

**ETUDE DE L'EFFET DU STRESS HYDRIQUE PAR LA METHODE
DE MARQUAGE DES ORGANES FRUCTIFERES DU HARICOT NAIN**

MOUHOUCHE B.

Institut National Agronomique
El-Harrach Alger

Résumé : Sur haricot nain (*Phaseolus vulgaris* L.), nous avons étudié les effets dépressifs de l'intensité croissante du stress hydrique appliqué à 7 phases phénologiques correspondant à la période de reproduction du haricot nain. La particularité de notre méthode consiste à marquer chaque organe fructifère, qui subit un stress donné à une phase phénologique donnée, à l'aide d'une étiquette de sorte que chaque gousse récoltée représente une observation différente de celles ayant subi le même stress mais à une phase phénologique différente. Les résultats obtenus par la méthode de marquage montrent une nette différence avec la méthode classique d'étude du stress à cause de l'inexistence de l'effet de chevauchement des phases phénologiques, et la prise en considération du phénomène d'avortement naturel. Selon le but recherché, l'interprétation des résultats peut se faire par rapport aux organes marqués ou récoltés.
Mots clés : *Phaseolus vulgaris*, stress hydrique

**EFFECT OF WATER STRESS APPLIED AT DIFFERENT PHENOLOGICAL
PHASES ON THE YIELD COMPONENTS OF DWARF BEANS.**

Abstract : We have studied the depressive effects of water stress with increasing intensity applied at seven phenological phases corresponding to the generative period of the dwarf beans. The particularity of our method consists in labelling each fruit-bearing organ which undergoes a stress at a particular phenological phase so that every harvested pod represent an observation which is different from those of the other pods submitted to the same stress but at a different phenological phase. The labelling method of the fruit-bearing organs and the harvesting of the pods at physiological maturity show that the effect of the stress depends on phenological phase at which it is applied, the yield component in question, the importance of the overlapping phenomenon of the phenological phases during the same growth phase and the risk of error caused by the natural abortion phenomenon.

Key words : *Phaseolus vulgaris*, water stress.

INTRODUCTION

Les recherches réalisées sur le stress hydrique et sur son influence sur la production agricole montrent que toute restriction hydrique intervenant durant le cycle de la culture se traduit par une baisse des productions de matière sèche et de grains (WERYET TURC, 1990). Cette baisse est proportionnelle à l'intensité, à la durée et à la fréquence de la restriction hydrique qui perturbe les fonctions vitales de la plante .

La perturbation sera d'autant plus importante que les températures moyennes journalières sont plus élevées. Néanmoins, la sensibilité des différentes espèces est très variable, d'où la notion de variétés et d'espèces plus ou moins résistantes à la sécheresse (CASTONGUAY et MARKHART, 1992 ; JEFFREY et al., 1992).

Les effets déprécifs d'un stress hydrique varient selon le stade de développement auquel il est appliqué (DEUMIER et NEY, 1989 ; MOUHOUCHE et YAHYAOUI, 1991).

Dans le cas du haricot (*Phaseolus vulgaris* L.) qui constitue notre plante test, plusieurs phases phénologiques peuvent se chevaucher durant une même période de développement. De ce fait, les résultats obtenus en cas de stress hydrique durant la phases de reproduction ne représentent en pratique que l'effet moyen subi par les organes fructifères ayant supporté le même stress à des phases phénologiques différentes : une plante au stade floraison peut porter en même temps des boutons floraux, des fleurs épanouies, des gousses nouées. WERY (1990) a clairement expliqué ce phénomène pour la culture du pois chiche.

Dans un souci de plus grande maîtrise de ce phénomène, nous avons décidé depuis 1986 de considérer chaque organe fructifère comme un échantillon élémentaire. Il est traité statistiquement en tant que tel. Chaque organe fructifère est caractérisé par une étiquette qui est conservée jus qu'à sa maturité physiologique, ou son avortement (MOUHOUCHE, 1994). Cette étiquette constitue la carte d'identité de l'organe fructifère, de la future gousse ou de l'organe avorté. Cette méthode nous permet de déterminer avec un maximum de précision la sensibilité de chaque organe repéré pendant les différentes phases phénologiques en évitant tout risquede chevauchement de celles-ci.

Elle permet aussi d'interpréter les résultats non seulement par rapport aux gousses récoltées mais aussi par rapport aux organes fructifères marqués et ayant effectivement subit le stress hydrique.

MATERIEL ET METHODE

1. Conduite de la culture

La plante test (haricot nain, variété Coco de Prague) a été semée au mois de Septembre 1992 et reprise en Mars 1993 dans une serre en verre martelé dotée d'un système d'aération et de cooling. Les plants ont été conduits en conteneurs de grandes dimensions (30 cm de diamètre et 30 cm de hauteur).

Chaque essai est subdivisé en trois sous essais A, B, et C qui doivent respectivement subir trois périodes de stress:

- (A) au stade floraison (phase bouton, fleur épanouie et nouaison).

- (B) au stade d'élongation des gousses (de la nouaison à 50 % de développement de la gousse)

- (C) au stade de remplissage des gousses (de 50 à 100 % de développement de la gousse).

Chacun des trois sous essais devait subir trois niveaux de stress hydriques représentant un tarissement du sol exprimée en (%) par rapport à la réserve utile.

S1 : potentiel de l'eau du sol = - 0,5 bar (RU=100%)

S2 : potentiel de l'eau du sol = - 5,0 bars (RU=60%)

S3 : potentiel de l'eau du sol = - 8,0 bars (RU=20%)

2. Suivi du bilan hydrique

Le stress hydrique est provoqué artificiellement par arrêt complet des irrigations jusqu'au niveau de déficit de sol voulu. Le contrôle du dessèchement du sol se fait à l'aide de pesées quotidiennes. Lorsque le stress est atteint, le substrat est remis à la capacité de rétention 24 heures après le marquage des différentes phases phénologiques correspondant à la fin du stress.

3. Etiquetage (marquage)

A la fin de chaque niveau de stress (traitement), une étiquette est suspendue à chaque organe fructifère indiquant ainsi, toutes les informations relatives aux : numéro du plant, numéro de l'étage fructifère, numéro de l'organe fructifère, la phase phénologique à la date d'étiquetage qui correspond à la fin du stress, la date d'étiquetage, le potentiel de l'eau du sol à la date d'étiquetage.

Cette étiquette sera maintenue jusqu'à la récolte à

maturité physiologique de la gousse ou à la chute de l'organe fructifère marqué.

4. Conduite de l'irrigation

En dehors de la période de stress, tous les plants sont conduits en E T M. Les quantités d'eau d'irrigation sont déterminées à l'aide de 10 conteneurs lysimétriques. Durant la période de stress, les apports d'eau sont arrêtés jusqu'à ce que le taux de tarissement recherché soit atteint. Le contrôle se fait par de simples pesées quotidiennes.

5. Composantes de rendement étudiées

Les paramètres retenus sont les suivants :

- a. Production en nombre de gousses et de graines
- b. Production en poids des gousses et des graines
- c. Qualité physique de la récolte

L'interprétation des résultats est faite par rapport au nombre d'organes marqués et par rapport aux gousses récoltées.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Avant d'entamer l'analyse des effets du stress hydrique, il est utile d'éclaircir trois notions qui sont à l'origine du choix de la méthode d'étiquetage ou de marquage des organes fructifères qui doivent effectivement subir les différents niveaux de stress hydrique (WERY, 1990 ; MOUHOUCHE, 1994).

- La première notion a trait au problème des effets de chevauchement des différentes phases phénologiques qui subissent un stress durant une même phase de développement. Dans la pratique, durant le stress (qui peut durer de quelques heures durant l'été à quelques jours en hiver), le même plant porte des boutons, des fleurs mais aussi des gousses plus ou moins développées selon les variétés. Dans ce cas, l'effet obtenu sera le résultat du stress subi par ces boutons, ces fleurs et ces gousses qui seraient au même moment sur le plant lorsque ce dernier a subi le stress. Ce problème a été clairement posé par WERY (1990), pour la culture du pois chiche. Dans la pratique, le seul

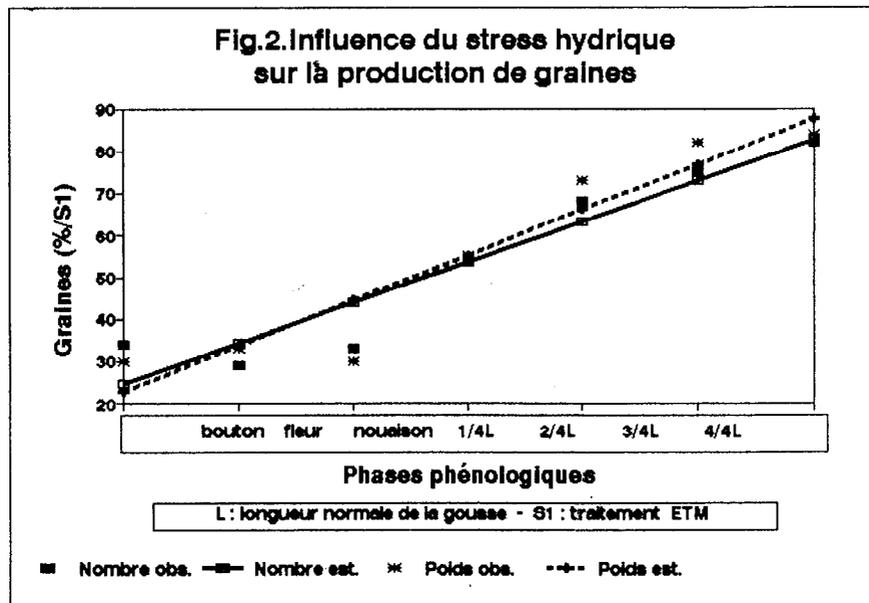
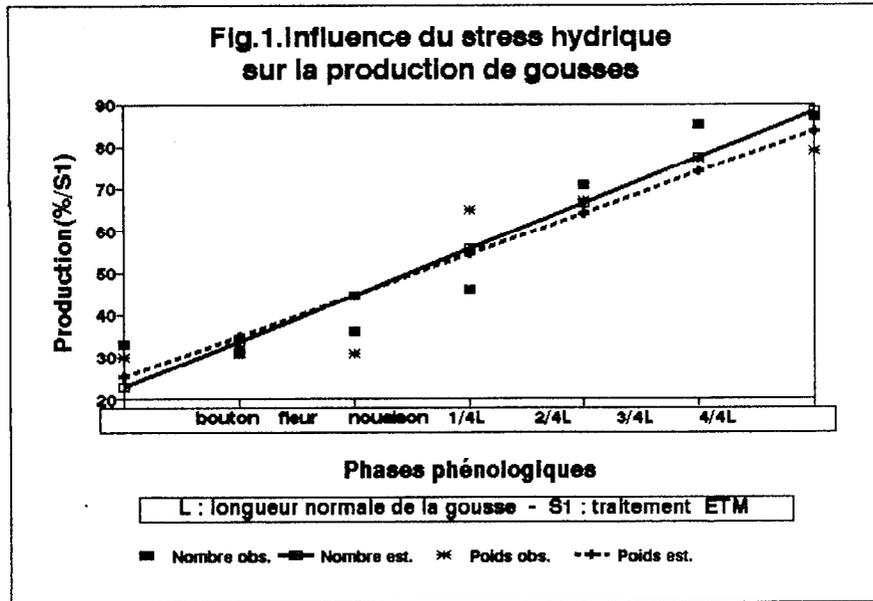
moyen pour différencier l'effet du stress sur les organes fructifères à différentes phases phénologiques serait le marquage au moment du stress de chaque organe à l'aide d'une étiquette qu'il portera jusqu'à la maturation ou l'avortement. Les figures 1 et 2 montrent la différence de sensibilité des phases phénologiques pour une même phase de développement sur la production de gousses et de graines en nombre et en poids.

- La deuxième notion à laquelle il faut prêter beaucoup d'attention concerne le phénomène de l'avortement naturel qui est propre à toutes les espèces végétales et qui constitue une sélection naturelle. S'il n'est pas pris en considération, il risque de fausser tous les calculs relatifs à l'étude des composantes de rendement qui se basent sur le phénomène de chute d'organes fructifères (boutons, fleurs et gousses). En effet, lorsqu'on calcule le taux d'avortement des gousses d'un plant ayant subi un stress durant une période précise, on prendra implicitement en compte une partie des organes fructifères qui avortent naturellement avant, pendant ou après le stress. Le procédé de marquage des organes fructifères permet de bien différencier les avortements naturels de ceux qui sont dus au stress hydrique, d'autant que les organes fructifères prédisposés à avorter naturellement tombent selon un rythme non uniforme durant le cycle végétatif (fig. 3), d'où un risque plus grand de considérer que ce phénomène est homogène durant toute la période de reproduction du haricot. Le tableau I permet de formuler deux remarques sur le phénomène d'avortement :

* La probabilité d'avortement naturel d'un organe fructifère varie de 0% à la phase de remplissage des gousses à 55 % à la phase bouton. Ceci nous permet de faire une tentative de détermination de la phase limite d'avortement des gousses qui correspond à une longueur de 50 % de celles-ci.

* Les phases phénologiques les plus sensibles au stress hydrique intense correspondent à la phase nouaison, début élongation des gousses. Par contre, un stress de faible intensité a moins d'effet sur les phases bouton, corolle épanouie que sur les phases de remplissage des gousses.

- La troisième notion est relative à la base de calcul des variations des composantes de rendement. Traditionnellement, on prend pour base de calcul la production physique du traitement le plus ou le moins avantageé ou par rapport à un témoin naturel. Dans la pratique, cette méthode peut refléter fidelement l'effet du stress lorsque le but recherché concerne la production physique en poids ou en nombre. Si par contre l'étude vise à



quantifier l'effet du stress hydrique sur la qualité de la récolte (nombre de graines par gousse, poids moyen d'une graine ou d'une gousse), la comparaison doit se faire par rapport aux organes fructifères marqués ayant produit les gousses ou les graines en question.

Tableau I. Influence du stress hydrique sur le taux d'avortement des organes fructifères.

| Avortement | Phases d'application du stress | | | | | | |
|-------------------------------|--------------------------------|----|-----|-----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| avortement naturel % | 55 | 53 | 38 | 17 | 05 | 00 | 00 |
| avortement dû au stress | 71 | 69 | 65 | 44 | 25 | 15 | 13 |
| différence due au stress | 16 | 16 | 27 | 27 | 20 | 15 | 13 |
| différence due au stress % /3 | 62 | 59 | 100 | 100 | 74 | 55 | 48 |
| sensibilité décroissante | 4 | 5 | 1 | 1 | 3 | 6 | 7 |

Légende : Phases phénologiques : 1 : bouton ; 2 : fleur épanouie ; 3 : nouaison ; 4 : 1/41 ; 5 : 2/41 ; 6 : 3/41 ; 7 : longueur de la gousse à maturité.

Les figures 4 et 5 montrent pour deux composantes de rendement, la différence qui existe entre ces deux méthodes d'approche. Cette différence est due principalement au fait que dans le rapport nombre de graines/nombre de gousses récoltées, les gousses avortées naturellement ou artificiellement ne sont pas prises en considération (tabl. IIa et IIb).

Les résultats obtenus par DORNBOS et al., (1989), sur soja montrent que le nombre de graines par gousse peut augmenter pour des stress hydriques modérément élevés. Quant au poids moyen d'une graine, il n'est que très peu affecté. Pour le pois; DEUMIER et al., (1990), conclut que le poids moyen d'une graine est inversement proportionnel au nombre de graines récoltées.

Ce tour d'horizon destiné à justifier le mode de suivi de l'effet du stress par étiquetage des organes fructifères nous permet de mieux comprendre les interprétations de nos résultats relatifs à l'influence du stress hydrique sur les

Fig.3. Influence du stress hydrique sur le taux d'avortement

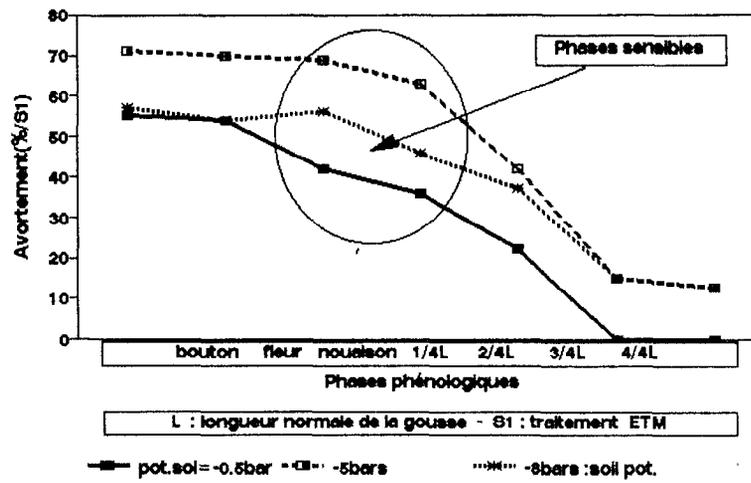
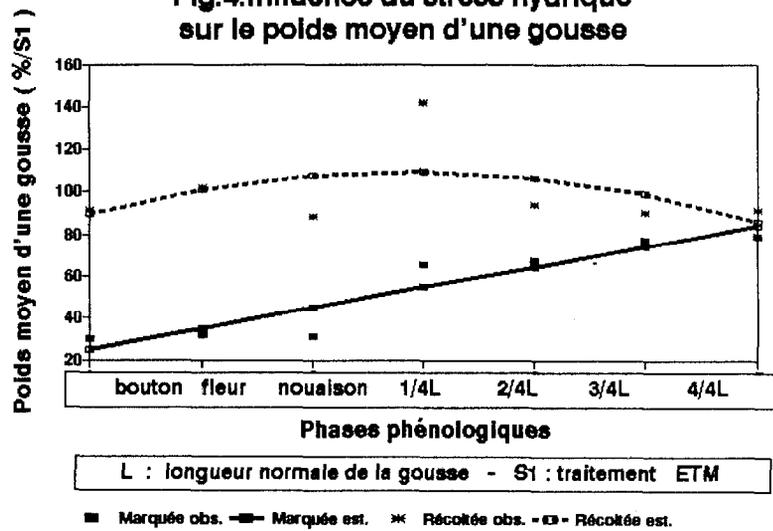
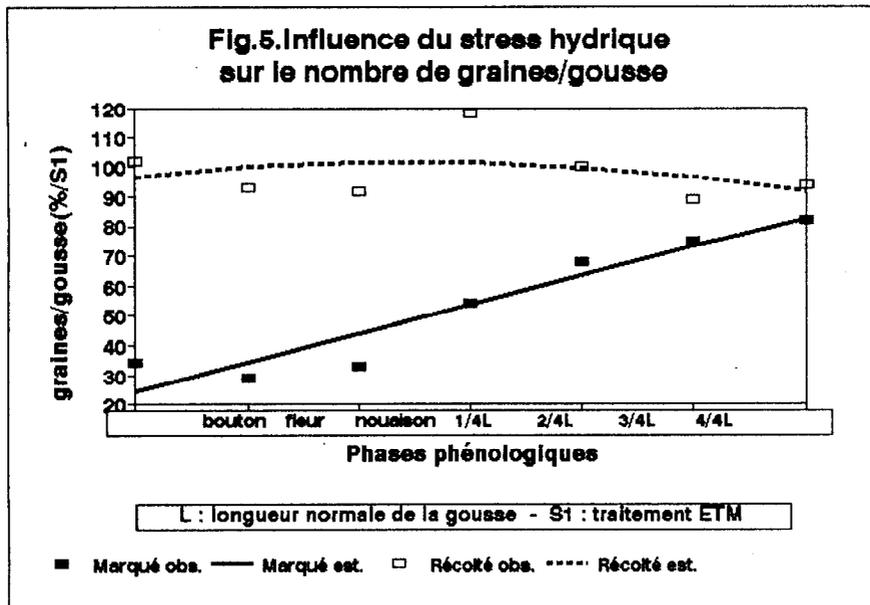


Fig.4. Influence du stress hydrique sur le poids moyen d'une gousse





composantes du rendement du haricot nain.

Dans le souci d'une meilleure facilité d'exploitation, nos résultats sont présentés sous forme de deux tableaux récapitulatifs dans lesquels chaque chiffre représente la production exprimée en % par rapport au traitement non stressé S1 et par rapport à la phase phénologique la moins sensible pour chaque composante de rendement.

Tableau IIa. Résultats par rapport aux organes fructifères marqués (100 organes marqués).

| ----- | | | | | | | | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|
| Phases d'application du stress hydrique | | | | | | | | |
| Composante du rendement | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Moyenne |
| ----- | | | | | | | | |
| NOFM | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| NGOR | 29 | 30 | 31 | 37 | 38 | 85 | 87 | |
| % / phase 7 | 33 | 34 | 36 | 43 | 44 | 98 | 100 | 55 |
| PGOR | 48 | 66 | 60 | 109 | 119 | 218 | 177 | |
| % / phase 6 | 22 | 30 | 27 | 50 | 55 | 100 | 81 | 52 |
| NGRR | 115 | 126 | 114 | 182 | 181 | 346 | 344 | |
| % / phase 6 | 33 | 36 | 33 | 53 | 52 | 100 | 99 | 58 |
| PGRR | 35 | 54 | 46 | 69 | 85 | 178 | 145 | |
| % / phase 6 | 20 | 30 | 26 | 39 | 48 | 100 | 81 | 49 |
| Effet moyen | 27 | 32 | 30 | 46 | 48 | 99 | | |
| ----- | | | | | | | | |

N : nombre ; P : poids ; GO : gousse ; GR : graine ;
M : marqué ; R : récolté ; OF : organe fructifère ;
PMG : poids de 1000 GR ; 1 : bouton ; 2 : fleur
épanouie ; 3 : nouaison ; 4 : 1/4L ; 5 : 2/4L ; L :
longueur moyenne de la gousse à maturité.

Tableau IIb. Résultats par rapport aux gousses marquées (100 gousses récoltées)

| Composante du rendement | Phases d'application du stress hydrique | | | | | | | Moyenne |
|----------------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| NGOR | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| PGOR | 165 | 220 | 193 | 294 | 313 | 256 | 203 | |
| % / phase 5 | 53 | 70 | 62 | 94 | 100 | 82 | 65 | 75 |
| NGRR | 396 | 420 | 368 | 492 | 476 | 407 | 395 | |
| % / phase 4 | 80 | 85 | 75 | 100 | 97 | 83 | 80 | 86 |
| PGRR | 120 | 178 | 147 | 187 | 225 | 209 | 166 | |
| % / phase 5 | 53 | 79 | 65 | 83 | 100 | 93 | 74 | 78 |
| PMG | 303 | 428 | 400 | 380 | 472 | 514 | 421 | |
| % / phase 6 | 59 | 83 | 78 | 74 | 92 | 100 | 82 | 81 |
| Effet moyen % | 61 | 79 | 70 | 88 | 97 | 89 | 75 | |

CONCLUSION

Le suivi par marquage systématique des organes fructifères nous permet de confirmer certaines hypothèses quant au mode de suivi du stress hydrique appliqué à différentes phases phénologiques du haricot.

Ainsi, les résultats obtenus montrent que le facteur avortement doit être étudié en tenant compte de la différence qui existe entre un avortement provoqué par le stress et un avortement naturel. Ce dernier est relativement important. Il peut toucher plus de 50 % des organes fructifères durant les premières phases de la reproduction, alors qu'il n'a pratiquement plus aucun effet durant la période de remplissage des gousses.

La méthode de marquage permet d'éviter aussi les erreurs provoquées par le chevauchement des différentes phases phénologiques. On ne considère plus que l'effet moyen est représentatif de la sensibilité de la phase de développement, alors que celle-ci peut durer plusieurs jours pour les variétés à fructification étalée par temps frais.

Quand les résultats expérimentaux concernent la qualité physique des gousses et des graines, et si les résultats du stress sont interprétés par rapport aux gousses récoltées, l'effet sera très peu marqué, voire même inexistant puisque les gousses et les graines non avortées sont généralement les plus robustes et les plus fertiles. Pour celà, elles sont moins nombreuses mais relativement plus denses.

La mise en évidence de l'effet du stress est meilleure lorsque la comparaison est faite par rapport aux organes fructifères marqués ayant produit les gousses et les graines récoltées.

L'étude de l'influence du stress hydrique sur les composantes du rendement du haricot nain par marquage des organes fructifères nous permet de tirer les conclusions suivantes :

- En ce qui concerne les phases phénologiques, il ressort de l'effet moyen des composantes de rendement que les phases bouton, fleur épanouie et nouaison semblent être les plus sensibles au stress ; cette sensibilité s'atténue au cours du développement des gousses.

- En ce qui concerne les composantes du rendement, l'effet moyen des différentes phases montre que le nombre de gousses est plus sensible lorsqu'il est analysé par rapport aux organes marqués, alors que le poids des gousses est plus important lorsqu'il est interprété par rapport aux gousses récoltées.

Comparé aux autres composantes de rendement, le poids moyen de la graine reste le moins sensible au stress hydrique pendant toutes les phases phénologiques.

Ces résultats sont à confirmer en analysant aussi la qualité nutritionnelle et culinaire des gousses et des graines.

BIBLIOGRAPHIE

CASTONGUAY Y. et ALBERT H.MARKHART III, 1992. Leaf Gas exchange in Water Stressed Common Bean and Tepary Bean. Crop Sci. 32 : pp.980-986.

DEUMIER J.M.et NEY B., 1989. Irrigation du pois de printemps. Atout Pois, ITCF-UNIP ed., pp.123-130.

DEUMIER J.M., BOUTHIER A. et GILLET J.P., 1990. Irrigation du pois. Le point après quatre années de références. Perspectives Agricoles N° 143 : pp.72-81.

DORNBOS D.L., MULLEN R.E.et SHIBLES R.M., 1989.Drought stress effects during seed fill on soybean seed germination and vigor. Crop Sci. 29 : pp.476-480.

MOUHOUCHE B.et YAHYAOUI R., 1991. Influence du stress hydrique sur la production agricole. Cas du haricot nain.El-Ardh N° 8, pp.14-15.

MOUHOUCHE B., 1994. Influence du stress hydrique sur les composantes de rendement du haricot nain. 17° Conf. Rég. Europ.CIID, Varna (Bulgarie) 7p.

WERY J.,1986. La coulure chez les légumineuses. Bulletin semences FNAMS. 98, pp. 29-31.

WERY J.et TURC O., 1990. Les besoins en eau des productions de semences de légumineuses. Bulletin FNAMS Semences N° 111- Printemps 1990

WHITE J.W.et CASTILLO J.A., 1992. Evaluation of Diverse Shoot Genotypes on Selected Root Genotypes of Common Bean under soil water deficits. Crop Sci. 32 : pp.762-766.