



# Salade sous abri

## REVEIL : Apports en phosphore et potassium

### 2021



Aurélie ROUSSELIN, Claire GOILLON, Auria LE GUEN, APREL - Thierry CORNEILLE, CETA de Châteaurenard - Antoine MAROTEAUX, CTIFL/APREL

Essai réalisé dans le cadre du projet REVEIL : Recherche de variétés économes en intrants P et K pour la laitue et la tomate, projet piloté par l'APREL, partenaires : INRAE, CTIFL, GRAB, CETA de Châteaurenard

### 1 – Thème de l'essai

En maraîchage, des outils sont disponibles pour raisonner les apports d'azote en fonction de la disponibilité dans le sol et des besoins de la culture (Nitratest, Pilazo). Pour les autres éléments, phosphore (P) et potassium (K) notamment, peu de références existent pour raisonner les apports. Le phosphore et le potassium sont des minéraux qui ont la capacité de se fixer dans le sol. Le pouvoir de fixation du sol qui dépend de la teneur en argile pour la fixation du K et de la teneur en fer, aluminium et carbonates pour le P peut entrer en compétition avec les racines pour le prélèvement de ces éléments (COMIFER et al., 2019). Ainsi, en l'absence d'outil adapté pour raisonner les apports de P et K, ceux-ci sont réalisés pour placer les cultures en conditions de confort pour ne pas risquer de pénaliser la quantité et la qualité de la production. Ces apports répétés au fil des ans conduisent à une accumulation des éléments P et K dans les sols. Cet essai s'inscrit dans le projet REVEIL qui vise à optimiser les apports en P et K en culture de laitue et de tomate en sol par une meilleure prise en compte de la disponibilité de ces éléments dans le sol et également des besoins des cultures.

### 2 – But de l'essai

L'objectif de l'essai est de comparer l'effet de deux fertilisations sur une culture de salade d'hiver, une fertilisation avec un engrais complet et une fertilisation REVEIL définie en fonction de la teneur en P et K échangeable du sol et des exportations estimées de la culture de salade. Le comportement de 4 variétés dans ces deux modalités de fertilisation est évalué.

### 3 – Facteurs et modalités étudiés

Deux facteurs sont évalués : la fertilisation et la variété. Le facteur fertilisation comporte deux modalités :

- une fertilisation 'complet' : apport d'un engrais complet
- une fertilisation 'REVEIL' : apports réduits en P, apports en N et en K identiques à la fertilisation 'complet'.

Le facteur variété compte quatre modalités : trois batavias blondes et une feuille de chêne blonde.

### 4 – Matériel et méthodes

#### 4.1 - Matériel végétal

Les 4 variétés choisies pour cet essai sont sélectionnées parmi les préconisations variétales de l'APREL 2020-2021 pour ce créneau de plantation.

N°	Variété	Semencier	Typologie
1	Gondola	Syngenta	Batavia blonde
2	Bifrie	Rijk Zwaan	Batavia blonde
3	Nolanie	Rijk Zwaan	Batavia blonde
4	Kitsch	Rijk Zwaan	Feuille de chêne blonde

#### 4.2 - Site d'implantation

L'essai est conduit dans une parcelle de production sous multichapelle à Graveson (13) de 15 800 m<sup>2</sup>.

#### 4.3 - Dispositif expérimental

Pour des contraintes de mise en place, la majeure partie de la fertilisation étant réalisée par fumure de fond, la chapelle d'essai est divisée en deux parties. La fumure est appliquée à la main avant le travail du sol. Pour

le facteur variétal 4 répétitions de 49 salades de chaque variété sont plantées dans chacune des deux modalités de fertilisation, soit un total de 32 placettes.

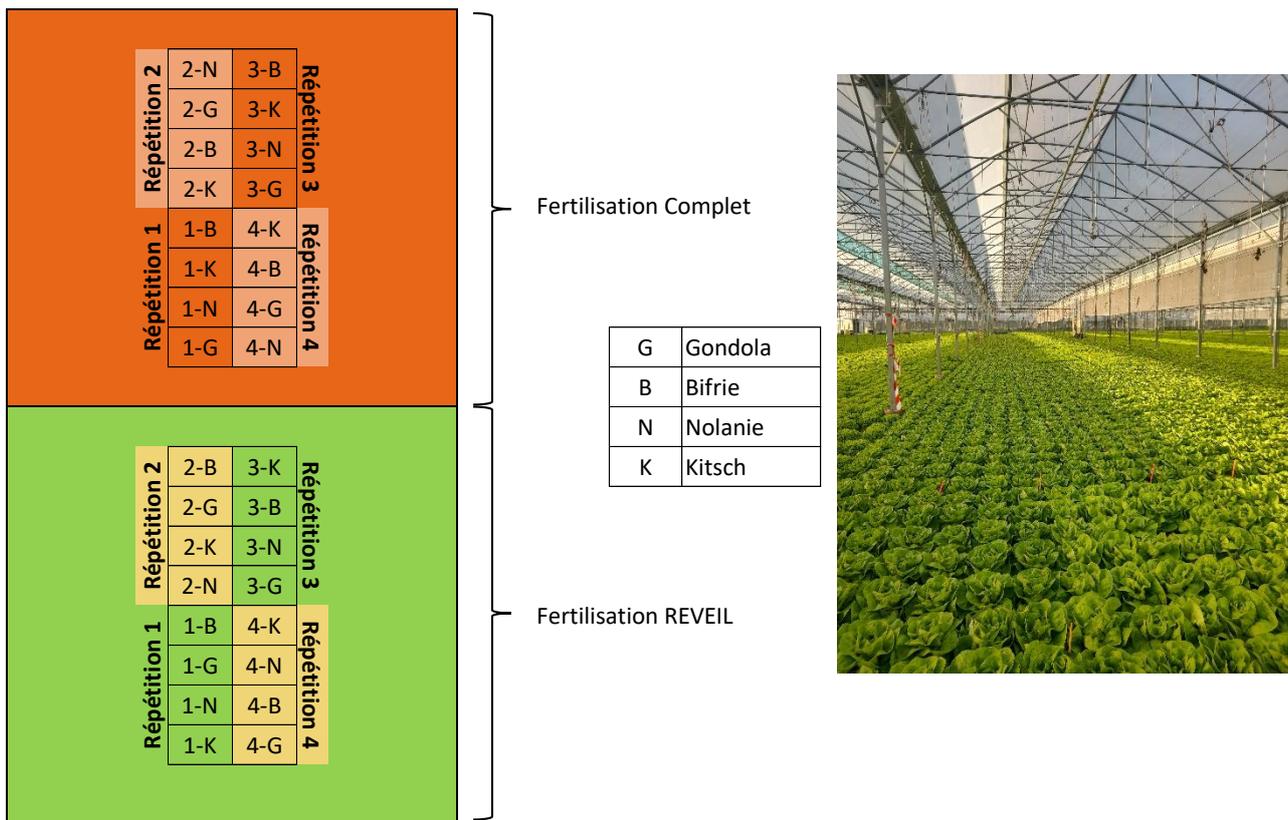


Figure 1 : Schéma et photographie du dispositif expérimental

#### 4.4 - Observations et mesures

- Analyse de sol un échantillonnage de sol est réalisé au cours du premier cycle de salades le 15/12/20. La culture précédente étant très homogène (Figure 2), un unique échantillon de sol est envoyé au laboratoire pour l'analyse complète, en posant l'hypothèse que le sol de la chapelle est homogène.

- Notation de récolte : sur chaque placette 3 salades sont récoltées et pesées individuellement avant et après parage.

- Suivi du statut nutritif de la culture :

Toutes les mesures sont réalisées à l'aide de 4 appareils de mesure : Nitratecheck (et bandelettes Nitratest NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), Laquatwin NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Laquatwin K<sup>+</sup> et Imacimus. Les trois premiers appareils mesurent un seul élément, le dernier appareil IMACIMUS permet de mesurer de façon simultanée plusieurs ions : Ca<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Mg<sup>2+</sup>.

Des pilazo sont réalisés avec 2 mesures par modalité de fertilisation sur 2 variétés, soit un total de 8 mesures. Pour chaque mesure, le jus de deux côtes de 3 salades est extrait.



Figure 2 : Photographie de la culture précédente (03/12/20)

#### 4.5 - Conduite de l'essai

**Précédent** : 1<sup>er</sup> cycle de salade.

**Semis** : 02/12/20 (même date que le semis du producteur).

**Plantation** : 03/02/2021

**Densité** : 13 plants/m<sup>2</sup>

**Récolte** : 01/04/2021

**Fertilisation** : 15/01/2021 avant le travail du sol et la pose du paillage, puis deux apports en cours de culture.

- **Fertilisation modalité Complet**

La fumure de fond est calculée pour correspondre à un apport d'azote de 98 unités/ha, elle est réalisée à partir d'un engrais complet 14-20-14, soit des apports de 98 unités d'N, 140 unités de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 98 unités de K<sub>2</sub>O.

- **Détermination de la fertilisation de la modalité REVEIL**

**a) Azote**

Les apports en azote sont identiques à la modalité Complet.

**b) Phosphore**

La teneur en P<sub>olisen</sub> du sol est de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 53.7 mg/kg, d'après l'outil REVEIL (référentiel de fertilisation élaboré dans le cadre du projet), cette valeur correspond à un sol relativement pauvre en phosphore, avec un conseil d'apport renforcé correspondant à 2 x exportations, soit pour une densité de 13 salades du m<sup>2</sup> et un poids moyen de 400 g/salade : 72.8 u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha pour cette culture. Cet apport correspond à 50% des apports de la modalité Complet.

**c) Potassium**

La teneur en K<sub>échangeable</sub> du sol est de K<sub>2</sub>O = 251 mg/kg avec une CEC de 9.09 méq/100g correspond à un sol compris entre le seuil d'apports réduits et le seuil d'impasse d'après l'outil REVEIL (référentiel de fertilisation élaboré dans le cadre du projet). Le conseil d'apport de potassium est de 0.5 x exportations, soit pour une densité de 13 salades du m<sup>2</sup> et un poids moyen de 400 g/salade : 94.9 U. L'apport prévu en potassium dans la modalité Complet est très proche 98 unités, il est donc décidé d'homogénéiser les apports de K entre les deux modalités, la différence étant trop faible pour être d'intérêt, et cela permet de faciliter l'interprétation des résultats sur l'effet de la réduction de 50% des apports de phosphore.

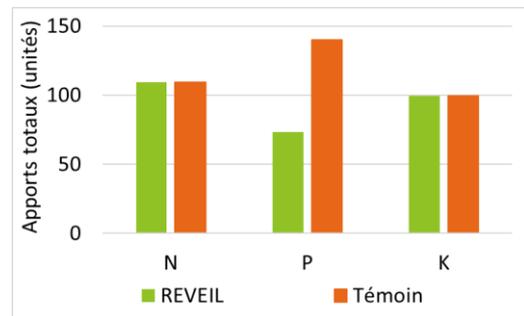
- **Bilan des apports pour les deux modalités de fertilisation**

**Tableau 1: Bilan des apports d'engrais dans les deux modalités de l'essai**

	N (kg/ha)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)	K <sub>2</sub> O (kg/ha)	Quantités d'engrais apportées	Coût de la fertilisation / ha
Fertilisation complet	109	140	99.2	<b>Fumure de fond:</b> 700 kg/ha Complet 14-20-14  <b>Apports en culture :</b> 20L/ha engrais NK 13-0-5 50kg/ha nitrate de chaux 15.5-0-0	1385,53€
Fertilisation REVEIL	109.4	73.2	99.2	<b>Fumure de fond :</b> 120 kg/ha 12-61 188 kg/ha sulfate de potassium (52%) 311 kg/ha nitrate d'ammonium (27%)  <b>Apports en culture :</b> 20L/ha engrais NK 13-0-5 50kg/ha nitrate de chaux 15.5-0-0	816,31€

Aux deux fumures de fond décrites ci-dessus viennent s'ajouter deux apports en culture réalisés sur les deux modalités de façon identique.

Ainsi entre les deux modalités de fertilisation, les apports en N et K sont identiques, les apports de P dans la modalité REVEIL sont réduits de moitié par rapport aux apports dans la modalité Complet.



**Figure 3 : Apports totaux d'éléments fertilisants dans les deux modalités de l'essai en kg/ha**

**4.6 - Traitement statistique des résultats**

Pour les données de poids de salade et de pourcentage de parage, les données sont analysées avec une analyse de variance, après vérification des conditions d'homoscédasticité et de normalité, avec si nécessaire une transformation préalable des données.

Les analyses de données sont réalisées avec le logiciel R (R Core Team, 2021).

## 5 – Résultats

### 5.1 - Conditions culturales

La culture sous multichapelle double paroi gonflable assure des conditions de culture confortables pour les salades. La culture a été bien aérée et n'a pas subi de gel, lui assurant une croissance régulière et homogène.

### 5.2 - Suivis éléments nutritifs au niveau des jus pétiolaires à la récolte

Des mesures des éléments nutritifs dans les jus pétiolaires des salades à la récolte ont été réalisées avec 4 appareils : Nitratecheck NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Laquatwin NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Laquatwin K<sup>+</sup> et Imacimus (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>).

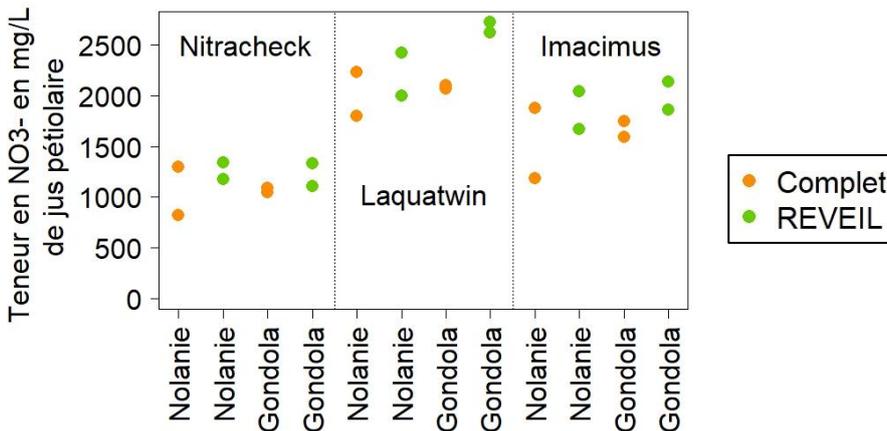


Figure 5 : Teneurs en azote NO<sub>3</sub><sup>-</sup> dans les jus pétiolaires à la récolte

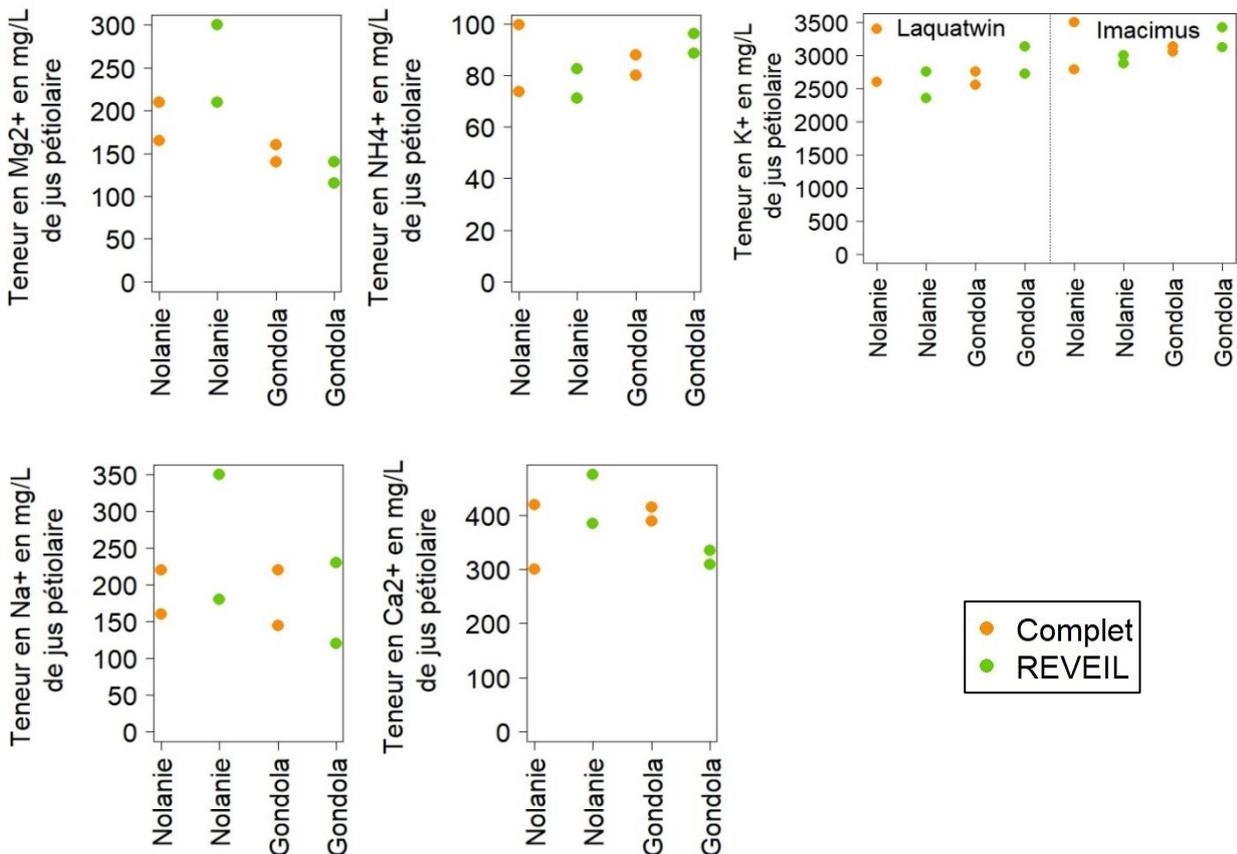


Figure 4 : Teneurs en différents éléments nutritifs dans les jus pétiolaires des salades à la récolte

Quel que soit l'élément considéré pour une variété donnée il n'y a pas de tendance forte de différence entre les deux modalités de fertilisation, compte tenu de la variabilité entre les deux répétitions.

Il semble y avoir une légère tendance à une teneur plus élevée en azote dans les jus pétioleaire de la modalité REVEIL par rapport à la modalité Complet, tendance que l'on retrouve avec les 3 appareils de mesures et pour les deux variétés, mais un peu plus nettement pour Gondola que Nolanie.

La modification de la fertilisation entre les deux modalités porte sur l'élément Phosphore, qui n'a pas pu être mesurée avec les appareils disponibles. Il est cependant intéressant de noter qu'hormis une légère tendance pour l'azote, il n'y a pas de différence majeure du statut nutritif entre les deux modalités de fertilisation.

### 5.3 - Rendements et qualité

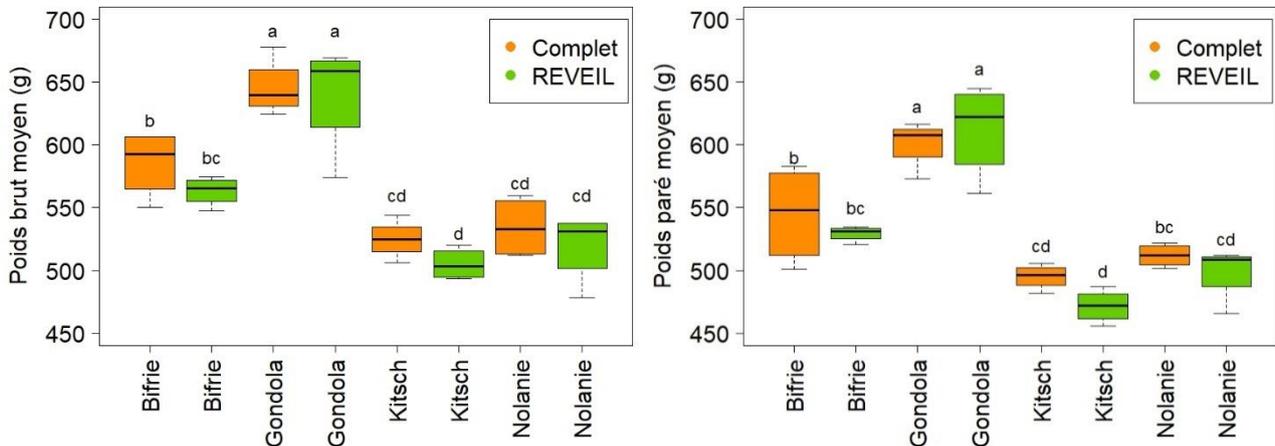


Figure 6 : Poids moyen des salades à la récolte par modalité de fertilisation et variété. Complet : fertilisation complète, REVEIL : fertilisation réduite en P. Graphique de gauche : poids moyen brut, avant parage; Graphique de droite : poids moyen net après parage

Il n'y a aucun effet significatif des modalités de fertilisation sur le rendement (non paré et paré) et le pourcentage de parage et ce quelle que soit la variété considérée.

Pour le poids non paré et le poids paré, il y a un effet variétal, avec Gondola qui a un développement plus important que les autres variétés et Bifrie qui a un développement intermédiaire. Kitsch (la seule variété feuille de chêne de l'essai) et Nolanie sont les deux plus petites de l'essai.

Pour le pourcentage de parage il n'y a pas d'effet significatif du facteur variétal.

Le poids moyen paré des laitues est de 533 g, ce qui est nettement supérieur au poids moyen pris en compte dans le calcul des exportations de la culture (400g). Cependant la réduction de moitié des apports de phosphore dans la fertilisation REVEIL par rapport à la fertilisation témoin, n'a pas eu d'impact négatif significatif sur le rendement de la culture et ce quelle que soit la variété considérée.

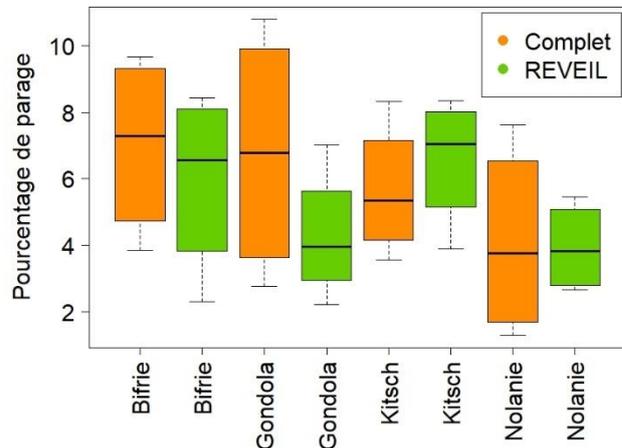


Figure 7 : Pourcentage de parage par modalité de fertilisation et par variété. Complet : fertilisation complète, REVEIL : fertilisation réduite en P

## 6 – Conclusions

La teneur initiale en Phosphore Olsen du sol de l'abri est de 53.7 mg/kg, ce qui est une teneur faible pour un sol maraîcher. Parmi les 90 analyses regroupées dans le cadre du projet, ce sol se situe dans les 25% des sols les moins pourvus en phosphore Olsen. Cette valeur de 53.7mg/kg est sous le seuil de renforcement des apports de l'outil pour la culture de salade, qui préconise dans ce cas l'apport de 2 fois les exportations de la culture. Malgré cette marge confortable par rapport aux exportations calculées de la culture, la préconisation de l'outil représente 50% des apports en phosphore de la fertilisation Complet. Cette économie d'apport de

phosphore n'a pas eu d'impact significatif sur le rendement de la culture et ce quelle que soit la variété considérée parmi les 4 évaluées dans l'essai. La préconisation de l'outil semble donc adaptée pour un maintien du rendement en conditions de faible disponibilité en phosphore au niveau du sol.

La teneur initiale en Potassium du sol est de 251 mg/kg, ce qui compte tenu de la CEC place ce sol entre le seuil de réduction des apports et le seuil d'impasse de l'outil pour la culture de la salade. L'apport préconisé par l'outil de 0.5 fois les exportations est très proche de l'apport de la modalité Complet (à 4 unités près). Il a été décidé afin de pouvoir conclure sur l'effet éventuel de la réduction des apports en phosphore d'uniformiser l'apport en potassium de la modalité REVEIL et de la modalité Complet (99 unités), il n'y a donc pas eu de différence d'apports en potassium dans cet essai.

### **Références**

COMIFER, Denoroy, P., Jordan-Meille, L., and Sagot, S. (2019). La fertilisation P-K-Mg, Les bases du raisonnement.

R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. (Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing).

---

Renseignements complémentaires auprès de :

ROUSSELIN, Aurélie, APREL, 13210 St Rémy de Provence, tel 04 90 92 39 47, rousselin@aprel.fr

Action A517

<p><i>Réalisé avec le concours financier de l'Union Européenne avec le Fonds Européen Agricole pour le Développement Rural</i></p>	 <p>UNION EUROPÉENNE Fonds Européen Agricole pour le Développement Rural</p>	 <p><b>RÉGION SUD</b> PROVENCE ALPES CÔTE D'AZUR</p>
<p>L'Europe investit dans les zones rurales</p>		

Annexe : Analyse de sol réalisée par le Laboratoire agricole Roussière - prélèvement du 15/12/20

pH (KCl N) : 7,88

	Résultats	Commentaire
Calcaire total en % :	39,6	élevé
Calcaire actif en % :	13,5	assez élevé
Matière organique en % :	2,00	
Capacité d'échange cationique en meq/kg :	90,9	

Granulométrie en %				
Argile	Limon fin	Limon grossier	Sable fin	Sable grossier
20,0	40,9	18,0	17,1	4,0
Texture fine de limon argilo-sableux				

**ANALYSE CHIMIQUE : Eléments échangeables**

	Résultats	Commentaire					
		Très faible	Faible	Moyen	Satisfaisant	Elevé	Très élevé
P2O5 Olsen mg/kg	53,7						
K en meq/kg	5,27						
Mg en meq/kg	30,04						
Rapport Mg / K	5,71						