

La culture biologique du maïs

TECHN'ITAB
c é r é a l e s

Le maïs s'accommode bien des techniques de l'agriculture biologique tant que la culture est bien maîtrisée et que les conditions pédo-climatiques sont favorables. Les résultats technico-économiques sont par ailleurs encourageants lorsque la conduite de la culture est correctement menée.

S'il n'est pas certain que les prix du marché se maintiennent au niveau actuel, cette culture nous paraît promise à un bel avenir à l'horizon des cinq ans, vu le développement des élevages, notamment de monogastriques (volailles, porcs).

Cette fiche a pour objectif d'apporter les principaux éléments techniques susceptibles d'assurer la réussite de la culture.

Place dans la rotation

La monoculture du maïs ne correspond pas au principe de production en agriculture biologique.

Même si l'expérience prouve qu'il est possible de faire succéder à lui-même le maïs, il est préférable d'appliquer un intervalle minimum de 5 ans pour éviter l'épuisement, le salissement et la destruction des sols, donc de garantir de bons résultats économiques sur le long terme.

Le maïs s'implante souvent après un protéagineux d'hiver (féverole, pois), une céréale à paille, une prairie temporaire. Dans ce dernier cas, il faut assurer un retournement précoce du couvert dans de bonnes conditions d'ensoleillement et de température pour diminuer les risques d'attaque de taupins.

Eviter les précédents crucifères et toutes cultures de printemps favorisant la flore adventice du maïs comme les chénopodes, amarantes, morelles...

Choix des variétés

Quatre critères sont à privilégier en agriculture biologique :

• La précocité

Il faut trouver un compromis entre précocité (sécurité de récolte) et rendement, pour chaque situation pédo-climatique donnée. Une récolte tardive compromet souvent la culture suivante

et le fonctionnement biologique du sol ; il est donc risqué de choisir des variétés trop tardives. La bonne valorisation du maïs bio permet de compenser la baisse de rendement liée au choix de variétés précoces.

• La vigueur

Choisir des variétés vigoureuses au départ est capital en agriculture biologique ; cela permet de se prémunir en partie des attaques de parasites (limaces, taupins, mouches...), des intoxications ammoniacales, des carences en zinc et surtout de la concurrence des adventices.

• La résistance aux maladies et aux insectes

La sélection variétale actuelle répond aux principaux problèmes posés par les maladies courantes (fusariose, kabatiellose, helminthosporiose, anthracnose, pourriture bactérienne du collet, verse, charbon des inflorescences, ...). Dans les zones à risques, ces variétés doivent être privilégiées.

Le recours aux variétés génétiquement modifiées (OGM) pour résister à la pyrale est interdit. Par contre, on dispose de moyens de lutte biologique (les trichogrammes) de plus en plus utilisés par l'ensemble des maïsiculteurs, notamment les semenciers.

• La résistance à la sécheresse

Elle conditionne pour une grande partie, la régularité des rendements, quel que soit le contexte pédo-climatique.

Compte tenu du nombre important de variétés existantes et de la nécessité de régionaliser le choix variétal, nous ne pouvons pas reprendre l'ensemble des variétés dans cette fiche. Nous vous invitons à vous référer au catalogue variétés et aux résultats d'essais variétés de votre région.



Origine des semences

Les semences doivent être issues de la multiplication sur des parcelles conduites en agriculture biologique. Si la variété souhaitée n'existe pas en production biologique, le règlement CEE 2092/91 permet par dérogation jusqu'au 31 décembre 2003 l'approvisionnement en semences conventionnelles non traitées.

Le règlement européen impose aujourd'hui une garantie d'absence d'OGM (organismes génétiquement modifiés) dans les graines de maïs.

Le seul moyen en 2000 de garantir cette absence d'OGM est de réaliser une analyse " PCR " sur le lot de semences destinées à être implantées. Actuellement en France, seules quelques variétés de maïs OGM sont autorisées, et très peu sont cultivées. De plus, les semences utilisées en France proviennent pour une grande partie du territoire français ; la probabilité de rencontrer des semences OGM est beaucoup moins importante que pour la culture du soja.

Préparation du sol

La préparation du sol est identique au système conventionnel ; les interventions se pratiquent sur sol ressuyé dans l'objectif d'obtenir un sol meuble à structure grumeleuse.

Une levée hétérogène rendrait difficile des interventions de désherbage mécanique (herse étrille, bineuse).

La reprise est faite par la technique du faux semis, très employée en agriculture biologique. Elle consiste à préparer le sol de façon superficielle (environ 5 cm) pour faire germer les adventices et les détruire dès qu'elles ont germé, par un nouveau travail du sol 2 ou 3 semaines plus tard. Le matériel utilisé est souvent un vibroculteur combiné avec des rouleaux cages.



Herse étrille dans le maïs (O. Durant)

Le semis

Concernant la densité de semis, il n'y a pas de remarques particulières à faire, sinon se conformer aux préconisations AGPM - ITCF.

En revanche, il est primordial de semer dans des conditions optimales d'humidité et surtout de températures du sol (> à 10° C), de manière à assurer une levée rapide et régulière des graines. Si les conditions ne sont pas favorables (sol froid et excessivement humide), il vaut mieux retarder la date de semis, quitte à choisir une variété plus précoce.

Les semis s'effectuent en moyenne, début mai pour les variétés précoces (indice 280 à 350) en zone Nord et mi-mai pour les variétés plus tardives (indice 400 à 500) en zone Sud.

La largeur du semoir doit être en adéquation avec la largeur de la bineuse (ex. : bineuse 4 rangs = semoir 4 rangs).

La fertilisation

Le maïs est incontestablement la culture qui valorise le mieux l'azote organique. Sa période de végétation coïncide au moment où la minéralisation des matières organiques est optimale pourvu que l'eau ne soit pas le facteur limitant. Les matières organiques employées (fumiers frais, compost...) doivent provenir en priorité des exploitations biologiques.

A titre exceptionnel, on peut utiliser (utilisation soumise à l'autorisation de l'organisme de contrôle) :

- les fumiers (bovins, caprins, ovins, équins, volailles label) provenant des exploitations conventionnelles à conditions qu'ils proviennent d'exploitations agricoles ayant moins de 2 UGB/ha.
- les effluents d'élevage conventionnel (fumiers de volailles hors sol, lapins, lisier...) à condition qu'ils proviennent d'exploitations agricoles ayant des surfaces d'épandage suffisantes ; ce produit doit être pailleux ou associé avec un support carboné (balle de riz, copeaux...), stocké 3 mois et aéré (définition réglementaire du compostage).

Attention : la réglementation est susceptible de changer en août 2000

Les 4 types de fertilisation les plus couramment pratiqués sont :

- soit de 8 à 10 T/ha de compost de fumier de volailles
- soit de 15 à 20 T/ha de compost de fumier de ruminants
- soit 80 à 100 unités d'azote/ha sous forme d'engrais organique (guano (14/9/5), farine de plume (10/0/0), vinasse de betterave (3% d'azote/T), plus lourd économiquement.
- soit l'effet du précédent légumineuse pluriannuelle.

Généralement, l'apport des composts est réalisé avec un épandeur grande largeur, après le labour, un mois avant le semis, et entre deux façons superficielles.

En sol non portant, on peut épandre le compost avant labour, mais celui-ci doit être incorporé superficiellement et le labour doit être inférieur à 20 cm de profondeur.

Il est toutefois nécessaire de raisonner les apports en fonction des besoins mais également des ressources, notamment les reliquats des années précédentes estimés grâce à une analyse de l'azote potentiellement minéralisable dans le sol.

Actuellement, pour toutes les cultures céréalières, la fertilisation est limitée à 200 unités d'azote total/ha/an, et 170 unités d'azote total/ha/an dans les zones vulnérables et les zones d'excédents structurels.

Une fertilisation "starter" à base de guano à raison de 100-150 kg/ha localisés près du rang favorise un démarrage rapide de la plante.

Les exportations de phosphore (0,6 kg P₂O₅ par quintal de grain) et de potasse (0,5 kg K₂O par quintal de grain) sont largement compensées par les apports de compost. Si ce n'est pas le cas, il faut prévoir un complément en engrais organique à base de P₂O₅ et K₂O, si le sol n'est pas suffisamment pourvu (analyse de sol). Pour les apports en phosphore (P₂O₅) seront utili-



Chantier de compostage, retourneur d'andain (C. Schaub)

sés de préférence en sol acide à neutre les phosphates naturels (15-20 % P₂O₅) ou les scories de déphosphoration (8-10 % P₂O₅), et le phospal (34% P₂O₅) en sol alcalin.

Les besoins en potasse pourront être couverts soit par l'apport de vinasse de betterave (28-35 % K₂O) ou l'utilisation de patenkali (28 % K₂O)

L'emploi des engrais organiques doit être soumis à l'autorisation de l'organisme de contrôle (fourir la fiche technique du produit) : ils doivent être compatibles avec la réglementation en vigueur (normes métaux lourds...) et ne doivent en aucun cas être la seule source de fertilisation.

Oligo-éléments :

Les apports réguliers d'amendements organiques doivent en général prévenir les carences. Il faut en particulier éviter :

- les pH faibles ou élevés : un chaulage massif peut par exemple induire une carence en zinc,
- un sol trop tassé ou trop riche en matières organiques favorise également la carence en zinc.

En pratique, les problèmes apparaissent surtout sur des sols de type sols de marais, rendzines, sols sableux grossiers lessivés (types Sologne et Landes).

Le désherbage

La lutte contre les adventices est un élément déterminant de la réussite de la culture du maïs, il est tout à fait possible de contrôler les mauvaises herbes.

Le maïs étant une plante sarclée, son semis en ligne permet d'utiliser les techniques du binage. De plus, son développement végétatif est capable de couvrir suffisamment le sol dès le deuxième mois de végétation.

Les faux semis réalisés précédemment vont permettre d'épuiser le stock d'adventices dans les premiers centimètres du sol. Cela contribue à accentuer le décalage de végétation entre les plants de maïs et les jeunes plantules d'adventices, ce qui est capital pour la réussite de l'intervention mécanique. La qualité du semis et le nivellement du sol sont aussi essentiels pour la maîtrise des adventices.

Pour obtenir une efficacité supérieure à 80 %, le désherbage mécanique se fera sur jeunes adventices du stade cotylédons à 2 feuilles vraies. La réussite de l'intervention mécanique à l'aide d'une herse étrille nécessite un sol ressuyé et si possible au moins une journée de temps chaud et sec après l'intervention.

Les adventices vivaces comme le chiendent rampant seront contrôlées en interculture par le déchaumage (2 à 3 passages).

La lutte contre les pérennes à racines pivotantes (chardons, rumex) est effectuée sur des plantes en pleine pousse végétative (minimum 10 cm de hauteur) soit en interculture, soit juste avant le semis avec un déchaumeur ou un décompacteur équipés de dents à "pattes d'oie". Les résultats se révèlent généralement satisfaisants. Le retour sur la parcelle d'une légumineuse pluriannuelle peut aussi être une solution.

Il existe 4 stratégies de désherbage qui ont fait la preuve de leur efficacité.

1^{ère} stratégie :

passage de herse étrille + bineuse classique (2h à 3h 30/ha)

● Herse étrille.

1 ou 2 passages du stade 2 feuilles à 5 feuilles du maïs ; l'intervention est délicate, il faut maîtriser sa vitesse d'avancement.

● Bineuse classique (dents rigides sans disque de protection).

Elle vise les adventices présentes en inter-rang et projette la terre sur le rang pour compléter l'intervention de la herse étrille. Les deux passages prévus ne peuvent débuter que lorsque le maïs est assez développé, soit à partir de 8 feuilles jusqu'à la limite de passage du tracteur.

2^{ème} stratégie :

exclusivement une succession de binages (1h 30 à 2h 30/ha)

● bineuse à dents de vibroculteur et disques de protection en forme d'étoile.

Les vibrations des dents et le réglage de la hauteur des disques de protection permet de maîtriser, dès le premier binage, les adventices présentes en inter-rang et sur la ligne de semis. Les bineuses sont de plus en plus fixées à l'avant du tracteur car elles permettent un travail rapide, précis et soigné.

Stade de réalisation

- 1^{er} binage : 2 à 4 feuilles du maïs, 1^{er} passage disques posés

- 2^{ème} binage : 4 à 6 feuilles du maïs, disques légèrement relevés

- 3^{ème} binage : 8 à 10 feuilles du maïs, disques relevés.

3^{ème} stratégie :

passage de herse étrille + binage buttage avec une bineuse à étoile (2h à 3h/ha)

● Herse étrille

1 ou 2 passages du stade 2 feuilles à 5 feuilles du maïs ; l'intervention est délicate, il faut maîtriser sa vitesse d'avancement.

● Les bineuses à étoiles

Elles ne sont efficaces que sur sol léger et sans cailloux ; elles réalisent un meilleur buttage que les bineuses à dents.

Stade de réalisation

- 4 à 6 feuilles du maïs : 1^{er} passage, binage

- 6 à 8 feuilles du maïs : 2^{ème} passage, binage buttage

- 3^{ème} passage : limite passage du tracteur (exer-



Bineuse à roues dentées autoanimées en position de buttage (D. Tasset)



Bineuse à dents (D. Tasset),

cer un buttage prononcé en cas de problème d'adventices développées sur le rang)

4^{ème} stratégie :

désherbage thermique (4h à 5h 30/ha)

Il est principalement utilisé sur les parcelles où le désherbage mécanique sur le rang est difficilement réalisable (forte pente, humidité excessive du sol,...) car la rusticité de la culture et les interventions mécaniques sont suffisantes pour ne pas avoir recours au désherbage thermique.

Stade de réalisation

- à la levée jusqu'au stade 1 feuille : brûlage sur le rang ou en plein

- à partir du stade 5 à 6 feuilles : une flamme est dirigée à la base des plantes ; cette technique demande beaucoup d'attention et de temps ! elle est souvent réalisée en complément du désherbage mécanique inter-rang.

La protection phytosanitaire

Lutte contre la pyrale

L'utilisation de trichogrammes (Pyratyp ou TR 16) est une méthode de lutte simple, fiable, et efficace. Le trichogramme est un parasitoïde Hyménoptère actif contre la pyrale du maïs.

Fournisseurs :

- Pyratyp : BASF France
- TR16 : UNCAA

Lutte contre le taupin

Elle doit être avant tout préventive : éviter l'accumulation dans la parcelle de matières organiques insuffisamment décomposées, sols acides insuffisamment ameublés, zones avec résurgence d'eau,...

Les taupins se complaisent dans les sols un peu humides, on préférera un semis assez près de la surface.

Lutte contre les limaces

Eviter les sols creux, bien réappuyer l'horizon de surface, ne pas laisser en surface de débris végétaux, éviter la présence de multitudes de mottes en surface.

L'emploi d'une substance active, le métaldéhyde, est autorisé par le cahier des charges en vigueur (CEE 2092/91), uniquement dans des pièges contenant un répulsif pour les espèces

animales supérieures. Par ailleurs, l'utilisation du métaldéhyde est sous un régime dérogatoire expirant le 31 mars 2002.

L'utilisation en piège est tout à fait inadaptée à la culture du Maïs. L'utilisation en plein est sanctionnable par l'organisme de contrôle, mais en attendant une solution plus conforme, cet emploi est toléré. Par contre, si le métaldéhyde se décompose en molécules simples et naturelles, il est toxique sur les carabes et lombrics. Aucun agriculteur n'a donc intérêt à systématiser l'utilisation de ces produits défavorables à la faune auxiliaire du sol.

Lutte contre les pucerons

Les conditions d'alimentation du maïs biologique n'attirent généralement pas les pucerons. En cas de pullulation de pucerons et de déficience de la faune auxiliaire, il est possible de recourir aux pyrèthres naturels ou à la roténone.

Lutte préventive contre le charbon des inflorescences

Choisir des variétés tolérantes, récolter les parcelles contaminées en dernier. Attention au fumier contaminé par les spores.

L'irrigation

Le maïs est très sensible au déficit hydrique de la période de 20 à 30 jours avant la floraison (stade 8 - 10 feuilles) jusqu'à 10-15 jours après la floraison et même pendant la phase de remplissage du grain.

Les prescriptions en matière d'irrigation sont les mêmes qu'en conditions classiques. Les besoins seront à ajuster en fonction de l'état de la culture, du type du sol, de la situation géographique et de la ressource en eau disponible.

Le règlement CEE 2092/91 ne prévoit aucune restriction à la réglementation actuellement en vigueur sur la nature de l'eau et sa qualité.



Brûleur thermique (C. Schaub)

La récolte

Aucune condition spécifique en ce qui concerne l'agriculture biologique, seulement l'application des normes classiques d'humidité (15 %) et d'impuretés (2%).



Les résultats économiques

Les références citées ci-après sont issues des réseaux de référence des principales régions productrices de maïs biologique.

Charges directes de mécanisation spécifique

En agriculture biologique, les traitements sont remplacés par des passages d'outils ; il est donc important d'intégrer le temps passé et les coûts liés aux passages de ces outils. La charge de travail supplémentaire pour la culture du maïs bio est de 2h 30 à 4h 30h/ha par rapport à la même culture menée en conventionnel.

Exemple de coûts de mécanisation

(références BIMA 1999)

Faux semis (vibroculteur + tracteur)

x 2 passages :135 F/ha

Désherbage herse étrille + tracteur

x 2 passages :170 F/ha

Bineuse + tracteur

x 2 passages :240 F/ha

Thermique (machine + gaz) + tracteur

x 2 passages :620 F/ha

Réalisation du compost (retourneur

d'andain + tracteur + MO) en CUMA

x 3 passages :150 F/ha

Epandage du compost (épandeur

grande largeur + tracteur) en CUMA96 F/ha



ITAB Institut Technique de l'Agriculture Biologique
 ITAB : 149, rue de Bercy
 75595 PARIS CEDEX 12
 Tél : 01 40 04 50 64
 Fax : 01 40 04 50 66
 eMail : itab@itab.asso.fr

POUR EN SAVOIR PLUS

• La culture biologique du maïs - Dominique Antoine (Coopérative Ligea). Alter-Agri n°25 - septembre/octobre 1997. P. 6-9.

L'AGPM édite chaque année une série de guides techniques dont le "Catalogue des variétés de maïs" et les "Résultats des essais variétés maïs grain et maïs fourrage AGPM".

Fiche rédigée par Christine MOREL (BIOCIEL, Dominique ANTOINE (LIGEa) et Olivier DURANT (Chambre d'Agriculture de la Drôme, personne ressource de la commission Grandes Cultures de l'ITAB) • Relecture : Commission Grandes Cultures de l'ITAB

Mise à jour : Mai 2000

Cette fiche technique a été réalisée avec le soutien financier de l'Association Nationale pour le Développement Agricole (ANDA).

Imprimé sur papier 100% recyclé

Marge brute Maïs biologique (1999)

Le cas décrit ci-dessous est un "cas moyen" donné à titre d'illustration. Il peut ainsi facilement être recalculé dans un autre contexte pédo-climatique.

Conditions agronomiques : sol limoneux argileux, moyennement pourvu.

| | Système irrigué (3000 m ³) potentiel 90 q/ha | Système sec potentiel 60 q/ha |
|--|--|-------------------------------------|
| Produit d'activité/ha (moyenne 5 ans) | Valeur (en F/ha) | Valeur (en F/ha) |
| Prix de vente : 150 F/q | 13 500 | 9 000 |
| Prime PAC (indicative) | ≈ 2 800 | ≈ 3 060 |
| Total produit | 16 300 | 10 800 |
| Charges opérationnelles | Valeur (en F/ha) | Valeur (en F/ha) |
| * semences | 875 | 680 |
| * Engrais et amendements | 1 050 | 800 |
| * Insecticides trichogrammes (1 année/2) | 140 | -- |
| * Irrigation | 1 500 | -- |
| * Frais séchage | 765 | 540 |
| * Récolte | 650 | 650 |
| Total charges opérationnelles | 4 980 | 2 670 |
| MARGE BRUTE/ha | 11 320 | 8 130 |

Le tableau n°1 donne sur la base de l'exemple ci-dessus les variations de marges brutes en système irrigué en fonction du prix et du rendement.

| Rendement / Prix | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
|------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 120 | 3420 | 4020 | 4620 | 5220 | 5820 | 6420 | 7020 |
| 130 | 4120 | 4770 | 5420 | 6070 | 6720 | 7370 | 8020 |
| 140 | 4820 | 5520 | 6220 | 6920 | 7620 | 8320 | 9020 |
| 150 | 5520 | 6270 | 7020 | 7770 | 8520 | 9270 | 10020 |
| 160 | 6220 | 7020 | 7820 | 8620 | 9420 | 10220 | 11020 |
| 170 | 6920 | 7770 | 8620 | 9470 | 10320 | 11170 | 12020 |
| 180 | 7620 | 8520 | 9420 | 10320 | 11220 | 12120 | 13020 |

Tableau 1: variation de la marge brute en système irrigué en fonction du prix et du rendement (sans prime PAC).



Bineuse à dent de vibro-culteur et disques de protection relevés (O. Durant)