

**UNIVERSITE MONTPELLIER II**  
SCIENCES & TECHNIQUES DU LANGUEDOC

D.E.U.G. Sciences et Vie S.B.N.

# **Physiologie Végétale**

## **TP2 : Potassium et phosphate dans les plantes et dans la terre**

# Introduction :

Les végétaux sont autotrophes c'est à dire qu'ils sont capable de produire de la matière organique avec les éléments minéraux du sol . Par divers mécanismes, les plantes accumulent les éléments minéraux nécessaires à son développement on parle alors de nutrition minérale. Certains minéraux (ex  $Pi$  et  $K^+$ ) sont indispensable à la plante on parle de macro-élément et d'autres sont accessoires (Fe, Cu, Co Mn,...) on parle alors d'oligo-élément, la présence de ces constituants est très variable au sein des végétaux, de son environnement et de son état physiologique.

L'absorption de ces éléments minéraux sous forme d'ions correspond donc à l'activité de prélèvement de ceux ci dans le sol, le sol constitue alors l'apport fertilisante de la plante.

Dans ce TP nous allons extraire et doser les éléments minéraux et notamment  $Pi$  et  $K^+$  dans une feuille de maïs et dans une terre argilo calcaire.

LE but de ce TP est alors d'expliquer les différentes liens que l'on peut observer entre la teneur en  $Pi$  et en  $K^+$  de la feuille et de la terre .

Dans une première partie nous verrons le et dans une seconde partie les .

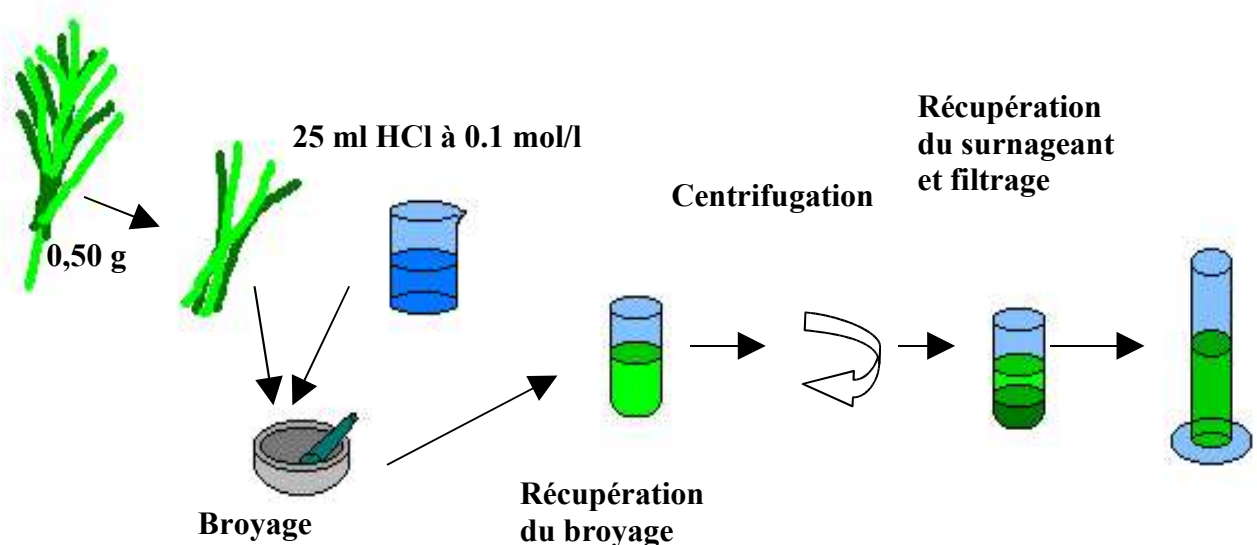
## **I Protocole expérimentale.**

### **I 1 Extraction des éléments minéraux :**

#### **I 1 1 Feuille de maïs :**

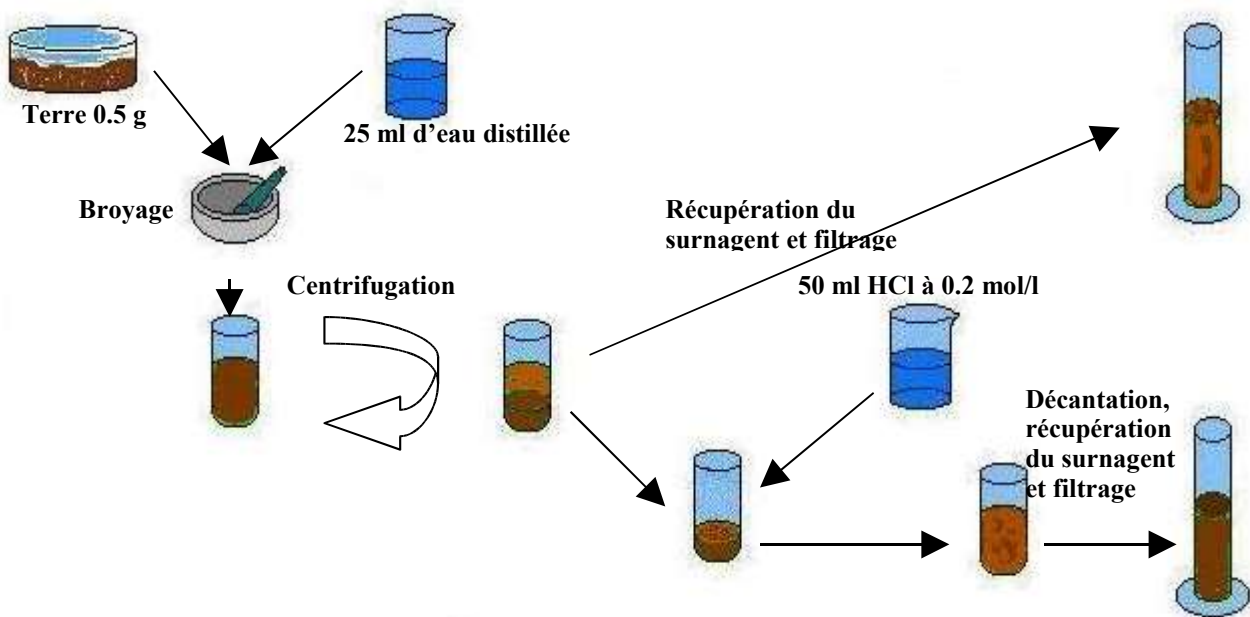
Pour doser les minéraux  $Pi$  et  $K^+$  présent dans la plante nous avons utilisé la méthode d'extraction avec des acides concentrés pour dissoudre toute la matière organique A partir de cette minéralisation de la plante nous pouvons doser les éléments minéraux qui nous intéresse  $K^+$  et  $Pi$ .

Schéma de l'extraction des éléments minéraux chez la feuille de maïs.



## I 1 2 Extraction des éléments de la terre.

Principe : La phase solide du sol est formée de constituants minéraux de tailles variées ainsi que de macromolécules organiques qui s'organisent en agrégats dont l'empilement conduit à la structuration des sols. Le sol est alors constitué de nombreuses particules, la liaison entre matière organique et argile est appelée complexe absorbant, ce sont des particules fines qui ont des propriétés à retenir sur sa surface grâce des forces électrostatiques des ions qu'ils peuvent échanger avec ceux de la solution du sol qui correspond à la phase liquide du sol. Le complexe absorbant est capable de libérer ces ions à la surface lorsqu'il est en présence de protons. Ces différentes propriétés permettent l'extraction des éléments minéraux de la terre. Schéma de la manipulation de l'extraction des minéraux de la terre.



## II Dosage du phosphate et du Potassium.

Le phosphate est utilisé par la plante pour fabriquer les molécules énergisantes telles que l'ATP.

### II 1 Principe du dosage du phosphate :

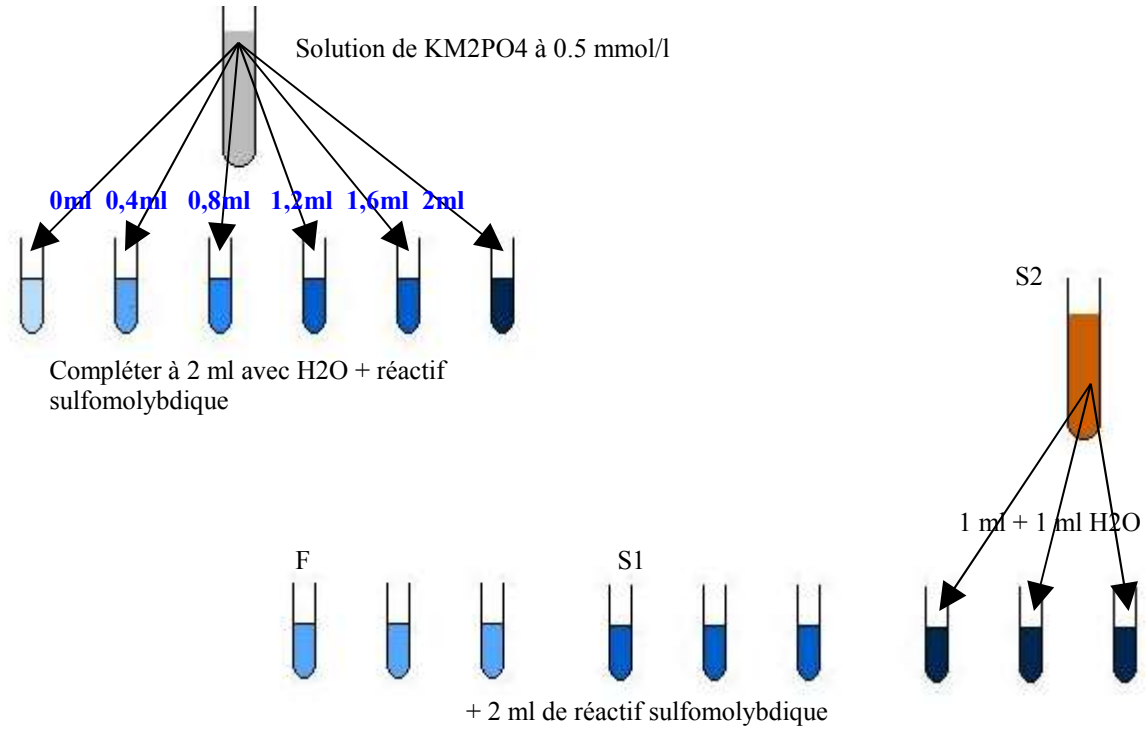
La méthode utilisée est celle de la colorimétrie. Le phosphate en présence de molybdate d'ammonium et en milieu acide forme un complexe coloré jaune qui en milieu réducteur ( $\text{FeSO}_4$ ) devient bleu. Il est alors dosable par spectrophotométrie.

La mesure de l'intensité de coloration bleue dépend de la concentration en phosphate et répond donc à la loi de Beer Lambert :

$$\text{Absorbance} = \xi \cdot l \cdot \text{Concentration en soluté} \quad (\xi \cdot l \text{ constante})$$

Pour mesurer la concentration en phosphate de nos échantillons nous avons effectué une gamme étalon de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  :

Schéma de la préparation de la gamme étalon de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  :



Pour la solution S2 il a fallut la diluer au  $\frac{1}{2}$  pour que l'absorbance soit comprise dans la gamme étalon.

## II 1 2 Résultats et calculs :

Résultats :

Etalonnage :

Tubes	1	2	3	4	5	6
Absorbances à 650 nm	0	0.092	0.164	0.226	0.265	0.297
Phosphate en $\mu\text{mol}/\text{tube}$	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1

$$K = 3.02 \mu\text{mol si absorbance} = 1$$

Mesures :

Tubes	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	F	F	F	S1	S1	S1	S2	S2	S2
Absorbances à 650 nm	0.119	0.117	0.092	0.058	0.052	0.059	0.301	0.292	0.291
Absorbances moyennes	0.118			0.056			0.2915		
Phosphate $\mu\text{mol}/\text{tube}$	nF=0.356			nS1=0.177			nS2=0.88		
Phosphate g/kg	3.45			0.086			1.71		

Calculs :

Pour une absorbance de 1,  $K = 3.02 \mu\text{mol}$ , les résultats pour nos échantillons sont déterminés graphiquement (Graphique 1 de l'annexe 1).

Données :

MF(Masse de la Feuille) = 0.5g VE = 25 ml PE = 2 ml 1g de matière fraîche (mf)  
= 0.25g de matière sèche (ms)  
Masse de la terre MT = 2.50g VS1 = 25ml VS2 = 50ml  
M<sub>pi</sub> = 97 g/mol

$$\begin{aligned} \text{PiF} &= nF \cdot 10^{-6} \cdot \text{VE} \cdot \text{mf} / \text{ms} \cdot \text{M}_{\text{pi}} \cdot 1000 / \text{PE} \cdot \text{MF} \\ &= 0.356 \cdot 10^{-6} \cdot 25 \cdot (1/0.25) \cdot 97 \cdot 1000 / (2 \cdot 0.5) \\ &= 3.45 \text{ g/kg de Matière sèche.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PiS1} &= nS1 \cdot 10^{-6} \cdot \text{VS1} \cdot \text{M}_{\text{pi}} \cdot 1000 / (\text{PE} \cdot \text{MT}) \\ &= 0.177 \cdot 10^{-6} \cdot 25 \cdot 97 \cdot 1000 / (2 \cdot 2.5) \\ &= 0.086 \text{ g/kg de terre sèche} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PiS2} &= nS2 \cdot 10^{-6} \cdot \text{VS2} \cdot \text{M}_{\text{pi}} \cdot 1000 / (\text{PE} \cdot \text{MT}) \\ \text{La solution de S2 étant diluée il faut multiplier le résultat obtenu graphiquement par 2.} \\ nS2 &= nS2' \cdot 2 \\ \text{PiS2} &= 2 \cdot 0.88 \cdot 10^{-6} \cdot 50 \cdot 97 \cdot 1000 / (2 \cdot 2.5) \\ &= 1.71 \text{ g/kg de terre sèche} \end{aligned}$$

Rapport de teneur en phosphate de la solution du sol à la teneur totale en phosphate dans le sol :

$$\text{Rp} = \text{PiS1} / (\text{PiS1} + \text{PiS2}) \cdot 100 = 0.086 / (0.086 + 1.71) \cdot 100 = 4.8 \%$$

### **II 1 3 Commentaires et discussion des résultats :**

La quantité de phosphate présent dans la feuille est très importante et nettement supérieure à la quantité de Pi totale du sol, il est normal que cette teneur en Pi est importante dans la feuille de maïs, car la plante accumule cet élément minéraux pour ses besoins énergétiques dont elle a besoin pour effectuer la photosynthèse.

La quantité de Phosphate présent est très nettement inférieure à celle présente dans la solution c'est à dire le Phosphate fixé sous forme d'ion sur le complexe absorbant .

La plante utilisant que les ions phosphatés libre c'est à dire dans la solution du sol, le Phosphate présent sur le complexe absorbant ne peut être utilisé par la plante.

Ses anions en solution ne représente qu'une fraction assez faible de l'ordre de 4.8 % des anions adsorbés sur le complexe par l'intermédiaire de cations comme  $Ca^{2+}$ . Dans ces conditions le complexe absorbant constitue une réserve en éléments phosphatés qui passe progressivement dans la solution du sol et qui est absorbé par les racines.

Le phosphate disponible pour la plante ne représente qu'une faible quantité du stock du phosphate du sol 4.8 % car ils ont tendance à s'insolubiliser sous forme de Phosphate de Fer d'aluminium ou de calcium suivant le pH, ce phosphate sets alors inutilisable.

## II 2 Dosage du potassium :

Le potassium  $K^{+}$  est un élément essentiel pour les plantes car il joue un rôle important dans la pression osmotique vacuolaire (canaux à potassium) et donc de la turgescence des cellules.

### II 2 1 Principe :

Le potassium est dosé par photomètre de flamme. L'excitation du potassium par la chaleur va dégager une luminescence qui sera détecté par une cellule photoélectrique qui le convertira en intensité La mesure de cette intensité dépend de la concentration en Potassium.

### II 2 2 Résultats et calculs :

Résultat :

Solutions	Etalonnage					Extraits		
	100	200	300	400	500	F dilué (1/5 * 1/2)	S1 dilué 1/2	S2
LPF*	21	43	62	81	100	66	58	73
Potassium nmol/ml	100	200	300	400	500	324.96	281.57	0.28

\*Lecture au potomètre de flamme

$C = 4.92 \text{ nmol/ml}$

Calculs :

Les concentrations pour nos échantillons sont déterminés graphiquement grâce à la gamme étalon de potassium.

Il a fallut diluer de moitié la solution de S1 et F' diluée pour que les lectures de nos échantillons puissent entrer dans les lectures du photometre de flamme de la gamme étalon.

La concentration C de potassium ( nmol/ml) pour une LPF égale à 1 .

$C = 1/0.2031 = 4.92 \text{ nmol/ml}$

Les concentrations F, S1 S2 en nmol/ml

Ayant dilué la solution F diluée de moitié nous multiplions ce résultat obtenu par 2 par 2 :  $F = F1 * 2$

$$\begin{aligned} KF &= F * 10^{-9} * VD * VF * (mf/ms) * Mk * 1000 / PE * MF \\ &= 324.96 * 2 * 10^{-9} * 10 * 25 * (1/0.25) * 39 * 1000 / (2 * 0.5) \\ &= 25.34 \text{ g/ kg de matière sèche} \end{aligned}$$

$$S1 = S1 \text{ diluée} * 1/Fd = 285.57 * 2 = 571.14 \text{ nmol/ml}$$

$$\begin{aligned} KS1 &= S1 * 10^{-9} * VS1 * MK * 1000 / MT \\ &= 571.14 * 10^{-9} * 25 * 39 * 1000 / 2.5 \\ &= 0.223 \text{ g/kg de terre sèche.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S2 &= S2 * 10^{-9} * VS2 * MK * 1000 / MT \\ &= 0.359 * 10^{-9} * 50 * 39 * 1000 / 2.5 \\ &= 0.28 \text{ g/kg de terre sèche.} \end{aligned}$$

Le rapport de la teneur en potassium de la solution du sol à la teneur totale en potassium dans la terre.

$$Rp \text{ de } K^+ = KS1 / (KS1 + KS2) = 0.223 / (0.223 + 0.28) = 44.33 \%$$

## **II 2 3 Commentaires et discussions des résultats :**

Le quantité de potassium est très importante dans la feuille de maïs. Le potassium est très importante pour la plante et notamment la feuille car c'est le principal responsable de Pression osmotique vacuolaire, et donc la turgescence qui favorise la transpiration pour son activité photosynthétique cet quantité importante montre que la plante est dans un stade de maturation.

La quantité de potassium dans la solution S1 c'est à dire le potassium libre absorbable par la plante est légèrement inférieur à celle de la quantité de potassium adsorbé par le complexe absorbant solution S2. On peut dire alors que le potassium est plus échangeable que le Phosphate car la quantité de potassium dans la solution du sol est proche (44.33% du potassium totale du sol) de celle du complexe absorbant qui reste la réserve en potassium pour la plante.

## **II 3 Discussions générales :**

Nous avons constaté que les quantités de phosphate et de Potassium sont très importante dans la plante cette quantité est due à l'accumulation de ces éléments par la plante pour ses activités photosynthétiques et son développement. Les éléments présents sur le complexe absorbant constitue une réserve fertilisante par la plante. La plante absorbe ces minéraux en déplaçant les ions fixés sur le complexe absorbant avec les ions H<sup>+</sup>(protons) libérées par les racines. Ce mécanisme permet l'absorption d'une partie des ions et l'autre partie se retrouve dans la solution du sol d'où la faible quantité d'élément minéraux comparé par le complexe.

## **Conclusion :**

La nutrition minérale est nécessaire au développement de la plante et donc à son activité de production de matière organique, ces éléments minéraux sont accumulés par la plante pour son bon fonctionnement. Les végétaux tire ces éléments minéraux du sol par les racines. Par sa structure le sol lui amène ces éléments et notamment le complexe absorbant qui est une réserve fertilisante dont elle peut réguler grâce à ces racines.

Mais il existe d'autres phénomènes permettant à la plante de se nourrir d'éléments minéraux, telle que les symbioses avec les mycorrhizes qui sont capables de transformer l'azote atmosphérique en azote minérale assimilable par la plante.