

FICHE CULTURE



Culture pérenne

Le Sorgho



Valorisation :

| Combustion | Méthanisation | Biocarburant de 2 ^{de} génération |
|---|---|---|
| Récolte de paille possible exclusivement dans le sud de la France | Récolte en ensilage en fin d'été ou à l'automne | Récolte en ensilage en fin d'été ou à l'automne |

 Valorisation(s) envisagée(s) la plus probable

 Valorisation difficile

1. Présentation de la culture

1.1 Généralités

Les sorghos (*Sorghum bicolor* (L) Moench, famille des *Poaceae*) sont des graminées d'origine tropicale présentant une grande variabilité génotypique et phénotypique. Cette plasticité a permis de sélectionner des types différents : sorgho grain, sorgho fourrager, sorgho sucré ou sorgho fibre.

Les utilisations potentielles des sorghos dépendent du type de sorgho cultivé :

- le sorgho grain est utilisé actuellement en alimentation animale et peut être employé pour la production d'éthanol à partir des grains
- le sorgho fourrager est utilisé en plante entière en tant que fourrage pour le bétail
- **le sorgho sucré** est sélectionné pour la teneur en sucre (70 à 80 % de saccharose) de sa tige, il sert également principalement à la production d'éthanol
- **le sorgho fibre** est également valorisable pour l'énergie sous forme de paille, mais **ces espèces sont préférentiellement valorisées en vert** (biocarburants de seconde génération et méthanisation).

ATOUTS ET FACTEURS LIMITANTS

Atouts principaux

- + **potentiel de production élevé**, essentiellement sous forme d'un produit humide
- + **large gamme variétale** pour les sorghos sucrés, grain et fourragers, pour une adaptation aux contraintes locales
- + **bonnes facultés d'extraction de l'eau et des éléments minéraux du sol** qui permettent une adaptation aux conditions séchantes
- + **faibles intrants**
- + valorisation de la plante entière pour la production d'énergie
- + **culture annuelle facile à insérer dans les rotations**

Contraintes principales

- **exigences thermiques élevées**
- **sensibilité à la verse**
- **très peu de variétés de sorgho fibre** développées, d'où une faible adaptation à des conditions pédoclimatiques variées
- **densité faible du produit** à la récolte

1.2 Description de la culture et de son cycle

Le sorgho est une plante annuelle d'été. Selon le type et la variété elle peut atteindre des hauteurs importantes à la floraison (de mi-août à mi-septembre) : de 1 m à 1,5 m de haut pour les sorghos grains, à 3 m de haut pour les sorghos sucrés, et plus pour les sorghos fibre.

Pour les sorghos fibres et les sorghos sucrés, la récolte doit être réalisée en fin de floraison, pour un compromis optimum entre le rendement et le risque de verse dû au poids des graines formées à l'extrémité des plantes.

Les sorghos fourragers sont quand à eux exploités en plusieurs coupes avec des cycles très rapides. Pour des semis de fin avril à mi mai, les premières récoltes à l'épiaison peuvent avoir lieu dès la mi juillet.

2. Adaptation au milieu

Le sorgho possède un métabolisme en C4 lui conférant une bonne efficacité photosynthétique. Il valorise très bien l'eau et les éléments minéraux du sol. Son origine tropicale en fait **une plante exigeante en température**, même si la sélection permet de proposer des variétés plus précoces qui pourraient être cultivé plus au nord que sa zone de culture traditionnelle.

Ainsi **les variétés précoces actuelles pourraient être cultivées dans la plupart des régions françaises de grandes cultures**, mises à part quelques zones du nord-ouest et du nord-est. **Le choix de la variété devra se faire en fonction de la région et de la valorisation envisagée.**



Floraison du Sorgho

Dans la plupart de ces situations la floraison n'interviendra qu'en septembre voire courant octobre et la conservation devra s'orienter vers l'ensilage. En effet le séchage naturel du sorgho après récolte exige des conditions contraignantes difficilement réunies en automne.

Dans le cas d'une récolte sous forme de paille, la date limite de récolte devient une contrainte très forte dans la recherche des zones de cultures permettant une bonne dessiccation du produit. Au delà de fin août, les risques d'avoir des dessiccations lentes et difficiles augmentent rapidement ce qui donne un produit de moins bonne qualité. Ainsi la zone potentielle de culture des variétés précoces actuelles récoltées sous forme de paille se situe exclusivement sur le pourtour Méditerranéen, la basse vallée du Rhône et de la Garonne.

Les sorghos ne semblent pas avoir d'exigences particulières vis-à-vis du type de sol. Toutefois **les meilleures productions sont obtenues dans les sols profonds** (surtout si la culture est conduite sans irrigation) et en évitant les sols hydromorphes.

Sources : [1] [2]

3. Éléments de conduite de la culture

3.1 Semis

Le semis s'effectue en avril-mai dès que la température du sol est supérieure à 12° C. La date de semis doit donc être suffisamment précoce pour permettre un bon cycle de développement, mais ne doit pas être trop précoce pour ne pas entraîner de difficultés au démarrage du sorgho fibre . On utilisera **un semoir monograine** exclusivement (à l'exception des sorghos fourragers).

Les pertes à la levée sont souvent importantes (de 10 à 50% selon les cas). L'objectif est l'obtention d'une densité de peuplement **de 150 000 à 200 000 plantes/ha**, qui permet un bon compromis entre la recherche d'une productivité élevée, d'une bonne qualité, et d'un risque de verse minimisé.

La petite taille des graines, de faible pouvoir germinatif, et la faible vigueur des plantules (jusqu'au stade 5-6 feuilles) font du sorgho **une plante exigeante vis-à-vis des conditions de levée**.

Sources : [1] [2]



Plantule de sorgho

3.2 Désherbage

Le sorgho est très sensible à la concurrence des adventices notamment au cours des premières semaines qui suivent le semis.

Un traitement en pré-semis ou en pré-levée peut être suffisant pour contrôler la flore adventive . Des interventions en cours de végétation sont possibles mais sont plus difficiles à mettre en œuvre.

Sources : [1] [2]

3.3 Fertilisation

Le sorgho dispose de bonnes facultés d'extraction des minéraux du sol. Dans de nombreux cas, la culture pourra être conduite **sans fertilisation azotée**, les besoins du sorgho pouvant être couverts par la fourniture du sol. Cependant une fertilisation de 70 à 80 unités peut permettre de ne pas mobiliser tout l'azote du sol pour la culture suivante.

Pour la fertilisation phospho-potassique, les apports devront couvrir les exportations de la culture.

Sources : [1] [2]

3.4 Irrigation

Les besoins en eau sont plus faibles que le maïs, de l'ordre de 400 mm sur la période de croissance (réserve du sol + pluie + irrigation éventuelle). Le sorgho présente une meilleure tolérance à la sécheresse que le maïs. Toutefois en région sèche une irrigation d'appoint peut être nécessaire, elle sera alors très bien valorisée.

Les périodes les plus sensibles sont au semis, pour assurer une bonne levée en zone sèche, et pendant la période d'élongation des tiges.

3.5 Maladies et ravageurs

Une fois installé, le sorgho fibre est peu vulnérable aux maladies et aux attaques de ravageurs en cours de végétation. Le problème de fonte des semis est maîtrisé par le traitement des semences, pour le reste (charbon, fusariose, sésamie, ...) aucune intervention ne se justifie. En cas de pucerons, un produit spécifique céréale peut être utilisé.

Le sorgho est très sensible à la verse, pour les variétés fibres comme pour les sorghos sucriers ou fourragers. Cette verse peut être précoce (fin juillet, début août) et importante.



Sorgho versé en septembre en Haute-Marne

Sources : [1] [2]



Sorgho épié en fin d'été en Champagne-Ardenne

3.6 Récolte

Pour le sorgho fibre, une récolte en ensilage est envisageable dès l'épiaison en fin d'été et se prolonger, si nécessaire, jusqu'au début du remplissage des grains. Durant cet intervalle de temps d'environ un mois, la quantité et la qualité de la matière première évoluent faiblement.

Pour les sorghos "sucrés", l'objectif est de récolter une matière première ayant subi un minimum de transformations chimiques (oxydation, fermentation). En zone tempérée les grains n'arrivent pas à maturité et le taux maximum de sucre est obtenu à partir d'octobre. A cette époque la verse et les mauvaises conditions météorologiques sont les deux principaux obstacles aux bonnes conditions de récolte. Diverses expériences de récoltes ont été menées avec des récolteuses à canne à sucres ou des prototypes, ce type de matériel est rare en Europe



Ensilage du Sorgho

4. Productivité, potentiel et qualité

4.1 Productivité en fonction des conditions pédo-climatiques

Pour les sorghos fibre et les sorghos sucriers, les potentiels varient de 10 tMS/ha à plus de 20 tMS/ha **selon les conditions d'alimentation hydrique**. Un rendement de 40 t MS a pu être observé dans des parcelles expérimentales du sud de l'Europe en l'absence de facteurs limitants (eau, azote, t°)

Les potentiels des sorghos fourragers sont plus faibles (10 à 15 tMS/ha en plusieurs coupes) mais les valorisations possibles sont multiples et ils offrent une plus grande souplesse d'exploitation.

Pour le sorgho fibre, les différents essais menés en France n'ont pas mis en évidence d'impact identifié du type de sol sur la productivité. En revanche **les conditions climatiques après la date de semis semblent avoir un impact important sur le développement**. La fraîcheur au démarrage de la culture, la durée du cycle, le stress hydrique ou la faiblesse du peuplement semblent être les conditions limitantes.

Sources : [1] [2]

Les tableaux ci-après présentent la productivité attendue en culture.

⇒ Productivité du sorgho

| | Délai d'entrée en production | Pérennité | Période de récolte | Taux de MS (%) | Rendement |
|---|------------------------------|-----------|---|----------------|------------------|
| Potential de rendement des sorghos fibres et sucre en situation favorable | 5 à 6 mois | Annuelle | Fin Août à fin Septembre | 20 à 35 % | 15 à 20 t MS/ ha |
| Rendement de référence du sorgho fourrager en situation favorable | 3 mois | | Plusieurs coupes, la première pouvant avoir lieu dès la mi-juillet à épiaison | 30 à 35 % | 10 à 15 t MS/ha |
| Potential de rendement des sorghos fibres et sucre en situation défavorable | 5 à 6 mois | Annuelle | Fin Août à fin Septembre | 20 à 35 % | 5 à 15 t MS /ha |
| Rendement de référence du sorgho fourrager en situation défavorable | 3 mois | | Plusieurs coupes, la première pouvant avoir lieu dès la mi-juillet à épiaison | 30 à 35 % | |

Ces données de productivité sont issues d'expérimentations réalisées depuis quelques années en France, et sont données à titre indicatif.

Sources : [1] [2]

4.2 Qualité, productivité énergétique et données physico-chimiques

| | Données physiques | | Données énergétiques | | Analyse élémentaire | | | | | |
|--------|-------------------|-------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------|-------------|-----------|------------|-------------|
| | Humidité | Masse volumique | PCI anhydre | PCS | Carbone (C) | Hydrogène (H) | Oxygène (O) | Azote (N) | Soufre (S) | Chlore (Cl) |
| Unité | % | kg/m ³ | MJ.kg ⁻¹ | MJ.kg ⁻¹ | % | % | % | % | % | |
| Sorgho | - | - | 16,8 | 17,9 | 45,8 | 5,3 | - | 0,97 | 0,06 | 0,31 |

| | Analyse chimique | | | | Cendres | |
|--------|------------------|-----------|---------------|-----------|--------------|-----------|
| | Lignine | Cellulose | Hémicellulose | Volatiles | % de Cendres | T° fusion |
| Unité | % | % | % | % | % | °C |
| Sorgho | - | - | - | - | 5 à 7 | 1020°C |

Sources : [1] [2]

La culture du sorgho pour la production de biomasse étant encore peu étudiée, les éléments chiffrés sont peu disponibles. Les recherches sur ces aspects énergétiques sont en cours, notamment au sein du projet REGIX.

4.3 Éléments économiques

En l'absence de débouchés pour le sorgho fibre, il n'existe pas de prix de marché.

Le coût d'implantation est faible, les facteurs de variation à prendre en compte seront l'évolution du prix de vente du sorgho en plante entière, ainsi que le coût de la récolte pour un matériel de densité faible avec un fort taux d'humidité.

4.4 Impacts environnementaux

Les impacts environnementaux des cultures énergétiques sont encore mal connus. Des études sont en cours, notamment au sein du RMT Biomasse Energie, afin de déterminer les indicateurs pertinents pour évaluer ces impacts environnementaux.

Bibliographie

- [1] Rapports de résultats d'essais du réseau REGIX (2006 – 2007) – A paraître.
 [2] Fiche culture : la fétuque, étude AGRICE, ARVALIS / ADEME, 1998
 [3] Best practice guidelines for applicants to DEFRA'S Energy Crops Scheme, DEFRA, mars 2001

Contacts au sein du RMT Biomasse

Sorgho :

Zone nord

Emeline Défossez Pour les Chambres d'Agriculture 03 22 33 69 33

Zone sud

Sylvain Marsac ARVALIS – Institut du Végétal 05 62 71 79 39

Coordination du RMT Biomasse pour toute information complémentaire :

Emeline Défossez Chambre Régionale d'Agriculture de Picardie 03 22 33 69 33

Les partenaires du RMT Biomasse

