

**Résultats du projet EcovAB, année 2015-2016 – Comportement des variétés
de blé en situation d'azote limitante**

Rappel des objectifs : le projet EcovAB « Evaluer le comportement des variétés en AB : construire aujourd'hui les outils pour demain » est un projet CASDAR sur les Semences et la sélection végétale porté par l'ITAB pour une période allant du 5 décembre 2014 au 31 décembre 2017, et qui se décompose en trois actions :

1. Pour qui et pour quoi évaluer les variétés en AB : ce travail consiste en une enquête auprès des utilisateurs (agriculteurs et distributeurs de semences) réalisé par l'ITAB
2. Comment et dans quelles conditions évaluer les variétés en AB : qui se décompose en trois sous actions : complémentarités des évaluations variétales en agriculture conventionnelle et en agriculture biologique (action ITAB) ; mieux connaître le comportement des variétés face au principal facteur limitant et mieux connaître le comportement des variétés en association de culture.
3. Diffuser les connaissances (ITAB)

Pour l'année 2015-2016 le CREAB MP a travaillé sur l'action 2.2 (comportement des variétés en situation limitante en azote) et sur l'action 2.3 (comportement des variétés en association de culture). La partie 2.3 a permis la réalisation d'un essai analytique étudiant le comportement de 5 variétés de blé en conduite pure et en conduite associée à de la féverole, et qui est présenté dans un autre rapport de résultat. Sont présentés ici les résultats de la partie 2.2 sur le comportement des variétés en situation azotée limitante.

Cette partie fut travaillée sur la base du dispositif mis en place dans le cadre de l'essai variété de blé tendre à deux niveaux de fertilisation azotée. Dans le cadre de ce dispositif, six variétés de blés furent caractérisées vis-à-vis des quantités totales d'azote absorbées dans leurs parties aériennes en fonction de la conduite avec et sans fertilisant apporté.

Conduite de l'essai :

L'itinéraire technique réalisé est présenté dans le tableau ci-dessous :

| Date | Intervention | Outils | Remarques |
|-------------|---------------------|-------------------------|---|
| 6 juil-15 | Moisson | Moissonneuse | Récolte Féverole |
| 20 juil-15 | Déchaumage | Déchaumeur à disques | Sol sec |
| 8 sept-15 | Déchaumage | Déchaumeur à ailettes | Sol sec |
| 11 sept-15 | Semis CI | Semoir à dents | Moutarde blanche (5 kg/ha) + Vesce pourpre (25 kg/ha) |
| 4 nov-15 | Destruction CI | Déchaumeur à disques | |
| 9 nov-15 | Travail du sol | Herse rotative | |
| 10 nov-15 | Semis | Semoir pour essai | Densité 400 grains/m ² |
| 18 déc-15 | Désherbage | Herse étrille | Stade 2 feuilles |
| 6 fév-16 | Désherbage | Herse étrille | |
| 25 mars-16 | Désherbage | Herse étrille | |
| 31 mars 16 | Fertilisation | DP 12 | 100 unités d'N/ha (10-4-0) sur partie fertilisée |
| 16 juil-17 | Récolte | Moissonneuse pour essai | |

Les prélèvements des blés ont eu lieu 5 juillet 2016 au stade de la maturité physiologique.

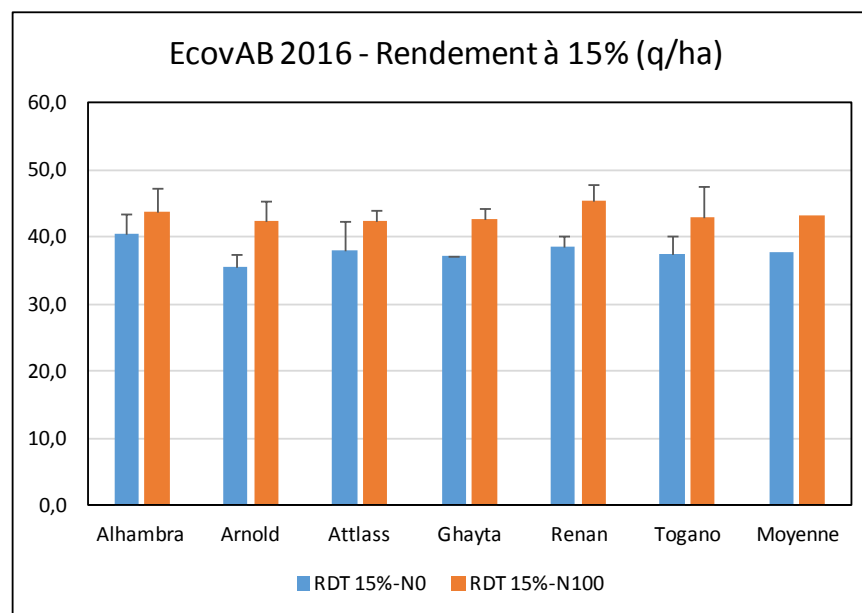
C.R.E.A.B. MIDI-PYRENEES

CENTRE REGIONAL DE RECHERCHE ET D'EXPERIMENTATION EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE MIDI-PYRENEES

Tableau 1 : Composantes du rendement

| Variétés | Plantes/m ² | | | Tallage | | | Epis/m ² | | | Grains/épi | | | Grains/m ² | | | PMG (g) | | |
|------------|------------------------|--------------|--------------|------------|------------|------------|---------------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|----------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| | N0 | N100 | MOY | N0 | N100 | Moy | N0 | N100 | Moy | N0 | N100 | Moy | N0 | N100 | Moy | N0 | N100 | Moy |
| ALHAMBRA | 398,3 | 346,1 | 372,2 | 0,90 | 1,03 | 1,0 | 359,4 | 354,4 | 356,9 | 27,2 | 30,0 | 28,6 | 9770,8 | 10618,9 | 10194,9 | 42,75 | 42,60 | 42,68 |
| ARNOLD | 394,4 | 343,9 | 369,2 | 0,93 | 1,15 | 1,0 | 368,3 | 393,9 | 381,1 | 23,2 | 25,3 | 24,3 | 8548,1 | 9972,7 | 9260,4 | 42,87 | 43,85 | 43,36 |
| ATTLASS | 368,3 | 320,0 | 344,2 | 1,00 | 1,14 | 1,1 | 367,8 | 363,9 | 365,8 | 24,7 | 27,2 | 26,0 | 9100,3 | 9907,5 | 9503,9 | 42,89 | 44,12 | 43,51 |
| GHAYTA | 380,6 | 308,3 | 344,4 | 0,87 | 1,07 | 1,0 | 332,8 | 330,6 | 331,7 | 26,2 | 30,0 | 28,1 | 8706,3 | 9907,3 | 9306,8 | 43,92 | 44,31 | 44,12 |
| RENAN | 431,1 | 372,8 | 401,9 | 0,82 | 0,99 | 0,9 | 356,7 | 370,0 | 363,3 | 23,5 | 26,2 | 24,9 | 8383,0 | 9693,3 | 9038,1 | 47,47 | 48,09 | 47,78 |
| TOGANO | 390,0 | 337,2 | 363,6 | 0,91 | 1,06 | 1,0 | 352,8 | 357,2 | 355,0 | 25,5 | 28,9 | 27,2 | 8981,7 | 10307,0 | 9644,4 | 43,14 | 43,11 | 43,12 |
| Moy | 393,8 | 338,1 | 365,9 | 0,9 | 1,1 | 1,0 | 356,3 | 361,7 | 359,0 | 25,0 | 27,9 | 26,5 | 8915,0 | 10067,8 | 9491,4 | 43,84 | 44,35 | 44,09 |

Graphe n°1 : Rendement des variétés selon la fertilisation apportée



Résultats de la caractérisation des blés en situation de disponibilité en azote contrasté.

Les données issues de l'essai seront traitées statistiquement au moyen d'une analyse de variance à deux facteurs (facteur 1 la fertilisation et facteur 2 la variété) pour un dispositif en split-plot avec un risque $\alpha = 5\%$. Chacune des variétés testées fut mise en place avec 3 répétitions en absence de fertilisation et 3 répétitions avec fertilisation azotée.

1. Composantes du rendement

Les levées furent rapides et régulières sur l'essai, ainsi le taux de perte est faible. Pour des raisons non expliquées, on observe des différences en lien avec la fertilisation (qui pourtant n'avait pas été effectuée à cette date) et avec les variétés : en moyenne la partie non fertilisée a permis d'obtenir 393,8 plantes/m² pour 338,1 sur la partie fertilisée. Au niveau des variétés : Renan atteint le nombre de plante levée le plus élevé, suivi par Alhambra, Arnold et Togano ; Ghayta et Atlass présentent les levées les plus faibles mais tout de même satisfaisante.

Le nombre moyen d'épis/m² est de 358,9, soit une valeur un peu plus faible que la moyenne des plantes levées (365,9), les conditions hydromorphes de janvier et février ont perturbé le tallage et engendré la perte de quelques pieds. Pour cette composante nous n'observons aucune différence significative en lien avec la fertilisation ou les variétés.

Pour la hauteur maximale des blés, nous observons des différences entre variétés mais pas de gain significatif en lien avec la fertilisation. En absence de fertilisation la hauteur moyenne est de 77,2 cm et de 80,0 cm pour la partie fertilisée. Vis-à-vis des variétés, Arnold est la plus haute (93,4 cm) ; suivi par Togano (80,8 cm), viennent ensuite Renan et Alhambra (75,8 cm) ; Atlass et Ghayta sont les plus courtes (72,9 cm).

Pour le nombre de grains/m² produits nous observons des différences en lien avec la fertilisation et les variétés. En moyenne pour les 6 variétés la fertilisation a permis un gain de 1 152,7 grains/m² soit 12,9% de grains/m² en plus, ce qui est conséquent car cette composante reste fortement corrélée avec le rendement final. Au niveau des variétés : Alhambra permet d'obtenir le plus de grains par m² (groupe A avec 10 194,9 grains/m²), Togano et Atlass viennent ensuite (groupes A et B avec 9 574,1 grains/m²) ; Ghayta, Arnold et Renan présentent la valeur la plus faible (groupe B avec 9 201,8 grains/m²).

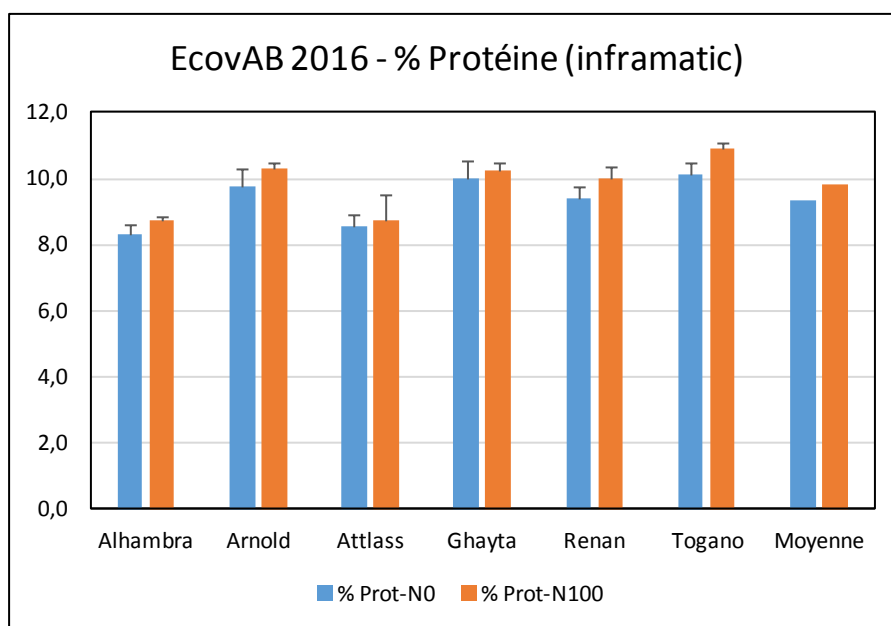
Au niveau des PMG, nous n'observons pas de lien avec la fertilisation, ce qui est habituel, mais des différences entre variétés. Renan est la variété à plus gros grains 47,8 g, toutes les autres variétés ne se distinguent pas les unes des autres pour le PMG.

2. Rendement et qualité

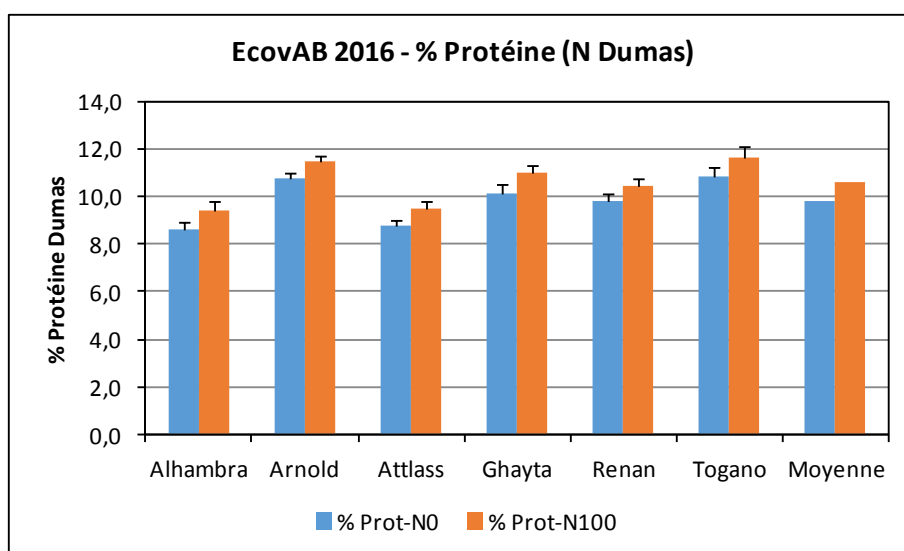
Le rendement moyen de l'essai est de 40,6 q/ha ce qui est assez élevé en AB. L'analyse de variance ne permet pas de distinguer des différences significatives de rendement entre les variétés, mais distingue un effet significatif de la fertilisation de + 5,4 q/ha.

Les différences de rendement entre variétés sont présentées sur le graphe n°1. On constate tout de même qu'Arnold et Renan sont les variétés qui ont le plus augmenté leur rendement en lien avec la fertilisation (respectivement +6,9 et +6,7 q/ha). Ghayta et Togano ont toutes les deux présentées un gain de +5,5 q/ha. Enfin Atlass (+4,5 q/ha) et Alhambra (+3,2) sont celles présentant les gains les plus faibles.

Graphe n°2-1 : % Protéines inframatic des variétés selon la fertilisation apportée



Graphe n°2-2 : % Protéines (N dumas x 5,7) des variétés selon la fertilisation apportée



Au niveau de la teneur en protéine des grains mesurée à l'inframatic (graphe n°2-1), la moyenne générale est de 9,6%. Nous n'observons pas de différence significative en lien avec la fertilisation, le gain moyen est de 0,47%. Toutefois, Atlass présente le gain le plus faible avec +0,20% ; Ghayta suit avec un gain de +0,27%. Alhambra (+0,4%) et Arnold (+0,53%) présentent des gains au niveau de la moyenne de l'essai, est Renan (+0,6) et surtout Togano (+0,8%) présentent les gains les plus conséquents. Toutefois si on étudie la teneur en protéine des grains à partir du dosage de l'azote des grains (teneur en protéine = %N des grain x 5,7) alors les résultats observés sont différents (graphe 2-2). Dans ce cas on observe un effet significatif de la fertilisation sur la teneur en protéine moyenne qui passe de 9,8% en absence de fertilisation à 10,6% avec fertilisation. Le classement des variétés est un peu modifié, Togano et Arnold sortent en tête avec 11,2%, puis Ghayata, Renan, Atlass et Alhambra chacun dans un groupe homogène différent (on a donc une inversion de classement entre Ghayta et Arnold).

Ainsi on observe bien des différences de comportement entre variétés vis-à-vis de leurs réponses à la fertilisation azotée :

- Alhambra et Atlass présentent des gains inférieurs à la moyenne de l'essai aussi bien pour le rendement que pour la teneur en protéines.
- Ghayta présente un gain de rendement proche de la moyenne de l'essai, mais un gain de protéine inférieur
- Togano présente un gain de rendement proche de la moyenne de l'essai, mais un gain de protéine supérieur
- Arnold et Renan présentent des gains de rendement et de teneur en protéine supérieurs à la moyenne de l'essai.

3. Biomasse produite et quantités d'azote absorbées (graphes 3 et 4)

A la récolte, les prélèvements ont permis de mesurer la biomasse des pailles et des grains de chacune des variétés ainsi que les quantités d'azote absorbées. Au niveau de la biomasse des grains, les résultats sont ceux du rendement avec un gain significatif de 458 kg_{MS}/ha en lien avec la fertilisation azotée.

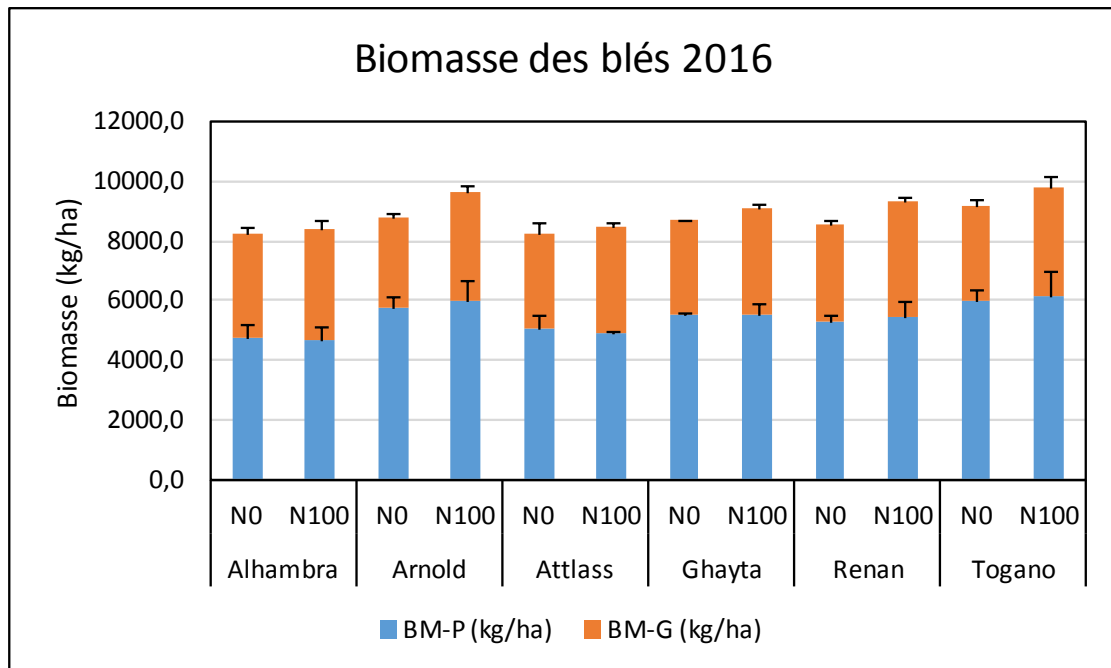
Pour la biomasse des pailles, l'analyse de variance ne distingue pas d'effet de la fertilisation, ce qui rejoint les observations de hauteur. On observe des différences en lien avec les variétés mais avec des groupes homogènes qui se chevauchent.

Pour la biomasse totale produite (paille + grains), nous n'observons pas de différence en lien avec la fertilisation, mais uniquement selon les variétés : Togano et Arnold, variétés les plus hautes présentent une biomasse totale élevée ; Renan et Ghayta une biomasse totale intermédiaire et Atlass et Alhambra les biomasses totales les plus faibles.

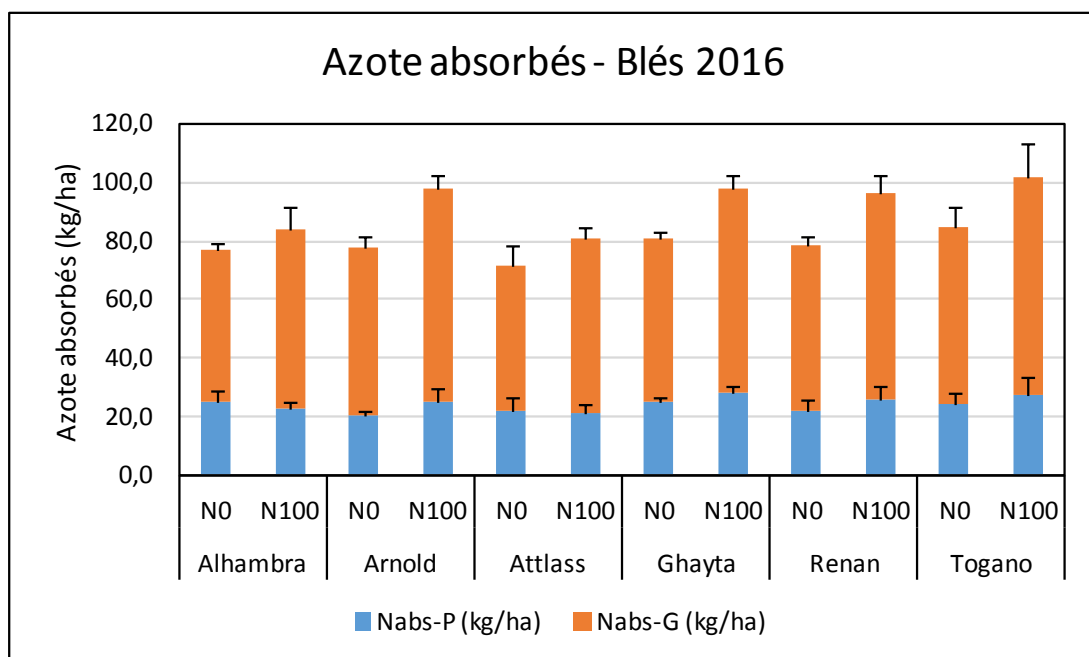
Teneur en azote des grains : pour la teneur en azote des grains, nous observons des différences significatives en lien avec la fertilisation et les variétés. Avec fertilisation la teneur moyenne des grains est de 1,86% pour 1,73% en absence de fertilisation. Au niveau des variétés, togano et Arnold présentent les teneurs les plus élevées (1,96%) ; puis Ghayta avec 1,86% ; Renan 1,78%, Atlass et Alhambra avec 1,60%.

Teneur en azote des pailles : pour cette valeur nous n'observons pas de différence en lien avec la fertilisation, ce qui permet de dire que l'azote contenu dans les feuilles a bien migré vers les grains. Nous observons des différences entre variétés mais avec des groupes homogènes qui se chevauchent.

Graphe n°3 : Biomasse à la récolte



Graphe n°3 : Azote absorbée à la récolte



C.R.E.A.B. MIDI-PYRENEES

CENTRE REGIONAL DE RECHERCHE ET D'EXPERIMENTATION EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE MIDI-PYRENEES

Au niveau des quantités d'azote absorbées : en moyenne sur l'essai les variétés ont absorbé 61,9 kg d'N/ha dans leurs grains. La fertilisation a permis un gain moyen de +12,9 kg/ha d'azote dans les grains. On constate également des différences entre variétés avec deux groupes distincts : un 1^{er} avec Togano, Arnold, Renan et Ghayta avec en moyenne 66,9 kg d'N/ha dans leurs grains, et un 2^{ème} avec Alhambra et Atlass avec en moyenne 55,94 kg d'N/ha dans leurs grains.

Au niveau des quantités d'azote dans les pailles on n'observe aucune différence significative en lien avec la fertilisation ou les variétés. A nouveau ce résultat permet de dire qu'il n'y a pas eu de problèmes de remobilisations de l'azote des tiges vers les grains pour l'ensemble des variétés.

Pour les quantités d'azote dans les parties aériennes (paille + grains) la fertilisation a permis un gain moyen de 14,85 kg d'N/ha dans les parties aériennes. On observe également des différences entre variétés mais à nouveau avec des groupes homogènes qui se chevauchent.

Si on compare la partie fertilisée avec la partie non fertilisée on observe : que Alhambra et Atlass sont les deux variétés qui présentent les plus faibles gains vis-à-vis des quantités d'azote absorbée dans es parties aériennes avec un gain moyen de +8,2 kg d'N/ha et que les autres variétés présentent des gains plus conséquent avec gain moyen + 18,3 kg d'N/ha.

4. Discussion

Et essai permet de voir que les variétés se comportent différemment selon la fertilisation azotée. Certains comme Alhambra et Atlass ont faiblement augmenté leurs quantités totales d'azote absorbées et présentent également de faible gain de rendement et de teneur en protéine. D'autres et malgré une augmentation importante des quantités d'azote absorbées présentent des gains de rendement moyen associés soit à de faibles gain des teneurs en protéine (Ghayta), soit à des forts gains (Togano). Enfin Renan et Arnold qui pourtant présentent des gains totaux d'azote absorbés dans leurs parties aériennes équivalent à Ghayta et Togano présentent des gains conséquents à la fois pour le rendement et pour la teneur en protéine.

Une étude en cours de réalisation par l'ITAB devrait permettre de mieux comprendre le pourquoi de ces différences de comportements, et permettra également d'étudier les interactions génotypes (la variété) avec le milieu.