



# Tomate sol

## Suivi de la fertilisation et de l'irrigation



Année 2014

Marianne de Coninck, CETA de Berre l'Etang – Isabelle Boyer, ARDEPI

Essai rattaché à l'action n° : A745

Titre de l'action : Suivi des cultures pour la réduction des intrants azotés en rapport avec la ZVN

### 1 - Thème de l'essai

Le nouvel arrêté établissant le référentiel régional de mise en œuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée pour la région Provence-Alpes-Côte d'Azur entre en vigueur au 1<sup>er</sup> septembre 2014 sur les zones vulnérables. Il prévoit pour les cultures maraîchères un calcul de la dose prévisionnelle d'azote à apporter sur la base d'une équation simplifiée fonction du rendement prévisionnel. Des suivis ont été initiés en 2013 sur cultures de tomate, poivron et courgette. Ils sont élargis à une dizaine de parcelles en 2014.

### 2 – But de l'essai

En rapport avec les exigences environnementales renforcées par la directive nitrates, la limitation des quantités de fertilisants apportés à une culture s'impose.

Avec des outils simples, il s'agit de :

- suivre les besoins en azote de la plante et la disponibilité en azote du sol,
- évaluer les quantités totales d'azote apportées et le rendement moyen de la culture
- vérifier que l'arrosage ne donne pas lieu à des lessivages d'engrais
- proposer des solutions de réduction d'intrants azotés

Cet essai participe à l'actualisation des références de fertilisation en cultures maraîchères et doit amener les producteurs à être en adéquation avec la directive nitrates.

### 3 – Facteurs et modalités étudiées

Dans le cadre du suivi, une seule modalité est étudiée : la conduite de fertilisation et d'irrigation du producteur.

### 4 – Matériel et méthodes

#### 4.1 Site d'implantation

SERRADIMIGNI PERE ET FILS, Berre l'Etang (13), 5ha de serres,  
Maraichage diversifié en agriculture biologique (AB)

Parcelle : Serre verre basse, 5000m<sup>2</sup>, orientation Nord-Sud  
Tomate allongée (automne 2013), seigle (engrais vert d'hiver 2013-2014)  
Chauffage hors-gel et écran fixe en début de culture

#### Données culturales :

Espèce	Tomate
Variété	Cardyna et Cauralina greffées 2 têtes sur Maxifort
Densité, dispositif	1.25 plants/m <sup>2</sup> soit 2,5 têtes/m <sup>2</sup> , 6 rangs par chapelle dont 2 doubles, Plantation tous les 80cm
Palissage	vertical, étêtage 2 bouquets noués après le fil de fer

Plantation	26 Février 2014
Début récolte	15 mai 2014
Etêtage	fin mai 2014
Fin récolte	15 août 2014
Blanchiments	1 <sup>er</sup> blanchiment le 27 mars, puis 2 autres blanchiments

Type de sol : très drainant, 50% de cailloux (diamètre > à 2mm), 4,7% de MO, 33 unités d'azote disponibles avant plantation (analyse de sol extrait à l'eau en annexe)

#### Pratiques de fertirrigation :

Origine de l'eau	Canal de Provence
Dispositif d'arrosage	Goutte à goutte jetable, 1 ligne/rang, 2 goutteurs/tête, 20 cm entre goutteurs, 1 litre/heure
Conduite d'arrosage	1 à 3 arrosages / jour, 20 à 30 minutes
Amendement organique	Vegethumus (6 T/ha)
Conduite de fertilisation	Engrais de fond très dosé, engrais localisé au pied des plantes en cours de culture, quelques injections d'engrais biologique liquide par le goutte-à-goutte selon besoin. Ces apports sous forme organique ne seront que partiellement minéralisés sur cette culture.

### 4.2 Observations et mesures

- Observation des plantes, suivi cultural tous les 15 jours
- Analyse des teneurs en azote dans le jus pétiolaire selon la méthode Pilazo : chaque semaine jusqu'à étêtage
- Analyse de l'azote disponible dans le sol par Nitratest tous les 15 jours.
- Suivi tensiométrique : 6 tensiomètres avec monitoring (2 sondes à 15 cm, 1 sonde à 20cm, 3 sondes à 25cm), relevés et interprétation chaque semaine par l'ARDEPI
- Notations du producteur : nombre et durée des arrosages, quantité et type d'engrais, rendement

### 4.3 Traitement statistique

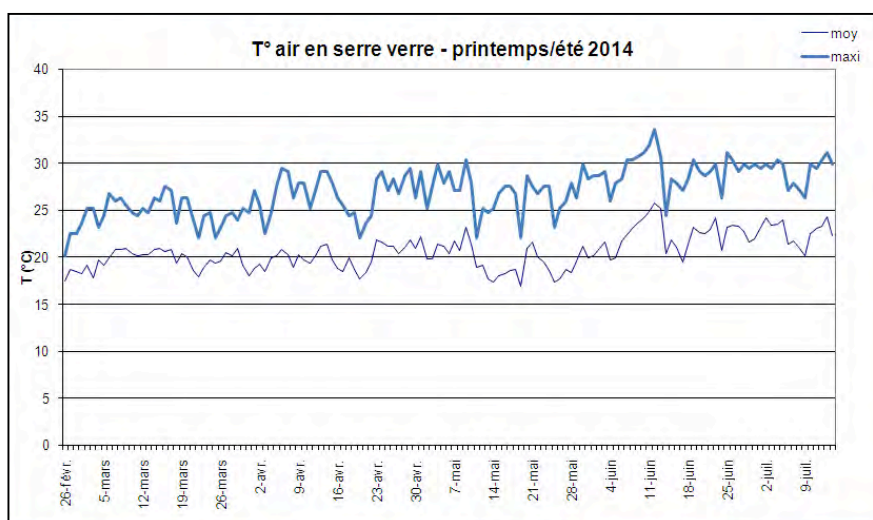
Les données obtenues dans le cadre de ce suivi ne permettent pas d'analyse statistique.

## 5 - Résultats

### ➤ Suivi cultural

La culture s'est bien comportée jusqu'au stade F6.

Ensuite, les plantes ont fortement jauni du stade R1 à R3 pendant les 3 premières semaines de Juin. A cette période, les températures ont augmenté de 20 à 25°C en moyenne sous abri avec des maximales à 30°C mi juin, (relevés dans une serre voisine). On observe aussi une augmentation de T° dans le sol



de 20 à 22°C. Il est possible que la variation de T° ait affecté les racines et les plantes d'autant qu'il y a eu un manque d'eau juste avant. Les apports d'engrais complémentaires réalisés localement au pied des plantes ont eu un effet trop tardivement.

Le rendement final est de 13 kg/m<sup>2</sup>, ce qui est bien par rapport aux années précédentes. Les fruits étaient de bonne qualité pour une production en AB.

➤ **Fertilisation :**

Comme la culture est conduite en AB, l'essentiel de la fertilisation est apportée avant plantation : Végéthumus, Orga 3 et Tourteau de ricin.

Au stade F4, un apport d'engrais organique (Ceric) est réalisé au pied des plantes, en prévision des besoins à l'approche de la récolte et en tenant compte du délai de minéralisation de l'engrais.

Bilan des quantités d'azote apportées sur la parcelle :

	Intrant	Dosage	Quantité apportée (en kg/ha)	Unités N (kg/ha)
<b>Amendement avant plantation</b>	VEGETHUMUS	2-0.5-1	6000 kg/ha	120
<b>Engrais de fond, avant plantation</b>	ORGA 3	3-2-3+4	3000 kg/ha	90
	TOURTEAU DE RICIN	5-2-1,5	3000 kg/ha	150
<b>Engrais bio, en cours de culture</b>	CERIC (vrac au pied, à F5)	4-1,5-4+0,6	1875 kg/ha	75
	Bioforce Plus * (1 X au goutte-à-goutte)	4,5-2,5-5	40 litres	2
	Delfan ** (2 X au goutte-à-goutte)	9-0-0	200 litres	~ 22
<b>TOTAL</b>				<b>459</b>

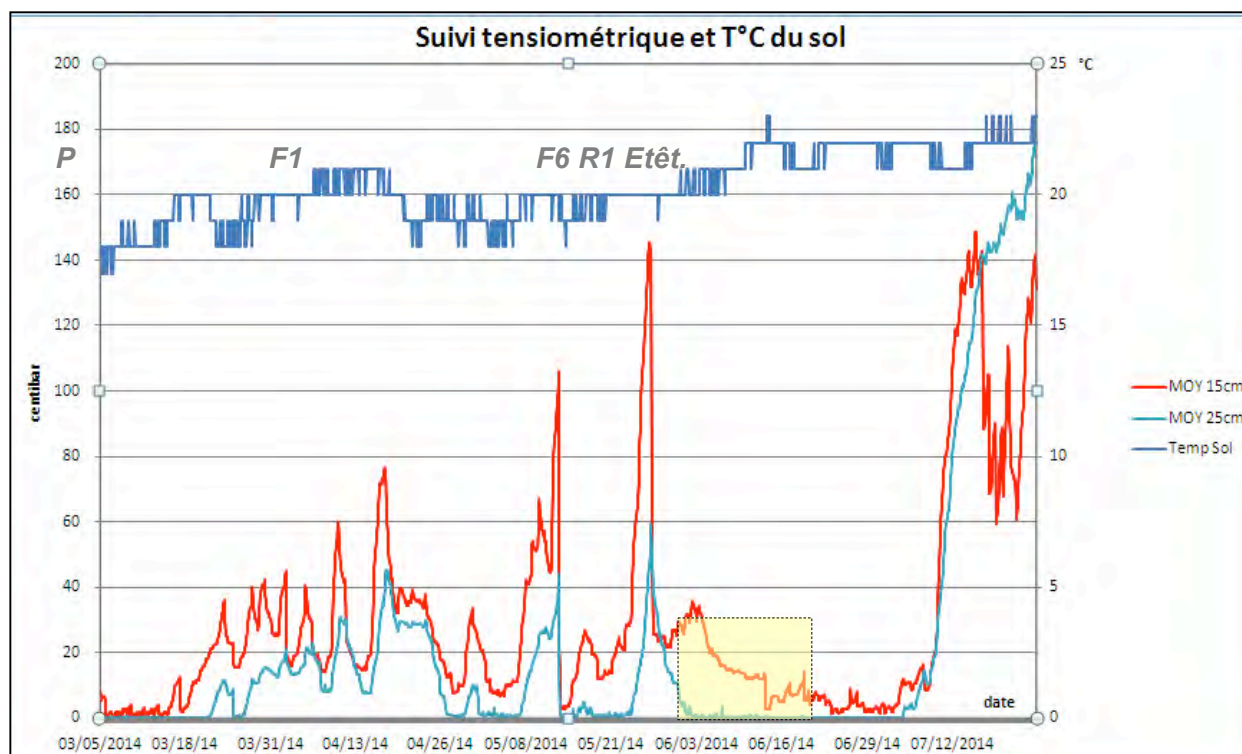
\* Engrais biologique liquide 100% végétal, avec oligo-éléments (densité 1,24)

\*\* Engrais biologique liquide, avec acides aminés

➤ **Irrigation**

Nous observons une bonne gestion des arrosages jusqu'à fin avril (F4-F5). Puis nous remarquons une tendance à l'excès d'eau du 24/04 au 05/05 et du 14/05 au 23/05, entrecoupée de périodes plus séchantes. A cette période, le producteur remarque que la moitié de la culture manque d'eau par manque de pression dans le réseau. Pour compenser l'hétérogénéité d'irrigation sur la fin de rampe il augmente ses apports d'irrigation en rajoutant une irrigation journalière supplémentaire (soit de 2 irrigations jour à 3 irrigations jour) et fait quelques aspersion afin de dissoudre l'apport de fertilisant apporté en granules aux pieds des plants.

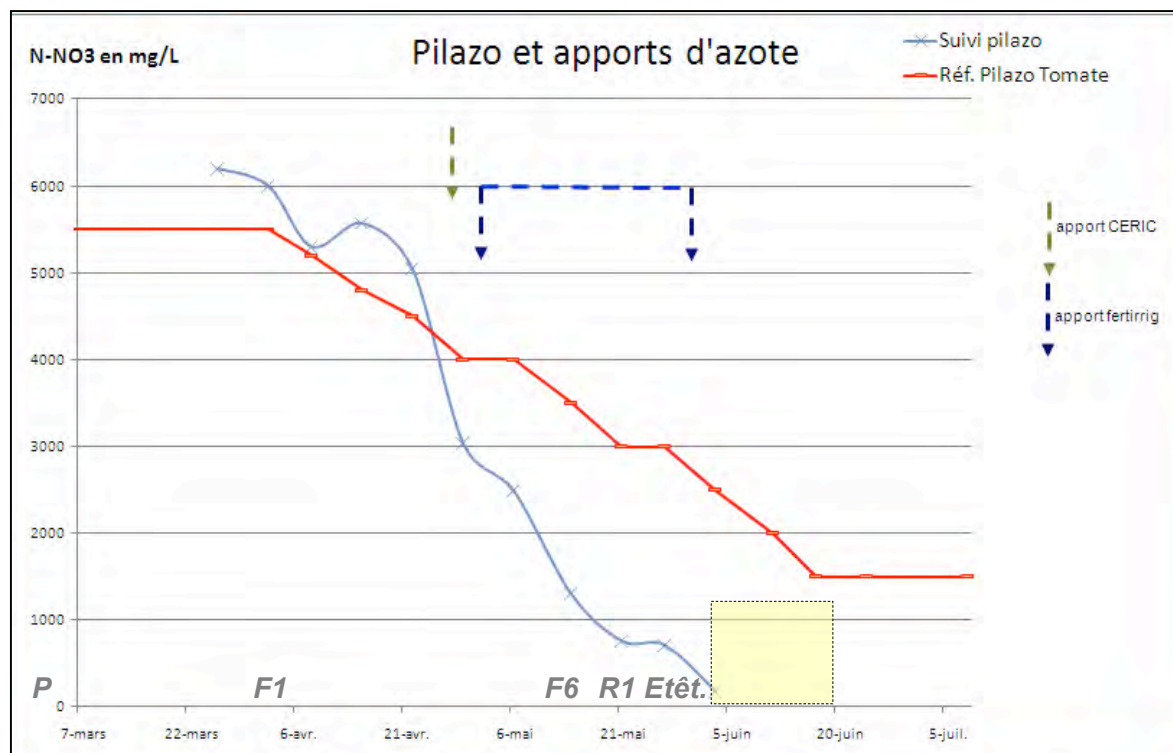
A partir du 03/06 jusqu'au 12/07 on constate une saturation en eau permanente, qui a été la



conséquence d'un changement de pratique lié au changement de la personne responsable de l'irrigation et des apports complémentaires de ferti-irrigation.

Les arrosages n'ont pas été notés en détail par le producteur, nous ne pouvons pas estimer les quantités d'eau totales apportées sur la culture. Cependant, l'eau du canal de Provence étant faiblement chargée en azote, la part d'azote apportée par l'eau d'irrigation est considérée comme négligeable (voir compte rendu sur le site EARL La piste, 2014)

### ➤ Evolution des nitrates dans la plante et apports d'azote



Les mesures PILazo sont effectuées sur toute la durée de la culture à partir du moment où le prélèvement des feuilles est possible jusqu'à l'étêtage.

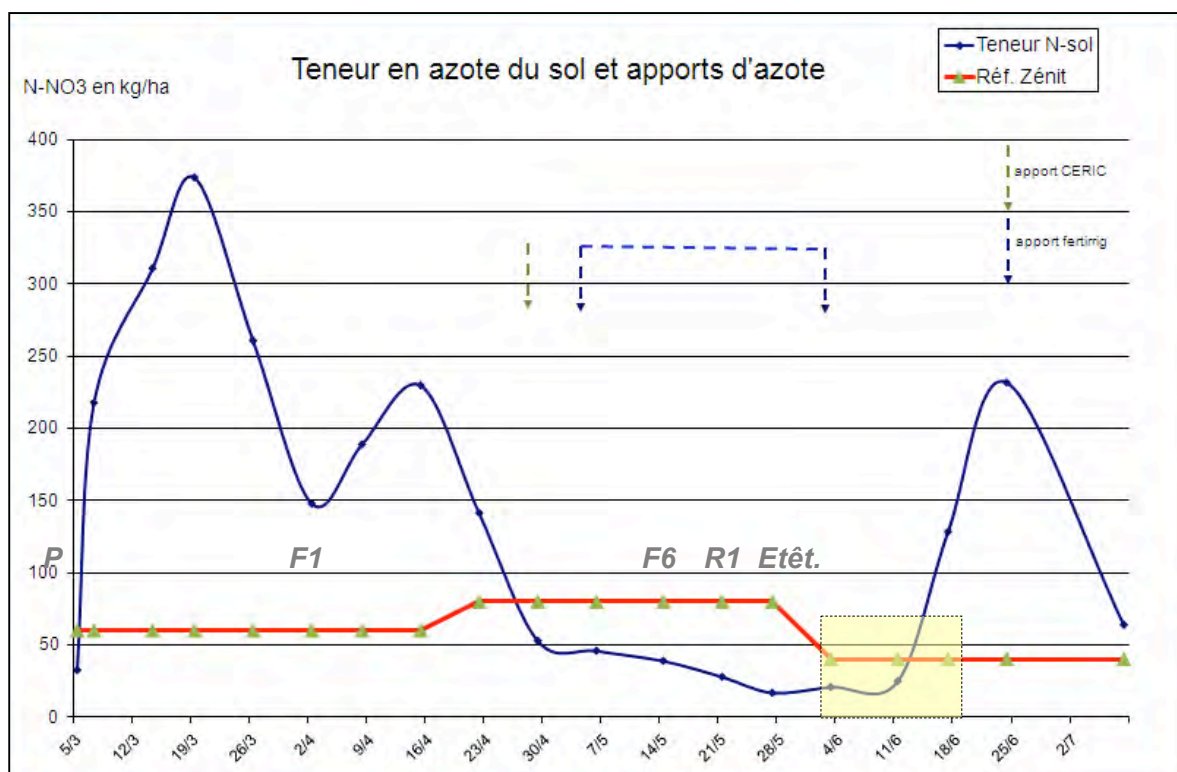
Ce suivi montre que les plantes sont en confort azoté jusqu'à fin avril (F4) mais passent en situation de stress pour tout le restant de la culture. Le jaunissement observé sur les 3 premières semaines de juin est sans doute l'expression de cette carence d'alimentation amorcée le mois précédent. Cette carence peut être directe et/ou induite (mauvaise assimilation).

### ➤ Evolution des nitrates dans le sol et apports d'azote

Dans le sol, les niveaux d'azote disponibles à la plantation sont très élevés : > 150 unités jusqu'à fin avril. En effet, il est possible qu'en conditions favorables à la minéralisation, le tourteau de ricin libère très rapidement les nitrates.

A partir de fin avril, les niveaux d'azote chutent brutalement en dessous du seuil de la grille Zenith et deviennent très faibles (< 50 unités) alors que les plantes se chargent. Les apports d'engrais organiques en cours de culture ne semblent pas avoir eu l'effet escompté sur les teneurs en azote mesurées. Par contre, un pic d'azote est observé 2 mois plus tard, à la mi juin.

Par ailleurs, on peut observer que les mesures d'azote peuvent être liées au niveau hydrique du sol : les variations d'arrosage sur ce site sont importantes et les niveaux d'azote fluctuent aussi beaucoup. Il semble que les niveaux de nitrates diminuent avec l'assèchement du sol. En effet, la minéralisation dépend directement des facteurs température et humidité. Si l'un des deux facteurs est limitant, l'activité microbologique est réduite.



Quantité totale d'azote apportées à la culture : **459 kg/ha**

Rendement réel : 13 kg/m<sup>2</sup> = **130 T /ha**

Pour la tomate sous-abri, la réglementation en zone vulnérable nitrates autorise :

2 \* rendement (T/ha) = 2 \* 130 = **260 kg/ha d'azote autorisés.**

⇒ Dépassement de 199 kg/ha d'azote, soit 76 %.

## 5 – Conclusion

Les apports d'azote sont largement supérieurs à ce qui est nécessaire, pourtant la culture a été carencée pendant les 2/3 de la période. Cela signifie que les apports ne sont pas efficaces. Plusieurs problématiques se dégagent :

1. Il y a trop de minéralisation sur le 1<sup>er</sup> tiers du cycle, pas assez sur la fin.
2. Les excès d'eau sur la moitié de la culture provoquent des lessivages.
3. Le bulbe humide, c'est-à-dire le volume potentiel d'enracinement, est vertical et de faible volume, à cause du sol drainant.
4. Les engrais de fond sont mis en plein, on estime que 50% de cet engrais ne profite pas à la culture.
5. En cours de culture, l'engrais localisé (Ceric) s'est peu dissout ; on le retrouvait tel quel, en surface du sol. Son effet a été observé 2 mois plus tard.
6. Le sol se tasse par le passage des charriots et suite au déplacement du goutte-à-goutte vers le passage : les racines y progressent difficilement.

En réponse à ces problématiques, voici plusieurs pistes de progression pour l'année prochaine :

1. Utiliser moins de tourteau de ricin (car il minéralise beaucoup pendant 1 mois et il n'y a pas de nématodes) et plus d'orga3 ou autre engrais organique qui minéralise sur 6 mois.
2. Arroser de façon plus homogène toute la culture (éviter les manques de pression), afin d'éviter les variations hydriques trop importantes. Les manques et les excès d'eau sont pénalisants pour le fonctionnement des racines.
3. Etudier la possibilité de faire 4 irrigations par jour pour améliorer la diffusion latérale de l'eau.
4. Utiliser un paillage micro-perforé et positionner la gaine d'arrosage au dessus : un test concluant a été réalisé chez le producteur cette année. Le sol est mouillé uniformément sous

toute la largeur du paillage, augmentant considérablement le volume potentiel colonisable par les racines.

5. Positionner les engrais de fond sur le rang de plantation. La question d'un enfouissement superficiel ou non est encore en suspend.
6. Il est possible que le point n°4 évite de rajouter un engrais localisé en cours de culture. Sinon, revoir complètement la technique d'apport de cet engrais localisé : il faudrait légèrement biner pour le faire pénétrer dans le sol, ou le mettre sous le paillage.
7. Ne pas déplacer le goutte-à-goutte permettra d'éviter le tassement. D'autre part, il faudra spécifier au personnel de bien faire rouler les charriots sur le passage et non vers le rang de culture.

#### **Proposition de fertilisation pour 2015 :**

- 5T/ha de vegethumus en plein = 100 kg/ha d'azote
- 5T/ha d'Orga 3 localisé, soit 150 kg N/ha, équivalent à 300 kgN/ha au pied des plantes
- Soit 250 kg réellement apportés par hectare : on respectera la législation.

---

Renseignements complémentaires auprès de :

O. de Coninck Marianne, CETA de BERRE l'ETANG, 4533 voie J-P LYON, coop. Agricole, 13 130 Berre l'Etang, 06 18 02 29 88, [ceta.berre@free.fr](mailto:ceta.berre@free.fr)

Mots clés : tomate, sol, fertilisation, pilazo, nitrates, suivi, zone vulnérable nitrates, agriculture biologique

#### **Annexes :**

<b>Analyses de sol extrait à l'eau (GALYS)</b>	
<b>le 31-1-14</b>	
MO	4,7 %
Conductivité totale	0,28 mS/cm
N-NH4	0,6 mg/kg
N-NO3	15,4 mg/kg
P-H2PO4	4,8 mg/kg
K	124,5 mg/kg
Ca	174,5 mg/kg
Mg	25,3 mg/kg
S-SO4	146,0 mg/kg
Cl	19,5 mg/kg
Na	28,9 mg/kg

<b>Analyse d'eau du canal (GALYS)</b>	
<b>le 29-08-14</b>	
HCO3	164,5 mg/L
Conductivité 25°C	0.513 mS/cm
N-NH4	0.1 mg/L
N-NO3	0.1 mg/L
P-H2PO4	0.2 mg/L
K	2.8 mg/L
Ca	61.3 mg/L
Mg	11.3 mg/L
S-SO4	23.6 mg/L
Cl	12.0 mg/L
Na	10.5 mg/L



# Tomate sol

## Suivi de la fertilisation et de l'irrigation



Année 2014

Marianne de Coninck, CETA de Berre l'Etang – Isabelle Boyer, ARDEPI

Essai rattaché à l'action n° : A745

Titre de l'action : Suivi des cultures pour la réduction des intrants azotés en rapport avec la ZVN

### 1 - Thème de l'essai

Le nouvel arrêté établissant le référentiel régional de mise en œuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée pour la région Provence-Alpes-Côte d'Azur entre en vigueur au 1<sup>er</sup> septembre 2014 sur les zones vulnérables. Il prévoit pour les cultures maraîchères un calcul de la dose prévisionnelle d'azote à apporter sur la base d'une équation simplifiée fonction du rendement prévisionnel. Des suivis ont été initiés en 2013 sur cultures de tomate, poivron et courgette. Ils sont élargis à une dizaine de parcelles en 2014.

### 2 – But de l'essai

En rapport avec les exigences environnementales renforcées par la directive nitrates, la limitation des quantités de fertilisants apportés à une culture s'impose.

Avec des outils simples, il s'agit de :

- suivre les besoins en azote de la plante et la disponibilité en azote du sol,
- évaluer les quantités totales d'azote apportées et le rendement moyen de la culture
- vérifier que l'arrosage ne donne pas lieu à des lessivages d'engrais
- proposer des solutions de réduction d'intrants azotés

Cet essai participe à l'actualisation des références de fertilisation en cultures maraichères et doit amener les producteurs à être en adéquation avec la directive nitrates.

### 3 – Facteurs et modalités étudiées

Dans le cadre du suivi, une seule modalité est étudiée : la conduite de fertilisation et d'irrigation du producteur.

### 4 – Matériel et méthodes

#### 4.1 Site d'implantation

Site : EARL LA PISTE (=ex AGRI2D), Berre l'Etang (13), 5ha,

Ce site est suivi pour la 2<sup>e</sup> année pour l'amélioration de la fertilisation et l'irrigation.

Parcelle : Serre verre basse, 1ha, orientation Est-Ouest,  
Tomate, courgette  
Culture à froid (écran thermique fixe au démarrage)

Données culturales :

Espèce	Tomate
Variété	Climberley greffé 2 têtes sur Maxifort
Densité, dispositif	1,2 plants/m <sup>2</sup> soit 2,4 têtes/m <sup>2</sup> , 6 rangs, dont 2 doubles
Palissage	Vertical. Etêtage 2-3 bouquets noués après le fil de fer

Plantation	11 mars 2014
Début récolte	11 juin 2014
Etêtage	25 juin 2014
Fin récolte	4 août 2014
Blanchiments	10 avril 2014 (5 pots de peinture), 11 juin 2014 (5 pots de peinture)

Type de sol : plutôt drainant, 40% de cailloux (diamètre > à 2mm), 3.3% de matière organique, 146 kg/ha d'azote disponible avant plantation (analyse de sol extrait à l'eau en annexe)

Pratiques de fertirrigation :

Origine de l'eau	Canal de Provence (analyse en annexe)
Dispositif d'arrosage	Goutte à goutte intégré, 2 <sup>ème</sup> année, 1 ligne/rang, 1 goutteur/tête, 40cm d'espacement entre goutteurs, 1,6L/h
Conduite d'arrosage	1 à 4 arrosages/jour, selon tarière, tensiomètre et aspect des plantes
Amendement organique	Végéthumus, 3 T/ha
Conduite de fertilisation	Engrais complet à chaque arrosage, pilotage par l'Ec selon résultats des pilazos et nitratets.

#### 4.2 Observations et mesures

- Observation des plantes, suivi cultural tous les 15 jours
- Analyse des teneurs en azote dans le jus pétiolaire selon la méthode Pilazo : chaque semaine
- Analyse de l'azote disponible dans le sol par Nitratet tous les 15 jours.
- Suivi tensiométrique : 6 tensiomètres avec monitoring (3 sondes à 20cm, 3 sondes à 40cm), relevés et interprétation chaque semaine par l'ARDEPI
- Notations du producteur : nombre et durée des arrosages, quantité et type d'engrais, EC d'apport, rendement

#### 4.3 Traitement statistique

Les données obtenues dans le cadre de ce suivi ne permettent pas d'analyse statistique

### 5 - Résultats

#### ➤ Suivi cultural

La culture s'est bien comportée, mis à part le calibre nettement plus petit que l'année dernière. Le rendement final (12 kg/m<sup>2</sup>) en est fortement impacté. La trop forte intensité de blanchiment appliquée en toiture et à deux reprises semble la cause la plus probable, d'autant que le climat estival a été relativement doux et couvert cette année. Une analyse extrait à l'eau a été pratiquée en juillet pour vérifier que la fertilisation ajustée n'était pas en cause.

#### ➤ Fertilisation :

Détails sur la conduite réalisée : 2 semaines après plantation, du **12-61** est appliqué afin de stimuler l'enracinement. A F1, on commence la fertirrigation avec un engrais complet (**16-8-28**) et une EC de 1mS. Entre mi-mai et mi-juin (stades F6 à R2), on augmente l'EC jusqu'à 2mS grâce à un complément de **sulfate de potasse**. Ce dernier permet d'améliorer la coloration des fruits et a l'avantage de ne pas contenir d'azote.

#### ➤ Bilan des quantités d'azote apportées sur la parcelle :

	Intrant	Dosage	Quantité apportée (en kg/ha)	Unités N (kg/ha)
<b>Amendement avant plantation</b>	Végéthumus	2-0.5-1	3000	60
<b>Engrais minéraux en cours de culture, via la fertirrigation</b>	12-61	12-61	50	6,0
	Optiplant	16-8-28	1191,5	190,6
	Sulfate de potasse	0-0-50	450	0,0
			<b>TOTAL</b>	<b>256,6</b>



## ➤ Irrigation

Détails sur la conduite réalisée : la culture est menée à l'aspersion pendant la 1<sup>ère</sup> semaine après plantation. Ensuite, les arrosages au goutte-à-goutte varient entre 10 et 15 minutes, de 0 à 4 fois par jour.

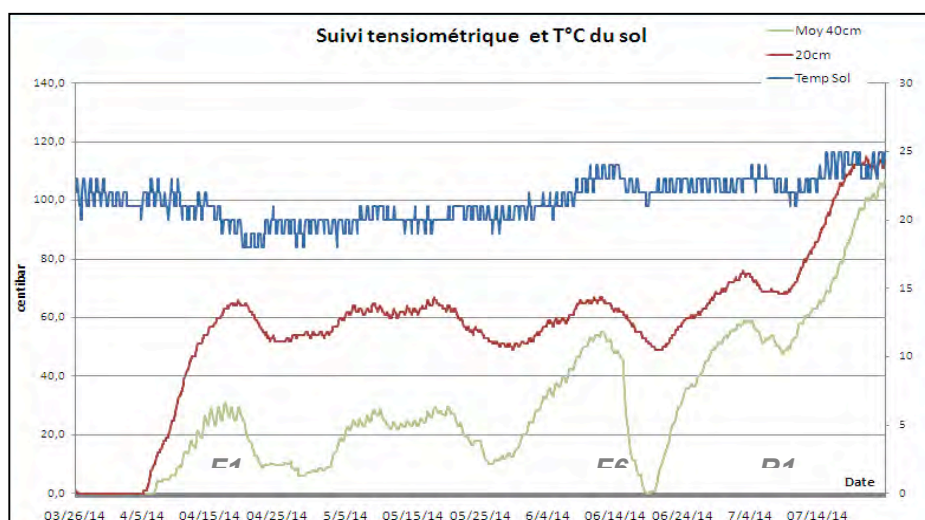
En début de culture, les tensions sont basses car le sol est très pourvu en eau : cet état hydrique est nécessaire pour un bon enracinement de la culture. Ensuite, la réduction des irrigations permet au sol de s'assécher et de maintenir les plantes en confort hydrique.

Les tensions marquent des variations significatives et cohérentes avec le volume des irrigations. Les sondes étaient placées à plus de 20 cm du goutteur. En sol filtrant, l'assèchement du sol est très rapide, la diffusion latérale est très limitée, ce qui engendre une hausse des tensions très rapide.

Globalement les tensions se situent entre 20 cb et 60 cb : la culture est maintenue en confort hydrique et se comporte bien. Les contrôles à la tarière confirment les mesures tensiométriques.

On note deux périodes de saturations à 40 cm : du 23/04 au 05/05 et du 17/06 au 21/06. Puis, une période plus sèche en fin de culture permet de favoriser la maturation des fruits, d'éviter les microfissures et les fentes. Cependant, au vu des courbes, la baisse du volume des irrigations a été excessive.

Les irrigations ont été fractionnées jusqu'à 4 irrigations par jour, ce qui est très adapté en sol filtrant. La gestion de l'irrigation en sol filtrant est toujours délicate, et malgré quelques incidents, l'irrigation a été bien maîtrisée.



### Estimation de l'azote apporté par l'eau d'irrigation :

Tous les arrosages ont été notés : soit un total de **83 heures** d'arrosage, pour 5 mois de culture (sans compter quelques aspersion en début de culture).

- Volume d'eau apporté :

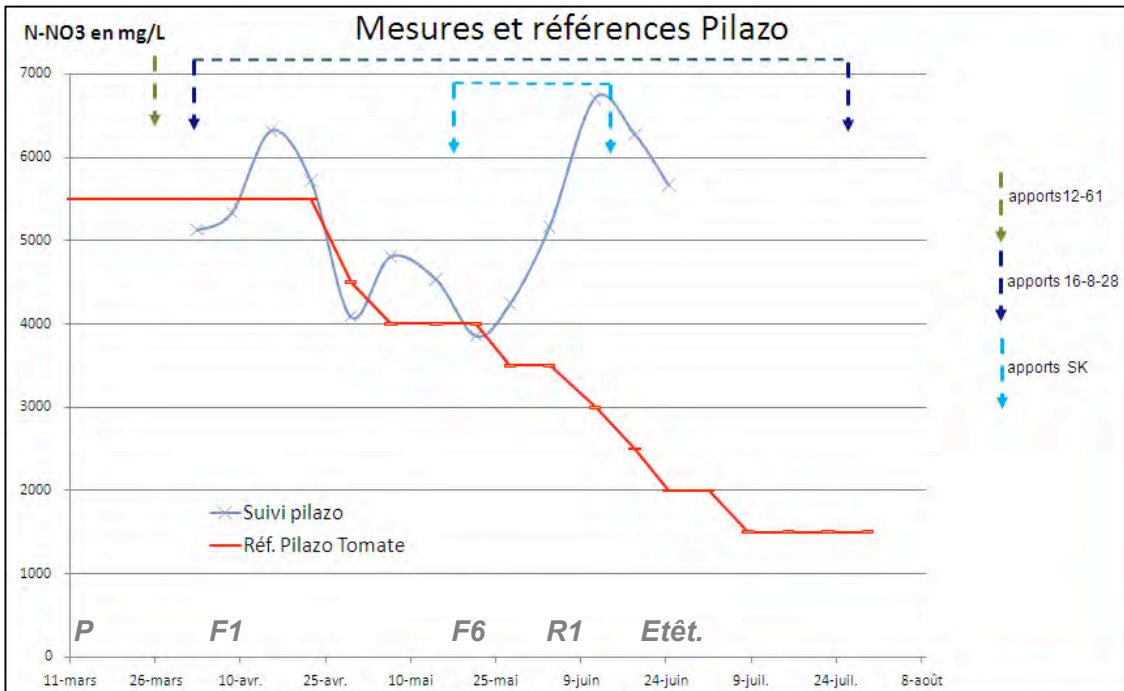
1 goutteur/tête \* 2,4 têtes/m<sup>2</sup> \* 1,6 L/h \* 83 heures d'arrosage = **319 L/m<sup>2</sup>** soit 133 L/tête

- Apport d'azote par l'eau d'irrigation :

0,1 mg/L \* 319 L/m<sup>2</sup> / 100 = **0.319 kg/ha**

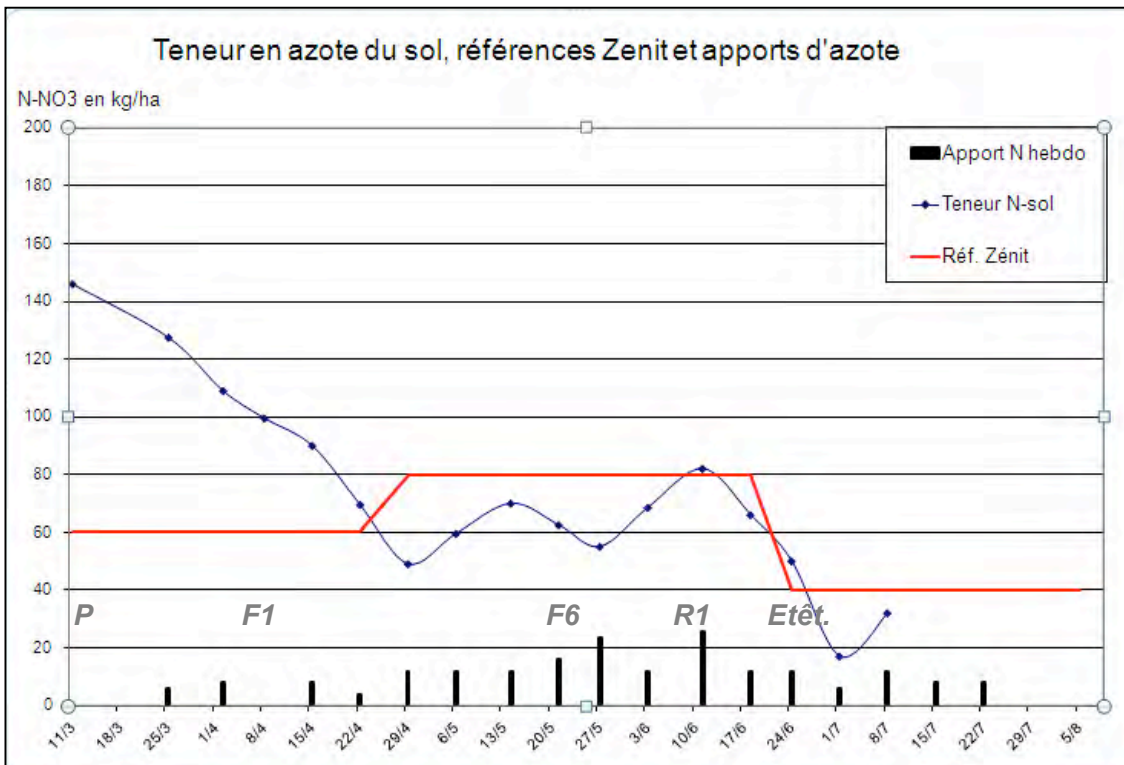
La quantité d'azote apportée par l'eau du canal est donc négligeable.

➤ Evolution des nitrates dans la plante et apports d'azote



Les valeurs des pilazos suivent la référence jusqu'au 25 mai (F8-début maturation). Puis, pendant 1 mois, les jus pétiolaires sont largement au dessus des références. Ensuite, les plantes sont étêtées et on ne pratique plus les pilazos.

➤ Evolution des nitrates dans le sol et apports d'azote



Les réserves de nitrates sont importantes en début de culture, jusqu'à mi avril (stade F2). Ensuite, les valeurs des nitrates ont tendance à être toujours un peu en dessous des références de la grille zénit mais supérieures à 50 unités.

## 5 - Conclusion

Quantité totale d'azote apportée à la culture : **257 kg/ha**

Rendement réel : 12 kg/m<sup>2</sup> = **120 T /ha**

Pour la tomate sous-abri, la réglementation en zone vulnérable nitrates autorise :

2 \* rendement (T/ha) = 2 \* 120 = **240 kg/ha d'azote autorisés**.

- ⇒ Dépassement de 17 kg/ha d'azote, soit 7 %. L'année dernière, le dépassement était de 32%. Le progrès est donc important.
- ⇒ Avec une minéralisation importante sous abri et un bon taux de matière organique dans le sol, une réduction supplémentaire des apports est envisageable.
- ⇒ Si on considère la période du 25 mai au 25 juin, les pilazo sont en excès, les nitrates sont justes (entre 60 et 80 unités) ; Au-delà de la 1<sup>ère</sup> récolte, il semble qu'une référence de sol à 50kg/ha serait suffisante dans les conditions de ce site. On pourrait donc gagner ces 17kg/ha de dépassement après R1.
- ⇒ L'année prochaine, le blanchiment sera effectué avec parcimonie et en tenant compte des prévisions climatiques, afin de ne pas limiter le potentiel de production de la serre. La lumière est un facteur important pour le fonctionnement des plantes et donc le rendement.

## 6 – Comparaison des suivis 2013 / 2014 : la fertilisation et les coûts

Ramenée au kilo de tomates produit, la quantité d'azote apportée a été plus efficace en 2014 : presque 30% d'azote de moins ont été nécessaires par kilo de tomate.

	Rendement	Quantité d'N apporté / kg de tomates
2013	11kg/m <sup>2</sup>	2,7mg
2014	12 kg/m <sup>2</sup>	2,1 mg (-28%)

Pour cette 2<sup>ème</sup> année de suivi chez le même producteur, la stratégie adoptée de fertirrigation semble avoir été efficace. Le coût total de fertilisation est quasiment identique, mais la répartition est différente, permettant de respecter la réglementation. Le rendement étant supérieur en 2014 avec moins d'engrais, le coût de fertilisation ramené au kg de tomate est inférieur.

Engrais / Amendement	Quantité 2013	Coût 2013	Quantité 2014	Coût 2014
Végéhumus	3 Tonnes	1032 €	3 Tonnes	1032 €
12-61	50 kg	61 €	50 kg	61 €
16-8-28	1375 kg	1726 €	1191.5 kg	1495 €
Nitrate de potasse	50 kg	44 €	0	0 €
Sulfate de potasse	75 kg	53 €	450 kg	320 €
Coût total des engrais /ha		2915 €		2907 €
<b>Coût engrais / kg de tomate</b>		<b>0.26 € /kg</b>		<b>0.24 € / kg</b>

---

Renseignements complémentaires auprès de :

O. de Coninck Marianne, CETA de BERRE l'ETANG, 4533 voie J-P LYON, coop. Agricole, 13 130 Berre l'Etang, 06 18 02 29 88, [ceta.berre@free.fr](mailto:ceta.berre@free.fr)

Mots clés : tomate, sol, fertilisation, pilazo, nitrates, suivi, zone vulnérable nitrates

**Annexes :**

<b>Analyses de sol extrait à l'eau (GALYS)</b>		
	<b>le 20-1-14</b>	<b>le 11-7-14</b>
MO	3.3 %	3.0 %
Conductivité totale	0,37 mS/cm	0,30 mS/cm
N-NH4	2.4 mg/kg	0.5 mg/kg
N-NO3	58.1 mg/kg	9.6 mg/kg
P-H2PO4	11.0 mg/kg	19.2 mg/kg
K	206.5 mg/kg	178.0 mg/kg
Ca	187.0 mg/kg	98.5 mg/kg
Mg	31.8 mg/kg	20.2 mg/kg
S-SO4	137.0 mg/kg	85.5 mg/kg
Cl	15.4 mg/kg	7.5 mg/kg
Na	22.1 mg/kg	34.1 mg/kg

<b>Analyse d'eau du canal (GALYS)</b>	
<b>le 29-08-14</b>	
HCO3	164,5 mg/L
Conductivité 25°C	0.513 mS/cm
N-NH4	0.1 mg/L
N-NO3	0.1 mg/L
P-H2PO4	0.2 mg/L
K	2.8 mg/L
Ca	61.3 mg/L
Mg	11.3 mg/L
S-SO4	23.6 mg/L
Cl	12.0 mg/L
Na	10.5 mg/L



## Tomate sol

### Suivi de la fertilisation et de l'irrigation

2015



---

Marianne de Coninck - CETA de Berre l'Etang , Isabelle BOYER-ARDEPI, Claire GOILLON -APREL  
Essai rattaché à l'action n° 04.2015.07 : Gestion durable de la fertilisation en cultures légumières en sol et hors sol

---

#### 1 - Thème de l'essai

Le nouvel arrêté établissant le référentiel régional de mise en œuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée pour la région Provence-Alpes-Côte d'Azur entre en vigueur au 1<sup>er</sup> septembre 2014 sur les zones vulnérables. Il prévoit pour les cultures maraîchères un calcul de la dose prévisionnelle d'azote à apporter sur la base d'une équation simplifiée fonction du rendement prévisionnel. Des suivis ont été initiés en 2013 sur cultures de tomate, poivron et courgette. Ils sont élargis à une dizaine de parcelles en 2014 et 2015.

#### 2 – But de l'essai

En rapport avec les exigences environnementales renforcées par la directive nitrates, la limitation des quantités de fertilisants apportés à une culture s'impose.

Avec des outils simples, il s'agit de :

- suivre les besoins en azote de la plante et la disponibilité en azote du sol,
- évaluer les quantités totales d'azote apportées et le rendement moyen de la culture
- vérifier que l'arrosage ne donne pas lieu à des lessivages d'engrais
- proposer des solutions de réduction d'intrants azotés

Cet essai participe à l'actualisation des références de fertilisation en cultures maraichères et doit amener les producteurs à être en adéquation avec la directive nitrates.

Le suivi réalisé en 2014 a permis de formuler les propositions suivantes :

1. Utiliser moins de tourteau de ricin et plus d'orga3.
2. Arroser de façon plus homogène toute la culture.
3. Essayer de faire 4 irrigations par jour.
4. Utiliser un paillage micro-perforé et positionner la gaine d'arrosage au-dessus.
5. Positionner les engrais de fond sur le rang de plantation.
6. Il est possible que le point n°4 évite de rajouter un engrais localisé en cours de culture. Sinon, revoir complètement la technique d'apport de cet engrais localisé : il faudrait légèrement biner pour le faire pénétrer dans le sol, ou le mettre sous le paillage.
7. Ne pas déplacer le goutte-à-goutte. Spécifier au personnel de bien faire rouler les charriots sur le passage et non vers le rang de culture.

L'essai 2015 est basé sur le suivi de la réalisation de ces propositions.

#### 3 – Facteurs et modalités étudiées

Dans le cadre du suivi, une seule modalité est étudiée : la conduite de fertilisation et d'irrigation du producteur.

#### 4 – Matériel et méthodes

##### 4.1 Site d'implantation

SERRADIMIGNI PERE ET FILS, Berre l'Etang (13), 5ha de serres,  
Maraichage diversifié en agriculture biologique (AB)

Parcelle : Serre verre basse, 5000m<sup>2</sup>, orientation Nord-Sud  
Précédent cultural : solarisation courte (été 2014), tomate allongée (automne 2014), seigle (hiver 2014-2015)  
Chauffage hors-gel et écran fixe en début de culture

#### Données culturales :

Espèce	Tomate
Variété	Cauralina franc
Densité, dispositif	3 plants/m <sup>2</sup> , 6 rangs par chapelle dont 2 doubles, Plantation tous les 30cm
Palissage fer	vertical, étêtage 2 bouquets noués après le fil de
Paillage chemin à partir de mai	sur le rang en début de culture, puis sur le
Plantation	26 Février 2015
Début récolte	18 mai 2015
Etêtage	fin juin 2015
Fin récolte	24 juillet 2015
Blanchiments	en 2 fois



Type de sol : très drainant, 50% de cailloux (diamètre > à 2mm), 3,4% de MO, 64 unités d'azote disponibles avant plantation (analyse de sol extrait à l'eau en annexe)

#### Pratiques de fertirrigation :

Origine de l'eau	Canal de Provence
Dispositif d'arrosage	Goutte à goutte jetable, 1 ligne/rang, 1 goutteur/plante, 30 cm entre goutteurs, 1 litre/heure
Conduite d'arrosage	1 à 6 arrosages / jour (souvent 4), durée 10 à 15 minutes
Amendement organique	Vegethumus (5 T/ha), en plein
Conduite de fertilisation	Orga 3 (2,5 T/ha), localisé sur le rang de plantation. En cours de culture, ajout d'engrais Céric localisé au pied des plantes, puis dans le chemin, aspersion et paillage du chemin. Quelques injections d'engrais biologique liquide par le goutte-à-goutte.

#### **4.2 Observations et mesures**

- Observation des plantes, suivi cultural tous les 15 jours
- Analyse des teneurs en azote dans le jus pétiolaire selon la méthode Pilazo : chaque semaine.
- Analyse de l'azote disponible dans le sol par Nitratetest : tous les 15 jours.
- Suivi tensiométrique : 6 tensiomètres avec monitoring (3 sondes à 20 cm, 3 sondes à 40cm), relevés et interprétation chaque semaine par l'ARDEPI
- Notations du producteur : nombre et durée des arrosages, quantité et type d'engrais, rendement

#### **4.3 Traitement statistique**

Les données obtenues dans le cadre de ce suivi ne permettent pas d'analyse statistique.

## **5 - Résultats**

### ➤ **Suivi cultural**

Le sol de cette exploitation est très drainant, superficiel et avec un pourcentage de cailloux important. Le producteur a décidé de localiser l'engrais Orga 3 sur le rang de plantation. Cette solution permet aussi de limiter les apports d'engrais en zone vulnérable nitrates. Les bouchons sont positionnés en surface de sol, juste sous le paillage. Notre hypothèse est que l'humidité présente sous le paillage suffirait à imbiber les bouchons.



Jusqu'au stade F2, le goutte-à-goutte est disposé au-dessus du paillage micro-perforé. Cette technique est sensée ralentir la pénétration de l'eau dans le sol, garder une large bande humide sous le paillage et éviter le lessivage des éléments minéraux. Elle avait été testée en culture de pastèque en 2014 : le résultat était intéressant. Cependant, sur tomate, trop de zones séchantes sont engendrées par cette disposition, notamment au niveau des bouchons d'engrais. Ainsi début mai, les gaines de goutte-à-goutte sont déplacées sous le paillage.

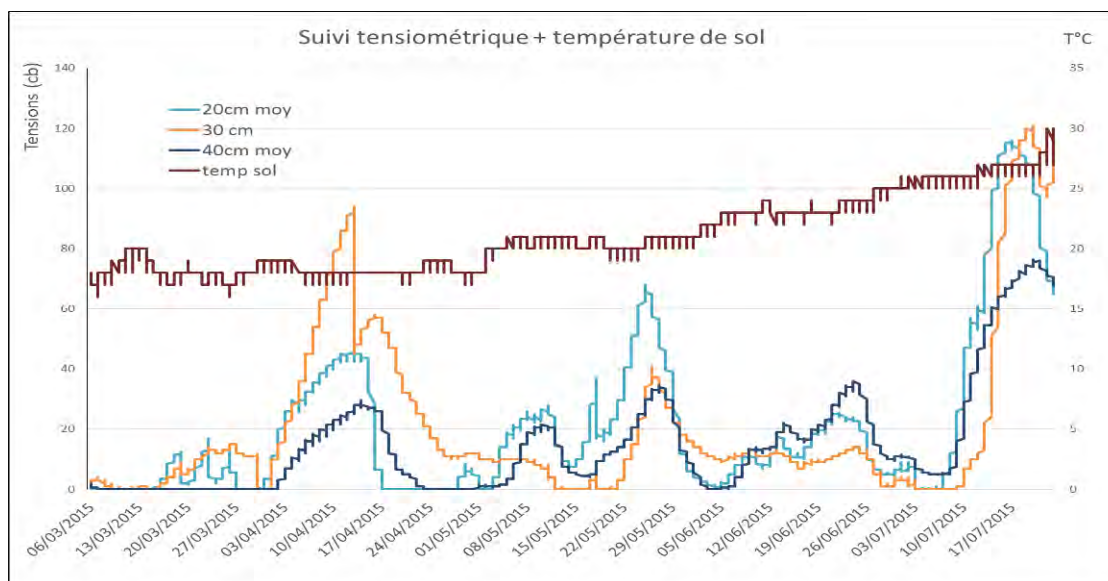


Goutte-à-goutte sur le paillage.

Malgré cela, les plantes s'affinent à partir de F4 sans jamais reprendre de vigueur. La culture reste verte. Le rendement final est de 10 kg/m<sup>2</sup>. Il manque 2 kg/m<sup>2</sup> par rapport aux années précédentes.



## ➤ Irrigation



### Suivi tensiométrique (Ardepi) :

Du 01 avril au 18 avril : période de stress hydrique, les tensions grimpent sur l'ensemble des horizons, suivie d'une période de forte présence d'eau voire de lessivage du 23/04 au 08/05.

2ème épisode séchant du 23/05 au 30/05, suivi d'un épisode d'excès d'eau de quelques jours du 01/06 au 08/06 (semaine 23).

A partir du 14 avril et jusqu'au 23 avril le producteur augmente le fractionnement au-delà de 4 (5 à 6 fractionnement/jour) au lieu d'augmenter le temps d'irrigation. L'eau ne descend plus en profondeur, les tensions augmentent sauf sur 2 sondes.

Le 20/04, le goutte-à-goutte étant replacé sous le paillage, l'activité des tensions change.

A partir de mai reprise d'un fractionnement normal de 4 irrigations/jour avec augmentation du temps jusqu'à 15 mn.

Du 28/06 au 08/07 : période d'excès d'eau, avec arrêt des irrigations le 07 juil, les tensions grimpent.

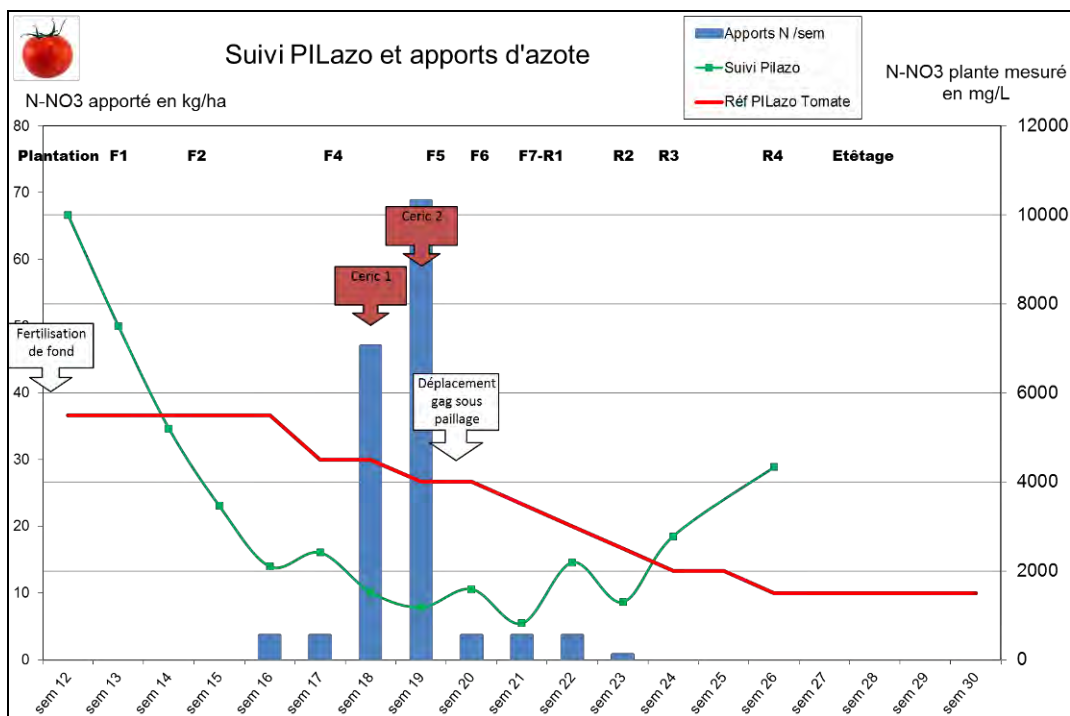
### Estimation de l'azote apporté par l'eau d'irrigation :

Volume d'eau apporté : 2460 m<sup>3</sup>/ha, pour 5 mois de culture. Ce volume nous semble étonnamment faible au regard des références acquises précédemment, mais nous n'avons pas d'autres données permettant de le remettre en question.

L'eau du canal comporte une concentration en nitrates de 0,1mg/l (analyse de 2014 en annexe).

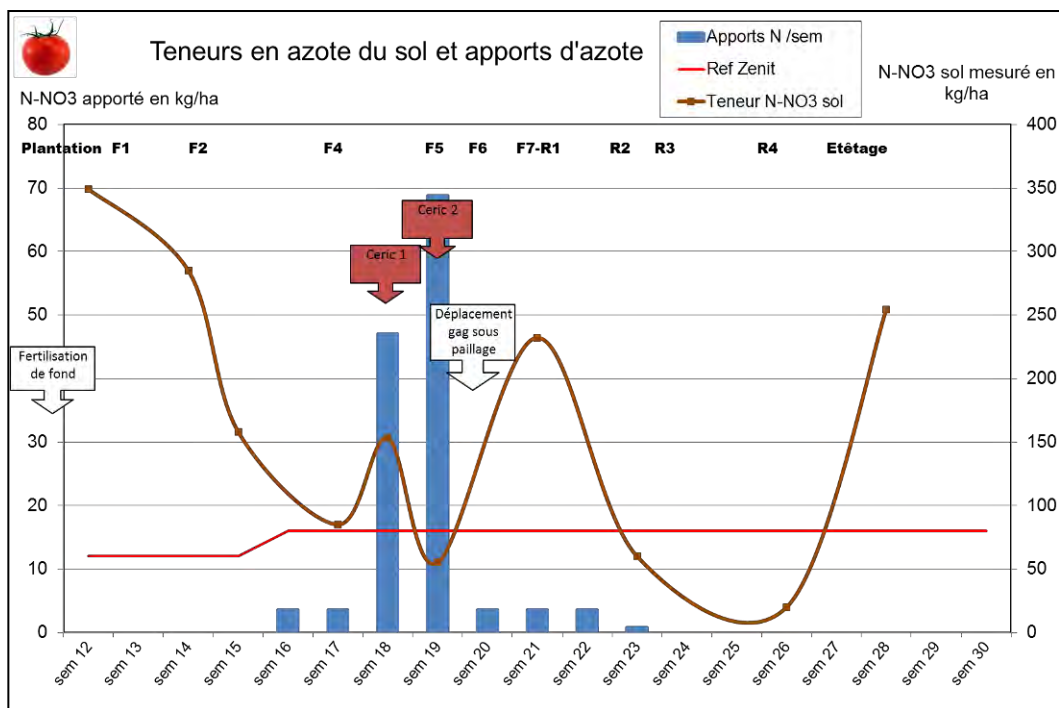
La quantité d'azote apportée par l'eau d'irrigation est donc proche de 0 unités/ha, ce qui est négligeable !

➤ Evolution des nitrates dans la plante et apports d'azote



Les valeurs des pilazos sont sous la référence pendant les semaines 14 à 23 (stade F2 à R2). C'est probablement lié au fait que les bouchons d'Orga 3 localisés en surface de sol sous le paillage ont du mal à minéraliser par manque d'humidité immédiate. Les deux périodes de lessivage semblent avoir un peu accentué le phénomène. A partir de la semaine 24, les nitrates contenus dans les jus pétioles sont de nouveau supérieurs aux références.

➤ Evolution des nitrates dans le sol et apports d'azote



Globalement, jusqu'en semaine 23, les teneurs en nitrates mesurées dans le sol sont supérieures aux références Zénit, contrairement aux mesures de jus pétioles : il y a de l'engrais dans le sol, mais les plantes n'arrivent pas à l'absorber, à cause de sa position superficielle. Par contre, les échantillonnages à la tarière comportent une part de « bouchon pur », ce qui augmente les résultats des nitrates. L'effet de l'ajout d'engrais Céric est nettement visible dès la semaine 20.



➤ **Fertilisation :**

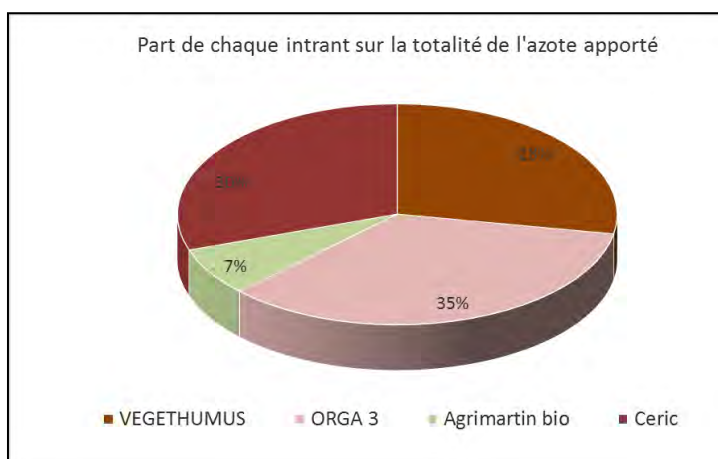
Au total, 8 apports de fertilisation liquide bio sont effectués au goutte-à-goutte entre les semaines 16 et 23 (stades F2 à R2).

Début mai, un apport complémentaire d'engrais bio Céric est réalisé sous le paillage des rangs de culture et dans les chemins début mai. Un paillage supplémentaire sur le chemin et des aspersion permettent une bonne minéralisation.

Un apport de Patenkali via le réseau d'arrosage est testé. La dilution est difficile, et les unités de potassium effectivement amenées sont négligeables.

➤ **Bilan des quantités d'azote apportées sur la parcelle :**

	Intrant	Teneurs N-P-K	Quantité apportée (en l/ha ou kg/ha)	Unités N (kg/ha)	Unités P (kg/ha)	Unités K (kg/ha)
<b>Eau d'irrigation</b>	Canal de Provence			0		
<b>Amendement et engrais de fond avant plantation</b>	VEGETHUMUS	2-0.5-1	5000	100	50	100
	ORGA 3	3-2-3	4166	125	167	500
<b>Engrais bio, en cours de culture</b>	CERIC	4-1,5-4	2715	109	41	109
	Agrimartin bio liquide	6-0-3,6	240	25	0	15
	Phalippou liquide	8-5-10	10	0,8	0,5	1
	Patenkali	0-0-30	6	0	0	2
<b>TOTAL</b>				<b>360</b>	<b>258.5</b>	<b>727</b>



## 6 - Conclusions

Quantité totale d'azote apportée à la culture : 360 kg/ha

Rendement réel : 10 kg/m<sup>2</sup> = **100 T /ha**

Pour la tomate sous-abri, la réglementation en zone vulnérable nitrates autorise :

2 \* rendement (T/ha) = 2 \* 100 = **200 kg/ha d'azote autorisés.**

- ⇒ Dépassement de 160 kg/ha d'azote, soit 80 %. L'année dernière, le dépassement était de 76%. Les changements de stratégie n'ont pas permis de baisser les quantités d'azote. De nouvelles propositions sont avancées :
1. Localisation de l'engrais Orga 3 sur le rang, et passage de l'enfouisseur de pierres après.
  2. Mise en place d'une gaine de goutte-à-goutte sur le chemin, avec paillage intégral et arrosage long de temps en temps.
  3. Apport massif d'humus, afin d'améliorer la capacité de rétention en eau du sol, et d'élargir le bulbe d'arrosage ; solution à moyen terme
- ⇒ Cette exploitation est suivie par l'Ardépi depuis plusieurs années : une belle progression est à noter du point de vue de la gestion des irrigations.

## Comparaison des suivis 2014 / 2015 : la fertilisation et les coûts

Ramenée au kilo de tomates produit, la quantité d'azote apportée est comparable à celle de l'année dernière. En culture conventionnelle, de précédents essais montraient 2,1 à 2,7g d'azote/ kg de tomate produite... Il nous semble nettement plus difficile de gérer la fertilisation azotée avec les engrais organiques !

	Rendement	Quantité apportée d'azote	Quantité d'N apporté / kg de tomates
2014	13 kg / m <sup>2</sup>	459 kg/ha	3,5g / kg de tomates
2015	10 kg / m <sup>2</sup>	360 kg/ha	3,6 g / kg de tomates

### Annexes :

<b>Analyses de sol extrait à l'eau (GALYS)</b>	
<b>le 16-01-2015</b>	
MO	3,4 %
Conductivité totale	0,41 mS/cm
N-NH4	1,8 mg/kg
N-NO3	38,0 mg/kg
P-H2PO4	3,6 mg/kg
K	168,5 mg/kg
Ca	219,5 mg/kg
Mg	30,3 mg/kg
S-SO4	179,5 mg/kg
Cl	63,4 mg/kg
Na	60,0 mg/kg

<b>Analyse d'eau de canal (GALYS)</b>	
<b>le 29-08-2014</b>	
HCO3	164,5 mg/L
Conductivité 25°C	0,513 mS/cm
N-NH4	0,1 mg/L
N-NO3	0,1 mg/L
P-H2PO4	0,2 mg/L
K	2,8 mg/L
Ca	61,3 mg/L
Mg	11,3 mg/L
S-SO4	23,6 mg/L
Cl	12,0 mg/L
Na	10,5 mg/L

Renseignements complémentaires auprès de :

A 852

O. de Coninck Marianne, CETA de BERRE l'ETANG, 4533 voie J-P LYON, coop. Agricole, 13 130 Berre l'Etang, 06 18 02 29 88, [ceta.berre@free.fr](mailto:ceta.berre@free.fr)

Réalisé avec le soutien  
financier de :

Région



Provence-Alpes-Côte d'Azur