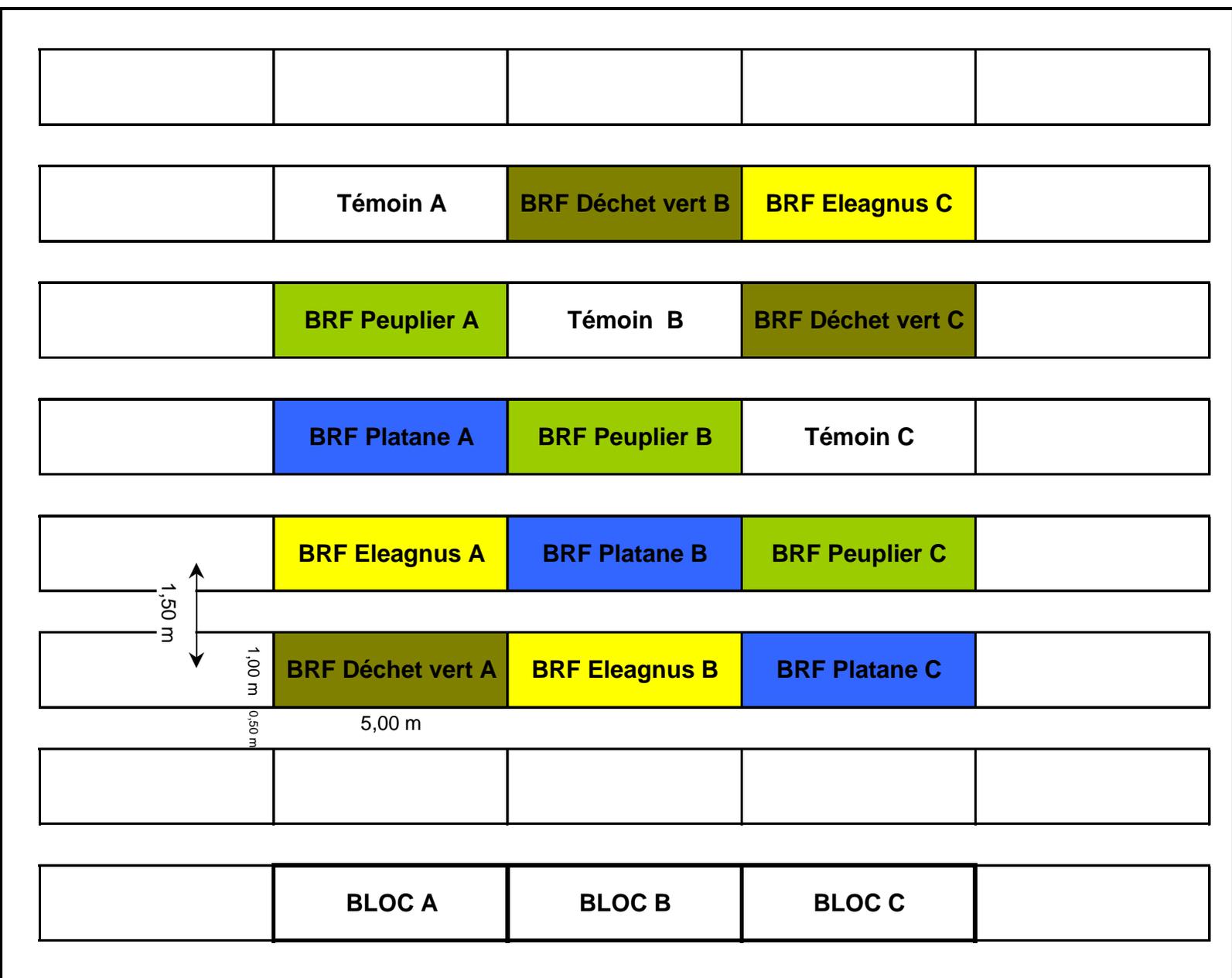
Annexe 9 : dispositif expérimental du site de Saint-Gilles chez Olivier Dumont – culture de melon



Annexe 10 : courbe température du sol du site de Saint-Gilles chez Olivier Dumont – culture de melon



Annexe 11 : dispositif expérimental du site de Blauzac chez Loïc Martin – culture de courge



Annexe 12 : dispositif expérimental du site de Ners chez Florent Verdoire – culture de courge

