



# Aubergine

## Suivi de la fertilisation et de l'irrigation

### 2016



Emeline FEUVRIER, CETA de St Martin de Crau (13) – Isabelle BOYER, Ardepi - Claire GOILLON, APREL  
Essai rattaché à l'action n° : 04.2016.03 - 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 la culture d'aubergine depuis 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 maraîchères et doit amener les producteurs à être en adéquation avec la directive nitrates. La parcelle d'aubergine est suivie pour la 2<sup>e</sup> année afin de mieux adapter la fertilisation aux besoins des plantes et aux exigences environnementales.

#### 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

L'essai s'est déroulé à Moules (13), chez un producteur d'aubergines, courgettes et salades sous-abris.

Parcelle : Culture sous tunnels de 1000 m<sup>2</sup> (8 x 125m), orienté nord/sud, non chauffée  
Précédent : deux rotations de laitue

##### Données culturales :

Espèce	Aubergine
Variété	Black Pearl non greffé
Densité	1 plante/m <sup>2</sup> (espacement 50 cm en ligne)
Dispositif	4 rangs simples
Plantation	14/04/2016
Début récolte	16/05/2016 (sem 20)
Fin récolte	13/09/2016 (sem 37) soit 17 semaines de récoltes et 152 jours de culture

##### Type de sol :

Le sol est très caillouteux, typique de la Crau (environ 50 % de cailloux). Le taux de matière organique est de 2.88%, ce qui correspond à un niveau correct. La conductivité est faible, de l'ordre de 0.3 mS.

##### Pratiques de fertirrigation :

Origine de l'eau	forage
Dispositif d'arrosage	2 lignes de goutte à goutte par rang. Les goutteurs sont espacés de 30cm avec un débit théorique de 2L/heure. Une perte de pression a été observée sur le réseau et occasionne un débit réel aux goutteurs de 1,6 L/h).
Conduite d'arrosage	1 fois par jour en fonction de l'humidité du sol

Fumure de fond avant plantation

Il n'y a pas eu d'analyse de sol réalisée avant plantation sur cette parcelle. Une analyse de sol, extrait à l'eau, a été réalisée sur un autre bloc de l'exploitation le 16/02/2016 (en annexe). La teneur en éléments nutritifs étant faibles, notamment en azote, un apport d'engrais de fond est réalisé sur toutes les parcelles.

- Humus ovistar (2-1-2) à la dose de 3 t/ha soit 60 U d'azote, 30 U de phosphore et 60 U de potasse.
- Engrais complet organo-minéral d'équilibre 5-7-8 à la dose de 2 t/ha soit 100 U d'azote, 140 U de phosphore et 160 U de potasse

En cours de culture : engrais minéraux binaires et ternaires (12-61, 14-40-5, 5-10-30 et 15-10-30) apportés au 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 : 1 fois tous les 15 jours
- Analyse de l'azote disponible dans le sol par Nitratest tous les 15 jours.
- 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

Très belle culture avec une bonne vigueur et une belle qualité de fruit. Le rendement final s'établit autour de 15 kg/m<sup>2</sup>. Des problèmes de chloroses basses sur feuilles sont toujours observés chez ce producteur à partir de fin mai mais de façon moins prononcée que la dernière saison.

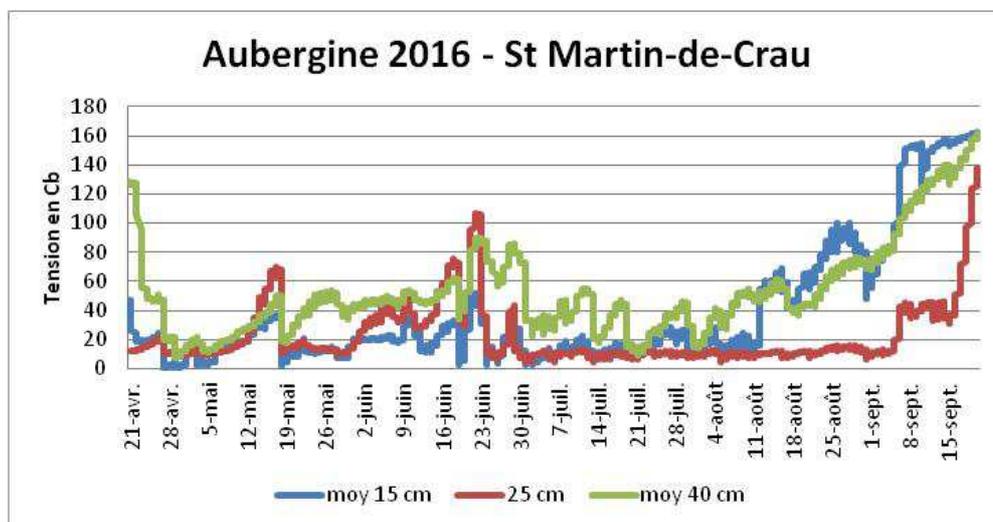
#### ➤ Irrigation

Sur chaque double rang sont disposées 2 lignes de goutte à goutte. Sur les rangs du bord, une des deux lignes de goutte à goutte a des goutteurs plus rapprochés (tous les 20 cm) pour compenser l'assèchement plus important du bord.

A la plantation, le plein du sol a été réalisé par un apport de 8h au goutte à goutte. Ensuite, les irrigations ont été apportées sur des temps de 10 à 65 mn au maximum.

#### Suivi tensiométrique :

Des sondes tensiométriques WATERMARK ont été mises en place et suivies avec un Monitor. Deux sondes sont positionnées à 15 cm de profondeur, deux à 25 cm et deux autres à 40 cm. Une des sondes à 25 cm n'ayant pas bien fonctionné, elle n'a pas été prise en compte dans le graphique ci-dessous



Les tensions montrent une humidité de confort jusqu'à 25 cm de profondeur et une humidité plus restreinte à 40 cm jusqu'au 30 juin. Cette situation a été volontaire de la part du producteur afin de stimuler la floraison. Les plants n'ont pas marqué de stress hydrique.

Après le 30 juin, la culture est en confort hydrique, les irrigations sont bien adaptées car les tensions en profondeur ne marquent que quelques saturations ponctuelles. A partir du 15 août, les irrigations ont été réduites et les tensions progressent au delà des 40 cm jusqu'à la fin de la culture.

Le producteur a bien utilisé la tensiométrie pour ajuster les temps d'irrigation surtout en début de culture, il a gardé sa pratique habituelle durant juillet et août. La pratique de l'irrigation est bien maîtrisée et raisonnée malgré des difficultés de fractionnement lié aux caractéristiques du réseau. Il n'y a pas eu de lessivage à 40 cm.

Le volume d'eau théorique apporté sur la culture serait de 480 mm en goutte à goutte et « 70 mm » en aspersion (notation prod = 160 h de goutte à goutte et 7.5 h d'aspersion avec un débit goutteur de 3L/h/m).

Estimation de l'azote apportée par l'eau d'irrigation :

- Volume d'eau apporté :

$$\text{Volume d'eau (en L/m}^2\text{)} = \text{Nb de goutteurs/plante} * \text{nb plants/m}^2 * \text{débit (L/h)} * \text{nb d'heures d'arrosage}$$

$$= 3.3 \text{ goutteurs/plant} * 1 \text{ plante/m}^2 * 1.6\text{L/heure} * 81 \text{ heures d'arrosage} = \mathbf{428 \text{ L/m}^2}$$

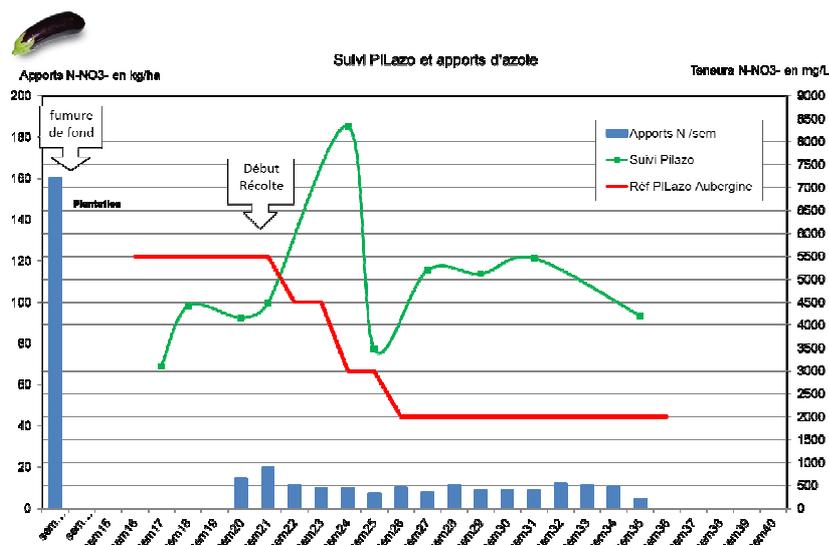
- Apport d'azote par l'eau d'irrigation :

$$\text{Quantité d'N-NO}_3\text{- (en kg/ha)} = \text{Concentration de l'eau en nitrates (mg/L)} * \text{volume d'eau (L/m}^2\text{)} / 100$$

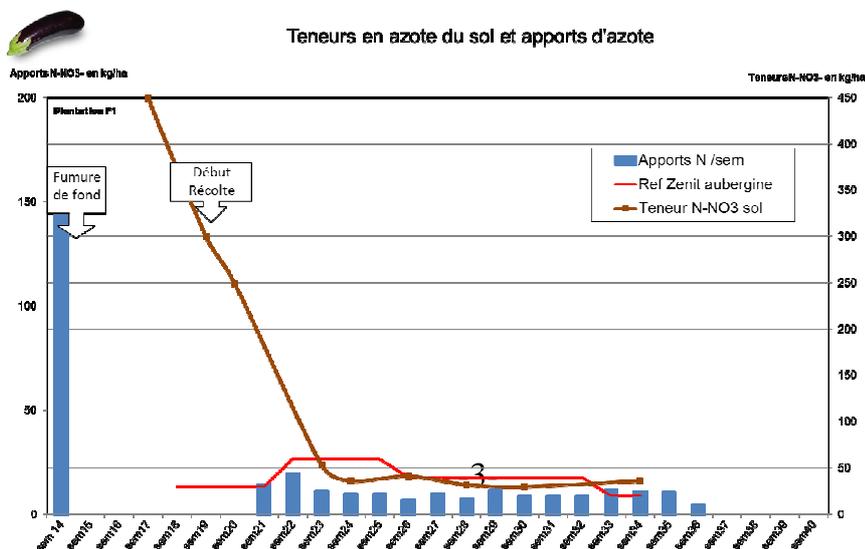
$$= 0.6 \text{ mg/L (analyse forage 2013)} * 428 \text{ L/m}^2 / 100 = \mathbf{2.56 \text{ unités}}$$

➤ **Fertilisation :**

Evolution des nitrates dans la plante et apports d'azote



Evolution des nitrates dans le sol et apports d'azote

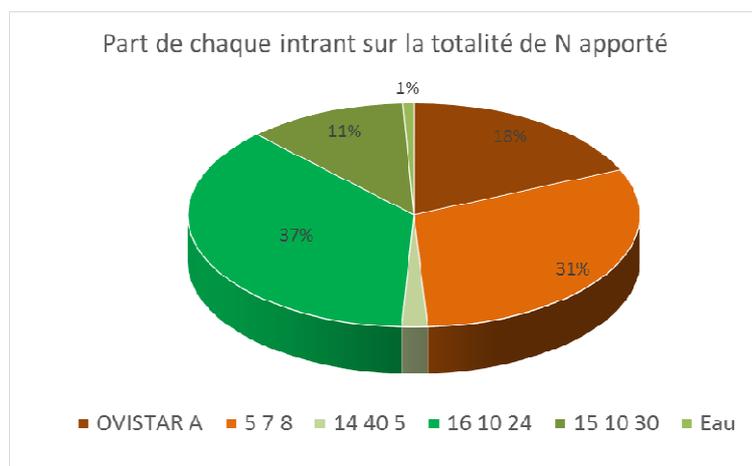


En début de saison, la référence ZENIT montre que le taux d'azote dans le sol est supérieur aux besoins de l'aubergine tandis que la référence PILAZO montre une situation de carence théorique dans les plantes. La situation s'inverse à partir de la semaine 24 : le taux d'azote présent dans le sol est juste suffisant alors que le taux d'azote dans les feuilles est au-dessus du seuil de confort. L'interprétation à l'aide de ces grilles est rendue difficile.

La nature du sol, très caillouteux et drainant, rend complexe la mesure de l'azote disponible à la plante. La plante peut aussi montrer des difficultés à prélever les éléments dont elle a besoin (chloroses).

Bilan des quantités d'engrais NPK apportés sur la parcelle :

Intrant	Quantité apportée (en kg/ha)	Unités N (kg/ha)	Unités P (kg/ha)	Unités K (kg/ha)
<b>Amendement avant plantation</b>	Ovistar 2-1-2	3000	60	60
	5-7-8	2000	100	160
<b>Engrais minéraux en cours de culture, via la fertirrigation</b>	14-40-5	43	6	3
	15-10-30	753	120	226
	16-10-24	250	38	60
	<i>Sous- total apporté en culture</i>		<b>164</b>	<b>117</b>
<b>Eau d'irrigation</b>		<b>3</b>		
<b>TOTAL</b>		<b>327</b>	<b>257</b>	<b>449</b>



La fertilisation azotée de l'aubergine dans cette parcelle est représentée pour moitié par la fumure de fond et pour moitié par la fertirrigation.

Au total, 327 unités d'azote ont été apportées à la culture. Les apports de potasse sont élevés avec 450 unités au total.

## 6 - Conclusion

Pour l'aubergine, le calcul de la dose d'azote maximale à apporter avec l'équation simplifiée de la réglementation zone vulnérable nitrates est le suivant :  $D = 1.6 \cdot Rdt + 20$  (avec D = Dose totale d'azote en kg/ha et Rdt en t/ha).

Dans le cas de cette exploitation, avec un rendement de 15 kg/m<sup>2</sup>, D devrait être égale à **260 unités**.

Au cours de la saison, cette culture a reçu 327 unités d'azote, environ 50 unités de plus que ce que la réglementation autorise. Plusieurs réflexions peuvent être apportées sur cet écart.

La **fumure de fond** a été choisie en fonction des résultats d'une analyse de sol réalisée sur une autre parcelle. Même si les systèmes culturaux sont proches, les différences sont suffisamment importantes pour justifier des analyses spécifiques pour chaque parcelle. Dans ce cas, on se trouve à un niveau excessif de Nitrates disponibles en début de culture (400 unités), la 2<sup>e</sup> culture de salade précédant l'aubergine ayant été refertilisée en février. L'apport de 2 T/ha de complet avant plantation d'aubergine n'était sans doute pas nécessaire. Réduite de moitié, elle aurait permis d'être conforme à la quantité réglementaire.

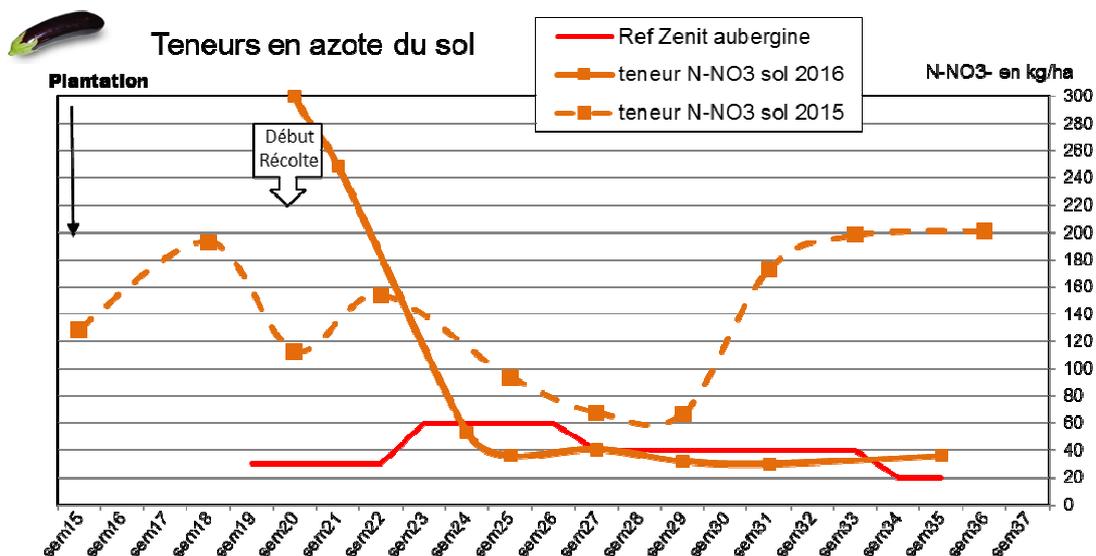
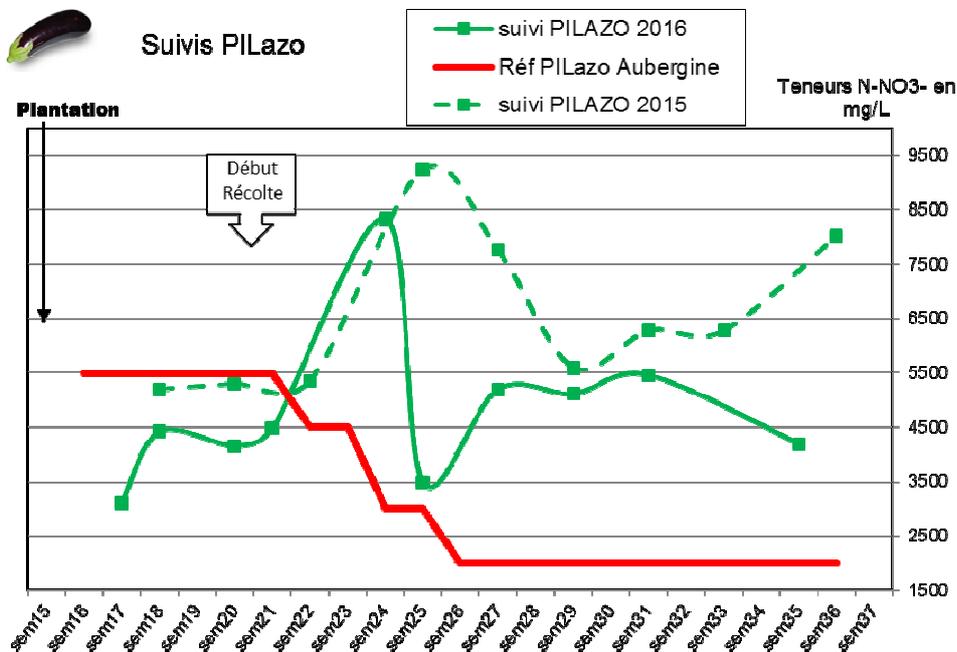
Une deuxième réflexion porte sur la **fourniture azotée des amendements organiques** qui est entièrement prise en compte dans le calcul alors qu'une partie de cet apport est libéré plus tard. Un coefficient doit être appliqué sur ces produits organiques.

### 7 - Bilan comparatif sur deux années de suivi (2015-2016)

Pour les deux cultures d'aubergine de 2015 et 2016, le créneau de production est comparable et correspond à une culture de 5 mois

	2015	2016
Variété	Black Pearl non greffé	Black Pearl non greffé
Date de plantation	10 avril	14 avril
Récolte	Du 15 mai au 11 septembre	Du 16 mai au 13 septembre
Rendement	15 kg/m <sup>2</sup>	15 kg/m <sup>2</sup>

Situation illustrée par les relevés des nitrates dans le sol et dans la plante :



On peut constater que les relevés de 2015 et 2016 ne suivent pas la courbe de tendance de la référence PILazo, notamment après le début de récolte. A ce stade, une augmentation systématique des teneurs de la plante en azote est observée. En 2<sup>e</sup> année de suivi, les relevés sont toujours plus faibles qu'en 1<sup>re</sup> année, reflétant bien la réduction des apports en cours de culture. Cette réduction est également observée avec les nitrates effectués dans le sol : la situation en 2015 est plus conforme aux indications de la grille Zenit en cours de culture. Seules les mesures en début de culture mettent en évidence une situation d'excès en 2016.

Comparaison des unités fertilisantes NPK apportées sur la culture :

	N	P	K
<b>2015</b>	447 u	357 u	716 u
<b>2016</b>	327 u	257 u	449 u
<b>Economie</b>	120 u	100 u	267 u
<b>%</b>	- 27 %	- 28%	- 37%

En 2015, il s'agissait d'une année d'observation. Les mesures d'azote (sol et plantes) ont été communiquées au producteur mais celui-ci avait pour consigne de réaliser une fertilisation habituelle. Au cours de la saison, 447 unités d'azote avaient été apportées à la culture pour un rendement de 15 kg/m<sup>2</sup>.

En 2016, les mesures d'azote ont été communiquées au producteur et celui-ci a suivi les recommandations afin de baisser les apports. Au cours de la saison, 327 unités d'azote ont été apportées pour le même rendement de 15 kg/m<sup>2</sup>.

L'accompagnement a donc permis de réaliser une baisse de 27% des apports d'azote sans perte de rendement. Le dépassement d'environ 50 unités en 2016 pourrait être assez facilement réduit selon les réflexions menées plus haut. Les pratiques de fertilisation et d'irrigation sur cette exploitation peuvent être considérées comme adéquates à la fois à une production de qualité et au respect des exigences environnementales.

Pour les autres éléments, la progression est aussi intéressante avec 30 à 40% de réduction des apports sur P et K. A ce jour, il n'existe pas d'outils de pilotage pour ces éléments comme pour les nitrates (Nitrates et Pilazo), la réduction est obtenue du fait de la baisse d'apport du complet

Les améliorations qu'il est nécessaire d'apporter sont :

- Une analyse de sol réalisée par parcelle homogène, au plus près de la plantation, sur un sol travaillé, pour ajuster au mieux la fumure de fond.
- Un ajustement du calcul de la dose réglementaire en prenant en compte la libération progressive d'azote des produits organiques
- Une consolidation des outils d'aide à la décision (Nitrates, Pilazo, Zenit) pour faciliter l'interprétation et rendre les mesures plus fiables
- La prise en compte dans la fertilisation les autres éléments nutritifs utiles à la plante, pour éviter l'expression des chloroses. Les équilibres entre Magnésie et Potasse ont notamment été évoqués.

Renseignements complémentaires auprès de :

Claire GOILLON, APREL, 13210 Saint-Rémy de Provence, tel 04 90 92 39 47, goillon@aprel.fr

Action A944

**Réalisé avec le soutien  
financier de :**

Région  
  
 Provence-Alpes-Côte d'Azur

**Annexe****ANALYSE PHYSIQUE :**

p H (eau) : 7,76

Conductivité en ms : 0,280

Matière organique en % : 2,88

**ANALYSE CHIMIQUE : Eléments solubles en mg/kg**

Eléments solubles	Résultats	Appréciation				
		Faible	Moyen	Satisfaisant	Elevé	Très élevé
Azote N-NO3	13,7	■				
Phosphore P-PO4	5,6	■				
Potassium K	44,4	■				
Magnésium Mg	32,1	■				
Soufre S	83	■				
Chlorures Cl	13	■				