

COMPORTEMENT ECOPHYSIOLOGIQUE DE JEUNES PLANTS D'OLIVIER (*Olea europaea* L., var. Chemlali) SUITE A UNE DESHYDRATATION ET UNE REHYDRATATION

¹Mohamed Faouzi KASRAOUI, ¹Hechmi MEHRI, ²Mohamed BRAHAM, ²Dalenda BOUJNAH, ³Faouzi ATTIA.

(1 : Ecole Supérieure d'Horticulture et d'Elevage Chott-Meriem)

(2 : Institut de l'Olivier - Station Régionale de Sousse)

(3 : Institut National Agronomique de Tunisie).

ملخص

إن ضياع الماء عن طريق النتح في مناخ جاف أو شبه جاف يفوق في أغلب الأحيان القدرة الامتصاصية للجذور و تعرض النبتة إلى نقص مائي حاد. وقد أنجزت في هذا الإطار عدة أعمال بحثية على أشجار الزيتون و ذلك لدراسة قدرة هذا النوع على تحمل النقص المائي.

بيّنت التجارب الأولية التي طبقت تحت البيوت المحمية و بتحليل بعض الخصائص الإكوفسيولوجية (نسبة تركيز اليخضور, نسبة الماء في الورقة, كثافة و مقاومة المسام) وذلك حسب أربع معاومات : 25, 50, 75 و 100 % من نسبة التبخر, القدرة الكبيرة لهذا النوع من الزيتون على استعادة حالته العادية و توازنه المائي بعد فترة من الجفاف.

ABSTRACT:

In semi-arid and arid regions, the water losses by transpiration at the plants often exceed with the radicular absorption capacity, which expose them in a water stress. Within this framework that research tasks are undertaken, in particular on Chemlali olive cultivar, in the purpose to study the capacities of resistance of olive to the water deficit and these aptitudes of recovery.

The test experimentation apply in a medium control (under greenhouse), in analyze some ecophysiological parameters (relative water content, stomatic resistance, stomatic density and the chlorophyllian concentration) and according to four level of water restriction (100%, 75%, 50% and 25% of tank evaporation) we have reveal the aptitude of Chemlali cultivar's with a total recuperation (after one week), after a pronounced deficit water phase.

Key words: Olive, Water Deficit, Eco-physiology.

RESUME :

En milieu semi-aride et aride, les pertes en eau par transpiration chez les plantes excèdent souvent la capacité d'absorption racinaire ce qui les expose à un déficit hydrique.

C'est dans ce cadre que le présent travail est entrepris sur l'olivier variété Chemlali, dans le but d'étudier les capacités de résistance de cette espèce au déficit hydrique et ses aptitudes de récupération.

Les essais d'expérimentation appliqués dans un milieu contrôlé (sous serre en plastique), en analysant quelques paramètres écophysologiques (contenu relatif en eau (RWC), résistance stomatique (gs), densité stomatique (Ds) et concentration chlorophyllienne (Cchl)) et selon quatre niveaux de restriction d'eau (100%, 75%, 50% et 25% de l'évaporation en cuve) nous

ont révélé l'aptitude de la variété Chemlali à une récupération totale (après une semaine), suite à une phase de déficit hydrique prononcée.

Mots clé : Olivier, Déficit hydrique, Ecophysiologie.

1. INTRODUCTION

L'olivier est l'une des espèces qui a valorisé convenablement les zones semi-aride et aride du bassin Méditerranéen par sa rusticité et sa souplesse d'adaptation (Gimenez et *al.*, 1997). Cependant sa production en Tunisie est étroitement liée à la pluviométrie qui est souvent très irrégulière et insuffisante (Braham, 1997). Chez l'olivier les pertes en eau par la transpiration excèdent souvent la capacité d'absorption racinaire ce qui l'expose souvent à un déficit hydrique durant des périodes plus ou moins longues de l'année (Boujnah, 1997). Une connaissance parfaite du comportement de la plante face aux conditions hydriques est primordiale en vue de rationaliser les interventions qui visent l'amélioration du niveau hydrique du végétal et ce par des travaux superficiels, l'élimination de toute végétation concurrentielle de l'espèce cultivée et la concurrence intraspécifique. Plusieurs travaux rapportent qu'une insuffisance de l'alimentation en eau provoque une réduction de la croissance et du rendement des oliveraies (Sanchez, 1990). De plus, la sécheresse surgie sur un verger de pêcher entraîne la production de fruits de petite taille (Lauri, 1991).

Vu l'importance du rôle de l'eau dans la croissance de l'arbre, on se propose d'étudier le comportement physiologique de l'olivier en culture semi-contrôlée sous différents niveaux de contrainte hydrique et le suivi de la cinétique de sa récupération après une réhydratation.

3. MATERIELS ET METHODES

3.1. MATERIEL VEGETAL

L'essai a été mené sous serre plastique et a été conduit sur de jeunes plants d'olivier issus de boutures semi ligneuses (âgés de 36 mois) de la variété 'Chemlali' cultivée en pot dans un substrat de texture sablo-argileuse de 1,4% matière organique; 1,6% CaCO₃ total; 8% pH1/2.5; conductivité électrique de 8,5 mmhos/cm et dont le pourcentage de saturation est de 30,5%.

3.2. METHODES

La démarche entreprise dans cette étude consiste à étudier le comportement de l'olivier face à un cycle de déshydratation et d'une réhydratation. Pour se faire, nous avons appliqué le dispositif expérimental aléatoire complètement randomisé avec quatre traitements comportant chacun six répétitions. En nous basant sur la quantité d'eau évaporée et enregistrée par un évaporomètre classe A, nous avons entrepris la démarche suivante :

Pendant la première période, les plants ont fait l'objet de quatre niveaux de restriction de l'hydratation. Les six plants du témoin (T₀) ont reçu 100% de l'évaporation en cuve (Ec). Les plants des trois autres traitements T₁, T₂ et T₃ ont reçu respectivement 75%, 50% et 25% de l'évaporation en cuve. Durant la deuxième période de l'essai, les plants sont maintenus en état de déficit hydrique, ils sont dépourvus de tout apport d'eau. Après cette deuxième période, les plants sont portés à la capacité au champ suite à une réhydratation abondante.

Durant les trois phases de l'essai et pour les quatre traitements, nous avons suivi la réponse de l'olivier en mesurant l'évolution du contenu relatif en eau (RWC), de la résistance stomatique (Rs), de la densité stomatique (Ds) et de la concentration chlorophyllienne (Cchl).

Le contenu relatif en eau (RWC) est une caractéristique de l'état hydrique de la plante faisant appel à la mesure de la quantité d'eau contenue dans les organes végétaux (feuilles). La technique de détermination de ce paramètre consistait à mesurer tous les quatre jours les poids frais, saturé et sec des tissus végétaux ce qui nous permet de déduire :

$$RWC = \frac{P_f - P_s}{P_{sat} - P_s} \times 100 \quad (\text{Laouar, 1977})$$

Où P_f , P_s et P_{sat} désignent respectivement le poids frais (en mg), le poids sec et le poids à la saturation de l'échantillon. La saturation est réalisée sur des feuilles entières; elles sont mises à l'obscurité à une température de 5°C, pétiole trempant dans l'eau, sous un bêcher tapissé à l'intérieur avec du papier filtre humide. Le temps de saturation des feuilles est de l'ordre de 24 heures pour obtenir le poids à la saturation. La dessiccation est faite dans l'étuve à 90°C pendant 48 heures.

La résistance stomatique (R_s) est déterminée au poromètre à diffusion de type DELTA T DEVICES AP4. Cet appareil détermine l'intensité de la transpiration en mesurant la vitesse d'émission de la vapeur d'eau dans la chambre de mesure (Braham, 1997).

Pour chaque plant, nous avons choisi quatre feuilles et nous avons mesuré la résistance stomatique de la face inférieure de la feuille de l'olivier. Les mesures ont été réalisées à une cadence de deux jours. La résistance stomatique est exprimée en seconde par centimètre ($s.cm^{-1}$).

L'estimation de la densité stomatique (D_s) est réalisée par un comptage direct, sous microscope photonique de type Leitz (agrandissement 400 fois), des stomates sur une empreinte de l'épiderme de la face inférieure d'une feuille (Boujnah, 1997). Vu la quantité importante des trichomes qui couvrent complètement les stomates, on a appliqué sur la face inférieure de la feuille un ruban adhésif à plusieurs reprises jusqu'à l'enlèvement complet de ces structures.

Les empreintes d'épiderme sont obtenues par l'application d'une fine couche de vernis à angle transparent à la face inférieure de la feuille. Une fois séchée, cette couche de vernis est enlevée à l'aide d'un ruban adhésif. Ensuite ce dernier est placé sur une lame porte-objet. De chaque empreinte, on a fait le calcul de dix champs d'un millimètre carré de surface chacun. Les empreintes d'épiderme sont en provenance de feuilles de l'année situées au même rang sur des rameaux bien éclairés. A la fin de chaque phase de traitement (hydratation, déshydratation et réhydratation), on a procédé à un prélèvement de deux feuilles de chaque répétition.

La détermination de **la concentration chlorophyllienne (C_{chl})** est basée sur la formule suivante :

$$C_{chl} = \frac{E_{652} \times V_{chl}}{36 \times S} \quad \text{Singh et Billore (1975)}$$

Où:

C_{chl} : la concentration de chlorophylle ($mg\ chl / mm^2$).

E_{652} : la valeur de l'absorbance lors de la mesure au spectrophotomètre.

V_{chl} : le volume de la solution de chlorophylle (ml).

S : la surface foliaire de l'échantillon (mm^2).

Pour l'extraction de la chlorophylle, tous les quatre jours on a pris deux feuilles de chaque plant. De chaque feuille on a prélevé quatre disques foliaires d'une superficie d'environ

23,24 mm² chacun (S). Ces disques sont obtenus moyennant une perforatrice d'une section de 5,44 mm. Ces échantillons de feuilles ont été mis dans des tubes contenant 5 ml de N,N-Diméthylformamide (C₃H₇NO: 0,95 Kg/l). Ces tubes ont été fermés, protégés d'une couche de papier d'aluminium et ensuite mis au réfrigérateur à 4°C.

Après une semaine, il y a eu extraction totale de la chlorophylle dissoute dans le solvant où les morceaux des échantillons de feuilles sont devenus de couleur blanchâtre. De cet extrait on a prélevé dans un tube 3 ml de la solution chlorophyllienne (V_{chl}). Les tubes sont introduits dans le spectrophotomètre où ils vont être observés à une longueur d'onde égale à 652 nm aux environs de laquelle se ferait l'absorption spécifique de la chlorophylle totale (a + b).

4. RESULTATS ET DISCUSSION

4.1. EVOLUTION DU CONTENU RELATIF EN EAU

La figure 1 montre que le contenu relatif en eau de la feuille (RWC) est affecté par le niveau de restriction de l'apport d'eau. Pendant la phase d'hydratation, le traitement T₀ (100% Ec) présente un RWC de l'ordre de 45 % alors que pour les traitements T₃, T₂ et T₁ le RWC n'était que de 38 ; 42 et 40% respectivement. Ainsi le RWC des plants d'olivier est fonction du niveau hydrique du sol, ce qui confirme les résultats de Cameron *et al.* (1999).

A partir de l'installation de la phase de déficit hydrique, le RWC a diminué continuellement pour atteindre à la fin de cette phase 31 ; 33 ; 35 et 39% respectivement pour T₃, T₂, T₁ et T₀. De même, en travaillant sur de jeunes plants d'olivier, Giorio *et al.* (1999) ont montré que le RWC est inversement proportionnel au déficit hydrique. Pour trois variétés italiennes, *Kalamata*, *Ascolana Tenera* et *Nocellara del Belice*, Patumi *et al.* (1999) ont trouvé que le RWC est affecté par le niveau de la restriction d'eau.

Enfin, après une semaine de réhydratation, le niveau du RWC a atteint 39% pour T₃, 42% pour T₂, 40% pour T₁ et 43% pour T₀. Après cette période, la récupération de la teneur en eau des feuilles est totale pour les quatre traitements. Ce qui prouve que la réhydratation a permis d'augmenter le RWC.

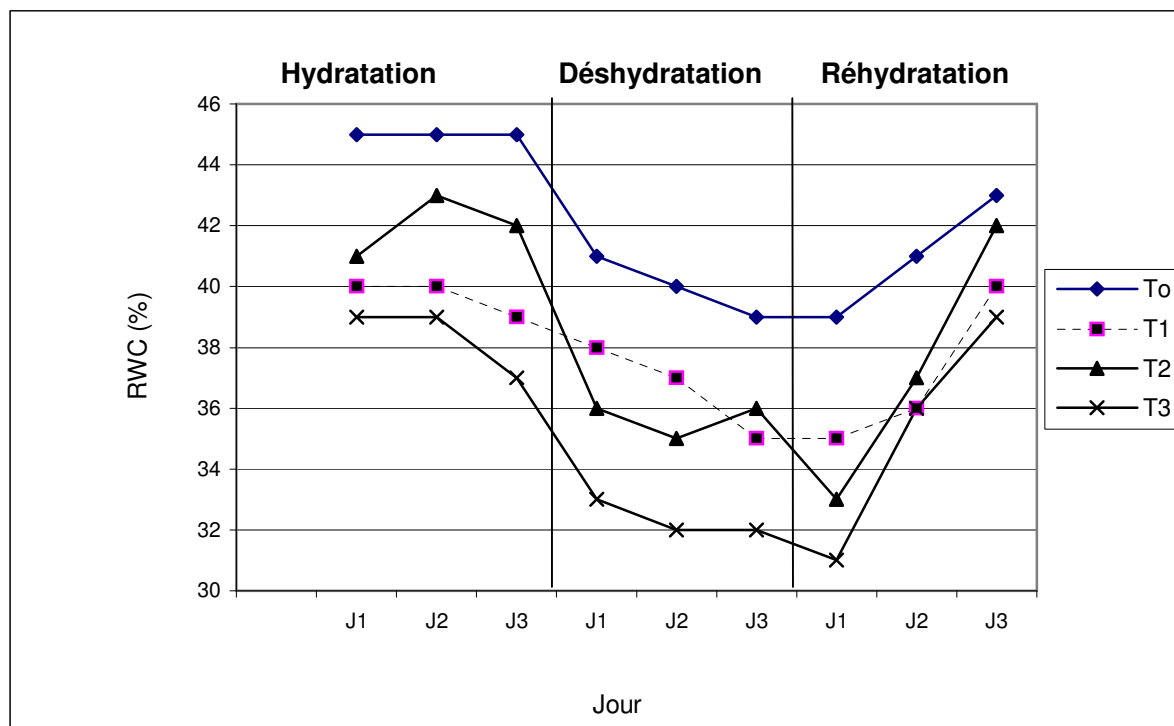


Figure 1 : Evolution du contenu relatif en eau de la feuille

4.2. EVOLUTION DE LA RESISTANCE STOMATIQUE

Pendant la phase d'hydratation, la résistance stomatique augmente progressivement mais reste faible de l'ordre de 14 scm^{-1} . Avec l'installation de la contrainte hydrique, la résistance stomatique augmente d'une manière plus accentuée pour atteindre un maximum de 73 ; 52,39 ; 46,24 ; et $34,21 \text{ scm}^{-1}$ respectivement pour les traitements T_3 , T_2 , T_1 et T_0 (figure 2). Plusieurs auteurs signalent l'augmentation de la résistance stomatique avec la contrainte hydrique : Larcher et *al.* (1981) et Tombesi et *al.* (1986) sur olivier, Li et *al.* (1990) sur le pêcher et Thomas et Turner (1998) sur bananier.

Chartzoulakis et *al.* (1999) travaillant sur les variétés grecques *Koroneiki* et *Mastoidis* ont prouvé que la résistance stomatique augmente avec le degré du déficit hydrique. Cette augmentation de la résistance stomatique est causée par la fermeture des stomates qui s'opposent à la diffusion de la vapeur d'eau et des gaz (Denden et Leumeur 2000).

Pendant la réhydratation, la résistance stomatique a baissé, mais la cinétique de récupération est différente pour les quatre traitements. Le traitement T_0 retrouve son niveau initial après seulement deux jours alors que pour le traitement T_3 n'a passé à $15,03 \text{ scm}^{-1}$ qu'après une semaine. Des observations similaires, ont été réalisées par Braham (1997) et Boujnah (1997) sur *Olea europaea* L., Rejeb (1992) sur *Ceratonia siliqua* et par Semaan et *al.* (1982) sur *Helianthus annuus* L. et *Sinapsis alba* L., au cours de la réhydratation affirmant que la reprise de la résistance stomatique est toujours plus lente et se maintient à un niveau plus faible lorsque les plantes ont été fortement desséchées.

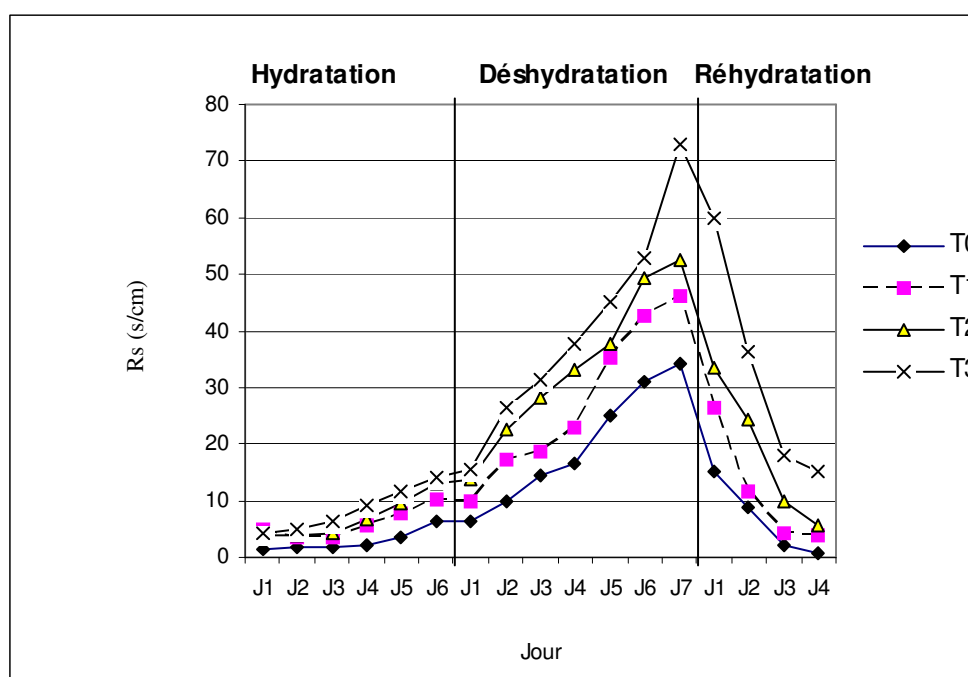


Figure 2 : Evolution de la résistance stomatique des feuilles d'olivier

4.3. EVOLUTION DE LA DENSITE STOMATIQUE

Les résultats des comptages de la densité stomatique par unité de surface foliaire sont présentés dans la figure 3. Le nombre de ces stomates a évolué au cours de l'essai entre 382 et 488 stomates/mm² pendant la phase d'hydratation, entre 462 et 553 stomates/mm² pendant la phase de déshydratation et entre 420 et 532 stomates/mm² pendant la réhydratation.

Durant toute la période de l'essai, le traitement T₃ présente le niveau le plus élevé de la densité stomatique par rapport à tous les autres traitements. Durant la phase de déficit, le nombre stomatique par unité de surface foliaire a augmenté avec le degré de la restriction d'eau. Pour T₀ l'augmentation de la densité était de 9% alors que celle pour T₁, T₂, et T₃ était respectivement de 12%, 15% et 21%. En 1994 et sur des plants d'oliviers (variété Chemlali) cultivés en hydroponie, Boujnah et Lemeur ont démontré que la densité stomatique est proportionnelle au déficit hydrique. La comparaison des moyennes par la méthode de la PPDS (la Plus Petite Différence Significative) à un seuil de 5% a montré que l'évolution du nombre des stomates par unité de surface foliaire par traitement n'est pas significative.

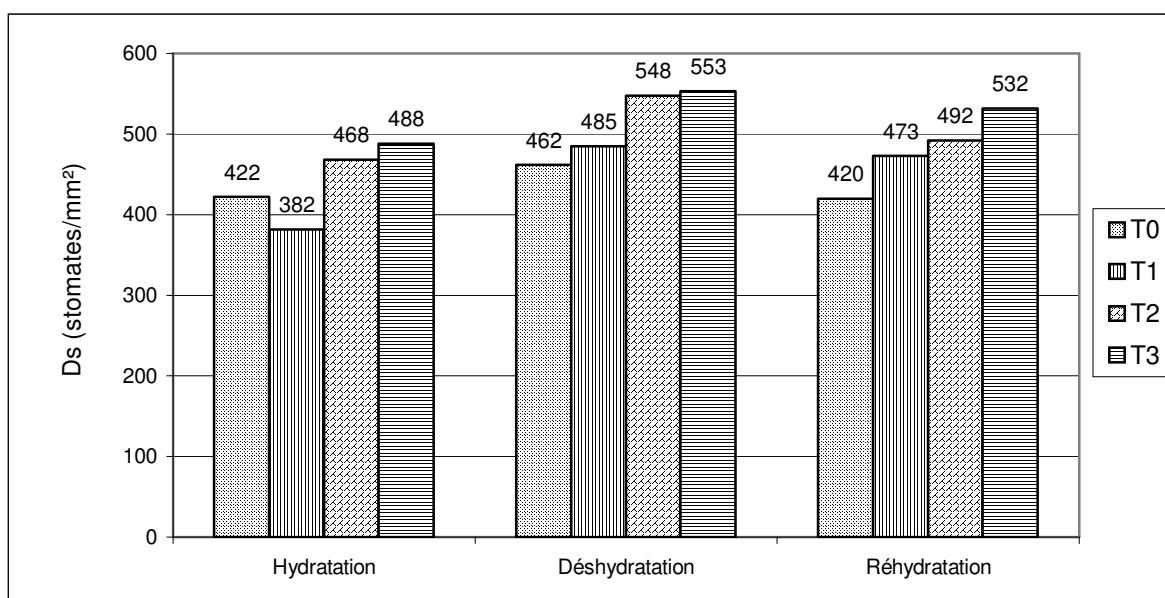


Figure 3 : Evolution de la densité stomatique d'une feuille d'olivier

4.4. EVOLUTION DE LA CONCENTRATION CHLOROPHYLLIENNE

La figure 4 présente les résultats de l'évolution de la concentration chlorophyllienne des différents échantillons de feuilles pris parmi les traitements T₀, T₁, T₂ et T₃. Durant toute la période de l'essai, la concentration chlorophyllienne pour le traitement T₁ était la plus importante. Cet état témoigne d'une activité photosynthétique intense avec un apport d'eau de 75% de l'évaporation en cuve. De même, Laouar et Da Silva (1981) ont démontré pour la variété 'Chetoui' que le taux photosynthétique le plus important est celui du traitement de 75% de l'évapotranspiration potentielle. Durant les phases de déshydratation et de réhydratation, le traitement T₂ présente une concentration chlorophyllienne plus élevée que les traitements T₀ et T₃. Après une semaine de réhydratation, la concentration chlorophyllienne pour les quatre traitements T₀, T₁, T₂ et T₃ a baissé pour atteindre respectivement 0,251 ; 0,334 ; 0,280 et 0,284 µg/mm².

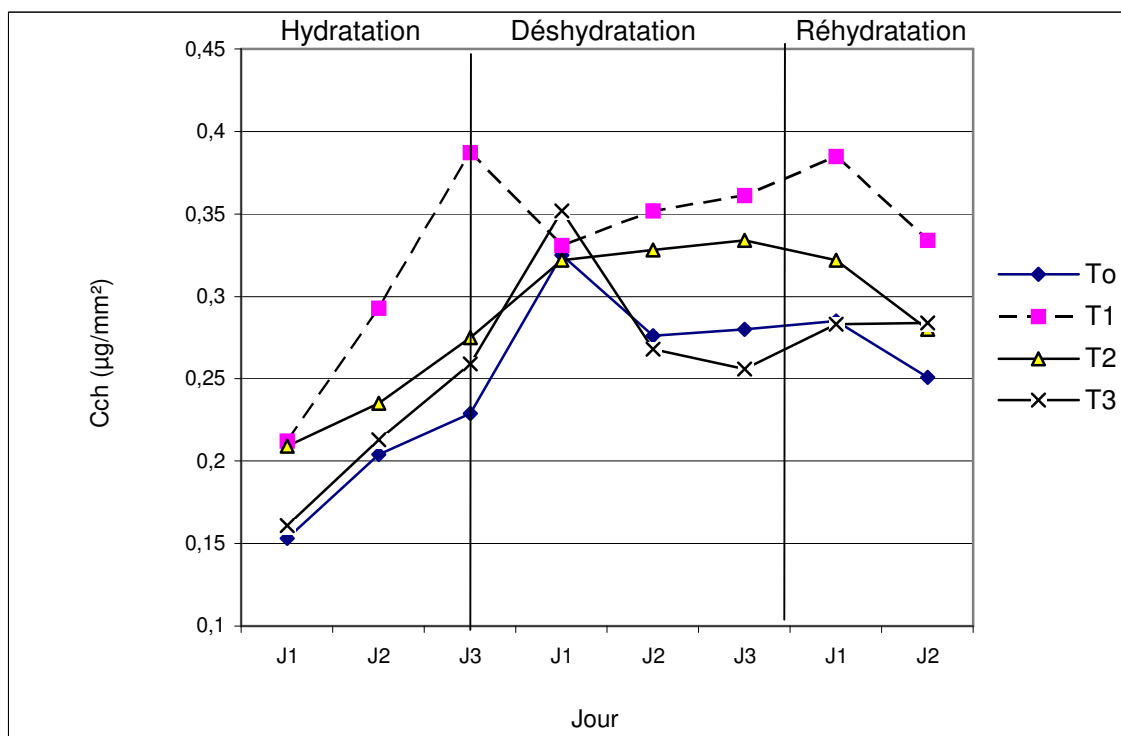


Figure 4 : Evolution de la concentration chlorophyllienne d'une feuille d'olivier

5. CONCLUSION

L'olivier possède des particularités physiologiques lui permettant de s'adapter à certains régimes climatiques caractérisés par une aridité plus ou moins accentuée. La gestion adéquate de l'eau est l'une des actions les plus importantes à maîtriser pour valoriser les potentialités et la souplesse d'adaptation de l'olivier. Ainsi, les pratiques culturales appropriées sont des techniques visant à maintenir un maximum d'humidité dans le sol par des travaux superficiels, l'élimination de toute végétation concurrentielle de l'espèce cultivée et la concurrence intraspécifique. Ces travaux sont menés dans un but d'augmenter la capacité de rétention hydrique du sol et la réduction des pertes par évapotranspiration.

La disponibilité hydrique au cours du cycle biologique affecte les paramètres écophysologiques de cette espèce. Au cours du déficit hydrique, l'olivier modifie ses paramètres écophysologiques pour s'opposer au flux transpiratoire. Le contenu relatif en eau des feuilles de l'olivier de la variété 'Chemlali' est corrélé négativement au degré du déficit hydrique et évolue vers un dessèchement partiel des tissus foliaires. Il a marqué une variation moyenne de 7,25% entre la phase d'hydratation et la phase de déshydratation. La concentration chlorophyllienne, la densité et la résistance des stomates augmentent avec le niveau de restriction d'apport d'eau. Pour un léger déficit hydrique (25% de l'évaporation en cuve) la concentration chlorophyllienne est la plus élevée. En condition de déficit hydrique prononcé, les stomates se ferment pour s'opposer à la perte d'eau par la transpiration avec une augmentation très importante de la résistance stomatique.

La cinétique de récupération de l'olivier suite à la réhydratation est rapide. Elle se manifeste tout d'abord par une diminution très rapide de la résistance stomatique et le rétablissement d'un état normal après seulement deux jours. Le contenu relatif en eau ne retrouve son niveau initial qu'après une semaine de la réhydratation. Cette réponse permet de rétablir le statut hydrique de la plante et une activité physiologique normale puisque la concentration chlorophyllienne, la densité et la résistance stomatique retrouvent le niveau initial mesuré pendant la phase d'hydratation.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Boujnah, D. 1997.** « Variations morphologiques, anatomiques et écophysologiques en rapport avec la résistance à la sécheresse chez l'olivier (*Olea europaea* L.) ». Thèse de Doctorat d'Etat Faculté des Sciences Agronomiques de Gand (Belgique) 1996-1997.
- Boujnah, D. et Lemeur, R. 1994.** « L'appareil stomatique et la résistance à la sécheresse chez l'olivier 'Chemlali' ». Actes des Premières Journées Nationales sur les Acquis Récents de la Recherche Agronomique et Vétérinaire Hammamet 2-4 décembre 1994.
- Braham, M. 1997.** « Activité écophysologique, état nutritif et croissance de l'olivier (*Olea europaea* L.) soumis à une contrainte hydrique ». Thèse de Doctorat d'Etat Faculté des Sciences Agronomiques de Gand (Belgique) 1996-1997.
- Cameron, R.W.F. ; Harrison-Murray, R.S. et Scott, M.A. 1999.** « The use of controlled water stress to manipulate growth of container-grown *Rhododendron* cv. Hoppy ». Journal of Horticultural Science & Biotechnology, 74 (2), pp. 161-169.
- Chartzoulakis, K. ; Patakas, A. et Bosabalidis, A.M. 1999.** « Changes in water relations, photosynthesis and leaf anatomy induced by intermittent drought in two olive cultivars ». Environmental and Experimental Botany 42, pp113-120.
- Denden, M. et Lemeur, R. 2000.** « Modélisation de la résistance stomatique en fonction des caractéristiques morphologiques et anatomiques des stomates, du rayonnement et du potentiel hydrique ». Sécheresse 2000, Vol. 11 N°1, pp. 29-36.
- Gimenez, C. ; Fereres, E. ; Ruz, C. et Orgaz, F. 1997** « Water relations and gas exchange of olive trees : diurnal and seasonal patterns of leaf water potential, photosynthesis and stomatal conductance ». Acta Hort. 449, 411-415.
- Giorio, P. ; Sorrentino, G. et Andria, R. 1999.** « Stomatal behaviour, leaf water status and photosynthetic response in field-grown olive trees under water deficit ». Environmental and Experimental Botany 42, pp95-104.
- Laouar, S. 1977.** « Caractéristiques écophysologiques et aspects de l'économie de l'eau de l'olivier (*Olea europaea* L.) et de l'oranger (*Citrus sinensis* L. Osbeck). » Thèse de Doctorat d'Etat Es-Science, Université Paris VII, 247 pp.
- Laouar, S. et Vieira da Silva, J. 1981.** « Annual variation of photosynthesis of the olive tree under different watering conditions and related to chlorophyll accumulation ». In: Components of Productivity of Mediterranean – Climate Regions - Basic and Applied aspects. Eds. Margaritis NS and HA Mooney, pp. 71-75.
- Larcher, W.; De Moraes, J.A.P.V. et Bauer, H. 1981.** « Adaptive responses of leaf and water potential exchange and water use efficiency of *Olea europaea* during drying and rewatering ». In: Components of Productivity of Mediterranean – Climate Regions - Basic and Applied aspects. Eds. Margaritis NS and HA Mooney. Dr W. Junk Publishers, The Hague/Boston/London, pp. 77-84.

- Lauri, P. E. 1991.** « Données sur l'évolution de la ramification et de la floraison du pêcher (*Prunus persica* L. *Batsch*) au cours de sa croissance ». Ann. Sci. Nat. Bot., 13, (11), pp. 95-103.
- Li, S. H. ; Huguet, J. G. ; Schoch, P. G. et Bussi, C. 1990.** « Réponse de jeunes pêchers cultivés en pots à différents régimes d'alimentation hydrique. I : Conséquences sur la transpiration, la résistance stomatique, le potentiel hydrique foliaire, la photosynthèse et les variations micromorphométriques des tiges ». Agronomie, 10, pp. 263-272.
- Li, S. H.; Huguet, J. G.; Schoch, P. G. et Bussi, C. 1990.** “ Réponse de jeunes pêchers cultivés en pots à différents régimes d'alimentation hydrique. II : Effet sur la croissance et le développement ”. Agronomie, 10, pp. 353-360.
- Patumi, M. ; D'Andria, R. ; Frontanazza, G. ;Morelli, G. ; Giorio, P. et Sorrentino, G. 1999.** « Yield and oil quality of intensively trained of three cultivars olive (*Olea europaea* L.) under different irrigation regimes». Journal of Horticultural Science & Biotechnology, 74 (6), pp. 729-737.
- Rejeb, M. N. 1992.** « Etude des mécanismes de résistance à la sécheresse du caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) en Tunisie ». Thèse de Doctorat d'Etat en Sciences Naturelles. Université de Tunis, pp.199.
- Sanchez Raya, A.J. 1990.** « Quelques effets de la sécheresse sur la physiologie de l'olivier (*Olea europaea* L.) ». Olivae, 31 - Avril, pp. 38-42.
- Semaan, A.; Cruiziat, P. et Vartanian, N. 1982.** « Cinétique de la réhydratation de plantes entières en relation avec le potentiel hydrique initial et les conditions de transpiration ». Oecol Plant. 3(17)4, pp359-371.
- Singh V.P. et Billore S.K. 1975.** «Relationship between chlorophyll and energy contents of the Andropogon grassland community». Photosynthetica 9 (1), 91-95.
- Thomas, D. S. et Turner, D. W. 1998.** « Leaf gas exchange of droughted and irrigated banana cv. Williams (*Musa spp.*) growing in hot, arid conditions ». Journal of Horticultural Science & Biotechnology, 73 (3), pp. 419-429.
- Tombesi, A. et Cartechini, A. 1986.** « L'effetto dell'ombreggiamento della chima sulla differenziazione delle gemme a fiore dell'olivo » Riv. Ortoflorofrutti It., 70, pp. 277-285.