

Généralité

Le maïs :

- est gourmand en éléments fertilisants;
- met bien en valeur l'azote organique;
- est un fourrage de qualité.

Type de sol, climat

Sol

Favorables	Défavorable
<ul style="list-style-type: none"> • Profond; bien structuré; riche en éléments nutritifs. • Limons sablonneux. • Régulièrement approvisionné en eau. • pH entre 6 et 7,5. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lourd à humidité stagnante. • Très séchard. • Lent à se réchauffer au printemps. • Limons battants.

Climat

Le maïs aime les climats chauds : c'est une plante tropicale. En Suisse, il est cultivé sur le plateau jusqu'à 750 m environ (voir " zones de cultures " ci-dessous).

Le maïs est un grand consommateur d'eau. Il consomme la moitié de l'eau dont il a besoin pour sa croissance durant la période allant de trois semaines avant à trois semaines après la floraison. Un manque d'eau à ce moment là se traduit par une chute de rendement.

Zones de cultures

- 1 = Très favorables : bassin lémanique, les meilleures régions de la Broye et du Seeland, Chablais vaudois et valaisan.
- 2 = Favorables : reste de la vallée du Rhône, plaine de l'Orbe, vallée de la Broye, rives de Neuchâtel, Basse-Ajoie, plaine de Delémont.
- 3 = Moyennes : tout le Plateau suisse, sauf régions élevées, Haute-Ajoie.
- 4 = Marginales : régions élevées du Plateau : env. 750 m d'altitude pour le maïs d'ensilage et 650 m pour le maïs grain.

Place dans la rotation des cultures

Précédent

- Très bon : légumineuses, seigle, épeautre, pomme de terre, légumes de plein champ.
- Bon : orge, triticales, prairie temporaire, luzerne, oignons.
- Moyen : blé, avoine.
- Difficile : soja, tournesol, betterave (favorisent la flore adventice du maïs - amarante, millet, galinsoga, chénopodes, morelles).

Fréquence de retour : 1 an sur 2 (idéal : intervalle de 5 ans minimum entre 2 maïs).

La place du maïs dans la rotation est déterminée par ses besoins en azote élevés. Une bonne solution est de le placer après une légumineuse ou une prairie artificielle ou une dérobé/engrais vert avec légumineuse.

Préparation du sol

Veiller à obtenir une structure meuble et grumeleuse et favorisant une levée régulière de la culture, ce qui facilite les interventions contre les mauvaises herbes (herse étrille, sarclage, brûlage).

Faire un faux semis si possible 1-2 semaines avant le semis.

Type de sol	Lourd	Limoneux à sablonneux (battant)	Moyen à lourd à léger, facile à travailler
Labour	Automne	Printemps	Indifférent
Lit de semence		Sol légèrement mottu	

Semis

Variétés, densité	Voir 4.1.2 Maïs - Variétés
Epoque de semis	Fin avril à mi-mai
Profondeur de semis	4 à 6 cm
Température du sol	≤10°C à 5 cm de profondeur
Interligne	~75 cm (adapté au parc machines)

Semer environ 10 jours plus tard par rapport au conventionnel pour favoriser une installation rapide et faciliter la maîtrise des mauvaises herbes.

Densité de semis

	Maïs grain	Maïs ensilage
Variétés précoces à mi-précoces	9 gr./m ²	10 pl./m ²
Variétés mi-tardives	8 gr./m ²	9 pl./m ²

En cas de mauvaises conditions de semis ou de lutte contre les adventices avec la herse étrille, il faut augmenter la densité de 1 plante/m².

Choix des variétés

Les spécificités suivantes sont particulièrement importantes pour la culture.

- Une variété avec une bonne vigueur au départ permet de mieux se prémunir contre les vers fil de fer, limaces et surtout de concurrencer les mauvaises herbes.
- Choix d'une variété précoce pour garantir la maturation; les variétés précoces utilisent mieux l'azote organique.
- Le choix d'un maïs d'ensilage doit se baser sur la teneur en matière sèche (MS) et en matière organique digestible (MOD).
- Voir fiche 4.1.2 (liste variétale 2007).

Fumure

Le maïs met particulièrement bien en valeur les engrais organiques, mais ceci dépend quand même du précédent cultural.

- Faire un apport de lisier (dilué 1 :1, 20-30 m³/ha) ou de fumier de bovins (20-40 t/ha) au moment de la préparation du sol ou du lit de semence.
- Préférer un apport de fumier avant le semis ou de lisier au stade 2-6 feuilles (meilleure assimilation de l'azote).
- L'épandeur à tuyaux souples ou d'autres machines spéciales sont particulièrement bien adaptés pour les apports de fumure dans le maïs. Les apports de purin ne doivent pas dépasser 25-30 m³/ha par apport.
- L'utilisation de lisier dilué 1:1 à 1:2 ou de lisier aéré évite de brûler les plantes et minimise les pertes d'azote sous forme gazeuse.
- Les apports de lisier peuvent être effectués jusqu'à ce que la plante mesure 50 cm.

Rendement

Le rendement varie fortement selon l'endroit et l'année. Dans des régions favorables, le rendement moyen se situe autour de 100-140 dt de matière sèche par ha pour le maïs ensilage, et 60-80 dt de matière sèche par hectares pour le maïs grain.

Possibilités d'intervention avec les moyens mécaniques et thermiques

Herse étrille	<ul style="list-style-type: none"> • En prélevée (si la profondeur de semis est exacte et avec une faible pression des dents) possible jusqu'à ce que le maïs soit à 2 cm de la surface. • Dès stade 3 feuilles (herser dès le milieu de journée, lorsque la plante est plus souple; rouler doucement avec faible pression des dents). • Possible jusqu'au stade 6-10 feuilles.
Sarcluse à socs	<ul style="list-style-type: none"> • Du stade 3-4 feuilles (sans disques de protection) à la limite du passage du tracteur. • Buttage au dernier passage.
Sarcluse étoile	<ul style="list-style-type: none"> • Du stade 3-4 feuilles à la limite du passage du tracteur. • Buttage au dernier passage (permet un meilleur buttage que les sarcluses à soc). • Moins efficace que sarcluse à socs en sol caillouteux.
Sarcluse à dents de vibroculteur	<ul style="list-style-type: none"> • Les vibrations des dents et le réglage de la hauteur des disques de protection permet de maîtriser les adventices présentes également sur la ligne dès le 1^{er} sarclage. • Buttage au dernier passage.
Houe rotative	<ul style="list-style-type: none"> • Entre stades 3 et 5 feuilles. • Plus le maïs est grand et plus il faut rouler vite (10-20 km/h).
Désherbage thermique	<ul style="list-style-type: none"> • Brûlage sur le rang en prélevée (possible si la profondeur de semis est régulière). • Combinaison sarclage de l'inter-rang et brûlage à partir du stade 5-6 feuilles du maïs (brûleurs en quinconce dirigés à la base des plantes).

Stratégies de désherbage

- Un à deux faux semis.
- Semis pas trop tôt pour favoriser une installation rapide et faciliter la maîtrise des mauvaises herbes.
- Semis régulier pour favoriser une levée régulière et faciliter les interventions précoces (mécaniques ou thermique).
- Variété avec bonne vigueur au départ.

Herse étrille + sarcluse à socs/ à dents de vibroculteur

- Herse étrille en prélevée puis entre les stades 2 feuilles et 5 feuilles.
- Sarclage au stade 4-6 feuilles (sans disques pour mettre un peu de terre sur les adventices le long de la ligne).
- Sarclage avec buttage en limite de passage du tracteur.

Herse étrille + sarcluse étoile

- Herse étrille en prélevée puis entre les stades 2 feuilles et 5 feuilles.
- Sarclage à 4-6 feuilles avec léger buttage.
- Sarclage entre 6-8 feuilles et la limite de passage du tracteur avec buttage.

Sarclage pur (sarcluse à socs, sarcluse étoile ou sarcluse à dents de vibroculteur)

- 1^{er} sarclage au stade 2-4 feuilles du maïs (avec disques de protection de la ligne).
- 2^{ème} sarclage à 4-6 feuilles avec léger buttage (si nécessaire).
- 3^{ème} sarclage à 8-10 feuilles avec buttage.

Désherbage thermique

- 1 ou 2 passages de herse étrille entre les stades 2 feuilles et 5 feuilles ou désherbage thermique en prélevée jusqu'au stade 1 feuille (brûlage sur la ligne).
- Combinaison sarclage de l'interligne et brûlage à partir du stade 5-6 feuilles du maïs (brûleurs en quinconce dirigé à la base des plantes).
- Si besoin, un sarclage avec buttage en limite du passage du tracteur.

Pyrale (*Ostrinia nubilalis*)

Symptômes	<ul style="list-style-type: none"> • Sciure à l'aisselle des feuilles. • Tiges cassées.
Facteurs favorisant le ravageur	<ul style="list-style-type: none"> • Tiges et déchets de récoltes ni hachés et ni enfouis. • Environnement à forte densité de maïs grain. • Altitude inférieure à 650 mètres.
Mesures préventives	<ul style="list-style-type: none"> • Eviter maïs sur maïs. • Faucher bas et broyer les pailles de maïs grain sitôt après la récolte. • Enfouir les résidus de récolte par un labour propre avant fin avril.
Seuil d'intervention	<ul style="list-style-type: none"> • Maïs grain : 20% des plantes attaquées l'année précédente. • Maïs ensilage : 40% des plantes attaquées l'année précédente.
Lutte directe	<ul style="list-style-type: none"> • Lâcher de trichogrammes au début de la ponte.

Vers fil de fer (*Agriotes ssp*)

Les vers fil de fer s'attaquent aux racines et aux grains en germination du maïs dans les sols lourds et humides.

Symptômes	<ul style="list-style-type: none"> • Racines et bases des racines perforées ou rongées.
Facteurs favorisant le ravageur	<ul style="list-style-type: none"> • Terres riches en matière organiques. • Prairies : le risque augmente avec la durée des prairies temporaires. • Risque important 2 à 3 ans après un retournement de prairie (rompue).
Mesures préventives	<ul style="list-style-type: none"> • Travail du sol en condition sèche et dès que possible en été après récolte du précédent. • Favoriser le démarrage rapide de la culture. • Pas de culture de maïs 2-3 ans après une ancienne prairie temporaires. • En cas de problème, ne cultiver du maïs qu'après 2 ans de céréales et une dérobée.
Lutte directe	<ul style="list-style-type: none"> • Aucune.

Chrysomèle des racines de maïs (*Diabrotica virgifera*)

Ce coléoptère ressemblant à un criocère s'attaque aux soies des épis de maïs, ce qui perturbe la fécondation (diminution du nombre de grains par épis), mais les dommages les plus importants sont causés par les larves qui rongent les racines (alimentation des plantes réduite et mauvais enracinement au sol). La femelle dépose ses œufs aux pieds des maïs, qui deviendront des larves au printemps suivant et se développeront que si elles y trouvent des racines de maïs. Les problèmes liés à cet insecte sont donc évités par la rotation.

Symptômes	<ul style="list-style-type: none"> • Racine rongées (mauvaise alimentation et risque de verse).
Mesures préventives	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de culture de maïs après du maïs.
Lutte directe	<ul style="list-style-type: none"> • Aucune.

En cas de découverte de chrysomèle des racines du maïs :

Annnonce obligatoire de la présence de l'insecte à la Station Phytosanitaire cantonale.

- Dans une zone ou rayon de 5 km autour du foyer :
 - interdiction de récolter et transporter du maïs hors de la zone avant le 1^{er} octobre;
 - laver soigneusement toutes les machines avant de quitter le périmètre.
- Dans une zone ou rayon de 10 km autour du foyer :
 - interdiction de cultiver du maïs deux années de suite sur une même parcelle.

Corneilles

Mesures de préventions

- Diminuer l'attractivité des cultures en recouvrant proprement la semence et en évitant de laisser des grains en surface. (Eventuellement rouler maïs risques de croutage). Attention, les engrais de ferme peuvent attirer les corneilles.
- Laisser si possible un intervalle d'un à deux jours entre le hersage et le semis.
- Permettre une levée rapide de la culture : éviter les semis trop précoces; semer dans un sol réchauffé.
- Semer plus profond (en sol moyen à lourd : 5-6 cm ; en sol lourd : 4-5 cm)
→ permet un meilleur ancrage des plantes, mais retarde la levée du maïs ;
- Informer les gardes chasse des dégâts de corneilles afin d'envisager une action.

La corneille est un animal très intelligent qui s'habitue vite à une mesure de lutte. Seule la combinaison de plusieurs mesures de lutte à un effet durable.

Moyens de lutte

Efficacité observée

- | | |
|---------------------------------------|----------------|
| • Ballons gonflés à l'hélium | 1-2 semaine |
| • Corneilles tirées et suspendues | quelques jours |
| • Plumes d'oiseau au sol | quelques jours |
| • Epouvantail classique | peu efficace |
| • Détonation (canon à vigne, pétards) | quelques jours |

Maïs-grain à sécher

Récolte

- Teneur en eau du grain :
 - moissonneuse-batteuse; 30-35%(70-65% MS);
 - cueilleur-égrenneur : 35-40%(65-60% MS).
- Conditions de prise en charge pour prix de base :
 - teneur en eau maximale : 14%;
 - corps étrangers : tolérance max. 0.5%, limite max 1%;
 - impuretés : tolérance max. 3%, limite max 4%;

Conservation : Séchage artificiel

- Amener rapidement le grain à 14% d'eau (86% MS).
- Le séchage est réalisé par convection forcée d'air chaud à travers une masse de grain. Lorsqu'on envoie de l'air chaud sur du grain humide, on constate les phénomènes suivants.
- Réchauffement du grain, de sa température initiale à la température de vaporisation de l'eau (28 à 30°C environ).
- Température air chaud : 60°C.
- Débit spécifique air chaud : 3000 m³/heure par m³ de grain.

Maïs-épis (cribs)

Récolte :	- Teneur en eau du grain (MS) : 40-45% (60-55% MS)
	- Cueilleur-épanouisseur (corn-picker) : 40-45%(60-55% MS)
Conservation :	- Séchage en cribs

Maïs-grain humide ou maïs à ensiler

Récolte :	- Teneur en eau du grain:	- Grain humide :35-45%(65-55% MS)
		- Epis à ensiler :40-45%(60-55% MS)
Conservation	- Par ensilage: broyage nécessaire; agent d'ensilage non nécessaire	

Maïs plante entière

Récolte

Le stade de récolte optimal (stade pâteux) est déterminé par l'état de maturité des épis, respectivement des grains. Il est atteint lorsque la teneur en matière sèche des épis se situe entre 50 et 60%. A ce stade, les nutriments importants comme l'amidon ont atteint leur concentration maximale et la plante entière présente une teneur en MS de 30 à 35%.

Ensilage

- Hacher finement (brins 0.4 à 0.8 cm, tous les grains doivent être entaillés).
- Assurer un remplissage rapide et un bon tassement : si l'on est arrêté pour cause de mauvais temps, couvrir de suite avec un film plastique.
- Sitôt après la fin de la récolte, fermer hermétiquement le silo.

Agents d'ensilage

- Il existe de nouveaux agents d'ensilage à base de bactéries lactiques, compatibles avec l'agriculture biologique (Bonsilage CCM®, Lalsil fresh LB®, Sila-Bac Stabilizer®).
- L'utilisation d'un agent d'ensilage à base de bactéries lactiques n'a pas d'effet contre les postfermentations.
- Les agents d'ensilage utilisés doivent figurer sur la "liste des intrants autorisés en agriculture biologique".

Comment déterminer l'humidité du grain

Au coup d'ongle

Au stade grain pâteux-dur, le grain s'écrase difficilement mais se raye encore avec l'ongle, la récolte peut commencer. Au stade vitreux, le grain est dur et ne se raye plus. La teneur en MS de la plante entière est supérieure à 35%.

A titre indicatif, l'évolution de la matière sèche de la plante augmente de 4 à 5% en conditions très favorables, par tranche de 10 jours et d'environ 2% lorsque l'automne est froid.

Par le laboratoire

- Cueillir une dizaine d'épis représentatif du champ.
- Enlever les spathes, partager les épis en deux et égrener les premiers rangs du centre pour chaque moitié d'épi
- Mettre 1 à 2 poignées de grains dans un cornet en plastique, fermer ce dernier hermétiquement et l'envoyer à un laboratoire (école d'agriculture, station fédérale, etc.).
- Répéter l'échantillonnage après 10 jours en fonction de la réponse du laboratoire.

A la maison

- Cueillir une dizaine d'épis représentatif du champ
- Enlever les spathes, partager les épis en deux et égrener les premiers rangs du centre pour chaque moitié d'épi
- Peser les grains le plus précisément possible ($P_{initial}$).
- Faire sécher les grains dans le four, thermostat réglé sur 110°C, en les répartissant sur du papier sulfurisé. Faites attention à ne pas brûler les grains ni à les charbonner, sans quoi les résultats seront faussés.
- Après 2 heures environ repeser les grains desséchés (P_{final}).
- Faites le calcul suivant pour déterminer le pourcentage d'eau :

$$MS (\%) = P_i - \frac{P_i}{P_f} * 100$$

Sous-semis

Le maïs se prête bien à la technique du sous-semis, car la jeune plante se développe lentement, l'interligne est grand et les plantes élevées. Ce procédé diminue l'érosion et le lessivage, améliore la structure et la portance du sol, et évite les pertes d'azote après la récolte.

- Hauteur du maïs pour le sous-semis : 15-20 cm.
- Dans les régions sèches, le sous-semis doit être semé plus tard pour ne pas concurrencer la culture principale.
- Le sous-semis peut être effectué soit à la main, soit avec un semoir à engrais, soit avec un semoir à céréales dont les socs sont relevés.
- Au moment du semis, les plantes de maïs doivent être sèches pour que les graines ne collent pas aux plantes.
- La disponibilité en eau au moment de l'installation du sous-semis est déterminant pour la réussite de l'opération

Mélanges recommandés pour le sous-semis

Zone	Mélange	Quantité
Zones sèches	Trèfle blanc + Dactyle	200 g/a
Autres zones	Trèfle blanc + Raygras anglais	200 g/a