

# La tomate d'industrie, maîtrise de la qualité du fruit

Y DUMAS, P BUSSIÈRES, P CORNILLON

INRA, Unité de recherche en écophysologie et horticulture, domaine Saint-Paul, site Agroparc, 84914 Avignon cedex 9, France.

\*\*\*\*\*

## ● introduction

Certaines des recherches agronomiques réalisées au centre INRA d'Avignon (France) s'intéressent aux cultures sur sol, notamment en plein champ, des cultures légumières à fruit charnu, solanacées et cucurbitacées principalement. Ces cultures sont importantes dans le Bassin méditerranéen, mais aussi dans les pays du sud de l'Union européenne. Les travaux de recherche entrepris s'appuient sur une complémentarité entre l'approche agrophysiologique et la préoccupation de constructions d'itinéraires techniques (DUMAS *et al*, 1983; DUMAS, 1992). Ces études ont porté notamment sur la culture de la tomate d'industrie, qui fait l'objet du document présenté.

La production de tomate d'industrie dans les pays de l'Union européenne et ceux des États membres de l'AMITOM (Association méditerranéenne internationale de la tomate d'industrie) est importante (tableau I). Si la production française est très modeste, elle bénéficie, en revanche, d'une excellente organisation interprofessionnelle et elle est appuyée par une recherche importante (génétique, protection des cultures, agronomie, technologie).

La culture de la tomate d'industrie évolue constamment, notamment en ce qui concerne la mécanisation de la récolte, qui entraîne de nombreuses contraintes pour les itinéraires techniques (DUMAS et BUSSIÈRES, 1992), et la prise en compte de la qualité. Ainsi, depuis 1991, du fait d'une réglementation communautaire, le prix de vente à la production est fixé, dans l'Union européenne, en fonction de la teneur en matière sèche du fruit. Des critères de qualité, tels que la couleur, la viscosité, le goût ou l'innocuité, jusqu'alors peu considérés pour la tomate, sont exigés pour les nouveaux produits de transformation; cela a conduit à concevoir des programmes de recherche qui prévoient l'étude des caractéristiques de qualité.

## ● effet des apports d'eau et d'azote sur la qualité de la tomate

Un programme de recherche international a été mis en place entre 1991 et 1994, avec le soutien financier de la Commission des communautés européennes, pour améliorer la qualité de la tomate d'industrie en zone méditerranéenne; coordonné par l'AMITOM, il comportait trois actions complémentaires :

- action A : amélioration de la qualité technologique (teneur en matière sèche) de la tomate d'industrie par les techniques culturales ;
- action B : définition de standards de qualité du fruit frais, en fonction de sa destination ; conception de station d'agrèage des récoltes ;
- action C : méthodes de choix de nouvelles variétés commerciales.

Seule l'action A est présentée ici; son objectif principal a été l'étude de l'amplitude et du sens de variation de la teneur en matière sèche soluble de la tomate, en fonction des disponibilités du sol en eau et en éléments minéraux (DUMAS *et al*, 1994).

Dix organismes (instituts et universités) ont participé à ce projet dans cinq pays méditerranéens : Espagne (nord et sud), France (sud), Grèce (centre), Italie (nord et sud), Portugal (sud). L'expérimentation a été conduite, durant 3 ans, et dans six sites géographiques, selon un protocole commun.

## matériel et méthodes

Trois niveaux d'apport d'eau ont été appliqués, par des rationnements constants, à partir du début de la floraison de la plante jusqu'à la demi-maturation des fruits :

- i1 = ETMax x 0,5 ;
- i2 = ETMax x 0,9 ;

–  $i3 = ET_{Max} \times 1,3$ , avec  $ET_{Max} = ETP_{Penman} \times \text{coefficient culturel}$ .

L'irrigation a été réalisée par aspersion d'une façon aussi uniforme que possible.

Trois niveaux d'apport d'azote ont été effectués au début de la floraison :

- N1 = 50 kg N/ha ;
- N2 = 150 kg N/ha ;
- N3 = 250 kg N/ha.

Le dispositif retenu était un split-plot avec quatre répétitions. Une seule variété a été utilisée pour toutes les expérimentations en deuxième et troisième années.

Les observations et les mesures, effectuées en cours de culture et à la récolte, ont été réalisées de manière coordonnée sur tous les sites ; elles ont concerné certains facteurs du climat (pluviométrie, température, rayonnement, vent), certains paramètres de caractérisation du sol (humidité du sol, teneur du sol en nitrate, profondeur d'enracinement), des composantes du rendement (poids et nombre de fruits, poids de végétation), des caractéristiques de qualité (teneurs en matières sèches soluble et totale, pH, acidité, sucres, couleur, fermeté), et la composition minérale du fruit (N%, P%, K%, Ca%, Mg%).

## résultats

Selon certains travaux déjà publiés, la disponibilité en eau a une influence prépondérante et positive sur les composantes du rendement, en particulier pour les fruits rouges (DADOMO *et al.*, 1994) et sur certaines caractéristiques de la qualité (RODRIGUEZ *et al.*, 1994 ; CHRISTOU *et al.*, 1994). Dans les expérimentations effectuées (tableau II), quel que soit le site considéré, l'augmentation des apports d'eau a entraîné une diminution de la teneur en matière sèche des fruits ; cependant, selon le site, les marges de variations et leurs bornes ont été très variables ; cela met en évidence l'existence d'interactions entre l'ensemble des facteurs du milieu et les techniques appliquées.

Les différentes doses d'apports azotés, au contraire, ont eu généralement peu d'effets sur la plupart des variables étudiées.

Sur la figure 1, l'ensemble des points, qui mettent en relation la teneur en matière sèche des tomates et le rendement en fruits rouges à la récolte, est distribué sur une courbe de type hyperbolique, qui traduirait une certaine compensation entre le rendement et cette caractéristique de qualité.

Sur la figure 2, les points représentent la liaison entre la teneur en matière sèche et le poids moyen d'un fruit rouge ; plus les fruits sont petits, plus leur teneur en matière sèche est élevée ; des conditions favorables à la production de petits fruits amélioreraient donc certaines caractéristiques de la qualité.

Les travaux présentés, conduits en réseau, ont mis en jeu des conditions de production très diverses ; les résultats ont révélé qu'il

existait d'importantes amplitudes de variation des valeurs pour les paramètres observés ; en particulier, entre les différents sites, il est apparu une grande variabilité de réponses aux facteurs étudiés ou une diversité d'évolution des relations entre variables analysées. Pour mieux comprendre les causes de cette variabilité et mieux maîtriser les techniques de culture, des travaux de modélisation ont été poursuivis.

## ● modélisation de la production et de la teneur en matière sèche de la tomate d'industrie

La teneur en matière sèche des fruits récoltés dans un champ de tomate dépend, a priori, d'un grand nombre de facteurs ; elle est le rapport entre les quantités de matière sèche et d'eau accumulées dans les fruits, qui, au moment de la récolte, sont rouges et non pourris. Aussi, pour mieux comprendre l'élaboration de cette teneur en matière sèche, mais aussi appréhender d'autres aspects importants comme la date de récolte et le rendement, des recherches ont été menées pour bâtir un modèle permettant de décrire l'ensemble de la parcelle de tomate.

Le modèle en cours de construction (BUSSIÈRES, 1990) distingue différents niveaux d'organisation dans la parcelle et prend en compte la variabilité qui existe dans chacun d'eux (fig 3). Ainsi, pour une ligne de plantes donnée, ce modèle simule la variation au cours du temps de chaque plante et, dans chacune d'elle, il détaille les caractéristiques de chaque bouquet, puis de chaque fruit. En effet, une grande variabilité peut exister entre plantes en plein champ, liée, par exemple, à des différences d'écartement entre plantes (fig 4) et au fait que ces plantes se développent dans un climat qui évolue au cours du temps.

Les valeurs de différentes variables du couvert végétal et du milieu sont simulées à partir de relations les reliant à des techniques et au climat (figure 5, d'après BUSSIÈRES et DUMAS, 1992).

Pour réaliser cette modélisation de la production, un travail particulier a porté sur le processus de grossissement du fruit. D'après HO *et al.* (1987), si la disponibilité en assimilats est suffisante pour ne pas limiter la croissance de la tomate, les vitesses d'importation d'eau et de matière sèche dans le fruit varient au cours du temps, selon des courbes en forme de cloche plus ou moins déformée selon la salinité du milieu nutritif. À partir de ces données, des relations presque linéaires ont été mises en évidence (BUSSIÈRES, 1993) entre le rayon ( $r$ ) du fruit et la vitesse ( $F_{eau}$ ) de croissance radiale due à la masse d'eau importée dans le fruit (fig 6).

Des liens similaires ont été trouvés pour la vitesse ( $F_{ms}$ ) de croissance radiale due à la masse de matière sèche importée dans le fruit, et des relations ont été mises en évidence entre  $F_{eau}$  et  $F_{ms}$ . Un

modèle a été construit (BUSSIÈRES, 1994a) pour rendre compte de ces relations avec le rayon ; il est fondé sur l'hypothèse selon laquelle l'entrée d'eau par le pédoncule dans le fruit se fait au travers de chemins de transfert, dans lesquels la vitesse de l'eau suit la loi de Darcy, appliquée au transfert de l'eau dans un milieu poreux. Ce modèle s'appuie sur une vitesse d'importation d'eau dans le fruit, qui est une fonction linéaire décroissante du rayon et qui est fonction du potentiel hydrique de la plante. Ces relations permettent la simulation de la croissance du fruit (masse et teneur en matière sèche) à tout moment, en fonction du rayon du fruit (BUSSIÈRES, 1994b). Le modèle proposé devrait contribuer à expliquer une partie des variations de la teneur en matière sèche et du poids des fruits, observées au cours des diverses expérimentations menées à travers le réseau d'essais européen présenté précédemment.

Le modèle de la parcelle rend compte de variations liées aux variables caractéristiques de la ligne (fig 7), ou de variabilité interplante dans la ligne (tableau III), au sein de quelques parcelles de tomate (BUSSIÈRES, 1990). Ce modèle, encore en étude, devrait pouvoir, dans l'avenir, aider à mieux raisonner les techniques de culture.

de la culture de tomate d'industrie et de le valider dans des situations très diverses. L'un des objectifs généraux qui en découlera sera la construction d'itinéraires techniques. À partir des connaissances disponibles (bibliographie, modèle), et en fonction d'ensembles considérant les couples objectifs/contraintes de production, il s'agit d'élaborer des raisonnements permettant la conception de techniques adaptées et de simuler des scénarios, dont on pourra comparer les résultats aux objectifs de départ.

L'extension du réseau de travail à d'autres latitudes (zone intertropicale) que celles concernées par l'Europe, avec des caractéristiques de climat et de sol particulières, présenterait un intérêt du point de vue agrophysiologique. Une complémentarité pourrait être développée du point de vue de la méthodologie de construction des itinéraires techniques ; les résultats obtenus pourraient être appliqués, ensuite, à d'autres systèmes de cultures et de productions. Dans ce contexte, il apparaît possible et souhaitable d'établir des collaborations avec d'autres équipes qui s'intéressent également à la culture de la tomate, celles du CIRAD-FLHOR, par exemple, basées au Sénégal et dans l'île de la Réunion.

## ● conclusion

L'exploitation des résultats du travail mené en réseau européen devrait permettre à la fois d'améliorer le modèle de fonctionnement

\*\*\*\*\*

Bibliographie, figures et tableaux, voir version anglaise, p 431-438