

## Généralités

- Période de végétation : mai à septembre-octobre (140-150 jours).
- Climat chaud et humide, jusqu'à 500-550 m d'alt. selon l'exposition (zones très favorables au maïs grain).
- Sensible aux basses températures pendant la floraison (< 15° C) → avortement.
- Culture exigeante en eau dès la floraison (juillet).
- Le soja fournit 20 à 40 kg d'azote à la culture suivante grâce aux résidus laissés par la fixation symbiotique.

## Type de sol

Convenant le mieux	Acceptable	A éviter
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Profond</li> <li>• Mi-lourd</li> <li>• pH 6,5 à 7,5</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mi-profond</li> <li>• Lourd</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pH &lt; 5,0 ou &gt; 8,0</li> <li>• Superficiel, léger, caillouteux</li> <li>• Humifère, tourbeux</li> </ul>

## Rotation (valeur agronomique, sans prise en compte de la flore adventive)

	Très bon	Moyen	Inadéquat
<b>Culture précédente</b>	Céréales, pommes de terre (suivie d'un engrais vert), maïs.	Prairie temporaire, colza, tournesol.	Légumineuses.
<b>Culture suivante</b>	Céréales, pommes de terre, maïs, betterave.	Prairie temporaire, tournesol.	Légumineuses.

- Fréquence de retour : 1 an sur 4.
- Maximum 25 % d'espèces sensibles à la sclérotiniose dans la rotation (soja, tournesol, pois protéagineux, lupin et surtout colza). Eviter, au cours de la rotation, des engrais verts contenant l'une de ces espèces en grande quantité.
- Dans les sols bien fournis en azote, il est préférable de mettre en place un engrais vert sans légumineuses avant le soja (éviter le ray-grass, repousses difficiles à contrôler), sinon l'associer à une graminée (avoine, seigle, triticale) ou à une crucifère.
- Le soja nécessite une bonne structure du sol. Eviter tout dégât au sol depuis la récolte de la culture précédente jusqu'à la mise en place du soja. Choisir des modes de destruction et d'incorporation selon le développement du couvert et le matériel disponible : broyage si forte biomasse, roulage en période de gel, déchaumages superficiels, labour. En travail réduit, attacher une importance à la qualité de la destruction et de l'incorporation des résidus végétaux.

## Choix de la parcelle

Deux critères interviennent dans le choix de la parcelle :

- **Disponibilité en eau** : préférer des parcelles avec une bonne rétention en eau ou pouvant être irriguées. Un bon approvisionnement en eau est nécessaire de la floraison jusqu'à la fin du remplissage du grain. Un stress hydrique à cette période peut provoquer des baisses de rendement.
- **Salissement de la parcelle** : choisir des parcelles peu infestées par les adventices. Si forte présence de mauvaises herbes, des pertes de rendement et des difficultés de récolte peuvent survenir. Les graines de soja peuvent également être tachées par les fruits de certaines adventices (morelle noire) et entraîner des déclassements (alimentation humaine).
- **Forte minéralisation d'azote** : éviter les parcelles avec forte minéralisation d'azote ; les quantités élevées d'azote libérées par le sol de ces parcelles vont favoriser la prolifération des mauvaises herbes et la verse du soja. Exemple : les parcelles sur lesquelles il y avait une prairie temporaire de longue durée l'année précédente ou les parcelles sur lesquelles il y a eu du fumier de poules l'année précédente.

## Préparation du sol

- En profondeur : sol structuré afin de permettre un bon enracinement.
- En surface : sol affiné (légèrement motteux) et aéré pour permettre une levée rapide et homogène, et bien nivelé pour faciliter le désherbage et la récolte.

<b>Labour</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sol lourd : en automne.</li> <li>• Sol moyen : en automne (de préférence) ou au printemps.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sol battant ou à faible structure : 3 semaines avant le semis.</li> </ul>
<b>Travail réduit du sol</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A privilégier en cas de conditions sèches au printemps (augmente la rétention d'eau)</li> <li>• Le sans labour est possible, mais avec des faux semis répétés car la technique peut être délicate pour la lutte contre les mauvaises herbes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En cas de stock grainier important, il est avantageux de procéder à un labour superficiel avec une charrue déchaumeuse.</li> <li>• Le soja se prête bien au semis sous litière.</li> </ul>
<b>Lit de semences</b>	Reprise du labour : privilégier les outils à dents moyennement profondes (vibroculteurs et herses). Eviter les passages successifs en sols battants.	

## Inoculation

- L'inoculation des semences est indispensable (*Bradyrhizobium japonicum*).
- L'utilisation de semences déjà inoculées est déconseillée. Pour les parcelles où le soja revient tous les 4-5 ans, l'utilisation de semences déjà inoculées est théoriquement possible, mais déconseillée car l'efficacité de l'inoculum est inférieure à une inoculation juste avant semis.
- Protéger les bactéries du soleil, de la chaleur (stockage à moins de 25° C) et de l'eau chlorée. Pour garantir une bonne efficacité, respecter impérativement les instructions données par les fabricants (mode d'emploi du produit).
- La durée entre l'inoculation des semences et le semis ne doit pas dépasser quelques heures. Moins il se passe de temps entre l'inoculation et le semis, mieux c'est.
- L'apport d'une fumure azotée peut altérer le développement de l'inoculum.
- Les produits destinés à l'inoculation du soja ne figurent pas sur la liste des intrants bio, mais leur utilisation n'est pas soumise à autorisation.

## Semis

<b>Objectif de peuplement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Après désherbage mécanique : 55-60 plantes/m<sup>2</sup> pour les variétés mi tardives (00) et 60-65 plantes/m<sup>2</sup> pour les précoces (000).</li> <li>• Chaque désherbage mécanique (agressif) peut provoquer une perte de plantes de 1 à 2 %. En prendre compte et semer 70 à 80 graines par m<sup>2</sup>.</li> </ul>
<b>Période de semis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entre le 10 et 20 mai.</li> <li>• Possible entre le 1 et 10 mai si la parcelle est orientée Sud et avec un microclimat plus doux.</li> </ul>
<b>Profondeur de semis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 à 4 cm (possible jusqu'à 4-5 cm en sols légers).</li> </ul>
<b>Interligne</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 30-50 cm (selon la sarleuse à disposition).</li> <li>• 50 cm si sarleuse étoile ou à doigts.</li> <li>• Attention : interligne étroit ne permettant pas de sarcler.</li> </ul>
<b>Variétés</b> (Liste recommandée 4.1.3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Précocité et maturité : choix variétal adapté à la zone culture.</li> <li>• Soja destiné à l'alimentation humaine : choix des variétés avec l'acheteur.</li> <li>• Préférer des variétés précoces (moins de risques en cas d'automne humide).</li> </ul>

- Semer dans un sol suffisamment réchauffé (température du sol > à 10° C) pour favoriser un démarrage rapide des plantes.
- Plutôt retarder le semis que semer dans de mauvaises conditions.
- Les semis tardifs (dès le 20 mai) retardent la maturité en automne et causent des frais élevés de séchage.
- Pour limiter les risques de pertes à la levée, semer lentement (pas plus de 6 km/h).

## Fertilisation

- Le soja fixe l'azote de l'air grâce aux rhizobiums (bactéries) dans ses nodosités. Il n'est donc pas nécessaire d'utiliser des engrais de ferme ou des engrais organiques du commerce pour la nutrition azotée.
- A titre indicatif, les normes de fumure des PRIF 2017 sont de : 30 kg de P (71 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 121 kg de K (147 kg de K<sub>2</sub>O) et 15 kg de Mg à l'hectare. Les besoins sont généralement couverts par la fumure organique apportée aux cultures précédentes.
- Les apports d'engrais de ferme directement sur le soja ne sont pas conseillés, car ils retardent la maturité. Sur des sols très pauvres ou très sablonneux, on peut tout de même apporter en début de végétation 15 t/ha de fumier composté.
- Il est possible d'ajouter un peu de compost de déchets verts avec un rapport C :N élevé avant la préparation du lit de semences, afin de fixer un peu l'azote présent dans le sol et de freiner ainsi la croissance des mauvaises herbes.

## Irrigation

- Le besoin total en eau du soja se monte à environ 500 mm. Le besoin principal se situe de la floraison au grossissement des grains.
- Les besoins en irrigation peuvent atteindre 200 mm dans les meilleurs sols et 300 mm dans les sols légers, selon la sécheresse. L'apport par arrosage est de 20-30 mm. Attendre 4 jours entre chaque arrosage pour limiter les maladies fongiques.
- Le premier arrosage ne doit pas survenir trop tôt, sinon la végétation est favorisée au détriment des grains :
  - En sols superficiels : dès les premières fleurs (début juillet).
  - En sols profonds : 10-15 jours après les premières fleurs (mi-juillet).
- Le dernier apport d'eau ne devrait pas se faire après la mi-août.

→ Si risque de sclérotiniose : éviter une humidité constante dans le peuplement. Apporter une plus grande quantité d'eau par arrosage et espacer les apports (tous les 10-15 jours au lieu d'une fois par semaine).

## Maîtrise des adventices

- La maîtrise des adventices est un des éléments clés de la réussite économique du soja.
- Durant les 6 à 8 premières semaines de croissance ainsi qu'en fin de cycle, le soja n'est pas compétitif face aux adventices.

### Mesures préventives et remarques

<b>Choix de la parcelle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eviter les parcelles avec un stock grainier important (morelle, chénopode, renouée, amarante, liseron, millets).</li> </ul>
<b>Rotation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eviter les précédents « cultures d'été » (même flore adventice); ou si conditions favorables.</li> <li>• Alternier 2 cultures de printemps suivies de 2 cultures d'automne en mettant le soja comme première des deux cultures de printemps/été.</li> </ul>
<b>Déchaumage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Après la récolte : déchaumer précocement en été pour éviter la grenaison des mauvaises herbes du précédent (un à deux passages).</li> <li>• Pour détruire des adventices à des stades bien avancés : privilégier les déchaumeurs à socs larges et plats ou les cultivateurs à dents rigides.</li> </ul>
<b>Labour</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Profondeur 20 cm, efficace contre les graminées annuelles, moins contre les dicotylédones de printemps (amarante, chénopode...) fréquentes dans le soja.</li> </ul>
<b>Faux semis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plusieurs faux semis impératifs sur les parcelles avec stock grainier important.</li> </ul>

## Stratégies de désherbage

- Un à trois faux semis à commencer 2 à 3 semaines avant le semis et répéter l'opération tous les 7 à 10 jours. Attention à ne pas trop dessécher le sol.
- Semis régulier pour favoriser une levée homogène et faciliter les interventions précoces.
- Avant le hersage, contrôler la profondeur des plants de soja dans le sol : les plantules doivent encore être à 2-3 cm de la surface du sol pour ne pas être blessées ! Régler les dents de la herse de manière à ce qu'elles ne touchent pas les plantules de soja.
- **Au stade crochet, le soja est très sensible ! Eviter toute intervention !**
- Au stade cotylédon, le soja est relativement sensible. En principe, aucun passage ne devrait être effectué à ce moment.
- Si nécessaire, avancer à vitesse réduite et avec un réglage peu agressif (étrille).

Désherbage manuel : dès la fermeture des rangs ! En priorité les chénopodes, amarantes, renouées et morelles noires qui peuvent colorer la récolte. Ne devrait pas dépasser 25 heures/ha si l'année n'est pas trop humide et si le désherbage mécanique (aussi sur la ligne) a été réalisé correctement.

- Semer dense et n'ayez pas peur d'arracher quelques plantes de soja lors des premiers désherbages mécaniques.
- Les adventices (amarantes, chénopodes, renouées) qui échappent aux premiers désherbages recouvrent parfois le soja avant la récolte !



La sarcluse à doigts a une très bonne efficacité sur la ligne. Dégâts aux plantes si réglage non optimal.



Morelle noire (toxique) : ses graines colorent le soja et le rendent impropre à la fabrication de tofu.

## Désherbage mécanique du soja: utiliser quelle machine à quel moment?

**Désherbage en prélevée avec herse étrille:**

- L'agressivité des dents va dépendre de la profondeur de semis.
- En conditions sèches, semis à 4-5 cm, réglage agressif.
- Dans de bonnes conditions, semis à 2-3 cm pour une levée rapide et homogène, passage risqué, réglage peu agressif.

Semis	Germination (BBCH 05)	Levée	1 <sup>ère</sup> paire de feuilles (BBCH 10)	Croissance (BBCH 32)	Floraison (40-60 cm)
					

### Désherbage sur toute la surface

Herse-étrille	8-12 km/h ●●● MH < 1-2 cm	3-8 km/h ●●● MH < 1 cm	2-3 km/h ●● MH < 1 cm	3-5 km/h ●● MH < 1 cm	5-8 km/h ●●● MH 1-3 cm	6-12 km/h ●●●● MH < 3 cm	Si plantes jeunes: rouler lentement pour ne pas les recouvrir.
Houe rotative	10-20 km/h ●●●● MH < 1 cm	10-20 km/h ●●●● MH < 1 cm	6-10 km/h ●●● MH < 1 cm	10-15 km/h ●●●● MH < 1 cm	10-20 km/h ●●●● MH < 1 cm	10-20 km/h ●●●● MH < 1 cm	Si plantes jeunes: rouler lentement pour ne pas les recouvrir.
Herse-étrille rotative	8-12 km/h ●●●● MH < 1-2 cm	3-4 km/h ●●● MH < 1 cm	2-6 km/h ●● MH < 1 cm	4-6 km/h ●●● MH < 1 cm	8-10 km/h ●●●● MH < 1-2 cm		Intéressant sur sols caillouteux, ne bourse pratiquement pas.

### Désherbage entre les lignes

Sarcluse à socs	3 km/h ●●● *	3 km/h ●●● *	3 km/h ●●● *	3 km/h ●●● MH < 5 cm	5 km/h ●●● MH < 10 cm	5-10 km/h ●●●● MH < 10 cm	Si plantes jeunes: avec disques de protection; dans cultures avancées, butter.
Sarcluse étoile					3-6 km/h ●●● MH < 10 cm	3-6 km/h ●●● MH < 10 cm	Travailler à max. 5 cm de profondeur; dans cultures avancées, butter.

### Éléments supplémentaires pour le désherbage sur la ligne

Bineuse à torsion			3 km/h ●●● MH < 1-2 cm	3-6 km/h ●●● MH < 2-3 cm	3-6 km/h ●●● MH < 2-3 cm		Idéal en combinaison avec herse-étrille ou sarcluse.
Bineuse-butteuse		3 km/h ●●● *	3-5 km/h ●●● *	3-6 km/h ●●● MH < 2-3 cm	5-7 km/h ●●●● MH < 2-3 cm	5-10 km/h ●●●● MH < 5 cm	Recouvrir les mauvaises herbes sur la ligne. Non idéal si cailloux.
Sarcluse à doigts		3 km/h ●●● *	3-5 km/h ●●● *	3 km/h ●●● MH < 2-3 cm	5 km/h ●●● MH < 2-3 cm	5-10 km/h ●●●● MH < 5 cm	Ne pas utiliser avant le stade BBCH 10.

MH = mauvaises herbes (Hauteur resp. taille en cm)

\* Un seul (et unique) léger buttage de la ligne est possible, du semis au stade 1<sup>ère</sup> paire de feuilles. La ligne de semis doit être identifiable.

**Intervention:** ■ Facile, optimale ■ Relativement facile ■ Avec précaution ■ A éviter/pas réalisable!

**Réglage de la machine, agressivité des dents:** ● peu aggressive ●●● très aggressive

Sources: CETIOM, AGRIDEA, consultation d'experts

## Maladies et ravageurs

MALADIE	RAVAGEUR
<p align="center"><b>Sclérotiniose</b> <i>Sclerotinia sclerotiorum</i></p>	<p align="center"><b>Vanesse</b> <i>Vanessa cardui</i></p>
 <p>A. Schori, Agroscope</p>	 <p>A. Schori, Agroscope</p>
<p><b>Symptômes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dessèchement des plantes en phase de pleine croissance/floraison.</li> <li>• Duvet blanchâtre sur tiges et gousses, aussi présent dans les tiges et gousses.</li> <li>• Sclérotés noirs (2-5 mm) sur et/ou dans tiges et gousses.</li> </ul>	<p><b>Description et symptômes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chenille: poilue, noire avec des taches, stries et soies jaunes.</li> <li>• Feuilles jaunissantes, en forme de goutte.</li> <li>• Morsures et perforations du limbe par les chenilles.</li> <li>• Présence de fils de soie qui réunissent les restes de folioles pour en faire un abri pour les chenilles.</li> </ul>
<p><b>Facteurs favorables à la maladie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cultures denses et/ou versées.</li> <li>• Humidité persistante du feuillage.</li> <li>• Rotation avec plusieurs plantes hôtes comme le colza, le tournesol ou les légumineuses.</li> <li>• Sol lourd.</li> </ul>	<p><b>Facteurs favorables au ravageur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bonnes conditions de vol de migration depuis le sud de l'Europe en juin.</li> </ul>
<p><b>Mesures préventives</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Max. 25 % d'espèces sensibles dans la rotation.</li> <li>• Interligne large (35 à 50 cm).</li> <li>• Variétés résistantes à la verse.</li> <li>• Si arrosage: espacer les irrigations.</li> <li>• Désherbage efficace (limite un microclimat humide).</li> </ul>	<p><b>Mesures préventives</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aucune.</li> <li>• Surveiller le peuplement dès début juin.</li> </ul>
<p><b>Importance économique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pertes importantes en cas d'attaque (jusqu'à 15 dt/ha).</li> </ul>	<p><b>Importance économique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les années très chaudes, des dégâts plus ou moins importants peuvent survenir.</li> <li>• Les années « normales », le soja supporte bien l'attaque.</li> </ul>
<p><b>Lutte directe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aucune.</li> </ul>	<p><b>Lutte directe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aucune.</li> </ul>
<p><b>Autres maladies</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• D'autres maladies peuvent être visibles sur le soja, mais elles sont généralement sans conséquences économiques.</li> <li>• Il n'existe aucun moyen de lutte directe à leur rencontre.</li> </ul>	<p><b>Autres ravageurs</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parmi les autres ravageurs, la mouche des semis, les acariens et les limaces posent parfois des problèmes très localisés.</li> <li>• Il n'existe aucun moyen de lutte directe contre la mouche des semis et les acariens.</li> </ul>

## Récolte

- Peu avant la moisson, examiner votre parcelle et repérer les zones susceptibles de pénaliser, voire de faire rejeter la marchandise livrée, en vue de mettre à part une partie éventuelle de la récolte.
- Récolter quand les graines sont libres et sonnent dans les gousses : elles sont sphériques et peu rayables à l'ongle. La plupart des feuilles sont alors tombées : l'humidité de la graine se situe entre 14 et 16 % (taux d'humidité courant pour la récolte à la moissonneuse batteuse).
- Contrairement aux céréales, les graines de soja peuvent réabsorber l'eau en cas de conditions humides. Toute réhumidification de la culture après la maturité réduit donc la qualité des graines.
- A partir de la mi-octobre, les cultures ne sèchent plus. C'est pourquoi pour les sojas alimentaires il vaut mieux récolter trop tôt que trop tard ! Pour le soja fourrager, il vaut la peine d'attendre si le beau temps persiste, afin d'éviter des frais de séchage.
- Eviter de récolter aux heures les plus chaudes de la journée.
- Les gousses peuvent également éclater si le temps est sec (1 grain perdu par plante = 100 kg de grains perdus par hectare).
- Conditions de prise en charge : humidité du grain 11 % (en général besoin de séchage). La teneur idéale à la récolte est de 12-14 % pour le soja fourrager et 16 % pour le soja alimentaire. Les grains sous 13 % sont susceptibles de se briser à la récolte.
- La récolte des premières gousses (10 à 12 cm) se fera d'autant mieux que le sol aura été bien nivelé lors du semis et qu'il n'y a pas de trop grandes buttes produites lors du dernier sarclage (1 gousse non récoltée par plante = 300 kg de grains perdus par hectare).
- La récolte doit être livrée le plus rapidement possible, sinon être ventilée ou séchée (s'organiser avec l'acheteur).
- En cas de périodes de mauvais temps annoncé, on peut déjà récolter à 20 % d'humidité.
- Si le soja est très versé, faire en sorte que la batteuse travaille toujours face aux plantes versées.
- Rendement moyen de 20 à 28 dt/ha trié et séché.
- Coordonner la récolte et la date de livraison avec l'acheteur.

## Particularités du soja pour l'alimentation humaine

Les exigences de qualité pour le soja destiné à l'alimentation humaine (par ex. tofu) sont supérieures à celles pour l'huile alimentaire de soja (très peu utilisée en Suisse).

- La récolte doit être propre, sans taches dues à des mauvaises herbes ou moisissures. Un maximum de 5 % de grains verts est toléré.
- Livraison impérativement à un centre collecteur spécialement équipé pour trier le soja destiné à l'alimentation humaine.
- Eviter de trop butter la culture car, en plus du risque qu'elles ne soient pas récoltables, les gousses du bas seraient salies et la récolte pourrait ainsi être refusée.
- Veiller à ce que la batteuse soit absolument propre (= en particulier libre de grains de maïs ou de tournesol) avant le début du battage. Les grains de maïs et de tournesol ne peuvent pas être séparés des grains de soja. S'il y a des grains de maïs et tournesol dans le soja, le soja sera déclassé en soja fourrager.
- Les lots très sales en raison de la présence de restes de mauvaises herbes doivent être livrés au centre collecteur le jour même de la récolte et nettoyés immédiatement, afin que l'humidité des mauvaises herbes ne se transmette pas au soja.
- Avant la récolte, éliminer tous les tournesols et les morelles noires présentes dans la culture.
- Si la parcelle est envahie par les morelles noires, il faut les arracher manuellement (parce qu'elles donnent une couleur au grain) et les sortir de la parcelle :
  - soit en début d'automne, avant la récolte ;
  - soit pendant la récolte (il faut être au moins deux personnes). Arracher les morelles noires sur une largeur de battage juste avant le passage de la moissonneuse, et jeter les morelles juste à côté sur la surface déjà récoltée. Idéal si beaucoup de morelles, mais nécessite une bonne coordination avec le chauffeur de la batteuse.

## Commercialisation

- Deux canaux de commercialisation : alimentation humaine (en général sous contrat) ou animale.
- Le soja pour l'alimentation humaine est nettement mieux payé (~2 fois prix d'achat du soja pour l'alimentation animale), mais les exigences qualité sont supérieures.
- Si la qualité alimentaire n'est pas atteinte, la récolte part dans le canal fourrager.

Suivre les informations de saison disponibles sur [www.bioactualités.ch](http://www.bioactualités.ch)