



La sélection du tournesol : une recherche jeune et dynamique

La sélection du Tournesol a vu le jour en Russie au XIX^{ème} siècle. Elle faisait alors appel aux méthodes de sélection massale qui permirent d'améliorer progressivement les populations de tournesol cultivées.

La sélection française date véritablement du début des années 60 avec la découverte de la stérilité mâle génique puis cytoplasmique* (suite aux travaux de l'INRA de Clermont-Ferrand). L'utilisation de lignées mâles stériles et de lignées restauratrices de la fertilité permit de créer des hybrides et de réaliser un véritable bond en terme de rendement.

L'apparition du mildiou, en 1978, constitua un premier défi à relever par la sélection du tournesol. La création rapide de variétés résistantes à ce pathogène, puis, leurs inscriptions au catalogue officiel en 1981, permirent de développer durablement la culture en France.

Notre pays est aujourd'hui le premier sélectionneur mondial de tournesol.

Comparée aux autres grandes cultures, la sélection française du tournesol est jeune puisqu'elle n'a vraiment démarré qu'au milieu des années 80. Conscients du fait qu'il faut dix années de travail entre la réalisation des premiers croisements et la commercialisation d'une nouvelle variété, on réalise d'autant mieux la valeur des progrès déjà accomplis. **Nous n'en sommes qu'au premier âge de la sélection du tournesol qui a encore tout l'avenir devant elle... et qui est prête à relever de nouveaux défis.**

** : Le croisement à l'origine de l'hybride cultivé par l'agriculteur provient :*

- d'une lignée dite mâle stérile, car dépourvue de pollen. Le cytoplasme est à l'origine de cette stérilité.
- d'une lignée mâle fertile, porteur d'un gène de restauration de la fertilité

L'hybride issu de ce croisement est parfaitement fertile et pourra donc produire les graines à l'origine de l'huile qui est le débouché de la culture.

Un progrès génétique incontestable

Une grande expérimentation intitulée « Progrès génétique du tournesol » a été mise en place en 2000 par l'INRA*, le CETIOM**, l'AMSOL et l'ONIDOL***. Elle a permis de montrer, par des résultats concrets et significatifs, les progrès génétiques réalisés depuis 1970. Ces résultats ont été clairement confirmés par ceux d'une nouvelle année d'expérimentation mise en place en 2001.

**INRA : Institut National de la Recherche Agronomique*

***CETIOM : Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux Métropolitains*

****ONIDOL : Organisation Nationale Interprofessionnelle des Oléagineux*

Vingt variétés de tournesol représentatives de 4 générations successives ont été testées sur 25 sites d'essais (17 essais agronomiques et 8 essais spécifiques maladies) répartis dans la zone de culture du tournesol. Il s'agit de variétés inscrites entre :

- 1970 et 1975 pour représenter la première génération de variétés qui a permis le démarrage de la culture,
- 1975 et 1985 pour la deuxième génération de variétés qui a vu le développement des hybrides cytoplasmiques résistants au mildiou,
- 1985 et 1995 pour la troisième génération de variétés alors que les surfaces de tournesol étaient à leur apogée,
- 1995 et 2000 pour la quatrième génération représentant les variétés les plus modernes.

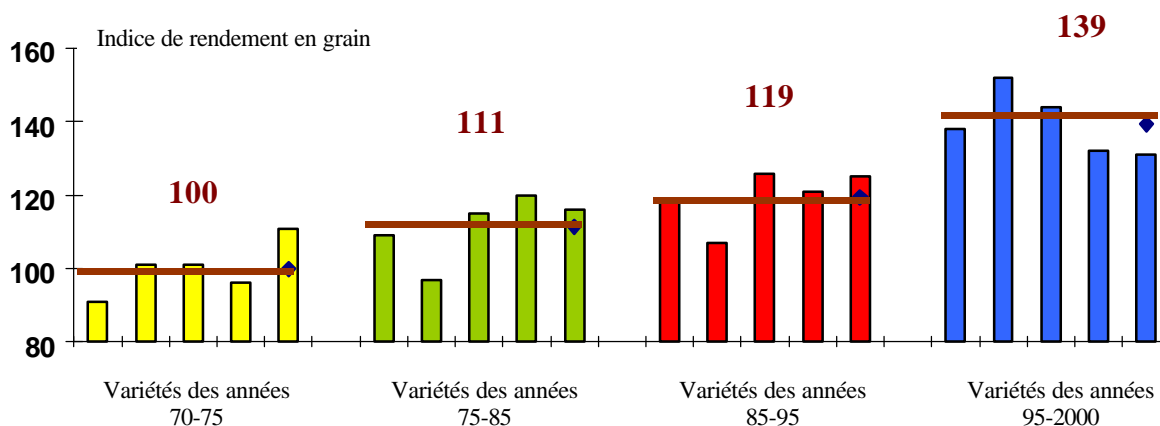
Cette étude a démontré que les nouvelles variétés de tournesol révélaient un gain de productivité et une sécurité accrue :

- Le potentiel de rendement s'est accru de 40 % depuis 30 ans, avec 20 % entre les 2 dernières générations de variétés.
- Sur les hybrides cultivés actuellement, le niveau de verse est 4 fois plus faible que celui des variétés de première génération.
- La tolérance aux maladies des nouvelles variétés a augmenté de 35% pour le Phomopsis et de 60% pour le Sclérotinia du capitule.
- Le progrès concernant la teneur en huile a été très marqué pour la deuxième génération de variétés.

Si les principaux axes de sélection du tournesol ont été et sont encore principalement tournés vers le rendement et la tolérance aux maladies, les sélectionneurs ont également amélioré la résistance à la verse, la teneur en huile, la résistance à la sécheresse. La palette des variétés dont dispose le producteur est diversifiée, avec notamment l'apparition de variétés oléiques adaptées à de nouveaux débouchés.

Le rendement au centre des préoccupations

Un bon rendement reste le facteur clé de la réussite d'une variété. Le rendement et sa régularité, quelles que soient les conditions environnementales, restent les premiers critères de la sélection du tournesol. Les premiers résultats de l'étude « Progrès génétique du tournesol » montrent bien la supériorité des variétés les plus modernes en termes de rendement. Ce progrès est logique compte-tenu des règles d'inscriptions des variétés au catalogue officiel qui imposent d'années en années, des résultats toujours meilleurs. En effet, seules les variétés supérieures de 3 % aux variétés témoins peuvent être inscrites*.



* Bien qu'il existe un système de bonification visant à encourager certains critères comme la résistance aux maladies ou le rendement en huile, les variétés qui n'atteignent pas 100 % du témoin ne peuvent prétendre à l'inscription.

Sur 20 années de sélection, le progrès génétique lié au rendement a représenté 1,3 % par an. Ce progrès est étroitement lié à une active prise en compte des maladies dans les programmes de sélection... car, ne l'oublions pas, une culture malade produit moins !

Malgré les efforts déjà réalisés, le progrès génétique doit s'amplifier pour répondre aux attentes des agriculteurs et des marchés.

Une multitude d'essais pour évaluer le rendement et sa stabilité

Le rendement et sa régularité interfèrent avec de nombreuses autres caractéristiques multi-géniques telles que la précocité, la résistance à la verse, la tolérance à divers stress et maladies. Comme le facteur environnemental est également prépondérant, les sélectionneurs testent leurs variétés dans de nombreux lieux et sur plusieurs années afin d'évaluer leur régularité. Des réseaux nationaux comme ceux du CTPS* avant l'inscription et ceux du CETIOM en post-inscription, viennent compléter l'information à une large échelle.

Le tournesol est réputé rustique... Mais, comme pour les autres cultures, ses performances sont liées aux conditions culturales. En France, il est majoritairement cultivé dans des terres pauvres et non irriguées : des conditions peu propices à optimiser le rendement. Les sélectionneurs en tiennent compte et testent le plus souvent leurs variétés dans des conditions proches de celles des agriculteurs.

Pour franchir de nouveaux sommets

Encouragé par l'ensemble de la filière convaincue de l'importance du rendement pour l'avenir de l'espèce, un programme de recherche sur **l'amélioration de la productivité du Tournesol** a été amorcé au printemps 2001. Des agro-physiologistes et des agronomes ont été associés afin de détecter des critères de sélection pouvant aboutir à des variétés à fort rendement. Les chercheurs étudient dans un premier temps la manière d'orienter le fonctionnement de la feuille pour améliorer le remplissage des grains. Ils mesurent et observent les échanges gazeux de la plante et tentent de favoriser les processus de transformation de l'énergie en assimilats qui passeront dans les grains.

Dans les entreprises, l'une des stratégies pour améliorer le rendement consiste à examiner les différentes phases critiques qui, du semis à la récolte, conditionnent le rendement. Il s'agit en effet de rechercher certains gènes optimisant le bon déroulement des phases critiques en question (gènes de vigueur et d'énergie intervenant par exemple au début de la levée). Une stratégie complémentaire viserait à sélectionner des gènes impliqués dans des mécanismes de compensation. De tels mécanismes peuvent être observés chez certaines espèces mais sont encore mal connus chez le tournesol.

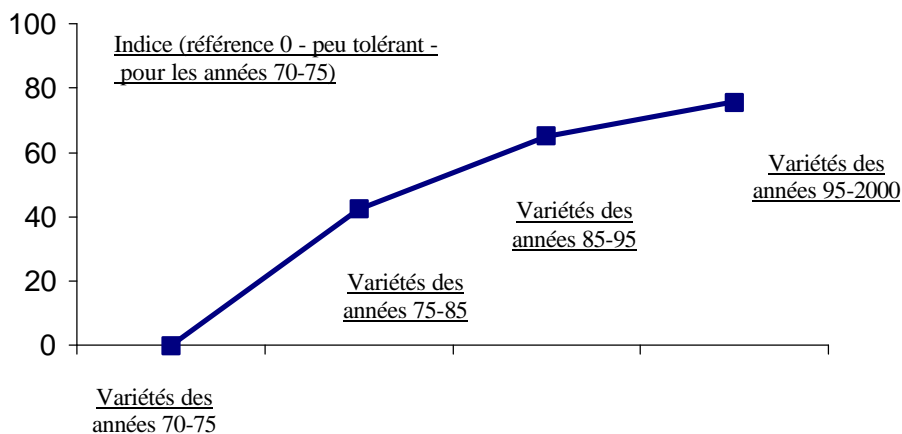
Le « stay green » est un phénomène physiologique de plus en plus étudié par les sélectionneurs ; il représente la capacité de la plante à rester verte le plus longtemps possible afin d'augmenter la durée de la période de remplissage des grains. Ce phénomène influencerait positivement le rendement ainsi que la tolérance aux maladies de fin de cycle comme le phoma.

La verse est désormais bien maîtrisée

L'étude progrès génétique a également révélé l'importance des efforts réalisés en terme de tolérance à la verse.

La sensibilité à la verse a été divisée par 4 en l'espace de 20 ans.

* CTPS : Comité Technique Permanent de la Sélection



S'il était encore possible d'observer des champs de tournesols versés il y a une dizaine d'années, la tolérance à la verse est aujourd'hui une condition d'accès au marché. Ce progrès contribue en effet, comme la tolérance aux maladies, à stabiliser le rendement.

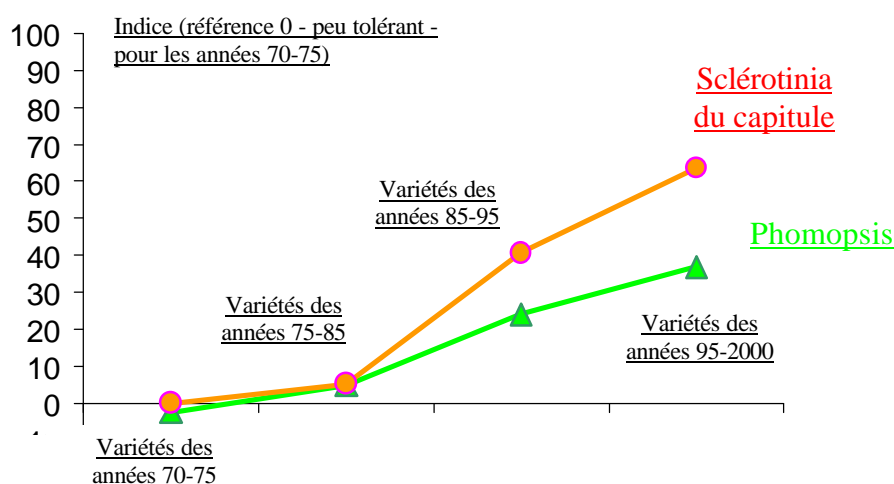
La tolérance aux maladies a tout particulièrement stimulé la sélection française

Véritable plante « globe trotteuse », le tournesol a parcouru de nombreux continents et a donc eu l'occasion de rentrer en contact avec de nombreuses maladies. Son étonnante structure, dotée d'un capitule spongieux, a tendance à attirer les parasites de fin de cycle.

Depuis le début de la sélection du tournesol, le nombre de variétés présentant un bon profil de tolérance aux différentes maladies a été en constante progression. Les sélectionneurs sont parvenus à augmenter cette tolérance tout en optimisant le rendement même en l'absence de parasites. La lutte contre les maladies restera, très vraisemblablement, l'une des préoccupations majeures du sélectionneur de tournesol.

Le sclérotinia* et le phomopsis**

Grâce aux progrès génétiques, la tolérance à ces maladies a nettement progressé.



*Le sclérotinia est un champignon parasite responsable de différents types d'attaques engendrant des conséquences distinctes :
 - les attaques sur collet provoquent le flétrissement de la plante,
 - les attaques sur bourgeon rendent la plante stérile,
 - les attaques sur capitule diminuent le potentiel de rendement en fin de cycle.

**Le parasite responsable du phomopsis pénètre dans la plante à partir de la bordure des feuilles et progresse, dans le pétiole, jusqu'à encercler la tige (dans le cas le plus grave, il aboutit à la casse de la tige). Les attaques au niveau du capitule engendrent son dessèchement prématuré.

Parallèlement à l'augmentation du niveau de tolérance, l'évolution des conditions de culture limite les risques d'attaques de sclérotinia. Les attaques sur bourgeon terminal affectent moins les variétés modernes.

Alors que le sclérotinia est une maladie connue depuis longtemps, le phomopsis a fait son apparition en France en 1984. Il a été alors très tôt pris en compte dans les programmes de sélection. En 1990 la plupart des hybrides commercialisés étaient sensibles à cette maladie, les cultures subissaient alors de graves pertes. A partir de 1995, deux variétés dites « peu sensibles » ont été disponibles. Aujourd'hui la majorité des variétés est au moins « peu sensible » et les hybrides tolérants représentent près de 85 % des surfaces cultivées. Si ils restent un complément de lutte recommandé sur les variétés « peu sensibles », les traitements phytosanitaires utilisés pour lutter contre le parasite sont devenus quasiment inutiles avec les variétés tolérantes.

La tolérance des variétés vis-à-vis du sclérotinia reste très travaillée par les sélectionneurs car il n'existe pas de traitement fongicide efficace. Cette maladie est par ailleurs difficile à enrayer car elle est très répandue chez les autres espèces. Aussi, malgré les rotations des cultures, le parasite se maintient sur la parcelle. Les variétés peuvent se révéler tolérantes à certaines formes d'attaques et sensibles à d'autres. Pour le sélectionneur, la lutte contre le sclérotinia revient donc à travailler 3 maladies différentes.

La tolérance au sclérotinia est gouvernée par quelques gènes. Il faut donc accumuler un maximum de ces gènes de résistance pour obtenir un bon niveau de tolérance.

Actuellement, deux axes des travaux concernent la lutte contre ce parasite. Ils consistent d'une part à explorer les ressources génétiques disponibles afin de détecter des sources de résistance et d'autre part, en la recherche de marqueurs moléculaires.

Les recherches concernant le phomopsis sont plus récentes que pour le sclérotinia mais la lutte contre ce parasite reste un axe de sélection important. Comme le sclérotinia, la tolérance au phomopsis est contrôlée par plusieurs gènes (2 ou 3 gènes majeurs associés à des gènes mineurs). Les travaux actuels visent à mieux connaître le pathogène, la relation hôte-parasite et le déterminisme génétique, afin de pouvoir envisager des introgressions de gènes plus efficaces.

Le mildiou

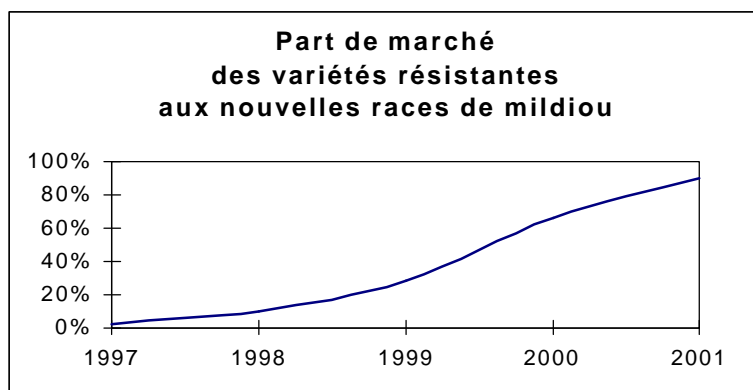
Les conséquences d'une attaque de mildiou dépendent du moment de l'apparition du parasite dans le cycle de développement de la culture. Les dégâts en terme de rendement sont catastrophiques chez les variétés sensibles à la maladie.

Suite à l'apparition d'une première race de mildiou en 1966 (dite race 100), les premières lignées résistantes à ce parasite furent obtenues en 1970 à partir d'un croisement avec un topinambour. Cela fait déjà 20 ans que le premier hybride portant le gène de résistance au mildiou a été inscrit. Cette avancée a permis le développement de la culture du tournesol en France.

En 1988 et 1989 deux nouvelles races de mildiou (dites 710 et 703) sont apparues. Elles ont très vite été prises en compte dans les programmes de sélection puisque, dès 1990, la première variété résistante aux races 703 et 710 a été inscrite. Mais à cette époque, les traitements de semences à base de Métalaxyl permettait d'éviter les dégâts dus à ce parasite. Avec l'apparition de souches résistantes au Métalaxyl dans les années 95, les variétés résistantes aux races 703 et 710 ont pris progressivement de l'importance. Et, à ce jour, presque toutes les variétés portent le gène de résistance à ces nouvelles races de mildiou.

En 1990, un dispositif de surveillance du mildiou a été mis en place grâce à la collaboration de l'AMSOL, du CETIOM, du GNIS*, de l'INRA, du service de la protection des végétaux et du SOC**. L'objet de ce dispositif est l'observation des races de mildiou afin d'anticiper les difficultés liées à la lutte contre ce pathogène et préparer les réponses à apporter par la génétique et par la lutte chimique. En cas de découverte d'une nouvelle race, les variétés inscrites sont testées le plus rapidement possible afin d'évaluer leur comportement vis à vis de cette race. D'ores et déjà, les sélectionneurs anticipent en intégrant de nouveaux gènes dans leurs programmes de sélection.

La sélection de variétés résistantes au mildiou a été relativement rapide car la résistance est gouvernée par un gène dominant. C'est d'ailleurs pour cette raison que l'on emploie le terme de « résistance » alors que l'on parle plutôt de « tolérance » pour les autres maladies. Dans la mesure où ce gène est connu et qu'il existe des marqueurs moléculaires, la conversion des variétés sensibles est assez simple.



Afin d'éviter les phénomènes de contournement de résistance (relativement fréquents lorsqu'une résistance est gouvernée par un seul gène dominant et que la variété résistante est largement cultivée), les sélectionneurs s'orientent vers la recherche de résistances pilotées par plusieurs gènes, donc beaucoup plus difficiles à contourner. Un projet financé par le CTPS et mené en collaboration avec l'AMSOL, l'INRA de Clermont-Ferrand et le CETIOM, étudie différentes stratégies afin de déterminer le meilleur moyen pour obtenir une résistance durable.

Par ailleurs, le dispositif de surveillance du mildiou poursuit des recherches, destinées à identifier de nouvelles sources de résistances au mildiou chez le tournesol cultivé et chez les espèces sauvages proches.

Le phoma

Le phoma est une maladie apparue en France dans les années 90. Les dégâts qu'elle engendre varient selon les conditions de culture mais les pertes peuvent atteindre 20 %. Depuis cinq ans un nouveau phénomène lié à ce parasite a été observé : il s'agit d'un rapide dessèchement de la plante entraînant un arrêt brutal de la photosynthèse. Ce symptôme appelé « pied sec » provoque une diminution du rendement en grains.

La récente mise au point de tests de mesure par le CETIOM aidera les sélectionneurs à évaluer le comportement de leurs variétés vis à vis de cette maladie. La tolérance au phoma devient en effet un axe de sélection important. Il concerne tout particulièrement les sélectionneurs de variétés précoces, davantage menacées. Des travaux sont actuellement en cours pour définir le nombre de QTL (Quantitative Trait Loci - quand un caractère est contrôlé par plusieurs gènes situés en différents loci) intervenant dans la tolérance au phoma.

* GNIS : Groupement National Interprofessionnel des Semences et plants

** SOC : Service Officiel de Contrôle et de Certification

La lutte contre l'orobanche : une priorité des pays de la mer noire

L'orobanche est une plante parasite dépourvue de chlorophylle qui utilise les ressources du tournesol pour sa propre production d'énergie. La plante ainsi privée de ses ressources n'excède pas la taille d'une petite marguerite ! Ce parasite, qui n'est pas présent en France, concerne tous les pays du pourtour de la mer noire ainsi que l'Espagne et la Turquie. Les sélectionneurs espagnols et d'Europe de l'Est s'y intéressent de près et ont identifié des gènes dominants de résistance à ce parasite.

Une autre voie de lutte contre ce parasite réside peut-être dans l'utilisation de variétés résistantes à un herbicide. Une mutation naturelle à l'origine d'un tournesol sauvage résistant à l'herbicide Imidazolinone a en effet été observée aux Etats-Unis dans un champ de soja. On peut imaginer dans l'avenir un tournesol résistant à cet herbicide pour venir à bout de l'orobanche.

Des solutions d'avenir pour lutter contre les maladies

La découverte de gènes capables de stimuler les défenses immunitaires de la plante et de la rendre ainsi tolérante à de nombreuses maladies pourrait apporter des solutions de lutte intéressantes. Les sélectionneurs pensent notamment à des gènes induisant la destruction de l'acide oxalique du champignon (gène de synthèse d'une oxalate-oxydase) ou à des gènes de chitinases détruisant les parois des champignons.

Certains travaux, menés au sein de l'INRA de Montpellier visent à rechercher de nouvelles sources de résistances aux maladies au sein d'autres espèces sauvages du genre *Helianthus*.

La résistance à la sécheresse

Le tournesol est connu pour être une plante capable de se contenter de peu d'eau. Mais cette culture, étant le plus souvent cultivée sans irrigation, peut tout de même souffrir en cas de fortes chaleurs. La résistance à la sécheresse intéresse les sélectionneurs français car elle constitue un critère de stabilité du rendement même si ce critère est encore plus important en Espagne et en Turquie. Afin de mieux évaluer le comportement de leurs variétés, certaines entreprises mènent des essais en conditions stressantes. Des études de l'INRA ont montré qu'un développement important de l'appareil végétatif favorisait les pertes d'eaux. Aussi, les plantes courtes sont connues pour utiliser l'eau de façon plus efficace.

Teneur en huile et rendement : un véritable challenge

L'huile étant le principal débouché du tournesol, la teneur en huile a toujours été un critère surveillé de près. Au début du siècle, la graine de tournesol contenait environ 35 % d'huile. Ce taux atteignait 40 % pour les populations cultivées au milieu du siècle. Aujourd'hui la plupart des variétés ont des teneurs en huile comprises entre 45 et 50 %.

L'étude « Progrès génétique du tournesol » a montré que la teneur en huile a été très nettement améliorée entre les années 70 et 80. Le CTPS a pris en compte ce critère en introduisant une bonification. A partir de 1994, le règlement d'inscription des variétés évolue et met en place une cotation en rendement huilier : le rendement huilier de toute nouvelle variété inscrite au catalogue officiel doit être supérieur à celui de la moyenne des deux témoins de son groupe de précocité. De plus, pour être inscrite, une variété doit avoir une teneur en huile supérieure à la norme nationale de

commercialisation (fixée à 44 % d'huile) en deçà de laquelle la récolte est pénalisée par un prix de vente inférieur.

Depuis quelques années les teneurs en huile se maintiennent sans que l'on puisse véritablement parler de progression. L'amélioration de ce critère est un véritable challenge car elle s'accompagne généralement d'une diminution du rendement : les sélectionneurs parlent d'une corrélation négative entre la teneur en huile et le poids de la récolte. Physiologiquement, la production de matière grasse demande en effet trois fois plus d'énergie à la plante que la production de sucre.

Les sélectionneurs s'attachent donc aujourd'hui à atteindre des taux d'huile raisonnables, tout en augmentant le rendement.

La teneur en huile est pilotée par de nombreux gènes et il existe des marqueurs moléculaires disponibles. Hautement transmissible, ce caractère peut être positionné en amont dans un schéma de sélection. La mesure par RMN (résonance magnétique nucléaire), évalue la concentration des dérivés hydrogénés et permet ainsi aux sélectionneurs de mesurer la teneur en huile.

L explosion d une offre variétale diversifiée

À la différence d'autres espèces de grandes cultures, les variétés de tournesol cultivées dans le monde diffèrent peu les unes des autres. Cela implique-t-il que de nombreuses variétés pourraient être polyvalentes et satisfaire différents pays producteurs ? En fait, si les critères de rendement, de teneur en huile et de précocité sont communs, les besoins en terme de résistance aux maladies diffèrent d'un pays à l'autre.

L'importance de l'offre française est considérable. Le nombre d'inscriptions de variétés de tournesol a été important ces dernières années : de 35 à 50 inscriptions par an de 1997 à 1999 et une vingtaine en 2000 et 2001. Dans ce contexte, le critère de précocité adaptée aux milieux et aux pratiques culturales a pris beaucoup d'importance. Les variétés précoces sont en effet bien adaptées à la moitié Nord de la France où elles peuvent libérer rapidement les champs pour d'autres cultures et éviter les maladies de fin de cycle. La moitié Sud se tourne vers les variétés plus tardives qui offrent de meilleurs rendements. Le critère de tolérance aux maladies contribue à segmenter l'offre. Certaines régions ont privilégié la résistance au phomopsis, d'autres, la résistance au sclérotinia. Mais une diversité de la demande est également observable au sein de chaque région !

Du tournesol pour des débouchés spécifiques

Le tournesol oléique

Dans les années 70, un chercheur russe, le Professeur Soldatov, découvre un tournesol riche en acide oléique. Cette plante sera à l'origine des variétés oléiques. L'inhibition d'une enzyme désaturase est responsable de la modification du profil des acides gras contenus dans l'huile de tournesol oléique. Ces variétés contiennent en effet 80 à 90 % d'acide oléique contre environ 20 % dans l'huile de tournesol classique. L'augmentation du taux d'acide oléique s'accompagne d'une diminution du taux d'acide linoléique.

L'huile riche en acide oléique est recherchée par l'industrie agroalimentaire pour ses qualités nutritives et techniques (l'huile résiste bien à la friture) ainsi que par l'industrie chimique (lubrifiants, plastiques, détergents...) pour sa fluidité et sa stabilité.

Les Etats-Unis ont sélectionné des variétés dites « mid-oleic », contenant de 65 à 70 % d'acide oléique. L'huile issue de ces variétés intéresse leur industrie agroalimentaire, notamment pour les fritures. Mais ces variétés n'ont pas débouché sur le marché français où notre industrie agroalimentaire impose de plus hautes teneurs en acide oléique, afin de pouvoir réaliser des huiles composées de valeur alimentaire constante.

L'offre en matière de tournesols oléiques a progressé depuis deux ans avec l'arrivée de variétés peu sensibles au phomopsis et résistantes au mildiou. Leurs niveaux de rendements peuvent atteindre ceux des variétés conventionnelles.

Avec l'évolution des connaissances en nutrition, la recherche d'un équilibre entre acides gras offre un débouché intéressant pour l'huile de tournesol oléique. Pauvre en acides gras saturés et riche en vitamine E, cette huile, qui résiste bien à la friture, intéresse l'industrie agroalimentaire. Le marché des variétés oléiques est aujourd'hui évalué à 10 % du marché total du tournesol.

Depuis 4 à 5 ans les nouvelles variétés inscrites ont énormément progressé en terme de rendement et de tolérance aux maladies. Elles révèlent notamment de bons comportements en matière de résistance au mildiou, au sclérotinia et au phomopsis.

Les variétés oléiques recouvrent aujourd'hui deux marchés distincts :

- les variétés à très hautes teneurs en acide oléique : 90 % et plus, destinées à l'industrie,
- les variétés à hautes teneurs en acide oléique : 70 à 80 %, destinées à l'industrie agroalimentaire.

La teneur en acide oléique semble gouvernée par trois gènes (dont un gène de régulation). Les sélectionneurs recherchent à présent des marqueurs moléculaires fiables afin de pouvoir introduire plus facilement les trois gènes dans des variétés. Par ailleurs, l'utilisation de tels marqueurs permettrait d'avoir l'information plus tôt et d'éviter en partie les analyses en acides gras.

D'autres débouchés envisageables

Certains programmes de recherche explorent de nouveaux débouchés pour la culture de tournesol. La sélection de variétés dotées de fortes teneurs en acide linoléique ou en acide stéarique est, par exemple, tout à fait envisageable. Mais, même si les débouchés existent, les demandes de l'industrie ne sont pas encore clairement définies et les filières de production ne sont pas encore en place.

Avec l'évolution de la nutrition, l'industrie agroalimentaire est de plus en plus demandeuse de matières premières à haute valeur ajoutée ou bien dotées de qualités technologiques. Il pourrait, dans les années à venir, y avoir un marché pour des huiles dotées de qualités nutritionnelles, bénéfiques pour la santé. Ces huiles pourraient être obtenues à partir de variétés de tournesol présentant des profils en acides gras particuliers.

Certains programmes menés en Espagne, concernent des variétés de tournesol riches en acide stéarique et palmitique afin de substituer ces huiles aux graisses animales ou à l'huile de palme. Une augmentation du taux d'acides gras saturés provoque en effet un accroissement de la densité de la matière grasse, notamment recherchée pour simplifier le processus de fabrication de la margarine.

L'huile de tournesol étant très riche en vitamine E, l'ASSEDISO* a lancé un programme destiné à évaluer la variabilité des hybrides en matière de production de vitamine E.

La sélection de variétés de tournesol riches en phytostérols, un facteur de protection contre les effets du cholestérol, est également à l'étude.

*ASSEDISO : Association interprofessionnelle du développement des semences du Sud Ouest

La culture in vitro, pour gagner du temps dans les programmes

Le sauvetage d'embryons est souvent utilisé par les sélectionneurs pour gagner du temps sur le développement d'une plante de tournesol. Il permet d'obtenir deux générations en deux mois et demi, contre cinq mois au champ.

Le sauvetage d'embryons peut également être utilisé lors de croisements interspécifiques avec des *Helianthus* sauvages. Il a notamment été utilisé pour accéder à des gènes de résistance aux maladies.

Le développement des marqueurs moléculaires

La recherche de marqueurs moléculaires aide à mieux connaître la génétique des caractères importants afin d'optimiser l'efficacité des programmes de sélection.

Les sélectionneurs privés ont uni leurs compétences et leurs moyens afin de pouvoir entreprendre d'ambitieux travaux, tels que la cartographie du tournesol initiée en collaboration avec l'INRA. La première phase, intégrant également le GEVES*, a démarré en 1990. La carte obtenue comprend plus de 150 marqueurs (de type RFLP). La deuxième phase de travaux, à laquelle a participé le CETIOM, a concerné la recherche de marqueurs de résistance au sclérotinia et au phomopsis. La troisième phase, avec à nouveau la collaboration du GEVES, a démarré en 1997. Elle s'est fixée comme but le développement d'outils microsatellites (des marqueurs moléculaires ADN) sur le tournesol.

L'une des applications majeures des marqueurs moléculaires est **la conversion de variétés** pour un caractère recherché. Cette méthode, des back-cross assistés par marqueurs (associée à la culture d'embryons), permet d'obtenir une variété convertie en l'espace de 2 ans au lieu de 8 ans par les méthodes traditionnelles. Concrètement, le marqueur permet de repérer rapidement, au sein d'une descendance, les plantes qui ont intégré le gène de résistance au mildiou et qui présentent par ailleurs un génome proche de la lignée initiale.

L'autre application majeure des marqueurs moléculaires est **le repérage d'un caractère spécifique**. Un marqueur de résistance à une maladie, par exemple, peut permettre de repérer les plantes intéressantes et éviter ainsi le déploiement d'un test phytopathologique. Les analyses moléculaires ont l'avantage de pouvoir être réalisées à longueur d'année, à la différence d'une évaluation au champ du niveau de tolérance d'une variété. Les marqueurs moléculaires peuvent également aider à **évaluer la variabilité des ressources génétiques disponibles**. Ils permettent en effet de classer les lignées en fonction de leurs profils moléculaires. Pour obtenir des croisements à l'origine d'hybrides performants il faut en effet croiser des lignées parentales les plus distincts possibles afin d'optimiser les phénomènes d'hétérosis. Les marqueurs peuvent ainsi aider le sélectionneur à mieux choisir les lignées à combiner entre elles. L'utilisation des marqueurs moléculaires reste une technique coûteuse à mettre en œuvre. Mais cette panoplie d'outils permettra au sélectionneur d'éclairer ses décisions et de gagner du temps dans les programmes.

La transformation génétique pour des débouchés spécifiques

La transformation génétique est aujourd'hui bien maîtrisée chez le tournesol. Elle pourra apporter des solutions intéressantes dans l'avenir.

Même s'il n'y a pas de variétés transgéniques en France, de telles variétés existent dans d'autres pays. Ainsi, des variétés résistantes au sclérotinia ont été obtenues par cette voie aux Etats-Unis. De même, des tournesols résistants à des attaques d'insectes sont cultivés en Argentine.

*GEVES : *Groupe d'Étude et de contrôle des Variétés et des Semences*

Plusieurs autres domaines d'application seraient susceptibles de faire appel à la transformation génétique :

- l'enrichissement du tournesol en méthionine et en lysine pour améliorer la qualité des tourteaux destinés à l'alimentation animale,
- la production d'acides gras destinés à l'industrie (huile à plus de 90 % d'acide oléique et acides gras à longues chaînes).
- la production de pectines méthylées utilisables en tant qu'additif alimentaire ou pour la fabrication de plastiques.

Une large biodiversité à exploiter et à préserver

A la découverte de nouveaux gènes

Le tournesol a la particularité d'avoir de nombreux parents à travers le monde avec lesquels il peut être croisé. Afin de découvrir de nouvelles réserves de gènes intéressants, certains travaux concernent la **caractérisation de pools interspécifiques**. Il s'agit de rechercher, au sein de populations, des gènes agronomiquement intéressants. L'INRA de Montpellier assure les croisements des espèces sauvages du genre *Helianthus* avec les espèces cultivées et les descendants peuvent à leur tour être croisés avec des espèces cultivées. Cette descendance peut être exploitée dans des programmes de sélection et constitue un nouveau réservoir de gènes.

Préserver les ressources génétiques

Le recherche de caractères intéressants passe aussi par la préservation des ressources disponibles via la constitution de collections de variétés. Afin d'assurer cette entreprise titanesque, chaque sélectionneur assure la multiplication annuelle d'au moins 200 plantes. Ils restituent des échantillons à l'INRA de Clermont-Ferrand qui assure leur conservation dans des chambres froides.

*Avec seulement 20 années de recul, la sélection du tournesol est jeune. Les progrès génétiques déjà accomplis, notamment en termes de rendement et de résistance aux maladies, montre le dynamisme des sélectionneurs qui ont fait de la France le premier sélectionneur mondial de tournesol. Ce résultat est bien-sûr lié à la performance des entreprises mais il est également le fruit des travaux menés en communs par l'ensemble des acteurs de la filière oléagineuse. Grâce aux efforts de concertations, d'échanges et de partenariats, la sélection du tournesol s'est dotée d'outils performants. Marqueurs moléculaires, carte génétique de l'espèce, collection d'*Helianthus*... la sélection nationale a plus d'un atout dans son jeu pour relever les défis à venir et augmenter la rentabilité de la culture du tournesol en France.*

Pour tous renseignements complémentaires :

CETIOM (Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux Métropolitains)

Emmanuelle MESTRIE

Centre de Grignon - BP4 78850 Thiverval - Grignon

Tél : 01 30 79 95 00 – Fax : 01 30 79 95 90

AMSOL

20, rue Bachaumont – 75002 PARIS

Tél : 01 53 00 99 30 – Fax : 01 53 40 74 10

www.amsol.asso.fr

PROLEA

12, avenue George V – 75008 PARIS

Tél : 01 40 69 48 80 – Fax : 01 40 69 49 86

www.prolea.com