

# Amélioration génétique de la production de semences du trèfle blanc

D. Pacault, C. Huyghe

INRA, Unité de Génétique et d'Amélioration des Plantes Fourragères, F-86600 Lusignan ; pacault@lusignan.inra.fr

## Introduction

Le trèfle blanc est une légumineuse fourragère très utilisée pour la réalisation de prairies, notamment en association avec des graminées comme le ray-grass anglais. Une progression des surfaces est encore possible en raison de l'évolution de l'élevage et des systèmes fourragers.

On constate depuis longtemps un déficit de l'Union européenne et une dépendance de la France pour la fourniture en semences avec un monopole de quelques variétés lié uniquement aux coûts de production, ce qui revient à une non-utilisation du progrès génétique réalisé pour la production fourragère.

Des progrès ont été réalisés dans la maîtrise de la production de semences par les techniques culturales mais très peu de travaux prennent en compte les aspects génétiques qui sont une deuxième voie d'amélioration.

Le potentiel de productivité grainière, souvent peu pris en compte en sélection, semble pourtant primordial dans un marché basé presque exclusivement sur le coût et la disponibilité des semences. Encore faut-il disposer de critères de sélection efficaces et faciles à mesurer...

## Matériels et méthodes

Les premières expérimentations conduites avaient pour objectif de mieux connaître la variabilité génétique au sein des variétés de trèfle blanc du catalogue français et de rechercher des critères simples de sélection afin d'améliorer la production grainière.

L'hypothèse de départ était que le rendement grainier pouvait être réduit en deux composantes principales et successives au cours du cycle : i) la densité d'inflorescences par unité de surface qui correspond à la mise en place des organes reproducteurs ; ii) le poids de graines de chaque inflorescence, correspondant à la phase de remplissage. Le poids de graines par inflorescence peut lui-même être décomposé en un nombre de gousses par inflorescence, nombre de graines par gousse et poids d'un grain. En raison des compensations possibles entre composantes au cours du cycle, leur analyse séparée, classiquement réalisée, suffit rarement à expliquer les variations finales, d'où l'intérêt d'un niveau qui les regroupe, comme l'inflorescence.

Les cultures porte-graine de trèfle blanc sont des couverts hétérogènes. Chaque variété de trèfle blanc est constituée de plantes génétiquement différentes avec un comportement variable en fonction des conditions de culture et notamment entre plante isolée (cas des "pépinières" de sélection) et couvert dense (essai, production), ce qui a conditionné les expérimentations à mettre en place.

Pour estimer la variabilité génétique intra- et inter-variétale, vingt variétés ont été observées : trois de type "nain", dix "hollandicum", deux "intermédiaire" et cinq "ladino". Elles représentaient une large gamme de variabilité dans l'ensemble des types cultivés en France et en Europe.

Deux dispositifs principaux ont été utilisés pour ces études conduites à l'INRA de Lusignan de 1997 à 2001 :

- Le premier consistait en un essai agronomique de plein champ en blocs à trois répétitions et parcelles de 5 m<sup>2</sup> qui a été conduit en couvert dense comme une production grainière classique afin de comparer les variétés (variabilité "inter") puis les sélections.

- Le second était une pépinière de plantes isolées repiquées tous les mètres et taillées à 70x70 cm. Pour mesurer la variabilité "intra" à l'intérieur même des variétés, chacune des 20 variétés était représentée par 20 plantes elles-mêmes clonées 4 fois. Les observations ont été faites sur 3 années consécutives appelées A0 (année du semis au printemps), A1 et A2.

La sélection divergente sur la densité et le poids de graines des inflorescences a nécessité la réalisation d'expérimentations similaires de 1999 à 2001 complétées par des multiplications de semences en isolements (intercroisements en polycross).

## Résultats

Les résultats obtenus après la première année d'étude ont montré l'intérêt du poids de graines par inflorescence comme critère de sélection possible. C'est en effet ce dernier qui a combiné le plus de variabilité génétique (22 à 99 mg par inflorescence), obtenu la meilleure corrélation avec le rendement grainier ( $r^2=0,87$ ) et la meilleure héritabilité ( $h^2=0,81$ ) en couvert dense et sur plantes isolées. Le nombre de graines par gousse présentait également un intérêt mais il aurait demandé des études plus précises et lourdes sur la fertilité, voire la pollinisation dont il dépend. Comme il est déjà intégré dans le poids de graines par inflorescence, ce critère représente une synthèse qui évite la prise en compte de toutes les composantes du rendement grainier. Il s'est avéré assez facile à mesurer sous réserve d'une bonne méthode d'échantillonnage et de prélèvement. Une simplification de la mesure s'est également avérée possible en mesurant directement le poids des inflorescences (sans battage) puisque celui-ci est fortement corrélé (coefficient de corrélation supérieur à 0,80) avec le poids de graines d'une inflorescence (PACAULT et HUYGHE, 2003).

La solution proposée en sélection pour améliorer le rendement grainier chez le trèfle blanc consiste donc en l'utilisation précoce d'un critère de densité des inflorescences par unité de surface en complément de leur poids. Ce critère a présenté également une importante variabilité et une héritabilité au sens large, proche de celle du poids de graines par inflorescence (0,75 en A1 pour une notation de densité simplifiée de 0 à 5).

### Figure 1 et 2 : Résultats de la sélection divergente sur la densité (DI) et le poids des inflorescences (PI)...

DI+ = sélection sur les 5% meilleures densités et l'inverse pour DI-

PI+ = sélection sur les 5% meilleurs poids de grain par inflorescence et l'inverse pour PI-

Figure 1 : ...en pépinière de plantes isolées (A1, Lusignan)

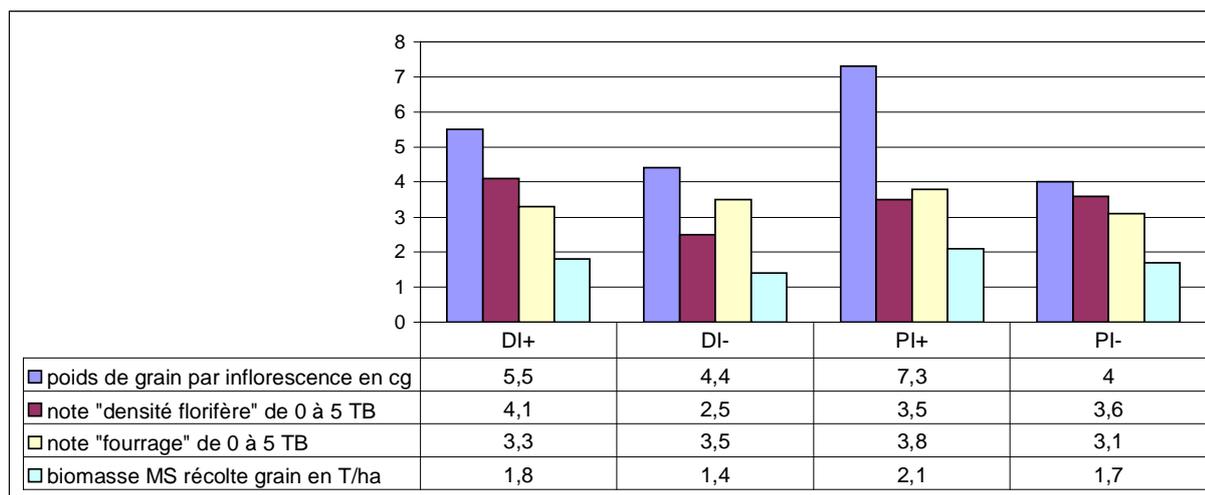
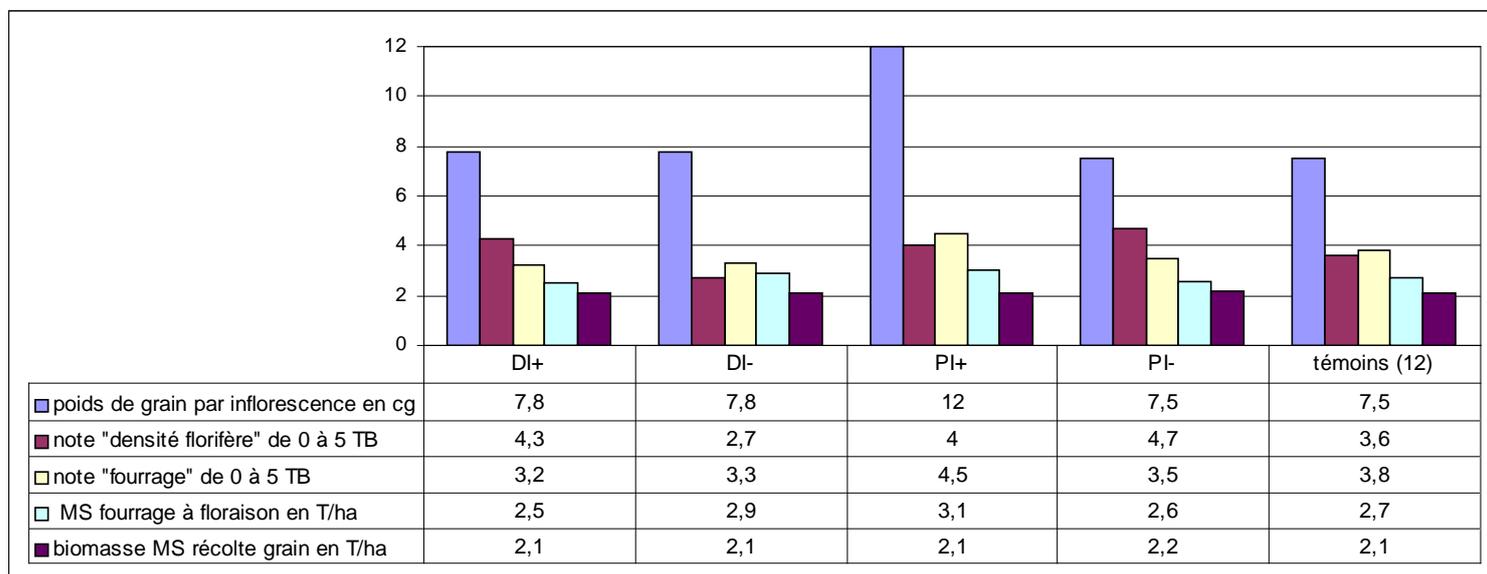


Figure 2 : ...en essai en couvert dense (A1, Lusignan)



Une démarche de sélection divergente sur les deux critères proposés a été initiée à l'intérieur du matériel hollandicum et intermédiaire (qui représente plus de 90% des ventes en France) afin de vérifier leur pertinence.

Les résultats obtenus dès le premier cycle ont montré une réponse rapide à la sélection avec des écarts importants et dans le sens attendu, et ceci en pépinière de plantes isolées (Figure 1) comme en essai en couvert dense (Figure 2). De plus, la sélection pour la productivité grainière ne semblait pas impliquer une dérive négative trop importante pour la production fourragère (Figure 2). L'augmentation de la taille des organes floraux semblait même aller de pair avec celle de la plante entière ce qui, sous réserve de conserver une densité suffisante d'inflorescences, n'est pas incompatible avec une sélection qui tend plutôt vers un type intermédiaire entre hollandicum et ladino ou "giganteum" pour gagner en productivité.

## Discussion

Les mesures de relation entre le "poids des inflorescences" et le "poids de graines des inflorescences" ont fait ressortir l'importance de la partie "non-grain" qui correspond en moyenne à la moitié du poids avec d'importantes variations. Des études sur la proportion de paroi des gousses, par exemple, pourraient s'avérer une autre piste intéressante avec une incidence sur l'évolution de la maturation et la date de récolte, étape clé pour la récolte en grain.

Ces remarques incitent à une certaine prudence pour les conséquences en sélection, mais la similitude de ces résultats avec ceux obtenus sur la luzerne (BOLANOS-AGUILAR *et al.*, 2000) -chez laquelle le poids des inflorescences apparaît également comme un critère déterminant-, ainsi que les études génétiques montrant une hérédité majoritairement additive de ce paramètre, permettent de penser qu'il peut être un critère efficace facilement utilisable en sélection.

On a pu également observer chez le trèfle blanc une forte corrélation entre la biomasse à la récolte et le rendement grainier, ce qui a également été noté chez d'autres légumineuses fourragères comme la luzerne pour laquelle la France est exportatrice de semences avec des progrès en potentiel grainier des variétés.

Un calcul rapide : une bonne densité d'inflorescences (>1 000/m<sup>2</sup>) associée à un poids moyen par inflorescence élevé (supérieur à 100 mg) représente un potentiel de rendement de 10 q/ha en conditions favorables, ce qui laisse une marge de progrès face aux rendements moyens observés de 3 à 4 q/ha.

Sans vouloir tirer de conclusion hâtive sur des résultats obtenus pour un seul cycle de sélection divergente, une sélection basée sur les deux critères proposés semble bien être une piste intéressante. Les sélectionneurs devront rechercher l'obtention du bon équilibre pour aller vers l'idéotype avec une bonne production grainière et fourragère, tout en contrôlant les autres critères synonymes de qualité et d'adaptation...

## Conclusion

Les études réalisées à l'Inra de Lusignan sur la productivité grainière du trèfle blanc ont confirmé la variabilité génétique utilisable en sélection. Les sources de variation étant nombreuses, deux critères de sélection seulement, complémentaires et facilement mesurables ont été proposés. La sélection divergente qui leur a été appliquée est avérée rapidement efficace, ce qui confirme bien leur intérêt et permet d'envisager un progrès génétique pour la production de semences.

## Références bibliographiques

- BOLANOS-AGUILAR E-D., HUYGHE C., JULIER B., ECALLE C. (2000) : « Genetic variation for seed yield and its components in alfalfa (*Medicago sativa* L.) populations », *Agronomie*, 20, 333-345.
- PACAULT D., HUYGHE C (2003) : « Two selection criteria for breeding seed yield in white clover », 15th EUCARPIA Medicago spp. Group Meeting 1-4 September 2003, Brno, Czech Republic.