

INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE (INA) EL HARRACH – ALGER  
MEMOIRE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME  
DE MAGISTER EN SCIENCES AGRONOMIQUES.  
OPTION : BIODIVERSITE ET BIOTECHNOLOGIES VEGETALES.

***Caractérisation cytogénétique et  
comportement vis-à-vis d'un stress  
hydrique de quelques populations de  
trois espèces de Medicago (M. ciliaris, M.  
intertexta, M.truncatula).***

Présenté par :

**OUAFI Leila.**

Promoteur : M ABDELGUERFI A.MC. INA.

Co promoteur: M MERABET B.A.MC. INA.

11-02-2009

Jury : Présidente : Mme MEKLOCHE L., MC. INA. Examineurs : M MOUHOUCHE B.MC. INA. M SEMIANI M.CR. NRAA.



# Table des matières

Remerciements . . .	4
RESUME : . . .	5
صمخ لملا : . . .	6
Abstract : . . .	7
Liste des abréviations . . .	8
INTRODUCTION . . .	9
PREMIERE PARTIE : MISE AU POINT BIBLIOGRAPHIQUE . . .	11
1.1. PRESENTATION DES LUZERNES ANNUELLES . . .	11
1.1.1. Place des luzernes annuelles dans la classification botanique . . .	11
1.1.2. La luzerne annuelle en Algérie . . .	12
1.2. LES EFFETS DU STRESS HYDRIQUE . . .	12
1.2.1. La contrainte hydrique . . .	12
1.2.2. Effets du stress hydrique sur la physiologie de la plante . . .	14
1.2.3. Mécanismes d'adaptation à la sécheresse . . .	16
1.3. CARACTERISATION CYTOGENETIQUE . . .	18
1.3.1. Dénombrement chromosomique . . .	18
1.3.2. Banding . . .	18
DEUXIEME PARTIE : EXPERIMENTATION. . .	24
2. MATERIEL ET METHODES . . .	24
2.1. MATERIEL VEGETAL ET SITE EXPERIMENTAL . . .	24
2.2. TRAITEMENTS REALISES ET DISPOSITIF . . .	25
2.2.2. Dispositif expérimental . . .	25
2.3. LE BANDING . . .	27
2.4. LES PARAMETRES ETUDIES . . .	29
3. RESULTATS ET DISCUSSION . . .	30
3.1. PARAMETRES BIOMETRIQUES ET PHENOLOGIQUES . . .	30
3.2. ANALYSE MULTIVARIEE . . .	59
3.3. RESULTATS DE L'ETUDE CYTOGENETIQUE . . .	65
Conclusion générale . . .	69
REFERENCES . . .	71
Annexes . . .	76
Annexe N° 1: Tableaux de l'analyse de la variance. . .	76
Annexe II: Tableaux des groupes homogènes (test de NEWMAN et KEULS 5%) . . .	94
Annexe III . . .	111

## **Remerciements**

Mes vifs remerciements s'adressent :

A dieu tout puissant, pour m'avoir donné la force, afin d'accomplir ce modeste travail.

A Mr ABDELGUERFI. A, pour avoir bien voulu encadrer et diriger ce mémoire, pour avoir mis à ma disposition une documentation et des moyens précieux, ainsi que pour ses encouragements.

A Mr MERABET. B, pour avoir mis à ma disposition les moyens nécessaires, et pour avoir contrôlé mon travail afin qu'il soit le plus correct possible.

A Mme MEKLICHE. L, qui a fait l'honneur de présider le jury d'examen.

A Mr SEMIANI. M, pour avoir bien voulu accepter d'examiner ce travail, et pour les moyens et les conseils appréciables apportés.

A Mr MOUHOUCHE. B, pour ses informations et ses conseils très utiles, lors de la réalisation de l'essai. Je le remercie aussi pour avoir accepté d'examiner ce travail.

A Mme et Mr AMIROUCHE du laboratoire de « Génétique écologique » de l'USTHB qui n'ont pas hésité à m'accorder leurs aide et soutien.

A tout le personnel de l'INA de tous les départements.

---

## RESUME :

Ce travail est un essai de déterminer l'effet d'un stress hydrique correspondant à un taux de tarissement de 80% de la réserve utile du sol, sur trois espèces de luzernes annuelles : *Medicago intertexta*, *Medicago ciliaris* et *Medicago truncatula*. Ainsi que l'étude cytogénétique par deux méthodes : le comptage chromosomique et le banding (qui vise à mettre en évidence des structures appelées « bandes » sur les chromosomes mitotiques).

A l'issue de ce travail, nous avons constaté que les paramètres étudiés réagissent différemment les un par rapport aux autres, face à une contrainte hydrique.

Le ralentissement de la croissance persiste pendant la phase après stress pour le paramètre « croissance de la tige principale » chez la majorité des populations. Alors que, la croissance du premier rameau ne manifeste aucune réduction par rapport aux témoins durant cette phase.

Sur le plan phénologique, un stress hydrique momentané durant la phase végétative n'a aucun effet sur la date d'apparition de la première fleur et de la première gousse.

Une augmentation évidente dans la température de surface est constatée chez les plants par rapport aux témoins, l'écart le plus important est notée au 5<sup>ème</sup> jour de stress pour la majorité des populations étudiées.

En ce qui concerne l'étude cytogénétique, nous avons remarqué que les pointes racinaires prélevées entre 9h00 et 10h00 sont celles qui ont donné les plaques métaphasiques les plus claires, L' # bromonaphtalène s'avère être un pré fixateur plus efficace en comparaison avec le froid ainsi qu'avec la combinaison des deux (# bromonaphtalène et froid). La coloration à l'orceine combinée à une durée d'hydrolyse de 7 minutes offre des plaques largement plus visibles avec un très bon contraste par rapport au réactif de schiff combiné à trois durées d'hydrolyse (7, 10 et 15 minutes).

**Mots clés :** Medicago, stress hydrique, banding, caryologie.

## ص خل مل ا :

يهدف عملنا الى دراسة تأثير الجفاف المؤقت على ثلاثة أصناف من Medicago (Medicago intertexta, Medicago ciliaris, Medicago truncatula) و دراسة الاختلافات الجينية عبر طريقة حساب الكروموزومات و الباندين التي هي عبارة عن ابراز خطوط تسمى bandes في الكروموزومات .

و لقد توصلنا في أخر دراستنا أن الجفاف يؤثر بطريقة مختلفة على المقاييس المدروسة . انخفاض في نسبة نمو العمود الاساسي يلاحظ في مرحلة ما بعد الجفاف و هذا من اجل اغلبيية الاصناف النباتية المدروسة .

اما بالنسبة الى العصن الاول فلا نلاحظ أي انخفاض للنمو في هذه المرحلة .

الجفاف المؤقت لا يؤثر ابدا في موعد ضهور اول زهرة و اول ثمرة .

الحرارة تزيد عند إيقاف السقي و اكبر زيادة تلاحظ في اليوم الخامس من الجفاف عند اغلبيية الاصناف المدروسة أما بالنسبة الى نتائج الدراسة السيتوجينية فقد توصلنا الى أن الفترة ما بين التاسعة و العاشرة صباحا هي أفضل فترة لالتقاط النوات الجذرية للنباتة

مادة الفا بروموناتالين هي التي تعطي النتائج الحسنة .

التلوين بواسطة orceine مع 7 دقائق من الهدرجة تعطي نتائج أحسن من استعمال réactif de schiff في فترات مختلفة من الهدرجة ( 7.10 و 15 دقائق )

الكلمات الدلالية :

الجفاف المؤقت ,الباندينغ

## Abstract :

This work consists to determine the effects of the water stress which corresponding to 80% of useful water in the soil, on three species of Medicago : *Medicago intertexta*, *Medicago ciliaris* and *Medicago truncatula*. Also, our work include a cytogenetic study, by two methods: caryology and banding (technic of banding allow to put in evidence a structures in form of bands on mitotics chromosomes).

At the end of our study, we noted that the reaction to water stress is different between the differents parameters.

After stress, the growth of the main stem is slowed for the majority of populations. While, the growth of the first bough is not reduced after stress.

The water stress has not effects on the date of appearance of the first flower and first pod.

Surface temperature increased during stress. At the fifth day the difference of temperature is the most important between stressed plants and witness.

About the cytogenetic study, we concluded that roots tips collected between 9h00 and 10h00 give the most clear metaphasics plates. # bromonaphtalen is more efficient than cold and combination of the two (# bromonaphtalen and cold).

Colouring with orcein handset to 7 minutes of hydrolyse gives more clear plates than reactif of schiff with three length (7, 10 and 15 minutes).

**Key words:** Medicago, water stress, banding, caryology.

## Liste des abréviations

- ANF : Accroissement du nombre de feuilles.
- APF : Apparition de la première fleur.
- APG : Apparition de la première gousse.
- APR : Accroissement du premier rameau.
- ATP : Accroissement de la tige principale.
- CM : Carré moyen.
- CV : Coefficient de variation.
- DDL : Degré de liberté.
- F1 : Facteur 1.
- F2 : Facteur 2.
- INTER F1\*2 : Interaction entre facteur 1 et 2.
- LEN : Longueur de l'entre nœud.
- NJ : Nombre de jours.
- PR : Pas de réduction.
- SDD : Stress Degree-Dey.
- SCE : Somme des carrés des écarts.
- TIR : Température infra rouge.
- VAR : Variabilité

---

# INTRODUCTION

L'agriculture et les écosystèmes sont de plus en plus en concurrence face à des ressources en eau souvent rares. En Algérie, les sécheresses imprévisibles et sévères viennent souvent aggraver la situation de l'agriculture, qui connaît un déficit fourrager énorme, où les animaux sont souvent soumis à des périodes de disettes alimentaires fréquentes (**ABDELGUERFI, 1994**).

Selon **CHEBBI et al. (1995)**, arriver à combler ce déficit dépend en grande partie de la disponibilité d'espèces de meilleure tolérance aux stress. Ainsi, la recherche de plantes plus adaptées à la sécheresse est un enjeu fondamental pour la production agricole dans les prochaines décennies, l'objectif est d'obtenir des plantes capables de produire dans des situations de manque d'eau modérées (**INRA-FR, 2000**).

L'Algérie de par ses étages bioclimatiques recèle une flore fourragère et pastorale précieuse tant par sa quantité que par sa qualité (**REKIKI, 1992**). Cette richesse constitue une base pour le maintien d'une production même dans les zones sujettes à la sécheresse, par l'utilisation de populations résistantes au stress hydrique. Toutefois, la description, la mesure et la caractérisation de ces ressources sont des préalables indispensables à leur exploitation.

Les luzernes annuelles sont des espèces fourragères ayant de grands avantages. Elles entrent aisément dans la rotation avec les céréales du fait de leurs graines dures et assurent l'amélioration de la flore des jachères pâturées (**ABDELGUERFI et ABDELGUERFI-BERREKIA, 1987**).

De ce fait, elles ont bénéficié de multiples travaux sur la caractérisation et l'étude du comportement : [**KORICHI, 1990., YAHIAOUI, 1990., ABOUB, 1991., LAOUAR, 1995., BENDIFFALLAH, 2002**]. Ainsi que sur la tolérance à une contrainte hydrique : [**SIKHENE, 1984., CHERGUI, 1990., OUCHAI, 1990., HADDADJ, 1995., MOHEILLIBI et SANSAL, 1996**].

Dans le cadre de ce travail, nous nous proposons d'étudier l'effet du stress hydrique, correspondant à un taux de tarissement de 80% de la réserve utile en eau du sol (RU), sur le comportement de trois populations de luzerne annuelle : *Medicago intertexta*, *Medicago ciliaris* et *Medicago truncatula*, durant la phase végétative.

Nous avons également effectué un essai de caractérisation des populations précitées. Les diverses méthodes de caractérisation, dont la caractérisation cytogénétique (qui fait l'objet d'une partie de notre travail), constituent une étape importante dans l'étude des effets du stress. En effet, elles permettent la connaissance du matériel végétal qui a subi ou subira la contrainte hydrique.

La cytogénétique est un outil fiable et simple, qui apporte une contribution appréciable aux travaux de caractérisation, par la mise en évidence de polymorphismes chromosomiques.

Le problème lors des études cytogénétique réside dans la difficulté d'obtention de plaques métaphasiques de bonne qualité, permettant une observation aisée des chromosomes. A travers ce travail, nous essayons de déterminer les conditions qui

permettront d'avoir un maximum de plaques métaphasiques (heure de prélèvement des pointes racinaires, meilleurs pré-fixateurs et colorants, durée d'hydrolyse).

Nous aborderons notre travail par une mise au point bibliographique, puis nous présenterons la partie matériel et méthodes et les résultats et discussion ; enfin, nous terminerons par une conclusion générale où seront repris les éléments essentiels avec les perspectives à donner à ce travail.

# PREMIERE PARTIE : MISE AU POINT BIBLIOGRAPHIQUE

## 1.1. PRESENTATION DES LUZERNES ANNUELLES

### 1.1.1. Place des luzernes annuelles dans la classification botanique

---

Le genre *Medicago* appartient à :

- L'ordre des Fabales.
- Super-famille des légumineuses.
- Famille des Fabacées.
- Tribu des trifoliés.

Selon la classification de **HEYN (1963)**, le genre *Medicago* est subdivisé en cinq sections :

- Sect 1 : *Medicago* (Hymenocarpos)
- Sect 2 : *Orbiculares*
- Sect 3 : *Lupularia*.
- Sect 4 : *Falcago*
- Sect 5 : *Spirocarpos*

Selon les règles de nomenclature, on utilise le terme *Medicago* à la place d'*Hymenocarpos* lorsque l'espèce *Medicago radiata* n'est pas incluse dans la classification.

La section *Falcago* réunit exclusivement des espèces pérennes : *Medicago sativa*, *M. falcata*, *M. hemicycla*.

La section *Spirocarpos* comprend 27 espèces annuelles dont celles utilisées dans le système de rotation blé-*Medicago* : *M. truncatula*, *M. polymorpha*, *M. rigidula*, *M. scutellata*, *M. tornata*, *M. littoralis*...

Chaque espèce peut contenir un certain nombre de variétés telle que *Medicago ciliaris* et *Medicago echinus* qui appartiennent à l'espèce *M. intertexta*.

Contrairement aux espèces pérennes, dont la majorité sont tétraploïdes, les espèces annuelles sont exclusivement diploïdes ( $2n=16$ ) à l'exception de deux espèces *Medicago scutellata* et *M. rugosa*.

**OLIVIERI et al. (1991, in PROSPERI et al. , 1993)** distinguent au sein des espèces annuelles du genre *Medicago* plusieurs catégories:

- Des colonisatrices, espèces ubiquistes telles que *Medicago polymorpha* et à un degré moindre *M. truncatula* et *M. orbicularis*. Il faut noter que ces trois espèces ont été parmi celles qui ont été introduites accidentellement en Australie grâce aux gousses épineuses (pour les deux premières) accrochées dans la laine des moutons.
- Des espèces inféodées à des environnements particuliers, telle que *M. aculeata* abondant en Afrique du Nord et en Espagne et plutôt rare ailleurs.

- Enfin, des espèces rares telles que *M. scutellata* autrefois mentionnée abondante dans les vieilles flores. Il semble que la destruction de sa niche écologique (espèce adventice des céréales) avec l'arrivée des désherbants et des labours profonds entraîne sa raréfaction.

## 1.1.2. La luzerne annuelle en Algérie

**ABDELGUERFI et al. (1988)** ont recensé 17 espèces de luzernes annuelles réparties au nord de la zone steppique (tab. 1).

Espèces	% de présence	Altitude	Pluviométrie	pH	Salinité	Texture
<i>M. polymorpha</i>	93	variée	variée	v	variée	variée
<i>M. truncatula</i>	54.5	+fréquente >100m	variée	v	variée	variée
<i>M. orbicularis</i>	53	+fréquente >100m	+fréquente>360mm	b	variée	variée
<i>M. truncatula</i>	42.5	+fréquente >270m	+fréquente >360mm	b	variée	moy à très fine
<i>M. ciliaris</i>	39.5	+fréquente >630m	variée	b-n	forte	fine à très fine
<i>M. minima</i>	24	+fréquente >630m	+fréquente> 680mm	b	faible à moy	moy à grossière
<i>M. intertexta</i>	8	30-800 m	550mm	b-n	variée	fine à très fine
<i>M. murex</i>	7	50-1100m	forte: 700-1100mm	a	faible	variée
<i>M. scutellata</i>	5	150-1100m	350-800mm	b-n	moy à forte	très fine à moy
<i>M. littoralis</i>	4	faible	variée	b	variée	moy à grossière
<i>M. secundiflora</i>	3	moy à élevée	variée	b	variée	moy à fine
<i>M. tornata</i>	3	500-1100m	400-450mm	b	variée	moy à grossière
<i>M. rigidula</i>	1.5	800-1500m	450-800mm	b	variée	moy à fine
<i>M. laciniata</i>	1.5	270-850m	faible	b	faible à moy	moy à grossière
<i>M. rugosa</i>	1.5	850-950m	450-800mm	b	variée	moy à fine
<i>M. soleirolii</i>	1.5	variée	élevée	a-n	variée	moy à grossière
<i>M. arabica</i>	1	élevée	élevée	a-n	variée	grossière

*Tab1 : Distribution des espèces de luzerne annuelles locales sur 202 relevés et leurs adaptations à quelques facteurs du milieu*

(ABDELGUERFI et al., 1988)

v : variable ; a : acide ; b : basique ; b-n : basique à neutre ; a-n : acide à neutre ; moy : moyenne

## 1.2. LES EFFETS DU STRESS HYDRIQUE

La sécheresse est l'un des premiers facteurs intervenant dans la limitation des rendements (**MONNEVEUX et NEMMAR, 1986**). Selon **MEFTI et al. (2001)**, à partir du moment où les besoins en eau de la plante sont supérieurs aux quantités disponibles, une série de modifications morphologiques, physiologiques et biochimiques sont constatées chez cette dernière. **KOTCHI (2004)** a récapitulé tous les phénomènes induits par le stress (Fig. 1).

### 1.2.1. La contrainte hydrique

### 1.2.1.1. Notion de déficit hydrique

Le déficit hydrique est l'état de l'humidité de l'air ou du sol par rapport à l'état de saturation du sol. C'est un phénomène courant durant le cycle de développement des plantes. Il est lié à la réduction de l'humidité du sol et à l'augmentation de la demande évaporative, il se traduit rapidement par une réduction de la croissance de la plante (**REKIKI, 1997**) ; pouvant être temporaire (durant les heures les plus chaudes de la journée) ou permanent (durant une longue période de sécheresse) (**KRAMER, 1959**).

### 1.2.1.2. Notion de sécheresse

La sécheresse est un terme météorologique, elle est généralement définie comme étant une période de pluie insuffisante qui conduit à un stress hydrique (**LEVITT, 1980**). D'après **DERAISSAC (1992)**, il y a sécheresse dès lors que l'eau devient facteur limitant de la croissance et du rendement.

Selon **INRA-FR (2000)**, les déficits hydriques longs (sécheresse) se traduisent par des changements progressifs dans la structure de la plante qui visent à réduire sa surface transpirante (surface foliaire) mais qui induisent également une baisse de sa production.

Selon **price et al. (2002)**, la sécheresse est un phénomène très complexe, car résultant de l'interaction entre précipitation, évapotranspiration, irradiation, propriétés physiques du sol, richesse du sol en nutriments, ainsi que, des interactions de nature biologique telles que maladies, pathogènes et plantes adventices.

### 1.2.1.3. Notion de stress hydrique

Le stress hydrique est défini par **KRAMER (1984)** comme un déséquilibre entre la vitesse d'absorption de l'eau et celle de la transpiration ayant pour origine des températures élevées, une sécheresse, un froid ou une faible aération du sol ; affectant ainsi chaque aspect de la croissance des plantes, modifiant l'anatomie, la morphologie, la physiologie et la biochimie (**KRAMER, 1969**).

En effet, si la phase de stress hydrique est brève, la conséquence est un arrêt momentané de la croissance suite à une réduction de la photosynthèse nette par unité de surface foliaire (**TURNER et BEGG, 1981**). Si cette phase est plus longue, la plante souffre d'une véritable asphyxie, puisque les échanges avec le milieu sont coupés et les fonctions physiologiques inhibées, entraînant un arrêt de croissance et de développement de la plante (**DERAISSAC, 1992**).

Selon **MOUHOUCHE (1991)**, les effets dépressifs du stress hydrique dépendent avant tout de sa durée, de son intensité et du stade de développement auquel il est appliqué.

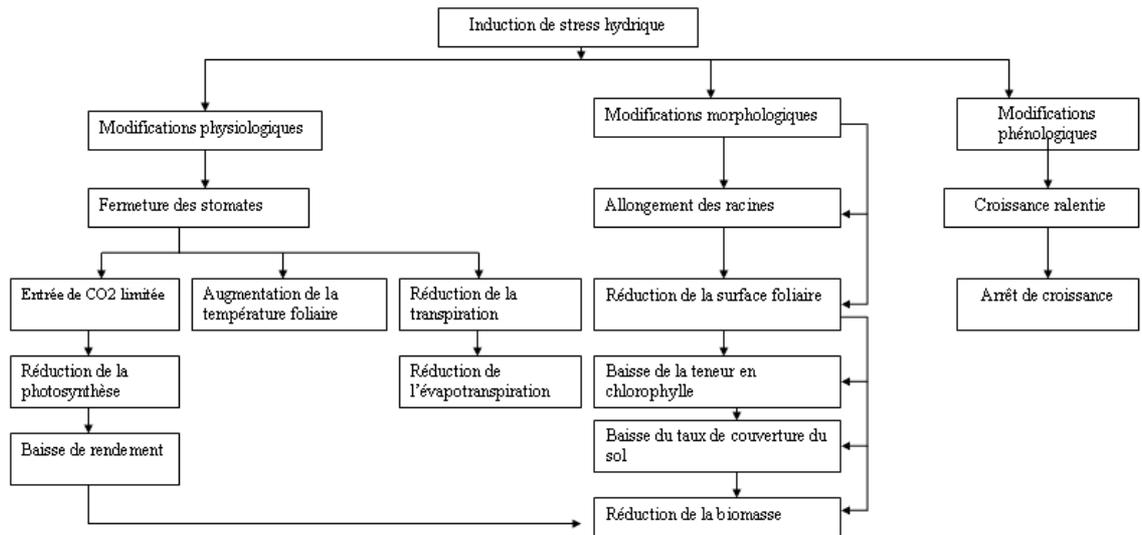


Fig. 1. Influence du stress hydrique sur la morphologie, la physiologie et la phénologie de la plante

(KOTCHI, 2004)

## 1.2.2. Effets du stress hydrique sur la physiologie de la plante

### 1.2.2.1. Effets sur la transpiration

La transpiration est un phénomène qui contrôle le taux d'absorption hydrique et minérale et l'ascension de la sève brute, ainsi que le refroidissement de la plante (HELLER, 1969). Elle est fortement liée au climat, à la teneur en eau du sol et sa salinité (SLAVICH *et al.*, 1998).

La réduction des pertes d'eau par régulation stomatique de la transpiration est un des moyens que possède la plante pour retarder l'installation d'un déficit hydrique intense (BOIS et COUCHAT, 1985).

Selon THOMAS *et al.* (2001), la fermeture des stomates est un moyen utilisé par la plante pour éviter une déshydratation excessive, elle trouve toute son importance durant les stades avancés du stress, lorsque une infime quantité d'eau fait la différence entre la vie ou la mort du végétal.

La fermeture des stomates est déclenchée par un signal chimique racinaire : la molécule signal est une phytohormone « l'acide abscissique » (ABA), synthétisée par les racines soumises à un déficit hydrique et qui est véhiculée jusqu'aux feuilles par la sève brute (INRA-FR, 2000).

Chez la luzerne, un petit dessèchement du sol cause une réduction de la transpiration de 20 à 28% en moyenne (RADEVA et TOPCHIEVA, 1979).

Selon IRIGOYEN *et al.* (1992), le taux du CO<sub>2</sub> échangé et le niveau de transpiration chez la luzerne pérenne, sont dramatiquement inhibés en période de stress.

OUCHAI (1990) a constaté une réduction importante de la transpiration sous l'effet du stress hydrique chez deux espèces de luzerne annuelle : *Medicago rotata* et *M. tornata*.

Cependant, cette réduction de transpiration se fait au détriment de la photosynthèse, car les voies empruntées par les échanges gazeux photosynthétiques et transpiratoires sont les mêmes (**BOIS et COUCHAT, 1985**).

#### 1.2.2.2. Effets sur la photosynthèse

La photosynthèse est un processus complexe au cours duquel les plantes contenant de la chlorophylle synthétisent de la matière organique à partir de gaz carbonique et d'eau (**RICHTER, 1993**).

Sous contrainte hydrique, la photosynthèse est rapidement diminuée et l'influence de cette contrainte peut apparaître à deux niveaux :

Le premier durant lequel le statut hydrique foliaire est progressivement abaissé, en conséquence la photosynthèse est altérée en raison de la fermeture des stomates (effet stomatique) (**SARDA et al. , 1993**). Il y a effet stomatique lorsque la réduction de la photosynthèse résulte d'une diminution de la concentration interne en CO<sub>2</sub> de la feuille alors que la capacité photosynthétique des tissus n'est pas affectée.

Une déshydratation plus sévère des plantes peut toutefois affecter directement des photosystèmes. Il s'agit là d'effets « non stomatique », avec différents sièges possibles d'altération. Selon **SANCHEZ-DIAZ (2001)** les effets non stomatiques sont attribués à la diminution de la capacité photosynthétique du mésophile.

**ANTOLIN et SANCHEZ-DIAZ (1993)** ont constaté la forte implication des facteurs non stomatiques dans le déclin de la photosynthèse chez la luzerne pérenne.

#### 1.2.2.3. Effets sur la croissance

La croissance végétative est sensible à un déficit hydrique. Ce déficit agit sur la croissance globale de la plante par son action sur le métabolisme (**NEMMAR, 1983**) et sur la pression de turgescence qui exerce un effet physique sur le processus d'allongement (**GATE, 1995**). Ainsi, la croissance relative des divers organes se trouve affectée à chaque stade de développement (**NEMMAR, 1983**).

La sécheresse réduit la hauteur et le diamètre des tiges, raccourcit les entrenœuds, réduit le nombre de feuilles et la surface foliaire et augmente le nombre de stomates par unité de surface (**RIDLEY et TODD, 1971**).

**CHEBOUTI (1999)** a constaté un taux de réduction de la longueur du rameau qui a porté la première fleur de 30.8% pour *Medicago aculeata*.

Selon **CHERGUI (1990)**, les hauteurs moyennes finales sont de 60.25 cm et de 39.40 cm pour respectivement pour le régime humide et sec chez la luzerne pérenne (*Medicago sativa*).

Le déficit hydrique provoque un arrêt du développement de l'extrémité apicale. Cet arrêt survient précocement en cas de stress hydrique sévère et limite ainsi le nombre de nœuds reproducteurs chez la luzerne annuelle (**KETTANI, 1991**).

#### 1.2.2.4. Effet sur la température foliaire

En conditions sèches, la fermeture des stomates permet à la plante de limiter ses pertes en eau mais réduit l'entrée du CO<sub>2</sub> dans la feuille. Ceci entraîne une diminution de la photosynthèse, l'énergie lumineuse est alors en excès par rapport aux

capacités du métabolisme (risque de photoinhibition : réduction prolongée de l'efficacité photosynthétique, voire destruction des tissus foliaires par photooxydation)(**INRA-FR, 2000**), et un emprisonnement d'une bonne part de l'énergie destinée à être dissipée par transpiration, ce qui a pour conséquence l'augmentation de la température foliaire. Le stress hydrique a ainsi un effet direct sur la température de la végétation.

Cette augmentation de la température foliaire permet à la télédétection infrarouge thermique d'avoir accès au statut hydrique de la plante. En effet, lorsque la température d'un corps augmente, il émet une radiation sous forme de rayonnement électromagnétique, les capteurs infrarouges thermiques mesurent cette radiation émise dans la bande infrarouge (IR : 0.7 à 100µm) du spectre électromagnétique (**KOTCHI, 2004**).

### **1.2.3. Mécanismes d'adaptation à la sécheresse**

---

Dès qu'un déficit hydrique apparaît, la plante ajuste rapidement et de façon réversible les flux d'eau qui la traversent par la fermeture de ses stomates. Des déficits hydriques plus longs induisent des changements plus irréversibles, notamment de morphologie (réduction des surfaces d'évaporation).

Dans les situations de sécheresse très longues et sévères, cette réduction peut devenir complète, la question alors posée est celle de la survie des organes essentiels (méristèmes, racines) pour assurer une reprise de croissance lorsque les conditions hydriques sont à nouveau favorables (**INRA-FR, 2000**).

L'étude de l'adaptation des plantes à la sécheresse est au carrefour de la physiologie, de l'agronomie et de la génétique (**INRA-FR, 2000**).

**DERAISSAC (1992)** considère trois grands types de réponses à la sécheresse : l'esquive, la tolérance par le maintien d'un potentiel hydrique élevé et l'évitement.

#### **1.2.3.1. Esquive**

Permet à la plante de ne pas subir directement de contraintes hydriques en réalisant son cycle en dehors des périodes sèches.

La floraison et la maturité précoces chez les céréales à paille, cultivées en zone méditerranéenne, constituent des mécanismes d'adaptation qui ont d'ailleurs été largement utilisées par les agriculteurs et les sélectionneurs (**REKIKI, 1997**).

**FISCHER et MAURER (1978)** montrent que chaque jour de précocité supplémentaire conduit à une augmentation moyenne de rendement d'environ 3 q/ha. Ainsi, selon les mêmes auteurs le raccourcissement du cycle d'une variété est l'une des stratégies d'amélioration, qui permettent à la plante de parvenir à la maturité durant une période humide.

#### **1.2.3.2. Evitement ou contournement**

Consiste pour la plante à maintenir un état hydrique interne satisfaisant en présence d'une contrainte hydrique externe. Ceci est obtenu par le maintien d'un potentiel hydrique élevé (**LEVITT, 1980**) ; correspondant à un retard dans la déshydratation, qui résulte de l'augmentation de la vitesse d'absorption ou la diminution de la transpiration.

La première voie fait appel au développement du système racinaire, permettant à la plante d'exploiter l'eau nécessaire à sa croissance dans un plus grand volume de sol (**GAY**

et **BLOC, 1992**). De nombreuses études montrent, que les facteurs de tolérance les plus constants sont la profondeur de l'enracinement et l'importance du système racinaire (**BINH, 1979**).

Ainsi, l'aptitude de la luzerne pérenne à résister à la sécheresse, provient particulièrement de l'extension de son système racinaire capable de descendre à des profondeurs très importantes (**PONTAILLER, 1978 in HADDADJ, 1995**).

Tandis que la seconde voie peut être obtenue par une réduction de la transpiration s'effectuant par la réduction de la surface foliaire (**ARRAUDEAU, 1989**), par la réduction des radiations interceptées (présence de cires) (**BLUM, 1988**), ainsi que par la cuticule et les stomates incomplètement fermés (**BELHASSEN et al. , 1995**).

Selon **NEMMAR (1983)**, le système le plus efficace qui permet la réduction des pertes en eau est sans doute la régulation stomatique.

**OUCHAI (1990)** a constaté, au cours de son essai, l'inefficacité des mécanismes de régulation stomatiques qui réduisent les pertes d'eau chez deux espèces *Medicago rotata* et *M. tornata*. En effet, une augmentation de la transpiration s'opère pour le traitement humide durant les premières heures de la journée entre 9h00 et 11h00 pour finalement atteindre un pallier entre 12h00 et 13h00 puis diminue rapidement jusqu'à 17h00. Tandis qu'en régime sec, la transpiration augmente jusqu'à atteindre un pic entre 13h00 et 14h00 suivi d'une décroissance moins rapide que celle du régime humide. A cet effet, les deux espèces précitées montrent un retard de fermeture stomatique.

### 1.2.3.3. Tolérance

Permet à la plante d'assurer normalement ses fonctions physiologiques, malgré une dégradation de son état hydrique interne consécutif à la sécheresse (**GAY et BLOC, 1992**). En effet, quand l'eau contenue dans le sol diminue sous l'effet de la sécheresse, la plante doit abaisser son potentiel hydrique pour que sa valeur s'ajuste à celle du potentiel hydrique du milieu (**GATE, 1995**).

La tolérance à la déshydratation d'une plante exprime sa capacité à résister à l'abaissement du potentiel hydrique tout en maintenant une activité métabolique grâce à des adaptations de nature physiologique (**RENARD, 1985**).

Parmi les mécanismes physiologiques impliqués dans la tolérance à la déshydratation, l'ajustement osmotique a fait l'objet de très nombreux travaux et est souvent considéré comme un mécanisme jouant un rôle majeur dans la tolérance à la sécheresse (**REKIKI, 1997**).

Selon **GATE (1995)**, l'ajustement du potentiel osmotique résulte de l'accumulation de molécules solubles. Cette accumulation permet le maintien de la turgescence cellulaire et facilite les processus physiologiques et biochimiques de la plante (**MALINOWSKI et BELESKY, 2000**) ; permettant ainsi, de maintenir l'expansion foliaire (**GULIAS et al. , 2000**), indispensable à une bonne assimilation de CO<sub>2</sub> (**SLAVICH et al. , 1998**) .

Les osmolytes dont l'accumulation est responsable de l'ajustement sont des ions minéraux (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> et Cl<sup>-</sup>), des sucres solubles (saccharose, glucose, fructose), des acides organiques (malate, citrate, lactate) et des composés d'azote quaternaire comme la glycine betaine ou la proline (**TURNER et JONES, 1980**).

**MONNEVEUX et NEMMAR (1986)** ont pu établir un classement des variétés de blé dur selon leur teneur en proline et leur résistance à la sécheresse, les accumulations les plus importantes sont connues chez les variétés les plus résistantes.

**BLUM et EBERCON (1976)** notent qu'il existe une relation entre la capacité d'accumulation de la proline et l'aptitude de récupération de la plante à l'issue du déficit hydrique et suggèrent que l'acide aminé sert de source d'énergie lors du retour aux conditions normales. La proline ne semblerait pas jouer un rôle direct dans l'ajustement osmotique, elle serait plutôt un symptôme de souffrance (**KORICHI, 1992**).

Chez la plupart des plantes herbacées, la combinaison des deux modes d'adaptation à la sécheresse (évitement et tolérance) détermine le potentiel de survie en conditions de sécheresse (**MALINOWSKI et BELESKY, 2000**).

## **1.3. CARACTERISATION CYTOGENETIQUE**

Le dénombrement chromosomique et le banding sont deux techniques cytogénétiques assez similaires. En effet, l'obtention de bonnes plaques métaphasiques est la première condition pour une bonne observation des chromosomes que ce soit pour le banding ou pour le comptage des chromosomes.

### **1.3.1. Dénombrement chromosomique**

---

Les chromosomes sont le support de l'information génétique, ils sont constitués d'une molécule d'ADN associée à de nombreuses protéines.

Les chromosomes ne sont visibles que pendant une courte période du cycle cellulaire (métaphase). Toutes les études cytogénétiques visent donc à obtenir un maximum de cellules bloquées à ce stade. Pendant cette période, chaque molécule d'ADN se condense et devient visible au microscope.

C'est en 1924, que fut mise au point la première technique de coloration des chromosomes par FEULGEN et ROSEMBACK, basée sur l'hydrolyse acide des chromosomes métaphasiques et le traitement des groupements aldéhydes, et enfin sur la coloration (Réactif de Schiff, Carmin acétique ou orceine).

Les conditions pour l'obtention de bonnes plaques métaphasiques sont les suivantes :

- Turgescence des racines assurée par une bonne imbibition des graines,
- Longueur des racines à prélever : entre 4 et 5mm jusqu'à 1cm,
- L'heure de prélèvement : où les divisions mitotiques sont les plus intenses, les meilleurs moments se situent entre le matin et l'après midi.

### **1.3.2. Banding**

---

#### **1.3.2.1. Définition**

**ANOUAR BENHADJ (1997)** définit le banding comme l'ensemble des procédés permettant de mettre en évidence des structures appelées « bandes » sur les chromosomes mitotiques.

Le profil de ces bandes est propre à chaque chromosome et typique de certaines zones d'un chromosome.

Les chromosomes métaphasiques sont tellement condensés qu'on arrive à étudier leur morphologie au microscope optique (Fig. 2 et 3), grâce à diverses méthodes de coloration, on observe des profils caractéristiques de striation en bandes chromosomiques alternativement claires et sombres, dus à une fixation préférentielle de colorants ou de substances fluorescentes sur les séquences riches en AT par rapport à celle riches en GC (COOPER, 1999).

Selon GRIFITHS *et al.* (2002), le facteur essentiel responsable de l'alternance des bandes claires et sombres semble être la densité d'empaquetage de la chromatine : les régions sombres sont empaquetées de façon plus étroite avec davantage de tours, ce qui augmente la densité de l'ADN susceptible d'absorber le colorant. Les régions dont la coloration est dense constituent l'**hétérochromatine** et les régions faiblement colorées l'**euchromatine**.

Selon COOPER (1999), l'euchromatine est la part de la chromatine qui reste assez bien décondensée et dispersée dans tout le volume du noyau durant l'interphase. En revanche, l'hétérochromatine conserve un état très condensé durant l'interphase qui ressemble à la chromatine au moment de la mitose. A cet effet, l'hétérochromatine échappe à la transcription et contient des séquences d'ADN hautement répétitives, comme celles qu'on trouve au niveau des centromères et des télomères.

Les emplacements respectifs de l'hétérochromatine et de l'euchromatine le long d'un chromosome sont de bons marqueurs cytogénétiques (GRIFFITHS *et al.* , 2002).

Des procédés particuliers de coloration ont révélé chez un grand nombre d'organismes différents des groupes complexes de bandes chromosomiques, la position et la taille des bandes sont hautement spécifiques.



Fig. 2 : Banding C sur des chromosomes de *Medicago sativa ssp. Falcata* (BAUCHAN *et HOSSAIN*, 1997)

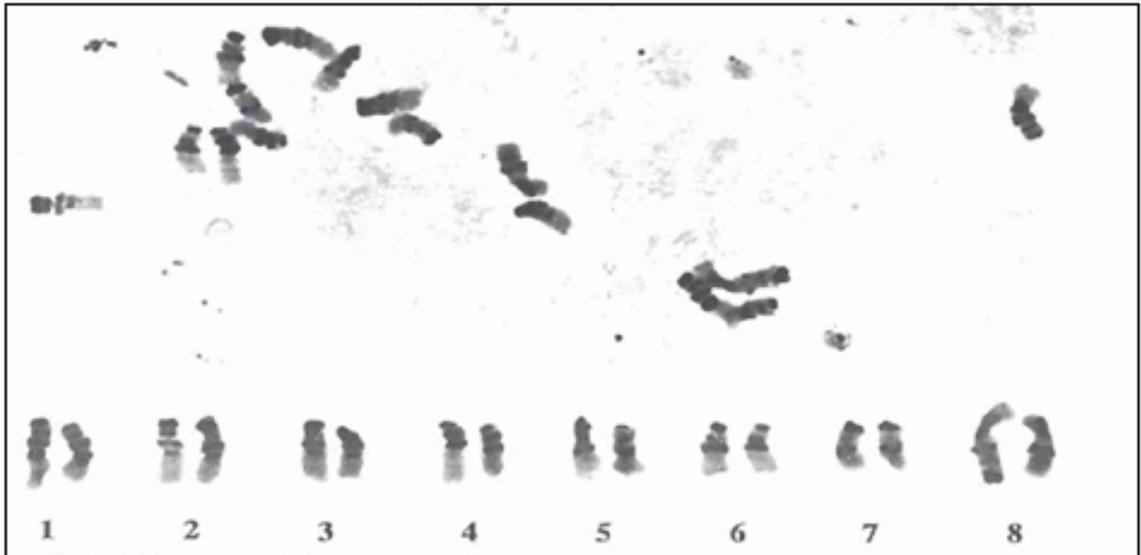


Fig. 3 : *Banding C* sur des chromosomes de *Medicago sativa* ssp. *Cearulea* (BAUCHAN et HOSSAIN, 1997).

### 1.3.2.2. Coloration de l'euchromatine

#### 1.3.2.2.1. Bandes G ou GTL banding « Giemsa/Trypsin/Leishman banding »

Cette technique a été mise en place à la fin des années 1970. Depuis, elle est considérée comme la plus utilisée des méthodes de coloration en raison de sa grande simplicité

Les chromosomes sont traités avec des enzymes protéolytiques (trypsine) ensuite colorés avec une solution de Giemsa (SPURBECK *et al.*, 2004).

Le mécanisme, par lequel le G banding est obtenu, résulte de la structure des chromosomes. En effet, des extractions protéiques différentielles surviennent au moment de la fixation et de la dénaturation (ROONEY et CZPULKOWSKI, 1992).

Selon SPURBECK *et al.* (2004), l'altération des protéines chromosomiques (histones) s'effectue différemment le long de chaque chromosome. Ainsi, les chromosomes vont présenter une alternance de bandes sombres (riches en AT) et claires (riches en CG) dont la topographie reflète la structure chromosomique et ses composants fonctionnels (DUTRILLAUX et COUTURIER, 1981).

#### 1.3.2.2.2. Bandes Q « Quinacrine »

La quinacrine est un dérivé fluorescent s'attachant de façon préférentielle à certaines régions des chromosomes sous l'influence de la composition protéique de ces derniers, par intercalation ou par liaison ionique (ROONEY et CZEPULKOWSKI, 1992).

Les bandes Q apparaissent le long du chromosome comme une alternance de bandes brillantes et ternes avec des intensités différentes (SPURBECK *et al.*, 2004). Elles résultent de l'inégalité de distribution de l'adénine-thymine (AT) et de la guanine-cytosine (GC). Ainsi les bandes brillantes sont celles qui contiennent une grande proportion en AT.

La répartition des bandes Q est semblable à celle des bandes G (DUTRILLAUX et COUTURIER, 1981).

### 1.3.2.2.3. Bandes R « Reverse »

Les chromosomes présentent une alternance de bandes sombres et claires dont la topographie est réciproque à celle des bandes Q ou G (les bandes sombres en R sont celles qui étaient claires en Q et G). Ainsi, les bandes sombres présentent une grande richesse en cytosine guanine.

Le principe du R banding repose sur la dénaturation ménagée des chromosomes (**DUTRILLAUX et COUTURIER, 1981**). En effet, les régions riches en A-T (2 liaisons H) sont plus facilement dénaturées par la chaleur alors que les régions riches en GC (3 liaisons H) restent intactes.

### 1.3.2.2.4. Bandes T « Télomère »

Obtenue par une variante du banding R, cette méthode permet de caractériser certaines bandes particulièrement résistantes à la dénaturation. A cet effet, les chromosomes présentent seulement quelques bandes colorées, situées pour la plupart à leurs extrémités (télomères) (**DUTRILLAUX et COUTURIER, 1981**).

### 1.3.2.3. Coloration de l'hétérochromatine

#### 1.3.2.3.1. Bandes N (Nucleolar Organizing Region Banding)

C'est une coloration des régions porteuses des organisateurs nucléolaires. Les organisateurs nucléolaires contiennent les gènes qui codent l'ARN ribosomal, leurs positions bien définies comme celles des centromères constituent des repères pour l'analyse cytogénétique (**GRIFFITHS et al. , 2002**).

Selon **SPURBECK et al. (2004)**, les bandes N sont visibles sur les satellites des chromosomes acrocentriques.

#### 1.3.2.3.2. Bandes C (Centromères)

La technique de bandes C a été mise au point, pour la première fois sur des chromosomes animaux par **PARDUE et GALL (1970)**.

En ce qui concerne les végétaux, **VOSA et MARCHI (1972)** ont pu obtenir pour la première fois des bandes C sur des chromosomes de *Vicia fabae*.

Les principales étapes de cette technique sont :

- la fixation par l'acide acétique,
- la dénaturation à l'hydroxyde de baryum,
- la renaturation dans une solution saline, et enfin,
- la coloration par une solution de Giemsa et l'observation.

Lors de la dénaturation, les deux filaments de l'ADN chromosomique se dissocient par rupture des liaisons hydrogènes labiles les reliant par leur bases, ce sont les deux liaisons AT qui se rompent les premières sous l'effet de l'agent dénaturant, si la dénaturation se prolonge, les trois liaisons GC cèdent à leurs tour.

La renaturation fait intervenir les propriétés physico-chimiques de l'ADN. Les zones chromosomiques constituées d'ADN répétitif (qui est riche en bases AT et localisé dans l'hétérochromatine) se réassocient en premier (**GUEDDADA et CHIHAT, 1996**).

Au moment de l'observation, les chromatides sont uniformément pâles, seules les régions centromériques apparaissent fortement colorées. Ainsi que, les constriction secondaires et la partie distale du bras long du chromosome Y (**DUTRILLAUX et COUTURIER, 1981**).

#### **1.3.2.4. Travaux sur le genre *Medicago***

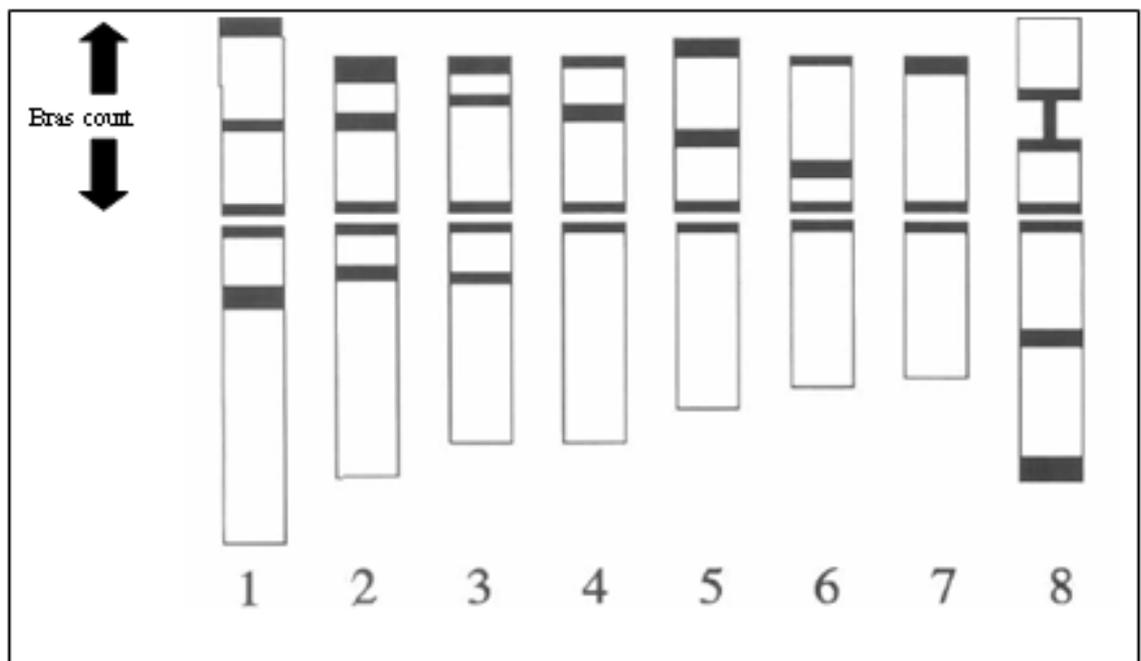
De nombreuses études cytogénétiques ont été réalisées sur les chromosomes somatiques de :

- La luzerne pérenne tétraploïde : AGAWAL et GUPTA (1983), FALISTOCCO (1987), SCHLARBAUM *et al.* (1988), FALISTOCCO *et al.* (1995).
- La luzerne pérenne diploïde : MASSOUD *et al.* (1991), BAUCHAN et HOSSAIN (1997), les résultats de l'étude de BAUCHAN et HOSSAIN (1997) seront développés ultérieurement.
- La luzerne annuelle : MARIANI et FALISTOCCO (1990) sur *Medicago lesinsii* et *M. murex*, FALISTOCCO et FALCINELLI (1993) sur *M. noeana* Boiss, MARIANI et FALISTOCCO (1991) sur *M. rugosa* et *M. scutellata*.

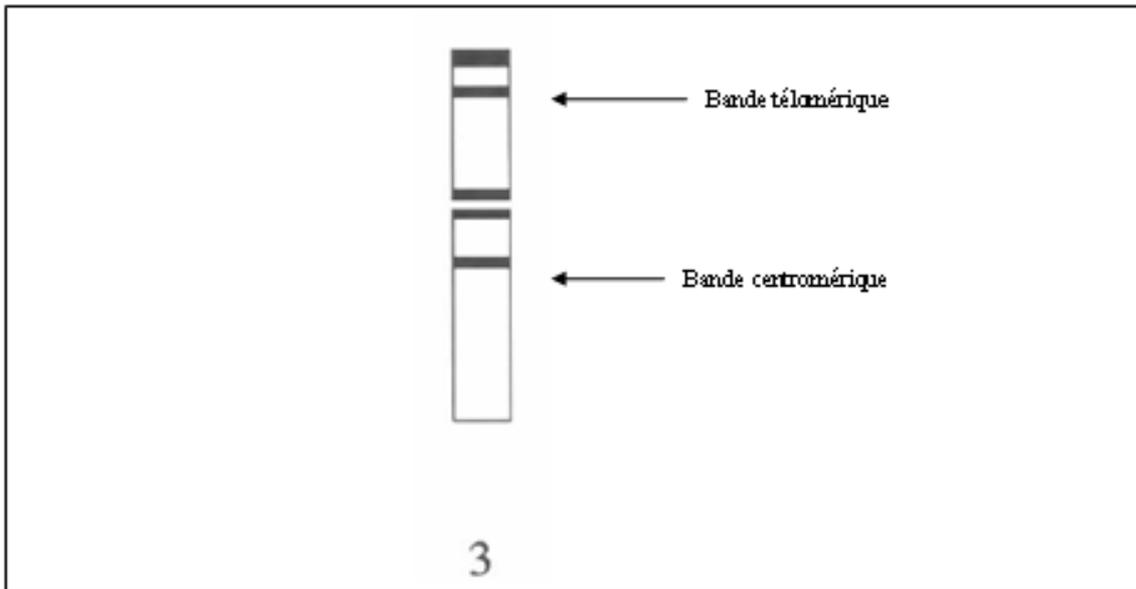
Cependant, les informations apportées restent insuffisantes pour la réalisation du caryotypes des espèces de luzernes annuelles. En effet, seules des bandes centromériques ont pu être obtenues sur les chromosomes.

Les résultats obtenus par **BAUCHAN et HOSSAIN (1997)** (illustrés dans les figures 4 et 5) ont mis en évidence un polymorphisme entre deux sous espèces de luzerne pérenne : *Medicago sativa* ssp. *falcata* et *Medicago sativa* ssp. *caerulea*.

Chez *Medicago sativa* ssp. *falcata*, les bandes C sont principalement visibles au niveau des régions centromériques. Alors que pour *Medicago sativa* ssp. *caerulea*, tous les chromosomes possèdent des bandes télomériques en plus des bandes centromériques sur leurs bras courts.



*Fig. 4 : Idiogramme des bandes C des chromosomes de Medicago sativa ssp. Cearulea (BAUCHAN et HOSSAIN, 1997).*



*Fig. 5 : Position des bandes chez le troisième chromosome de Medicago sativa ssp. Cearulea (BAUCHAN et HOSSAIN, 1997).*

# DEUXIEME PARTIE : EXPERIMENTATION.

## 2. MATERIEL ET METHODES

### 2.1. MATERIEL VEGETAL ET SITE EXPERIMENTAL

---

#### 2.1.1. Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué de trois espèces représentées par les huit populations suivantes :

- *Medicago intertexta* avec deux populations :
  - *M. intertexta* 107 (I107).
  - *M. intertexta* 253 (I253).
- *Medicago ciliaris* avec deux populations :
  - *M. ciliaris* 2 (C2).
  - *M. ciliaris* 204 (C204).
- *Medicago truncatula* avec quatre populations :
  - *M. truncatula* 27 (tr27).
  - *M. truncatula* 55 (tr55).
  - *M. truncatula* 201 (tr201).
  - *M. truncatula* 221 (tr221).

#### 2.1.2. Site expérimental

##### 2.1.2.1. Localisation

Notre expérimentation a eu lieu au niveau du Centre de Recherche de Phytotechnie (CRP) appartenant à l'Institut National de Recherche Agronomique (INRAA), situé à MEHDI Boualem de Baraki - Alger.

La station de MEHDI Boualem est située dans la plaine sub-littorale de la Mitidja, d'une superficie de 23 ha, les coordonnées de la station sont :

- Altitude : 19m.
- Latitude : 36° 48' Nord.
- Longitude : 3° 06' Est.

##### 2.1.2.2. Climat

Notre essai a été mené sous serre.

Les caractéristiques climatiques essentielles de la période d'essais sont mentionnées dans le tableau suivant.

**Tab. 2 : Conditions climatiques (moyennes) du lieu l'essai.**

	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
Température serre °C		20.00	21.00	27.00	27.00	
Température °C	13.50	15.70	17.20	22.60	25.10	27.70
Humidité %	68.90	60.00	67.00	63.00	62.00	57.00

Source : INRAA

## 2.2. TRAITEMENTS REALISES ET DISPOSITIF

### 2.2.1. Date de mise en pot

Le semis est réalisé, le 04 Mars 2004, dans des pots en plastique de 22 cm de diamètre (environ 5 kg) contenant de la terre apportée directement du champ de l'INRAA.

Dans chaque pot nous avons semé quatre graines afin d'assurer le maximum de levée. Le démariage s'effectue quelques jours après la levée en choisissant les meilleurs sujets.

### 2.2.2. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental utilisé est le split-plot avec deux facteurs de variation :

- Facteur 1 : traitement hydrique représenté par deux niveaux.
  - Niveau 1 : traitement stressé.
  - Niveau 2 : traitement non stressé.
- Facteur 2 : population avec 8 niveaux.
  - Niveau 1 : I107
  - Niveau 2 : I253
  - Niveau 3 : C2
  - Niveau 4 : C204
  - Niveau 5 : tr55
  - Niveau 6 : tr 27
  - Niveau 7 : tr221
  - Niveau 8 : tr201

Notre essai comporte 384 plants de luzernes repartis sur 4 blocs, chaque bloc comporte les deux traitements (stressé et non stressé). Le facteur population se trouve en sous bloc (avec huit populations).

Ainsi, nous avons donc 48 plants par population (24 plants par population et par traitement).

### 2.2.3. Conduite de l'essai

L'état du substrat est maintenu à l'ETM à l'exception de la période de stress où l'apport de l'eau est totalement interrompu pour les plants stressés. La détermination des besoins en eau des plantes se fait par la méthode des bilans hydriques entre les quantités d'irrigation et celles de drainage en utilisant des pots lysimétriques qui subissent les mêmes conditions que ceux de l'essai.

$$ETM = I - D$$

ETM : évapotranspiration maximale

I : quantité d'eau apportée (ml).

D : quantité d'eau drainée (ml).

#### **2.2.4. Règle de décision de l'irrigation**

Le stress est appliqué à la phase végétative, dès que le développement des plants leurs permet de résister à une telle contrainte (voir annexe photos).

Le stress est obtenu par l'arrêt total des irrigations, et le maintien de l'humidité du sol à un taux de tarissement inférieur ou égal à 80% de sa réserve en eau (RU).

Le contrôle et le suivi de l'humidité du sol sont réalisés par des pesées quotidiennes des pots. Le poids va en diminuant jusqu'à atteindre le seuil recherché (poids final « Pf »), à ce moment précis le stress est interrompu. Le poids final est déterminé grâce à la formule obtenue par MOUHOUCHE (2001).

$$\mathbf{Pf = Pi - 0.80 RU \dots \dots \dots (1)}$$

Pf : Poids final du pot à la fin du stress.

Pi : Poids initial du pot à la capacité de rétention (g).

RU : Réserve utile du sol (g / g du sol sec), elle représente 50% de l'eau totale retenue à la capacité de rétention.

$$\mathbf{RU = 0.50 \times Cr \dots \dots \dots (2)}$$

Cr : Poids de l'eau du pot à la capacité de rétention (g / g du sol sec).

Il est égal à 21.60%, soit 0.216g/g du sol sec.

$$C_r = 0.216 P_s \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{De (2) et (3)} \quad R_U = 0.50 \times 0.216 P_s \dots\dots\dots (4)$$

P<sub>s</sub> : Poids du sol sec du pot (g).

$$P_i = P_s + C_r$$

$$P_i = P_s + 0.216 P_s = 1.216 P_s$$

$$\text{Donc : } P_s = P_i / 1.216 \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{De (4) et (5)} \quad R_U = 0.50 \times 0.216 \times (P_i / 1.216)$$

$$R_U = 0.088 P_i \dots\dots\dots (6)$$

$$\text{De (1) et (6) : } P_f = P_i - 0.80 (0.088 P_i)$$

$$P_f = 0.93 P_i$$

Le stress est déclenché au 49<sup>ème</sup> jour après levée, et interrompu au 60<sup>ème</sup> jour après levée pour la population C204, et au 63<sup>ème</sup> jour après levée pour les autres populations.

## 2.3. LE BANDING

### 2.3.1. But de l'essai

Plusieurs travaux de caractérisation ont été réalisés sur les espèces de luzernes annuelles et cela pour différents aspects : comportement, morphologie, phénologie et caryologie.

Cependant, comme nous l'avons déjà mentionné précédemment (bibliographie) les travaux de caractérisation cytogénétiques par la méthode du banding réalisés sur les luzernes annuelles sont insuffisants. Seuls quelques espèces ont fait l'objet d'études. Pourtant, la réalisation de modèles de caryotypes pour chaque espèce est une méthode, très fiable pour les études de caractérisation.

### 2.3.2. Lieu de manipulation

Une grande partie du travail a eu lieu au niveau du laboratoire de génétique écologique, à l'USTHB (Université des Sciences et Technologies Houari Boumedienne)- Beb ezzouar. L'autre partie s'est déroulée au laboratoire de phytotechnie (INA).

### 2.3.3. Matériel végétal

Les graines utilisées sont issues du premier essai sur le stress hydrique.

### 2.3.4. Méthode de travail

#### 2.3.4.1. Dénombrement chromosomique

Avant d'entamer le banding, nous avons préféré commencer par la technique du dénombrement chromosomique afin de déterminer les moments de fixation et les longueurs des pointes racinaires qui permettent d'obtenir les meilleures plaques métaphasiques.

Nous avons pour cela suivi les étapes suivantes :

- Préparation des pointes racinaires :

Les graines sont scarifiées et mises à germer sur du papier imbibé d'eau distillée dans des boîtes de pétri à température ambiante. Les pointes racinaires sont obtenues au bout de 2 à 3 jours. Les extrémités racinaires sont le siège de divisions mitotiques intenses. Les études caryologiques sont donc aisément pratiquées au niveau de cette zone méristématique.

- Préfixation :

Cette étape est très importante car elle sert à bloquer les divisions mitotiques au stade métaphase, contracter les chromosomes et inactiver le fuseau achromatique bloquant ainsi les migrations vers les pôles des chromosomes.

Les substances les plus utilisées sont : la colchicine, l'oxyquinoleine, l' $\alpha$  bromonaphtaleine, l' $\alpha$  mono-bromonaphtaleine ainsi que le froid.

Pour notre part, nous avons utilisé l' $\alpha$  bromonaphtaleine pendant une durée d'une heure à une heure et demi, le froid (bain glacé pendant 24h) et la combinaison des deux.

- Rinçage à l'eau distillée.

**Fixation** : cette étape vise à geler l'évolution des chromosomes, et conserver leurs intégrité structurale. Elle s'effectue dans l'éthanol acétique ou dans une solution de Carnoy pendant 24h.

**Conservation** : l'éthanol représente un très bon agent de conservation.

**Hydrolyse** : elle permet de libérer les groupements aldéhydes de l'ADN où ira se fixer le colorant. De plus, elle permet le ramollissement des tissus facilitant ainsi l'écrasement. Elle s'effectue dans de l'HCl 1N à une température de 60°C pendant une durée de 7, 10 et 15 minutes.

- Rinçage à l'eau distillée.

**Coloration** : il existe divers techniques de coloration : feulgen, carmin acétique, orceine.

Nous avons utilisé deux colorants le réactif de Schiff et l'orceine (voir annexe IV).

**Observation** : après rinçage à l'eau distillée pendant environ 10 à 15 minutes pour favoriser le contraste des chromosomes par rapport au reste de la cellule, l'extrémité racinaire est prélevée, et écrasé entre lame et lamelle sous une goutte de carmin acétique de Belling à 1% ou d'acide acétique, et observé grâce à un microscope optique.

Les meilleures plaques métaphasiques sont photographiées, elles peuvent être conservées grâce à diverses méthodes (telle que Depex).

### **2.3.4.2. Le C-banding**

Le protocole expérimental utilisé est celui développé par **BAUCHAN et HAUSSAIN (1997)**.

La préparation des pointes racinaires et la préfixation se font de la même manière que pour le dénombrement chromosomique. Par la suite, une seule pointe racinaire est mise dans une goutte d'acide acétique à 45% sur une lame pendant 2 à 3 minutes.

La pointe racinaire est ensuite disséquée sous microscope à l'aide d'une aiguille.

Les cellules seront mises dans une goutte d'acide acétique et délicatement chauffées et écrasées avec une lamelle (nous remarquons qu'après chauffage les pointes racinaires sont d'une extrême mollesse facilitant ainsi l'écrasement).

La lame est mise dans le congélateur (l'azote liquide n'étant pas disponible), la lamelle est ensuite enlevée d'un coup de lame de rasoir.

**Déshydratation** : elle s'effectue sur une plaque chauffante à une température de 55°-60°c pendant 10-12 minutes.

**Dénaturation** : c'est un traitement à l'hydroxide de baryum à 6% pendant 5.5 minutes à température ambiante.

- Rinçage à l'eau distillée.

**Renaturation** : les lames seront mises dans du citrate salin (0.3M NaCl + 0.03M citrate trisodique) à une température de 60°c pendant 20 minutes.

- Rinçage à l'eau distillée.

**Coloration** : dans une solution de giemsa 7.3 % dans un tampon phosphate (1M NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) à pH 6.8 pendant 30 minutes.

- Rinçage à l'eau distillée.

**Séchage** : Sécher à l'aide d'un séchoir pendant 2 minutes.

## 2.4. LES PARAMETRES ETUDIÉS

---

### Les paramètres biométriques :

- Accroissement de la tige orthotrope « principale » (pendant et après le stress), sur trois plants par population et par traitement.
- Accroissement du premier rameau apparu (pendant et après le stress), sur trois plants par population et par traitement.
- Accroissement du nombre de feuilles sur le premier rameau apparu (pendant et après le stress), sur trois plants par population et par traitement.
- Longueur du dernier entre nœud (pendant et après stress), sur trois par population et par traitement.
- Date d'apparition de la première fleur, sur la totalité des plants (six plants par population et par traitement).
- Date d'apparition de la première gousse, sur la totalité des plants (six plants par population et par traitement).
- Température infra rouge de surface : elle est effectuée au midi solaire sur la totalité des plants, pendant la période de stress.
- Stress Degree-Day (SDD).

Le SDD repose sur la différence entre la température du couvert et la température de l'air (**IDSO et al , 1977**). Le SDD mesure la différence cumulative entre les deux températures (couvert végétal et air).

Une étude effectuée sur le blé en Arizona a montré, que lorsque la valeur du SDD devient positive, cela entraîne une perte de rendement(**IDSO et al , 1977**).

$$SDD = \sum_{i=1}^n (T_c - T_a)i$$

T<sub>c</sub> : température du couvert.

T<sub>a</sub> : température de l'air.

N : jours.

- Les paramètres cytogénétiques :
  - Observation des plaques métaphasiques obtenues par la méthode du dénombrement chromosomique.
  - Observation des plaques métaphasiques obtenues par le protocole du C-banding.

## 3. RESULTATS ET DISCUSSION

### 3.1. PARAMETRES BIOMETRIQUES ET PHENOLOGIQUES

---

#### 3.1.1. Accroissement de la tige principale

##### 3.1.1.1. Evolution de la croissance

###### 3.1.1.1.1. *Medicago intertexta*

###### a. Population I107

- Pendant le stress :

Le stress hydrique influence négativement la croissance de la tige principale chez la population I107 en ralentissant nettement la vitesse de croissance, pouvant même aller jusqu'à l'arrêt total de croissance durant une période (à partir du 5<sup>ème</sup> jour jusqu'à la fin du stress). A cet effet, les plants du régime hydrique stressant qui présentaient la moyenne de longueur la plus importante avant stress, se trouvent à la fin de l'essai (après période de stress) déficitaires de 1.20cm par rapport aux plants n'ayant subi aucun stress (Fig. 6).

La vitesse moyenne de croissance enregistrée n'est que de 0.015 cm/j pour le traitement stressé, avec un taux de réduction de 90.90% (Tab. 4). Contre une valeur moyenne de 0.22 cm/j pour les plants maintenus à l'ETM.

- Après le stress :

L'interruption de stress par un apport hydrique provoque chez les plants stressés une reprise rapide de croissance de la tige principale. En effet, nous enregistrons une valeur moyenne de 0.26cm/j pour les plants stressés contre 0.27 cm/j pour les plants normalement irrigués.

En revanche, il s'avère que la contrainte hydrique provoque une stagnation de croissance plus ou moins longue même après stress (pour le cas de la population I107 la durée est de 7 jours consécutifs sans aucune évolution).

Les longueurs moyennes obtenues entre le début du stress et la fin de l'essai sont de 11.46cm et 13.80cm (Fig. 14). Le taux de réduction est de 16.95% par rapport aux témoins (Tab. 5).

### **b. Population I253**

- Pendant le stress :

Le début du stress se traduit rapidement par le ralentissement de la croissance (Fig. 7). En effet, nous constatons un taux de réduction de 79.16% par rapport aux témoins (Tab. 4), avec des valeurs moyennes de 0.10cm/j pour le régime stressé et de 0.48cm/j pour le non stressé.

- Après le stress :

L'apport d'eau provoque une reprise de croissance chez les plants stressés avec une vitesse moyenne de 0.46cm/j, contre 0.55cm/j pour les plants non stressés. Toutefois, une réduction de 16.36% est constatée par rapport aux plants du régime irrigué (Tab. 4).

A la fin de l'essai, la longueur moyenne de la tige principale enregistrée à partir du moment du stress est de 20.06cm et 27.71cm pour respectivement le régime stressé et non stressé (Fig. 14) avec un taux de réduction de 27.60% (Tab. 5).

### **3.1.1.1.2. Medicago ciliaris**

#### **a. Population C2**

- Pendant le stress :

La baisse de croissance est notée à partir du 5<sup>ème</sup> jour de stress (Fig. 8). Les plants du régime stressé croient à une vitesse moyenne de 0.16cm/j, contre 0.53cm/j pour ceux du régime non stressé. Le taux de réduction par rapport aux témoins est de 69.81% (Tab. 4).

- Après le stress :

L'interruption du stress par l'arrosage des plants stressés, conduit à une amélioration de la croissance de la tige principale avec 0.39cm/j. Pour le traitement non stressé la vitesse de croissance est de 0.46cm/j. Le taux de réduction est de 15.21% (Tab. 4).

La longueur moyenne ajoutée après stress est de 18.49cm et 25.22 respectivement pour le traitement stressé et non stressé (Fig. 14) avec un taux de réduction de 26.68% (Tab. 5)

#### **b. Population C204**

- Pendant le stress :

L'effet de la contrainte hydrique s'aperçoit nettement à partir du 5<sup>ème</sup> jour de stress (Fig. 9). Ainsi, le taux de réduction est de 61.01% par rapport aux témoins (Tab. 4), avec une croissance de 0.23cm/j pour le traitement stressé et 0.59cm/j pour le traitement non stressé.

- Après le stress :

Une reprise évidente de croissance est observée après arrosage des plants stressés avec une moyenne de 0.40cm/j, contre 0.47cm/j pour les plants non stressés. Le taux de réduction est de 14.89% (Tab. 4).

L'augmentation de la longueur de la tige principale est de 19.03cm et 25.64cm respectivement pour le traitement stressé et non stressé entre le début du stress et la fin de l'essai (Fig. 14). Soit un taux de réduction de 25.78% (Tab. 5).

### **3.1.1.1.3. *Medicago truncatula***

#### **a. Population tr55**

- Pendant le stress :

La croissance de la tige principale sous stress est très lente (Fig. 10), elle est de l'ordre de 0.0081cm/j. Pour les témoins, elle est de 0.16cm/j. le taux de réduction est de 94.93% (Tab. 4).

- **Après le stress :**

L'apport d'eau provoque chez les plants stressés une reprise instantanée de croissance. En effet, aucune réduction n'est enregistrée par rapport aux témoins tout au long de cette période, les valeurs sont de 0.10cm/j et 0.09cm/j pour respectivement le traitement stressé et le traitement non stressé.

Les longueurs ajoutées, entre le début du stress et la fin de l'essai, sont d'une moyenne de 4.67cm pour les plants du régime sec et 3.97cm pour les plants maintenus à l'ETM (Fig. 14).

#### **b. Population tr221**

- Pendant le stress :

La croissance chez les plants stressés est de 0.03cm/j, et de 0.07cm/j pour les individus non stressés (Fig. 11).

- Après le stress :

Le redémarrage de la croissance se fait rapidement pour le traitement stressé, elle atteint 0.14cm/j. En revanche, une baisse de croissance est enregistrée chez les individus du traitement non stressé avec 0.0092cm/j.

Les longueurs moyennes obtenues, à partir du début du stress, sont de 8.37cm pour le traitement stressé et de 0.46cm pour le traitement non stressé (Fig. 14). Avec une large supériorité pour les plants ayant subi une période de sécheresse.

#### **c. Population tr27**

- Pendant le stress :

Nous assistons à une diminution progressive de la croissance chez les plants stressés (0.09cm/j) conduisant à un arrêt momentané de croissance et ce du 11<sup>ème</sup> jour après stress jusqu'à sa fin (Fig. 12). Aussi, la vitesse de croissance chez les plants non stressés atteint 0.14cm/j. Le taux de réduction est de 35.71% par rapport aux témoins (Tab. 4).

- Après le stress :

Après irrigation des plants stressés, nous assistons à une amélioration de croissance (0.13cm/j). Cependant, le taux de réduction persiste par rapport aux témoins, il est de 13.33% (Tab. 4). La vitesse moyenne de croissance chez les plants non stressés est de 0.15cm/j.

Les longueurs obtenues à partir du début du stress sont d'une moyenne de 6.78cm pour les plants stressés et de 7.98cm pour les plants non stressés (Fig. 14) avec une réduction de 15.03% (Tab. 5).

#### d. Population tr201

- Pendant le stress :

La vitesse de croissance diminue progressivement jusqu'au 12<sup>ème</sup> jour de stress, où nous assistons à un arrêt momentané de croissance qui persiste jusqu'à la fin du stress (Fig. 13). Les valeurs moyennes notées sont de 0.17cm/j pour le traitement stressé et de 0.46cm/j pour le traitement non stressé, avec un taux de réduction de 63.04% (Tab. 4).

- Après le stress :

L'apport d'eau se traduit par un regain dans la croissance chez les plants du régime stressé. En effet, nous remarquons que les plants des deux traitements croient à la même vitesse (0.37cm/j) (Fig. 13).

La croissance entre le début du stress et la fin de l'essai, se traduit par des longueurs de l'ordre de 17.50cm pour le traitement stressé et 20.36cm pour le traitement non stressé (Fig. 14), avec une baisse de 14.04% par rapport aux témoins (Tab. 5).

Tab. 3 : Vitesse d'accroissement de la tige principale (cm/j):

Population	Pendant le stress		Après le stress	
	TS	TNS	TS	TNS
I107	0.015	0.22	0.26	0.27
I253	0.10	0.48	0.46	0.55
C2	0.16	0.53	0.39	0.46
C204	0.23	0.59	0.40	0.47
Tr55	0.008	0.16	0.10	0.09
Tr221	0.03	0.07	0.14	0.009
Tr27	0.09	0.14	0.13	0.15
Tr201	0.17	0.46	0.37	0.37

Tab. 4 : Taux de réduction chez le paramètre « accroissement de la tige principale » (%) :

Population	Pendant stress	Après stress
I107	90.90	3.70
I253	79.16	16.36
C2	69.81	15.21
C204	61.01	14.89
Tr55	94.93	PR
Tr221	57.14	PR
Tr27	35.71	13.33
Tr201	63.04	PR

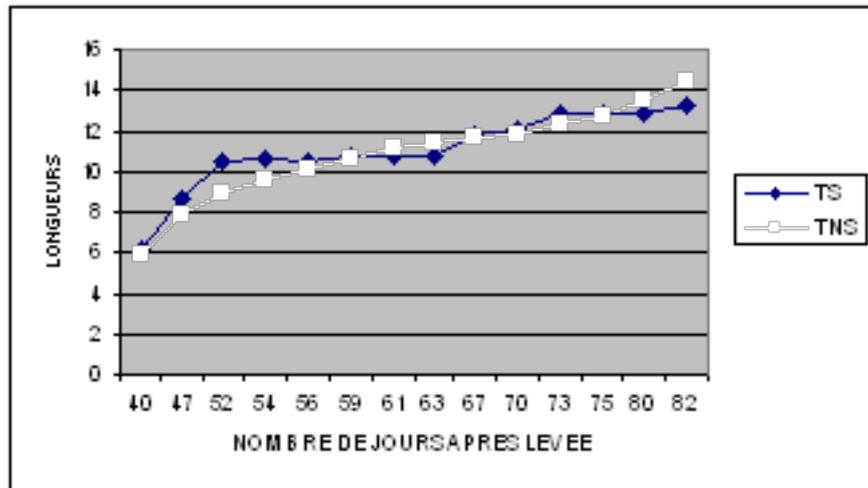


Fig. 6 : Evolution de la croissance (cm) de la tige principale chez I107

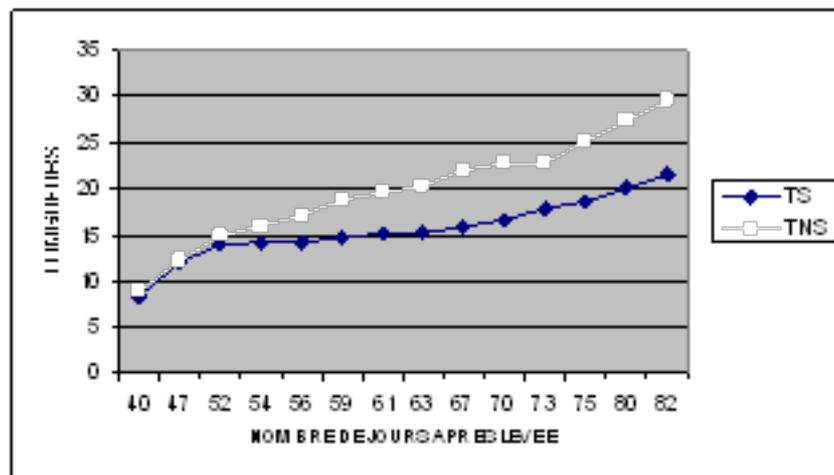


Fig. 7 : Evolution de la croissance (cm) de la tige principale chez I253

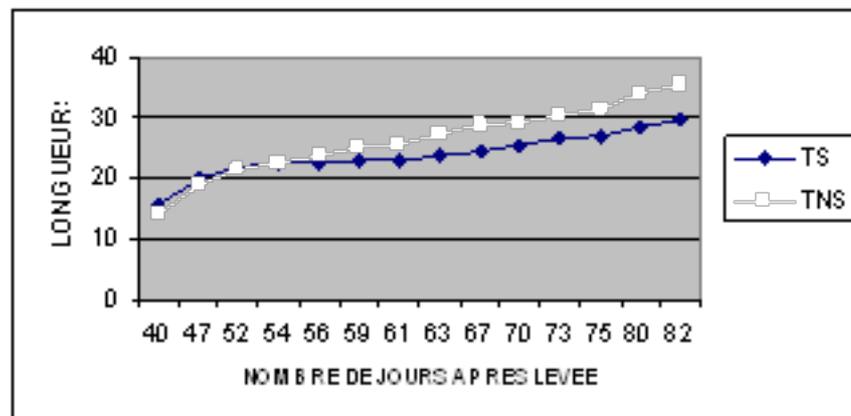


Fig. 8 : Evolution de la croissance (cm) de la tige principale chez C2

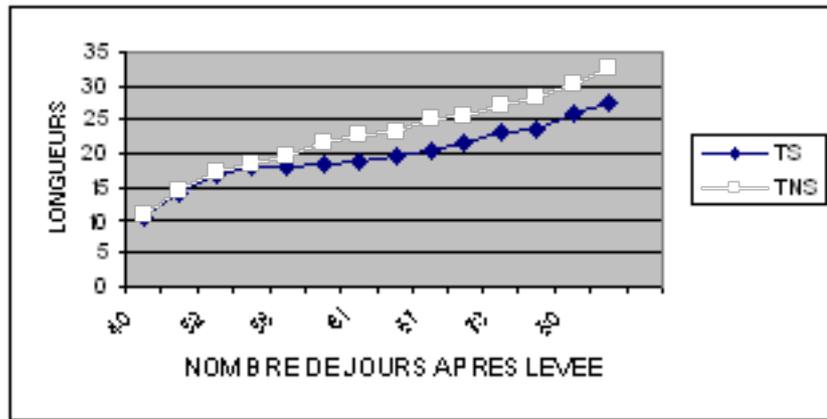


Fig. 9 : Evolution de la croissance (cm) de la tige principale chez C204

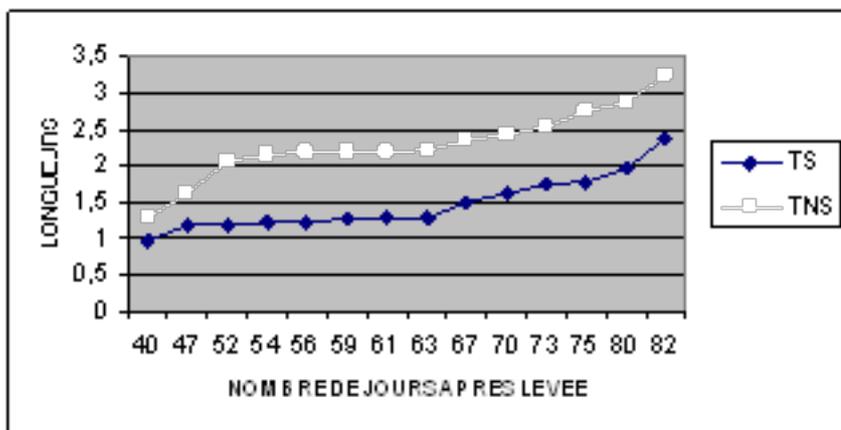


Fig. 10 : Evolution de croissance (cm) de la tige Principale chez tr55.

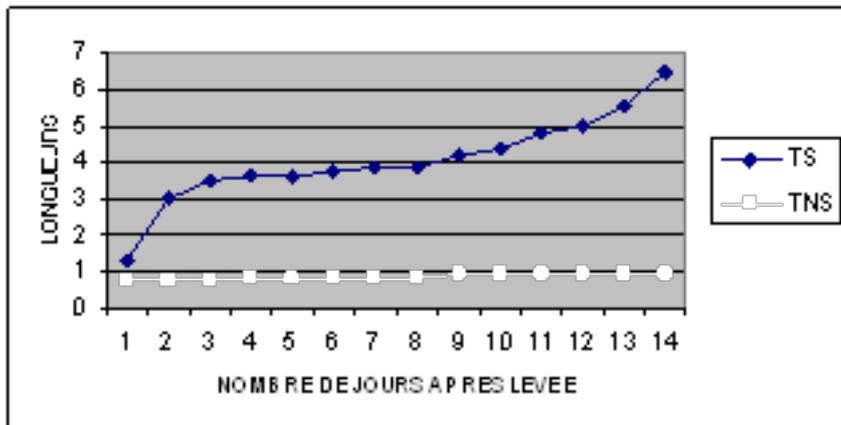


Fig.11 : Evolution de croissance (cm) de la tige Principale chez tr221.

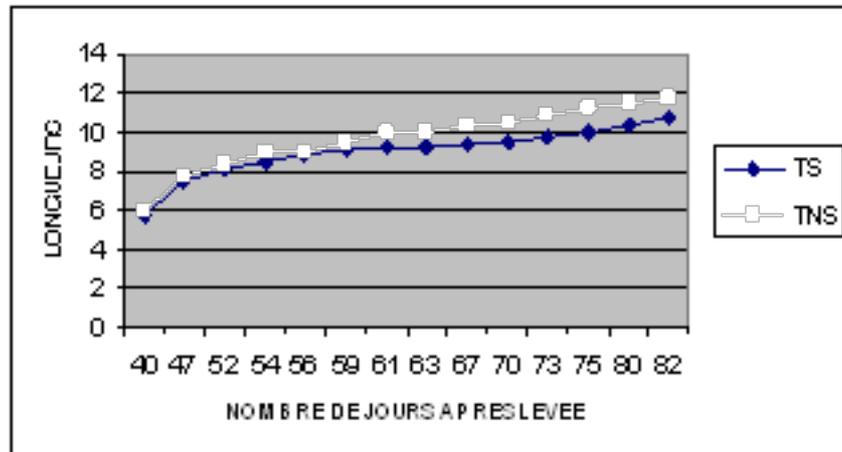


Fig. 12 : Evolution de croissance (cm) de la tige Principale chez tr27.

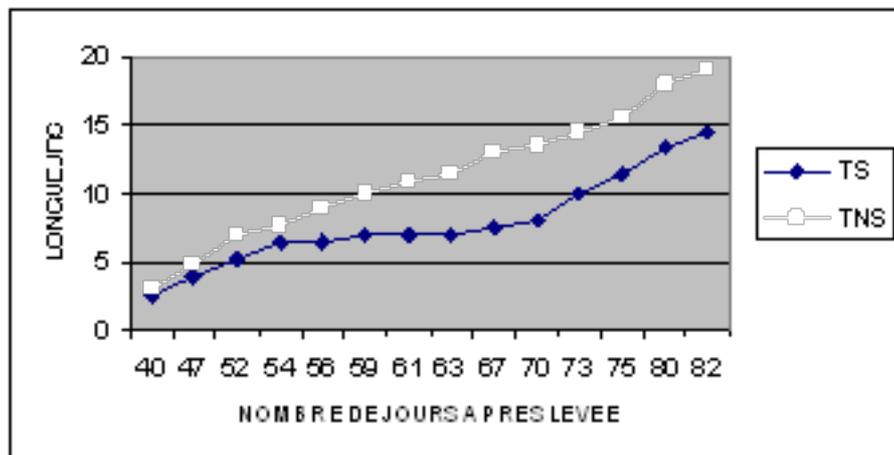


Fig. 13 : Evolution de croissance (cm) de la tige principale chez tr201.

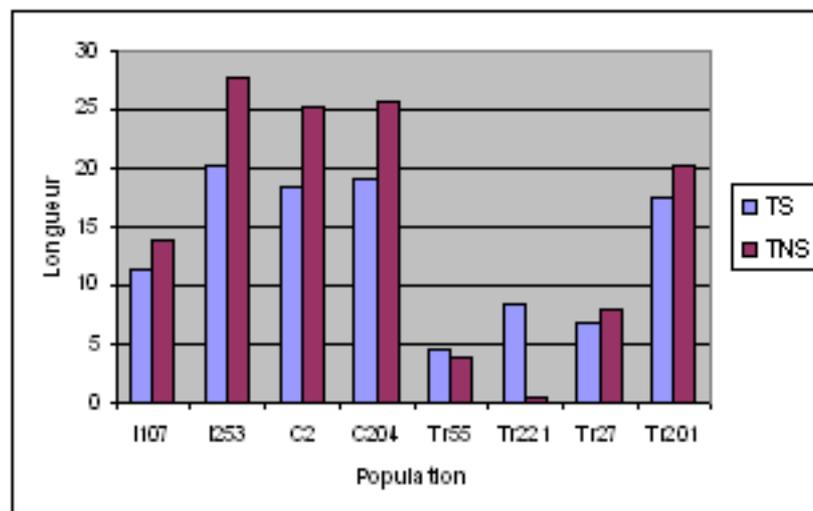


Fig. 14 : Longueurs (cm) obtenues à partir du début du stress et jusqu'à la fin de l'essai.

Tab. 5 : Longueurs de la tige principale obtenues à partir du début du stress et jusqu'à la fin de l'essai.

Population	Longueurs (cm)		Taux de réduction (%)
	TS	TNS	
I107	11.46	13.80	16.95
I253	20.06	27.71	27.60
C2	18.49	25.22	26.68
C204	19.03	25.64	25.78
Tr55	4.67	3.97	PR
Tr221	8.37	0.46	PR
Tr27	6.78	7.98	15.03
Tr201	17.50	20.36	14.04

### 3.1.1.2. Conclusion

Pour *Medicago intertexta*, la population I107 semble la plus sensible au stress durant la période de stress. En effet, le taux de réduction chez cette dernière est de 90.90%, contre 79.16% chez la population I253 par rapport aux témoins. De plus, nous assistons à un arrêt momentané de croissance chez les deux populations, survenant à deux reprises chez I107 et s'étalant sur 2 et 4 jours, alors que chez I253 cette absence de croissance s'étale seulement sur deux jours consécutifs.

Les effets du stress sur la croissance de la tige principale se prolongent jusqu'à la phase après stress. Cependant, ils sont nettement plus marqués chez la populations I253 avec une réduction moyenne de 16.36%, contre 3.7% pour la population I107.

L'augmentation de la longueur, la plus importante est obtenue chez I253 avec une valeur moyenne de 20.06cm contre seulement 11.46cm pour I107 et cela pour les plants stressés.

La sécheresse provoque une baisse de croissance d'une moyenne de 69.81% pour la population C2 et de 61.01% pour la population C204.

Aussi, le stress momentané semble réduire la capacité de croissance, même après apport d'eau. A cet effet, nous enregistrons des taux de réduction de 15.21% pour C2 et 14.89 pour C204 durant la phase après stress.

Les longueurs obtenues entre le début du stress et la fin de l'essai présentent un déficit de 26.68% pour la population C2 et 25.78% pour la population C204 par rapport aux témoins.

Chez *Medicago truncatula* La population tr55 est la plus négativement atteinte avec une réduction de 94.93%, contre une valeur de 35.71% pour la tr27 qui semble la moins touchée. Aussi, nous notons des taux de réduction de 63.04% et 57.14% respectivement pour tr201 et tr221.

Après stress, aucune réduction n'est constatée excepté pour la population tr27 qui montre une réduction de 13.33%.

Contrairement aux populations tr27 et tr201, qui présentent des taux de réduction respectifs de 15.03% et 14.04%, l'application du stress chez les populations tr55 et tr221 ne réduit aucunement la longueur (obtenue entre le début du stress et la fin de l'essai).

Toutes les populations qui ont fait l'objet de notre expérimentation montrent un ralentissement plus ou moins important dans la croissance durant le stress. Cela se confirme par l'analyse de la variance qui met en évidence des différences hautement significatives

pour le facteur traitement hydrique à partir du 5<sup>ème</sup> jour de stress (correspondant au 54<sup>ème</sup> jour après levée) et jusqu'à sa fin.

Malgré l'apport d'eau, le stress continue à se répercuter négativement sur la croissance de la tige principale durant la phase après stress. En effet, l'analyse de la variance révèle des différences hautement à très hautement significatives durant cette étape de l'essai.

En ce qui concerne le facteur population, les différences révélées par l'analyse de la variance sont significatives à très hautement significatives le long de l'expérimentation. L'interaction entre les deux facteurs étudiés est de non significative à significative.

### **3.1.2. Accroissement du premier rameau**

#### **3.1.2.1. Evolution de la croissance**

##### **3.1.2.1.1. *Medicago intertexta***

###### **a. Population I107**

- Pendant le stress :

La vitesse de croissance est de 0.71 et 1.13 cm/j respectivement pour le traitement stressé et non stressé (Fig. 15), avec un taux de réduction de 37.16% (Tab. 7).

- Après le stress :

La reprise des irrigations conduit à une augmentation de la croissance chez le traitement stressé avec une valeur de 1.18cm/j. En revanche, les plants du traitement non stressé présentent une diminution de croissance (1.08cm/j) (Tab. 7). Ainsi, les plants ayant subi un stress croient plus rapidement que les plants bénéficiant d'un arrosage régulier le long de l'essai.

Les longueurs du premier rameau (obtenues entre le début du stress et le fin de l'essai) sont de 55.81cm pour les plants stressés et de 56.88cm pour les plants non stressés (Fig. 23). Le taux de réduction est de 1.88% (Tab. 8).

###### **b. Population I253**

- Pendant le stress :

L'arrêt des irrigations conduit à une réduction de croissance de 85.95% (Tab. 7). Avec des valeurs de 0.17cm/j pour les plants stressés et 1.21cm/j pour les plants non stressés (Fig. 16).

- Après le stress :

Aucune réduction n'est constatée après stress (Tab. 7). En effet, la croissance est de 1.35cm/j pour les plants ayant subi un stress momentané et de 1.10cm/j pour les plants non stressés.

L'accroissement du premier rameau (survenu à partir du début du stress) est de 56.54cm pour les plants stressés et de 61.13cm pour les plants non stressés (Fig. 23). Le taux de réduction est de 7.50% (Tab. 8).

##### **3.1.2.1.2. *Medicago ciliaris***

### **a. Population C2**

- Pendant le stress :

Un taux de réduction de 82.88% est enregistré chez les plants privés d'eau par rapport à ceux bénéficiant d'un apport d'eau régulier (Tab. 7) (0.19cm/j pour le traitement stressé et 1.11cm/j pour le traitement non stressé) (Fig. 18).

- Après le stress :

Une accélération dans la croissance est notée chez les plants momentanément stressés (0.94cm/j). Cependant, les plants du régime humide accusent un retard dans la croissance (par rapport à l'étape de stress) avec une valeur de 0.96cm/j (Fig. 18). Le taux de réduction est de 2.08% (Tab. 7).

L'allongement obtenu à partir du stress est de 40.34cm pour les plants stressés, contre, 54.23cm pour les plants non stressés (Fig. 23). Le taux de réduction est de 25.61% (Tab. 8).

### **b. Population C204**

- Pendant le stress :

Un ralentissement de croissance est constaté dès le début du stress (taux de réduction de 79.85%) (Tab. 7). La vitesse de croissance est de 0.28cm/j pour le traitement stressé, contre 1.39cm/j pour le traitement non stressé (Fig. 17).

- Après le stress :

Nous constatons une augmentation dans la croissance chez les plants du régime stressé avec une vitesse de 1.21cm/j. Chez les plants non stressés la vitesse est de 1.38 (Fig. 17).

Le stress semble n'avoir aucun effet sur l'allongement du premier rameau. En effet, l'allongement obtenu durant cette étape est de 51.74cm pour le traitement stressé et de 50.89cm pour le traitement non stressé (Fig. 23).

### **3.1.2.1.3. Medicago truncatula**

#### **a. Population tr55**

- Pendant le stress:

La croissance évolue différemment entre les deux traitements (Fig. 19). Ainsi, chez le régime sec la croissance est de 0.18cm/j alors que chez le régime humide elle est de 0.66cm/j. La réduction par rapport aux témoins est de 72.72% (Tab. 7).

- Après le stress :

Le passage de l'état sec à l'état humide occasionne un accroissement dans la vitesse de croissance. Les valeurs respectives pour le traitement stressé et non stressé sont de 0.95cm/j et 0.90cm/j (Fig. 19).

Les longueurs obtenues entre le début stress et la fin de l'essai sont de 40.68cm pour le traitement stressé et 45.63cm pour le traitement non stressé (Fig. 23). Le taux de réduction est de 10.84% par rapport aux témoins (Tab. 8).

#### **b. Population tr221**

- Pendant le stress :

Durant cette période, les plants stressés accusent un retard dans la croissance (réduction de 73.52%) (Tab. 7). En effet, la croissance est de 0.18cm/j pour le traitement stressé et de 0.68cm/j pour le traitement non stressé (Fig. 20).

- Après le stress :

L'effet du stress ne s'étale pas à la période d'après stress. A cet effet, nous assistons à une nette amélioration dans la croissance chez les plants ayant subi le stress (1.08cm/j), contre une valeur moindre de 1.02cm/j chez les plants maintenus à l'ETM (Fig. 20).

46.07cm et 50.60cm sont les longueurs moyennes respectives obtenues chez le traitement stressé et non stressé (entre le début du stress et la fin de l'essai) (Fig. 23). Le taux de réduction est de 8.95% par rapport aux témoins (Tab. 8).

### **c. Population tr27**

- Pendant le stress :

L'application du stress produit un effet ralentisseur sur la croissance du premier rameau (taux de réduction de 76.19%) (Tab. 7). La vitesse de croissance enregistrée est de 0.15cm/j pour le traitement sec et 0.63cm/j pour le régime humide (Fig. 21).

- Après le stress :

Le retour aux irrigations se traduit par un regain dans la croissance chez les plants ayant subi une sécheresse momentanée (0.97cm/j). Pour le traitement non stressé, la vitesse de croissance est de 0.87cm/j (Fig. 21).

Les accroissements survenus pendant et après stress sont d'une moyenne de 39cm et 34.32cm pour le traitement stressé et non stressé. Les plants du régime sec présentent un meilleur allongement par rapport aux témoins (Fig. 23).

### **d. Population tr201**

- Pendant le stress :

La vitesse de croissance est de 0.34cm/j pour les plants privés d'eau, tandis que la croissance est de 1.14cm/j pour les plants non stressés (Fig. 22). Le taux de réduction est de 70.17% par rapport aux témoins (Tab. 7).

- Après le stress :

Durant cette période, nous assistons à deux cas de figure : tandis que les plants stressés réagissent favorablement au retour des irrigations (0.95cm/j), les plants non stressés présentent une diminution dans celle-ci avec une vitesse de 0.88cm/j.

L'allongement est de 43.03cm pour le traitement stressé et de 51.40cm pour le traitement non stressé (Fig. 23). Le taux de réduction est de 16.28% (Tab. 8).

**Tab. 6 : Vitesse d'accroissement du premier rameau (cm/j)**

Population	Pendant le stress		Après le stress	
	TS	TNS	TS	TNS
I107	0.71	1.13	1.18	1.08
I253	0.17	1.21	1.35	1.10
C2	0.19	1.11	0.94	0.96
C204	0.28	1.39	1.21	1.38
Tr55	0.18	0.66	0.95	0.90
Tr221	0.18	0.68	1.08	1.02
Tr27	0.15	0.63	0.97	0.87
Tr201	0.34	1.14	0.95	0.88

Tab. 7 : Taux de réduction chez le paramètre « accroissement du premier rameau » (%)

Population	Pendant stress	Après stress
I107	37.16	PR
I253	85.95	PR
C2	82.88	2.08
C204	79.85	12.31
Tr55	72.72	PR
Tr221	73.52	PR
Tr27	76.19	PR
Tr201	70.17	PR

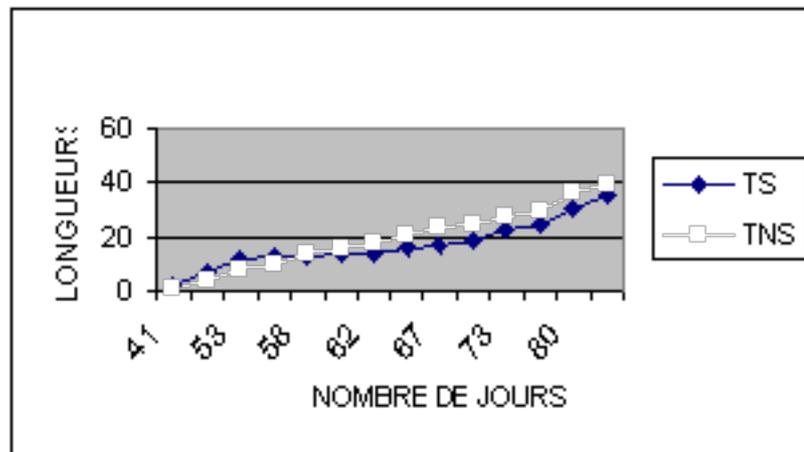


Fig. 15: Evolution de la croissance (cm) du premier rameau chez I 107

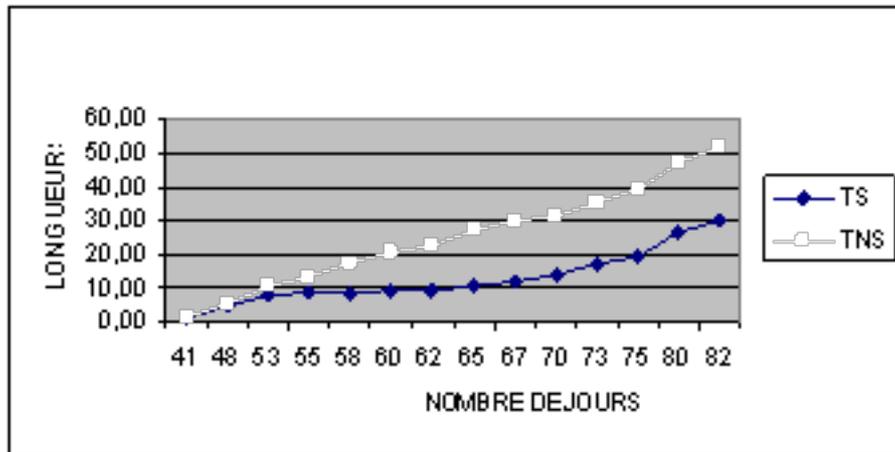


Fig. 16 : Evolution de la croissance (cm) du premier rameau chez I253

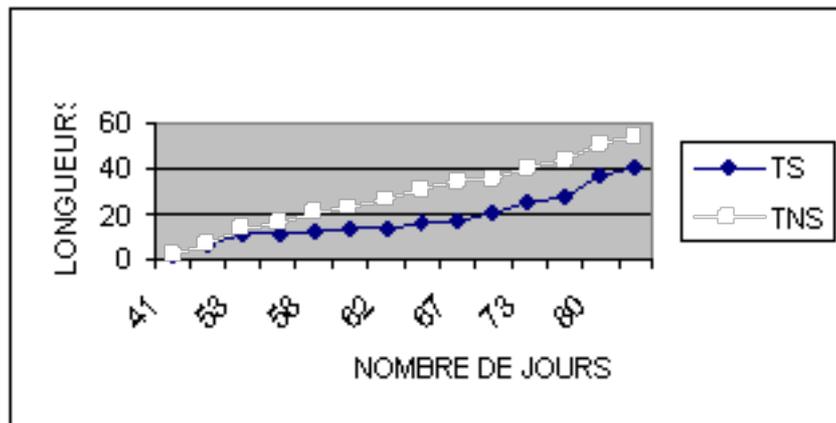


Fig. 17 : Evolution de la croissance (cm) du premier rameau chez C204

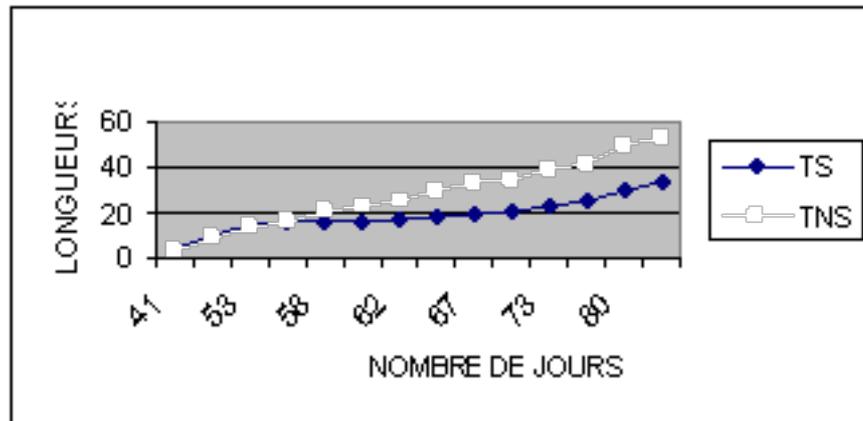


Fig. 18 : Evolution de la croissance (cm) du premier rameau chez C2

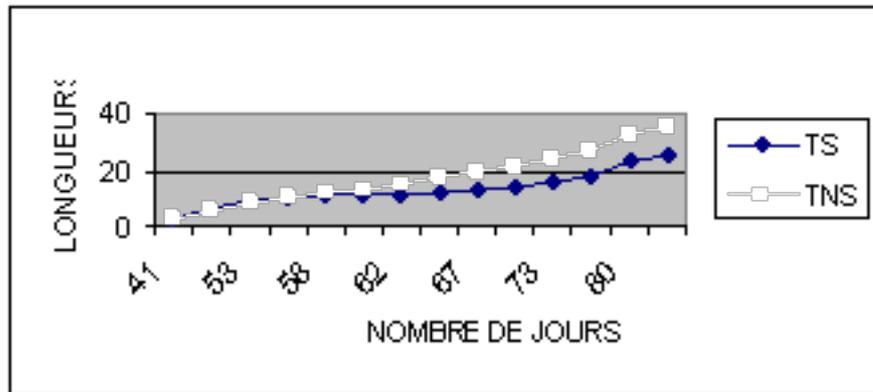


Fig. 19 : Evolution de croissance (cm) du premier rameau chez tr55

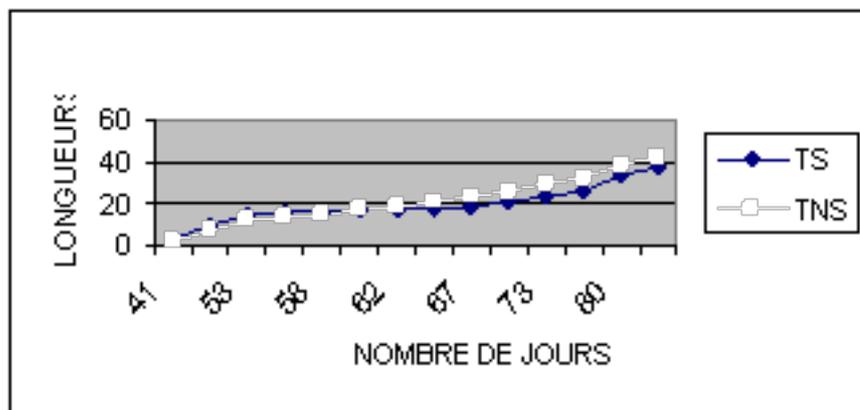


Fig. 20 : Evolution de croissance (cm) du premier rameau chez tr221

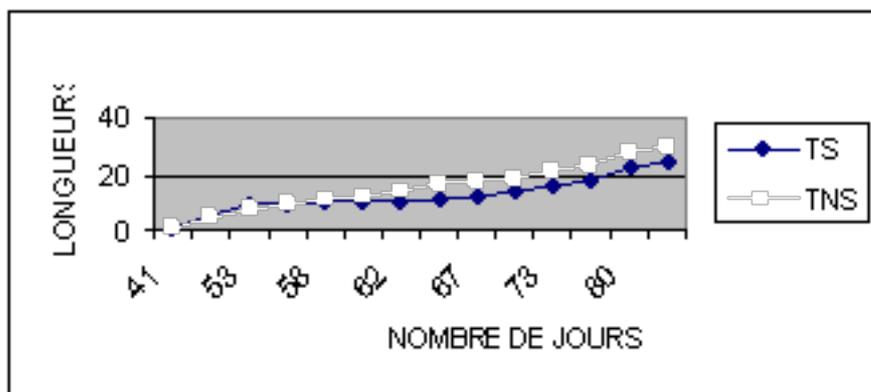


Fig. 21 : Evolution de croissance (cm) du premier rameau Tr27

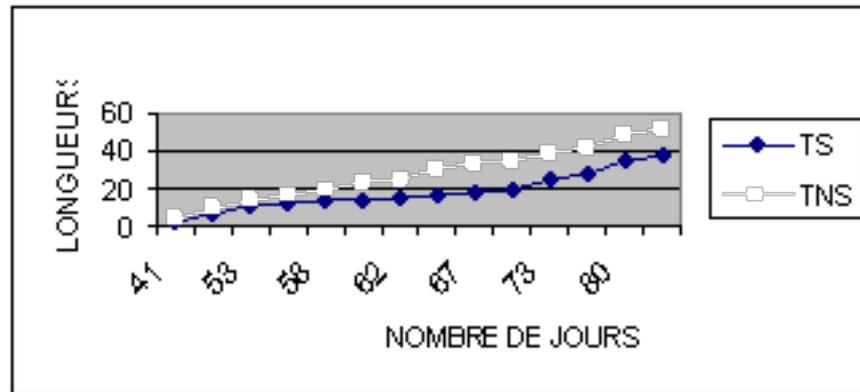


Fig. 22 : Evolution de croissance (cm) du premier rameau chez tr201

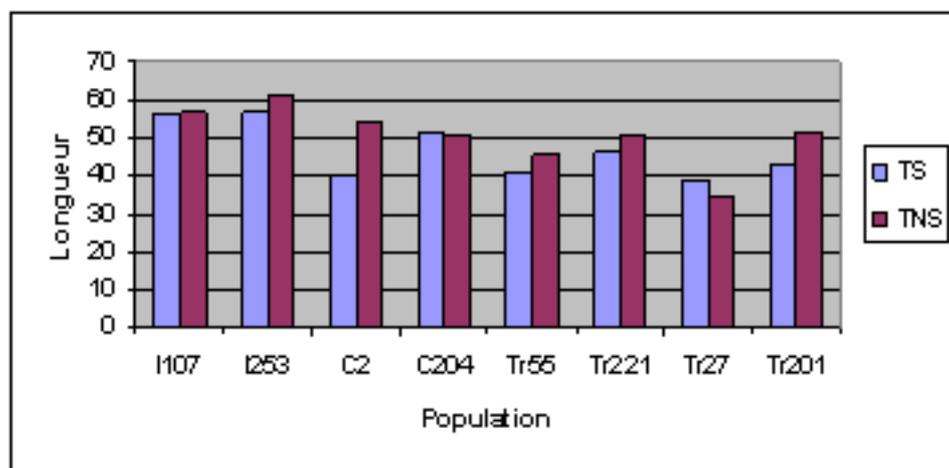


Fig. 23 : Longueur (cm) du premier rameau obtenue à partir du début du stress et jusqu'à la fin de l'essai.

Population	Longueurs (cm)		Taux de réduction (%)
	TS	TNS	
I107	55.81	56.88	1.88
I253	56.54	61.13	7.5
C2	40.34	54.23	25.61
C204	51.74	50.89	PR
Tr55	40.68	45.63	10.84
Tr221	46.07	50.60	8.95
Tr27	39	34.32	PR
Tr201	43.03	51.40	16.28

Tab. 8 : Longueurs du premier rameau obtenues à partir du début du stress et jusqu'à la fin de l'essai.

### 3.1.2.2. Conclusion

Pendant stress, la croissance du premier rameau est nettement plus affectée chez la population I253 par rapport à la population I107 ; avec des taux de réduction respectifs de 85.95% et 37.16%.

Après stress, une augmentation de croissance est constatée chez les plants ayant subi un stress. En effet, pour les deux populations la vitesse de croissance chez les plants stressés est plus importante que celle enregistrée chez les plants du traitement non stressé.

En ce qui concerne l'accroissement survenu après stress pour la population I107 et I253, les taux de réduction respectifs sont de 1.88% et 7.50%.

Un évident déclin de croissance est noté durant la phase de stress chez les deux populations de *Medicago ciliaris*. En effet, les taux de réduction sont de 79.85% pour la population C204 et 82.88% pour la population C2.

Après stress, la population C2 présente un taux de réduction minimale de 2.08% par rapport aux témoins. En revanche, les plants stressés de la population C204 présentent le taux de réduction le plus élevé (12.31%).

Le stress agit directement sur l'accroissement chez la population C2. Ainsi, le taux de réduction est de 25.61% par rapport aux témoins. Par contre, chez la population C204 aucune réduction n'est constatée.

Les quatre populations étudiées de *Medicago truncatula* connaissent toutes une diminution dans la croissance durant le stress. Nous enregistrons des taux de réduction de 73.52% pour la tr221, 72.72% pour la tr55, 70.17% pour la tr201, et 76.19% pour la tr27 qui présente la valeur la plus élevée.

Pour la période après stress, chez toutes les populations de *Medicago truncatula*, nous observons une meilleure croissance chez les plants ayant subi un stress momentané par rapport aux témoins.

Les effets du stress se traduisent statistiquement par des différences très hautement significatives entre le traitement stressé et le traitement non stressé et cela chez le paramètre « accroissement du premier rameau ». Excepté au niveau de la période allant du 9<sup>ème</sup> au 11<sup>ème</sup> jour de stress (du 58<sup>ème</sup> au 60<sup>ème</sup> jour après levée), où nous notons des différences non significatives.

Une baisse de croissance persiste durant deux jours après irrigation (après stress). A cet effet, les différences entre les deux traitements sont très hautement significatives pendant cette période. Par la suite, les différences sont majoritairement non significatives.

Pour le facteur population, l'analyse de la variance révèle des différences non significatives à hautement significatives.

L'interaction des deux facteurs est non significative le long de l'essai, sauf entre le 6<sup>ème</sup> et le 9<sup>ème</sup> jour de stress et pendant les deux jours qui suivent la reprise des irrigations où les différences respectives sont hautement significatives et significatives.

### 3.1.3. Accroissement du nombre de feuilles

Un écart dans la vitesse d'apparition des feuilles se creuse entre les deux traitements hydriques et cela à partir du 4<sup>ème</sup> jour de stress (53<sup>ème</sup> jour après levée) (Fig. 24 à 31). Ainsi, les différences sont hautement à très hautement significatives.

Par ailleurs, ce paramètre semble être plus touché chez la population C2 avec un taux de réduction de 74.28% (Tab. 10). Contre 46.34% chez la population tr55 qui présente le taux de réduction le plus réduit (Tab. 10).

La reprise des irrigations provoque l'apparition de nouvelles feuilles. A cet effet, aucune réduction n'est enregistrée par rapport aux témoins. Exception faite chez les populations C2 et tr221 qui présentent des réductions respectives de 8.00% et 5.71% par rapport aux

**Caractérisation cytogénétique et comportement vis-à-vis d'un stress hydrique de quelques populations de trois espèces de Medicago (M. ciliaris, M. intertexta, M. truncatula).**

témoins (Tab. 10). Ainsi, Les différences entre traitements sont la plupart du temps non significatives.

Concernant le facteur population, des différences significatives à hautement significatives sont obtenues à trois reprises : significative entre le 55<sup>ème</sup> et le 58<sup>ème</sup> jour après levée, et aussi entre le 65<sup>ème</sup> et le 70<sup>ème</sup> jour après levée et hautement significative entre le 75<sup>ème</sup> et le 82<sup>ème</sup> jour après levée. Pour le reste du temps les différences sont non significatives.

L'interaction des deux facteurs étudiés est non significative durant tout l'essai.

**Tab. 9 : Vitesse d'accroissement du nombre de feuilles (nombre de feuilles/j)**

Population	Pendant le stress		Après le stress	
	TS	TNS	TS	TNS
I107	0.14	0.33	0.26	0.22
I253	0.15	0.30	0.24	0.24
C2	0.09	0.35	0.23	0.25
C204	0.16	0.30	0.26	0.26
Tr55	0.22	0.41	0.31	0.27
Tr221	0.13	0.44	0.33	0.35
Tr27	0.16	0.33	0.23	0.23
Tr201	0.11	0.40	0.30	0.30

**Tab. 10 : Taux de réduction chez le paramètre « accroissement du nombre de feuilles » (%)**

Population	Pendant stress	Après stress
I107	57.57	PR
I253	50	PR
C2	73.42	8
C204	46.66	PR
Tr55	46.34	PR
Tr221	70.45	5.71
Tr27	51.51	PR
Tr201	71.79	PR

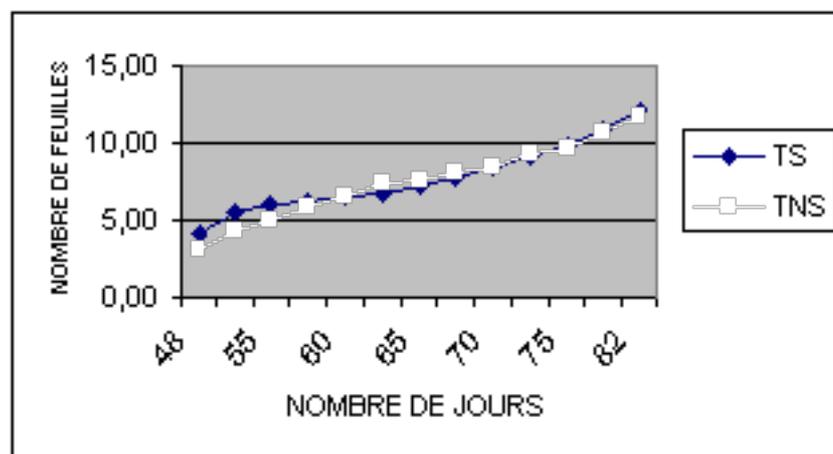


Fig. 24 : Evolution du nombre de feuilles chez I107

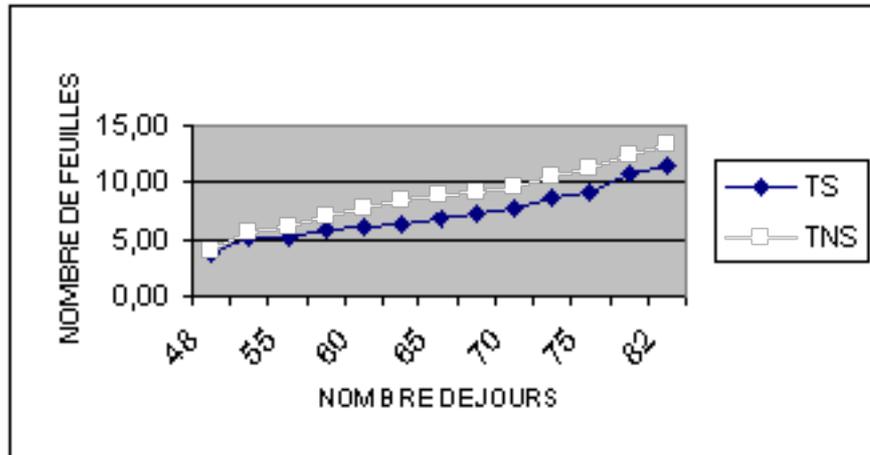


Fig. 25 : Evolution du nombre de feuilles chez I253

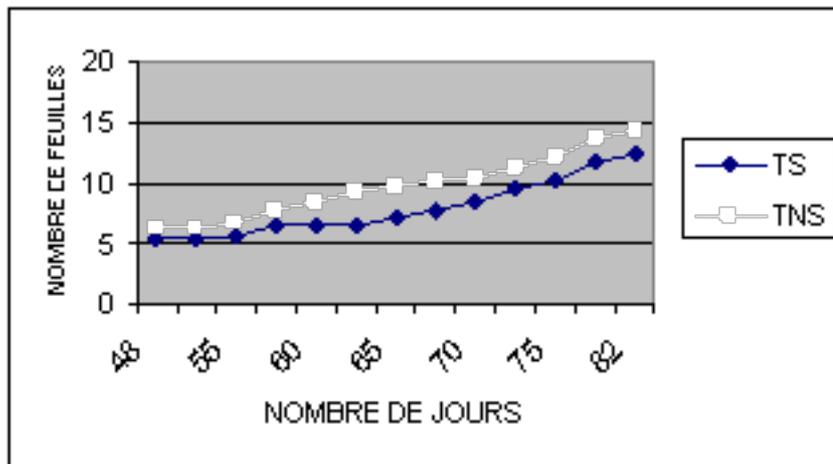


Fig. 26 : Evolution du nombre de feuilles chez C204

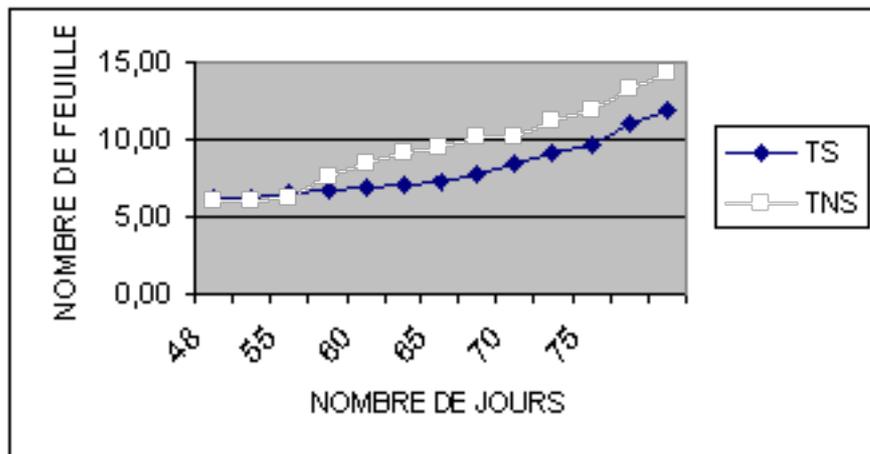


Fig. 27 : Evolution du nombre de feuilles chez C2

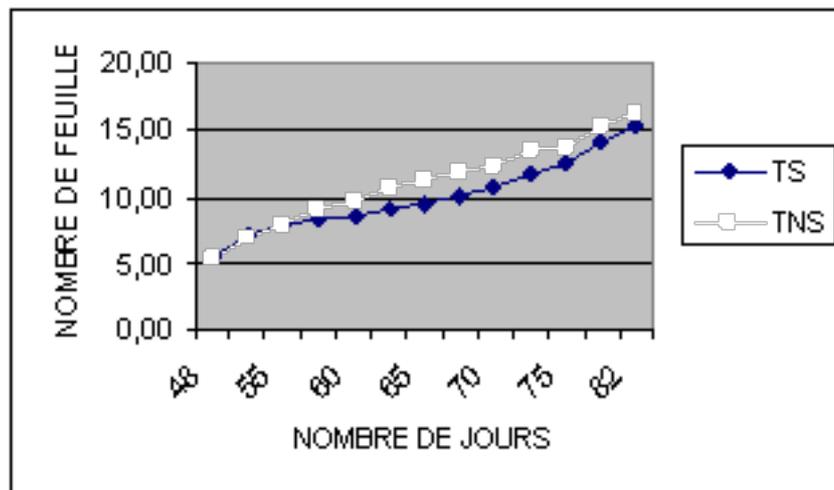


Fig. 28 : Evolution du nombre de feuilles chez Tr55

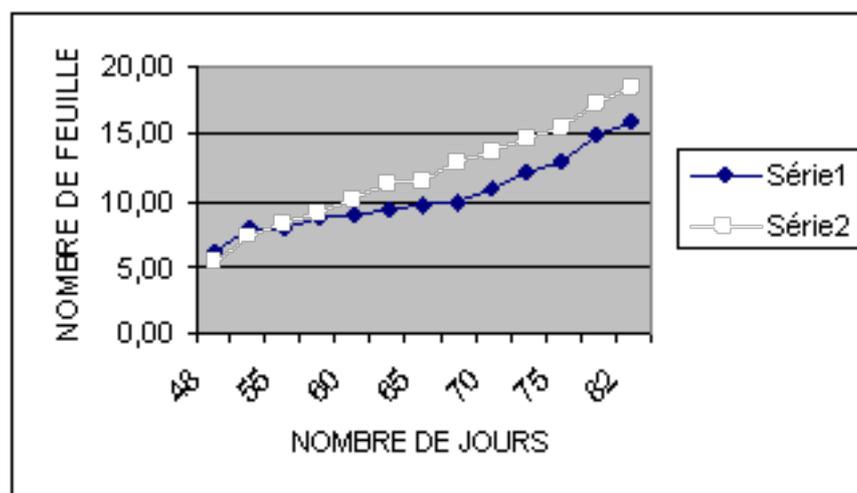


Fig. 29 : Evolution du nombre de feuilles chez tr221

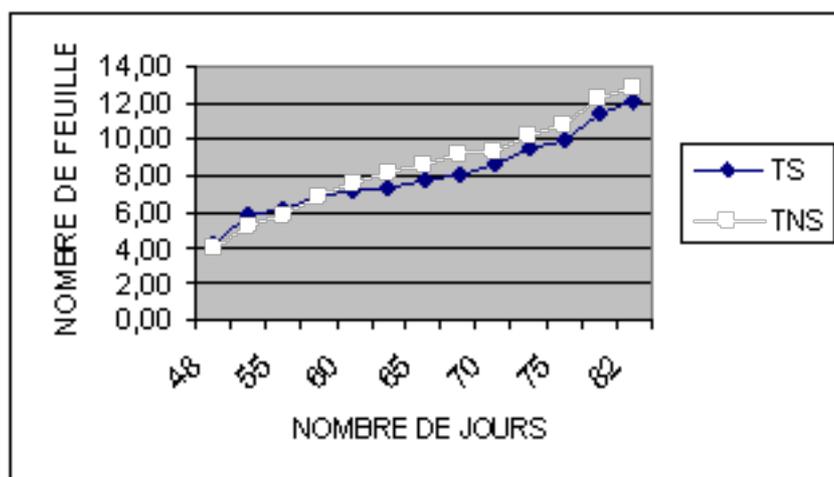


Fig. 30 : Evolution du nombre de feuilles chez Tr27

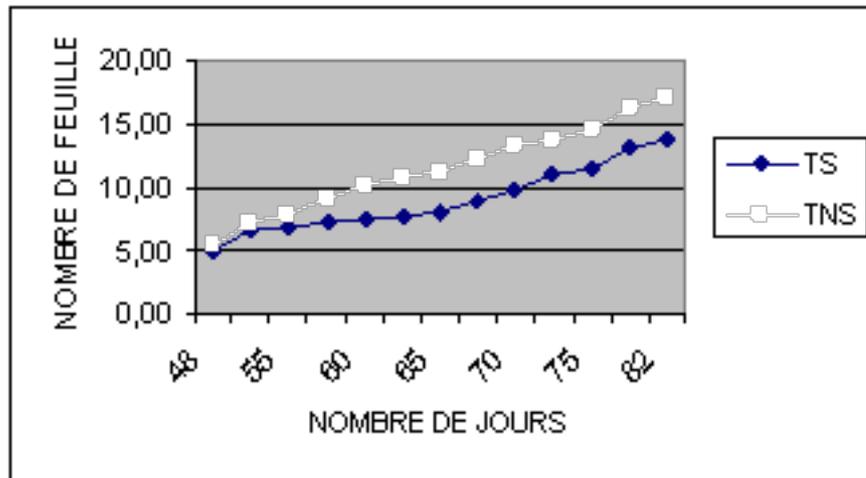


Fig. 31 : Evolution du nombre de feuilles chez tr201

### 3.1.4. Longueur du dernier entre nœud

Des différences de longueurs sont constatées entre les plants des deux traitements : pour les populations I253, C204, C2 et tr201, les longueurs les plus importantes sont obtenues chez les plants non stressés. En revanche, ces longueurs sont en faveur des plants stressés pour les populations I107 et tr221 (Fig. 33, 34, 35 et 39).

En ce qui concerne la population tr 55, les plants non stressés présentent une longueur d'entre nœud supérieure à celle des plants stressés (Fig. 36), sauf pour deux dates à savoir : le 60<sup>ème</sup> jour après levée (11<sup>ème</sup> jour de stress) et le 77<sup>ème</sup> jour après levée (période après stress).

Pour la population tr27, les plants non stressés présentent une supériorité dans la longueur de l'entre nœud et ce jusqu'au 58<sup>ème</sup> jour après levée (9<sup>ème</sup> jour de stress), date à partir de laquelle la longueur devient plus importante chez les plants stressés (Fig. 38).

L'analyse de la variance révèle des différences significatives à très hautement significatives entre les deux traitements hydriques pour la majorité des dates.

Le facteur population enregistre des différences très hautement significatives pour l'ensemble des observations effectuées.

L'interaction est de non significative à hautement significative le long de l'essai.

Tab. 11: Longueurs de l'entre nœud (cm).

	I107		I253		C2		C204		Tr55		Tr221		Tr27		Tr201	
NJ	TS	TNS	TS	TNS	TS	TNS	TS	TNS								
53	1,66	1,21	2,03	2,29	2,33	2,42	2,49	2,37	0,18	0,21	0,64	0,11	0,95	1,13	1,05	1,15
58	1,6	1,16	1,73	2,22	2,17	2,23	2,15	2,35	0,19	0,22	0,56	0,12	0,89	0,95	0,96	2
60	1,52	1,06	1,55	1,98	1,86	2,43	1,81	2,45	0,23	0,15	0,55	0,15	0,8	0,69	0,69	2,57
66	1,38	1,01	1,68	2,06	1,85	2,15	1,92	2,37	0,17	0,2	0,45	0,11	0,88	0,74	0,95	1,96
77	0,97	0,82	1,59	2,31	1,83	2,44	1,93	2,43	0,18	0,17	0,18	0,11	0,53	0,52	1,26	2,13
87	1,24	1,09	2,11	2,94	2,23	2,79	2,24	2,43	0,34	0,39	0,34	0,11	0,68	0,64	2,24	1,66

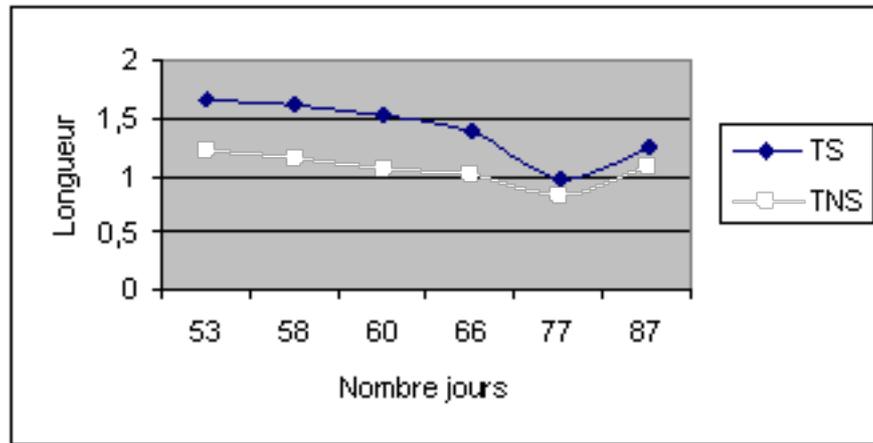


Fig. 32 : Evolution de la longueur (cm) du dernier entre nœud chez I107

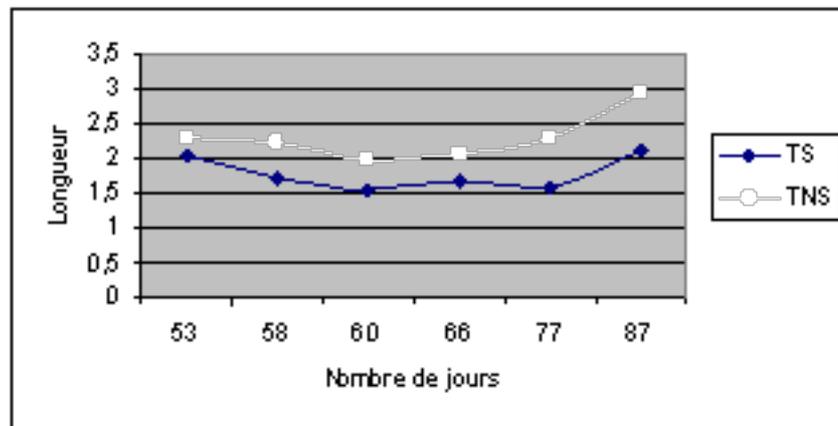


Fig. 33 : Evolution de la longueur (cm) du dernier entre nœud chez I253

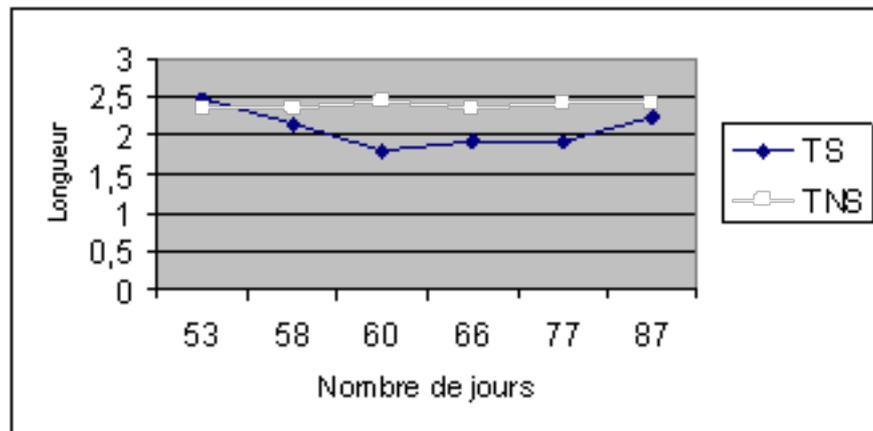


Fig. 34 : Evolution de la longueur (cm) du dernier entre nœud chez C204

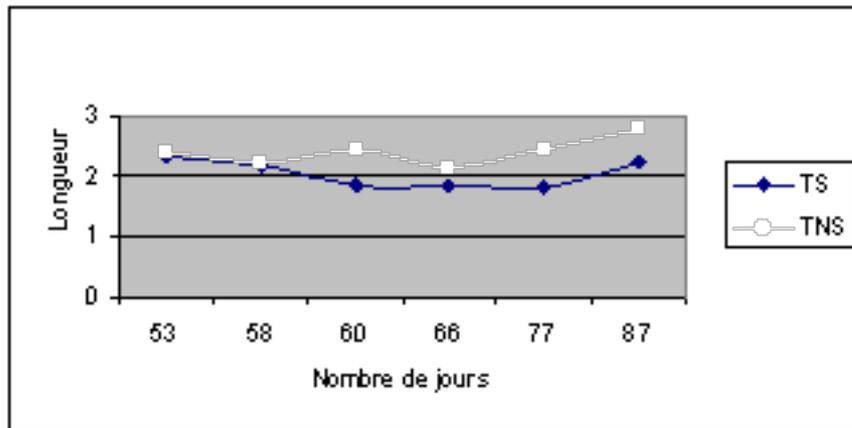


Fig. 35 : Evolution de la longueur (cm) du dernier entre nœud chez C2

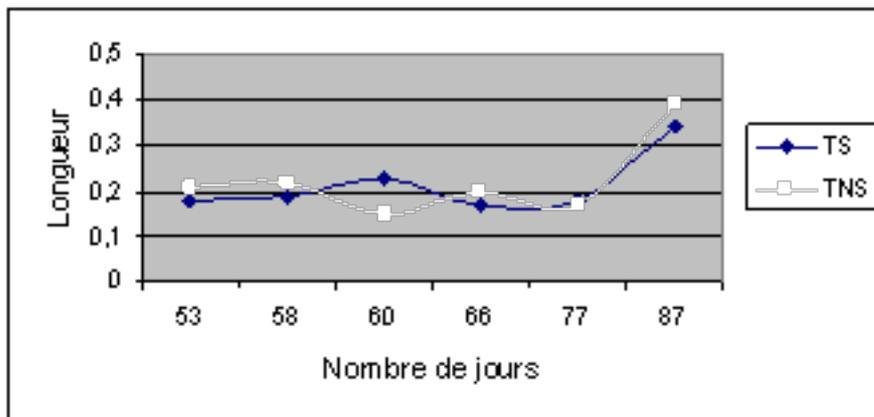


Fig. 36 : Evolution de la longueur (cm) du dernier entre nœud chez tr55

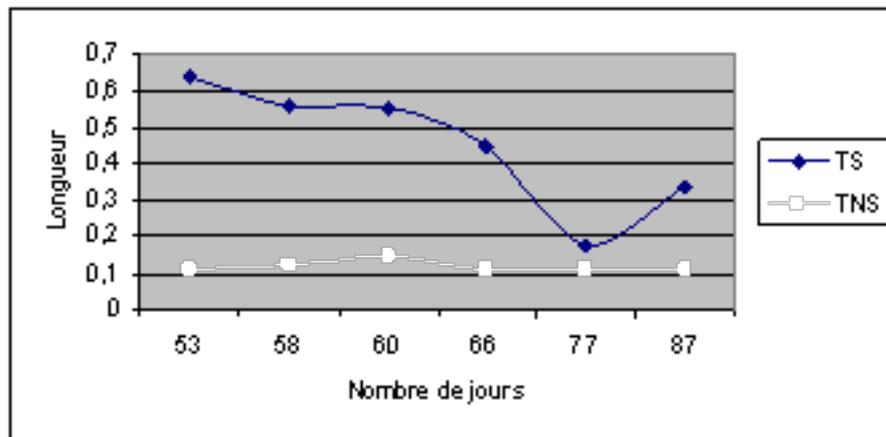


Fig. 37. Evolution de la longueur (cm) du dernier entre nœud chez tr221

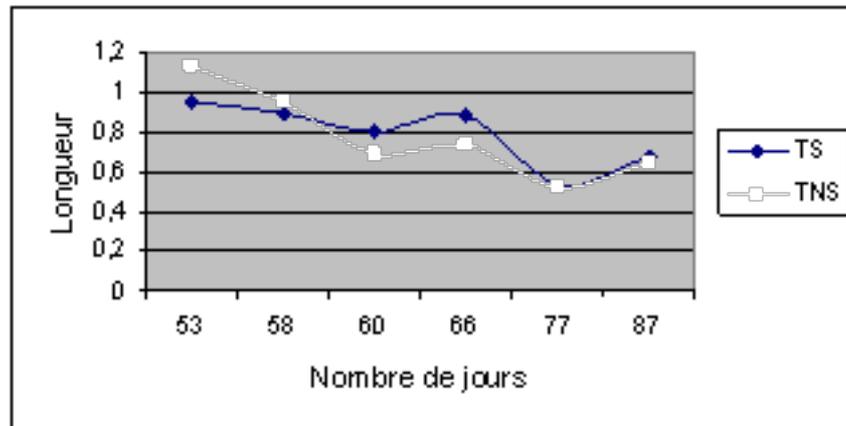


Fig. 38 : Evolution de la longueur (cm) du dernier entre nœud chez tr27

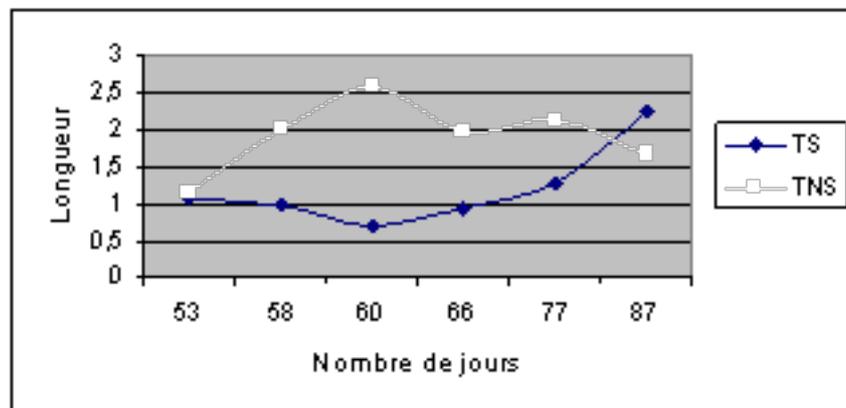


Fig. 39 : Evolution de la longueur (cm) du dernier entre nœud chez tr201

### 3.1.5. Début floraison, début formation de gousse

Pour les deux paramètres étudiés (apparition de la première fleur et début formation de gousse), nous avons obtenu trois types de résultats (Fig. 40 et 41) :

- le premier résultat concerne trois populations I107, C2 et tr55 dont les individus stressés accusent un retard plus ou moins important par rapport aux individus non stressés ;
- le deuxième type de résultat est observé chez les populations I253, tr27 et tr201 où nous remarquons une relative précocité au niveau des individus stressés (excepté pour la population tr201 qui montre une apparition de gousse à des moments presque identiques entre les deux traitements) ;
- pour le troisième type de résultat, les dates d'apparition de la première fleur, sont presque identiques chez les populations C204 et tr221 et cela pour les deux traitements.

Par ailleurs, nous constatons que la population tr201 est la plus précoce quant à la formation de la première fleur, qui apparaît au bout de 57.81 et 60.88 jour après levée pour respectivement le traitement stressé et non stressé (Fig. 40). Idem pour la formation de la première gousse qui s'effectue au bout de 66.85 jour après levée pour le traitement stressé et 66.19 jour pour le traitement non stressé (Fig. 41).

En revanche, les deux populations de *Medicago intertexta* sont les plus tardives. Ainsi, l'apparition de la première fleur survient au bout de 101.51 et 93.54 jours pour respectivement le traitement stressé et non stressé chez la population I107 ; et des valeurs de 93.20 et 101.13 jours sont enregistrées pour respectivement le traitement stressé et non stressé chez la population I253 (Fig. 40).

L'apparition de la première gousse quant à elle se déroule au bout de 106.47 jour après levée pour le traitement stressé et 98.45 jour pour le traitement non stressé et cela chez la population I107. En ce qui concerne la population I253, la formation de la première gousse est observée après une durée de 98.37 jours après levée pour le traitement stressé et 106.12 jour pour le traitement non stressé (Fig. 41).

Les différences de l'analyse de la variance sont non significatives pour le facteur traitement hydrique. A Donc, le stress n'a aucun effet sur les dates de floraison et de formation de gousses.

Par contre, chez le facteur population les différences obtenues sont très hautement significatives.

En ce qui concerne l'interaction des deux facteurs, l'analyse de variance révèle des différences non significatives.

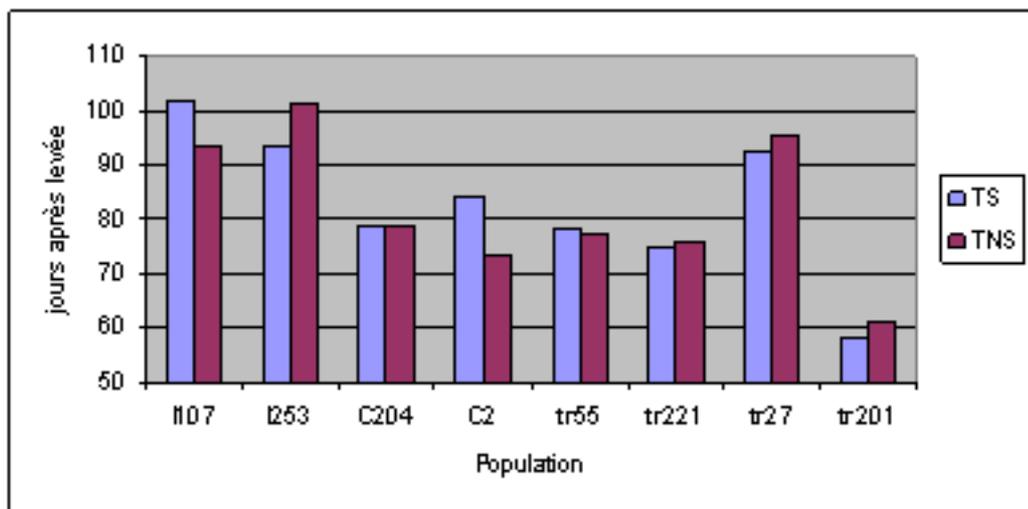
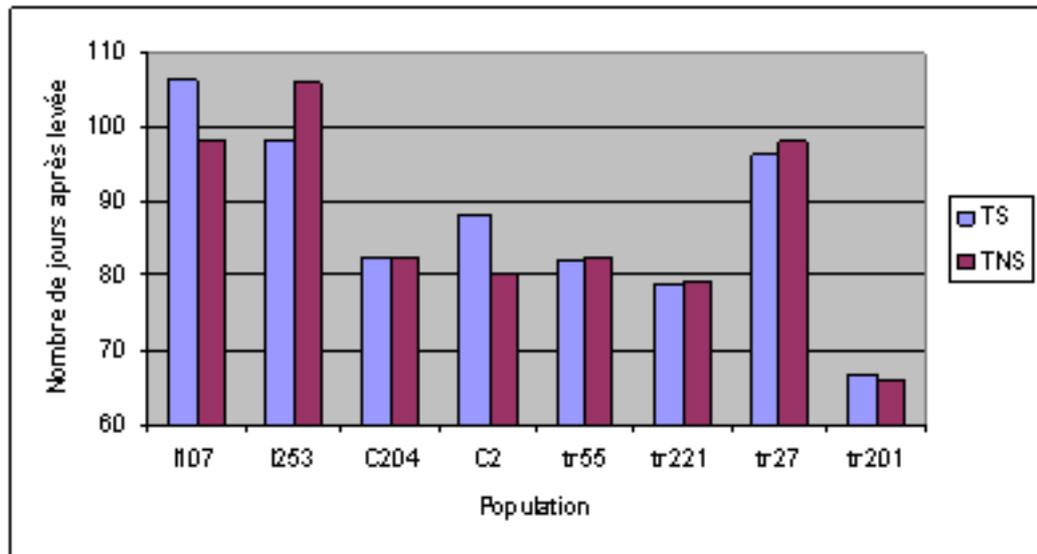


Fig. 40 : Date d'apparition de la première fleur



*Fig. 41 : Date de formation de la première gousse*

**Tab. 12 : Date d'apparition de la première fleur et de la première gousse (jours après levée).**

Population	Date d'apparition de la première fleur		Date d'apparition de première gousse	
	TS	TNS	TS	TNS
I107	101,51	93,54	106,47	98,45
I253	93,2	101,13	98,37	106,12
C204	84,36	73,22	88,25	80
C2	78,58	78,86	82,62	82,47
Tr55	78,35	77,08	82,31	82,52
Tr221	75,16	75,69	79	79,28
Tr27	92,41	95,41	96,16	98,2
Tr201	57,81	60,88	66,85	66,19

### 3.1.6. Température de surface

Une différence de température est constatée pour toute la durée du stress entre les plants stressés et les plants non stressés. Par ailleurs, à l'exception de la tr221 l'écart le plus important est noté au 5<sup>ème</sup> jour de stress chez toutes les populations étudiées (Fig.42 à 49). Cela peut s'expliquer par un choc (due à la contrainte hydrique) subie par les plants de Medicago qui n'ont pas encore fait appel à leurs mécanismes d'adaptation à la sécheresse (voir bibliographie). Ainsi, nous remarquons que la population tr27 affiche un écart de température de 8.22°C (au 5<sup>ème</sup> jour de stress) qui représente la valeur la plus importante par rapport aux autres populations.

Sachant que les plants de luzerne se trouvent dans des pots en plastique, le développement du système racinaire est un moyen relativement inefficace pour lutter contre la sécheresse. De ce fait, Le mécanisme le plus adapté est la fermeture des stomates ainsi que l'accumulation des solutés.

Ce recours aux méthodes d'adaptation à la sécheresse, conduit à une nette réduction de l'écart de température existant entre les deux traitements au 7<sup>ème</sup> jour de stress. En effet, l'écart chez la population tr27 (qui affichait la valeur la plus importante au 5<sup>ème</sup> jour de stress) chute de façon significative atteignant au 7<sup>ème</sup> jour de stress une valeur de 1.53°C (Fig. 42 49).

Par la suite, la diminution progressive de la température ambiante se répercute sur la température de surface des plants de luzerne en la réduisant.

Les différences de température entre les deux traitements sont très hautement significatives pour toutes les dates d'observation.

Pour le facteur population, les différences sont non significatives durant toute la période de stress.

L'interaction des deux facteurs est significative au 3<sup>ème</sup> et 7<sup>ème</sup> jour de stress et non significative pour les autres dates d'observation.

Tab.13 : Température de surface pendant le période de stress.

	I107		I253		C2		C204		Tr55		Tr221		Tr27
NJ	TS	TNS	TS										
3	31,31	30,43	33,24	29,55	31,91	29,87	31,99	29,45	32,6	31,56	32,37	32,81	30,8
5	35,66	29,97	37,91	30,25	34,66	30,45	36,66	30,78	37,12	31,28	36,91	35,16	38,6
7	29,83	28,16	30,7	28,33	30,2	28,21	31,28	28,58	31,99	27,96	30,24	32,5	31,5
10	30,79	26,38	32,49	27,66	31,08	27,37	32,7	27,28	33,08	27,75	32,66	29,0	32,6
12	18,94	16,85	18,83	16,79	18,78	16,66	18,82	16,78	19,44	16,56	20,08	16,95	19,2

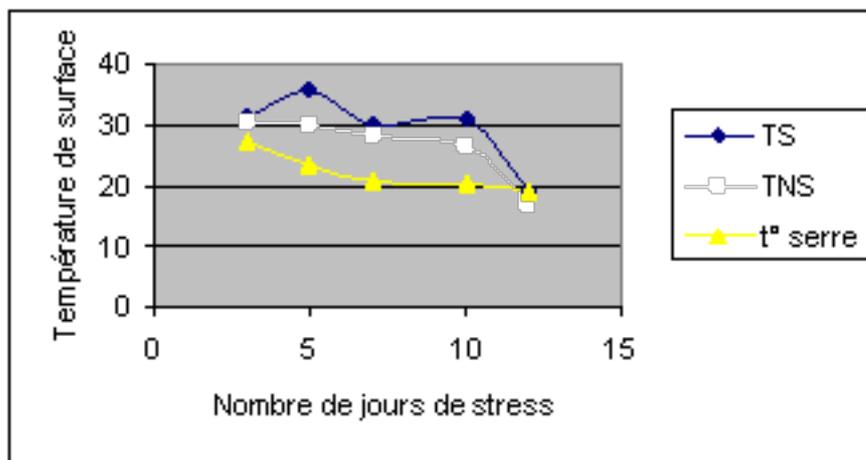


Fig. 42 : Evolution de la température de surface pendant la période de stress chez I107

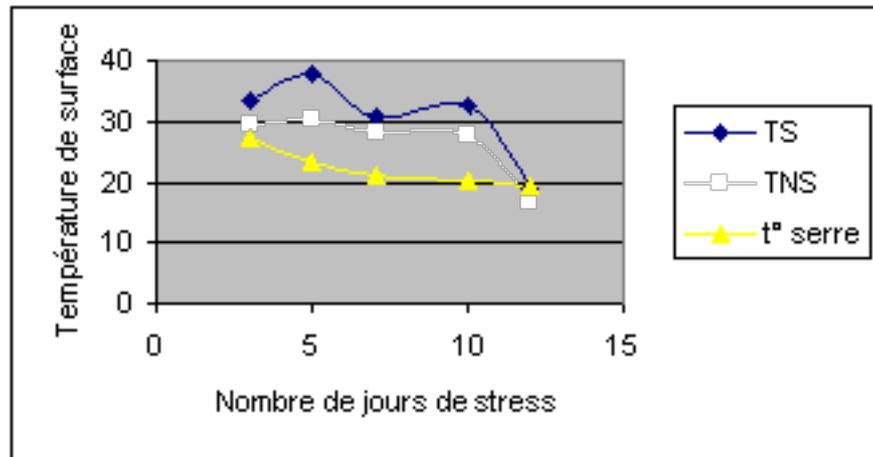


Fig. 43 : Evolution de la température de surface pendant la période de stress chez I253

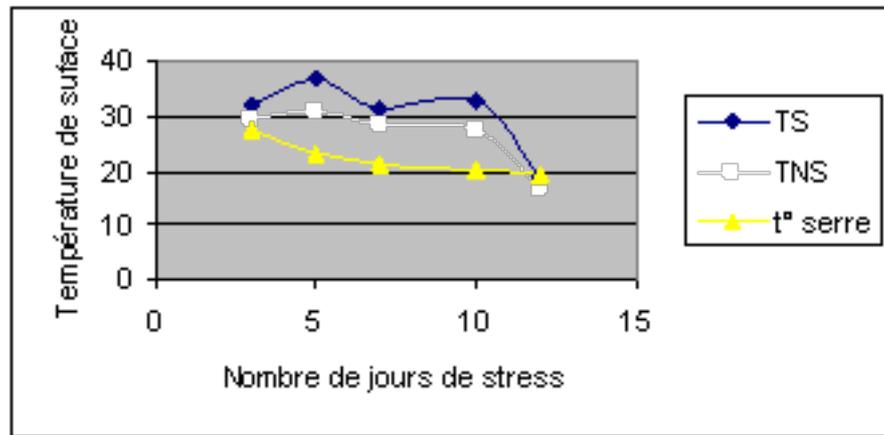


Fig. 44 : Evolution de la température de surface pendant la période de stress chez C204

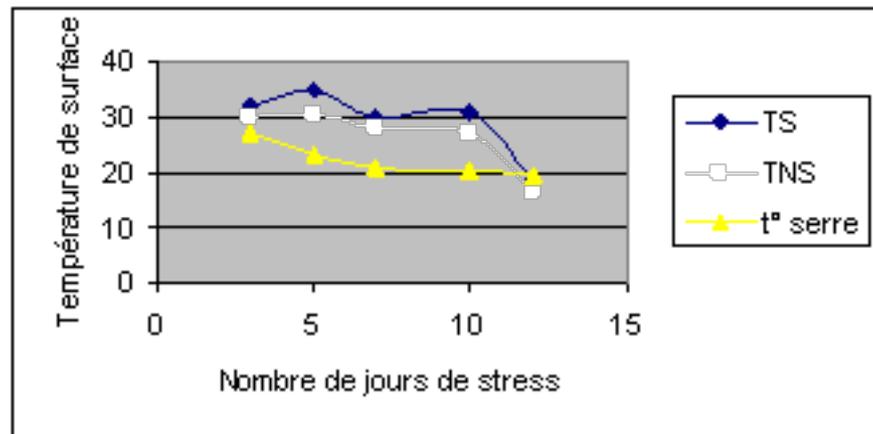


Fig. 45 : Evolution de la température de surface pendant la période de stress chez C2

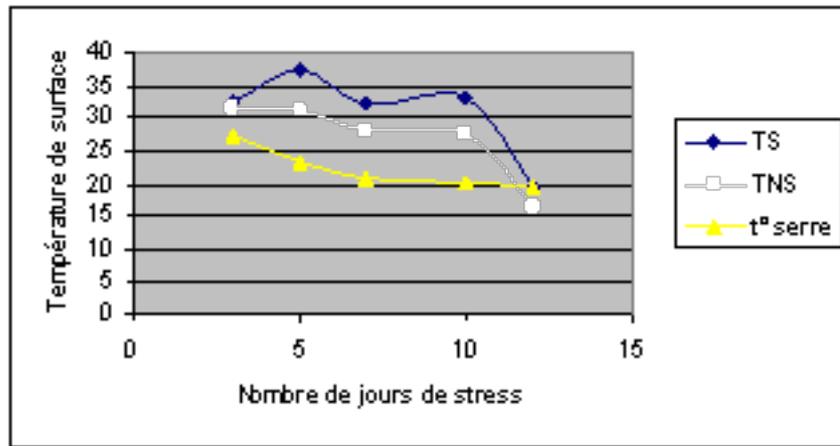


Fig. 46 : Evolution de la température de surface pendant la période de stress chez tr55

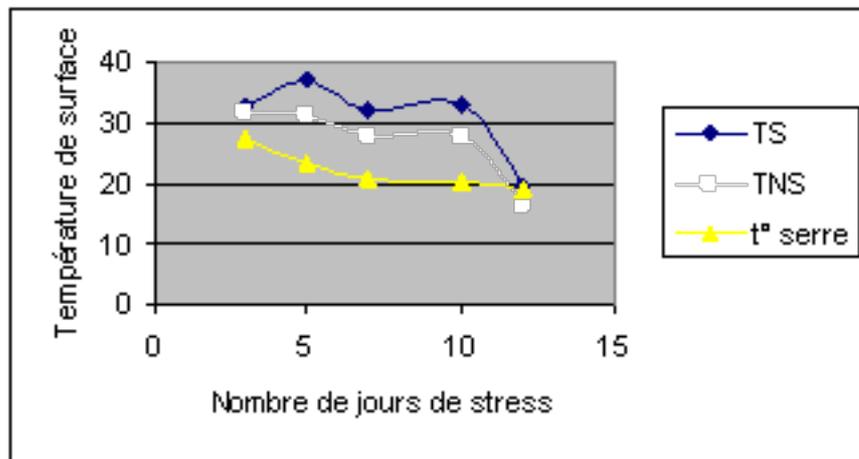


Fig. 47 : Evolution de la température de surface pendant la période de stress chez tr221

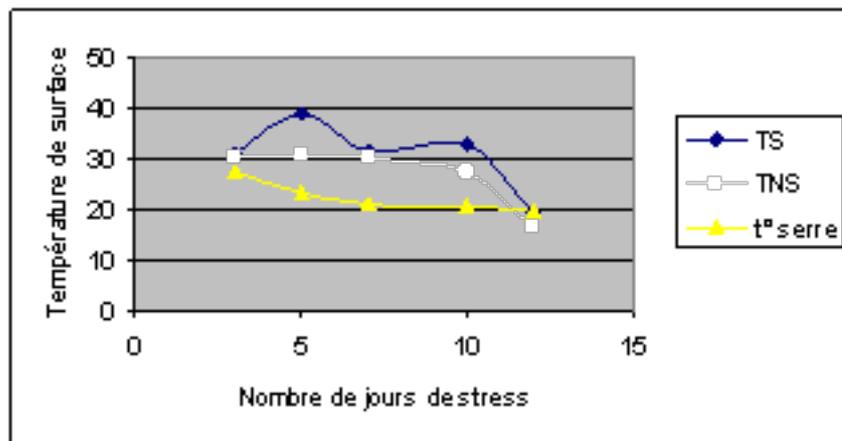


Figure 48: Evolution de la température de surface pendant la période de stress chez tr27.

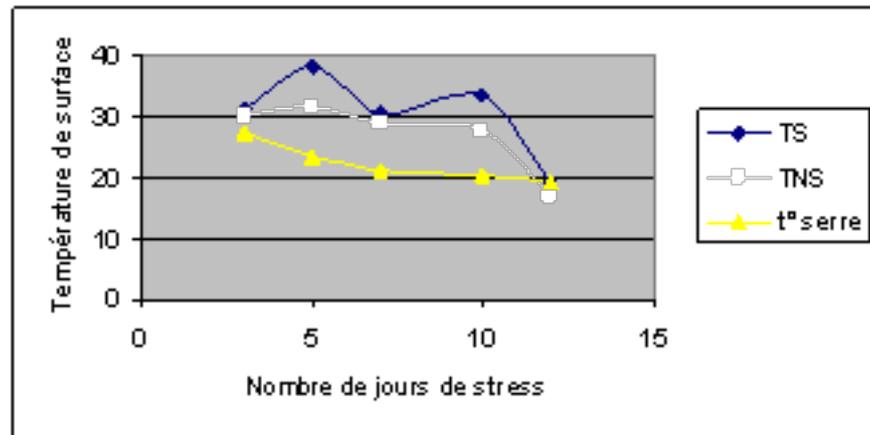


Figure 49: Evolution de la température de surface pendant la période de stress chez tr201.

### 3.1.7. Stress Degree-Day

Le SDD (obtenu par le cumul des différences de températures de surface et celles de l'air) est positif pour toutes les populations ayant subi un stress. Sauf pour les deux populations I107 et C2 dont le SSD est négatif. Le SDD le plus élevé est enregistré chez la population tr55 (SDD = 9.23) (Fig. 50).

En ce qui concerne, le traitement non stressé une seule population (tr221) possède un SDD positif, pour toutes les autres, il est négatif. La population I253 enregistre le SDD le plus réduit par rapport aux autres population (SDD = -14.42) (Fig.50).

La différence entre traitements hydriques est significative. Elle est très hautement significative pour le facteur population.

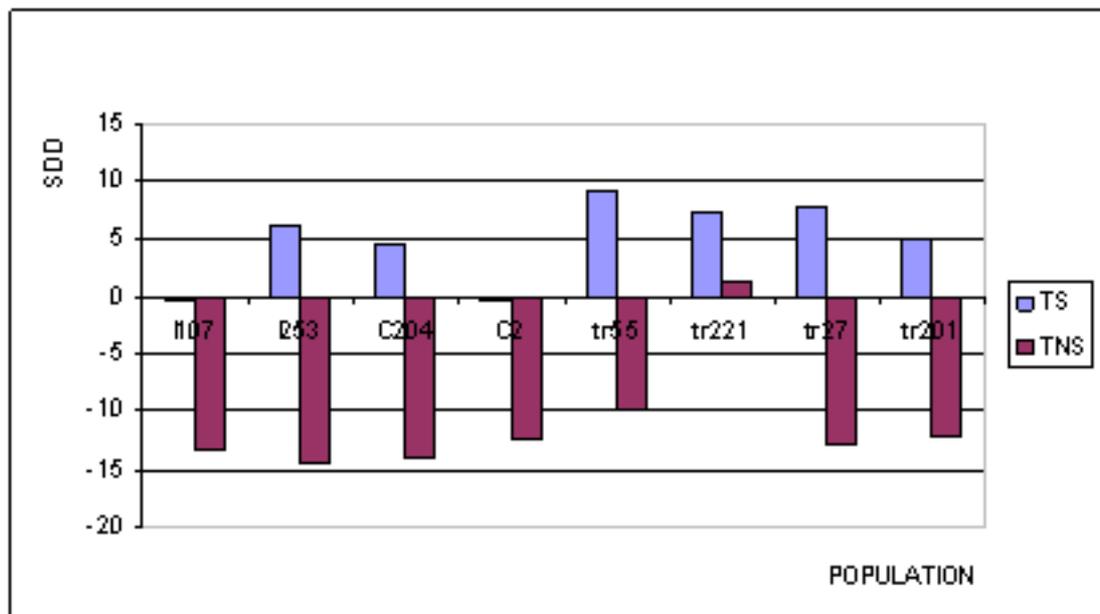


Fig. 50: Stress Degree Day.

Tab. 14 : Stress Degree-Day.

Population	TS	TNS
I107	-0,47	-13,19
I253	6,17	-14,42
C204	4,45	-14,03
C2	-0,37	-12,44
tr55	9,23	-9,89
tr221	7,26	1,42
tr27	7,92	-12,93
tr201	5,18	-12,12

### 3.2. ANALYSE MULTIVARIEE

Nous avons réalisé une analyse en composante principale pour les huit populations, nous y avons procédé en deux étapes :

\*La première étape a visé uniquement le traitement non stressé avec huit variables :

- Vitesse d'accroissement de la tige principale (VTP) ;
- Vitesse d'accroissement du premier rameau (VPR) ;
- Longueur ajoutée de la tige principale (LONAJTP) ;
- Longueur ajoutée du premier rameau (LONAJPR) ;

LONAJTP, LONAJPR sont les longueurs obtenues seulement à partir début du stress, et jusqu'à la fin de l'essai, les longueurs de la période précédant le stress sont non comprises.

- Accroissement du nombre de feuilles (ANF) ;
- Longueur de l'entre nœud (LEN) ;
- Date d'apparition de la première fleur (FLO) ;
- Date d'apparition de la première gousse (GOU) ;
- Stress Degree-Day (SDD) ;

\*La deuxième étape a permis d'analyser les données du traitement stressé, treize variables ont été étudiées :

- Vitesse d'accroissement de la tige principale pendant stress (VTPPS) ;
- Vitesse d'accroissement de la tige principale après stress (VTPAS) ;
- Vitesse d'accroissement du premier rameau pendant stress (VPRPS) ;
- Vitesse d'accroissement du premier rameau après stress (VPRAS) ;
- Longueur ajoutée de la tige principale (LONAJTP) ;
- Longueur ajoutée du premier rameau (LONAJPR) ;
- Accroissement du nombre de feuilles pendant stress (ANFPS) ;
- Accroissement du nombre de feuilles après stress (ANFAS) ;
- Longueur de l'entre nœud pendant stress (LENPS) ;
- Longueur de l'entre nœud après stress (LENAS) ;
- Date d'apparition de la première fleur (FLO) ;
- Date d'apparition de la première gousse (GOU) ;
- Stress Degree-Day (SDD).

#### 3.2.1. Le traitement non stressé

### **3.2.1.1. La projection des individus**

84.11% de l'information est fournie par le plan (1-2), dont 58.33% est assurée par l'axe 1 et 25.78% par l'axe 2.

Trois groupes d'individus (à forte corrélation) se distinguent (Fig. 51) :

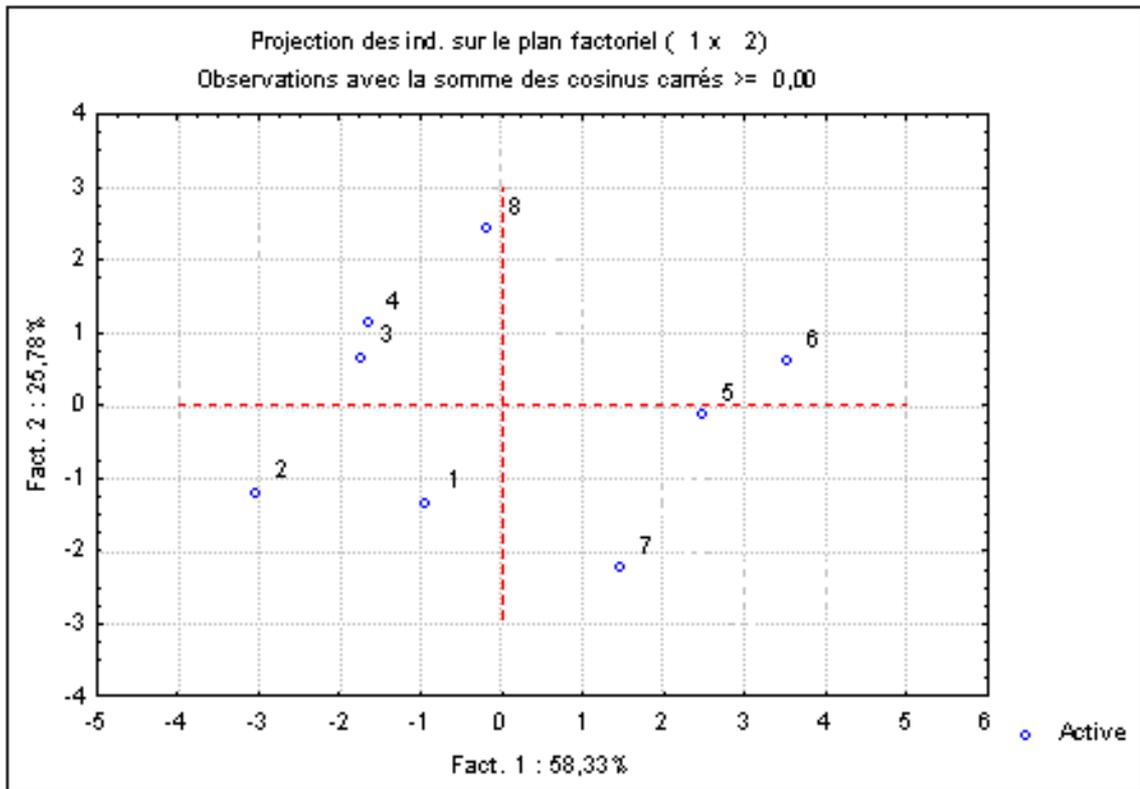
- Le premier groupe renferme les populations I107, I253, tr27. Ce groupe possède la particularité de la floraison tardive par rapport aux autres populations (la première fleur apparaît au bout de 93.54, 101.13 et 95.41 jours après levée pour respectivement les populations I107, I253 et tr27). Il en est de même pour la formation de la première gousse (qui s'effectue après 98.45, 106.12 et 98.20 jours pour les populations précitées)
- Le deuxième groupe comporte les populations C2, C204 et tr201. Les individus de ce groupe ont une grande homogénéité au niveau d'un certain nombre de variables à savoir : la vitesse d'accroissement de la tige principale, la longueur de la tige principale ajoutée, la vitesse d'accroissement du premier rameau, la longueur du premier rameau ajoutée et le SDD.
- Dans le troisième groupe, nous trouvons les populations tr55 et tr 221, qui présentent une floraison et une formation de gousses survenant à des moments rapprochés. Ainsi, qu'une vitesse d'accroissement du nombre de feuilles plus ou moins identiques.

### **3.2.1.2. Corrélation entre variables**

L'analyse fait ressortir trois groupes de variables (avec une forte corrélation positive au sein des groupes) (Fig. 52).

- Dans le premier groupe, nous avons uniquement les variables relatives à l'accroissement, à savoir : la vitesse d'accroissement de la tige principale, la vitesse d'accroissement du premier rameau, la longueur ajoutée de la tige principale et du premier rameau et la longueur du dernier entre nœud.
- Le deuxième groupe renferme l'accroissement du nombre de feuille et le SDD.
- Dans le troisième groupe, nous trouvons la date d'apparition de la première fleur et de la première gousse.

Une corrélation négative est constatée entre les paramètres du premier et du deuxième groupe.



*Fig. 51 : Projection des individus sur le plan factoriel (1 x 2) pour le traitement non stressé*

1 : I107 ; 2 : I253 ; 3 : C2 ; 4 : C204 ; 5 : Tr55 ; 6 : Tr221 ; 7 : Tr27 ; 8 : Tr201.

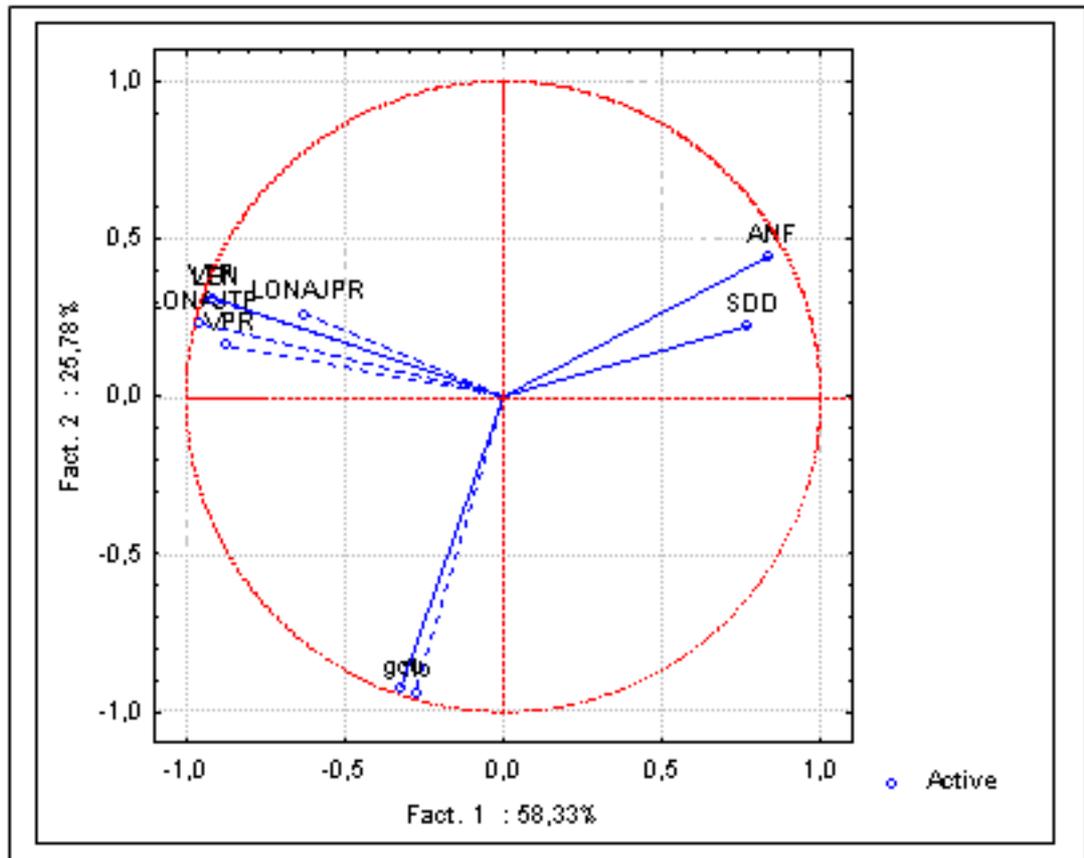


Fig. 52 : Projection des variables sur le plan factoriel (1 x 2) chez le traitement non stressé

### 3.2.2. Le traitement stressé

#### 3.2.2.1. La projection des individus

Le plan 1-2 fournit 73.83% de l'information, la première composante principale extrait 45.82% de l'information et la deuxième 28.01%.

Deux groupes d'individus sont séparés par l'axe 1 (Fig. 53) :

- Le premier groupe comporte quatre populations appartenant pourtant à deux espèces ayant des exigences différentes (I107, I253, C2, C204). En effet, selon **ABDELGUERFI-LAOUAR et al (2003)** *Medicago ciliaris* présente des exigences climatiques moins strictes que celles de *Medicago intertexta*. A cet effet, les populations de *M. intertexta* et *M. ciliaris* réagissent de façon semblable face au stress subi, par rapport au groupe des *M. truncatula*.
- Dans le deuxième groupe nous trouvons les populations tr55, tr221, tr27. Nous remarquons que la population tr27 qui avait une bonne corrélation avec les populations I107 et I253 sous régime hydrique non stressé, rejoint les populations de son espèce (tr55 et tr221) pour former un même groupe (avec une bonne corrélation) réagissant de manières semblables face à une contrainte hydrique.
- Les populations d'un même groupe présentent une homogénéité quant à : la vitesse d'accroissement de la tige principale, la vitesse d'accroissement du premier rameau,

la longueur de la tige principale ajoutée à partir du début du stress, la longueur du premier rameau ajoutée à partir du début du stress, la longueur de l'entre nœud pendant stress et la longueur de l'entre nœud après stress.

La population tr201 se distingue par rapport aux deux groupes de populations, se rapprochant de l'axe 2 et s'opposant à la population l107. La population tr201 présente une grande précocité dans la floraison et la formation de gousse en comparaison avec les autres populations, surtout la l107 qui est la plus tardive (avec une différence de 43,70 jours pour la floraison et 39.62 jours pour la formation de gousse entre les deux populations).

### 3.2.2.2. Corrélations entre variables

Nous remarquons une très bonne corrélation entre la vitesse d'accroissement de la tige principale pendant stress, la vitesse d'accroissement de la tige principale après stress, la longueur ajoutée de la tige principale, la longueur du dernier entre nœud pendant stress et la longueur de l'entre nœud après stress (Fig. 54).

La vitesse d'allongement du premier rameau pendant le stress, la vitesse d'allongement du premier rameau après stress ainsi que la longueur ajoutée du premier rameau sont corrélées positivement (Fig. 54).

Le SDD quant à lui, il présente une forte corrélation positive avec les deux variables : accroissement du nombre de feuilles pendant stress et l'accroissement du nombre de feuilles après stress. Donc plus la différence entre la température du couvert et celle de l'air est élevée plus l'accroissement du nombre de feuilles augmente (Fig.54).

Cependant, selon **INRA-FR (2000)**, l'adaptation des plantes à la sécheresse repose largement sur la régulation de la croissance des feuilles. Cela veut dire que le déficit hydrique entraîne une réduction de la croissance des feuilles.

Cela nous laisse supposer dans le cas de notre essai, que les SDD les plus élevés (températures de surface les plus élevées) correspondent aux espèces dont l'accroissement du nombre de feuilles est le plus rapide, et cela en dehors de la contrainte hydrique (traitement non stressé), d'autant plus que la corrélation est positive chez les témoins et durant la phase « après stress » chez les individus ayant subi un stress momentané.

Le SDD est négativement corrélé avec les paramètres de l'accroissement de la tige principale pendant le stress et après le stress, de la longueur du dernier entre nœud et de la vitesse d'accroissement du premier rameau pendant le stress (Annexe III).Ainsi, l'augmentation du SSD provoque automatiquement une baisse de croissance qui se prolonge pendant la phase après le stress pour la tige principale.

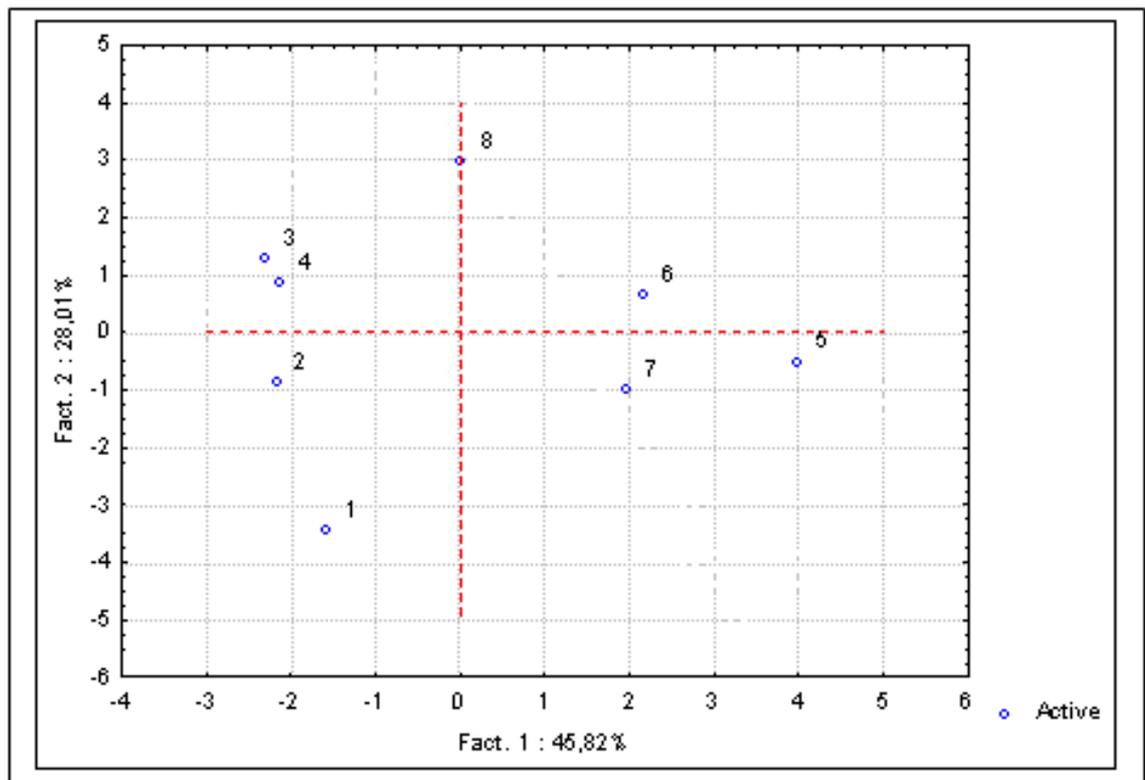


Fig. 53 : Projection des individus sur le plan factoriel 1-2 pour le traitement stressé  
1 : I107 ; 2 : I253 ; 3 : C2 ; 4 : C204 ; 5 : Tr55 ; 6 : Tr221 ; 7 : Tr27 ; 8 : Tr201.

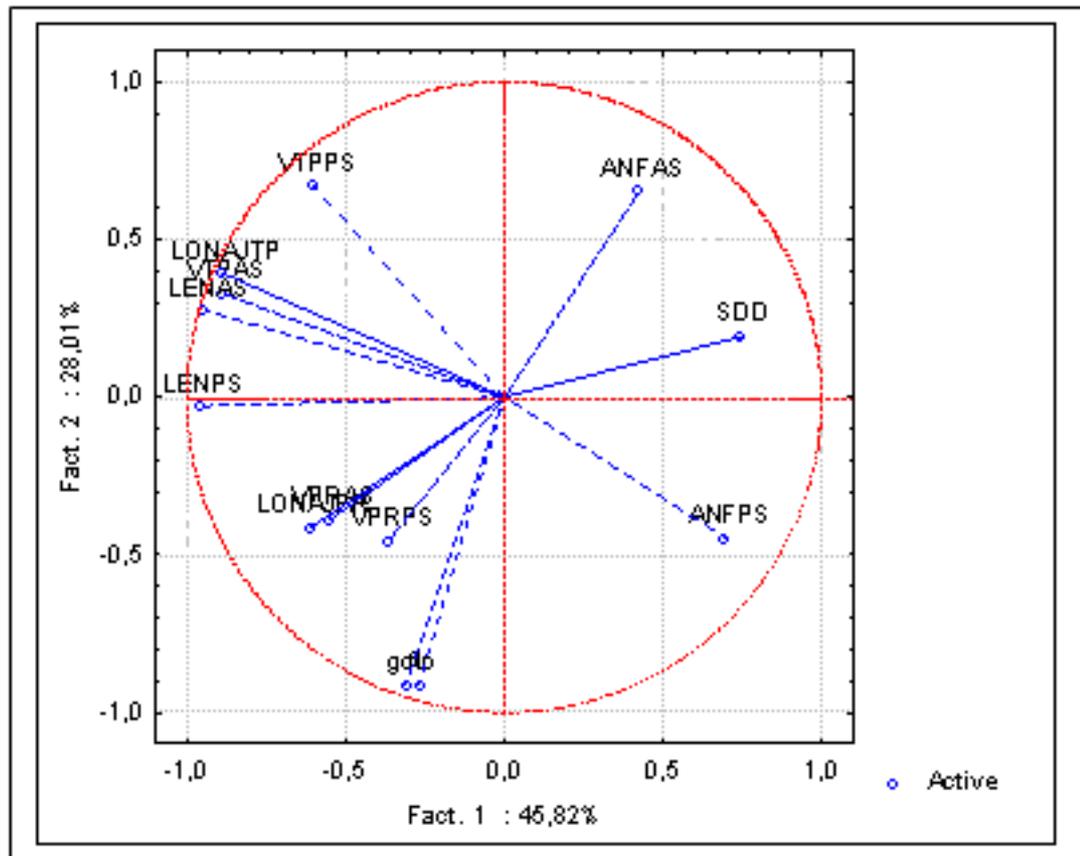


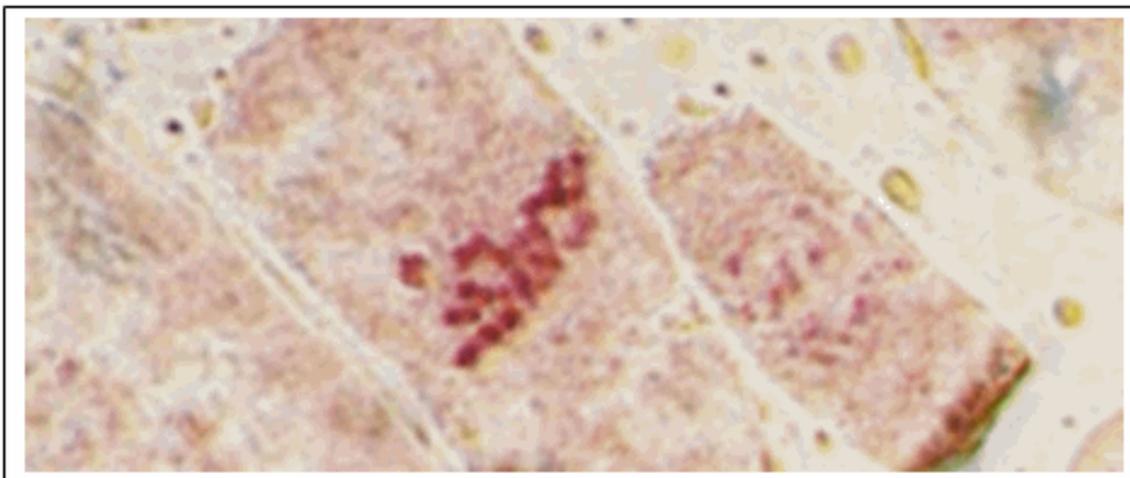
Fig. 54 : Projection des variables sur le plan factoriel 1-2 pour le traitement stressé

### 3.3. RESULTATS DE L'ETUDE CYTOGENETIQUE

#### 3.3.1. Comptage chromosomique

Quelques plaques métaphasiques ont pu être observées (Fig. 55 à 61). Ces plaques nous ont permis les observations suivantes :

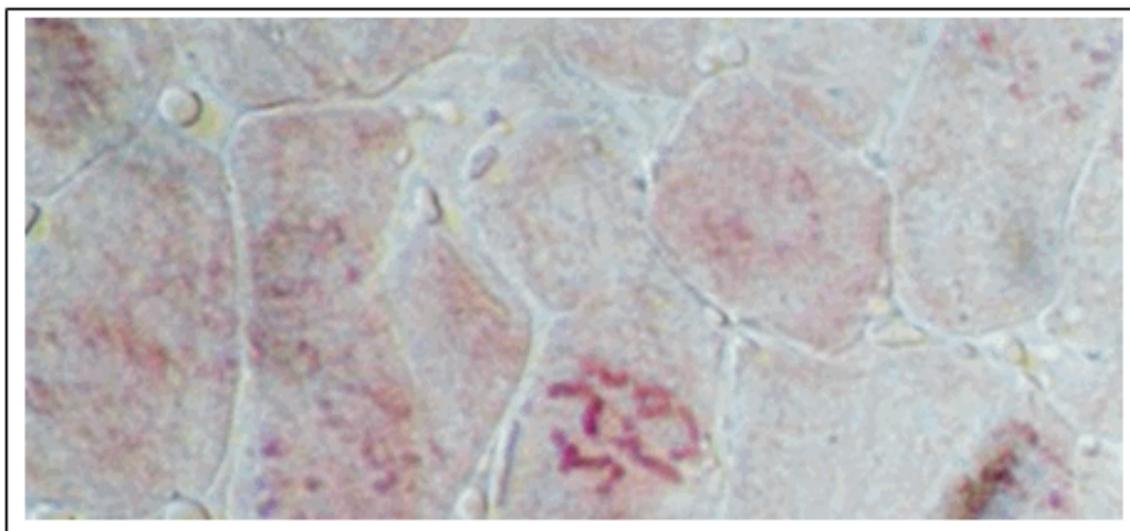
- Les pointes racinaires prélevées entre 9 heures et 10 heures du matin sont celles qui ont donné les plaques métaphasiques les plus claires.
- L'□ bromonaphtalène s'avère être un pré fixateur plus efficace en comparaison avec le froid ainsi qu'avec la combinaison des deux (□ bromonaphtalène et le froid).
- La coloration à l'orceine combinée à une durée d'hydrolyse de 7 minutes offre des plaques largement plus visibles avec un très bon contraste par rapport au réactif de schiff combiné à trois durées d'hydrolyse (7, 10 et 15 minutes).



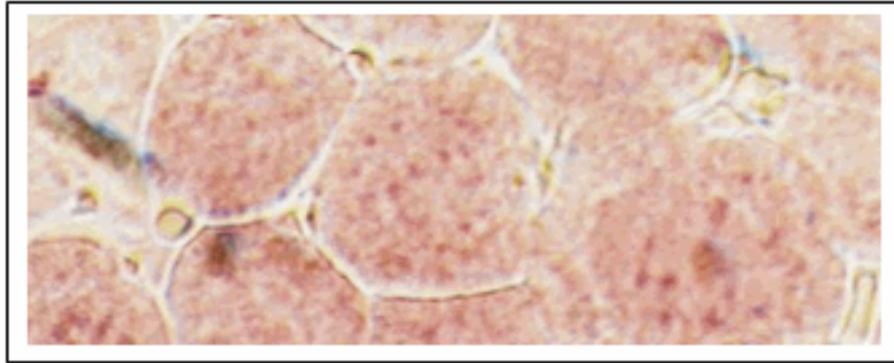
*Fig. 55 : Plaque métaphasique chez la population I107*



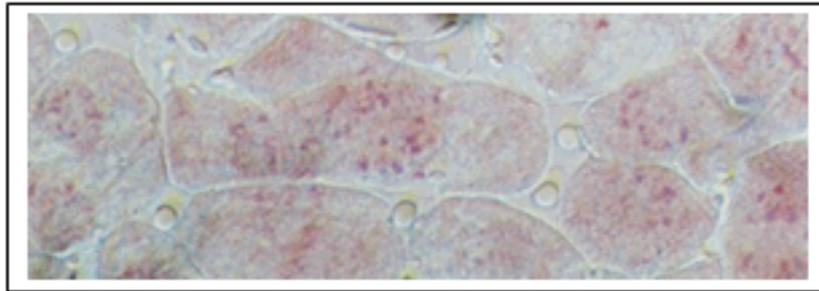
*Fig. 56 : Plaque métaphasique chez I253*



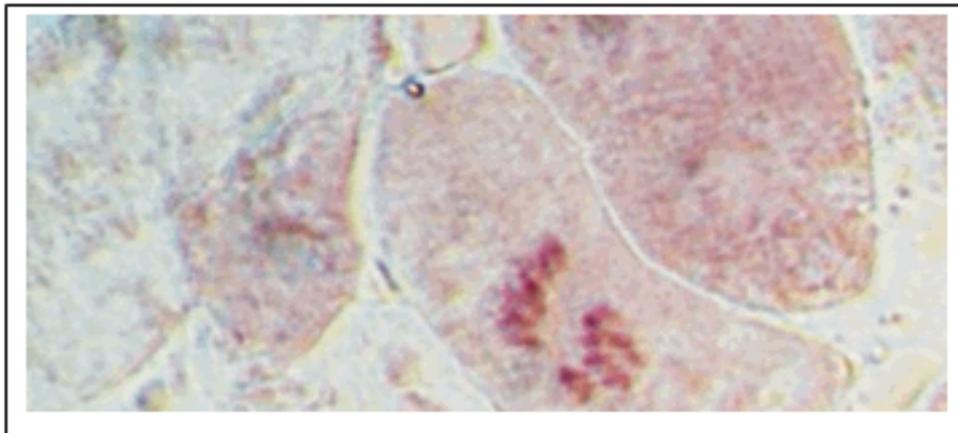
*Fig. 57 : Plaque métaphasique chez C204*



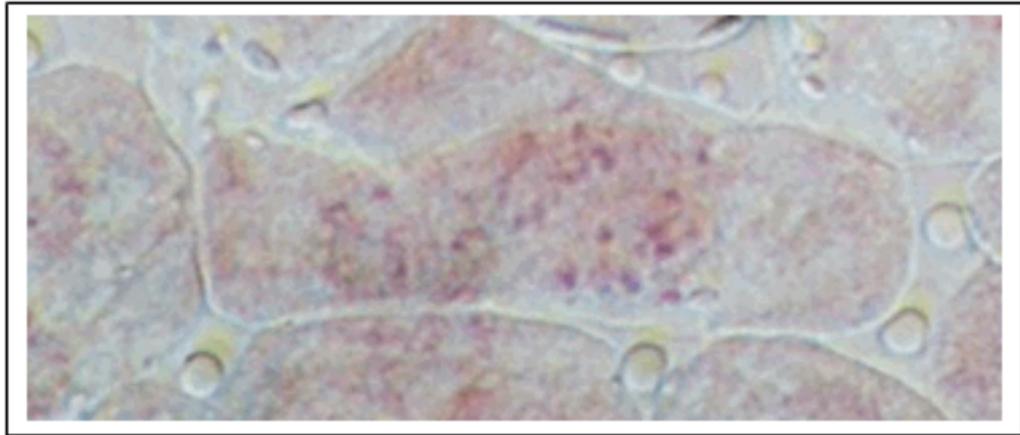
*Fig. 58 : Plaque métaphasique chez tr27*



*Fig. 59 : Plaque métaphasique chez tr55*



*Fig. 60 : Anaphase chez tr221.*



*Fig. 61 : Plaque métaphasique chez C2*

Le nombre chromosomique chez les populations étudiées est de  $2n=16$ .

### 3.3.2. C-Banding

Le protocole établi par **BAUCHAN et HOSSAIN (1997)** n'a pas permis l'observation des bandes C sur les chromosomes de luzerne annuelle et ce malgré une cinquantaine d'essai ; les résultats non pas été concluants.

Il faut signaler que ce protocole a été établi pour la luzerne pérenne. De plus, les chromosomes de la luzerne sont d'une dimension très petite variant entre 2 à 3  $\mu\text{m}$ , et sont morphologiquement très similaires entre eux (**BAUCHAN et HOSSAIN, 1997**).

---

# Conclusion générale

Les paramètres étudiés réagissent différemment face à une contrainte hydrique : le ralentissement de la croissance persiste pendant la phase après stress pour le paramètre « croissance de la tige principale » chez la majorité des populations, alors que la croissance du premier rameau ne manifeste aucune réduction par rapport aux témoins durant cette phase.

Pour le paramètre « **accroissement de la tige principale** » la population tr55 est la plus négativement affectée, par contre la population tr27 présente le taux de réduction le plus réduit et cela au moment du stress. Après stress, nous constatons que la population I253 affiche le taux de réduction le plus élevé ; en revanche, la population I107 est la moins touchée. Par ailleurs, les trois populations tr55, tr201 et tr221 ne présentent aucune réduction par rapport aux témoins.

En ce qui concerne le paramètre « **accroissement du premier rameau** » nous constatons que deux populations I107 et I253, appartenant à la même espèce *Medicago intertexta*, réagissent de façon totalement différente au moment du stress. En effet, la population I253 présente le taux de réduction le plus élevé ; par contre la population I107 présente le taux le plus bas en comparaison avec les autres populations. Après stress, seulement deux populations montrent un retard de croissance par rapport aux témoins ; il s'agit de C2 et C204.

Pour le paramètre « **accroissement du nombre de feuilles** », un écart se creuse entre les deux traitements à partir du 4<sup>ème</sup> jour de stress. Par ailleurs, ce paramètre est plus touché chez la population C2. La population tr55 présente le taux de réduction le plus bas.

Sur le plan **phénologique**, un stress hydrique momentané durant la phase végétative, n'a aucun effet sur la date d'apparition de la première fleur et de la première gousse. En outre, nous constatons que la population tr201 est la plus précoce quant à la formation de la première fleur et de l'apparition de la première gousse. En revanche, les deux populations de *Medicago intertexta* sont les plus tardives.

Une augmentation évidente dans la **température de surface** est constatée chez les plants stressés par rapport aux témoins. L'écart le plus important est noté au 5<sup>ème</sup> jour de stress pour toutes les populations étudiées (à l'exception de la population tr221).

Seules les deux populations I107 et C2 possèdent un SDD positif. Ainsi, elles ont la faculté de maintenir une température au delà de laquelle leurs rendement ne sera pas affecté (voir chapitre matériel et méthode). Le SDD le plus élevé est enregistré chez la population tr55.

En ce qui concerne, le **comptage chromosomique**, nous avons constaté que les pointes racinaires prélevées entre 9 heures et 10 heures du matin sont celles qui ont donné les plaques métaphasiques les plus claires.

L'  $\alpha$  bromonaphtalène s'avère être un **pré fixateur** plus efficace en comparaison avec le froid ainsi qu'avec la combinaison des deux ( $\alpha$  bromonaphtalène et froid).

**La coloration** à l'orceine combinée à une durée d'hydrolyse de 7 minutes offre des plaques largement plus visibles avec un très bon contraste par rapport au réactif de schiff combiné à trois durées d'hydrolyse (7, 10 et 15 minutes).

Cependant, le protocole de **BAUCHAN et HOSSAIN (1997)** n'a pas permis l'observation de bandes C sur les chromosomes de luzernes annuelles étudiées. En effet, il a été établi pour la luzerne pérenne. A cet effet, l'établissement d'un protocole de banding sur les chromosomes de luzerne annuelle pourra faire l'objet de futurs travaux.

---

# REFERENCES

- ABBOUB L., 1991. Etude du comportement de onze espèces de luzernes annuelles : production de matière sèche, floraison et fructification. Thèse Ing., INA-EL Harrach, 112p.
- ABDELGUERFI A., 1994. Autoécologie de quelques légumineuses spontanées d'intérêt fourrager et pastoral en Algérie. In :facteurs limitants la fixation symbiotique dans le bassin méditerranéen, Montpellier (France). Les colloques de l'INRA, 77 : 229-238.
- Abdelguerfi A. et Abdelguerfi-Berrekia R., 1987. Le système blé-*Medicago*: pourquoi, où et comment? *Céréaliculture*, 16 : 44-45.
- Abdelguerfi A., Chapot J.Y. et CONESA A.P., 1988. Contribution à l'étude des luzernes annuelles spontanées en Algérie selon certains facteurs du milieu. *Fourrages*, 113 : 89-106.
- ABDELGUERFI-LAOUAR M., ABDELGUERFI A., BOUZNAD Z., GUITTONNEAU G.G., 2003. Autoecologie et distribution du complexe d'espèces *Medicago ciliaris* – *M. intertexta* en Algérie. *Acta Botanica Gallica*, 150 (3) : 253-265.
- Agawal K et Gupta P.K., 1983. Cytological studies in the genus *Medicago*. *Caryologia*, 48: 781-793.
- Anouar Benhadj B., 1997. La pratique du banding G dans l'analyse cytogénétique. Diplôme d'Etudes Supérieures, Institut des Sciences de la Nature / Université des Sciences et Technologies Houari Boumediene.
- Antolin M.C. et Sanchez-Diaz M., 1993. Effects of temporary drought on photosynthesis of alfalfa plants. *J. Exp. Bot.*, 44: 1341-1349.
- Arraudeau M., 1989. Breeding strategies for drought, in drought resistance in cereals. Ed. F.W.G Baker, CAB international, pp: 107-116.
- Bauchan G.R. et Hossain M.A., 1997. Karyotypic analysis of C-banded chromosomes of diploid alfalfa (*Medicago sativa* ssp. *Caerula* and ssp. *Falcata* and their hybrid). *J. Hered.*, 88 (6) : 533-537.
- Belhassen E., This D. et Monneveux P., 1995. L'adaptation génétique face aux contraintes de sécheresse. *Cahier d'Agriculture*, 1 : 251-261.
- BENDIFALLAH N., 2002. Etude du comportement et de la variabilité chez quelques populations de *Medicago ciliaris* et *Medicago intertexta*. Thèse Ing., INA-EL Harrach, 110p.
- Binh T et Reynier F.N., 1979. Caractérisation de l'enracinement du riz pluvial in situ avec le phosphore 32. In « Isotopes and radiation in research on soil-plant relationships ». International Atomic Energy Agency, Vienne.
- Blum A. et Ebercon A., 1976. Genotypic responses in sorghum to drought stress. III. Free proline accumulation and drought resistance. *Crop Sc.*, 16 :428-431.

- Blum A., 1988. Drought resistance. In " Plant breeding for stress environments". CRC press, Boca Raton, Florida, 43-76.
- Bois J.F. et Couchat Ph., 1985. Incidence d'une carence hydrique sur la transpiration et les échanges du CO<sub>2</sub> de quelques variétés de riz (*Oriza sativa* L). *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 132 (415): 283-288.
- Chebbi H., Pascual M.J., Correal E., 1995. Les espèces ligneuses du genre *Medicago* : variabilité et perspectives d'amélioration. In « Systèmes sylvopastoraux. Pour un environnement, une agriculture et une économie durable ». *Cahiers Options Méditerranéennes*, 12 : 121-124.
- Chebouti A., 1999. Effet du stress hydrique sur le comportement et la production de semences chez trois espèces de luzernes annuelles *Medicago aculeata*, *Medicago orbicularis*, *Medicago truncatula*. Thèse Mag., INA EL Harrach, 166p.
- Chergui N., 1990. Etude de quelques aspects physiologiques du déficit hydrique chez la luzerne pérenne (*Medicago sativa*). Thèse Ing., INA EL Harrach, 102p.
- Cooper G.M., François C. et François J.M., 1999. La cellule : une approche moléculaire. Ed. Deboeck – Paris, 674 p.
- Deraissac M., 1992. Mécanismes d'adaptation à la sécheresse et maintien de la productivité des plantes cultivées. *Agronomie Tropicale*, 46 (1) :29-38.
- Dutrillaux B. et Couturier J., 1981. A rapid banding technique for human chromosomes. *The lancet*, 30 : 971-972.
- FALISTOCCO F., 1987. Cytogenetics investigations and caryological relationships of two *Medicago* : *M sativa* (alfalfa) and *M arborea*. *Caryologia*, 40:339-346.
- FALISTOCCO F. et FALCINELLI M., 1993. Karyotype an C-banding in *Medicago noëana*, leguminosae. *Cytologia*, 58 (2) : 151-154.
- FALISTOCCO F., FALCINELLI M. et VERONESI F., 1995. Karyotype and C banding pattern of mitotic chromosomes in alfalfa *Medicago sativa*. *Plant breed*, 114: 451-453.
- Fisher R.A. et Maurer R., 1979. Growth and water limitations to dry wheat yield in Australia a physiological frame work. *J. Aust. Inst. Sc.*, 45:83-94.
- Gate P.H., 1995. Ecophysiologie du blé. Technique et documentation. Ed. Lavoisier - Paris, 351 p.
- Gay J.P. et Bloc D., 1991. La tolérance au stress chez le maïs. *Persp. Agri* 175 : 100-106.
- Griffiths A.J.F., Miller J.H., Suzuki D.T., Lewontin R.C., Gelbart W.M., 2002. Introduction à l'analyse génétique. Ed. De Boeck 3<sup>ème</sup> édition, 860 p.
- GUEDDADA F. et CHIHAT S., 1996. Etude de la variabilité de quelques espèces céréalières cultivées en Algérie : caryologie, caractères quantitatifs. Thèse Ing., INA EL-Harrach, 102 p.
- Gulias J., Fernandez G.A. et Medrano H., 2000. Leaf growth and osmotic adjustment of submediterranean clover under drought. *Cahiers Options Méditerranéennes*, 45 : 261-264.
- Haddadj A., 1995. Effets physiologiques du stress hydrique sur dix populations de *Medicago ciliaris*. Thèse Ing., INA EL-Harrach, 65 p.

- 
- Heller R., 1969. La biologie végétale. Ed. Masson, 578p.
- Heyn C.C., 1963. The annual species of *Medicago*. Publication of the Hebrew University - Jerusalem (12), 154 p.
- Idso S.B., JACKSON R.D et REGINATO R.J., 1977. Remote-sensing of crop yields. *Science*, 196: 19-25.
- INRA-Fr., 2000. Construire des plantes résistantes à la sécheresse? [www.inra.fr/genomique/communiqu10.html](http://www.inra.fr/genomique/communiqu10.html)
- Irigoyen J.J., Emerich D. et Sanchez-Diaz M., 1992. Alfalfa leaf senescence induced by drought stress: photosynthesis, hydrogen peroxide metabolism, lipid peroxidation and ethylene evolution. *Physiol.plant*, 84 (1) :67-72.
- Kettani R., 1991. Contribution à l'étude du développement et du rendement en semences chez *Medicago rigidula* L. ALL. Soumise au déficit hydrique post-floral. Diplôme d'Etude Supérieures d'Université, Université de Montpellier II - Sciences et Technique du Languedoc, 13p.
- KORICHI M.F., 1990. Etude du comportement et de la phénologie de populations spontanées de trois espèces de luzernes annuelles de quatre sites agroclimatiques. Thèse Ing., INA-EL Harrach, 182p.
- Korichi M., 1992. Contribution à l'étude de l'ajustement osmotique et de la réponse protéique du blé dur (*Triticum durum Desf.*) au stress hydrique. Diplôme d'Etudes Approfondies, Bases de la production végétale, Université de Montpellier II Sciences et Techniques du Languedoc/Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier
- Kotchi S.O., 2004. Détection du stress hydrique par thermographie infrarouge. [www.theses.ulaval.ca/2004/22198/22198.html](http://www.theses.ulaval.ca/2004/22198/22198.html)
- Kramer P.J., 1959. The role of water in the physiology of plant. *Adv. Agron.*, 11 : 51-78.
- Kramer P.J., 1969. Plant and soil water relationships, a modern synthesis. Ed. McGraw-Hill Book Company, New York, 389 p.
- Kramer P.J., 1984. Problems in water relations of plants and cells. *International Review of Cytology*, 254-286.
- Laouar M., 1995. Phénologie et biométrie de quelques populations de *Medicago intertexta* (L.) Miller. Thèse Ing., INA EL-Harrach, 95 p.
- Levitt J., 1980. Response of plants to environmental stresses. Ed. Academic press, New York, 606p.
- MALINOWSKI D.P. et BELESKY D.P., 2000. Adaptations of endophyte infected cool-season grasses to environmental stresses, mechanisms of drought and mineral stress tolerance. *Crop Sc.*, 40 : 932-940.
- MARIANI A et FALISTOCCO E., 1990. Chromosome studies in 2n = 14 and 2n = 16 of *Medicago murex*. *Genome*, 33 : 159-163.
- Massoud S.A., Gill B.S. et Johnson L.B., 1991. C-banding and alfalfa chromosomes : standard karyotype and analysis of a somaclonal variant. *J. Hered.*, 82 : 335-338.
- MEFTI M., ABDELGUERFI A. et CHEBOUTI A., 2001. Etude de la tolérance à la sécheresse chez quelques populations de *Medicago truncatula*. [Ressources.ciheam.org/om/pdf/01600079.pdf](http://Ressources.ciheam.org/om/pdf/01600079.pdf)
-

- Moheilibi H. et Sansal N., 1996. Réponses physiologiques de dix populations locales de *Medicago aculeata* (Gearth) au stress hydrique. Thèse Ing., INA EL-Harrach, 56 p.
- Monneveux P et Nemmar M., 1986. Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez le blé dur (*T. durum* L.) ; étude de l'accumulation de la proline au cours du cycle de développement. *Agron.*, 6 :583-590.
- Mouhouche B., 1991. Effet du stress hydrique sur la production agricole, un cas d'espèce, le haricot nain. *Al-Ardh*, 8 : 22-23.
- MOUHOUCHE B., 2001. Effets du stress hydrique appliqué à différentes phases phénologiques sur les composantes du rendements de quatre légumineuses alimentaires à grosses graines. Utilisation de la méthode de marquage des organes fructifères. Thèse doctorat, INA EL Harrach.
- Nemmar M., 1983. Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez les variétés de blé tendre (*Triticum durum* Desf) et de blé tendre (*Triticum aestivum* L), évolution des teneurs en proline au cours du cycle de développement. Thèse docteur-Ingénieur, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, Montpellier, 108p.
- Ouchai M., 1990. Etude de quelques aspects physiologiques du déficit hydrique chez deux espèces de luzernes annuelles (*Medicago tornata* et *Medicago rotata*).Thèse Ing., INA EL-Harrach, 62p
- Pardue M.L. et Gall J.G., 1970. Chromosomal localization on mouse satellite DNA. *Science*, 168 : 1356-1358.
- PRICE A.H., CAIRNS J.E., HORTON P., JONES H.G., GRIFFITHS H., 2002. Linking drought avoidance in upland rice using QTL approach progress and new opportunities to intergrate stomatal and mesophyll responses. *J. Exp. Bot.*, 53 (371) : 989-1004.
- Prosperi J.M., Oliviers I., Angevain M., Génier G., Nansat., 1993. Diversité génétique, conservation et utilisation des ressources génétiques des luzernes méditerranéennes. [www.inra.fr/depenv/prosps04.htm](http://www.inra.fr/depenv/prosps04.htm).
- RADEVA et TOPCHIEVA, 1979. A periodical soil hydriness as affecting the dry matter, seed yield and some physiological characters in luzerne plants. *Plant Sc.*, 16(1):13-26.
- REKIKI D., 1992. Evaluation de 110 populations de sept espèces de *Medicago* dans deux zones agro-écologiques. Thèse ing., INA El Harrach, 159p.
- Saoulí L., 1992. Contribution à l'étude du système de reproduction de quatre espèces spontanées du
- Rekika D., 1997. Identification et analyse génétique des caractères physiologiques liés au rendement en condition de sécheresse chez le blé dur. Intérêt potentiel des espèces sauvages apparentées pour l'amélioration de ces caractères. ENSA.M / INRA Montpellier, 378 p.
- Renard C., 1985. Mécanismes d'adaptation à la sécheresse chez le riz pluvial. Rapport de conférence internationale besoins en eau des cultures, I.N.R.A., Paris, 195-203.
- Richter G., 1993. Métabolisme des végétaux : physiologie et biochimie. Ed. Presses polytechniques et Universitaires, Romandes - Lausanne, 526p.

- 
- Ridley. et Todd., 1971. Anatomical changes in the shoot tip of wheat exposure to drought stress. *Crop science*, 11(4): 471-474.
- Rooney D.E. et Czupkowski B.H., 1992. Human cytogenetics : a practical approach. Oxford University Press : 31-54.
- Sanchez-Diaz M., 2001. Adaptation of legumes to multiple stresses in Mediterranean type environments. *Options Méditerranéennes* 45 : 145-151.
- Sarda X., Vansuyt C., Tousch D., Casse-Deba F., 1993. Les signaux racinaires de la régulation stomatique In « Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne ». *Colloque I.N.R.A.* n° 64, pp : 75-79.
- SCHLARBAUM S.E., JOHNSON I.B. et STUTEVILLE D.I., 1988. Characterization of somatic chromosome morphology in alfalfa, *Medicago sativa*. L:comparison of donor plant with regenerated protoclonés. *Caryologia*, 53 : 499-507.
- Siakhene N., 1984. Effet du déficit hydrique sur quelques espèces de luzernes. Thèse Ing., INA EL-Harrach, 130 p
- Slavich P.J., Hatton T.J. et Dawes W.R., 1998. The canopy growth and transpiration model of waves: technical description and evaluation. Technical report n° 3, CSIRO land and water.
- Spurbeck J.L., Adams S.A., Stupca L., Dewald G.W., 2004. Primer on medical genomics parts XI: visualizing human chromosomes. *Mayo.Clin.Proc* 79:58-75.
- Turner N.C. et Begg J.E., 1981. Plant water relations and adaptation to stress. *Plant soil*, 58: 97-131.
- Thomas H., Humphreys M., Volaire F., Humphrey Me., James A., 2001. Exploiring interspecific and ecotype drought resistance in temperate forage grasses with emphasis on *festuca* and *Lolium*. [www.iger.bbsrc.ac.uk/SAGES2/Po\\_article-exploiting.htm](http://www.iger.bbsrc.ac.uk/SAGES2/Po_article-exploiting.htm)
- Turner N.C. et Jones M.M., 1980. Mechanisms of drought resistance in physiology and biochemistry of drought resistance in plants. Ed Paleg, Aspinall, 15-373.
- Vosa. et Marchi., 1972. On the quinacine fluorescence and giemsa staining in plants nature. *New Biol.*, 191-192.
- Yahiaoui S., 1990. Etude du comportement et de la phénologie de populations spontanées de trois espèces de luzernes annuelles de quatre sites agroclimatiques. Thèse Ing., INA-EL Harrach, 133 p.

## Annexes

### Annexe N° 1: Tableaux de l'analyse de la variance.

Tableaux de l'analyse de la variance relatifs à l'accroissement de la tige principale.

Tableau 01: obs 1 (ATP).

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C .V.
VAR . TOT S-BLOC	3,04	31	0,10				
VAR . FACTEUR 1	2,22	7	0,32	11,35 ***	0,0000		
VAR . BLOCS	0,24	3	0,08	2,84	0,0618		
VAR . RESIDUELLE 1	0,59	21	0,03			0,17	49,60%
VAR . TOTALE	4,51	63	0,07				
VAR . FACTEUR 2	0,43	1	0,43	12,2 **	0,0020		
VAR . INTER F1*2	0,19	7	0,03	0,78	0,6138		
VAR . TOT S-BLOC	3,04	31	0,10	2,78	0,0061		
VAR . RESIDUELLE 2	0,85	24	0,04			0,19	55,80%

Tableau 02: obs 2 (47ème et 52ème) (ATP).

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C .V.
VAR . TOT S-BLOC	2,62	31	0,08				
VAR . FACTEUR 1	1,73	7	0,25	6,48 ***	0,0004		
VAR . BLOCS	0,08	3	0,03	0,74	0,5434		
VAR . RESIDUELLE 1	0,80	21	0,04			0,2	67,80%
VAR . TOTALE	4,33	63	0,07				
VAR . FACTEUR 2	0,31	1	0,31	7,07 **	0,0133		
VAR . INTER F1*2	0,37	7	0,05	1,22	0,3278		
VAR . TOT S-BLOC	2,62	31	0,08	1,95	0,0475		
VAR . RESIDUELLE 2	1,04	24	0,04			0,21	72,20%

Tableau 3: obs 3 (52ème et 54ème) (ATP).

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C .V.
VAR . TOT S-BLOC	4,15	31	0,13				
VAR . FACTEUR 1	1,51	7	0,22	1,94	0,1135		
VAR . BLOCS	0,32	3	0,11	0,95	0,4352		
VAR . RESIDUELLE 1	2,33	21	0,11			0,33	108,60
VAR . TOTALE	8,22	63	0,13				
VAR . FACTEUR 2	1,28	1	1,28	12,98 **	0,0015		
VAR . INTER F1*2	0,43	7	0,06	0,62	0,7354		
VAR . TOT S-BLOC	4,15	31	0,13	1,36	0,2198		
VAR . RESIDUELLE 2	2,36	24	0,10			0,31	102,20

Tableau 04:obs 4 (54ème et 56ème) (ATP).

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C . V.
VAR . TOT S-BLOC	3,11	31	0,10				
VAR . FACTEUR 1	2,12	7	0,30	6,93 ***	0,0003		
VAR . BLOCS	0,07	3	0,02	0,55	0,6550		
VAR . RESIDUELLE 1	0,92	21	0,04			0,21	120,50%
VAR . TOTALE	4,81	63	0,08				
VAR . FACTEUR 2	0,28	1	0,28	9,48 **	0,0051		
VAR . INTER F1*2	0,71	7	0,10	3,42*	0,0112		
VAR . TOT S-BLOC	3,11	31	0,10	3,39	0,0016		
VAR . RESIDUELLE 2	0,71	24	0,03			0,17	99,30%

Tableau 05:obs 5 (56 et 59ème) (ATP).

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C . V.
VAR . TOT S-BLOC	2,50	31	0,08				
VAR . FACTEUR 1	1,62	7	0,23	10,12 ***	0,0000		
VAR . BLOCS	0,40	3	0,13	5,82	0,0047		
VAR . RESIDUELLE 1	0,48	21	0,02			0,15	77,20%
VAR . TOTALE	3,79	63	0,06				
VAR . FACTEUR 2	0,29	1	0,29	11,48 **	0,0025		
VAR . INTER F1*2	0,40	7	0,06	2,26	0,0642		
VAR . TOT S-BLOC	2,50	31	0,08	3,20	0,0023		
VAR . RESIDUELLE 2	0,60	24	0,03			0,16	81,10%

Tableau 06:obs 6 (59 et 61ème) (ATP).

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C . V.
VAR . TOT S-BLOC	2,23	31	0,07				
VAR . FACTEUR 1	1,10	7	0,16	3,06 *	0,0222		
VAR . BLOCS	0,05	3	0,02	0,34	0,7984		
VAR . RESIDUELLE 1	1,08	21	0,05			0,23	127,00%
VAR . TOTALE	3,89	63	0,06				
VAR . FACTEUR 2	0,06	1	0,06	1,46	0,2378		
VAR . INTER F1*2	0,58	7	0,08	1,94	0,1060		
VAR . TOT S-BLOC	2,23	31	0,07	1,70	0,0931		
VAR . RESIDUELLE 2	1,02	24	0,04			0,21	115,40%

Tableau 07:obs 7(61et 63ème) (ATP).

**Caractérisation cytogénétique et comportement vis-à-vis d'un stress hydrique de quelques populations de trois espèces de Medicago (M. ciliaris, M. intertexta, M. truncatula).**

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C .V.
VAR . TOT S-BLOC	2,92	31	0,09				
VAR . FACTEUR 1	2,16	7	0,31	9,35 ***	0,0000		
VAR . BLOCS	0,07	3	0,02	0,67	0,5824		
VAR . RESIDUELLE 1	0,69	21	0,03			0,18	112,30
VAR . TOTALE	5,03	63	0,08				
VAR . FACTEUR 2	0,47	1	0,47	9,95 **	0,0043		
VAR . INTER F1*2	0,52	7	0,07	1,59	0,1859		
VAR . TOT S-BLOC	2,92	31	0,09	2,00	0,0418		
VAR . RESIDUELLE 2	1,13	24	0,05			0,22	134,00

**Tableau 08: obs 8 (63ème et 67ème) (ATP).**

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C .V.
VAR . TOT S-BLOC	1,66	31	0,05				
VAR . FACTEUR 1	0,91	7	0,13	4,31 **	0,0043		
VAR . BLOCS	0,11	3	0,04	1,24	0,3216		
VAR . RESIDUELLE 1	0,63	21	0,03			0,17	96,50%
VAR . TOTALE	2,85	63	0,05				
VAR . FACTEUR 2	0,21	1	0,21	10,16 **	0,0040		
VAR . INTER F1*2	0,48	7	0,07	3,34 *	0,0126		
VAR . TOT S-BLOC	1,66	31	0,05	2,59	0,0096		
VAR . RESIDUELLE 2	0,50	24	0,02			0,14	79,90%

**Tableau 09: obs 9 (67 et 70ème) (ATP)**

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C .V.
VAR . TOT S-BLOC	0,86	31	0,03				
VAR . FACTEUR 1	0,47	7	0,07	4,91 **	0,0021		
VAR . BLOCS	0,10	3	0,03	2,50	0,0864		
VAR . RESIDUELLE 1	0,29	21	0,01			0,12	85,50%
VAR . TOTALE	1,79	63	0,03				
VAR . FACTEUR 2	0,19	1	0,19	8,83 ***	0,0065		
VAR . INTER F1*2	0,23	7	0,03	1,54	0,2005		
VAR . TOT S-BLOC	0,86	31	0,03	1,31	0,2517		
VAR . RESIDUELLE 2	0,51	24	0,02			0,15	106,50

**Tableau 10: obs 10 (70ème et 73ème) (ATP).**

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C .V.
VAR . TOT S-BLOC	2,09	31	0,07				
VAR . FACTEUR 1	1,58	7	0,23	12,18 ***	0,0000		
VAR . BLOCS	0,12	3	0,04	2,09	0,1315		
VAR . RESIDUELLE 1	0,39	21	0,02			0,14	52,20%
VAR . TOTALE	3,98	63	0,06				
VAR . FACTEUR 2	0,39	1	0,39	11,35 **	0,0026		
VAR . INTER F1*2	0,68	7	0,10	2,85 *	0,0259		
VAR . TOT S-BLOC	2,09	31	0,07	1,97	0,0450		
VAR . RESIDUELLE 2	0,82	24	0,03			0,18	70,80%

Tableau 11: obs 11(73 et 75ème) (ATP).

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C .V.
VAR . TOT S-BLOC	3,01	31	0,10				
VAR . FACTEUR 1	1,34	7	0,19	4,33 **	0,0042		
VAR . BLOCS	0,74	3	0,25	5,55	0,0058		
VAR . RESIDUELLE 1	0,93	21	0,04			0,21	67,40%
VAR . TOTALE	6,19	63	0,10				
VAR . FACTEUR 2	0,89	1	0,89	16,49 ***	0,0005		
VAR . INTER F1*2	1,01	7	0,14	2,68 *	0,0333		
VAR . TOT S-BLOC	3,01	31	0,10	1,80	0,6990		
VAR . RESIDUELLE 2	1,29	24	0,05			0,23	74,30%

Tableau 12: obs 12 (75 ème et 80ème) (ATP).

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C .V.
VAR . TOT S-BLOC	1,57	31	0,05				
VAR . FACTEUR 1	1,00	7	0,14	7,07 ***	0,0002		
VAR . BLOCS	0,16	3	0,05	2,60	0,0786		
VAR . RESIDUELLE 1	0,42	21	0,02			0,14	60,50%
VAR . TOTALE	3,00	63	0,05				
VAR . FACTEUR 2	0,50	1	0,50	21,68 ***	0,0001		
VAR . INTER F1*2	0,38	7	0,05	2,34	0,0567		
VAR . TOT S-BLOC	1,57	31	0,05	2,21	0,0247		
VAR . RESIDUELLE 2	0,55	24	0,02			0,15	64,70%

Tableau 13: obs 13 (80ème et 82ème) (ATP).

**Caractérisation cytogénétique et comportement vis-à-vis d'un stress hydrique de quelques populations de trois espèces de Medicago (*M. ciliaris*, *M. intertexta*, *M. truncatula*).**

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C .V.
VAR . TOT S-BLOC	7,63	31	0,25				
VAR . FACTEUR 1	4,30	7	0,61	5,84 ***	0,0008		
VAR . BLOCS	1,12	3	0,37	3,55	0,3180		
VAR . RESIDUELLE 1	2,21	21	0,11			0,32	65,50
VAR . TOTALE	12,46	63	0,20				
VAR . FACTEUR 2	0,27	1	0,27	2,64	0,1139		
VAR . INTER F1*2	2,07	7	0,30	2,85 *	0,0258		
VAR . TOT S-BLOC	7,63	31	0,25	2,38	0,0161		
VAR . RESIDUELLE 2	2,49	24	0,10			0,32	65,00

Tableaux de l'analyse de la variance relatifs à l'accroissement du premier rameau.

**Tableau 1: obs 1 (APR).**

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C .V.
VAR . TOT S-BLOC	3,88	31	0,13				
VAR . FACTEUR 1	1,3	7	0,19	2,28	0,0680		
VAR . BLOCS	0,87	3	0,29	3,58	0,0307		
VAR . RESIDUELLE 1	1,71	21	0,08			0,29	44,70
VAR . TOTALE	5,85	63	0,09				
VAR . FACTEUR 2	0,02	1	0,02	0,22	0,6449		
VAR . INTER F1*2	0,31	7	0,04	0,65	0,7136		
VAR . TOT S-BLOC	3,88	31	0,13	1,83	0,0654		
VAR . RESIDUELLE 2	1,64	24	0,07			0,26	41,00

**Tableau 02: obs 2 (APR).**

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C .V.
VAR . TOT S-BLOC	4,77	31	0,15				
VAR . FACTEUR 1	1,62	7	0,23	2,21	0,0754		
VAR . BLOCS	0,94	3	0,31	3	0,0532		
VAR . RESIDUELLE 1	2,2	21	0,1			0,32	35,90
VAR . TOTALE	7,26	63	0,12				
VAR . FACTEUR 2	0,03	1	0,03	0,41	0,5373		
VAR . INTER F1*2	0,4	7	0,06	0,67	0,6983		
VAR . TOT S-BLOC	4,77	31	0,15	1,8	0,0711		
VAR . RESIDUELLE 2	2,05	24	0,09			0,29	32,40

**Tableau 03: obs 3 (entre 53ème et 55ème) (APR).**

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C . V.
VAR . TOT S-BLOC	3,61	31	0,12				
VAR . FACTEUR 1	0,87	7	0,12	1,25	0,3204		
VAR . BLOCS	0,64	3	0,21	2,14	0,1249		
VAR . RESIDUELLE 1	2,09	21	0,1			0,32	48,60%
VAR . TOTALE	13,93	63	0,22				
VAR . FACTEUR 2	6,71	1	6,71	69,82 ***	0,0000		
VAR . INTER F1*2	1,3	7	0,19	1,94	0,1071		
VAR . TOT S-BLOC	3,61	31	0,12	1,21	0,3183		
VAR . RESIDUELLE 2	2,31	24	0,1			0,31	47,70%

Tableau 04: obs 4 (55ème et 58ème) (APR).

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C . V.
VAR . TOT S-BLOC	5,33	31	0,17				
VAR . FACTEUR 1	1,89	7	0,27	2,00	0,1033		
VAR . BLOCS	0,61	3	0,20	1,51	0,2406		
VAR . RESIDUELLE 1	2,83	21	0,13			0,37	54,50%
VAR . TOTALE	19,63	63	0,31				
VAR . FACTEUR 2	11,24	1	11,24	201,07 ***	0,0000		
VAR . INTER F1*2	1,73	7	0,25	4,41 **	0,0029		
VAR . TOT S-BLOC	5,33	31	0,17	3,07	0,0031		
VAR . RESIDUELLE 2	1,34	24	0,06			0,24	36,40%

Tableau 05: obs 5 (entre 58ème et 60ème) (APR).

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C . V.
VAR . TOT S-BLOC	11327,41	31	365,4				
VAR . FACTEUR 1	2609,23	7	372,75	1,03	0,4424		
VAR . BLOCS	1093,07	3	364,36	1,00	0,4121		
VAR . RESIDUELLE 1	7625,11	21	363,10			19,06	621,60%
VAR . TOTALE	23164,53	63	367,69				
VAR . FACTEUR 2	514,28	1	514,28	1,41	0,2447		
VAR . INTER F1*2	2594,00	7	370,57	1,02	0,4438		
VAR . TOT S-BLOC	11327,41	31	365,40	1,00	0,5017		
VAR . RESIDUELLE 2	8728,84	24	363,70			19,07	622,10%

Tableau 06: obs 6 (entre 60ème et 62ème) (APR).

**Caractérisation cytogénétique et comportement vis-à-vis d'un stress hydrique de quelques populations de trois espèces de Medicago (M. ciliaris, M. intertexta, M. truncatula).**

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C .V.
VAR . TOT S-BLOC	3,1	31	0,10				
VAR . FACTEUR 1	1,15	7	0,16	2,59	0,0429		
VAR . BLOCS	0,61	3	0,20	3,17	0,045		
VAR . RESIDUELLE 1	1,34	21	0,06			0,25	39,80
VAR . TOTALE	16,96	63	0,27				
VAR . FACTEUR 2	11,86	1	11,86	186,6 ***	0,0000		
VAR . INTER F1*2	0,48	7	0,07	1,07	0,4095		
VAR . TOT S-BLOC	3,1	31	0,10	1,57	0,1284		
VAR . RESIDUELLE 2	1,53	24	0,06			0,25	39,80

**Tableau 07: obs 7 (entre 62ème et 65ème) (APR).**

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C .V.
VAR . TOT S-BLOC	6,25	31	0,20				
VAR . FACTEUR 1	3,81	7	0,54	4,84 **	0,0023		
VAR . BLOCS	0,08	3	0,03	0,22	0,8791		
VAR . RESIDUELLE 1	2,36	21	0,11			0,34	42,20
VAR . TOTALE	22,32	63	0,35				
VAR . FACTEUR 2	13,68	1	13,68	201,31 ***	0,0000		
VAR . INTER F1*2	0,76	7	0,11	1,6	0,1828		
VAR . TOT S-BLOC	6,25	31	0,20	2,97	0,0039		
VAR . RESIDUELLE 2	1,63	24	0,07			0,26	32,80

**Tableau 08: obs 8 (entre 65ème et 67ème) (APR).**

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C .V.
VAR . TOT S-BLOC	7,41	31	0,24				
VAR . FACTEUR 1	3,09	7	0,44	2,42	0,0553		
VAR . BLOCS	0,48	3	0,16	0,88	0,4717		
VAR . RESIDUELLE 1	3,84	21	0,18			0,43	45,80
VAR . TOTALE	18,09	63	0,29				
VAR . FACTEUR 2	4,74	1	4,74	22,17 ***	0,0001		
VAR . INTER F1*2	0,81	7	0,12	0,54	0,7952		
VAR . TOT S-BLOC	7,41	31	0,24	1,12	0,3923		
VAR . RESIDUELLE 2	5,13	24	0,21			0,46	49,50

**Tableau 09: obs 9 (entre 67ème et 70ème) (APR).**

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C . V.
VAR . TOT S-BLOC	3,8	31	0,12				
VAR . FACTEUR 1	1,44	7	0,21	2,08	0,0920		
VAR . BLOCS	0,27	3	0,09	0,89	0,4648		
VAR . RESIDUELLE 1	2,09	21	0,10			0,32	53,70%
VAR . TOTALE	7,60	63	0,12				
VAR . FACTEUR 2	0,59	1	0,59	6,22	0,0191		
VAR . INTER F1*2	0,95	7	0,14	1,43	0,2377		
VAR . TOT S-BLOC	3,8	31	0,12	1,30	0,2582		
VAR . RESIDUELLE 2	2,27	24	0,09			0,31	52,30%

Tableau 10: obs 10 (entre 70ème et 73ème) (APR).

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C . V.
VAR . TOT S-BLOC	4,77	31	0,15				
VAR . FACTEUR 1	2,42	7	0,35	3,58 *	0,0109		
VAR . BLOCS	0,31	3	0,10	1,08	0,3801		
VAR . RESIDUELLE 1	2,03	21	0,10			0,31	27,80%
VAR . TOTALE	8,27	63	0,13				
VAR . FACTEUR 2	0,23	1	0,23	2,70	0,1095		
VAR . INTER F1*2	1,26	7	0,18	2,14	0,0773		
VAR . TOT S-BLOC	4,77	31	0,15	1,83	0,0648		
VAR . RESIDUELLE 2	2,01	24	0,08			0,29	25,80%

Tableau 11: obs 11 (entre 73ème et 75ème) (APR).

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C . V.
VAR . TOT S-BLOC	8,35	31	0,27				
VAR . FACTEUR 1	2,44	7	0,35	1,64	0,1795		
VAR . BLOCS	1,43	3	0,48	2,23	0,113		
VAR . RESIDUELLE 1	4,48	21	0,23			0,46	35,60%
VAR . TOTALE	14,73	63	1,73				
VAR . FACTEUR 2	1,73	1	0,19	12,41 ***	0,0018		
VAR . INTER F1*2	1,30	7	0,27	1,34	0,2762		
VAR . TOT S-BLOC	8,35	31	0,14	1,93	0,0501		
VAR . RESIDUELLE 2	3,34	24	0,08			0,37	28,80%

Tableaux de l'analyse de la variance relatifs à l'accroissement du nombre de feuilles.

Tableau 01:obs 1 (ANF)

**Caractérisation cytogénétique et comportement vis-à-vis d'un stress hydrique de quelques populations de trois espèces de Medicago (*M. ciliaris*, *M. intertexta*, *M. truncatula*).**

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C .V.
VAR . TOT S-BLOC	0,29	31	0,01				
VAR . FACTEUR 1	0,1	7	0,01	1,67	1,67		
VAR . BLOCS	0,01	3	0,00	0,52	0,52		
VAR . RESIDUELLE 1	0,18	21	0,01			0,09	30,80
VAR . TOTALE	0,50	63	0,01				
VAR . FACTEUR 2	0,01	1	0,01	2,13	0,1542		
VAR . INTER F1*2	0,03	7	0,00	0,57	0,7705		
VAR . TOT S-BLOC	0,29	31	0,01	1,40	0,1980		
VAR . RESIDUELLE 2	0,16	24	0,01			0,08	27,30

**Tableau 02: obs 2(53ème et 55ème) (ANF).**

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C .V.
VAR . TOT S-BLOC	2,42	31	0,08				
VAR . FACTEUR 1	0,37	7	0,05	1,57	0,20		
VAR . BLOCS	1,33	3	0,44	13,01	0,0001		
VAR . RESIDUELLE 1	0,72	21	0,03			0,18	74,90
VAR . TOTALE	3,61	63	0,06				
VAR . FACTEUR 2	0,29	1	0,29	9,97 **	0,0043		
VAR . INTER F1*2	0,19	7	0,03	0,93	0,5031		
VAR . TOT S-BLOC	2,42	31	0,08	2,67	0,0078		
VAR . RESIDUELLE 2	0,70	24	0,03			0,17	69,30

**Tableau 03: obs 3 (55ème et 58ème) (ANF).**

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C .V.
VAR . TOT S-BLOC	0,63	31	0,02				
VAR . FACTEUR 1	0,20	7	0,03	2,48 *	0,0504		
VAR . BLOCS	0,19	3	0,06	5,77	0,0049		
VAR . RESIDUELLE 1	0,24	21	0,01			0,11	404,0
VAR . TOTALE	1,76	63	0,03				
VAR . FACTEUR 2	0,62	1	0,62	41,83 ***	0,0000		
VAR . INTER F1*2	0,15	7	0,02	1,47	0,2237		
VAR . TOT S-BLOC	0,63	31	0,02	1,35	0,2239		
VAR . RESIDUELLE 2	0,36	24	0,01			0,12	46,50

**Tableau 04: obs 4 (58ème et 60ème) (ANF).**

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C . V.
VAR . TOT S-BLOC	0,44	31	0,01				
VAR . FACTEUR 1	0,05	7	0,01	0,39	0,8950		
VAR . BLOCS	0,03	3	0,01	0,68	0,5784		
VAR . RESIDUELLE 1	0,36	21	0,02			0,13	49,70%
VAR . TOTALE	2,37	63	0,04				
VAR . FACTEUR 2	1,45	1	1,45	95,34 ***	0,0000		
VAR . INTER F1*2	0,44	7	0,02	1,18	0,3511		
VAR . TOT S-BLOC	0,36	31	0,01	0,93	0,5819		
VAR . RESIDUELLE 2	0,36	24	0,02			0,12	47,00%

Tableau 05: obs 5 (60ème et 62ème) (ANF).

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C . V.
VAR . TOT S-BLOC	0,75	31	0,02				
VAR . FACTEUR 1	0,17	7	0,02	0,98	0,4694		
VAR . BLOCS	0,07	3	0,02	0,94	0,4429		
VAR . RESIDUELLE 1	0,51	21	0,02			0,16	59,20%
VAR . TOTALE	3,19	63	0,05				
VAR . FACTEUR 2	0,93	1	0,93	16,39 ***	0,0005		
VAR . INTER F1*2	0,15	7	0,02	0,38	0,9049		
VAR . TOT S-BLOC	0,75	31	0,02	0,43	0,9864		
VAR . RESIDUELLE 2	1,36	24	0,06			0,24	90,00%

Tableau 06: obs 6 (62ème et 65ème) (ANF).

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C . V.
VAR . TOT S-BLOC	0,41	31	0,01				
VAR . FACTEUR 1	0,12	7	0,02	1,53	0,2094		
VAR . BLOCS	0,06	3	0,02	1,92	0,1560		
VAR . RESIDUELLE 1	0,23	21	0,01			0,10	74,10%
VAR . TOTALE	0,60	63	0,01				
VAR . FACTEUR 2	0,00	1	0,0	0,11	0,7417		
VAR . INTER F1*2	0,03	7	0,00	0,62	0,7350		
VAR . TOT S-BLOC	0,41	31	0,01	1,91	0,0534		
VAR . RESIDUELLE 2	0,17	24	0,01			0,08	59,00%

Tableau 07: obs 7 (65ème et 67ème) (ANF).

**Caractérisation cytogénétique et comportement vis-à-vis d'un stress hydrique de quelques populations de trois espèces de Medicago (*M. ciliaris*, *M. intertexta*, *M. truncatula*).**

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C .V.
VAR . TOT S-BLOC	1	31	0,03				
VAR . FACTEUR 1	0,45	7	0,06	2,91 *	0,0271		
VAR . BLOCS	0,08	3	0,03	1,22	0,3271		
VAR . RESIDUELLE 1	0,47	21	0,02			0,15	54,20
VAR . TOTALE	2,23	63	0,04				
VAR . FACTEUR 2	0,06	1	0,1	1,88	0,1805		
VAR . INTER F1*2	0,41	7	0,06	1,84	0,1243		
VAR . TOT S-BLOC	1,00	31	0,03	1,02	0,4881		
VAR . RESIDUELLE 2	0,76	24	0,03			0,18	64,80

**Tableau 08: obs 8 (67ème et 70ème) (ANF).**

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C .V.
VAR . TOT S-BLOC	0,40	31	0,01				
VAR . FACTEUR 1	0,19	7	0,03	3,69 *	0,0095		
VAR . BLOCS	0,05	3	0,02	2,42	0,0941		
VAR . RESIDUELLE 1	0,15	21	0,01			0,09	47,00
VAR . TOTALE	0,92	63	0,01				
VAR . FACTEUR 2	0,23	1	0,23	21,9 ***	0,0001		
VAR . INTER F1*2	0,03	7	0,00	0,44	0,8658		
VAR . TOT S-BLOC	0,40	31	0,01	1,19	0,3308		
VAR . RESIDUELLE 2	0,26	24	0,01			0,10	56,80

**Tableau 09: obs 9 (70ème et 73ème) (ANF).**

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C .V.
VAR . TOT S-BLOC	0,51	31	0,02				
VAR . FACTEUR 1	0,14	7	0,02	1,36	0,2735		
VAR . BLOCS	0,07	3	0,02	1,74	0,1876		
VAR . RESIDUELLE 1	0,30	21	0,01			0,12	38,90
VAR . TOTALE	0,74	63	0,01				
VAR . FACTEUR 2	0,00	1	0,00	0,30	0,5951		
VAR . INTER F1*2	0,03	7	0,00	0,46	0,8541		
VAR . TOT S-BLOC	0,51	31	0,02	1,97	0,0450		
VAR . RESIDUELLE 2	0,20	24	0,01			0,09	29,70

**Tableau 10: obs 10 (73ème et 75ème) (ANF).**

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C .V.
VAR . TOT S-BLOC	1,21	31	0,04				
VAR . FACTEUR 1	0,25	7	0,04	0,84	0,5673		
VAR . BLOCS	0,07	3	0,02	0,52	0,6748		
VAR . RESIDUELLE 1	0,90	21	0,04			0,21	62,70%
VAR . TOTALE	2,23	63	0,04				
VAR . FACTEUR 2	0,03	1	0,03	0,85	0,3677		
VAR . INTER F1*2	0,14	7	0,02	0,55	0,7876		
VAR . TOT S-BLOC	1,21	31	0,04	1,11	0,4026		
VAR . RESIDUELLE 2	0,85	24	0,04			0,19	57,10%

Tableau 11: obs 11 (75ème et 80ème) (ANF).

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C .V.
VAR . TOT S-BLOC	0,44	31	0,01				
VAR . FACTEUR 1	0,20	7	0,03	4,36 **	0,0041		
VAR . BLOCS	0,1	3	0,03	4,89	0,0099		
VAR . RESIDUELLE 1	0,14	21	0,01			0,08	26,80%
VAR . TOTALE	0,61	63	0,01				
VAR . FACTEUR 2	0,00	1	0,00	0,01	0,9076		
VAR . INTER F1*2	0,02	7	0,00	0,47	0,8453		
VAR . TOT S-BLOC	0,44	31	0,01	2,36	0,0170		
VAR . RESIDUELLE 2	0,15	24	0,01			0,08	25,50%

Tableau 12: obs 12 (80ème et 82ème) (ANF).

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C .V.
VAR . TOT S-BLOC	1,58	31	0,05				
VAR . FACTEUR 1	0,71	7	0,10	3,59 **	0,0108		
VAR . BLOCS	0,29	3	0,10	3,40	0,0363		
VAR . RESIDUELLE 1	0,59	21	0,03			0,17	38,20%
VAR . TOTALE	2,07	63	0,03				
VAR . FACTEUR 2	0,00	1	0,00	0,00	0,9823		
VAR . INTER F1*2	0,05	7	0,01	0,40	0,8912		
VAR . TOT S-BLOC	1,58	31	0,05	2,82	0,0055		
VAR . RESIDUELLE 2	0,43	24	0,02			0,13	30,70%

Tableaux de l'analyse de la variance relatifs à la longueur du dernier entre nœud.

Tableau 01: obs 1 (53ème jour après levée) (LEN).

**Caractérisation cytogénétique et comportement vis-à-vis d'un stress hydrique de quelques populations de trois espèces de Medicago (*M. ciliaris*, *M. intertexta*, *M. truncatula*).**

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C .V.
VAR . TOT S-BLOC	49,54	31	1,60				
VAR . FACTEUR 1	42,45	7	6,06	23,13 ***	0,0000		
VAR . BLOCS	1,58	3	0,53	2,01	0,1421		
VAR . RESIDUELLE 1	5,51	21	0,26			0,51	36,80
VAR . TOTALE	57,76	63	0,92				
VAR . FACTEUR 2	0,05	1	0,05	0,16	0,6912		
VAR . INTER F1*2	1,16	7	0,17	0,57	0,7753		
VAR . TOT S-BLOC	49,54	31	1,6	5,47	0,0000		
VAR . RESIDUELLE 2	7,01	24	0,29			0,54	38,80

**Tableau 02: obs 2 (55ème jour après levée) (LEN).**

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C .V.
VAR . TOT S-BLOC	46,49	31	1,50				
VAR . FACTEUR 1	40,19	7	5,74	24,17 ***	0,0000		
VAR . BLOCS	1,31	3	0,44	1,84	0,1691		
VAR . RESIDUELLE 1	4,99	21	0,24			0,49	36,20
VAR . TOTALE	54,49	63	0,86				
VAR . FACTEUR 2	0,00	1	0,00	0,00	0,9857		
VAR . INTER F1*2	1,26	7	0,18	0,64	0,7169		
VAR . TOT S-BLOC	46,49	31	1,50	5,35	0,0000		
VAR . RESIDUELLE 2	6,73	24	0,28			0,53	39,40

**Tableau 03: obs 3 (58ème jour après levée) (LEN).**

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C .V.
VAR . TOT S-BLOC	41,06	31	1,32				
VAR . FACTEUR 1	36,07	7	5,15	28,13 ***	0,0000		
VAR . BLOCS	1,15	3	0,38	2,09	0,1316		
VAR . RESIDUELLE 1	3,85	21	0,18			0,43	31,80
VAR . TOTALE	52,41	63	0,83				
VAR . FACTEUR 2	0,27	1	0,27	0,82	0,3768		
VAR . INTER F1*2	3,30	7	0,47	1,46	0,2295		
VAR . TOT S-BLOC	41,06	31	1,32	4,09	0,0004		
VAR . RESIDUELLE 2	7,77	24	0,32			0,57	42,30

**Tableau 04: obs 4 (60ème jour après levée) (LEN).**

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C . V.
VAR . TOT S-BLOC	36,46	31	1,18				
VAR . FACTEUR 1	33,2	7	4,74	36,15 ***	0,0000		
VAR . BLOCS	0,51	3	0,17	1,29	0,3049		
VAR . RESIDUELLE 1	2,75	21	0,13			0,36	28,30%
VAR . TOTALE	51,25	63	0,81				
VAR . FACTEUR 2	1,14	1	1,14	4,93 *	0,0344		
VAR . INTER F1*2	8,07	7	1,15	4,96 **	0,0014		
VAR . TOT S-BLOC	36,46	31	1,18	5,06	0,0001		
VAR . RESIDUELLE 2	5,58	24	0,23			0,48	37,70%

Tableau 05: obs 5 (66ème jour après levée) (LEN).

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C . V.
VAR . TOT S-BLOC	36,07	31	1,16				
VAR . FACTEUR 1	32,42	7	4,63	31,43 ***	0,0000		
VAR . BLOCS	0,55	3	0,18	1,24	0,3208		
VAR . RESIDUELLE 1	3,10	21	0,15			0,38	30,80%
VAR . TOTALE	43,76	63	0,69				
VAR . FACTEUR 2	0,44	1	0,44	2,49	0,1238		
VAR . INTER F1*2	3,04	7	0,43	2,48	0,0457		
VAR . TOT S-BLOC	36,07	31	1,16	6,63	0,0000		
VAR . RESIDUELLE 2	4,21	24	0,18			0,42	33,60%

Tableau 06: obs 6 (71ème jour après levée) (LEN).

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C . V.
VAR . TOT S-BLOC	33,57	31	1,08				
VAR . FACTEUR 1	31,09	7	4,44	56,88 ***	0,0000		
VAR . BLOCS	0,85	3	0,28	3,62	0,0296		
VAR . RESIDUELLE 1	1,64	21	0,08			0,28	22,80%
VAR . TOTALE	37,77	63	0,6				
VAR . FACTEUR 2	0,59	1	0,59	5,59 *	0,0253		
VAR . INTER F1*2	1,09	7	0,16	1,48	0,2208		
VAR . TOT S-BLOC	33,57	31	1,08	10,30	0,0000		
VAR . RESIDUELLE 2	2,52	24	0,11			0,32	26,50%

Tableau 07: obs 7 (73ème jour après levée) (LEN).

**Caractérisation cytogénétique et comportement vis-à-vis d'un stress hydrique de quelques populations de trois espèces de Medicago (*M. ciliaris*, *M. intertexta*, *M. truncatula*).**

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C .V.
VAR . TOT S-BLOC	38,90	31	1,25				
VAR . FACTEUR 1	36,31	7	5,19	56,93 ***	0,0000		
VAR . BLOCS	0,68	3	0,23	2,49	0,0874		
VAR . RESIDUELLE 1	1,91	21	0,09			0,30	24,40
VAR . TOTALE	42,88	63	0,68				
VAR . FACTEUR 2	0,39	1	0,39	4,57 *	0,0409		
VAR . INTER F1*2	1,55	7	0,22	2,62 *	0,0369		
VAR . TOT S-BLOC	38,9	31	1,25	14,80	0,0000		
VAR . RESIDUELLE 2	2,04	24	0,08			0,29	23,60

**Tableau 08: obs 8 (77ème jour après levée) (LEN).**

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C .V.
VAR . TOT S-BLOC	45,15	31	1,46				
VAR . FACTEUR 1	41,68	7	5,95	46,1 ***	0,0000		
VAR . BLOCS	0,75	3	0,25	1,95	0,1516		
VAR . RESIDUELLE 1	2,71	21	0,13			0,36	29,20
VAR . TOTALE	51,07	63	0,81				
VAR . FACTEUR 2	1,27	1	1,27	15,05 ***	0,0008		
VAR . INTER F1*2	2,62	7	0,37	4,42	0,0029		
VAR . TOT S-BLOC	45,15	31	1,46	17,20	0,0000		
VAR . RESIDUELLE 2	2,03	24	0,08			0,29	23,70

**Tableau 09: obs 9 (80ème jour après levée) (LEN).**

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C .V.
VAR . TOT S-BLOC	48,47	31	1,56				
VAR . FACTEUR 1	42,72	7	6,10	33,12 ***	0,0000		
VAR . BLOCS	1,88	3	0,63	3,40	0,0363		
VAR . RESIDUELLE 1	3,87	21	0,18			0,43	33,20
VAR . TOTALE	53,74	63	0,85				
VAR . FACTEUR 2	0,94	1	0,94	12,64 **	0,0017		
VAR . INTER F1*2	2,54	7	0,36	4,87 **	0,0016		
VAR . TOT S-BLOC	48,47	31	1,56	20,95	0,0000		
VAR . RESIDUELLE 2	1,79	24	0,07			0,27	21,20

**Tableau 10: obs 10 (84ème jour après levée) (LEN).**

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C . V.
VAR . TOT S-BLOC	58,96	31	1,90				
VAR . FACTEUR 1	51,82	7	7,40	26,14 ***	0,0000		
VAR . BLOCS	1,19	3	0,40	1,40	0,2707		
VAR . RESIDUELLE 1	5,95	21	0,28			0,53	37,30%
VAR . TOTALE	66,02	63	1,05				
VAR . FACTEUR 2	0,97	1	0,97	8,88 **	0,0064		
VAR . INTER F1*2	3,47	7	0,50	4,52 **	0,0025		
VAR . TOT S-BLOC	58,96	31	1,90	17,37	0,0000		
VAR . RESIDUELLE 2	2,63	24	0,11			0,33	23,20%

Tableau 11: obs 11(87ème jour après levée) (LEN).

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C . V.
VAR . TOT S-BLOC	56,94	31	1,84				
VAR . FACTEUR 1	50,45	7	7,21	36,24 ***	0,0000		
VAR . BLOCS	2,32	3	0,77	3,89	0,0233		
VAR . RESIDUELLE 1	4,18	21	0,20			0,45	29,90%
VAR . TOTALE	63,58	63	1,01				
VAR . FACTEUR 2	0,02	1	0,02	0,19	0,6716		
VAR . INTER F1*2	3,44	7	0,49	3,73 **	0,0073		
VAR . TOT S-BLOC	56,94	31	1,84	13,92	0,0000		
VAR . RESIDUELLE 2	3,17	24	0,13			0,36	24,40%

Tableaux de l'analyse de la variance relatifs à la floraison - formation de gousse

Tableau 01: Apparition de la première fleur (APF).

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C . V.
VAR . TOT S-BLOC	11321,83	31	365,22				
VAR . FACTEUR 1	9664,30	7	1380,61	20,45 ***	0,0000		
VAR . BLOCS	239,79	3	79,93	1,18	0,3401		
VAR . RESIDUELLE 1	1417,73	21	67,51			8,22	10,00%
VAR . TOTALE	13461,66	63	213,68				
VAR . FACTEUR 2	7,77	1	7,77	0,12	0,7347		
VAR . INTER F1*2	534,15	7	76,31	1,15	0,3688		
VAR . TOT S-BLOC	11321,83	31	365,22	5,49	0,0000		
VAR . RESIDUELLE 2	1597,91	24	66,58			8,16	9,90%

Tableau 02: Apparition de la première gousse (APG).

**Caractérisation cytogénétique et comportement vis-à-vis d'un stress hydrique de quelques populations de trois espèces de Medicago (M. ciliaris, M. intertexta, M. truncatula).**

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C .V.
VAR . TOT S-BLOC	10700,03	31	345,16				
VAR . FACTEUR 1	8842,48	7	1263,21	17,22 ***	0,0000		
VAR . BLOCS	317,08	3	105,69	1,44	0,2587		
VAR . RESIDUELLE 1	1540,47	21	73,36			8,56	9,80%
VAR . TOTALE	12819,43	63	203,48				
VAR . FACTEUR 2	11,56	1	11,56	0,16	0,6937		
VAR . INTER F1*2	382,93	7	54,70	0,76	0,6257		
VAR . TOT S-BLOC	10700,03	31	345,16	4,80	0,0001		
VAR . RESIDUELLE 2	1724,91	24	71,87			8,48	9,70%

Tableaux de l'analyse de la variance relatifs à la température de surface (infra rouge).

**Tableau 01: obs 1 (3ème jour de stress) (TIR).**

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C .V.
VAR . TOT S-BLOC	236,94	31	7,64				
VAR . FACTEUR 1	34,33	7	4,90	1,80	0,1404		
VAR . BLOCS	145,31	3	48,44	17,75	0,0000		
VAR . RESIDUELLE 1	57,30	21	2,73			1,65	5,30%
VAR . TOTALE	317,13	63	5,03				
VAR . FACTEUR 2	36,30	1	36,30	39,02 ***	0,0000		
VAR . INTER F1*2	21,56	7	3,08	3,31 *	0,0131		
VAR . TOT S-BLOC	236,94	31	7,64	8,22	0,0000		
VAR . RESIDUELLE 2	22,32	24	0,93			0,96	3,10%

**Tableau 02: obs 2 (5ème jour de stress) (TIR).**

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C .V.
VAR . TOT S-BLOC	776,88	31	25,06				
VAR . FACTEUR 1	112,28	7	16,04	2,05	0,0956		
VAR . BLOCS	500,34	3	166,78	21,32	0,0000		
VAR . RESIDUELLE 1	164,26	21	7,82			2,80	8,0%
VAR . TOTALE	1279,96	63	20,32				
VAR . FACTEUR 2	164,19	1	164,19	14,04 **	0,0011		
VAR . INTER F1*2	58,23	7	8,32	0,71	0,6642		
VAR . TOT S-BLOC	776,88	31	25,06	2,14	0,0291		
VAR . RESIDUELLE 2	280,66	24	11,69			3,42	9,70%

**Tableau 03: obs3 (7ème jour de stress) (TIR).**

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C .V.
VAR . TOT S-BLOC	67,98	31	2,19				
VAR . FACTEUR 1	27,25	7	3,89	2,19	0,0777		
VAR . BLOCS	3,38	3	1,13	0,63	0,6048		
VAR . RESIDUELLE 1	37,35	21	1,78			1,33	4,5%
VAR . TOTALE	190,57	63	3,02				
VAR . FACTEUR 2	55,54	1	55,54	38,96 ***	0,0000		
VAR . INTER F1*2	32,83	7	4,69	3,29	0,0135		
VAR . TOT S-BLOC	67,98	31	2,19	1,54	0,1400		
VAR . RESIDUELLE 2	34,21	24	1,43			1,19	4,00%

Tableau 04: obs 4 (10ème jour de stress) (TIR).

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C .V.
VAR . TOT S-BLOC	131,49	31	4,24				
VAR . FACTEUR 1	29,22	7	4,17	1,43	0,2445		
VAR . BLOCS	41,06	3	13,69	4,70	0,0116		
VAR . RESIDUELLE 1	61,21	21	2,91			1,71	5,7%
VAR . TOTALE	684,90	63	10,87				
VAR . FACTEUR 2	367,92	1	367,92	49,94 ***	0,0000		
VAR . INTER F1*2	8,69	7	1,24	0,17	0,9882		
VAR . TOT S-BLOC	131,49	31	4,24	0,58	0,9261		
VAR . RESIDUELLE 2	176,81	24	7,37			2,71	9,10%

Tableau 05: obs 5 (12ème jour de stress) (TIR).

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C .V.
VAR . TOT S-BLOC	50,36	31	1,62				
VAR . FACTEUR 1	3,39	7	0,48	1,30	0,2987		
VAR . BLOCS	39,16	3	13,05	35,04	0,0000		
VAR . RESIDUELLE 1	7,82	21	0,37			0,61	3,4%
VAR . TOTALE	159,27	63	2,53				
VAR . FACTEUR 2	96,21	1	96,21	223,13 ***	0,0000		
VAR . INTER F1*2	2,34	7	0,33	0,78	0,6148		
VAR . TOT S-BLOC	50,36	31	1,62	3,77	0,0007		
VAR . RESIDUELLE 2	10,35	24	0,43			0,66	3,70%

Tableau de l'analyse de la variance relatif au SSD.

Tableau 01: SDD

**Caractérisation cytogénétique et comportement vis-à-vis d'un stress hydrique de quelques populations de trois espèces de Medicago (M. ciliaris, M. intertexta, M. truncatula).**

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E . T.	C .V.
VAR . TOT S-BLOC	6303,44	31	203,34				
VAR . FACTEUR 1	4695,44	7	670,78	20,18 ***	0,0000		
VAR . BLOCS	910,06	3	303,35	9,13	0,0005		
VAR . RESIDUELLE 1	697,94	21	33,24			5,76	-130,
VAR . TOTALE	7177,44	63	113,93				
VAR . FACTEUR 2	162,56	1	162,56	7,13 *	0,0129		
VAR . INTER F1*2	163,94	7	23,42	1,03	0,4389		
VAR . TOT S-BLOC	6303,44	31	203,34	8,91	0,0000		
VAR . RESIDUELLE 2	547,50	24	22,81			4,78	-108,

## Annexe II: Tableaux des groupes homogènes (test de NEWMAN et KEULS 5%)

Tableaux des groupes homogènes relatifs à l'accroissement de la tige principale.

Tableau 01: obs 1(ATP).

F1	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
7	0,62	A	
5	0,59	A	
1	0,41	A	B
3	0,41	A	B
6	0,24		B
4	0,16		B
2	0,14		B
8	0,13		B

F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2	0,42	A	
1	0,25		B

Tableau 02: obs 2 (47ème et 52ème) (ATP).

F1	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
7	0,52	A		
1	0,48	A	B	
5	0,38	A	B	C
3	0,37	A	B	C
8	0,22	A	B	C
6	0,15	A	B	C
4	0,11		B	C
2	0,06			C

Tableau 3: obs 3 (52ème et 54ème) (ATP).

F1	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
7	0,62	A	
5	0,59	A	
1	0,41	A	B
3	0,41	A	B
6	0,24		B
4	0,16		B
2	0,14		B
8	0,13		B

F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2	0,45	A	
1	0,17		B

Tableau 04:obs 4 (54ème et 56ème) (ATP).

F1	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
7	0,51	A	
3	0,36	A	B
8	0,32	A	B
2	0,09		B
6	0,04		B
4	0,03		B
5	0,02		B
1	0,02		B

Tableau 05:obs 5 (56 et 59ème) (ATP).

F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2	0,24	A	
1	0,11		

F1	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
7	0,53	A		
3	0,38	A	B	
8	0,18	A	B	C
6	0,11		B	C
4	0,10		B	C
5	0,10		B	C
1	0,10		B	C
2	0,05		B	C

F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2	0,26	A	
1	0,13		B

Tableau 06:obs 6 (59 et 61ème) (ATP).

**Caractérisation cytogénétique et comportement vis-à-vis d'un stress hydrique de quelques populations de trois espèces de Medicago (*M. ciliaris*, *M. intertexta*, *M. truncatula*).**

---

F1	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
7	0,61	A	
1	0,19		B
5	0,19		B
3	0,18		B
8	0,08		B
4	0,04		B
2	0,01		B
6	0,00		B

**Tableau 07: obs 7 (61et 63ème) (ATP).**

F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2	0,25	A	
1	0,08		B

**Tableau 07: obs 7 (61et 63ème) (ATP).**

F1	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
7	0,61	A	
1	0,19		B
5	0,19		B
3	0,18		B
8	0,08		B
4	0,04		B
2	0,01		B
6	0,00		B

**Tableau 08: obs 8 (63ème et 67ème) (ATP).**

F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2	0,25	A	
1	0,08		B

**Tableau 08: obs 8 (63ème et 67ème) (ATP).**

F1	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
7	0,42	A	
3	0,28	A	B
8	0,23	A	B
5	0,19	A	B
1	0,12	A	B
6	0,09	A	B
4	0,06		B
2	0,05		B

F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2	0,24	A	
1	0,12		B

Tableau 09: obs 9 (67 et 70ème) (ATP).

F1	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
5	0,29	A	
1	0,25	A	B
3	0,14	A	B
6	0,13	A	B
7	0,12	A	B
8	0,08	A	B
2	0,05		B
4	0,03		B

Tableau 10: obs 10 (70ème et 73ème) (ATP).

F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2	0,19	A	
1	0,08		B

Tableau 10: obs 10 (70ème et 73ème) (ATP).

F1	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
7	0,49	A	
6	0,39	A	
5	0,36	A	
3	0,34	A	
1	0,30	A	
4	0,08		B
8	0,07		B
2	0,05		B

Tableau 11: obs 11(73 et 75ème) (ATP).

F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2	0,34	A	
1	0,18		B

Tableau 11: obs 11(73 et 75ème) (ATP).

**Caractérisation cytogénétique et comportement vis-à-vis d'un stress hydrique de quelques populations de trois espèces de Medicago (*M. ciliaris*, *M. intertexta*, *M. truncatula*).**

---

F1	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
7	0,56	A	
3	0,40	A	B
6	0,39	A	B
5	0,35	A	B
1	0,31	A	B
8	0,28	A	B
4	0,15	A	B
2	0,06		B

**Tableau 12: obs 12 (75 ème et 80ème) (ATP).**

F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2	0,43	A	
1	0,19		B

**Tableau 12: obs 12 (75 ème et 80ème) (ATP).**

F1	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
7	0,47	A	
3	0,27	A	B
5	0,27	A	B
1	0,26	A	B
6	0,26	A	B
8	0,24	A	B
2	0,06		B
4	0,04		B

F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2	0,32	A	
1	0,15		B

**Tableau 13: obs 13 (80ème et 82ème) (ATP).**

F1	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
7	0,91	A	
3	0,77	A	B
5	0,63	A	B
1	0,55	A	B
6	0,51	A	B
8	0,25		B
2	0,19		B
4	0,15		B

Tableaux des groupes homogènes relatifs à l'accroissement du premier rameau.

**Tableau 01: obs3 (APR).**

5	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
7	0,97	A	
8	0,33		B

Tableau 02: obs 4

F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2	1,07	A	
1	0,23		B

Tableau 03: OBS6 (APR).

F1	F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
3	2	1,49	A		
2	2	1,41	A		
4	2	1,30	A	B	
1	2	1,17	A	B	
8	2	1,13	A	B	
7	2	0,69		B	C
5	2	0,69		B	C
6	2	0,65		B	C
8	1	0,44			C
3	1	0,30			C
6	1	0,26			C
1	1	0,22			C
5	1	0,18			C
7	1	0,17			C
2	1	0,17			C
4	1	0,10			C

Tableau 03: OBS6 (APR).

F1	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
3	1,49	A
4	1,41	A
2	1,30	A
1	1,17	A
6	1,13	A
8	0,69	A
7	0,69	A
5	0,65	A

Tableau 04: obs 7 (APR).

F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2	1,06	A	
1	0,20		B

Tableau 04: obs 7 (APR).

**Caractérisation cytogénétique et comportement vis-à-vis d'un stress hydrique de quelques populations de trois espèces de Medicago (*M. ciliaris*, *M. intertexta*, *M. truncatula*).**

---

F1	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
3	1,11	A	
8	1,10	A	
2	0,99	A	B
4	0,88	A	B
1	0,74	A	B
5	0,56		B
7	0,51		B
6	0,47		B

**Tableau 05: obs 8 (APR).**

F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2	1,26	A	
1	0,33		B

**Tableau 05: obs 8 (APR).**

F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2	1,21	A	
1	0,66		B

**Tableau 06: obs 9 (APR).**

F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1	0,68	A	
2	0,49		B

**Tableau 07: obs10 (APR).**

F1	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
3	1,41	A	
8	1,36	A	
2	1,20	A	B
6	1,15	A	B
4	1,10	A	B
1	1,01	A	B
5	0,94	A	B
7	0,79		B

**Tableau 08: obs 11 (APR).**

F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2	1,46	A	
1	1,13		B

**Tableau 09: OBS 13 (APR).**

F1	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
1	2,05	A		
6	2,00	A	B	
2	1,89	A	B	
3	1,62	A	B	C
8	1,60	A	B	C
4	1,44	A	B	C
5	1,11		B	C
7	1,00			C

Tableaux des groupes homogènes relatifs à l'accroissement du nombre de feuilles.

**Tableau 01: obs 2 (ANF).**

F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2	0,31	A	
1	0,18		B

**Tableau 02: obs 3 (55ème et 58ème) (ANF).**

F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2	0,36	A	
1	0,16		B

**Tableau 03: obs 4 (58ème et 60ème) (ANF).**

**Tableau 04: obs 5 (60ème et 62ème) (ANF).**

F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2	0,41	A	
1	0,11		B

**Tableau 04: obs 5 (60ème et 62ème) (ANF).**

F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2	0,38	A	
1	0,14		B

**Tableau 05: obs 6 (62ème et 65ème) (ANF).**

F1	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
8	0,44	A		
6	0,37	A	B	
1	0,27	A	B	
5	0,27	A	B	
4	0,25	A	B	
7	0,22	A	B	
3	0,21	A	B	
2	0,17		B	

**Caractérisation cytogénétique et comportement vis-à-vis d'un stress hydrique de quelques populations de trois espèces de Medicago (M. ciliaris, M. intertexta, M. truncatula).**

---

**Tableau 06: obs 8 (67ème et 70ème) (ANF).**

F1	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
6	0,31	A	
8	0,21		B
5	0,19		B
1	0,18		B
3	0,16		B
2	0,15		B
4	0,13		B
7	0,12		B

**Tableau 07: obs 11 (75ème et 80ème) (ANF).**

F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1	0,24	A	
2	0,12		B

**Tableau 07: obs 11 (75ème et 80ème) (ANF).**

F1	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
6	0,40	A		
5	0,36	A	B	
8	0,34	A	B	
3	0,31	A	B	C
7	0,28	A	B	C
2	0,28	A	B	C
4	0,26		B	C
1	0,21			C

**Tableau 08: obs 12 (80ème et 82ème) (ANF).**

F1	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
1	0,57	A
5	0,55	A
6	0,54	A
4	0,5	A
2	0,36	A
8	0,35	A
7	0,32	A
3	0,31	A

Tableaux des groupes homogènes relatifs à la longueur du dernier entre noeud

**Tableau 01: obs 1 (53ème jour après levée) (LEN).**

F1	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
3	2,43	A		
4	2,38	A		
2	2,16	A		
1	1,44		B	
8	1,11		B	
7	1,04		B	
6	0,38			C
5	0,2			C

Tableau 02: obs 2 (55ème jour après levée) (LEN).

F1	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
3	2,34	A		
4	2,34	A		
2	2,05	A		
1	1,44		B	
8	1,05		B	
7	1,01		B	
6	0,32			C
5	0,20			C

Tableau 03: obs 3 (58ème jour après levée) (LEN).

F1	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
3	2,25	A		
4	2,20	A		
2	1,98	A		
8	1,48		B	
1	1,38		B	
7	0,92			C
6	0,34			D
5	0,19			D

Tableau 04: obs 4 (60ème jour après levée) (LEN).

F1	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
3	2,15	A		
4	2,11	A		
2	1,77	A	B	
8	1,63		B	C
1	1,29			C
7	0,75			D
6	0,33			E
5	0,20			E

Tableau 05: obs 5 (66ème jour après levée) (LEN).

**Caractérisation cytogénétique et comportement vis-à-vis d'un stress hydrique de quelques populations de trois espèces de Medicago (M. ciliaris, M. intertexta, M. truncatula).**

F1	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
3	2,15	A			
4	2,00	A			
2	1,87	A			
8	1,46		B		
1	1,20		B	C	
7	0,81			C	
6	0,28				D
5	0,19				D

**Tableau 06: obs 6 (71ème jour après levée) (LEN).**

F1	F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES				
3	2	2,37	A				
4	2	2,15	A	B			
2	2	2,07	A	B			
8	2	1,96	A	B			
3	1	1,92	A	B			
4	1	1,85	A	B			
2	1	1,68	A	B	C		
1	1	1,38		B	C	D	
1	2	1,01			C	D	E
8	1	0,95			C	D	E
7	1	0,88			C	D	E
7	2	0,74				D	E
6	1	0,46					E
5	2	0,20					E
5	1	0,17					E
6	2	0,11					E

F1	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES				
3	2,10	A				
4	2,05	A				
2	1,85	A				
8	1,40		B			
1	1,09			C		
7	0,71				D	
6	0,43				D	E
5	0,18					E

**Tableau 07: obs 7 (73ème jour après levée) (LEN).**

F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2	1,32	A	
1	1,13		B

**Tableau 07: obs 7 (73ème jour après levée) (LEN).**

F1	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES				
3	2,19	A				
4	2,08	A				
2	1,86	A	B			
8	1,58		B			
1	1,05			C		
7	0,70				D	
6	0,24					E
5	0,19					E

F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2	1,31	A	
1	1,16		B

Tableau 08: obs 8 (77ème jour après levée) (LEN)

F1	F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES							
3	2	2,34	A							
4	2	2,26	A							
2	2	2,18	A							
3	1	2,03	A	B						
4	1	1,90	A	B	C					
8	2	1,81	A	B	C					
2	1	1,54		B	C	D				
8	1	1,35			C	D	E			
1	1	1,18				D	E	F		
1	2	0,92					E	F	G	
7	1	0,71						F	G	H
7	2	0,70						F	G	H
6	1	0,36							G	H
5	2	0,19								H
5	1	0,19								H
6	2	0,11								H

Tableau 08: obs 8 (77ème jour après levée) (LEN)

F1	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
3	2,19	A		
4	2,14	A		
2	1,97	A		
8	1,70	A		
1	0,90		B	
7	0,53		B	C
6	0,23			C
5	0,18			C

**Caractérisation cytogénétique et comportement vis-à-vis d'un stress hydrique de quelques populations de trois espèces de Medicago (*M. ciliaris*, *M. intertexta*, *M. truncatula*).**

F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
2	1,37	A
1	1,09	

**Tableau 09: obs 9 (80ème jour après levée) (LEN).**

F1	F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES							
4	2	2,44	A							
3	2	2,43	A							
2	2	2,32	A							
8	2	2,14	A	B						
3	1	1,95	A	B						
4	1	1,83	A	B	C					
2	1	1,62		B	C					
8	1	1,26			C	D				
1	1	0,98				D	E			
1	2	0,82				D	E	F	G	
7	1	0,53					E	F	G	
7	2	0,52					E	F	G	
6	1	0,36					E	F	G	
5	1	0,18						F		
5	2	0,18						F		
6	2	0,11						F		

**Tableau 09: obs 9 (80ème jour après levée) (LEN).**

F1	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
2	2,22	A		
4	2,11	A		
3	2,10	A		
8	1,90	A		
1	0,94		B	
7	0,53		B	C
6	0,31			C
5	0,23			C

F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2	1,41	A	
1	1,17		B

F1	F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
2	2	2,61	A			
4	2	2,39	A	B		
3	2	2,31	A	B		
8	2	2,23	A	B		
3	1	1,88	A	B		
2	1	1,83	A	B		
4	1	1,82	A	B		
8	1	1,57		B		
1	1	0,97			C	
1	2	0,9			C	D
7	2	0,55			C	D
6	1	0,51			C	D
7	1	0,51			C	D
5	1	0,26			C	D
5	2	0,21			C	D
6	2	0,10				D

Tableau 10: obs 10 (84ème jour après levée) (LEN).

F1	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
3	2,49	A			
2	2,48	A			
4	2,28	A			
8	1,82	A			
1	1,18		B		
7	0,53			C	
6	0,37			C	
5	0,25			C	

F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
2	1,55	A			
1	1,3		B		

Tableau 11: obs 11(87ème jour après levée) (LEN).

**Caractérisation cytogénétique et comportement vis-à-vis d'un stress hydrique de quelques populations de trois espèces de Medicago (*M. ciliaris*, *M. intertexta*, *M. truncatula*).**

F1	F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2	2	3,02	A	
3	2	2,83	A	B
4	2	2,55	A	B
3	1	2,16	A	B
4	1	2,00		B
2	2	1,94		B
8	1	1,93		B
8	1	1,71		
1	2	1,21		
1	1	1,15		
6	2	0,63		
7	1	0,56		
7	1	0,51		
5	2	0,25		
5	2	0,25		
6	2	0,11		

**Tableau 11: obs 11(87ème jour après levée) (LEN).**

F1	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
2	2,53	A		
4	2,51	A		
3	2,34	A		
8	1,95	A		
1	1,17		B	
7	0,66			C
6	0,39			C
5	0,37			C

F1	F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES					
2	2	2,95	A					
4	2	2,79	A					
3	2	2,44	A	B				
8	1	2,24	A	B				
3	1	2,24	A	B				
4	1	2,23	A	B				
2	1	2,11	A	B				
8	2	1,66		B	C			
1	1	1,24			C	D		
1	2	1,10			C	D		
7	1	0,68				D	E	
6	1	0,67				D	E	
7	2	0,64				D	E	
5	2	0,39				D	E	
5	1	0,34				D	E	
6	2	0,11					E	

Tableaux des groupes homogènes relatifs à la formation de la première fleur et la première gousse

**Tableau 01: Apparition de la première fleur.**

F1	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
1	97,53	A		
2	97,17	A		
7	93,92	A		
4	78,79		B	
3	78,72		B	
5	77,72		B	
6	75,43		B	
8	59,35			C

**Tableau 02: Apparition de la première gousse**

F1	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
1	102,46	A		
2	102,25	A		
7	97,19	A	B	
4	84,13		B	
3	82,55		B	
5	82,42		B	
6	79,14			C
8	66,53			C

Tableaux des groupes homogènes relatifs à la température de surface (infra rouge).

**Tableau 01: obs 1 (3ème jour de stress) (TIR).**

F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
1	31,94	A		
2	30,44			B

**Tableau 02: obs 2 (5ème jour de stress) (TIR).**

**Caractérisation cytogénétique et comportement vis-à-vis d'un stress hydrique de quelques populations de trois espèces de Medicago (*M. ciliaris*, *M. intertexta*, *M. truncatula*).**

F1	F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2	1	33,25	A	
6	2	32,81	A	B
5	1	32,61	A	B
6	1	32,38	A	B
3	1	32,00	A	B
4	1	31,91	A	B
5	2	31,57	A	B
1	1	31,31	A	B
8	1	31,21	A	B
7	1	30,89	A	B
1	2	30,43	A	B
8	2	30,00	A	B
4	2	29,87	A	B
7	2	29,79	A	B
2	2	29,56		B
3	2	29,45		B

**Tableau 02: obs 2 (5ème jour de stress) (TIR).**

F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1	36,77	A	
2	33,57		B

**Tableau 03: obs3 (7ème jour de stress) (TIR).**

F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1	30,79	A	
2	28,93		B

F1	F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
5	1	32,00	A		
6	2	31,63	A	B	
7	1	31,53	A	B	
3	1	31,29	A	B	C
2	1	30,71	A	B	C
8	1	30,54	A	B	C
6	1	30,25	A	B	C
4	1	30,2	A	B	C
7	2	30,00	A	B	C
1	1	29,83	A	B	C
8	2	28,71		B	C
3	2	28,54		B	C
2	2	28,25			C
4	2	28,22			C
1	2	28,12			C
5	2	27,98			

**Tableau 04: obs 4 (10ème jour de stress) (TIR).**

F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1	32,35	A	
2	27,55		B

**Tableau 05: obs 5 (12ème jour de stress) (TIR).**

F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1	19,20	A	
2	16,75		B

Tableau des groupes homogènes relatif au SDD

**Tableau 01: Stess Degree-Day.**

F1	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
3	5,63	A	
5	5,00	A	
1	3,38	A	
7	2,25	A	
4	-10,88		B
8	-13,13		B
2	-13,25		B
6	-14,25		B

F2	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2	-2,81	A	
1	-6,00		B

## Annexe III

**Caractérisation cytogénétique et comportement vis-à-vis d'un stress hydrique de quelques populations de trois espèces de Medicago (M. ciliaris, M. intertexta, M. truncatula).**

VARIABLES	VTPPS	VTPAS	LONAJTP	VPRPS	VPRAS	LONAJPR	ANFPS	ANFAS	LENPS	LENAS	SDD	FLO	GOU
VTPPS	1,000000	0,675210	0,765959	-0,159156	0,012668	-0,007757	-0,644057	0,062566	0,634415	0,792300	-0,234644	-0,379186	-0,369686
VTPAS	0,675210	1,000000	0,990822	0,089256	0,493362	0,502808	-0,676196	-0,095838	0,799973	0,933583	-0,502563	-0,075020	-0,024343
LONAJTP	0,765959	0,990822	1,000000	0,070014	0,427196	0,439358	-0,708465	-0,090508	0,815369	0,962218	-0,503356	-0,122886	-0,077265
VPRPS	-0,159156	0,089256	0,070014	1,000000	0,239792	0,530025	-0,170397	-0,369363	0,237404	0,474928	-0,636744	0,290120	0,352176
VPRAS	0,012668	0,493362	0,427196	0,239792	1,000000	0,942945	-0,034460	-0,085462	0,47928	0,380325	-0,113261	0,479358	0,503091
LONAJPR	-0,007757	0,502808	0,439358	0,530025	0,942945	1,000000	-0,115212	-0,126773	0,495516	0,407340	-0,315496	0,432583	0,473186
ANFPS	-0,644057	-0,676196	-0,708465	-0,170397	-0,034460	-0,115212	1,000000	0,041187	-0,643834	-0,504739	0,655336	0,212625	0,186092
ANFAS	0,062566	-0,095838	-0,090508	-0,369363	-0,085462	-0,126773	0,041187	1,000000	-0,504739	0,295198	0,609798	-0,790014	-0,809734
LENPS	0,634415	0,792300	0,815369	0,237404	0,474928	0,495516	-0,643834	-0,504739	1,000000	0,999973	-0,713325	0,212625	0,186092
LENAS	0,799973	0,933583	0,962218	0,147727	0,380325	0,407340	-0,713325	-0,295198	0,999973	1,000000	-0,713325	0,212625	0,186092
SDD	-0,234644	-0,502563	-0,503356	-0,636744	-0,113261	-0,315496	0,655336	0,609798	-0,662715	-0,709605	1,000000	0,212625	0,186092
FLO	-0,379186	-0,075020	-0,122886	0,290120	0,479358	0,432583	0,212625	-0,790014	-0,662715	-0,709605	1,000000	0,212625	0,186092
GOU	-0,369686	-0,024343	-0,077265	0,352176	0,503091	0,473186	0,186092	-0,809734	-0,662715	-0,709605	1,000000	0,212625	0,186092

**Tableau 2: Corrélations entre les variables chez le traitement non stressé.**

VARIABLES	VTP	LONAJTP	VPR	LONAJPR	ANF	LEN	SDD
VTP	1,000000	0,994110	0,785023	0,564511	-0,637915	0,989076	-0,683290
LONAJTP	0,994110	1,000000	0,812009	0,567817	-0,703711	0,989798	-0,709605
VPR	0,785023	0,812009	1,000000	0,890504	-0,594269	0,759138	-0,458190
LONAJPR	0,564511	0,567817	0,890504	1,000000	-0,265401	0,504356	-0,105643
ANF	-0,637915	-0,703711	-0,594269	-0,265401	1,000000	-0,658503	0,825228
LEN	0,989076	0,989798	0,759138	0,504356	-0,658503	1,000000	-0,662715
SDD	-0,683290	-0,709605	-0,458190	-0,105643	0,825228	-0,662715	1,000000
FLO	-0,044709	0,044814	0,150280	0,039913	-0,597497	-0,044880	-0,315466
GOU	-0,002385	0,085019	0,196619	0,094566	-0,625909	-0,009837	-0,348157

**Réactif de Schiff :**

- Faire bouillir 200ml d'eau distillée.
- Eteindre la source de chaleur, à l'arrêt total de l'ébullition verser lentement 1g de fuschine basique.
- Agiter et laisser refroidir, filtrer à 50°C à l'aide de verre fripé.
- Ajouter 30ml de Hcl 1N.
- Ajouter le metabisulfite de K.
- Si la solution est encore rose ou rouge, ajouter 1g de charbon, agiter fortement pendant 2 min, puis filtrer.
- La conservation se fait dans un flacon en verre fumé bien bouché, utiliser après 48 heures.

**Orceine :**

- Dissoudre 2g d'orceine dans de l'acide lactique.
- Filtrer et conserver dans un flacon fumé.
- 

**Solution d'hydroxyde de baryum (Ba(OH)<sub>2</sub>) :**

- Mettre à bouillir 100ml d'eau distillée dans un erlen mayer.
- Lorsque l'eau bout, éteindre le feu. Dissoudre 5g de Ba(oh)<sub>2</sub>.

- Mettre l'eren dans un récipient contenant de l'eau du robinet pour refroidir la solution.
- Filtrer à 40°C.

**Solution de citrate salin (2 X SSC):**

- Dissoudre 0.883g de citrate de sodium ( $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) et 1.754g de chlorure de sodium (NaCl) dans 100ml d'eau distillée, agiter.
- Ajuster à PH 7.

**Solution tampon de Giemsa :**

- Dissoudre 7.1g de  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  M/5 et 7.9g de  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  M/15 dans 100ml d'eau distillée, puis agiter.
- Ajouter 3.2ml de solution de Giemsa et 42ml d'eau désionisée à PH7.



*Photo n°1 : Vue générale de l'essai expérimental.*



*Photo n° 2 : Phase végétative chez I253*



*Photo n° 3 : Phase végétative chez C2*



*Photo n° 4 : Phase végétative chez tr201*



*Photo n° 5 : Phase végétative chez 221*



*Photo n° 6 : Phase végétative chez tr55*



*Photo n° 7 : Phase végétative chez tr27*



*Photo n° 8: Phase végétative chez C204*



*Photo n° 9 : Phase végétative chez I107*