

Pourquoi améliorer les plantes cultivées ?

FICHE **QUESTIONS SUR...** n° S01-02-01

Mots clés : # production végétale - # besoin alimentaire - # rendement - # mécanisation - # résistance maladie - # résistance insecte - # adaptation climat - # respect environnement - # qualité

Depuis son apparition lors du Néolithique (il y a près de 10 000 ans), le but de l'agriculture a toujours été de produire suffisamment pour mieux nourrir l'homme, tant sur le plan quantitatif que qualitatif. Aujourd'hui, le but de l'agriculture est encore de produire pour mieux nourrir l'homme, mais en cherchant à limiter les intrants (engrais, pesticides, eau), afin de mieux respecter l'environnement et en permettant une adaptation au changement climatique.

Les populations végétales naturelles, ou résultant de la domestication, ne permettent cependant pas toujours de répondre à ces exigences.

En général, les plantes de grande culture :

- ne permettent qu'une assez faible production,
- peuvent être mal adaptées à leurs conditions de culture, ou être sensibles à différents agresseurs,
- n'ont pas nécessairement les qualités requises pour les diverses utilisations des produits des récoltes.

Le but de l'amélioration génétique des plantes est alors de corriger ces défauts par le développement de populations améliorées et reproductibles, appelées variétés.

Produire mieux afin de mieux nourrir le monde

L'agriculture doit être suffisamment productive afin de nourrir la population de la planète, qui ne cesse de croître.

Au niveau mondial, la production agricole a heureusement augmenté un peu plus vite que le nombre de personnes à nourrir : essentiellement grâce à l'augmentation des rendements, la production en calories disponibles pour l'alimentation de l'homme a été multipliée par 3 entre 1961 et 2011, alors que la population de la planète a été multipliée par 2,3, passant de 3,1 milliards à plus de 7 milliards de personnes (données FAO). L'incidence a été une augmentation du nombre de calories par personne et une diminution de l'importance des famines.

Cependant :

- il y a toujours près d'un milliard de personnes sous-alimentées en calories ;
- aujourd'hui, on constate un ralentissement dans la progression du nombre de calories disponibles par personne.

Pourtant, la population mondiale va encore fortement augmenter et passer à 9,6 milliards de personnes en 2050. Aussi, selon la FAO, afin de répondre aux besoins futurs en tenant compte des changements des modes alimentaires (augmentation de la consommation de viande dans les pays qui en consomment peu aujourd'hui), il faudra augmenter d'au moins 60 % la disponibilité alimentaire. Cette progression pourra être atteinte de quatre façons complémentaires :

- la diminution du gaspillage alimentaire, combinée au changement des systèmes alimentaires ;
- la limitation des pertes de potentiel de production au cours de la culture, accompagnée par une forte réduction des pertes post-récolte (surtout au cours du stockage) ;
- l'augmentation de la production, par l'amélioration des techniques culturales ;
- l'augmentation du potentiel génétique de production des variétés cultivées.

Au moins 80 % de l'augmentation devra venir de l'accroissement des rendements, par la combinaison des voies agronomiques et génétiques.

La voie génétique est donc essentielle pour continuer à produire plus en utilisant au mieux les intrants. En outre, l'augmentation de la productivité est aussi une condition pour préserver les espaces naturels, comme les forêts.

Avoir des variétés mieux adaptées à leurs milieux de culture, permettant un meilleur respect de l'environnement

Des variétés résistantes à leurs agresseurs, économes en pesticides

Au niveau mondial, les pertes de potentiel de production dues aux agresseurs des cultures (insectes, maladies, mauvaises herbes) atteignent environ 45 %. La seule suppression de ces pertes résoudrait pratiquement le problème de la disponibilité alimentaire.

La lutte contre les insectes et les maladies (environ 30 % des pertes) peut relever de l'utilisation de pesticides, mais il y a alors les risques de pollutions environnementales et de santé publique ; de bonnes pratiques culturales peuvent aussi contribuer à limiter les dégâts des agresseurs des cultures. Mais, combinée à ces pratiques, la résistance (ou la tolérance d'origine génétique) apportée par l'amélioration des plantes est la protection la plus écologique.

Dans de nombreux pays à agriculture développée, dont la France, la résistance aux maladies a toujours été un critère dans la sélection et la création des variétés. Des progrès importants ont ainsi été réalisés sur différentes espèces ; ainsi :

- Pour le blé tendre, 30 % du progrès en rendement (en l'absence de traitements fongicides) sont dus à l'amélioration de la résistance aux maladies.
- Pour les fruits et les légumes, de nombreux gènes de résistance ont été introduits par croisement ; alors, les variétés résistantes aux maladies :
 - entraînent des économies de fongicides,
 - respectent donc mieux l'environnement,
 - permettent aussi d'avoir des produits plus sains, par exemple avec moins de mycotoxines et moins de traces de produits phytosanitaires.

Comme le changement climatique va encore augmenter la pression des maladies et des insectes, il sera encore plus nécessaire de renforcer la recherche de variétés, avec des résistances moins facilement contournées par les bio-agresseurs.

Des variétés adaptées au climat et utilisant bien l'eau

À côté des agresseurs des cultures, les accidents climatiques peuvent entraîner des pertes dans le potentiel de rendement, ainsi que d'importantes variations de production d'une année à l'autre.

Il faut donc des variétés adaptées :

- d'une part aux basses températures, pour éviter les dégâts de froid, mais aussi pour avoir une croissance à température fraîche avec des semis précoces (cas du maïs),
- d'autre part aux hautes températures et à la sécheresse.

En Europe, ces caractères ont déjà été améliorés chez de nombreuses plantes de grande culture : ainsi, grâce à une adaptation aux basses températures, la culture du maïs (plante d'origine tropicale) a pu se développer au nord de la Loire à partir des années 1955-1960.

Avec le réchauffement climatique, il faut évidemment développer des variétés mieux adaptées aux températures élevées et encore plus tolérantes au stress hydrique. C'est d'autant plus impératif que la pression sur la ressource en eau devient plus critique :

- par l'augmentation des besoins pour l'agriculture elle-même, pour la consommation humaine et pour l'industrie ;
- par le changement climatique,

aussi faut-il mieux utiliser l'eau d'irrigation, en particulier par la mise au point de variétés plus économes en eau ; déjà, les variétés modernes produisent plus pour une même quantité d'eau prélevée, mais avec la mise en œuvre d'outils issus de la génomique, voire des biotechnologies, apparaîtront certainement des variétés encore plus efficaces.

Des variétés utilisant mieux la fumure azotée

L'intensification de l'agriculture s'est traduite par une augmentation de la fumure azotée, conduisant à :

- des pertes de nitrates dans le sol,
- des risques de pollution des nappes phréatiques,
- mais aussi des pertes par dénitrification, menant à des émissions de protoxyde d'azote contribuant à l'émission de gaz à effets de serre (GES).

Afin de limiter les pertes de nitrates, des solutions agronomiques ont été mises en œuvre par un pilotage optimisé de la fumure azotée :

- fractionnement des doses d'azote,
- et apports en fonction des besoins de la plante, comme pour la culture du blé.

Dans le cas de la betterave sucrière, la fumure azotée a pu être pratiquement divisée par deux en 50 ans, sans pour autant pénaliser la progression du rendement. L'amélioration des plantes a aussi apporté des variétés de blé et de maïs qui absorbent mieux l'azote et le valorisent mieux.

Avec des outils récents (comme la sélection assistée par marqueurs et la sélection génomique, voire la transgénèse et l'édition de gènes), le sélectionneur est en mesure de mettre au point des variétés encore plus efficaces pour la nutrition azotée, absorbant mieux l'azote apporté (ce qui limite les pertes de nitrates) et le métabolisant mieux. À moyen terme, il est envisageable d'utiliser des interactions entre la plante et les bactéries du sol, pour conduire à une fixation asymbiotique de l'azote atmosphérique ; la fixation symbiotique chez les plantes non fixatrices (comme le blé par exemple) est à envisager à plus long terme.

Des variétés permettant des économies d'énergie

L'énergie en agriculture peut être une source de pollutions (contribuant aux GES), et devient de plus en plus coûteuse ; il en résulte une augmentation du prix de revient des productions d'une agriculture mécanisée, consommant des intrants coûteux en énergie comme l'azote. Il faut donc aller vers des systèmes de culture économes en énergie, avec des variétés de plantes demandant moins d'intrants énergivores.

Des variétés contribuant à la préservation de la biodiversité chez différentes espèces

La durabilité de l'agriculture passe par la préservation de la biodiversité dans les paysages agricoles, voire dans le champ de l'agriculteur.

Il faut réussir à obtenir simultanément :

- l'augmentation des rendements (produire plus à l'hectare),
- une meilleure utilisation des intrants (produire avec moins),
- et la réduction des impacts négatifs sur l'environnement (produire mieux).

Des systèmes de cultures favorisant la biodiversité peuvent être mis en œuvre avec :

- la culture d'espèces variées,
- et l'utilisation d'interactions positives possibles entre les éléments du système : associations inter et intraspécifiques, rotations avec légumineuses, cultures sous-couvert, association agriculture-élevage.

L'amélioration des plantes peut beaucoup y contribuer par l'amélioration de toute une gamme d'espèces, et par la mise à la disposition de l'agriculteur d'une gamme de variétés à l'intérieur de chaque espèce, adaptées à différentes conditions et différents objectifs.

Pour avoir des variétés adaptées à la mécanisation

L'augmentation de la productivité de l'agriculture passe par la mise au point de variétés adaptées à la mécanisation.

Un exemple net de contribution de l'amélioration des plantes à ce niveau est celui de la betterave : sans la mise au point de variétés monogermes¹, la culture de la betterave sucrière – qui demandait beaucoup de main d'œuvre – aurait complètement disparu. Cette modification a en effet permis la mécanisation de la

¹ Avant l'introduction du gène de monogermie, des glomérules, formés de plusieurs graines soudées entre elles, étaient semés ; il fallait alors démarier manuellement les plantes pour avoir des plantes isolées, ce qui était très coûteux en main d'œuvre. La segmentation mécanique des glomérules a été une solution de transition.

culture, avec un semis de précision et un désherbage chimique, et la mécanisation a bénéficié au confort de l'agriculteur, mais aussi à la baisse des coûts de production ; elle a alors permis à la betterave à sucre de garder une certaine compétitivité par rapport à la canne à sucre : en 1950, un hectare de betteraves demandait environ 60 heures de travail par an, mais à partir de 1980, après le développement des variétés monogermes, il n'en demande plus que 2,5.

Autre exemple : l'amélioration de la résistance à la verse² du maïs. En effet, les vieilles populations de maïs montraient une grande sensibilité à la verse, arrivées à maturité : plus de 50 % des épis tombaient sur le sol avant la récolte ; la récolte manuelle permettait de limiter ces pertes, mais elle était très coûteuse. Avec l'intensification de la maïsiculture, la récolte mécanique s'est imposée, toutefois s'est d'abord traduite par une importante perte de rendement par rapport à la récolte manuelle, de nombreux épis restant au sol ; aujourd'hui, grâce à l'amélioration génétique des variétés, près de 99 % des épis peuvent être récoltés mécaniquement, aussi y-a-t-il de moins en moins de différence entre les rendements des récoltes manuelles et mécanique.

Pour avoir des variétés de qualité

La qualité demandée aux produits de l'agriculture dépend de l'utilisation des plantes : consommation humaine, consommation animale, ou transformation industrielle.

L'amélioration des plantes a porté, et porte toujours, sur les différentes qualités des produits : qualité technologique, qualité nutritionnelle et organoleptique.

Les résultats sont par exemple :

- des variétés de colza donnant une huile sans acide érucique (dangereux pour le cœur) et des tourteaux sans glucosinolates (substances goitrigènes pour les bovins les consommant) ;
- des variétés de blé adaptées à différents types de panification ;
- des variétés de plantes fourragères plus digestibles pour les animaux.

Pour les fruits et les légumes, des progrès importants peuvent être faits sur le plan de la qualité gustative et nutritionnelle, mais leur valorisation nécessitera la modification des circuits actuels de commercialisation, qui actuellement sont en grande partie responsables de la qualité parfois médiocre des fruits commercialisés.

Enfin, le développement de plantes génétiquement résistantes à des maladies ou insectes permettra de diminuer considérablement l'utilisation des produits chimiques, et donc réduira les risques de trouver des résidus de produits chimiques dans les fruits et légumes, ce qui est maintenant une attente forte des consommateurs.

André GALLAIS, membre de l'Académie d'Agriculture de France

octobre 2019

Ce qu'il faut retenir :

Il y a de nombreux caractères à améliorer chez les plantes cultivées. Au cours du temps il en apparaît de nouveaux qui s'ajoutent aux anciens.

D'une façon générale, il faut s'orienter vers des plantes de plus en plus efficaces (économes en intrants), adaptées à toutes les évolutions de l'agriculture, du climat et des demandes des utilisateurs (consommateur et industriel), et de la société pour un meilleur respect de l'environnement.

L'amélioration des plantes contribue, ou peut contribuer, à créer des variétés de plantes répondant de mieux en mieux aux diverses demandes de l'homme quant à son agriculture, son alimentation et son environnement.

Pour en savoir plus :

- André GALLAIS : *Comprendre l'amélioration des plantes. Enjeux, méthodes, objectifs et critères de sélection*, Editions Quae, 2015.

² La verse est un accident de végétation couchant les plantes au sol.