



TRANSFERT DE TECHNOLOGIE EN AGRICULTURE

Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et des Eaux et Forêts

MADREF/DERD

• Septembre 2001 •

PNTTA

Nouvelles normes pour Mieux fertiliser le blé en irrigué dans le Gharb

Introduction

La fertilisation raisonnée est l'une des techniques permettant de mieux valoriser l'eau d'irrigation et de réduire le risque de pollution des eaux dans les périmètres irrigués. Dans le sens de la durabilité, la fertilisation minérale des cultures est une technique qui permet de maintenir et/ou d'améliorer la fertilité des sols pour une productivité optimale. Cependant, l'utilisation rationnelle des engrais doit être basée sur la connaissance de la richesse initiale du sol en éléments fertilisants, du type de sol qui influence la disponibilité de ces éléments aux plantes et du niveau de rendement souhaité et compatible avec les conditions du milieu.

La zone d'action de l'Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Gharb (ORMVAG) est l'une des principales régions irriguées du Maroc ayant un haut potentiel de production. Conscients de l'importance des analyses de sols, les agriculteurs consultent de plus en plus le laboratoire d'analyses de l'ORMVAG. Les demandes d'analyses du sol, en vue de la fertilisation raisonnée, n'ont cessé d'augmenter. D'après les statistiques du laboratoire susmentionné, les déterminations analytiques ont passé de 538 en 1992 à 4.000 en 1997. Si la réalisation des analyses ne pose généralement pas de problème majeur, leur interprétation se trouve handicapée par le manque de normes régionales adaptées aux sols et aux cultures pratiquées. Le recours aux normes internationales ou à l'expérience des ingénieurs de l'ORMVAG est de mise. Ainsi, la nécessité d'élaborer des normes d'interprétation des analyses du sol dans la région et pour les principales cultures, telles que le blé, s'impose avec acuité.

L'objectif principal de ce projet de recherche adaptative est de mieux raisonner la fertilisation

du blé dans la région du Gharb à travers les sous objectifs spécifiques suivants:

- Elaborer des normes d'interprétation des analyses du sol adaptées à la région;
- Evaluer la fourniture du sol en azote, phosphore et potassium;
- Evaluer les besoins (efficacité d'utilisation) du blé en N, P₂O₅ et K₂O pour des rendements potentiels réalisables dans la région;
- Calculer des plans de fumure à la carte pour les agriculteurs ayant la possibilité de faire les analyses de sol de leurs parcelles;
- Proposer des formules régionales moyennes pour les agriculteurs n'ayant pas la possibilité de faire des analyses de sol.

Méthodologie

Ce travail de recherche a consisté à tester la réponse du blé à l'apport des engrais azotés, phosphatés et potassiques sur différentes situations de richesse du sol en ces éléments. 7 essais de blé ont pu être réalisés (Tableau 1 et 2).

Synthèse des résultats des essais

Réponse du blé à la fertilisation azotée

Les rendements grains moyens réalisés ont varié entre 10,6 et 56,5 qx/ha, avec une moyenne sur tous les essais de 39,2 qx/ha. L'effet de l'azote sur les rendements a été significatif au niveau de 4 sites: Site 1 (CTCS 1), site 3 (FAG S10), site 5 (FAG B1) et site 6 (FAG B6). Le coefficient de réponse est assez important puisqu'il se situe entre 16,4 et 26,8 % (Tableau 3).

Le classement des sites en fonction des rendements grains réalisés a montré que le site 5 (FAG B1) a atteint un maximum de 54 qx/ha avec la dose de 160 kg N/ha. Le site 7 n'a réalisé que 13,3 qx/ha avec la même dose.

Tableau 1: Localisation des sites d'essais pour le blé

| N° site | Localisation | N° de parcelle | Type de sol | Type d'essai | Semis | | | Précédent Cultural |
|---------|-----------------|----------------|-------------|--------------|-----------|----------|--------------|--------------------|
| | | | | | Variété | Date | Dose (kg/ha) | |
| 1 | CTCS 1 (STL) | 33 B | Dehs léger | NxP | Marchouch | 26-11-99 | 180 | Canne |
| 2 | CTCS 2 (STL) | 16 B | Dehs lourd | NxP | Marchouch | 26-11-99 | 180 | Betterave |
| 3 | Sidi Allal Tazi | FAG (S10) | Dehs lourd | NxP | Marchouch | 27-11-99 | 180 | Blé |
| 4 | Sidi Allal Tazi | FAG (S1) | Dehs léger | NxK | Marchouch | 27-11-99 | 180 | Blé |
| 5 | Sidi Allal Tazi | FAG (B1) | Dehs lourd | NxP | Marchouch | 29-11-99 | 180 | Bersim/tomate |
| 6 | Sidi Allal Tazi | FAG (B6) | Dehs lourd | NxP | Marchouch | 29-11-99 | 180 | Bersim |
| 7 | SOGETA Hawafat | 504 | Dehs léger | NxP | Marchouch | 04-12-99 | 180 | blé |

STL: Souk Tlet; FAG: Ferme d'application de Gharb de l'IAV Hassan II

SOMMAIRE

n° 84

Fertilisation du blé

- Réponse du blé à la fertilisation azotée..... p.1
- Réponse du blé à la fertilisation phosphatée..... p.2
- Réponse du blé à la fertilisation potassique..... p.3
- Normes de fertilisation du blé..... p.3
- Proposition de formules régionales..... p.4

معايير جديدة قصد تسميد أحسن للقمح بالمنطقة السقوية بالغرب

تم إنجاز هذا البحث في نطاق مشروع دعم التنمية الفلاحية في المناطق السقوية بالمغرب. وكان الهدف منه هو الحصول على معايير جديدة للتسميد العقلاني لزراعة القمح في منطقة الغرب. وأهم النتائج التي توصل إليها هذا البحث ملخصة في الجدول التالي:

| العنصر | معايير تأويل تحليل التربة | حاجيات المزرع كج/ق | معامل استعمال العنصر |
|------------|---------------------------|--------------------|----------------------|
| الأزوت | غير موجود | 3,95 | 60 |
| البوتاسيوم | 140 مغ/كغ | 3,00 | --- |
| الفوسفور | 16 مغ/كغ | 0,74 | 16,5 |

ويمكن للملاحين الذين في استطاعتهم تحليل التربة قبل الزرع. تحديد الكمية المناسبة من الأسمدة لكل بقعة على حدة. أما الذين ليس بإمكانهم القيام بتحليل التربة. فيمكنهم استعمال إحدى التركيبتين المقترحتين في الصفحة الرابعة من هذه النشرة. حسب خصوبة التربة من الفوسفور.



La comparaison des moyennes a permis de regrouper les doses N₁₂₀, N₁₆₀, N₂₀₀ dans la même classe. Ceci laisse dire que la dose 120 kg N/ha permet de réaliser le rendement maximum.

Le nombre d'épis/m² (NE/m²) et le nombre de grains/épis (NG/E) ont été déterminant pour la réalisation de bons rendements. En effet, il y a de bonnes corrélations entre ces deux composantes et le rendement grain :

$$Rdt (qx/ha) = 51,5 \ln (NE/m^2) - 252,5 \text{ avec } R^2 = 0,92$$

$$Rdt (qx/ha) = 2,2 (NG/E) - 44,4 \text{ avec } R^2 = 0,82$$

Ces deux relations permettent de suggérer que pour assurer un rendement de 50 qx/ha, il est nécessaire de réaliser un NE/m² minimum de 350. De même, il faut viser un NG/E de 43 pour assurer un rendement de 50 qx/ha.

L'azote, par son effet sur ces deux composantes, améliore considérablement le rendement du blé en irrigué dans le Gharb. Cependant, la réussite du peuplement épis ne dépend pas seulement de la fertilisation. Un effort important est souhaitable pour l'amélioration de la mise en place de la culture en vue de réaliser le peuplement pieds le plus élevé. La fertilisation azotée viendra assurer la survie des épis et améliorer le NG/E.

L'analyse des données n'a montré aucune relation entre la teneur en N minéral initial du sol ou la teneur en matière organique et le coefficient de réponse. La dose optimale calculée pour les sites qui ont répondu à l'apport d'azote varie de 98 à 155 kg N/ha (Figures 1 et 2).

Sans apport d'azote, le rendement réalisé varie de 10,6 à 48,6 qx/ha, avec une moyenne de 35 qx/ha. Pour réaliser ces rendements, le sol a pu fournir à la culture des quantités d'azote variant de 44 à 198 kg N/ha. Aucune relation n'a pu être trouvée entre la fourniture du sol en azote et la teneur du sol en matière organique ou en azote minéral initial. Cette fourniture du sol en N est en relation avec le rendement réalisé. Ainsi, une corrélation très hautement significative existe entre ces deux paramètres (Figure 3). Cette relation est intéressante pour le calcul des doses d'azote à apporter.

Le Coefficient d'Utilisation Apparente (CUA) de l'azote est compris entre 43 et 72 %, avec une moyenne de 60 %.

L'efficacité d'utilisation de l'azote moyenne à travers tous les essais a varié entre 2,77 (site 1) et 5,14 (site 4), avec une moyenne générale de 3,95 kg N/ql de grains produit.

Réponse du blé à la fertilisation phosphatée

L'effet du phosphore a été significatif sur le rendement grain au niveau des sites 1 (CTCS 1) et 5 (FAG B1). Dans les autres sites, le phosphore n'a pas amélioré le rendement (Tableau 4). Ce résultat montre que les sols de ces sites sont suffisamment pourvus en phosphore pour subvenir aux besoins de la culture du blé pour les rendements réalisés.

La réponse positive à l'apport du phosphore a été enregistrée dans le site 1 qui a une teneur initiale en P₂O₅ de 11,25 mg/kg et dans le site 5 qui présente une teneur en P₂O₅ de 16,1 mg/kg. Dans le site 3, qui dose 17,32 mg P₂O₅/kg le phosphore a amélioré le rendement de 4,7 qx/ha, mais cette différence n'a pas été significative à 10% de probabilité en raison de la grande variabilité. Dans le site 7, dont la teneur n'est que de 14,2 mg P₂O₅/kg, le blé n'a pas répondu à l'apport de phosphore à cause du faible rendement réalisé.

Nous pouvons donc dire que lorsque la teneur du sol en phosphore est <16 mg P₂O₅/kg, la

Tableau 2: Caractérisation physico-chimique des sols des parcelles d'essais

| Propriétés des sols | Site 1 (CTCS 1) | Site 2 (CTCS 2) | Site 3 (FAG (S10)) | Site 4 (FAG (S1)) | Site 5 (FAG (B1)) | Site 6 (FAG (B6)) | Site 7 (SOGETA) |
|---|-----------------|-----------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| Type de sol | Dehs léger | Dehs lourd | Dehs lourd | Dehs léger | Dehs lourd | Dehs lourd | Dehs léger |
| * Argile (%) | 29,24 | 47,58 | 26,90 | 26,96 | 63,86 | 59,86 | 22,30 |
| * Limon (%) | 64,66 | 50,21 | 68,05 | 65,40 | 34,76 | 37,46 | 66,13 |
| * Sable (%) | 6,09 | 2,22 | 5,05 | 7,64 | 1,69 | 2,67 | 11,65 |
| Texture | LAF | AL | LF | LF | AA | A | LF |
| pH eau | 8,48 | 8,34 | 8,51 | 8,27 | 8,73 | 8,29 | 8,49 |
| Calcaire total (%) | 14,2 | 8,6 | 20,5 | 19,8 | 14,4 | 9,5 | 20,4 |
| MO (%) | 2,43 | 1,86 | 2,59 | 2,23 | 1,70 | 2,50 | 2,02 |
| CE _{1/5} (dS/m) | 0,23 | 0,20 | 0,20 | 0,18 | 0,20 | 0,19 | 0,16 |
| Azote minéral (mg/kg) | 79,8 | 59,5 | 40,6 | 30,1 | 79,8 | 286,3 | 58,8 |
| P ₂ O ₅ assimilable (mg/kg) | 11,25 | 18,34 | 17,32 | 16,08 | 18,57 | 18,76 | 14,18 |
| K ₂ O ech (mg/kg) | 249,3 | 308,5 | 154,5 | 153,1 | 351,2 | 298,8 | 272,9 |

Tableau 3: Rendement grain et ses composantes en fonction des doses d'azote dans les 7 sites

| Site | Traitements Kg N/ha | Rendement grain (qx/ha) | Coefficient de réponse (%) | NE/m ² | NG/E | PMG |
|------|---------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------|---------|---------|
| 1 | 0 | 32,0 b | 20,3 | 249 | 35,6 b | 35,8 c |
| | 120 | 38,5 a | | 300 | 41,1 a | 41,2 a |
| | 160 | 35,5 ab | | 241 | 40,1 a | 39,1 b |
| | 200 | 34,6 ab | | 252 | 40,9 a | 38,8 b |
| 2 | 0 | 36,8 | 0 | 284 | 35,1 b | 36,8 b |
| | 120 | 43,2 | | 308 | 40,7 a | 38,7 a |
| | 160 | 39,8 | | 309 | 40,2 a | 35,3 b |
| | 200 | 40,7 | | 304 | 40,4 a | 36,6 a |
| 3 | 0 | 44,1 b | 23,1 | 353 b | 39,3 b | 38,9 ab |
| | 120 | 53,8 a | | 394 ab | 42,4 ab | 41,5 a |
| | 160 | 52,9 a | | 390 ab | 41,9 ab | 41,1 a |
| | 200 | 54,3 a | | 427 a | 44,3 a | 36,9 a |
| 4 | 0 | 30,1 | 0 | 235 | 34,4 b | 39,2 |
| | 120 | 32,8 | | 252 | 40,8 a | 40,7 |
| | 160 | 32,2 | | 246 | 39,0 a | 39,2 |
| | 200 | 34,3 | | 253 | 39,4 a | 40,4 |
| 5 | 0 | 48,6 b | 16,4 | 388 | 38,4 b | 38,0 |
| | 120 | 52,3 a | | 377 | 41,8 a | 39,6 |
| | 160 | 56,5 a | | 407 | 42,2 a | 40,1 |
| | 200 | 55,9 a | | 397 | 45,3 a | 40,0 |
| 6 | 0 | 43,7 b | 26,8 | 272 c | 37,6 c | 38,9 c |
| | 120 | 50,6 a | | 316 b | 41,1 b | 44,3 a |
| | 160 | 53,2 a | | 343 b | 41,9 b | 42,1 b |
| | 200 | 55,5 a | | 379 a | 43,8 a | 43,2 b |
| 7 | 0 | 10,7 | 0 | 180 | 22,9 c | 30,4 |
| | 120 | 11,1 | | 190 | 24,6 bc | 30,5 |
| | 160 | 13,3 | | 189 | 28,0 a | 32,0 |
| | 200 | 10,7 | | 159 | 26,1 b | 31,0 |

Figure 1: Réponse du blé à l'apport d'engrais azoté dans le site 3

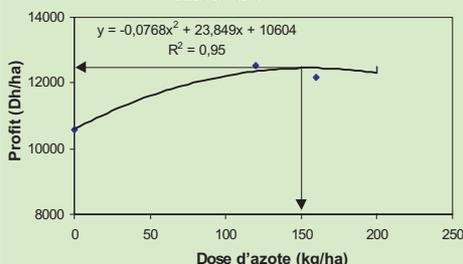


Figure 2: Réponse du blé à l'apport d'engrais azoté dans le site 1

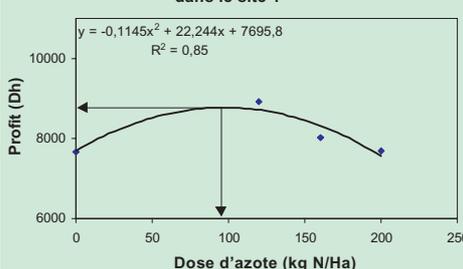


Figure 3: Relation entre le rendement du témoin et la fourniture du sol en azote pour le blé dans le Gharb

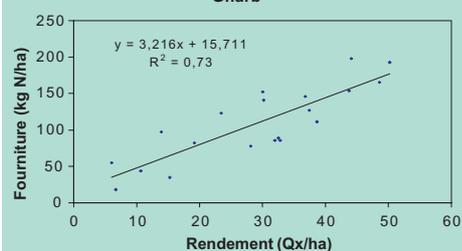




Tableau 4: Rendement grain et ses composants en fonction des doses de phosphore dans les six sites

| Site | P ₂ O ₅ Initial (mg/kg) | Dose de P ₂ O ₅ (kg/ha) | Rdt Grain (qx/ha) | Coefficient de réponse (%) | NE/m ² | NG/E | PMG |
|------|---|---|-------------------|----------------------------|-------------------|---------|--------|
| 1 | 11,25 | 0 | 32,8 b | 20,4 | 251 | 41,5 a | 38,8 a |
| | | 45 | 33,3 b | | 248 | 37,6 b | 36,8 b |
| | | 90 | 39,4 a | | 287 | 37,1 b | 39,8 a |
| | | 135 | 35,1 b | | 256 | 42,2 a | 39,5 a |
| 2 | 18,34 | 0 | 42,6 | 0 | 296 | 38,1 c | 37,4 |
| | | 45 | 39,4 | | 307 | 38,5 bc | 37,2 |
| | | 90 | 38,8 | | 288 | 39,4 b | 36,9 |
| | | 135 | 41,9 | | 314 | 41,4 a | 35,9 |
| 3 | 17,32 | 0 | 48,5 | 0 | 367 | 42,2 | 39,6 |
| | | 45 | 52,1 | | 394 | 41,1 | 40,8 |
| | | 90 | 51,5 | | 389 | 41,1 | 38,5 |
| | | 135 | 53,1 | | 414 | 43,6 | 39,6 |
| 5 | 16,08 | 0 | 48,9 c | 17,8 | 371 | 41,0 ab | 40,8 a |
| | | 45 | 51,4 bc | | 374 | 42,9 a | 38,5 a |
| | | 90 | 55,3 ab | | 410 | 39,1 b | 38,4 a |
| | | 135 | 57,6 a | | 414 | 44,6 a | 40,0 a |
| 6 | 18,57 | 0 | 52,2 | 0 | 327 | 43,1 a | 40,6 b |
| | | 45 | 49,1 | | 333 | 40,6 b | 42,6 a |
| | | 90 | 51,0 | | 329 | 39,8 b | 42,8 a |
| | | 135 | | | 320 | 40,8 b | 42,5 a |
| 7 | 14,18 | 0 | 11,6 | 0 | 187 | 25,4 a | 28,7 b |
| | | 45 | 11,4 | | 189 | 23,5 b | 29,4 b |
| | | 90 | 11,8 | | 177 | 26,4 a | 33,1 a |
| | | 135 | 11,1 | | 165 | 26,2 a | 32,7 a |

réponse du blé à la fertilisation phosphatée est très probable si le rendement souhaité est >39 qx/ha (rendement moyen maximum du site 1). Au niveau du site 1, la dose optimale est de 80 kg P₂O₅/ha. Cette dose générerait une marge brute de 8590 Dh (Figure 4).

La quantité de phosphore absorbé par les témoins qui n'ont pas reçu d'engrais phosphaté varie de 11,4 kg P₂O₅ pour le site 7 à 50,0 kg P₂O₅/kg pour le site 5. L'importance de cette fourniture du sol en P₂O₅ est surtout liée au rendement réalisé (Figure 5). Elle n'est pas corrélée à la teneur initiale en phosphore assimilable dans le sol. Une tendance à l'augmentation du rendement lorsque la teneur en P₂O₅ dans le sol augmente est notée, mais la corrélation n'est pas significative.

Le coefficient d'utilisation apparente maximale du phosphore varie de 10 à 30 %, avec une moyenne de 16,5 %.

L'efficacité d'utilisation moyenne du phosphore par la culture du blé à travers tous les essais a varié entre 0,48 (site 1) et 1,09 (site 5), avec une moyenne de 0,8 kg P₂O₅/ql de grains produit. En considérant les valeurs de nos essais et celles des travaux antérieurs, l'EUP moyenne se situe à 0,74 kg P₂O₅/ql.

Réponse du blé à la fertilisation potassique

La réponse du blé à l'apport du potassium a été testée dans un seul site (Site 4) dont la teneur en potassium échangeable est relativement faible. L'objectif étant de confirmer la richesse des sols du Gharb en potassium.

Le potassium n'a pas eu d'effet significatif sur le rendement. Cet essai confirme la richesse du sol en potassium pour la culture du blé.

La fourniture du sol en potassium pour la culture du blé dans les différents sites varie de 36 (site 7) à 170 kg K₂O/ha (site 5), avec une moyenne de 116,2 kg K₂O/ha (Figure 6). C'est le rendement qui explique environ 29 % de la variabilité de la fourniture du sol en potassium. Par contre, le potassium échangeable initial n'explique pas la variabilité de la fourniture du sol en potassium.

La quantité moyenne de potassium nécessaire pour produire un quintal de grains de blé (EUK) se situe entre 1,92 (site 1) et 4,57 (site 4) kg K₂O/ql, avec une moyenne sur les 7 sites de 3 kg K₂O/ql. Cette valeur élevée suggère une consommation de luxe de cet élément.



Normes de fertilisation du blé en irrigué dans le Gharb

A la lumière des résultats présentés dans ce bulletin, deux types de normes peuvent être déterminées:

- Celles nécessaires pour l'interprétation des analyses de sol.
- Celles nécessaires pour le calcul des quantités d'engrais à apporter.

Normes d'interprétation des analyses de sol

Il s'agit de normes régionales permettant aux ingénieurs et aux techniciens du laboratoire de l'ORMVAG d'interpréter les résultats des analyses de sol réalisées. Tous les essais ont été réalisés sur des types de sol Dehs léger et lourd. Cependant, les normes présentées ci-dessous peuvent être appliquées aux sols Tirs à titre indicatif, en attendant de les confirmer par des essais en champs sur ce type de sol.

Pour l'azote

Les résultats de ce projet n'ont pas permis de dégager de relation entre la richesse du sol en azote minéral initial et la réponse du blé à l'apport d'engrais azoté. Il n'est donc pas possible d'interpréter cette analyse. Ce n'est pas seulement dans le Gharb que cette relation n'existe pas. C'est le cas aussi des Doukkala. L'azote minéral initial est tellement variable dans le temps et dans l'espace que son utilisation comme indice de fertilité azoté du sol est hasardeuse.

Pour le phosphore

Deux des 6 essais sur lesquels la réponse du blé au phosphore a été testée ont répondu.

Nous pouvons donc retenir comme norme d'interprétation de l'analyse du phosphore assimilable Olsen pour la fertilisation du blé en irrigué dans le Gharb, la valeur de 16 mg P₂O₅/kg.

Pour le potassium

La réponse du blé au potassium sur un sol contenant 153 mg K₂O/kg a été négative. Les travaux antérieurs avaient montré le même résultat sur un sol contenant 140 mg K₂O/kg.

Figure 4: Réponse du blé à l'apport du phosphore dans le site 1

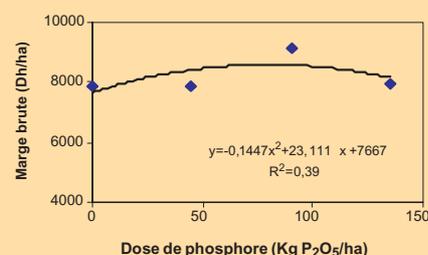


Figure 5: Relation entre la fourniture du sol en phosphore et le rendement du témoin dans le Gharb

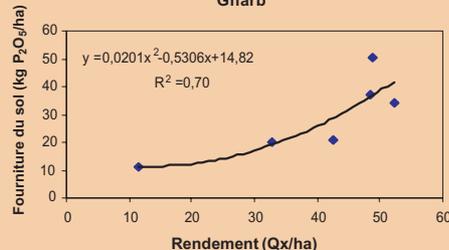
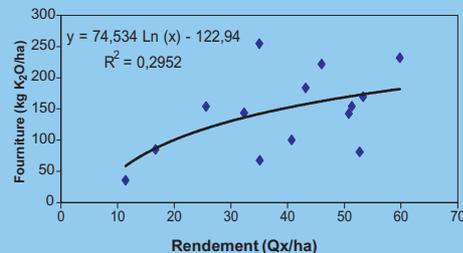


Figure 6: Relation entre la fourniture du sol en potassium et le rendement du blé dans le Gharb



Nous pouvons donc conclure qu'un sol Dehs ayant plus de 140 mg K₂O/kg peut être considéré bien pourvu en potassium pour la culture du blé.

Normes de calcul des quantités d'engrais à apporter

Lorsque le sol est considéré bien pourvu en un élément donné, l'apport de cet élément est inutile. Si la teneur du sol en cet élément est inférieure à la norme, son apport est nécessaire. Le calcul de la quantité à apporter dépend de plusieurs paramètres dont :

- Le rendement visé;
- Les besoins de la culture;
- La fourniture du sol; et
- Le coefficient d'utilisation apparente.

Pour l'azote

La dose d'azote à apporter peut être calculée comme suit :

$$\text{Dose (kg N/ha)} = (\text{Besoins} - \text{Fourniture du sol}) / \text{CUA}$$

$$\text{Besoins} = \text{Rendement souhaité} \times \text{EUN}$$

$$\text{EUN moyenne} = 3,95 \text{ kg N/ql}$$

$$\text{CUA} = 60\%$$

La fourniture du sol en azote dépendra du rendement pouvant être réalisé sans apport d'azote. Ce dernier est en moyenne de 35 qx/ha. La relation liant ce rendement est la fourniture du sol en azote est :

$$\text{Fourniture (kgN/ha)} = 3,22 \times \text{Rdt (qx/ha)} + 15,7$$

$$\text{R}^2 = 0,72$$

Si le rendement visé est de 35 qx/ha, il n'y a pas besoin d'apporter de l'azote. Le sol peut fournir à la culture les 128 kg N nécessaires pour réaliser ce rendement.

Si l'ingénieur juge que sa parcelle ne peut pas lui produire 35 qx/ha sans apport d'azote, il peut choisir le rendement qui convient et utiliser la formule sus-mentionnée pour estimer la fourniture du sol.

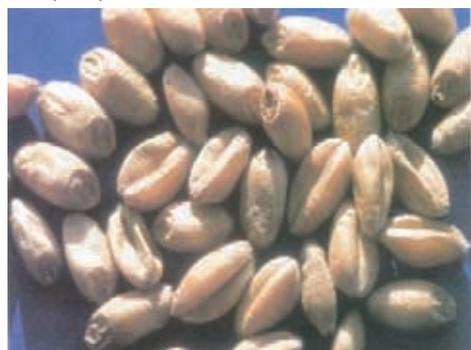
Il serait intéressant dans l'avenir de chercher une relation entre la quantité d'azote absorbé par la culture sans apport d'azote et un des indices de fertilité azotée des sols autres que le N minéral initial.

Ainsi, pour un rendement visé de 50 qx/ha, la dose d'azote à apporter est de 116 kg N/ha. Cette dose est du même ordre de grandeur que les doses optimales trouvées dans cette étude pour les essais qui ont répondu à l'apport d'azote (98 à 155 kg N/ha).

Pour la fertilisation azotée des céréales dans le Gharb, il n'est pas nécessaire de faire l'analyse de N minéral dans le sol. Pour un rendement moyen de 50 qx/ha, une dose de 120 kg d'azote serait suffisante.

Pour le phosphore

Lorsque la teneur du sol en phosphore assimilable est inférieure à 16 mg P₂O₅/kg de sol, l'apport du phosphore est nécessaire. La dose de



Définitions

Efficience d'utilisation d'un élément: Quantité d'élément nécessaire pour produire un quintal de grain

Coefficient d'utilisation apparente d'un élément: $100 \times \frac{[(\text{quantité absorbée par la culture fertilisée}) - (\text{quantité absorbée par le témoin})]}{\text{quantité apportée}}$

phosphore dépendra du rendement souhaité. Ainsi, pour un rendement souhaité de 50 qx/ha, les besoins de la culture s'élevaient à $50 \times \text{EUP} = 50 \times 0,74 = 37 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$. Cependant, la dose optimale déterminée pour le site 1 est 80 kg P₂O₅/ha. Cette valeur est plus de 2 fois supérieure par rapport aux besoins de la culture. Cette différence vient du fait que le coefficient d'utilisation apparente du phosphore apporté est très faible (< 30 %) et peut même être négatif. Ceci veut dire que seulement une faible fraction de P₂O₅ apporté est absorbée par la culture durant une campagne agricole. Le reliquat s'accumule dans le sol. C'est ce phosphore accumulé dans le sol d'année en année qui peut facilement être libéré lorsque la concentration de la solution du sol devient faible.

Comparativement aux besoins de la culture du blé, les sols Dehs du Gharb ont des capacités de libération très élevées en cet élément. Cette libération (fourniture) est reliée au rendement par la relation suivante :

$$\text{Libération (kg P}_2\text{O}_5/\text{ha)} = 0,02 \text{ Rdt}^2 - 0,53 \text{ Rdt} + 14,8$$

$$\text{R}^2 = 0,70$$

Le calcul de la dose de P₂O₅ à apporter peut se calculer de la même manière que pour l'azote. Le Coefficient d'utilisation apparente maximal du phosphore est en moyenne de 16,5 dans nos essais. Sans apport de phosphore, le rendement moyen est de 39 qx/ha (Tableau 4). La quantité de P₂O₅ pouvant provenir du sol est estimée par la formule sus-mentionnée à 24,5 kg/ha.

Pour 50 qx/ha, la dose à apporter serait de :

$$[(50 \times 0,74 - 24,55) / 0,165] = 75,5 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$$

C'est à peu près le double des besoins de la culture. Cette valeur est très proche de la dose optimale calculée pour le site 1 (80 kg P₂O₅/ha).

Pour le potassium

Le blé n'a pas répondu à l'apport du potassium dans les sols Dehs du Gharb. Son apport est inutile lorsque la teneur en potassium échangeable est > 140 mg K₂O/kg. A travers les analyses disponibles, il est très rare de trouver des sols Dehs ou Tirs ayant des teneurs en K₂O échangeable < 140 mg/kg ■.

Travail réalisé dans le cadre de la composante recherche adaptative du projet PSDA-ORMVAG, par collaboration entre l'IAV Hassan II et l'ENA Meknès.

Prof. Mohamed Badraoui (Coordinateur)

Prof. Mostafa Agbani

Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II

Prof. Rachid Bouabid

Ecole Nationale d'Agriculture de Meknès

Mr. Mustapha Zeraouli

Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Gharb

Proposition de formules régionales

Pour les agriculteurs ayant la possibilité de faire des analyses de sol, il est important de calculer le plan de fumure en utilisant les normes présentées (Tableau 5). Pour ceux qui ne peuvent pas encore faire les analyses de sol (la majorité), il est important de leur proposer une formule moyenne qui tient compte de la richesse moyenne des sols en éléments fertilisants.

Du fait que les résultats de ce projet ne montrent pas de relation entre la réponse du blé à l'azote et un indice de fertilité azotée (N minéral initial et matière organique) et que les sols sont très bien pourvus en potassium, c'est la richesse en phosphore qui sera le facteur discriminatoire.

Si l'ORMVAG dispose d'une base de données géo-référencée sur la fertilité phosphatée des sols, il est possible d'établir une carte montrant les zones où les sols présentent une teneur > 16 mg P₂O₅/kg et celles qui ont des valeurs plus faibles.

- Pour les zones où la majorité des parcelles ont une teneur supérieur à 16 mg P₂O₅/kg, l'apport du phosphore n'est pas nécessaire. Etant donnée que la richesse en potassium est assurée, seul l'azote doit être apporté (**ZONE P+**)

- Pour les zones où la majorité des parcelles ont une teneur inférieur à 16 mg P₂O₅/kg, en plus de l'azote, le phosphore doit être apporté (**ZONE P-**)

Formule 1: pour la zone P+

Pour un rendement moyen souhaitable de 50 qx/ha, la formule se réduit à l'apport de 120 kg N/ha. Il s'agit d'un équilibre [1N-0P-0K]. Cette quantité d'azote peut être apportée en couverture seulement: 1/2 au tallage et 1/2 à la montaison. L'apport au semis n'est pas nécessaire en raisons du faible besoin de la culture et de la disponibilité de l'azote minéral dans le sol en quantité suffisante.

Formule 2: pour la zone P-

Pour un rendement moyen souhaitable de 50 qx/ha, les quantités d'engrais à apporter sont de 120 kg N/ha et 80 kg P₂O₅/ha (équilibre [1N-0,67P-0K]). Ainsi, l'apport de 175 kg de Di-AmmoniumPhosphate (DAP: 18-46-0)/ha au semis apportera la totalité du phosphore et 1/4 (31,5 kg) de la quantité d'azote. Le reste de l'azote sera divisé en deux apports de couverture; la moitié au tallage et la moitié à la montaison.

Tableau 5: Normes et données de base du calcul des doses d'engrais pour la fertilisation du blé en irrigué dans le Gharb

| Élément | Norme d'interprétation d'analyse de sol | Efficience d'utilisation (kg/ql) | Coefficient d'utilisation apparente | Remarques |
|-----------|---|----------------------------------|-------------------------------------|--|
| Azote | Pas de norme | 3,95 | 60 | Fourniture du sol basée sur le rendement du témoin |
| Phosphore | 16 mg P ₂ O ₅ /kg | 0,74 | 16,5 | Valable seulement pour les sols Dehs et probablement pour les Tirs, Fourniture du sol basée sur le rendement du témoin |
| Potassium | Pas de réponse lorsque K ₂ O échangeable > 140 mg/kg | 3,0 | Non applicable | Les sols ont une grande capacité de libération du potassium, Pas d'apport du potassium |