

A. Cauderon, France

SUR L'UTILISATION DE L'EAU PAR LE TOURNESOL

La remarquable série de variétés riches en huile créées en Union Soviétique, a donné une puissante impulsion aux travaux de sélection dans de nombreux pays et a permis d'importants progrès agrotechniques.

Des travaux de sélection sont facilités par la découverte, en particulier en France, de systèmes de stérilité-mâle, ainsi que par la création de lignées assez vigoureuses et sélectionnées pour leur capacité à donner de bons hybrides.

En matière d'Agrotechnique, les échanges d'information et l'expérimentation ont permis d'adapter, pour ce groupe de variétés et en fonction des potentialités et des contraintes des différents milieux, les principaux facteurs culturaux.

Au total, il y a donc eu optimisation pour divers milieux, essentiellement à partir d'essais de rendement, d'un système de production basé sur le "fonds génétique" des variétés soviétiques, et sur l'agrotechnique classique du Tournesol. C'est là un ensemble de résultats très importants sur le plan mondial.

A l'avenir, la nécessité d'utiliser toujours plus efficacement les facteurs de production conduit à explorer également d'autres voies: par exemple, la recherche de la résistance à divers parasites justifie de grands efforts. Mais un meilleur ajustement entre milieu physique et génotype, également très important, pose des problèmes encore plus complexes.

Il y a donc un problème général d'accroissement de l'efficience de l'eau; et il se pose encore plus nettement pour une espèce comme

le Tournesol, qui est très cultivé dans des zones à climat continental.

Comment agir dans ce domaine en particulier par l'amélioration génétique? C'est une question difficile, à laquelle je ne prétends heureusement pas répondre; je vais simplement discuter quelques hypothèses, à partir de résultats d'écophysiologie agronomique obtenus principalement en milieu tempéré.

On pourrait penser que le Tournesol, culture de zones sèches, consomme relativement peu d'eau. Or, dans un sol bien alimenté en eau, pendant les quelques mois où la culture couvre le terrain, le Tournesol évapore davantage qu'un Maïs. L'efficacité de l'eau consommée, calculée par rapport à la matière sèche produite, est plus faible chez le Tournesol; de plus, chez le Tournesol, les graines représentent un pourcentage plus faible de cette matière sèche que chez le Maïs ou le Sorgho (la prise en compte de la valeur énergétique, supérieure pour les lipides, ne suffit pas à rétablir la position du Tournesol).

Sous des climats secs, le Tournesol valorise l'eau d'irrigation moins bien que d'autres espèces (Maïs, Soja); par contre, il est capable de supporter moins mal l'absence d'irrigation si la floraison se situe avant l'établissement d'une sécheresse prononcée, ce qui explique sa place en culture.

Il serait donc important de diminuer la tendance du Tournesol au "gaspillage" de l'eau, et de renforcer sa capacité à supporter une certaine sécheresse - en supposant que ces deux objectifs ne sont pas contradictoires.

La situation de sécheresse correspond à un déséquilibre entre l'amenée d'eau jusqu'à la surface des parties aériennes de la plante et la "demande" d'évapotranspiration correspondant à l'énergie captée par cette surface (Évapotranspiration réelle maximale).

Lorsque l'eau ne peut plus passer du sol aux racines assez vite en quantité convenable (ou lorsque son transport jusqu'aux feuilles ne peut plus être assuré avec un débit suffisant), un déséquilibre apparaît, avec un début de déshydratation des feuilles qui a deux sortes de conséquences:

- très rapidement, une fermeture des stomates, qui ralentit fortement les échanges (en particulier d'eau et de gaz carbonique) entre la plante et le milieu, et qui limite la déshydratation des tissus mais diminue parallèlement l'alimentation en gaz carbonique.

En moyenne, pour une variété et pour un stade de végétation donnés, le déficit de production en matière sèche est à peu près proportionnel au déficit d'évapotranspiration.

- au bout d'un temps plus long, si l'équilibre ne se rétablit pas, il y a altération de certains métabolismes, amorçant un arrêt de croissance ou une sénescence prématurée de certains organes.

Ces déficits de production de matière sèche, et plus encore ces altérations de métabolismes, sont particulièrement graves, avec des effets irréversibles, lorsqu'ils surviennent à certains stades de végétation: ainsi la production de graines est spécialement diminuée par un déficit en eau lorsque celui-ci survient autour de la période de floraison (formation des inflorescences, fécondation, croissance en volume des graines).

Le degré de sensibilité des principales espèces cultivées en fonction des stades de végétation a été étudié; il apparaît que la période de sensibilité du Tournesol est plus longue que celle du Maïs, mais que son niveau

maximum de sensibilité est moins grand. Cet étalement de la sensibilité à la sécheresse du Tournesol est peut-être lié à l'échelonnement dans le temps de la formation et de l'évolution des fleurs, qui répartirait les risques.

La connaissance de ces périodes de sensibilité permet d'apprécier l'importance des besoins minima d'une culture; elle est indispensable pour évaluer les potentialités d'un milieu.

On peut ainsi établir les courbes d'évolution des besoins et des niveaux de sensibilité de la plante au cours de sa vie; la comparaison avec les courbes de variation dans l'année des principaux facteurs du milieu (complétée par une évaluation de la fréquence des accidents) permet de situer les difficultés, et de positionner à l'optimum le cycle des plantes dans l'année.

Pour l'alimentation en eau, le problème se pose très différemment suivant les régions. Par exemple, dans la plupart des zones continentales de culture du Tournesol, la marge de manoeuvre est faible: le risque de froid au début du printemps et de sécheresse dans le plein été représente un obstacle majeur, et ces deux butoirs encadrent de façon stricte le cycle habituel de la culture du Tournesol. On ne peut guère jouer que par la précocité des variétés, en situant la période de floraison avant la période probable d'établissement de la sécheresse édaphique.

Par contre, sous des climats de type Méditerranéen, la température du début du printemps permet d'avancer, par rapport à ce qui est fait traditionnellement, la période classique de culture du Tournesol: en semant plus tôt, dès que la température est suffisante, on peut situer la phase de grande sensibilité à la sécheresse (autour de la floraison) dans une

période de l'année:

- où les réserves en eau du sol ont été moins épuisées et où la "demande" climatique d'évapotranspiration est plus faible;

- ou l'énergie lumineuse reçue est forte (le Tournesol est particulièrement sensible, au stade floraison - fécondation, à une réduction de l'énergie lumineuse).

Bien entendu, un tel changement pose des problèmes nombreux: par exemple, en matière d'Agrotechnique, la préparation précoce des terres, ainsi que la défense contre les déprédateurs et les mauvaises herbes pendant la période où la croissance du Tournesol est lente. Une excellente qualité des semences est également nécessaire. Mais j'insisterai surtout sur la nécessité d'une amélioration de l'adaptation des variétés à ces semis inhabituellement précoces liée à l'adaptation à la longueur du jour.

En dehors de ces ajustements écologiques on peut vraisemblablement améliorer l'alimentation en eau de la plante en agissant sur le système racinaire.

Dans la mise en place de son système racinaire, le Tournesol apparaît comme particulièrement sensible à la qualité de la préparation du sol. L'influence des équilibres minéraux est moins connue (exemple: un haut niveau d'alimentation azotée semble accroître la conductivité des racines pour l'eau, en même temps qu'il augmente la croissance végétative, donc la demande climatique).

Quant aux aspects variétaux, ils sont difficiles à étudier. Cependant, l'examen de la variabilité génétique pour l'équilibre Racines - parties aériennes serait intéressant à faire. Une des difficultés réside dans le choix, pour ces comparaisons, de conditions de milieu à la fois normalisées et représentatives.

Avec les variétés actuelles, une fois définis le stade de végétation et le contexte climatique, un ralentissement de la transpiration s'accompagne d'une réduction de la photosynthèse. Comment trouver des géotypes qui présenteraient, pour le même niveau de photosynthèse, une transpiration plus faible?

(et en particulier l'orientation des limbes)

La géométrie du couvert commande la répartition, entre les divers étages de feuilles, de l'énergie reçue. On ignore dans quelles conditions une modification de cette répartition pourrait avoir un intérêt. Cependant, au stade fin floraison, on a constaté chez les feuillés du tiers inférieur de la plante de Tournesol une photosynthèse à peu près aussi active que dans les autres étages: ce qui laisse supposer une grande capacité d'adaptation du feuillage aux conditions d'éclairement. L'étude de l'évolution, au cours de leur vie, de la capacité des divers étages de feuilles à utiliser divers niveaux d'énergie lumineuse pourrait fournir des pistes de travail.

L'indice de surface foliaire (L.A.I.)* devrait être également pris en considération, à travers la comparaison, pour divers peuplements, de géotypes différant pour ce caractère.

Il n'est pas impossible qu'il existe des types d'anatomie des tissus foliaires réduisant la transpiration davantage que la photosynthèse dont la nature est de toute évidence variétale.

Bien entendu, les facteurs qui pourraient accroître la photosynthèse nette sans accroître la transpiration sont à considérer:

- amélioration du rendement de la photosynthèse brute;
- limitation des pertes par respiration (le

* Surface foliaire totale par unité de surface de terrain.

niveau du point de compensation Gamma, taux de gaz carbonique pour lequel la respiration compense la photosynthèse, a fait l'objet d'une approche génétique).

Enfin, l'efficacité de la translocation des assimilats vers la graine est un autre critère important: les graines représentent une fraction de la matière sèche totale plus faible chez le Tournesol que chez beaucoup d'espèces cultivées.

Toutes ces caractéristiques permettraient d'accroître la moyenne des performances du Tournesol et sans doute d'en diminuer un peu la variance, actuellement très forte.

Une réduction plus importante de cette variance suppose:

- soit, sur le plan agronomique, une limitation dès le semis des ambitions normales de la culture (par exemple, à travers une variété plus précoce et un peuplement plus faible entraînant une baisse des espérances moyennes de rendement);
- soit, sur le plan génétique, l'existence chez la variété de systèmes permettant à la plante de s'ajuster plus efficacement en cours de végétation au plus fréquent des "accidents" du milieu, la sécheresse, au moment où cet accident risque de se manifester avec de graves conséquences.

Ce potentiel d'ajustement de la croissance et du développement de la plante au niveau de rendement en graines permis par le milieu diminue au cours de la vie de plante. (Exemples: le Sorgho dispose du tallage comme élément régulateur du nombre d'inflorescences par m²; les variétés classiques de Soja ont des inflorescences indéterminées; chez le Maïs, la sélection de variétés avec plusieurs épis par tige ("prolifiques") répond en partie à ce même objectif). D'ailleurs, chez le Sorgho comme chez le Soja, ces structures entraînent un

étalement de la période de formation des fleurs, de fécondation, et de première croissance des graines permettant de mieux répartir les risques d'accidents climatiques.

La structure actuelle des variétés de Tournesol semble se prêter mal à ces ajustements: en fait, le nombre de capitules par m² est fixé dès le semis. Pourtant, en général, le rendement en grain apparaît remarquablement stable dans une large gamme de peuplement, variant du simple au triple. Mais il faut dire que, avec les variétés actuelles, il est très difficile de réaliser, même dans une expérimentation très artificielle, des nombres de capitules par mètre carré très élevés. Et on doit également comparer des types ramifiés aux types habituels qui sont non ramifiés: il est nécessaire pour cela de réaliser un travail de sélection important,

Bien entendu, à court terme, des orientations plus classiques, comme la recherche de l'hétérosis maximum à l'intérieur du matériel élaboré déjà obtenu, seront sans doute plus efficaces. Mais la préparation du long terme justifie une réflexion prospective - même si les bases n'en sont pas encore très solides.

Cette tentative d'analyse d'un problème complexe encore imparfaitement éclairci conduit à souhaiter qu'une part des travaux sur le Tournesol soit consacrée à une approche génétique de la physiologie de l'élaboration du rendement.