

Méthodologie pour étudier l'effet de l'alimentation hydrique sur la croissance du pêcher

Ali Sahli*
Mohamed Grab
Nétij Ben Mechlia

Laboratoire de bioclimatologie,
Institut national agronomique
de Tunisie,
43, avenue Charles-Nicolas,
1082 Tunis,
Tunisie

Methodological approach analyzing the response of peach tree growth to limited water supply.

Abstract — Introduction. The latest studies analyzing the consequences of reduced water supply on the growth of peach trees are intended to add to the knowledge already acquired on this subject by providing experimental results specific to the Carnival peach tree, a late variety. These experiments were also performed to determine a specific methodological approach able to define a sample size suitable for such analyses, depending on the growth parameter studied as well as the degree of precision required. **Materials and methods.** Taking into account the amount of water usually supplied to the trees by the growers, an experiment was performed that measured the effects of five different levels of water supply, divided into groups of three trees per water supply quantity. The plant growth was assessed for each tree by measuring the elongation of six shoots and the thickness of 12 twigs; the size of 12 peaches was also followed during the course of the experiment by measuring their diameter. **Results.** The results achieved show that regulating the water supplied to the trees at various fruit phenological stages only affects tree growth. It does not influence the size of the fruit. The analyses of variance confirmed the results obtained for the shoot elongation and the fruit diameter, but did not hold true for the twig thickness. Specific nomographs defining the number of organs per tree and trees per water supply quantity according to the desired differentiation threshold between treatments have been developed. **Conclusion.** This newly developed methodological approach should help in the future for adapting the optimal sample size to the measured parameters and to the desired objectives. (© Elsevier, Paris)

Tunisia / *Prunus persica* / methods / sampling / irrigation / growth

Méthodologie pour étudier l'effet de l'alimentation hydrique sur la croissance du pêcher.

Résumé — Introduction. L'objectif des travaux présentés, qui s'intéressent aux effets de déficits hydriques sur la croissance du pêcher, a été tout d'abord de compléter les connaissances acquises sur le sujet en disposant de résultats expérimentaux spécifiques à la variété tardive de pêcher Carnival. Ces travaux ont cherché ensuite à définir une méthodologie apte à définir la taille de l'échantillon à constituer pour de telles études, adapté au paramètre de croissance étudié et au degré de précision souhaité. **Matériel et méthodes.** En se référant à la quantité d'eau délivrée habituellement par l'agriculteur, cinq niveaux de restriction hydrique ont été adoptés, qui ont constitués les traitements. Trois arbres par traitement ont été repérés. Pour chacun de ces arbres, la croissance végétative a été quantifiée par la mesure de l'allongement de six pousses et de l'épaississement de douze rameaux ; le grossissement de vingt fruits a été suivi par la mesure de leur diamètre équatorial. **Résultats.** Les résultats obtenus montrent que les restrictions hydriques imposées au cours des différentes phases de développement du fruit affectent la croissance végétative. Toutefois, elles n'ont pas d'incidence sur le calibre des fruits. Les analyses de variance réalisées ont confirmé les résultats obtenus pour l'allongement des pousses et le diamètre des fruits, mais pas pour l'épaississement des rameaux. Des abaques déterminant le nombre d'organes par arbre et d'arbres par traitement en fonction du seuil de différenciation désiré entre traitements ont été établis. **Conclusion.** L'utilisation de la méthodologie développée devrait permettre, dans le futur, d'adapter la taille optimale des échantillons aux paramètres mesurés et aux objectifs fixés. (© Elsevier, Paris)

* Correspondance et tirés à part

Reçu le 9 septembre 1997
Accepté le 7 décembre 1998

Fruits, 1999, vol. 54, p. 197–206
© Elsevier, Paris

RESUMEN ESPAÑOL, p. 206

Tunisie / *Prunus persica* / méthode / échantillonnage / irrigation / croissance

1. introduction

La conduite optimisée de l'irrigation des arbres fruitiers nécessite une connaissance et une maîtrise des effets de la restriction de l'alimentation hydrique, tant quantitatifs que qualitatifs. L'étude du comportement du pêcher soumis à différents régimes hydriques a fait l'objet de nombreuses recherches. En effet, la réduction des apports d'eau à la plante agit sur plusieurs processus tel que la transpiration, la photosynthèse [1–3], le développement végétatif de l'arbre [4–6] et la croissance des fruits [4, 5, 7].

Cependant, la caractérisation de la croissance chez le pêcher dépend d'un échantillonnage adéquat, adapté au paramètre à évaluer. Celui-ci pose certains problèmes d'ordre pratique : le choix des organes à étudier et leur emplacement ou la détermination du nombre d'unités expérimentales par traitement en sont quelques exemples. Le chercheur se trouve soumis à deux contraintes : la première l'oblige à améliorer au mieux le degré de précision de ses analyses et de leurs résultats, donc à effectuer un grand nombre d'observations, et la seconde l'incite à limiter les efforts et les manipulations inutiles. Il est donc nécessaire de trouver une méthodologie permettant de définir le nombre d'observations optimal aboutissant à des résultats précis et significatifs et limitant des efforts fastidieux qui n'ajouteraient rien à la valeur recherchée.

Plusieurs études ont été menées dans ce sens, qui se sont intéressées à la détermination des procédures d'échantillonnage permettant d'étudier des paramètres de croissance. Ainsi, Trout et al. [8] ont étudié ce problème dans le cas de recherches visant à diminuer la variation de la qualité des fruits ; Hawn et Coston [9] l'ont abordé pour l'évaluation du taux de croissance des feuilles et des fruits ; Kumar et al. [10], ainsi que Forshey et Elfving [11], se sont intéressés à l'échantillonnage des branches pour estimer la charge en fruits par arbre. D'autres travaux ont été consacrés à la croissance des arbres et à leur rendement [12]. Récemment, Audergon et al. [13] ont essayé

d'estimer la dépendance spatiale entre les fruits à travers certains paramètres de qualité, tels que le taux en sucre soluble ou le degré Brix, en se basant sur une description complète des structures végétatives et fructifères.

Chez les arbres fruitiers, les comportements végétatif et fructifère diffèrent selon le type de la variété (tardive, de saison ou précoce) et selon les conditions climatiques (rayonnement, température, etc.) sous lesquelles la culture est pratiquée. Les résultats de recherches déjà obtenus sur les effets de déficits hydriques modérés sur la croissance du pêcher ne sont donc pas directement applicables à tous les cultivars. L'objectif des travaux présentés, qui s'inscrivent dans cette thématique, a donc été tout d'abord de compléter les connaissances acquises sur le sujet en disposant de résultats expérimentaux spécifiques à la variété tardive de pêcher Carnival, en rapport avec les conditions réelles du terrain (climat, conduite de la culture, etc.). Dans un second temps, ces travaux ont cherché à mettre au point une méthodologie pour définir la taille de l'échantillon à constituer, selon le paramètre de croissance à étudier et le degré de précision souhaité ; l'utilisation de cette méthodologie devrait permettre, dans le futur, de mener les recherches dans ce domaine de façon plus efficace.

2. matériel et méthodes

2.1. site expérimental et matériel végétal

L'essai a été conduit en plein champ, dans la plaine de Mornag au sud-est de Tunis, considérée comme un lieu représentatif de la zone arboricole tunisienne. Le verger privé utilisé, irrigué au goutte-à-goutte, était constitué de pêchers de la variété Carnival âgés de 4 ans et plantés à la densité de 3×6 m.

2.2. traitements hydriques

L'accroissement du poids de la pêche est caractérisé par trois phases : une première phase de croissance rapide (phase I) cor-

respond au développement du péricarpe et du noyau ; un stade intermédiaire correspond à la lignification de l'endocarpe (phase II) ; la phase finale, de croissance rapide, correspond à la croissance du mésocarpe (phase III) [14, 15]. Selon le stade de développement atteint par le fruit au moment où l'arbre subi une restriction de l'apport d'eau, l'effet du traitement sur le développement de ce fruit pourra être plus ou moins prononcé.

Pour l'expérimentation suivie, la quantité d'eau apportée par l'agriculteur à l'aide de son système d'irrigation étant considérée comme non restrictive pour la croissance des arbres, cette dose a été adoptée comme traitement témoin (T_0). À partir de cette quantité de base, cinq traitements, caractérisés par une restriction hydrique appliquée aux arbres à différentes périodes du développement des fruits, ont été définis (tableau I). L'identification des phases de croissance des pêchers a été réalisée à partir du suivi de la cinétique de croissance du diamètre de la pêche étudiée pour le traitement témoin (T_0).

Pour chaque traitement, cinq arbres situés sur une même ligne ont été utilisés. Mais le suivi de la croissance végétative et de l'accroissement des fruits n'a porté que sur les trois arbres situés au milieu de cette ligne. Les mesures ont été effectuées durant le cycle de développement du fruit qui s'étale de fin avril jusqu'à fin août.

2.3. mesures effectuées

2.3.1. croissance végétative

Pour chaque traitement, six pousses et douze rameaux par arbre ont été repérés sur chacun des trois arbres correspondant à un même traitement. L'allongement des pousses a été mesurée tous les 10 d¹ et le diamètre des rameaux tous les 20 d.

2.3.2. grossissement du fruit

Le grossissement du fruit a été suivi sur vingt fruits par arbre. Les mesures du diamètre des pêches étudiées ont été réalisées tous les 6 d, manuellement, à l'aide d'un pied à coulisse

Tableau I.

Traitements de restriction hydrique appliqués à des pêchers de la variété Carnival âgés de 4 ans, en Tunisie. Les traitements diffèrent par le stade de développement atteint par le fruit lors de l'application du traitement (stade I, développement du péricarpe et du noyau ; stade II, lignification de l'endocarpe ; stade III, croissance du mésocarpe).

Traitement	Restriction hydrique	Stade de développement du fruit
T_0	Sans	—
T_1	Avec	I-III
T_2	Avec	II-III
T_3	Avec	I-II
T_4	Avec	II
T_5	Avec	I-II-II

2.3.3. état hydrique de l'arbre

L'état hydrique de l'arbre, évalué par le potentiel hydrique foliaire de base, n'a concerné que le traitement témoin (T_0) correspondant aux arbres les plus irrigués et le traitement (T_5) le moins irrigué. Les mesures, portant sur cinq feuilles des arbres de chacun de ces deux traitements, ont été effectuées avant le lever du soleil, alors que l'arbre est supposé en équilibre thermodynamique avec son milieu, et réalisées à l'aide d'une chambre à pression (Scholander 1965, Chambre type Soil Moisture Equipment Crop n° 3 000, Santa Barbara). À la fin de la phase III du développement du fruit, le potentiel hydrique foliaire de base mesuré a été de $\psi_b \geq -2,5$ bar pour les arbres du traitement T_0 et de $\psi_b \geq -5,0$ bar pour ceux du traitement T_5 .

2.4. analyses statistiques

L'expérimentation a donc permis de comparer la réponse d'une même variété de pêcher, étudiée sous plusieurs régimes hydriques, à partir de trois arbres représentatif de chaque traitement, par la mesure de paramètres de croissance étudiés sur un nombre définis d'organes (fruit, pousse, rameau) choisis au hasard. Les résultats ont été soumis à une analyse de la variance selon un modèle hiérarchisé à deux critères de classification (traitements et arbres) dont le modèle théorique s'écrit :

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_{ij} + \gamma_{ijk} \quad (1)$$

¹ d = day : unité recommandée pour « jour ».

avec Y_{ijk} valeur correspondant soit à l'allongement des pousses, soit à l'augmentation du diamètre des rameaux, soit au calibre des fruits ; μ , moyenne générale ; α_i , effet du traitement i ; β_{ij} , effet aléatoire de l'arbre j du traitement i ; γ_{ijk} , effet aléatoire de la pousse k (ou fruit k , ou rameau k) de l'arbre j du traitement i .

Le schéma de calcul adopté consiste, tout d'abord, à effectuer, pour chacun des traitements, une analyse de variance à un critère de classification, faisant intervenir le critère de classification subordonné (pousse/arbre ou rameau/arbre ou fruit/arbre). Le tableau général à deux critères a été obtenu, dans un deuxième temps, en additionnant les sommes des carrés des écarts factorielles (arbres) et résiduelles (pousse/arbre ou rameau/arbre ou fruit/arbre) des analyses précédentes, et en y ajoutant la somme des carrés des écarts factorielle correspondant aux traitements.

La comparaison des moyennes significativement différentes a été effectuée par la méthode de la plus petite différence significative (test LSD), considérée au seuil de 5 %. Le calcul de ce paramètre est effectué selon la formule [8, 12]

$$LSD = t_a \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{\frac{S_a^2}{n_a} + \frac{S_a^2(p)}{np(a)}} \quad (2)$$

avec t_a , valeur théorique de Student ; S_a^2 , variance estimée relative aux arbres ; $S_a^2(p)$,

variance estimée des pousses (ou des rameaux ou des fruits) dans l'arbre ; n_a , nombre d'arbres ; $np(a)$, nombre de pousses (ou de rameaux ou de fruits) par arbre.

Pour chaque paramètre, la détermination de la taille de l'échantillon par arbre et le nombre d'arbre par traitement se fait :

(a) par le calcul, pour chaque traitement, du rapport entre la plus petite différence significative et la moyenne :

$$\Delta_i = \frac{LSD_i}{\mu_i} \quad (3)$$

(b) par l'identification du traitement le plus défavorable, c'est-à-dire celui qui présente le rapport Δ_i le plus élevé, correspondant au traitement auquel le paramètre étudié est le moins sensible,

(c) par le calcul, à partir des équations 2 et 3, de la taille de l'échantillon par arbre, en rapport avec le nombre d'arbres par traitement et cela pour différents seuils de précision Δ . Ce calcul est réalisé sur la base des données expérimentales obtenues pour le traitement le plus défavorable. Les résultats théoriques ainsi obtenus ont été regroupés sous forme d'abaques.

3. résultats et discussion

3.1. effet des déficits d'irrigation

Les restrictions d'eau ont eu une forte incidence sur la longueur finale des pousses de l'année (figure 1). Quel que soit le traitement appliqué, l'allongement des pousses s'est arrêtée durant la phase III du développement du fruit (figure 1). Ce résultat est analogue à ceux trouvés pour d'autres variétés de pêcher [4–6]. L'analyse de la variance effectuée confirme qu'il existe des différences hautement significatives entre les traitements alors qu'il n'y a pas des différences significatives entre les arbres (tableau I).

La même tendance est observée pour l'augmentation en diamètre des rameaux sous différents régimes hydriques (figure 2) ; les restrictions de l'apport d'eau se traduisent par un moindre développement final des rameaux, mais, contrairement à l'allongement des pousses, la croissance des

Figure 1. Effet de restrictions hydriques sur l'allongement des pousses de pêchers âgés de 4 ans (variété Carnival, en Tunisie ; traitements présentés sur le tableau I).

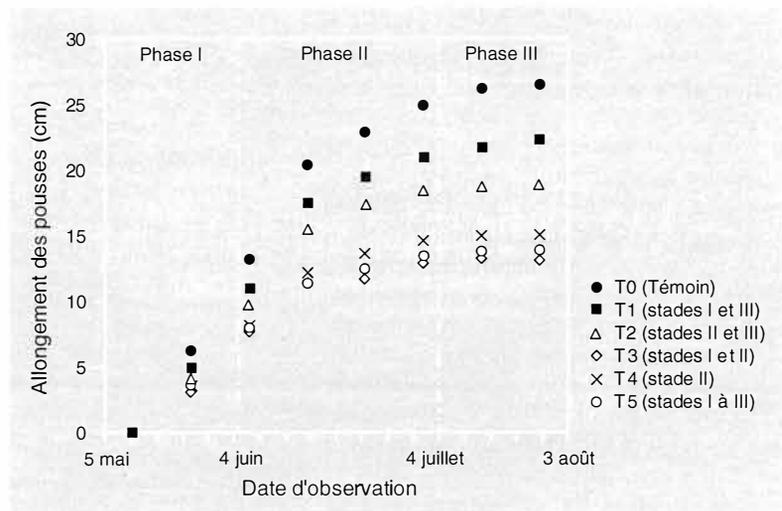


Tableau II.

Analyse de la variance de l'effet des régimes hydriques sur l'allongement des pousses de pêchers âgés de 4 ans (variété Carnival en Tunisie).

Source de variation	Degrés de liberté	Sommes des carrés des écarts	Carrés moyens	F observé	F (5 %)
Traitement	5	2 749,99	550,00	8,05	3,11
Arbres	12	820,32	68,36	0,67	1,88
Pousses	90	9 193,70	102,15	—	—
Total	107	12 764,01	—	—	—

rameaux continue durant la phase III du développement des fruits. Ces résultats sont en accord avec ceux trouvés pour d'autres variétés de pêcher [5, 16]. Cependant, les différences observées entre les traitements se révèlent non significatives (*tableau III*). Cela s'explique par le fait que les différences obtenues entre arbres des différents traitements (différences entre traitements) sont du même ordre de grandeur que les différences obtenues entre arbres dans un même traitement (différences entre arbres). D'autre part, les mesures réalisées n'ont pas couvert tout le cycle d'évolution du diamètre des rameaux qui normalement se poursuit jusqu'à la fin de la phase III, ce qui devrait tendre à accentuer les écarts entre les traitements.

Pour le grossissement des fruits, il n'apparaît pas d'effet néfaste des déficits d'irrigation sur l'accroissement en diamètre des fruits, quel que soit le stade d'application (*figure 3*). Il semblerait ainsi possible de contrôler la croissance végétative de l'arbre par le biais de déficits raisonnés en intensité sans pour autant affecter le diamètre des fruits. Cela confirme les résultats obtenus pour d'autres variétés de pêcher [4, 5, 7]. L'analyse de variance effectuée montre qu'il n'y a pas de différences significatives entre traitements, mais qu'il en existe entre les arbres (*tableau IV*).

3.2. problème d'échantillonnage

Un récapitulatif des résultats des analyses de variance, effectuées sur les paramètres considérés, pour les différents traitements, présentées en terme de plus petite différence significative (LSD) et de rapport

entre la plus petite différence significative et la moyenne, montre que, pour pouvoir améliorer la sensibilité de l'expérience, la détermination du nombre de mesures devra être effectuée sur la base du traitement T_3 (Δ maximal, donc traitement le plus défavorable) en ce qui concerne l'allongement des pousses, et sur la base du traitement T_4 , pour les deux autres paramètres : accroissement du diamètre des rameaux et calibre des fruits (*tableau V*). Les résultats des calculs relatifs à ces trois paramètres ont été regroupés sous forme d'abaques (*figures 4–6*).

Il apparaît évident, comme le montre la formule du test LSD, que plus la taille de l'échantillon (n_a et/ou $n_{p(a)}$) est grande et/ou sa variance (S^2_a et/ou $S^2_{n_{p(a)}}$) est faible, plus la variation Δ est réduite. À noter également que la relation $\Delta = \Delta(n_a, n_{p(a)})$ n'est pas linéaire. Ainsi, on ne peut augmenter indéfiniment la taille de l'échan-

Figure 2.

Effet de restrictions hydriques sur l'accroissement en diamètre de rameaux de pêchers âgés de 4 ans (variété Carnival, en Tunisie ; traitements présentés sur le *tableau I*).

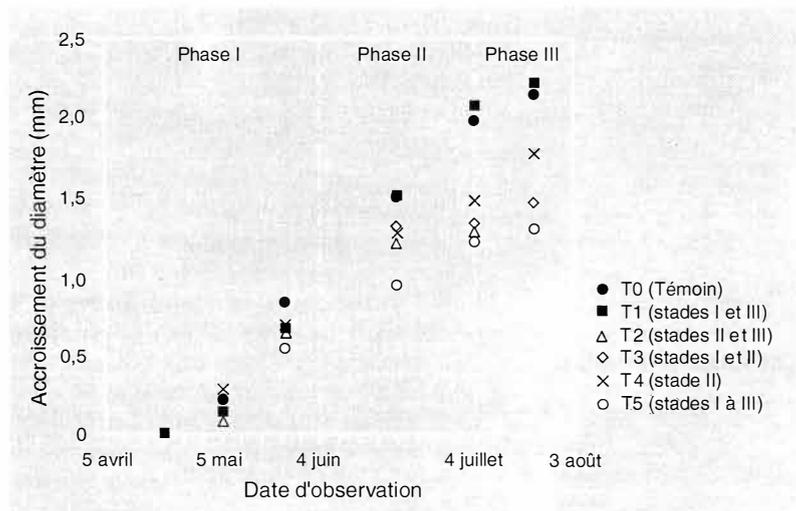


Tableau III.

Analyse de la variance de l'effet des régimes hydriques sur l'épaississement de rameaux de pêchers âgés de 4 ans (variété Carnival en Tunisie).

Source de variation	Degrés de liberté	Sommes des carrés des écarts	Carrés moyens	F observé	F (5 %)
Traitement	5	24,73	4,95	2,35	3,11
Arbres	12	25,24	2,10	1,10	1,88
Rameaux	198	379,76	1,92	—	—
Total	215	429,72	—	—	—

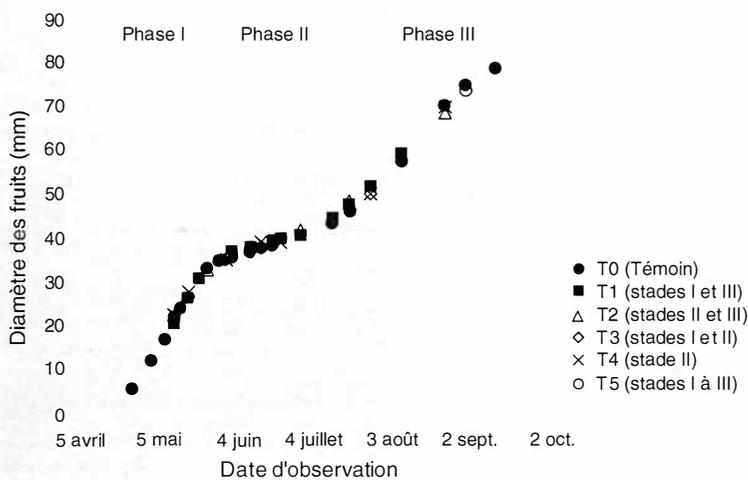


Figure 3. Effet de restrictions hydriques sur la croissance de pêches de la variété Carnival, en Tunisie (traitements présentés sur le tableau I).

tillon du fait que la décroissance de Δ devient de plus en plus faible en fonction du nombre d'observations. Par exemple, dans le cas de l'allongement des pousses et l'accroissement du diamètre des rameaux, le passage de trois à six arbres réduit considérablement la valeur de Δ . En revanche,

au delà de cette valeur, le gain de précision devient faible (figures 4 et 5).

Ainsi, pour déceler une variation de 15 % entre les moyennes de traitements pour les paramètres de croissance végétative, il faudra utiliser 15 arbres par traitement et 8 pousses par arbre, ou 10 arbres par traitement et 12 pousses par arbre, pour mesurer l'allongement des pousses (figure 4) ; 13 arbres par traitement et 34 rameaux par arbre, ou 10 arbres par traitement et 46 rameaux par arbre, pour l'augmentation du diamètre des rameaux (figure 5). Dans le cas du calibre des fruits, pour déceler une variation de 3 % entre les moyennes de traitements, il faudra échantillonner 8 arbres par traitement et 14 fruits par arbre, ou 10 arbres par traitement et 11 fruits par arbre.

4. conclusion

Les résultats expérimentaux concernant l'effet des restrictions hydriques sur la croissance de la variété tardive de pêcher Car-

Tableau IV.

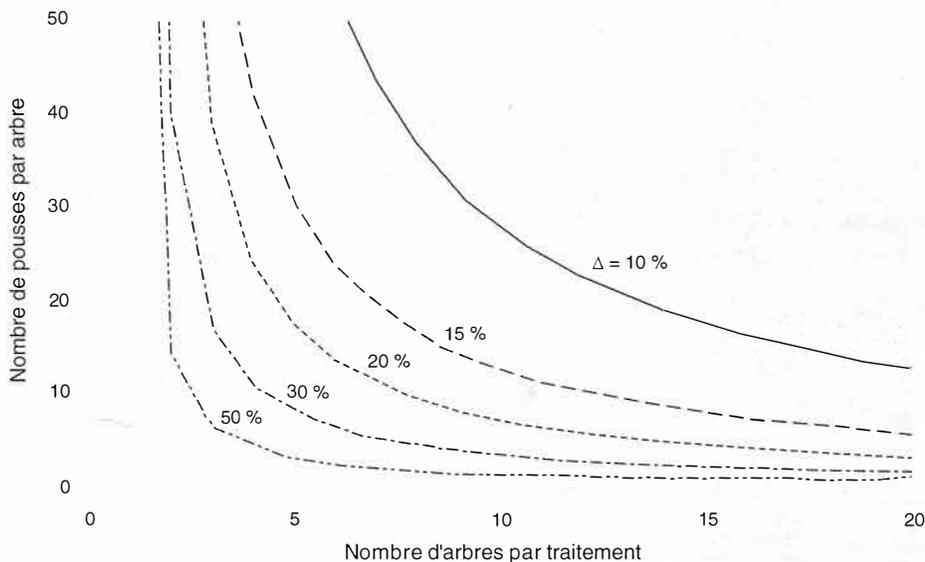
Analyse de la variance de l'effet des régimes hydriques sur le diamètre de pêches (arbres de la variété Carnival, en Tunisie).

Source de variation	Degrés de liberté	Sommes des carrés des écarts	Carrés moyens	F observé	F (5 %)
Traitement	5	54,64	10,93	0,31	3,11
Arbres	12	424,82	35,40	3,20	1,75
Fruits	342	3 782,65	11,06	—	—
Total	359	4 262,11	—	—	—

Tableau V.

Comparaison des mesures de certains paramètres de croissance selon différents régimes hydriques appliqués à des pêchers âgés de 4 ans (variété Carnival, en Tunisie) ; les traitements sont ceux définis dans le *tableau I*.

	Pousses		Rameaux		Fruits	
	LSD (cm)	Δ (%)	LSD (mm)	Δ (%)	LSD (mm)	Δ (%)
T ₀	6,75	24,8	1,43	71,4	3,06	5,3
T ₁	9,00	40,5	1,28	62,2	2,14	3,6
T ₂	11,20	60,1	0,61	49,8	3,06	5,3
T ₃	8,32	62,9	0,45	33,9	2,79	4,8
T ₄	5,32	35,5	1,27	86,1	3,75	6,4
T ₅	4,06	29,4	0,39	30,2	3,48	5,9

**Figure 4.**

Nombre de pêchers par traitement et de pousses par arbre, nécessaires pour obtenir une variation détectable donnée (Δ).

nival montrent que la réduction des apports d'eau présente certains avantages si on la compare au maintien d'une disponibilité hydrique élevée : la restriction de l'irrigation au cours des phases I et II du développement du fruit a entraîné une réduction de la croissance végétative sans toutefois affecter celle des fruits. L'allongement final des pousses des arbres moins irrigués a été réduit par rapport à celui du témoin mais l'accroissement en diamètre des rameaux n'a été affecté que par des restrictions prolongées de l'irrigation. Aucune incidence

marquée des traitements impliquant une restriction d'eau n'a été observée sur la cinétique de croissance du fruit.

Les analyses de variance réalisées selon un modèle hiérarchisé ont confirmé les résultats obtenus pour l'allongement des pousses et le grossissement des fruits. Cependant, le test n'est pas significatif pour l'épaississement des rameaux, malgré des écarts de l'ordre de 30 % observées entre certains traitements. Ce résultat a conduit à la mise au point d'une méthodologie per-

Figure 5.
 Nombre de pêcheurs
 par traitement et de rameaux
 par arbre, nécessaires
 pour obtenir une variation
 détectable donnée (Δ).

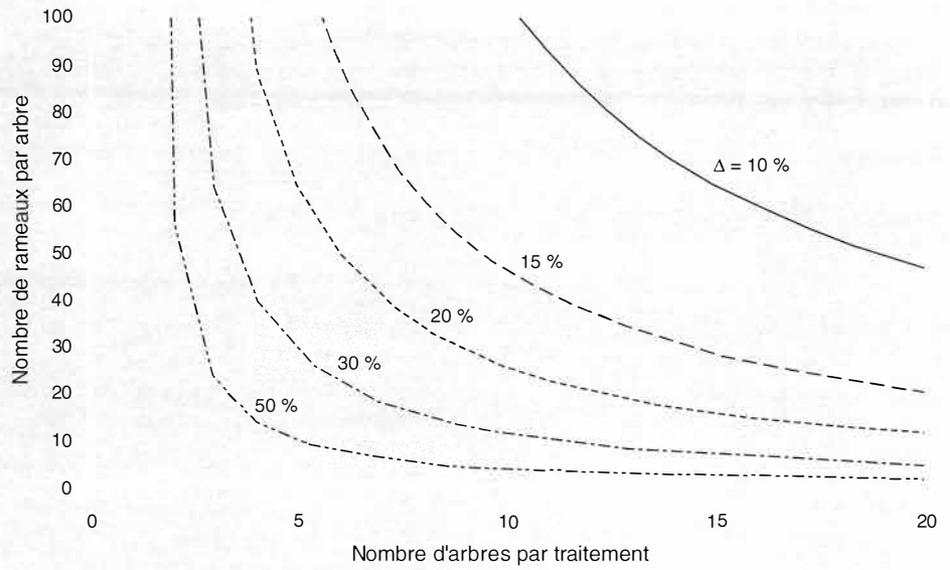
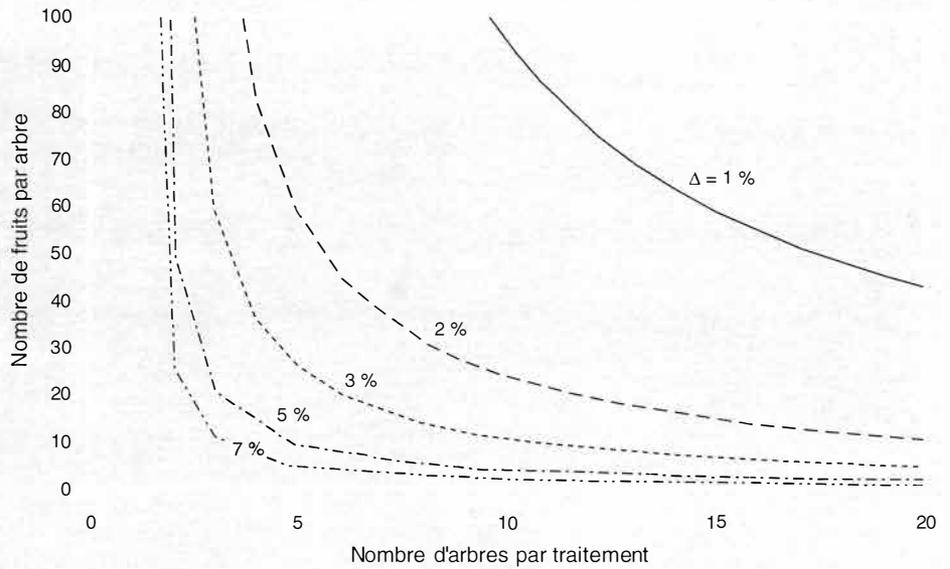


Figure 6.
 Nombre de pêcheurs
 par traitement et de pêches
 par arbre, nécessaires
 pour obtenir une variation
 détectable donnée (Δ).



mettant de déterminer le nombre d'observations nécessaires pour mettre en évidence une différence donnée entre les moyennes de deux traitements. Des abaques déterminant le nombre d'organes par arbre et d'arbres par traitement en fonction du seuil de différenciation désiré entre traitements ont été établis. Ces abaques permettront, lors de recherches futures sur le sujet, de

définir la taille optimale des échantillons en fonction des objectifs fixés.

remerciements

Nous tenons à remercier S. Mahjoub et H. Jebnoun, de la société Sadira, pour avoir mis un site expérimental à la disposition de notre équipe de recherche.

références

- [1] Xiloyannis C., Uriu K., Martin G.C., Seasonal and diurnal variations in abscisic acid, water potential and diffusive resistance in leaves from irrigated and non irrigated peach trees, *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 105 (1980) 412–415.
- [2] Li S.H., Huguet J.G., Schoch P.G., Bussi C., Réponse de jeunes pêcher 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 (1990) 263–272.
- [3] Girona J., Mata M., Goldhamer D.A., Johnson R.S., Dejong T.M., Patterns of soil and tree water status and leaf functioning during regulated deficit irrigation scheduling in peach, *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 118 (1993) 580–586.
- [4] Chalmers D.J., Mitchell P.D., Van Heek L., Control of peach tree growth and productivity by regulated water supply, tree density and summer pruning, *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 106 (1981) 307–312.
- [5] Li S.H., Huguet J.G., Schoch P.G., Orlando P., Response of peach tree growth and cropping to soil water deficit at various phenological stages of fruits development, *J. Hortic. Sci.* 64 (1989) 541–552.
- [6] Li S.H., Huguet J.G., Schoch P.G., Bussi C., Réponse de jeunes pêcher cultivés en pots, à différents régimes d'alimentation hydrique. II. Effets sur la croissance et le développement, *Agronomie* 10 (1990) 353–360.
- [7] Mitchell P.D., Chalmers D.J., The effect of reduced water supply on peach tree growth and yield, *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 107 (1982) 853–856.
- [8] Trout J.R., Marini R.P., Estimating sample size to achieve efficient experiment designs, *HortScience* 19 (1984) 355–358.
- [9] Hawn J.R., Coston D.C., Relationship of daily growth and development of peach leaves and fruit to environmental factors, *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 108 (1983) 666–671.
- [10] Kumar E.V., Srivenkataramana T., Sundarajan N., Brach sampling for estimating the number of fruit on a tree, *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 110 (1985) 451–454.
- [11] Forshey C.G., Elfving D.C., Estimating yield and fruit numbers of apple trees from branch samples, *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 104 (1979) 897–900.
- [12] Marini R.P., Sample size estimates for peach tree growth and yield experiments, *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 110 (1985) 604–608.
- [13] Audergon J.M., Monestiez P., Habib R., Spatial dependences and sampling in fruit tree: a new concept for spatial prediction in fruit studies, *J. Hortic. Sci.* 68 (1993) 99–112.
- [14] Chalmers D.J., Canterford R.L., Jerie P.H., Jones T.R., Ugalde T.D., Photosynthesis in relation to growth and distribution of fruits in peach trees, *Aust. J. Plant Physiol.* 2 (1975) 635–645.
- [15] Chalmers D.J., Van Den Ende B., A reappraisal of the growth and development of peach fruit, *Aust. J. Plant Physiol.* 2 (1975) 623–634.
- [16] Uriu K., Magness J.R., Deciduous tree fruits and nuts, in: Hagan R.M., Haise H.R., Edminster T.W. (éds.), *Irrigation agricultural lands*, Am. Soc. Agron., Madison, WI, États-Unis, 1967, 686–703.

Metodología para estudiar el efecto de la alimentación hídrica en el crecimiento del melocotonero.

Resumen — Introducción. El objetivo de los trabajos presentados, que se interesan por los efectos de déficit hídricos sobre el crecimiento del melocotonero, fue en primer lugar completar los conocimientos adquiridos sobre el tema al disponer de resultados experimentales específicos a la variedad tardía de melocotonero Carnival. Estos trabajos procuraron luego definir una metodología capaz de precisar el tamaño de la muestra que constituir para semejantes estudios, adaptada el parámetro de crecimiento estudiado y al grado de precisión deseado.

Material y métodos. Al referirse a la cantidad de agua repartida corrientemente por el agricultor, se adoptaron cinco niveles de restricción hídrica, que constituyeron los tratamientos. Se identificaron tres árboles mediante tratamiento. Para cada uno de estos árboles, el

crecimiento vegetativo se cuantifica al medir el alargamiento de seis brotes y el aumento de doce ramos; el aumento de veinte fruta fue vigilado al medir su diámetro ecuatorial. **Resultados.** Los resultados logrados muestran que las restricciones hídricas impuestas durante distintas fases de desarrollo de la fruta afectan el crecimiento vegetativo. No obstante, no tienen incidencia en el calibre de las frutas. Los análisis de variancia realizados confirmaron los resultados logrados para el alargamiento de los brotes y el diámetro de las frutas, pero no para el aumento de las ramas. Se establecieron ábacos que determinan el número de órganos por árbol y árboles por tratamiento con relación al umbral de diferenciación deseado entre tratamientos. **Conclusión.** El empleo de la metodología desarrollada debería permitir, en lo sucesivo, adaptar el tamaño óptimo de las muestras a los parámetros medidos y a los objetivos fijados. (© Elsevier, Paris)

Túnez / *Prunus persica* / métodos / muestra / riego / crecimiento