

Etude quantitative des hydrates de carbones non structuraux dans les tubercules et les rhizomes du souchet à tubercule (*Cyperus rotundus* L.)

Berrichi A.¹, Bouhache M.², Reda Tazi M.¹

¹Laboratoire de biologie des plantes et des micro-organismes, Faculté des Sciences, Oujda, Maroc

²Laboratoire de malherbologie, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc

Résumé

Le souchet à tubercule (Cyperus rotundus L.) est une adventice vivace difficile à combattre. L'efficacité des herbicides systémiques est tributaire de la connaissance de la période de restitution des réserves glucidiques chez l'adventice. Les teneurs en hydrates de carbone non structuraux (TNC) des tubercules et des rhizomes du C. rotundus issu d'un verger d'agrumes (zone ensoleillée = interlignes et zone ombragée = sous frondaison) et d'un vignoble ont été déterminées mensuellement pendant une année et en fonction de sa phénologie. Les pourcentages de TNC/g de matière sèche obtenues au niveau des tubercules (67,4 – 26,0%) sont beaucoup plus élevées que celles obtenues au niveau des rhizomes (11,9 – 2,1%). Les courbes de l'évolution des TNC des tubercules suivent en général l'allure en « V » avec des cycles d'hydrates de carbone qui diffèrent selon la méthode d'échantillonnage et le biotope. Pour le prélèvement par unité de surface, le niveau maximal de reconstitution des TNC est atteint en juin dans les biotopes agrumes zone ensoleillée et vignoble, et en juillet pour le biotope agrumes zone ombragée. Alors, que pour le prélèvement par plante, le flux maximal des réserves glucidiques vers les tubercules est atteint en juin lors de la floraison. Les implications de ces résultats pour la mise en œuvre d'une stratégie de lutte contre cette adventice sont discutées.

Mots clés : Hydrates de carbone, tubercules, rhizomes, *Cyperus rotundus*, souchet à tubercule.

الدراسة الكمية للمخزون السكري
في درنات و جذور عشبة السعد (*Cyperus rotundus* L)

بريشي عبد الباسط، بوهاش محمد، رضا التازي محمد

ملخص

يعتبر السعد من الأعشاب الضارة المعمرة التي يصعب مكافحتها. فعالية المبيدات الجهازية مرهون بمدى معرفة فترة تخزين السكر الإحتياطي عند هذه العشبة. تم تحديد كمية المخزون السكري في درنات و جذور عشبة السعد المتواجدة في بساتين الحمضيات (بين الأشجار = موقع مشمس وتحت الشجار = موقع مظلل) وبساتين العنب وذلك خلال سنة كاملة وبالموازاة مع مراحل نمو العشبة. تعتبر النسبة المئوية في غرام المادة الجافة للمخزون السكري في الدرنات - (67,4 - 26,0%) جد عالية بالمقارنة مع التي توجد في الجذور (2,1%-11,9%). يتغير المخزون السكري في الدرنات حسب نمط أخذ العينات و الموقع. في حالة معالجة العينات المؤخودة على أساس المساحة فان تجديد المخزون السكري بلغت الحد الأقصى خلال يونيو بالنسبة للموقع المشمس في بساتين الحمضيات والعنب وخلال يوليو بالنسبة للموقع المظلل في بساتين الحمضيات. في حالة معالجة العينات المؤخودة على أساس الفرد (نبته واحدة) فان السرعة القصوى التي تم بها تجديد المخزون السكري في الدرنات توافقت مع مرحلة الإزهار للعشبة وذلك خلال يونيو. تمت مناقشة مدى اعتبار هذه النتائج لوضع استراتيجية لمكافحة هذه العشبة.

الكلمات المفتاح: المخزون السكري، درنات السعد، *Cyperus rotundus* L، عشبة السعد.

Quantitative study of non-structural carbohydrates in tubers and rhizomes of purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.)

Abstract

Purple nutsedge (Cyperus rotundus L.) is a difficult perennial weed to control. The efficacy of systemic herbicides depends on the determination of the sugar reserves build up period of the weed. The level of non-structural carbohydrates (TNC) in tubers and rhizomes of C. rotundus collected from citrus orchard (sunny area = inter tree lanes and shady area = under tree canopy) and vineyard were determined monthly over one year period and according to growth stages. Percents of TNC/g of dry matter (67.4 – 26.0%) were higher than those of rhizomes (11.9 – 2.1%). The curve of seasonal changes of tubers TNC followed a "V" shape with some difference in TNC cycles due to sampling method and habitat. For plants collected per area unit, the maximum TNC build up speed was observed in June in sunny areas of citrus orchard and in vineyard and in July in shady area of citrus orchard. For individual plant, the maximum TNC build up of tubers was achieved in June during flowering stage. The implications of these results in defining a control strategy of this weed are discussed.

Key words: Carbohydrates, tubers, rhizomes, *Cyperus rotundus* L., purple nutsedge.

Introduction

Originaire d'Asie, probablement d'Inde occidentale, le souchet à tubercule (*Cyperus rotundus* L.) est une Cypéacée qui cause les plus grandes pertes de rendement des cultures infestées que n'importe quel autre fléau agricole (Ratiarson et Falisse, 2001), (Holm, 1969 ; Hall et al., 1979). Elle constitue un problème grave dans 52 cultures et dans une centaine de pays (Le Bourgeois et Merlier, 1995). Au Maroc, *C. rotundus* a été signalé comme une adventice préoccupante (Bendixen et Nadihalli, 1987). Elle a été citée aussi par Tanji et al. (1988), Taleb (1989) et Boulet et al., (1991). Elle est notamment très répandue dans la plaine irriguée des Triffa au Maroc oriental (Berrichi, 1995 ; Berrichi et al., 2003).

C. rotundus est une espèce vivace héliophile à multiplication principalement végétative ; chaque plant développe un réseau de rhizomes le long desquels se forment des tubercules. Ces derniers sont plus ou moins latents, en fonction de la dominance apicale du pied mère et des conditions du milieu, 95% des tubercules se répandent dans les 45 premiers centimètres du sol, dont 80% dans les 15 premiers centimètres (Stoller et Sweet, 1987). Quant au Maroc, la présence des tubercules dans cet horizon superficiel du sol variait de 51% au Gharb à 96% au Haouz (Bensellam, 2005) (Hillali, 1995). Ainsi, un programme de lutte réussi doit être basé sur une stratégie qui épuise le système souterrain existant et empêcher la formation d'un nouveau.

Historiquement, plusieurs herbicides ont été testés pour le contrôle chimique de *C. rotundus*. Mais la plupart d'entre eux n'ont permis qu'un contrôle faible ou temporaire. L'origine de cet échec se résume en une translocation marginale des herbicides vers le site d'action et une inhibition temporaire de la germination des tubercules et un contrôle inconséquent de leur formation, quand l'herbicide est appliqué à n'importe quel stade phénologique et sous des conditions d'environnement variables (Pereira et al., 1987).

La réussite d'un traitement avec des herbicides systémiques est tributaire du stade phénologique de leur application. Il serait efficace de traiter durant les périodes où les vivaces reconstituent leurs réserves glucidiques (Pereira et al. 1987 ; Bouhache et al., 1993 ; Bouhache et al., 2005).

Ainsi dans cette étude, nous nous sommes fixés comme objectif de suivre l'évolution des hydrates de carbone contenus dans les tubercules et les rhizomes de *C. rotundus* issus d'un verger d'agrumes et d'un vignoble en fonction de sa phénologie.

Matériel et méthodes

L'étude a été conduite dans un verger d'agrumes et dans un vignoble, durant la campagne 1993-1994, dans la plaine irriguée des Trifla ; située au Nord-Est (Maroc occidental) du Maroc.

1- Etude des TNC par unité de surface

Deux biotopes ont été distingués dans le cas du verger d'agrumes :

- zone ensoleillée qui est l'espace interligne.
- zone ombragée qui est la partie qui se trouve sous frondaison au niveau de la cuvette.

Quatre prélèvements ont été effectués mensuellement pour chaque biotope. Chacun consiste à la récolte de l'ensemble des tubercules et des rhizomes de l'adventice contenus dans les premiers quinze centimètres du sol sur une surface de 0,25 m² choisie au hasard.

Dans le vignoble le facteur biotope n'est pas considéré, puisqu'il s'agit d'un arbuste conduit en pergolette ainsi, seulement quatre répétitions ont été réalisées le long des lignes de plantation. Les prélèvements ont été faits de la même manière que pour le verger d'agrumes.

2- Etude des TNC par plante (individu)

Des sachets en plastique ont été remplis avec de la terre de la couche arable du sol correspondant à chacun des deux cultures et ont été enfouis dans des fosses au ras du sol afin de permettre leur irrigation en même temps que la culture.

Dans le cas du verger d'agrumes, 480 tubercules de *Cyperus rotundus* L., récoltés sur place, sont lavés à l'eau puis traités avec un fongicide à base du bénomyl (0,5g/L pendant une minute) pour éviter toute contamination fongique. La moitié est plantée dans 120 sachets en plastique de dimension 16 cm x 26 cm à raison de deux tubercules/sachet sur quatre planches, en zone bien ensoleillée (interligne). Les autres 120 sachets plantés sont placés tout autour des cuvettes sous les frondaisons des arbres. La répartition des sachets a été faite aléatoirement.

Dans le cas de la vigne 240 tubercules, issus du vignoble, sont également plantés avec la même densité, après avoir subi les mêmes traitements que les tubercules plantés dans le verger d'agrumes. Les sachets sont placés le long de la ligne de plantation.

3- Prélèvement des échantillons et analyse des TNC

Des prélèvements mensuels ont été effectués durant une année à partir des différents biotopes étudiés. A chaque fois, quatre échantillons du *C. rotundus* ont été choisis au hasard, déterrés, nettoyés et placés immédiatement dans une glacière pour ralentir la respiration. La partie aérienne a servi pour le repère du stade phénologique. Alors que la partie souterraine a été soumise au dosage des TNC.

Au laboratoire, les tubercules et les rhizomes ont été séchés à l'étuve (100°C pendant 90 minutes) pour arrêter la respiration. Les mêmes échantillons ont été soumis de nouveau au séchage à 70°C pour compléter le séchage (Smith, 1981).

Une fois secs, ces organes de stockage ont été broyés à l'aide d'un broyeur à main jusqu'à l'obtention d'une poudre fine. Des échantillons de 0,25 g de poudre des tubercules ou de rhizomes ont été utilisés pour la détermination des TNC selon la méthode de Smith *et al.*, (1964) qui a été légèrement modifiée. L'acide chlorhydrique a remplacé l'acide sulfurique pour éviter l'extraction des hydrates de carbones structuraux (Bouhache *et al.*, 1993). Le dosage des TNC a été fait en utilisant la méthode de coloration à base d'antrone. La densité optique des échantillons préparés a été lue à l'aide d'un spectrophotomètre à la longueur d'onde de 620 nm. La procédure suivie pour le prélèvement et la préparation des échantillons, l'extraction et l'analyse des hydrates de carbone non structuraux est celle utilisée par El Karahhi (1989) et Bouhache *et al.* (1993).

Résultats

1- Evolution des TNC des tubercules par unité de surface

Les teneurs en TNC (pourcentage de TNC/g de matière sèche/m²) dans les tubercules de l'adventice varient avec le temps. Cette dynamique des réserves glucidiques suit des allures différentes selon le biotope (Figures 1 : A, B et C). En effet, les biotopes : agrumes zone ensoleillée, agrumes zone ombragée et vignoble présentent respectivement des courbes de type étendu, large et typique, selon la classification de Menke et Trlica (1981).

Les teneurs les plus élevées ont été obtenues au début du cycle (décembre) avec des pourcentages de 44,2 ; 54,2 et 49,5 % respectivement pour les agrumes zone ensoleillée, agrumes zone ombragée et vignoble, et vers juillet-août-septembre avec des pourcentages de 55,7 ; 55,5 et 54,4 % respectivement pour les agrumes zone ensoleillée, agrumes zone ombragée et vignoble. Cependant, les réserves obtenues au mois de juillet août-septembre sont supérieures à celles de décembre dans le cas du biotope agrumes zone ensoleillée. A partir du mois de décembre pour les biotopes agrumes zone ombragée et vignoble et du mois de janvier pour le biotope agrumes zone ensoleillée, il y a une diminution des TNC pour atteindre les niveaux les plus bas en avril et mai. L'utilisation des réserves en hydrates de carbone est de 11,7 ; 16,8 et 31,0 % des concentrations initiales respectivement pour les agrumes zone ensoleillée, agrumes zone ombragée et vignoble. Cette utilisation

est étalée sur trois à cinq mois (Figures 1 : A, B et C). L'épuisement des TNC le plus élevé est enregistré chez les tubercules issus du vignoble. Ces réserves sont utilisées pour la respiration et pour subvenir aux besoins de la régénération.

La diminution des réserves en TNC est immédiatement suivie d'une augmentation due à un surplus de la photosynthèse indiquant la phase de reconstitution de ces réserves glucidiques. La vitesse de cette augmentation varie selon les biotopes. La période de remplissage des réserves a duré trois mois pour le biotope agrumes sous frondaison et quatre mois pour les deux autres biotopes (Figures 1 : A, B et C). La restitution des réserves glucidiques pour le biotope agrumes zone ensoleillée depuis mai jusqu'à août est respectivement de 13,5 ; 3,3 et 3,7 % montrant ainsi que le maximum de reconstitution de TNC se fait en juin et que 83,3% des TNC sont restitués entre juin et juillet (Figure 1 A). Dans le biotope agrumes zone ombragée, ces réserves glucidiques sont restituées depuis mai jusqu'à juillet avec des taux respectifs de 6,1 ; 32,7 et 61,2 %. On constate que le niveau de remplissage est maximal en juillet et que 93,9 % des TNC sont restitués entre juin et juillet (Figure 1 B). La figure 1 C montre que la période de reconstitution des TNC pour le biotope vignoble s'étale sur quatre mois : juin, juillet, août et septembre avec des taux de restitution respectifs de 42,2 ; 20,8 ; 30,5 et 6,5%. On remarque que le maximum de restitution se fait en juin et que 63,0 % des TNC sont reconstruits entre juin et juillet. Ainsi, après les taux maximums de TNC, on assiste à une diminution importante de ces réserves due probablement à la demande accrue en TNC durant la phase de reproduction. En effet, on a constaté que la plupart des pousses ont atteint le stade fructification-maturation entre septembre et novembre.

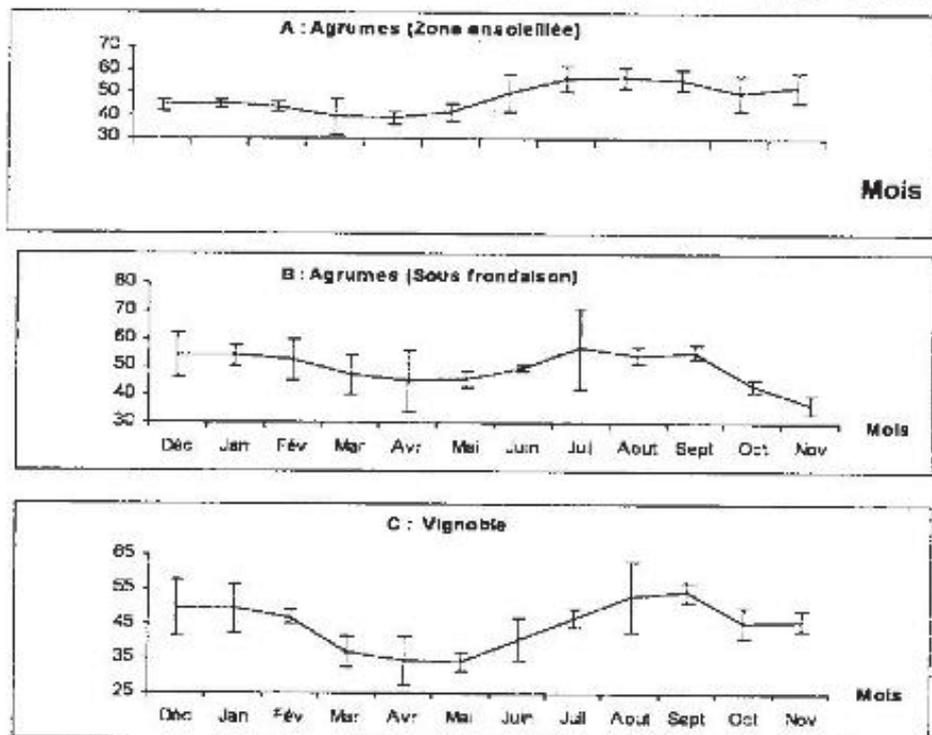


Figure 1 : Evolution des TNC des tubercules par unité de surface de *Cyperus rotundus* en fonction des biotopes (Trait vertical représente SD) : Standard Deviation (Ecart type).

2- Evolution des TNC des rhizomes par unité de surface

Les taux des TNC trouvés dans les rhizomes sont beaucoup plus faibles et leur variation en dents de scie montrant ainsi que les rhizomes ne constituent pas des organes de stockage mais jouent plutôt un rôle dans la multiplication végétative. Les taux de TNC des rhizomes dans les trois biotopes ont été très voisins, variant entre 2 et 11,9 % (Figures 2 : A, B et C).

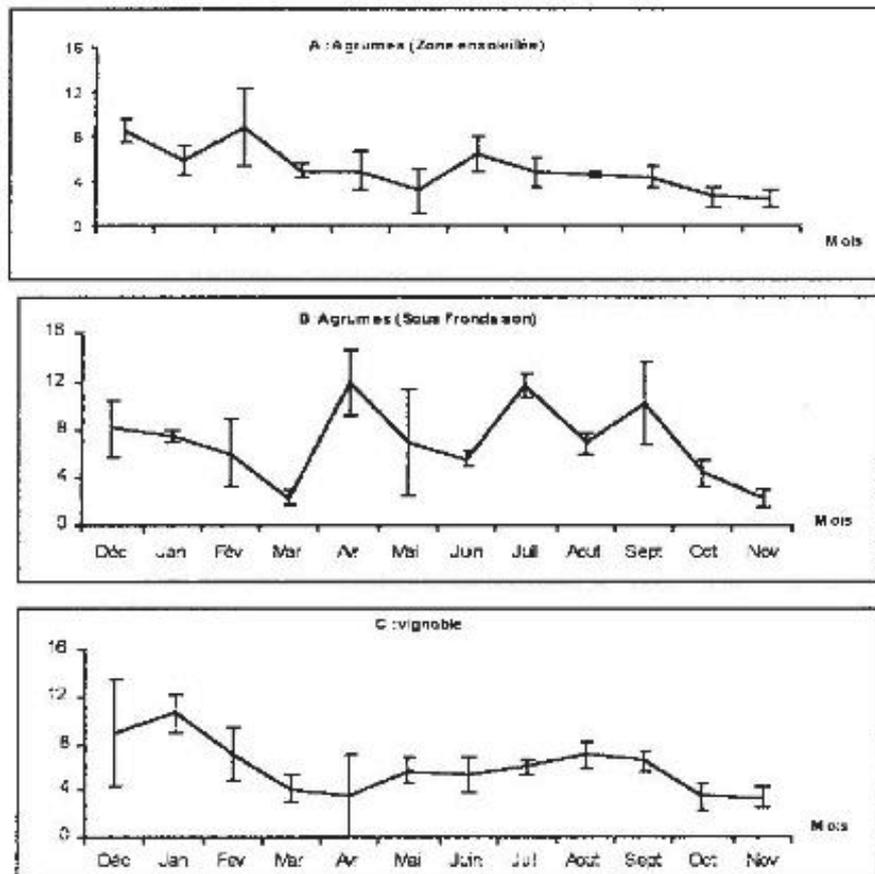


Figure 2 : Evolution des TNC des rhizomes par unité de surface de *Cyperus rotundus* en fonction des biotopes (Trait vertical représente SD) : Standard Deviation (Ecart type).

3- Evolution des TNC des tubercules par plante

Les teneurs en TNC dans les tubercules de *C. rotundus* varient avec la croissance et le développement de la plante. L'évolution des hydrates de carbone dans les tubercules présente la même allure dans les trois biotopes (Figures 3 : A, B et C). La courbe se présente en forme de « V » avec un cycle de type étroit, selon la classification de Menke et Trlica (1981). Les teneurs les plus élevées ont été obtenues en deux périodes :

- durant le repos végétatif avant la plantation des tubercules (décembre) avec des pourcentages de 66,8 ; 61,7 et 67,4 % respectivement pour les biotopes agrumes zone ensoleillée, agrumes sous frondaison et vignoble.

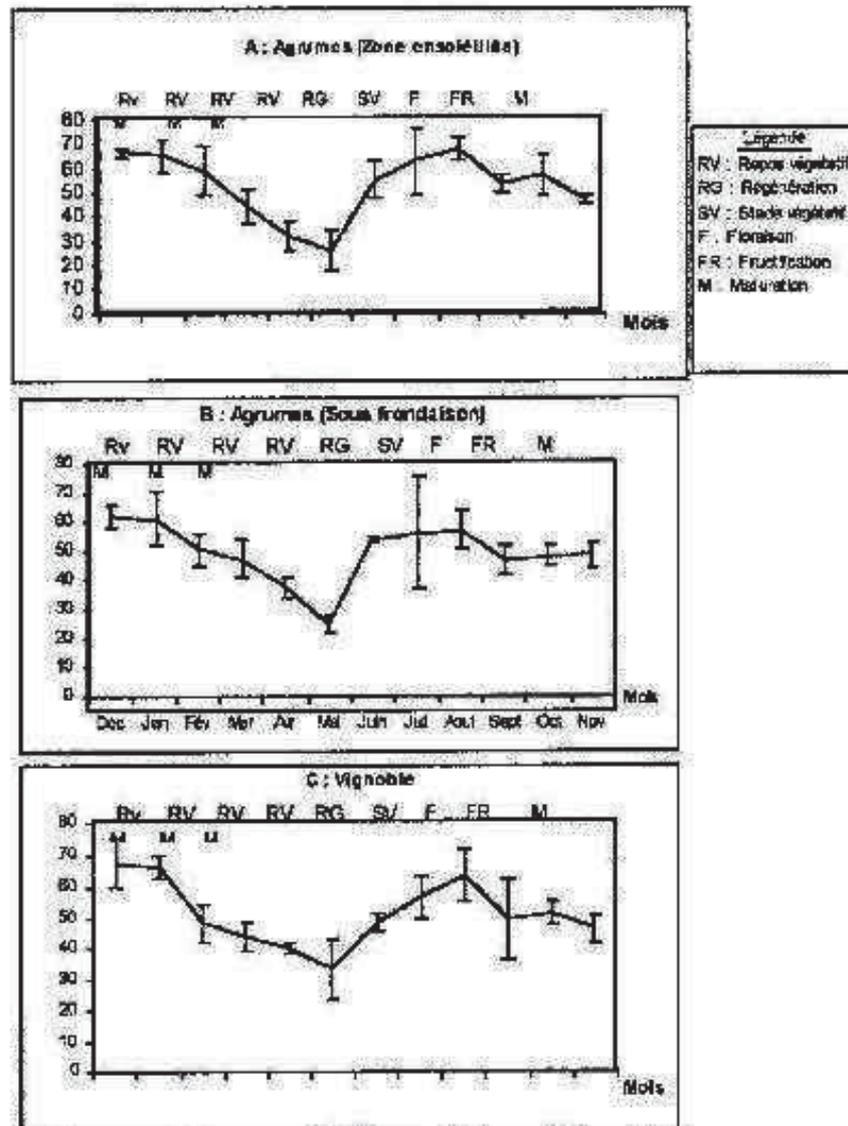
- au stade maturation des fruits c'est-à-dire vers la fin du cycle phénologique de l'adventice avec des taux de : 67,8 ; 57,3 et 63,2 % respectivement pour les biotopes agrumes zone ensoleillée, agrume zone ombragée et vignoble.

La diminution des réserves glucidiques initiales est observée pendant les phases de repos végétatifs et de régénération. Les niveaux les plus bas sont atteints en mai et coïncident avec le début de développement de l'appareil végétatif. L'utilisation des réserves en hydrates de carbone entre décembre et mai est de 61,2 ; 59,0 et 50,1 % des niveaux initiaux respectivement pour les agrumes zone ensoleillée, agrumes zone ombragée et vignoble, étalée sur cinq mois pour les trois biotopes. Le taux le plus élevé d'épuisement est celui du biotope zone ensoleillée, alors que le taux le plus faible est celui du biotope vigne. L'épuisement de ces réserves est dû à la respiration, à la croissance et au développement végétatif des individus du *C. rotundus*.

Après avoir atteint un minimum de TNC en mai, une augmentation immédiate est observée dans les trois biotopes due à un surplus de l'activité photosynthétique indiquant ainsi la phase de reconstitution des réserves glucidiques. La période de remplissage a été étendue pour les trois biotopes sur trois mois de mai à août. Mais, la vitesse d'augmentation des TNC change en fonction des biotopes, elle est maximale lors de la floraison en juin et ceci pour les trois biotopes. Le remplissage des TNC dans les tubercules pour les trois biotopes depuis mai jusqu'à août est respectivement de :

- 69,0 ; 18,5 et 12,5 % pour les agrumes zone ensoleillée (Figure 3 A).
- 89,1 ; 7,9 et 3,0 % pour les agrumes zone ombragée (Figure 3 B).
- 51,0, 25,6 et 23,4 % pour le vignoble (Figure 3 C).

La restitution des TNC dans les tubercules de *C. rotundus* pour les trois biotopes débute en mai qui correspond au stade végétatif c'est-à-dire le développement et la croissance de la plante (feuillage) et elle prend fin vers août qui coïncide avec le stade phénologique début maturation. Une diminution des TNC entre le mois d'août et novembre a été notée indiquant que l'activité photosynthétique ne suffit pas à elle seule pour subvenir aux besoins de la maturation, d'où l'utilisation des réserves stockées dans les tubercules. L'évolution des réserves en TNC montre que le site d'utilisation des hydrates de carbone change constamment durant le développement de la plante. Au début du printemps les nouvelles feuilles constituent un site d'utilisation, ensuite les tissus de réserve accumulent le surplus de TNC, et à partir de juillet-août, la fructification et la phase de maturation des fruits créent



un besoin supérieur aux assimilés photosynthétisés durant cette période.

Figure 3: Evolution des TNC des tubercules par plante de *Cyperus rotundus* (Trait vertical représente SD) : Standard Deviation (Ecart type).

Discussion

Bien que *C. rotundus* soit connu par le développement d'un réseau de rhizomes le long desquels se forment des tubercules. Les teneurs maximales en TNC des tubercules représentent les 2/3 de leur biomasse sèche, ce qui confirme les résultats de Bensellam (2005) et Hilali (1995). La variation des teneurs en TNC des rhizomes trace une courbe en dent de scie et confirme que ces organes souterrains ne jouent pas un rôle important dans le stockage de TNC comme c'est le cas des tubercules, mais plutôt un rôle dans la formation de ces derniers. Cependant, les rhizomes constituent les organes préférés de stockage des TNC pour la morelle jaune (*Solanum elaeagnifolium* Cav.) au Tadla et pour trois graminées vivaces (*Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Panicum repens* L. et *Paspalum paspalodes* (Michx.) (Scribn.) associées à la canne dans le secteur R'mel au Loukkous (Bouhache *et al.*, 1993), (Bouhache *et al.*, 2005).

La réussite de toute stratégie de lutte contre une adventice vivace nécessite la connaissance précise des relations entre la source et les sites d'utilisation des TNC durant le cycle biologique et physiologique de l'espèce (Reddy et Bendixen, 1988 ; Bouhache *et al.*, 1993 ; Bouhache *et al.*, 2005). La migration des hydrates de carbone conditionne, dans une large mesure, le transport des herbicides foliaires systémiques vers les organes de stockage. Lorsque l'application de tels produits chimiques s'effectue au moment où la translocation des TNC est rapide, l'efficacité d'un traitement est maximale.

Néanmoins les courbes de la dynamique des réserves glucidiques dans les tubercules obtenues par prélèvement par unité de surface issus des différents biotopes suivent en général l'allure en « V » mais avec trois types de cycle d'hydrates de carbone différents selon les biotopes. Dans le Haouz, Hilali (1995) avait trouvé que l'allure des courbes est influencée par le système d'irrigation du verger (gravitaire, micro jet et goutte à goutte). En effet, les biotopes agrumes zone ensoleillée, agrumes zone ombragée et vignoble, présentent respectivement des courbes du type étendu, large et typique selon la classification de Menke et Trlica (1981), ce qui pourrait être dû à l'hétérogénéité des individus et la nature du système souterrain de l'adventice, qui possède un réseau dense de tubercules et de rhizomes enchevêtrés, avec des tubercules en chapelet se trouvant à des profondeurs différentes pour la même plante, ce qui rend difficile la collecte de la totalité des organes de stockage de la même plante.

Sosebee (1985) a rapporté que les plantes caractérisées par un cycle du type « large » ou « étendu », cas respectivement du verger d'agrumes zone ensoleillée et agrumes zone ombragée « où le prélèvement est effectué par unité de surface » sont difficiles à combattre, parce que la translocation des TNC vers les organes souterrains de stockage se fait lentement. Alors que les courbes obtenues par le prélèvement par plante pour les trois biotopes et par unité de surface pour le cas du biotope vigne présentent respectivement des cycles d'hydrates de carbone de type étroit et typique, ces plantes sont selon le même auteur facile à combattre si les herbicides sont appliqués durant la reconstitution rapide des réserves

glucidiques. Concernant le prélèvement par unité de surface, les niveaux maximaux de remplissage (49,3 et 42,2 % respectivement pour les biotopes agrumes zone ensoleillée et vignoble) sont atteints en juin. Alors que le niveau maximal de restitution pour les biotopes agrumes zone ombragée est atteint en juillet avec 61,2 %. Le prélèvement par plante a montré que la vitesse maximale du flux de TNC vers les tubercules est atteinte lors de la floraison en juin. Ainsi, les niveaux de remplissage sont de : 69 ; 89,1 et 51 % respectivement pour les biotopes agrumes zone ensoleillée, agrumes zone ombragée et vignoble.

Lorsque le traitement chimique avec un herbicide systémique est effectué dans de telles conditions, il serait accumulé avec des hydrates de carbone dans les tubercules et exporté l'année suivante vers les méristèmes. Il en résulterait l'éradication d'une partie importante de la population de cette mauvaise herbe, issue de la régénération végétative. Un traitement efficace devrait être entrepris durant le mois de mai-juin et qui correspond à la période de stade végétatif-floraison.

Nos résultats permettent également de préciser les périodes où le stock en hydrates de carbone atteint son niveau le plus bas et où une intervention mécanique (fauchage) ou chimique (herbicides de contact) serait efficace. Ces périodes s'étalent, dans le cas du prélèvement par unité de surface, entre mars et mai tous les biotopes confondus. Dans le cas du prélèvement par plante, la période s'étale entre avril et mai qui coïncide avec le démarrage de la végétation et ceci pour les trois biotopes. Ainsi, une intervention à ce stade obligera l'adventice à reprendre sa régénération végétative avec des réserves en TNC plus faibles. Répétées dans le temps, ces traitements empêcheront la plante de reconstituer ses réserves glucidiques. A la longue, l'adventice finira par être contrôlée ou éradiquée du milieu infesté.

Références

- Bendixen L.E. and Nadihalli U.B. 1987. Worldwide distribution of purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L. and *Cyperus esculentus* L.). *Weed Technologie*, 1 : 61-65.
- Berrichi A. 1995. Contribution à l'étude de l'écologie et de la biologie de *Cyperus rotundus* L. Adventice de la plaine irriguée des Triffa "Maroc oriental". Thèse de Doctorat, Université Mohammed I^{er} Oujda, 196p.
- Berrichi A., Bouache M. et Reda Tazi M. 2003. Etat d'infestation de la plaine des Triffa (Maroc oriental) par le souchet à tubercules (*Cyperus rotundus* L.). *Actes Inst. Agrono. Vet. (Maroc)*, 23(1) : 33-39.
- Bensellam E.H. 2005. Effet des stratégies de désherbage sur les adventices du verger d'agrumes : biologie, réserves glucidiques et allelopathie – cas du *Cyperus rotundus* L. et *Cynodon dactylon* (L.) Pers. Thèse de Doctorat es Science Agronomique, I.A.V. Hassan II, Rabat, 168p.
- Bouhache M., Boulet C. et El Karakhi F. 1993. Evolution des hydrates de carbone non structuraux chez la morelle jaune (*Solanum elaeagnifolium* Cav.). *Weed research*, 33 :291-298.
- Bouhache M., Alaoui S.B., Taleb A., Chakir S. et Atbib M. 2005. Variation saisonnière des réserves glucidiques des rhizomes de trois graminées vivaces associées à la canne à sucre au Loukkos. Proc. Symp. Nat. Adventices Vivaces, AMM, pp. 35-43.
- Boulet C., Bouhache M., Wahbi M. et Taleb A. 1991. Les mauvaises herbes du Souss. Actes Editions, IAV Hassan II, Rabat, pp. 9-11.
- El Karakhi F. 1989. La morelle jaune (*Solanum elaeagnifolium* Cav.) du Tadla : évolution des réserves glucidiques et lutte chimique dans le coton. Mémoire de troisième cycle Agronomie, I.A.V. Hassan II, Rabat, 180p.
- Hall A.E., Cannel C.H. and Lawton H.W. 1979. Agriculture in semi-aride environments. *Ecological studies*, 34 : 340p.
- Hilali S. 1995. Etude de la flore adventice des vergers d'agrumes du périmètre irrigué du Haouz central (Marrakech, Maroc): croissance, phénologie et réserves glucidiques – cas du *Cyperus rotundus* L.. Thèse du Diplôme d'Etude Supérieure de Troisième Cycle, Faculté des Sciences Semlalia, Marrakech, 200p.
- Holm L.G. 1969. Weed problems in developing countries. *Weeds*, 17 : 113-118.
- Le Bourgeois T. et Merlier A. 1995. Les adventices d'Afrique soudano-sahélienne. CIRAD-CA, Montpellier, Franc. pp. 62-64.
- Menke J.W. and Trlica M.J. 1981. Carbohydrate reserve, phenology, and growth cycles of nine colorado range species. *J. Range Manage*, 36:70-74
- Pereira W., Crabtree G. and William R.D. 1987. Herbicide action on purple and yellow nutsedge (*Cyperus rotundus* L. and *Cyperus esculentus* L.) *Weed Technol*, 1 : 92-98.
- Ratiarson O. et Falisse A. 2001. Utilisation de l'halosulfuron-méthyl pour le contrôle de *Cyperus rotundus* L. en culture de maïs. AFPP – Dix huitième conférence du coloma

journées internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes Toulouse, France, 5, 6, 7 Décembre 2001.

Reddy K.N. and Bendixen L.E. 1988. Toxicity, Absorption, Translocation and Metabolism of foliar-applied chloromuron in yellow and purple nutsedge (*Cyperus esculentus* L. and *Cyperus rotundus* L.), *Weed Science*, 36 : 707-712.

Smith D. 1981. Removing and analyzing total non-structural carbohydrates from plant tissue. Col. Agr. Lif. Sci. Univ. Wisconsin. Madison, pp. 16.

Smith D., Paulsen G.M. and Raguse C.A. 1964. Extraction of total available carbohydrates from grass and legume tissue. *Plant Physiology*, 39: 950-962.

Sosebee R.E. 1985. Timing the key to herbicidal control of broom snakweed. Dep. Range and Wilde life Manage. *Texas Tech. Univ. Lubbock, Texas*

Stoller E.W. and Sweet R.D. 1987. Biology and life cycle of purple and yellow nutsedges (*Cyperus rotundus* and *Cyperus esculentus*) with crops. *Weed Technology*, 1 : 66-73.

Taleb A. (1989) Etude de la flore adventice des céréales de la chaouia (Maroc Occidental). Aspect botanique, agronomique et écologique. Thèse Doct. Ing. ENSA, Montpellier, 96p.

Tanji A., Boulet C. et Regehr D.L. 1988. Mauvaises herbes des régions arides et semi-arides du Maroc Occidental. *INRA et I.A.V. Hassan II, MIAC*, 397p.