

Catherine MAZOLLIER, Abderraouf SASSI et Laryssa SAULIA (stagiaire GRAB),
avec la collaboration d'Isabelle BOYER (ARDEPI)

1- CONTEXTE ET OBJECTIF DE L'ESSAI

Le GRAB a débuté en 2008 un programme « économie d'eau » dont l'objectif est d'élaborer des itinéraires techniques innovants adaptés au changement climatique et à la disponibilité réduite des ressources en eau, et ce pour différents cultures conduites en agriculture biologique : fruits, légumes et viticulture.

En 2009, le travail réalisé en maraîchage vise comme en 2008 à optimiser l'irrigation par goutte à goutte, en étudiant l'incidence d'une réduction des irrigations (pilotee par tensiométrie) sur les facteurs quantitatifs et qualitatifs de variétés « anciennes » de tomate en production biologique sous abris : vigueur, rendement, calibre, qualité gustative.

2- CONDITIONS DE CULTURE ET CALENDRIER :

- Culture : tomate Cœur de Bœuf rouge, variété Coralina (témoin /Gautier) + collection variétale (types Cœur de Bœuf rouge, Noire de Crimée et Green Zebra), plants biologiques francs
- Tunnel de 8 m de largeur et de 50 m de longueur, partagé en 2 zones d'irrigation (Nord et Sud), de longueur respective 24 m et 26 m.
- Dispositif : 3 rangs doubles par tunnel, plants à 0.33 m, densité 2.25/m²
- Irrigation : Agrodrip, 1 rampe par rang de culture, goutteurs distants de 30 cm, débit unitaire théorique : 2 l/h
- Calendrier : plantation : 01/04/09 ; récolte : du 10 juin au 14 août

3- PROTOCOLE :

- Cette étude comporte 2 régimes hydriques distincts, basés sur les valeurs tensiométriques mesurées par sonde Watermark à la profondeur de 30 cm, sur la variété témoin (Coralina) :

La mesure des tensions du sol a débuté le 29 avril 2009, et la mise en oeuvre de la conduite différenciée a débuté le 28 mai 2009 (floraison 5^{ème} bouquet), avec les objectifs suivants :

- **Modalité 1 (coté Nord) : situation de confort** : arrosages non restreints, correspondant à des tensiométries de 10 à 30 cbar à la profondeur de 30 cm, sur la variété témoin.
- **Modalité 2 (coté Sud) : situation de stress hydrique contrôlé** : arrosages restreints, correspondant à des tensiométries de 30 à 50 cbar à la profondeur de 30 cm.

Les fréquences irrigations ont été les mêmes dans les 2 modalités : les réductions d'irrigations ont été réalisées en diminuant les durées d'irrigations

En 2008, la restriction des irrigations avait été démarrée fin avril (soit 4 semaines après plantation), ce qui avait trop fortement pénalisé les plantes ; en 2009, nous avons ajusté le protocole et retardé la mise en oeuvre des restrictions fin mai, afin d'assurer un démarrage convenable des plantes.

■ Observations et mesures réalisées :

- **Observations** : vigueur des plantes, état du feuillage
- **Mesures liées à l'irrigation : 1 mesure hebdomadaire**
 - **Mesures tensiométriques** à 3 profondeurs (15 cm, 30 cm et 45 cm) : 3 tensiomètres à chaque profondeur, placés sur la ligne de plantation, à 20 cm du goutte à goutte.
 - **Enregistrement des quantités d'eau** apportées par irrigation (volucompteur).
- **Mesures agronomiques :**
 - rendement commercial (1^{er} et 2^{ème} choix) et poids moyen des fruits
 - qualité : mesures de qualité gustative.

4- RESULTATS :

4.1 – Planning et conditions de culture :

- **Planning de culture** : (tableau 2) :

Tableau 2 : Planning de culture

(goutte à goutte : 1 goutteur/plante de débit = 2 l/h, 2.25 goutteurs/m², soit 4.50 mm/h
aspersion : pluviométrie horaire = 13 mm

date	climat : blanchiments et aspersion	Irrigation : zone normale	Irrigation : zone restreinte
01/04	Aspersion 60 mn	plein du sol : 150 mn = 11.25 mm	plein du sol : 150 mn = 11.25 mm
3 à 6/04	Aspersion 15 mn/jour - début aération	15 mn/jr = 1.12 mm	15 mn/jr = 1.12 mm
7/04 à 9/04	/	/	/
10/04 et 13/04	Aspersion 30 mn	30 mn = 2.25 mm	30 mn = 2.25 mm
11/04 -12/04-14/04-16/04	/	/	/
15/04 et 17/04		30 mn = 2.25 mm	30 mn = 2.25 mm
20/04 au 24/04		30 mn = 2.25 mm	30 mn = 2.25 mm
25/04 au 29/04		40 mn = 3 mm	40 mn = 3 mm
4/05	Aspersion 40 mn	40 mn = 3 mm	40 mn = 3 mm
13/05	Aspersion 30 mn 1 ^{er} blanchiment : pour 400 m ² 10 l de produit + 75 litres d'eau	40 mn = 3 mm	40 mn = 3 mm
14/05		40 mn = 3 mm	40 mn = 3 mm
15/05	Aspersion 30 mn	40 mn = 3 mm	40 mn = 3 mm
18/05 au 27/05		35 mn = 2.62 mm	35 mn = 2.62 mm
25/05	Aspersion 35 mn		
28/05	Démarrage des 2 zones d'irrigation		
Du 28/05 au 16/06 sauf 6/05& 9/05		35 mn = 2.62 mm	28 mn = 2.1 mm
5/06	Aspersion 35 mn		
8/06	2 ^{ème} blanchiment : pour 400 m ² 12 l de produit + 100 litres d'eau		
12/06		35 mn = 2.62 mm	35 mn = 2.62 mm
du 18/06 au 15/07		40 mn = 3 mm	32 mn = 2.4 mm
17/06 - 23/06 et 24/06	Aspersion 30 mn		
19/06 et 26/06	Aspersion 60 mn		
30/06 -1/07- 3/07- 6/07-10/07- 13/07-15/07 -20/07	Aspersion 30 mn		
du 16/07 au 07/08		38 mn = 2.85 mm	34 mn = 2.55 mm
24/07 – 5/08 et 7/08	Aspersion 60 mn		
27/07 et 31/07 et 3/08	Aspersion 45 mn		
du 7/08 au 14/08		34 mn = 2.55 mm	30 mn = 2.25 mm
11/08 et 14/08	Aspersion 60 mn		
29/09 fin de culture			

4.2 – Observation des plantes :

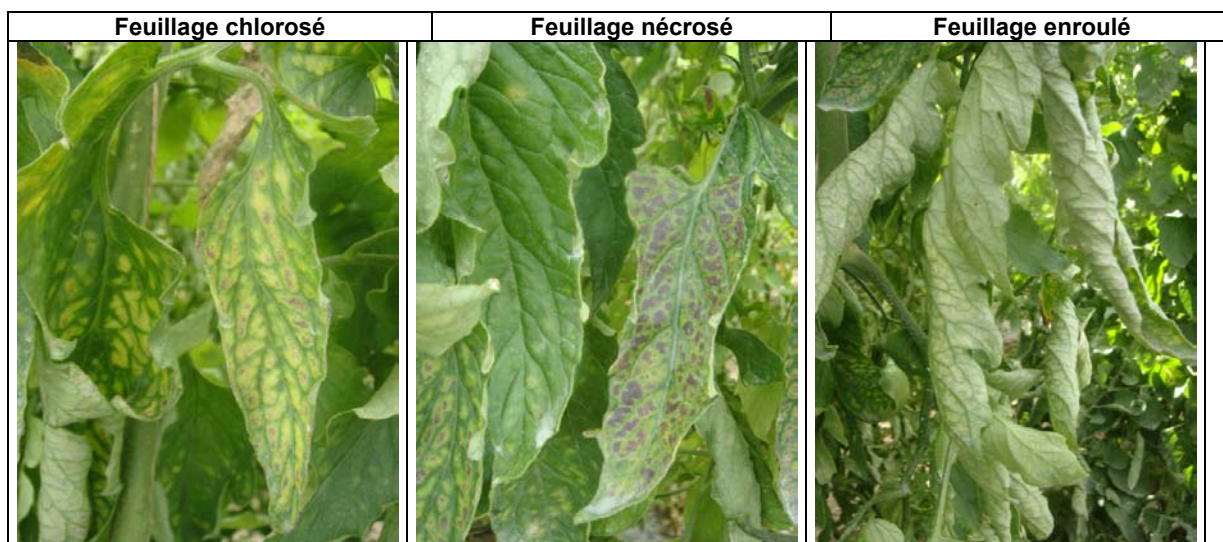
Des observations ont été réalisées à 2 reprises, les 10 juin et 21 juillet, afin d'apprécier les caractéristiques des plantes dans les 2 modalités : irrigations normale et restreinte.

- **Vigueur des plantes** : une note de 1 à 10 a été affectée : le 10 juin, pour la variété témoin Coralina, la vigueur des plantes est supérieure dans la zone irriguée normalement (8/10 contre 7/10 dans la zone d'irrigation restreinte) ; le 21 juillet, la vigueur a diminué dans les 2 zones, et elle reste supérieure dans la zone irriguée normalement (7/10 contre 6/10 dans la zone d'irrigation restreinte). Cette différence de vigueur a été observée pour la majorité des variétés en essai.

Tableau 3 : note de vigueur (de 1 à 10) des 2 zones :

10 juin		21 juillet	
irrigation normale	irrigation restreinte	irrigation normale	irrigation restreinte
8	7	7	6

- **Feuillage**: pour Coralina, il est convenable dans les 2 zones le 10 juin, et il devient assez enroulé et assez chlorosé le 21 juillet ; en revanche, pour certaines variétés au feuillage plus fragile (Noire de crimée), il est plus nécrosé et chlorosé dans la zone d'irrigation restreinte (photos page suivante).

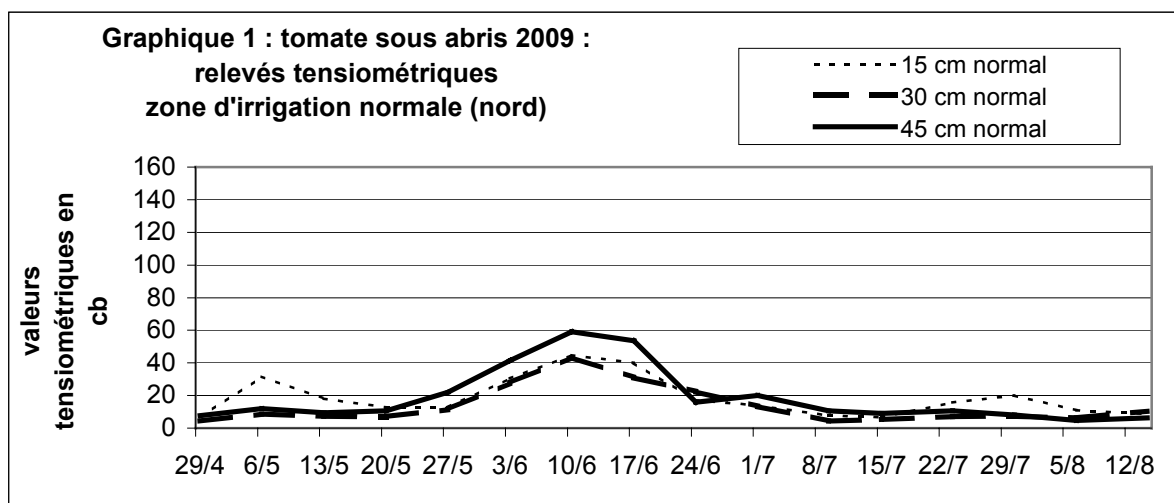


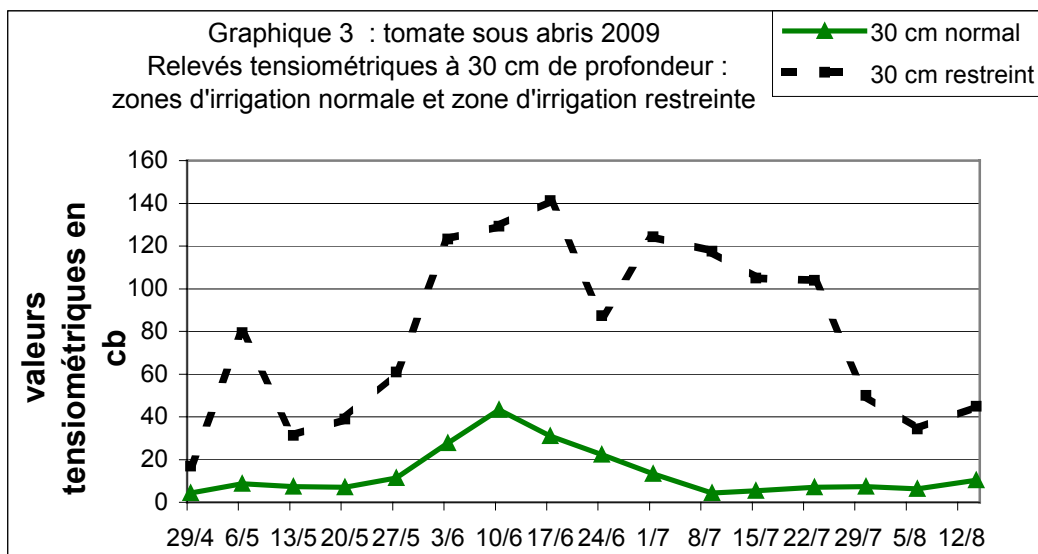
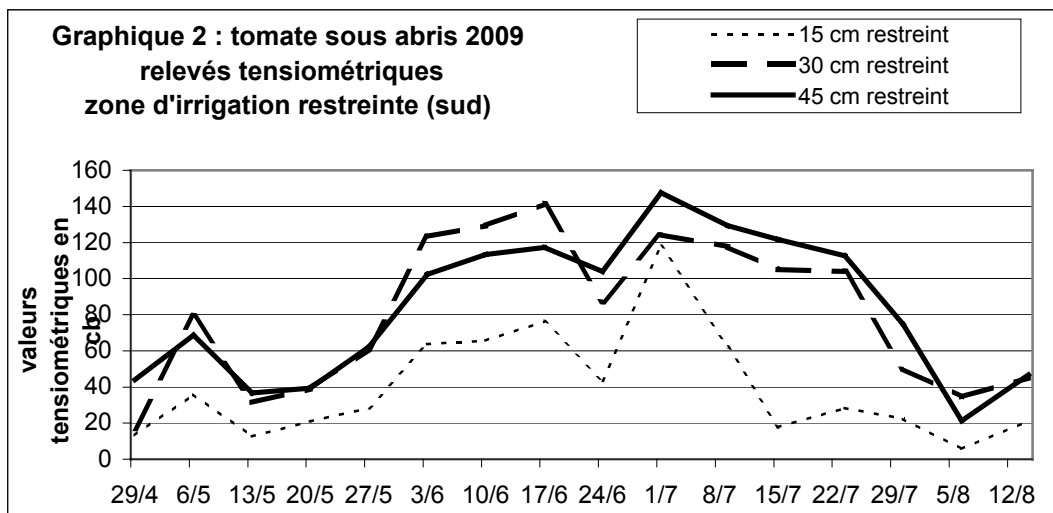
4.3 – Mesures d'humidité du sol :

Chaque semaine, des mesures tensiométriques ont été effectuées à 3 profondeurs : 15 cm, 30 cm et 45 cm (3 tensiomètres à chaque profondeur ont été placés sur la ligne de plantation) et les quantités d'eau apportées par irrigation ont été enregistrées (volucompteurs).

La mise en œuvre de la conduite différenciée a été réalisée le 28 mai 2009.

- **Dans la zone irriguée normalement** (graphique 1), les tensions à 15 et 30 cm restent à des niveaux moyens et variables entre 10 et 30 cbar jusqu'à fin mai aux 3 profondeurs ; début juin, on observe une progression des tensions : en effet, elle atteint 60 cbar à 45 cm de profondeur, ce qui signifie un assèchement la réserve profonde. Cette situation est corrigée ensuite (un peu tardivement) par une augmentation de la durée des irrigations, ce qui permet le retour à un niveau normale des tensions fin juin. Au delà de cette période, les irrigations assez importantes et régulières saturant (trop) les différents horizons et la tension reste assez basse aux 3 profondeurs : de 5 à 20 cbar.
- **Dans la zone d'irrigation restreinte** (graphique 2), les tensions sont anormalement supérieures à celles de la zone « normale », alors que les irrigations sont identiques. Le démarrage des restrictions a lieu le 28 mai 2009 (floraison 5^{ème} bouquet), avec une réduction de la durée des irrigations de 20 % ; cette réduction est choisie en se basant sur les observations et mesures réalisées en 2008 : la réduction d'irrigation de 30% en 2008 (et appliquée plus tôt) avait trop fortement pénalisé la vigueur des plantes et le rendement final. Dans cette zone, les tensions progressent et dépassent rapidement nos objectifs initiaux fixés à 60 cbar à 30 cm ; en effet, à cette profondeur, la tension atteint même 140 cbar le 17/06. A partir de cette période, la restriction d'irrigation est allégée à 10 % jusqu'à mi-août.
- **Le graphique 3 présente les tensions à 30 cm de profondeur dans les 2 zones** et montre clairement que des restrictions même limitées (20 % puis 10 %) conduisent à des tensions très différentes entre les 2 zones à cette profondeur.



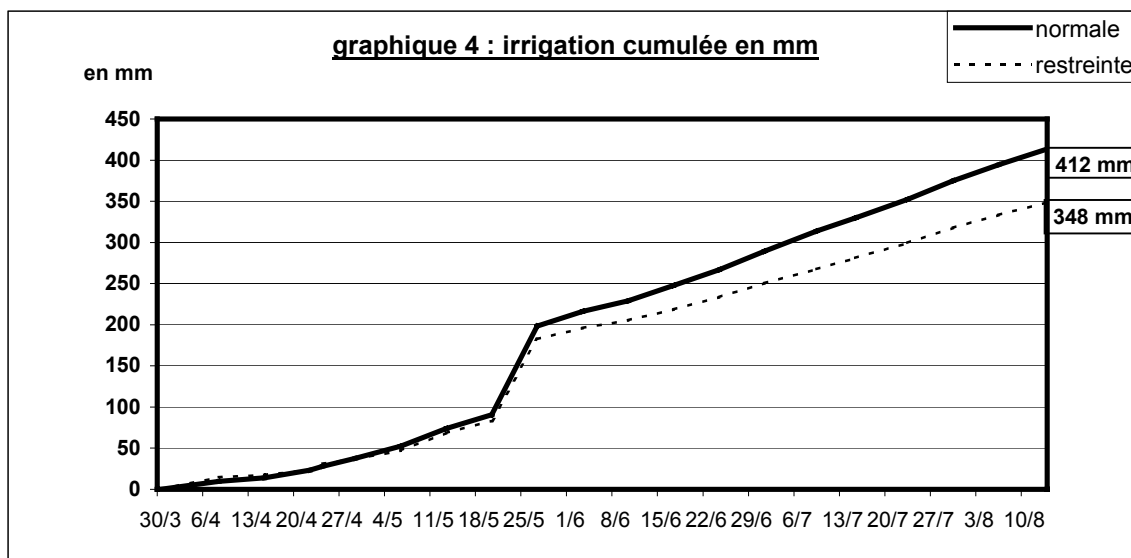


4

4- Consommations d'eau et résultats agronomiques :

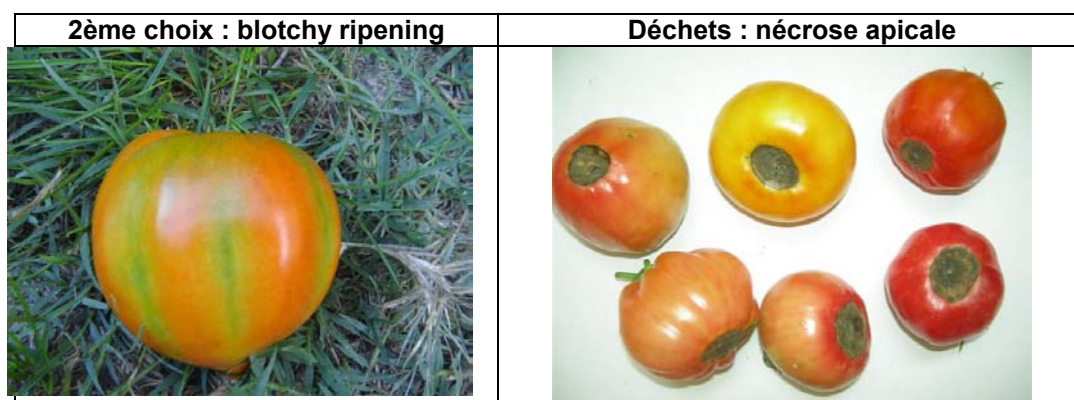
- **Consommations d'eau** (graphique 4)

Les apports d'eau sont assez proches jusqu'à fin mai (apports similaires) puis les quantités apportées augmentent assez fortement dans la zone « normale », avec une différence qui atteint 17 % le 10 juillet, et 16 % le 14 août. Le 14 août, les apports d'eau cumulés atteignent 412 mm soit 3.05 mm/jour en zone normale, contre 348 mm soit 2.57 mm/jour en zone restreinte, soit une réduction de 16% des apports d'eau.



▪ Résultats agronomiques

Afin d'étudier l'impact des 2 régimes hydriques sur le rendement, les mesures ont été réalisées dès le début de la récolte (6/06) jusqu'au 14/08, soit pendant 2 mois. 3 récoltes hebdomadaires étaient effectuées (lundis, mercredis et vendredis) durant lesquelles les mesures suivantes ont été réalisées : rendement commercial total et 1^{er} choix (en Kg/m²), poids moyens des fruits, taux et causes de 2^{ème} choix (blotchy ripening, fentes ...), pourcentage de déchets (nécrose apicale).



• Au 10 juillet (tableau n°4) :

Dans la zone d'irrigation normale, la dose d'eau apporté est de 314 mm contre 267 mm dans l'autre zone, ce qui correspond à une réduction de 17 % des apports.

L'entrée en production est plus rapide dans la zone d'irrigation restreinte qui présente un meilleur rendement au bout de 2 semaines de récolte (24/06) : 10.20 Kg :m² de rendement 1^{er} choix dans la zone « restreinte » contre 0.75 K/m² dans la zone « normale ». Cependant, la zone « normale » compense rapidement son retard (notamment grâce au calibre supérieur) et le rendement au 10/07 est similaire dans les 2 zones pour l'ensemble des variétés en essai : 3.6 Kg/m² (normale) et 3.8 Kg/m² (restreinte) pour le rendement 1^{er} choix.. Les défauts (blotchy ripening surtout) sont moindres avec les irrigations plus faibles (8% de 2^{ème} choix contre 14% dans la zone normale) ; à cette période, les nécroses apicales (déchets) sont encore rares, mais commencent à apparaître dans la zone moins irriguée. La variété témoin Coralina est plus productive que l'ensemble des variétés en essai et son rendement est légèrement supérieur en zone normale (7.9 Kg/m²) que dans la zone « restreinte » (7.3 Kg/m²); en revanche, les fruits sont plus gros dans la zone moins irriguée.

Tableau n°4 : Résultats intermédiaires au 10 juillet 2009 (après 1 mois de récolte, et 100 jours de culture)

Irrigation	normale	restreinte
Volume d'eau total par m ² depuis plantation (100 jours) (en mm)	314 mm	267 mm
Volume d'eau par jour par m ² depuis plantation (en mm)	3.14 mm	2.67 mm
Valeurs moyennes de tensiométrie à 30 cm (en cbar)	4 à 40 cbar	30 à 140 cbar
Toutes variétés en essai	normale	restreinte
Vigueur des plantes	Moyenne à bonne	Faible à moyenne
Rendement commercial (en Kg/m ²)	4.2 Kg/m ²	4.1 Kg/m ²
Rendement 1 ^{er} choix (en Kg/m ²)	3.6 Kg/m ²	3.8 Kg/m ²
Taux de 2 ^{ème} choix (en %)	14 %	8 %
Poids moyen des fruits 1 ^{er} choix	173 g	151 g
Principaux défauts	Blotchy ripening	Blotchy ripening
Nécrose apicale	aucune	En progression
Variété Coralina	normale	restreinte
Vigueur des plantes	assez bonne	moyenne
Rendement commercial (en Kg/m ²)	7.9 Kg/m ²	7.3 Kg/m ²
Rendement 1 ^{er} choix (en Kg/m ²)	6.7 Kg/m ²	6.9 Kg/m ²
Taux de 2 ^{ème} choix (en %)	15 %	7 %
Poids moyen des fruits 1 ^{er} choix	169 g	186 g
Principaux défauts	Blotchy ripening	/
Nécrose apicale	aucune	En progression

- **Au 14 août (tableau n°5) :**

Dans la zone d'irrigation normale, la dose d'eau apportée est de 412 mm contre 348 mm dans l'autre zone, ce qui correspond à une réduction de 16% des apports.

La réduction des irrigations entraîne toujours une vigueur plus faible et des nécroses du feuillage, notamment sur les variétés les plus faibles (photo ci-contre), notamment pour les « Noire de Crimée » et certaines « Cœur de Bœuf rouges » ; pour le rendement, la zone d'irrigation normale produit davantage que l'autre zone : 7,2 kg/m² contre 6.5 kg/m² pour le rendement 1^{er} choix pour l'ensemble des variétés. Les fruits ont toujours un poids moyen plus faible dans la zone moins arrosée (152 g contre 178 g) ; ils présentent toujours moins de défaut de coloration (blotchy ripening principalement) mais davantage de nécrose apicale.

La variété témoin Coralina est plus productive que l'ensemble des variétés en essai et son rendement est légèrement supérieur en zone normale (7.9 Kg/m²) que dans la zone « restreinte » (7.3 Kg/m²); en revanche, les fruits sont plus gros dans la zone moins irriguée.



Tableau n°5 : Résultats finaux au 14 août 2009 (après 2 mois de récolte, et 135 jours de culture)

Irrigation	normale	restreinte
Zone	NORD	SUD
Volume d'eau total par m² depuis plantation (135 jours) (en mm)	412 mm	348 mm
Volume d'eau par jour par m² depuis plantation (en mm)	3.05 mm	2.57 mm
Valeurs moyennes de tensiométrie à 30 cm (en cbar)	4 à 40 cbar	30 à 140 cbar
Toutes variétés	normale	restreinte
Vigueur des plantes	Moyenne à bonne	Faible à moyenne
Rendement commercial (en Kg/m²)	8.0 Kg/m ²	7.0 Kg/m ²
Rendement 1^{er} choix (en Kg/m²)	7.2 Kg/m ²	6.5 Kg/m ²
Taux de 2^{ème} choix (en %)	10 %	7 %
Poids moyen des fruits 1^{er} choix	178 g	152 g
Principaux défauts	Blotchy ripening	Blotchy ripening
Nécrose apicale	0,2 fruit/m ²	1.6 fruits/m ²
Variété Coralina	normale	restreinte
Vigueur des plantes	Assez bonne	moyenne
Rendement commercial (en Kg/m²)	12,80 Kg/m ²	11,24 Kg/m ²
Rendement 1^{er} choix (en Kg/m²)	11,29 Kg/m ²	10,63 Kg/m ²
Taux de 2^{ème} choix (en %)	12 %	5 %
Poids moyen des fruits 1^{er} choix	177 g	189 g
Principaux défauts	Blotchy ripening	/
Nécrose apicale	0 fruit/m ²	2.9 fruit/m ²

- **Mesures de qualité visuelle et gustative (tableau n°6)**

Du 10 juillet au 7 août, 4 séries de tests d'appréciation des fruits ont été réalisées avec un groupe constitué de 10 à 15 dégustateurs (salariés et stagiaires du GRAB et de Bio De Provence).

Les tests ont été effectués sur une sélection de 10 variétés à chaque série, et sur des fruits bien mûrs, (environ 4-5 fruits de maturité homogène) récoltés 4 jours avant la dégustation, placés en chambre froide à 12°C pendant 48 heures, puis à température ambiante intérieure (25 à 30°C) pendant 48 heures.

Coralina étant le témoin de l'essai, elle a été testée à chaque série.

Seules les variétés dont les résultats agronomiques étaient satisfaisants ont été testées.

Pour chacune des variétés, des fruits de maturité homogène étaient présentés sur des assiettes (avec le n° de variété) : 2 ou 3 fruits entiers pour la notation visuelle et 2 fruits tranchés pour la dégustation.

L'appréciation visuelle et gustative était notée sur 10 selon les critères suivants, et les dégustateurs pouvaient mentionner des commentaires :

- L'aspect du fruit (critère visuel) : 1 note

- La qualité gustative : 3 notes : texture, saveur, ainsi qu'une note globale.



Tableau n°6 : résultats des tests de dégustation pour Coralina

Irrigation	Note générale de goût	Note de texture	Note de saveur	Note d'aspect
Normale	7	7.6	6.8	7.4
<i>Restreinte</i>	7.3	7.8	7.1	7.8

Une tendance en faveur de la zone d'irrigation restreinte se dégage de ces dégustations, mais la différence est assez faible et devra être complétée par d'autres mesures.

CONCLUSION

La réduction des irrigations a été moins sévère en 2009 (16%) qu'en 2008 (30%) et la précocité a d'ailleurs été presque similaire dans les 2 zones. Cette limitation du stress hydrique n'a cependant pas permis d'éviter la perte de vigueur, de calibre et de rendement final dans la zone restreinte. la réduction des irrigations semble favorable à la qualité gustative ; d'autres tests seront à prévoir dans la poursuite de cet étude.

L'étude sera renouvelée en 2010 avec notamment Coralina et Noire de Crimée en franc et greffé. Il conviendra de parvenir à bien gérer les irrigations de façon à mieux respecter les valeurs souhaitées de tensiométrie dans le sol.

ANNEE DE MISE EN PLACE : 2009 - ANNEE DE FIN D 'ACTION : 2009

ACTION : nouvelle en cours en projet

Renseignements complémentaires auprès de : C. Mazollier

GRAB Agroparc BP 1222 84911 Avignon cedex 9 tel 04 90 84 01 70 - fax 04 90 84 00 37- mail catherine.mazollier@grab.fr

Mots clés du thésaurus Ctifl : *tomate, irrigation, agriculture biologique, suivi tensiométrique, qualité gustative*

Date de création de cette fiche : mars 2010