



Soja: sélection, agronomie et production en Suisse

A. SCHORI et R. CHARLES, Station fédérale de recherches en production végétale de Changins, CH-1260 Nyon 1
D. PETER, swiss granum, CH-3011 Berne

@ E-mail: arnold.schori@rac.admin.ch
Tél. (+41) 22 36 34 444.

Résumé

L'introduction du soja dans notre agriculture date de 1988. Cet article décrit les acquis concernant les techniques de culture ainsi que les progrès génétiques obtenus durant ces quinze dernières années. La politique des prix et le soutien à cette culture sont présentés. En tant que culture de diversification, le soja doit pouvoir rester attrayant et compétitif par les efforts conjoints de la politique, de la recherche agronomique et des partenaires de la filière suisse.

Introduction

Le soja (*Glycine max* [L.] Merr.) est probablement originaire du nord-est de la Chine (Mandchourie) et sa domestication, à partir de la forme sauvage, remonterait au XI^e siècle avant J.-C. (HYMOWITZ, 1979).

Le soja revêt une importance mondiale considérable: il représente 57% de la production mondiale d'oléagineux, soit cinq fois plus que le colza ou le coton (SOYSTATS, 2001). Il constitue même la matière première de 68% des farines protéiques consommées dans le monde. L'huile de soja a de nombreux usages alimentaires (huile à salade, margarines, crème à café...) et industriels (additifs de carburant, linoléum...). La lécithine, extraite de l'huile de soja, est un émulsifiant largement utilisé dans l'industrie agroalimentaire.

Les principaux producteurs (Etats-Unis, Brésil et Argentine) ont pour client essentiel l'Union européenne. Chez ces trois plus gros pays exportateurs, les variétés transgéniques représentent respectivement 71, 30 et 97% des surfaces cultivées.

La production européenne, limitée par l'accord de Blair House et par la diminution des aides publiques, n'atteint que 1,2 million de tonnes par an. Le taux de dépendance communautaire est de l'ordre de 95%, comme celui de la Suisse.

Le Parlement européen (STEVENSON, 2002) constate dans un rapport que l'interdiction d'utiliser des farines de viande et d'os aggrave le déficit en protéines végétales. Le consommateur exige une meilleure traçabilité des produits, face à l'importation massive de soja et de tourteaux souvent génétiquement modifiés. Les avantages écologiques importants des oléoprotéagineux sont mis en évidence: plus grande biodiversité, rotation des cultures allégée, bilan azoté équilibré et diminution des intrants notamment. Cultiver des oléoprotéagineux en Europe exprime donc également une volonté politique.

Cet article traite de la contribution suisse dans la sélection, l'agronomie et la production du soja.

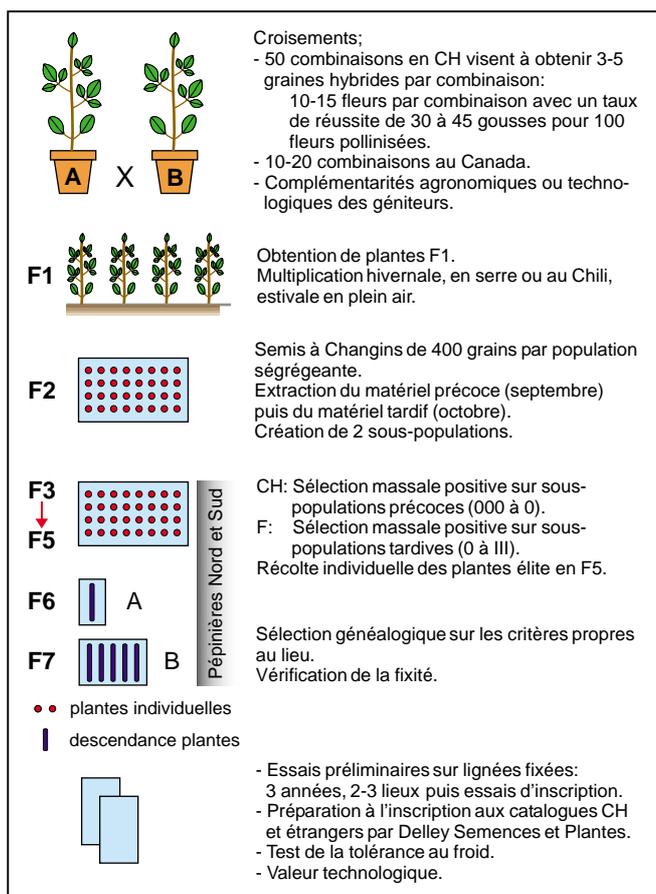


Fig. 1. Schéma de sélection mis en place en 2001.

Bref historique dans notre pays

Les premiers résultats d'essais de culture impliquant notre pays ont été publiés il y a cent vingt-cinq ans déjà. Par le site de Coire (GR), la Suisse participait à une coopération internationale coordonnée depuis Vienne (HABERLAND, 1878). Dès 1969, les travaux d'acclimatation cèdent le pas aux premières études de génétique et d'amélioration à l'Ecole polytechnique de Zurich. Plusieurs séquences d'expérimentation sont entreprises sur le Domaine de Changins entre 1960 et 1980. Les résultats sont plutôt décevants, faute de variétés performantes et surtout bien adaptées au climat du nord des Alpes. En 1981, grâce à un généreux soutien de la maison Nestlé débute à Changins un programme d'amélioration pratique.



En 1988, après plusieurs essais pilotes de validation, cette nouvelle culture est proposée aux agriculteurs. Les facteurs techniques exigeant quelque maîtrise par le cultivateur – région de production et choix de la parcelle, variété, semis et densité, désherbage et parfois irrigation – sont testés afin de soutenir les débuts de la culture du soja dans notre pays. En septembre 2002, l'Office fédéral de l'agriculture décide de garantir les capacités du programme de sélection, répondant ainsi à une demande de l'interprofession. La motivation de ce maintien est proche de celle du Parlement européen: culture de diversification, le soja doit rester attrayant et compétitif par les efforts conjoints de la politique, de la recherche agronomique et des partenaires de la filière suisse.

Sélection et techniques culturales sous contrainte climatique

Les progrès de la sélection ont été notables ces dernières années pour la productivité. L'adaptation au climat, facteur de stabilité, constitue une priorité de la sélection.

Plusieurs exigences climatiques conditionnent la culture du soja et en déterminent l'aire de production: températures fraîches durant la floraison (fin juin-début juillet), longueur du jour, somme minimale de température durant la période de végétation (140-150 jours) et suffisamment d'eau durant le remplissage des grains (mi-juillet à mi-août). On considère qu'une altitude supérieure à 500-550 m selon l'exposition ne convient pas au soja. Les meilleures régions de production sont les sites tempérés les plus bas du Plateau, régulièrement pourvus en eau durant l'été.

Pour une région jugée favorable, le choix de la parcelle obéit aux mêmes exigences climatiques. Il faut une variété précoce pour les parcelles fraîches ou sur des terres particulièrement fertiles, en particulier dans les terres riches en matière organique et les parcelles recevant fréquemment des engrais organiques. De plus, les sols peu profonds sont à éviter dans les régions sèches en été.

La maîtrise technique du soja est relativement aisée. Les développements dans l'amélioration des plantes et les techniques culturales portent sur la maîtrise de la forte plasticité de la plante. Il s'agit notamment de contenir la croissance végétative luxuriante des plantes entre la levée et la floraison, peu propice à la fructification et à la maturation.

Amélioration variétale et essais comparatifs

Le schéma de sélection adopté à Changins pour cette espèce autogame (fig. 1) débute par l'hybridation en serre de plantes cultivées en plein air (fig. 2). Plusieurs combinaisons, de type tardif X précoce, sont réalisées afin d'élargir la base génétique des croisements. Les populations ainsi obtenues sont scindées en deux sous-populations: maturité 000 à 0 et 0 à II. Une sélection massale sur hétérozygotes est exercée des générations F3 à F5 dans deux pépinières distinctes (Suisse et France) (fig. 3) et selon les critères propres au lieu. Les deux années de sélection pedigree qui suivent servent à retenir les lignées les plus performantes (fig. 4). Ces deux générations assurent usuellement une fixité (homozygotie) suffisante pour permettre une expérimentation en parcelles et entrer en sélection conservatrice (fig. 5). Dans le cas contraire, la lignée bénéficie d'une année supplémentaire de fixité. La valeur agronomique est testée durant trois ans dans nos essais préliminaires. Les meilleures candidates sont proposées pour l'inscription au catalogue et à la liste recommandée (fig. 6).

Fig. 2. L'hybridation est délicate à cause de la taille réduite des fleurs. Les dix étamines, rendues accessibles par la suppression des sépales et de la corolle, vont être supprimées pour éviter toute autofécondation. ▷



Fig. 3. La sélection massale est une méthode d'amélioration des populations peu coûteuse et efficace pour les caractères qualitatifs. Les plantes élite sont récoltées en deux phases. ▽



Fig. 4. Vue partielle des pépinières de Changins. Lors de la sélection pedigree, la descendance de chaque plante élite est observée. Seules celles qui répondent aux objectifs sont sélectionnées. ▷



Fig. 5. La sélection conservatrice nécessite des contrôles réguliers de la pureté variétale et de l'état sanitaire. Delley Semences et Plantes puis les établissements multiplicateurs sont chargés de cette étape essentielle à la production de semences de qualité. ▽





Fig. 6. Essai variétal sur soja à la mi-septembre. Trois groupes de précocité se distinguent déjà. L'humidité du grain à la récolte n'est pas un critère suffisant pour juger de la précocité. Une note de maturation est indispensable.

Depuis 1988, environ 120 variétés ont été testées dans le réseau d'essais comparatifs conduit par les stations. Les obtentions actuellement examinées proviennent des travaux de sélection suisses ou canadiens et, pour l'une d'entre elles, d'un obtenteur français. Pour le Tessin, des variétés cultivées en Italie sont également expérimentées. Les tests sont conduits indépendamment de la sélection, sur les domaines d'expérimentation des stations et chez des agriculteurs. Le réseau d'étude variétale comprend quatre ou cinq essais semés par année. Les techniques culturales sont celles de la production intégrée; un essai est aussi conduit sur une exploitation biologique depuis 2001. Les lieux d'essais sont nombreux: Cadenazzo, Changins, Chavornay, Corcelles, Delley, Goumoens, Humlikon, Lindau, Lucens, Monthey, Reckenholz, Saint-Triphon et Zollikofen. Les résultats des tests variétaux permettent à l'interprofession swiss granum d'établir une liste recommandée de variétés publiée au début de chaque année. En 2003 par exemple, huit variétés réparties en trois groupes de précocité figurent sur cette liste (CHARLES et HEBEISEN, 2003). Bien qu'il y ait davantage de variétés tardives, les progrès les plus intéressants de ces dernières années ont porté sur les variétés précoces (fig. 7), rendant la culture du soja plus compétitive dans les conditions climatiques moyennes du Plateau suisse.

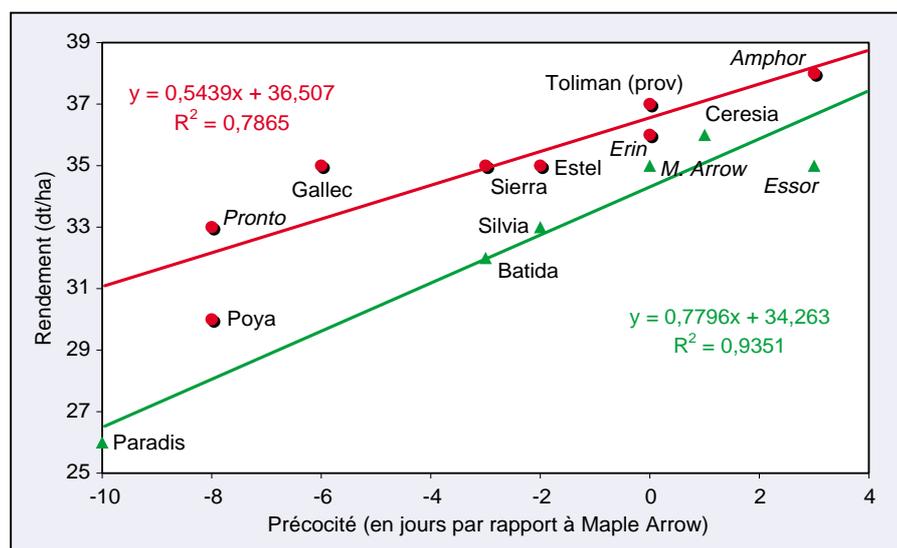


Fig. 7. Relation entre la précocité et le rendement. Variétés anciennement inscrites (triangles) et variétés récentes (1996 ou après). *En italique*: variétés étrangères (résultats du réseau suisse d'inscription 1999-2001). Le progrès de sélection se traduit par le décalage de la droite de régression vers le haut.

Semis et type de croissance

Le semis est entrepris dès mai, comme pour le maïs. Un semis plus précoce n'a pas d'intérêt, même pour la durée de végétation. Un peuplement de 55 plantes par m² (entre 50 et 60 plantes par m²) s'est avéré une densité convenable pour la plupart des situations culturales, avec un interligne de 18 à 50 cm. Un faible interligne (18 à 37,5 cm) est un peu plus avantageux pour le développement des plantes, la couverture du sol et la concurrence face aux mauvaises herbes. Quelques situations exceptionnelles autorisent une densité de semis supérieure, par exemple une variété précoce cultivée dans une région climatique très favorable.

Cette flexibilité du semis repose sur la plasticité de la croissance végétative du soja et sur sa capacité de compensation en cas d'accident. Les plantes perdues en début de végétation sont partiellement remplacées par ramification de leurs voisines; un peuplement réduit après la levée peut ainsi être toléré, mais au minimum 30 plantes par m². La plante dont la jeune tige principale est endommagée (par morsure de lièvres) reporte son développement sur les branches latérales. Une variété mal choisie, une densité trop élevée, un sol trop fertile ou une irrigation mal conduite conduisent à une végétation excessive. L'indice de surface foliaire (surface foliaire par unité de surface sol, LAI) de nombreuses variétés est très élevé. Les feuilles basales, à l'ombre des feuilles supérieures, n'assurent pas une photosynthèse performante, tout en respirant (et consommant) comme les autres. Une canopée trop dense favorise un microclimat humide et peu ventilé propice aux maladies fongiques. Un des objectifs de sélection est ainsi d'obtenir des plantes à petites folioles ovales ou lancéolées (fig. 8). Les isolignées créées à Changins permettront de confirmer ou non les avantages d'une modification de l'architecture de la plante. Les types lancéolés (MANDL et BUSS, 1981) produisent autant que les types classiques, avec généralement des entre-nœuds plus courts et toujours des grains plus petits et plus nombreux (haute fréquence de gousses à quatre grains).

A contrario, une masse foliaire bien fournie permet de supporter jusqu'à 50% de défoliation, soit par la chenille de la vanesse (*Vanessa cardui*, sporadiquement présente dans nos régions), soit par la grêle. Toutefois, cette compensation peut diminuer légèrement le rendement et ralentir la maturation.

Seules les variétés à croissance indéterminée ou semi-déterminée sont cultivées en Suisse. Une variété «déterminée» inter-



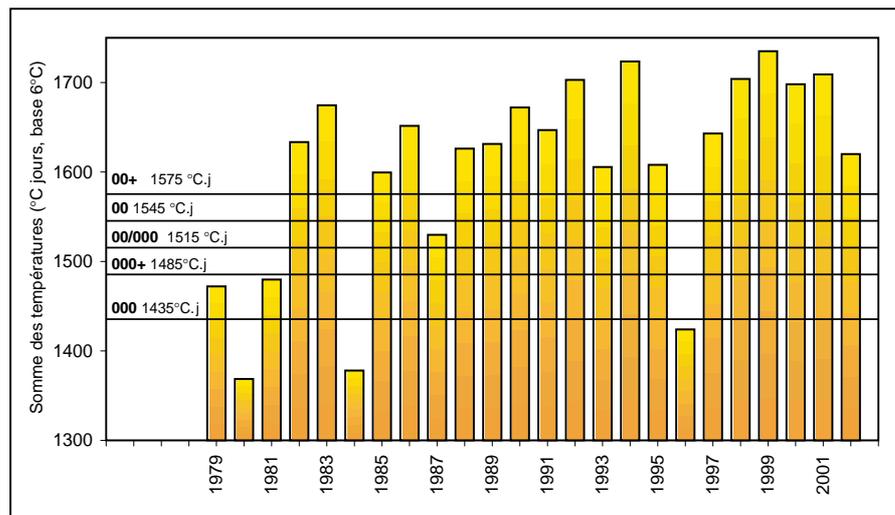
Fig. 8. La variabilité de la morphologie est très vaste dans cette espèce. Ici, une lignée à croissance déterminée présentant une feuille longue et étroite (lancéolée).



◁ Fig. 9. Pour cette variété asynchrone, la floraison du racème central est achevée et les jeunes gousses sont visibles. Les fleurs encore fermées des racèmes latéraux ne sont apparues que dix jours après.

◁▽ Cette variété a au contraire une floraison quasi synchrone des racèmes central et latéraux.

Fig. 10. Cumuls de températures possibles sur le Plateau suisse selon l'année. Période du 5 mai au 15 octobre. Besoin des variétés selon le groupe de maturité. ▽



rompt sa croissance peu après le début de la floraison, au contraire des types indéterminés. Le nombre de nœuds de la tige principale est inférieur et le rendement est surtout assuré par les ramifications. Bien que la durée de floraison soit comparable dans les deux groupes (VIDAL et ASTRUC, 1986), l'expérience acquise en sélection montre que le type déterminé est moins performant dans nos conditions.

Tolérance au froid et floraison

Séparés du centre d'origine mandchou par la mer du Japon, les îles Kouriles, de Sakhaline et le nord d'Hokkaido, au climat frais et humide, sont devenus un centre génétique très important pour le développement des programmes de sélection situés au-delà du 45° degré de LN. Nos travaux ont largement bénéficié des obtentions originales de Swen Holmberg (S), qui a su exploiter ce matériel. Sa variété Fiskeby V a été notre principale source de tolérance au froid.

Les racèmes latéraux (inflorescences) ont un rôle compensatoire important pour la tolérance au froid (SCHORI *et al.*, 1993). Les génotypes à floraison asynchrone – les inflorescences centrale et latérales ne fleurissent pas en même temps (fig. 9) – parviennent à compenser rapidement grâce à ce décalage une chute anormale de fleurs du racème central. Un génotype à floraison synchrone n'a pas cette aptitude et présente davantage de nœuds stériles. La fructification compensatoire contribue à répartir régulièrement la fertilité sur la tige principale et évite la compensation sur les nœuds apicaux, qui retarde la maturation et caractérise, dans notre programme, les génotypes sensibles (SCHORI *et al.*, 1992). La floraison asynchrone, conférant une tolérance au sens large, est génétiquement liée à la pubescence fauve (SCHORI et GASS, 1994). Cette association de caractères explique que la quasi-totalité des variétés précoces cultivées au nord des Alpes et toutes les variétés suisses (tabl. 1) soient à pubescence fauve.

Un autre critère capital définissant la tolérance au froid, au sens strict dans ce cas, a également été décrit à Changins (GASS *et al.*, 1994; 1996): les génotypes tolérants présentent un taux d'abscission inférieur en condition de stress. Ces travaux ont permis de définir les seuils de sensibilité variétale, en inté-

grant durée et intensité du stress par les sommes de froid. Ces seuils sont précieux pour leur valeur explicative et pour le screening variétal.

Longueur du jour et floraison

Malgré ses latitudes d'origine, le soja est classé parmi les plantes de jour court, fleurissant plus rapidement lorsque les jours sont courts ou décroissants. S'il est aisé en amélioration variétale d'adapter la plante à la latitude d'un lieu, cette adaptation ne vaut que pour une zone géographique et latitudinale

Tableau 1. Obtentions suisses de soja, année et pays d'inscription, pour la Suisse: année de mise en culture.

VARIÉTÉ	SUISSE	FRANCE	AUTRICHE	CANADA
Alvia (20312)	1988			
Batida (21141)	1996	1998		
Ceresia (20305)	1988	2000	1991	
Cervin (20009)		1990		
Estel (21432)			2001	
Fuego (21122)			1996	
Gallec (21507)	2002		→	
Idefix (21648)		2002	2002	
Leman (20479)		1986		
Nebraska (20950)			1994	
Nortman (21458)				2000
Orion (21265)		1998		
Paradis (20731)	1992	1991		
Pelvoux (20375)		1990		
Poya (21458)	1998			
Sierra (21430)	1998		2000	
Silvia (20251)	1988			
Toliman (21511)	→	→	→	
21673	→		→	
21679	→		→	
21715	→	→		
21732	→			

→ en cours d'inscription.
La représentation de nos variétés est déléguée à Delley Semences et Plants, qui assure leur maintien et leur multiplication.

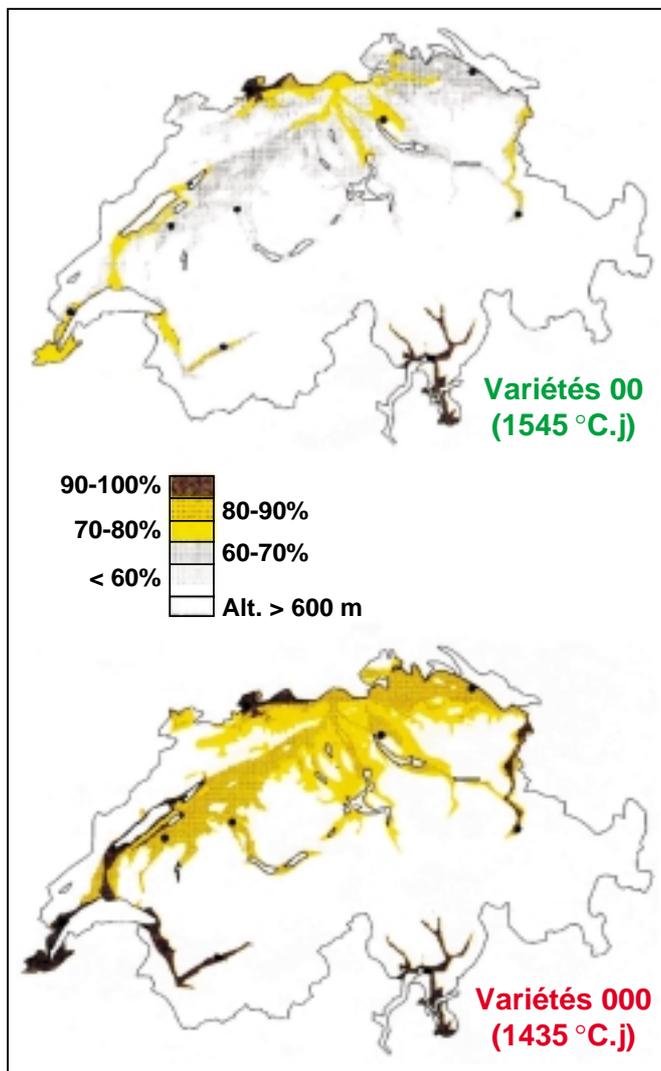


Fig. 11. Fréquence d'obtention de la maturité du soja avant le 15 octobre, selon le groupe de maturité 00 ou 000 pour un semis effectué le 5 mai. Modifié de GASS *et al.*, 1994. Remarquer l'extension de la zone potentielle de culture permise par un gain de précocité de 110 deg.j.



Fig. 12. Nodules de soja. Le grossissement montre la couleur saumonée (leg-hémoglobine), indicatrice d'une symbiose active. Sur les 300 unités d'azote que nécessite le soja pour obtenir 30 dt/ha, les deux tiers sont produits par la symbiose bactérienne.

restreinte, ce qui contraint à implanter les pépinières de sélection dans la zone de culture visée. L'interaction entre la variété et la longueur du jour intervient également dans le choix d'une variété destinée à une seconde culture (date de semis). Six paires de gènes contrôlent la date de floraison et de maturation. Les allèles précoces sont récessifs et agissent de manière additive. Les variétés à poils gris possèdent majoritairement l'allèle tardif E1, ce qui explique aussi la surreprésentation des variétés à pubescence fauve dans notre pays. L'allèle E7, dernier décrit (COBER et VOLDENG, 2001), est également lié à la pubescence.



Somme des températures et durée de végétation

Les sommes de température exigées varient fortement selon la variété. Le classement international des variétés selon leur photo- et thermopériode se base sur treize groupes de maturité (000, 00, 0, I-X). Seuls les deux premiers mûrissent régulièrement sous notre climat. La figure 10 donne le cumul annuel des températures au 15 octobre sur le Plateau suisse. Les exigences des variétés sont matérialisées par les lignes horizontales. Ainsi, une variété très précoce (000) se contentera d'un cumul de 1435 degrés-jours (deg.j) en base 6 °C, alors qu'une variété 00 en nécessitera 110 de plus pour mûrir (1545 deg.j).

Sur vingt-quatre années d'observation, les températures cumulées ne suffisent pas 6 × pour faire mûrir une 00 (probabilité de maturation 75%) contre 3 × pour une 000 (probabilité de maturation proche de 90%). Les cartes élaborées pour la Suisse (fig. 11; GASS *et al.*, 1994) montrent concrètement l'extension de la zone de culture permise par une variété 000 et l'importance de cet objectif de sélection pour notre pays. Quelle que soit la région, le choix de la bonne variété est capital: mieux vaut obtenir dix ans de suite un rendement de 100 que huit fois un rendement de 105.

La précocité n'étant pas suffisante en soi, notre objectif est davantage la *productivité par jour de végétation*. Les progrès de sélection sont matérialisés par le déplacement vers le haut de la droite de régression (fig. 7). La variété Gallec s'y distingue particulièrement, avec un rendement comparable à celui d'une 00 malgré sa grande précocité. Globalement, les efforts de sélection ont élevé le rendement moyen de 3 q/ha sur douze ans, soit un progrès de sélection de 0,75% par an. KUMUDINI (2002) évoque une progression comparable en Amérique du Nord continentale (0,5 à 0,7% par an) et constate que l'amélioration du rendement provient davantage d'une accumulation supérieure de matière sèche totale que d'une augmentation de l'indice de récolte.

Conduite des cultures

Nutrition des plantes

Le soja est une légumineuse dont les racines sont naturellement infectées par une bactérie (*Bradyrhizobium japonicum*). De cette symbiose résultent les nodules racinaires et la fixation de l'azote atmosphérique (fig. 12). L'inoculation permet d'assurer la nutrition azotée dans les parcelles cultivées pour la première fois avec du soja. On considère que le rhizobium du soja peut se maintenir plus de dix ans dans le sol. En expérimentation, nous avons pu observer que l'absence d'inoculation peut abaisser le rendement de 40%, qu'une fertilisation azotée de substitution (180 kg N/ha) réduit la perte de moitié et qu'une inoculation de rattrapage en début de végétation limite les pertes à 10%.



La fumure de fond comprend 56 kg/ha de P_2O_5 et 150 kg/ha de K_2O . Un apport modéré de fumier est possible, mais n'est pas utile en soi pour le soja.

Une fertilisation azotée au semis est conseillée pour certains climats (Canada). Elle est parfois pratiquée à tort dans nos régions, en particulier lors d'un semis précoce dans une terre froide. Dans nos conditions, cette mesure favorise parfois le développement végétatif initial, mais n'apporte aucun gain de précocité, ni de rendement. Elle peut être simplement remplacée par un semis à une date mieux adaptée au site.

Désherbage

Le désherbage, seule intervention phytosanitaire en culture de soja, est important en raison des risques d'enherbement tardif dans cette culture estivale. Les essais (CHARLES et PERLER, 1996) et les expériences de la pratique ont montré que le désherbage chimique est le plus flexible par rapport aux conditions climatiques. Toutefois, les matières actives utilisables sont peu nombreuses et leur spectre d'efficacité juste suffisant. Le binage s'avère parfois un complément utile, mais nécessite de semer avec un interligne approprié. Le désherbage mécanique seul, pratiqué en bio, permet aussi de maîtriser l'enherbement à l'aide de différents outils: la herse-étrille en prélevée, puis la sarcluse à pattes d'oie ou à étoiles. Cette dernière est particulièrement intéressante, car elle permet de déplacer la terre vers le milieu de l'interligne au premier passage et de la butter vers le rang au second. Les interventions mécaniques peuvent être pratiquées jusqu'à un stade avancé de la culture (fermeture des rangs) et se révéler favorables à la fixation de l'azote, en stimulant la vie microbienne par l'aération du sol.

Maladies et ravageurs

Ses faibles surfaces préservent encore cette culture des graves problèmes de maladies. La sclérotiniose, *Sclerotinia sclerotiorum*, qui attaque également le colza, le tournesol et d'autres dicotylédones, est bien présente, notamment au Tessin où elle provoque d'importants dégâts sur les cultures exubérantes (fig. 13). Les variétés précoces, peu feuillues ou résistantes à la verse sont préférables dans ces situations. La sélection de variétés tolérantes est difficile et n'offre pas encore de résultats probants.

Dans les champs de production de semences, la grasse du soja (*Pseudomonas syringae*, fig. 14), le mildiou (*Peronospora manshurica*, fig. 15) et les virozes (virus de la mosaïque, fig. 16) sont particulièrement redoutés: les productions atteintes doivent être déclassées, ces trois maladies étant transmissibles par la semence. Notre matériel présente un bon niveau de résistance au mildiou. Il n'y a pas de ravageurs spécifiques du soja en Suisse; mouche des semis, sitone, limaces, acariens (bord séchard de parcelles) ou chenille de la vanesse posent des problèmes occasionnels.

Irrigation

Le soja dispose de suffisamment d'eau dans la majeure partie des régions. Parfois, l'irrigation se justifie pour assurer la nouaison des fleurs (début juillet), puis le remplissage des grains (mi-juillet/début août). La perte due à un stress hydrique peut être considérable, de l'ordre de 15 dt/ha dans des conditions difficiles (année sèche et parcelle peu profonde dans le bassin lémanique). Les techniques d'irrigation et leurs effets agronomiques ont été étudiés pour nos régions (CHARLES, 1999). L'irrigation doit être limitée aux besoins urgents durant le développement des gousses et des grains.



Fig. 13. Des plantes desséchées sur pied révèlent une attaque de sclérotiniose. Les variétés tardives, de croissance plus exubérante, sont plus sensibles. Une trop forte densité, ou une irrigation mal conduite, favorise la maladie.



Fig. 14. Le mildiou du soja se distingue aisément de la grasse par le mycélium grisâtre visible en début d'attaque au verso des feuilles (*en bas*).



Fig. 15. La propagation de la grasse du soja est favorisée par les orages estivaux. Au verso des nécroses, les colonies de bactéries apparaissent sous forme de taches huileuses, d'où le nom de la maladie. La crispation du limbe est typique de cette maladie.



Fig. 16. Le virus de la mosaïque du soja se distingue par des boursouffures du limbe et, en transparence, par une feuille présentant deux tons bien contrastés de vert. Les plantes atteintes produisent peu de gousses et restent vertes au-delà de la période normale de maturation.

Autres caractères agronomiques

Par élimination systématique du matériel sensible en pépinière, la déhiscence des gousses à maturité ne pose plus les problèmes rencontrés il y a quinze ans. Toutes les variétés finissent néanmoins par libérer leur grain à surmaturité et en conditions de faible hygrométrie. La hauteur d'insertion des premières gousses n'est plus mesurée à Changins. L'amélioration de ce caractère, dans un même groupe de maturité, allonge inévitablement les entre-nœuds et accroît la sensibilité à la verse. Seuls les types présentant un angle d'insertion des ramifications trop ouvert sont éliminés en pépinière. Les gousses laissées sur le champ mécontentent à juste titre le producteur. Rappelons que les performances variétales décrites se rapportent au rendement récoltable mécaniquement, soit au rendement situé au-dessus de la barre de coupe, seul intéressant pour la pratique.

Récolte et qualité

Récolte

Le soja est récolté dès début septembre dans les situations favorables. Au début d'octobre, la maturité maximale est atteinte. Dès lors, chaque occasion de moisson devrait être saisie.

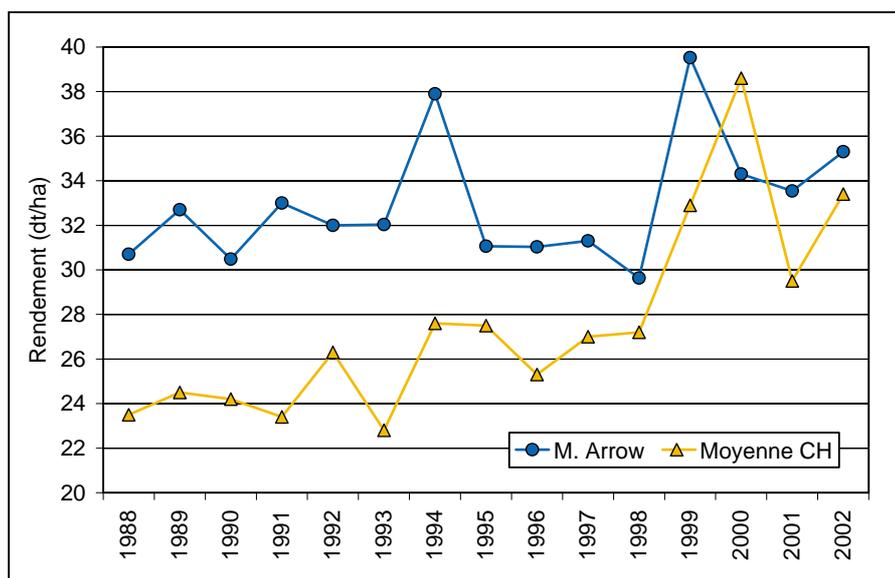


Fig. 17. Fluctuation du rendement du soja selon l'année. Moyennes inter-lieux du réseau d'expérimentation pour la variété M. Arrow et rendements moyens des producteurs suisses.

Retarder la récolte peut entraîner des moisissures sur les grains.

L'évolution des rendements moyens des producteurs suisses (OFAG, 1998; swiss granum, 2002) et du réseau d'essais variétal (pour Maple Arrow, variété 00, très cultivée) souligne l'influence des conditions climatiques de l'année et du site sur la stabilité des performances (fig. 17). De plus, on voit que l'écart entre la pratique et les essais diminue avec l'acquisition des techniques par les producteurs et la concentration des surfaces dans les zones les plus favorables. Durant les dix premières années, les producteurs récoltaient en moyenne 23 à 28 dt/ha sur quelque 2900 ha. Le rendement a exceptionnellement atteint 38 dt/ha en 2000 (1000 ha) et 30 dt/ha en 2001 (500 ha), alors que les conditions économiques se durcissaient et que seules les régions les plus productives cultivaient encore du soja.



Qualité du grain

Des variétés à poils bruns ont un grain dont le pigment du hile a tendance à diffuser sur le tégument, lui donnant un aspect bigarré-marbré. Ce phénomène touche également les variétés à hile dit incolore (BERNARD et WEISS, 1973). La marbrure est souvent associée à tort à une infection virale. Cet inconvénient esthétique n'existe que pour le grain entier en alimentation humaine et n'est actuellement pas éliminatoire dans notre programme.

Le grain contient environ 40% de protéines et 20% d'huile. Des cultivars contenant 48% de protéines sont disponibles pour la pratique et intégrés dans notre programme d'hybridation.

Nous avons développé plusieurs lignées à grain et hile jaune au goût agréable de noisette au lieu du goût herbacé typique et rédhibitoire (pour de nombreux Occidentaux) du soja. Leurs avantages en alimentation humaine et les bases chimiques différenciant ce matériel sont en cours d'analyse, notamment pour vérifier si cette amélioration repose sur l'absence de lipoxygénases. Les travaux de WILSON (1999) montrent que ces enzymes, par l'oxydation des acides gras qu'ils provoquent, pourraient causer ce goût herbacé.

Chez les monogastriques (poulets, porcs), le soja cru inhibe la production de trypsine (une protéase), réduisant la valorisation de la protéine et pouvant provoquer une hypertrophie du pancréas. Ces inhibiteurs sont facilement dégradés par la

chaleur (extrusion, toastage, pressage), permettant au soja d'être la principale source de concentré protéique végétal au monde. Toutefois, le grain entier devrait pouvoir être utilisé sans traitement thermique. Un large screening de matériel effectué à l'Université de l'Illinois (Etats-Unis) a permis la découverte d'un allèle récessif (ti) codant l'absence de l'un des inhibiteurs de trypsine, l'inhibiteur de Kunitz. Les variétés de ce type demandent 25% de chauffage en moins ou peuvent être incorporées non toastées en plus forte proportion (HYMOWITZ, 1991). Quelques croisements incluant cette mutation ont été effectués à Changins.

La principale limite de l'utilisation du grain entier dans la ration des porcs réside dans sa trop forte teneur en huile (PUFA), induisant un gras de mauvaise tenue. Néanmoins, le soja en grain entier convient bien aux truies allaitantes (STOLL, 2001) et aux vaches laitières.



Le soja dans le marché agricole suisse

Le choc de la libéralisation en 2000!

Avec la libéralisation du marché des oléagineux, le prix moyen du soja payé au producteur est passé de 165 CHF/dt en 1999 à 50-55 CHF/dt en 2000 et 2001. Les paiements directs de la nouvelle politique agricole PA 2002 n'ont compensé que partiellement cette forte baisse. Par rapport au colza et au tournesol, dont la chute de prix était un peu moins importante, le soja n'était plus attractif pour les agriculteurs: la production indigène de soja est ainsi passée de 7550 tonnes en 1999 à 3750 en 2000, puis 1250 en 2001.

De plus, depuis début 2000, cette culture a souffert de la mauvaise image liée aux OGM au niveau mondial, qui s'est traduite par une forte chute de la demande pour l'huile de soja dans le secteur alimentaire. En dépit des 3000 tonnes fixées dans le contrat-cadre établi entre l'organisation faîtière des huileries (SwissOlio) et la Fédération suisse des producteurs de céréales (FSPC), seules 1500 tonnes environ ont finalement trouvé un débouché dans ce secteur.

Renaissance en 2002!

Grâce au mandat de prestations pour les oléagineux octroyé par l'Office fédéral de l'agriculture à swiss granum à partir du 1^{er} janvier 2002, les soutiens à la transformation ont été fixés au sein de la branche en fonction de la situation du marché. swiss granum a d'emblée décidé de promouvoir le soja en augmentant à 25 CHF/dt son soutien dans le secteur des huiles alimentaires et en soutenant à raison de 20 CHF/dt le secteur des aliments fourragers qui n'avait jusqu'alors aucun subside.

Le prix du soja pour la récolte 2002 a ainsi été ramené à 72-74 CHF/dt, les autres oléagineux se situant à 80-83 CHF/dt. L'écart de prix qui subsistait devait être compensé par les avantages agronomiques que présente le soja.

D'après les quantités annoncées et planifiées dans le cadre du mandat de prestations sur les oléagineux, la demande totale en soja s'élevait à 7900 tonnes.

Pour y répondre, les producteurs suisses ont pratiquement triplé la surface de soja en 2002 avec une récolte totale d'environ 4000 tonnes, les deux tiers ayant été mis en valeur dans le secteur alimentaire (chiffres provisoires).

Remerciements

Nos travaux profitent de nombreuses collaborations et échanges de matériel avec les universités de Changchun, Mandchourie, d'Ottawa et de Guelph, Canada, l'institut Tokachi, Hokkaido ainsi qu'avec de nombreux sélectionneurs privés et publics. J.-Ch. de Groote, C.-A. Béatrix, L. Stévenin, L. Deladoey et toute l'équipe technique sont remerciés pour leur soutien compétent et constant, ainsi que tous les acteurs de l'expérimentation variétale, en particulier Th. Hebeisen et H.-R. Hunziker de la FAL et R. Jaquière de DSP.

Bibliographie

La liste des références peut être obtenue auprès des auteurs.

Zusammenfassung

Sojabohne: Züchtung, Anbau und Produktion in der Schweiz

Die Sojabohne wurde 1988 in die Schweizer Landwirtschaft eingeführt. Dieser Artikel beschreibt die erhaltenen Anbaukenntnisse und die genetischen Fortschritte in den letzten 15 Jahre. Preispolitik und politische Unterstützungsmassnahmen werden vorgestellt. Als Diversifizierungskultur sollte die Sojabohne durch die Politik, die landwirtschaftlichen Forschung, als auch der schweizerischen Verarbeitungspartner gemeinsam getragen werden, damit diese attraktiv und konkurrenzfähig bleibt.

Mandat de prestations pour les oléagineux en 2003

Pour la récolte 2003, la demande totale en soja indigène a encore augmenté et avoisine désormais les 11 000 tonnes. Les différents partenaires de la filière ont pour objectif d'atteindre au moins les quantités contractuelles totales de 7700 tonnes qui ont pu être attribuées aux agriculteurs par la FSPC via les cantons. Etant donné cette progression de la demande et les quantités encore insuffisantes produites l'année dernière, swiss granum a décidé d'améliorer encore l'attractivité du soja en augmentant le soutien à la transformation de 2 CHF/dt dans le secteur alimentaire et de 4 CHF/dt dans le secteur fourrager. De cette manière, l'écart de prix avec les autres oléagineux devrait être ramené à environ 5 CHF/dt. Pour ouvrir la porte à de nouveaux débouchés, un soutien à la transformation sera aussi alloué pour la fabrication de farine alimentaire et de tofu, ainsi que pour l'extraction ou le pressage d'huile fourragère.

Conclusions et perspectives

- Grâce au mandat de prestations pour les oléagineux soutenu par les autorités et tous les partenaires de la filière, la culture du soja a pu être relancée en Suisse. La production de cette culture offre une marge brute compétitive ainsi que de nombreux avantages agronomiques et environnementaux. Pour la transformation, la demande est soutenue et l'origine suisse, avec le concept d'assurance qualité mis sur pied par la filière, constitue un atout indéniable.
- Il est donc important que les agriculteurs s'engagent en faveur du soja pour satisfaire les besoins du marché. A ce titre, la sélection suisse a aussi un rôle important à jouer pour l'avenir. Les dernières variétés obtenues montrent déjà les importants progrès accomplis à la fois en matière de précocité et de productivité. Le matériel génétique disponible convient même à certains marchés spécifiques (qualité tofu ou alimentaire, richesse en protéines, etc.). Souhaitons au soja le même succès que le maïs, il y a une vingtaine d'années.

Summary

Soybean: selection, agronomy and production in Switzerland

The production of soybeans has started in Swiss agriculture in 1988. This article describes the knowledge acquired in the cropping system and the progress in breeding. The price policy and the political support for this crop are also presented. As crop used to diversify our agriculture, soybean production should remain attractive and competitive through concerted efforts by policy makers, agronomical research and partners of the production line in Switzerland.

Key words: soybean, breeding, yield, earliness, cold tolerance, cultural practices, price policy.

Riassunto

La soia: selezione, agronomia e produzione in Svizzera

La soia è stata introdotta nella nostra agricoltura nel 1988. Questo articolo tratta delle esperienze acquisite nell'ambito delle tecniche di coltura, ma anche dei progressi ottenuti nel miglioramento genetico durante questi ultimi 15 anni. Ci sono presentati la politica dei prezzi e il sostegno politico per la coltura. Come coltura di diversificazione, la soia deve rimanere attrattiva e competitiva attraverso delle iniziative coordinate tra politica, ricerca agronomica e tutti i partner nella catena di produzione svizzera.