



Avoine

Avena sativa et Avena strigosa

Olivier HUSSON, Hubert CHARPENTIER, Roger MICHELLON,
Célestin RAZANAMPARANY, Narcisse MOUSSA, Frank ENJALRIC
Krishna NAUDIN, RAKOTONDRAMANANA, Lucien SEGUY

Février 2012



Ministère de l'Agriculture

Avena sativa et *Avena strigosa*

Caractéristiques générales de la plante

Noms scientifiques : *Avena sativa* et *Avena strigosa*

Noms communs : Avoine cultivée, Avoine byzantine, Oats (*A. Sativa*)
et Avoine rude, Bristle oats, Black oats (*A. strigosa*).

Description :

L'avoine (*Avena sativa* et *Avena strigosa*) est une graminée (famille des Poaceae) annuelle. *Avena sativa* est originaire de l'Afrique du nord et du Moyen-Orient. *Avena strigosa* est originaire de l'ouest de la Méditerranée (Espagne, Portugal). Il s'agit d'une espèce de climat tempéré.



Avena sativa

Plante de type C3, elle peut contenir plus de NH_4^+ par unité de matière sèche que des plantes en C4 comme les brachiaria ou les sorghos. *Avena strigosa* contient de 13 à 15% de protéines.

Avena sativa est hexaploïde. *Avena strigosa* est la seule avoine diploïde et est largement utilisée dans les programmes de création variétale. Elle est plus rustique qu'*Avena sativa*, avec des graines plus petites.

L'avoine a des fleurs hermaphrodites (organes mâles et femelles sur les mêmes fleurs), auto-pollinisées par le vent.

C'est une monocotylédone à tige cylindrique (cauline) de 25 à 150 cm de haut, au port dressé. Les feuilles glabres font 2 à 10 mm de large et engainent les tiges. Elles présentent une ligule blanche de 2 à 5 mm au niveau de leur insertion sur la tige. Les inflorescences sont des panicles lâches. Elles mesurent 8 à 30 cm de long, portant des épillets de deux à trois fleurs, mesurant 20 à 25 mm de long.

L'avoine peut produire des racines adventices au niveau des noeuds. Son système racinaire fasciculé est relativement puissant, pouvant s'enraciner jusqu'à plus de 1,5 m.

Cycle :

Plante annuelle, l'avoine est peu photosensible. La floraison a lieu 4 à 5 mois après semis, selon les variétés et en fonction des zones agro-écologiques. La période de floraison dépend de la date d'installation.

Sur les tanety des Hautes Terres, l'avoine peut être installée soit:

* dès les premières pluies (en octobre - novembre) pour une utilisation en couverture végétale en février-mars, après floraison



Avoine de saison intermédiaire en végétation et avoine de premier cycle en cours de maturation sur les Hautes Terres

* plus fréquemment, après une première culture de cycle court (haricot) ou dans une culture de cycle moyen (soja), en dérobé au mois de février-mars. La floraison a alors lieu à partir de juin, et la récolte peut se faire d'août à octobre.

Au lac Alaotra et dans le Moyen-Ouest l'installation peut se faire sur tanety aux premières pluies (novembre-décembre) pour une floraison en mars-avril ou, plus fréquemment, en contre-saison dans les parcelles qui maintiennent une humidité suffisante (bourelets de berge et baiboho). Le semis se fait alors en mars-avril, pour une floraison en août et une récolte en octobre.

Dans les rizières, l'avoine est plantée après réssuyage et quand le risque d'engorgement est faible, en mars au lac Alaotra et dans le Moyen-Ouest, en mai-juin sur les Hautes Terres en fonction de la position des rizières.

Avena sativa et Avena Strigosa

Où recommander cette plante?

Zones climatiques

Plante de milieu tempéré, l'avoine est tolérante au froid, résistante au gel (-5°C) et peut être utilisée en altitude. A l'inverse, l'avoine ne doit pas être installée en climat chaud et humide favorisant les maladies, en particulier la rouille. Elle n'est recommandée à Madagascar qu'au dessus de 800 mètres d'altitude et est diffusée essentiellement sur les Hautes Terres et au lac Alaotra.



Situation (sol et régime hydrique)

* Où la recommander

L'avoine se développe sur une gamme de pH assez large, sur sols acides (jusqu'à pH =4,5), neutres ou basiques (jusqu'à 8,4). Elle tolère bien l'aluminium. Elle préfère les sols sableux légers ou limoneux mais peut aussi se développer sur sols très argileux, à condition qu'ils ne soient pas engorgés.

L'avoine est recommandée sur tanety relativement fertiles pendant la saison intermédiaire, et sur rizières et terrains irrigables ou maintenant une humidité suffisante pendant la saison sèche (baibocho, bourrelets de berge). *Avena strigosa* se développe mieux qu'*Avena sativa* sur des sols à faible fertilité.

* Où ne pas la recommander

L'avoine est une plante relativement exigeante qui ne doit pas être installée sur sols pauvres sans apport de fumier ou d'engrais.

De plus, l'avoine ne supporte pas la submersion ou l'engorgement. Elle ne doit pas être cultivée en milieu inondable et sur sols très lourds qui favorisent l'engorgement.

Enfin, l'avoine se développe assez mal sous ombrage, dans les associations trop denses.



Mort de l'avoine sur sol engorgé



Système racinaire fasciculé de l'avoine

Pourquoi recommander cette plante?

L'avoine est une plante intéressante pour de nombreux aspects.

Intérêts agronomiques

Fertilité et caractéristiques du sol

L'avoine possède un système racinaire fasciculé relativement puissant qui lui permet de se développer sur sol modérément compacté et d'en améliorer la structure. Ce système racinaire, très dense sur les horizons de surface, s'enracine en général à plus de 80 cm et peut atteindre 190 cm.

De plus, l'avoine produit une biomasse conséquente et procure ainsi une très bonne couverture du sol. Cette couverture se décompose lentement (rapport C/N élevé) et se maintient en conséquence longtemps sur le sol.

L'avoine bénéficie ainsi aux cultures qui lui succèdent, en particulier pour les légumineuses.

Contrôle des adventices

L'avoine est une excellente plante nettoiyante, qui permet de contrôler un grand nombre d'adventices. Au delà de l'effet d'ombrage procuré par la couverture, l'avoine a des facultés allélopathiques très marquées, que ce soit en végétation ou lors de sa décomposition.

En conséquence, les cultures installées sur résidus d'avoine peuvent généralement être conduites sans utilisation d'herbicide.



Avena sativa et Avena strigosa

Activité biologique et contrôle des bioagresseurs

L'avoine est souvent utilisée comme nématicide. Elle est considérée comme un bio-pesticide, en particulier en semis direct. Son effet est multiple : d'une part, elle n'est pas un hôte des nématodes (en particulier *Pratylenchus penetrans*). Comme elle supprime les autres plantes qui pourraient être des hôtes, elle rompt le cycle de ces nématodes. D'autre part, elle a des effets allélopathiques et biocides, que ce soit pendant sa croissance ou lors de la décomposition de ses pailles.

Par ailleurs, l'avoine sécrète par son appareil racinaire des substances fongicides, toxiques pour *Fusarium*, *Gaeumannomyces* et *Rhizoctonia*.

Fourrages et production animale

La valeur nutritive des fourrages d'avoine est élevée, comparable à celle du ray-grass: ils sont riches en protéines (environ 20% MAT) et en énergie (0,80 UFL), et ont une faible teneur en fibres. Les fourrages d'avoine sont bien appréciés par les vaches laitières avec une excellente ingestion et une haute digestibilité.

La production totale de biomasse peut être élevée: 4 à 5 t/ha et jusqu'à plus de 10 t/ha de matière sèche sur sols fertiles, avec une gestion appropriée des coupes. Un des intérêts de l'avoine est qu'elle atteint sa production de biomasse maximale au moment de l'anthesis, plus rapidement que de nombreuses autres espèces. Ainsi, elle peut être exploitée en contre-saison, d'avril à octobre sur les Hautes Terres malgaches. Elle permet ainsi de faire une à trois coupes à une période de faible disponibilité en fourrages.

Intégration dans les systèmes de cultures.

Cultures possibles en association ou succession

L'avoine peut être associée à des cultures ou d'autres plantes de couverture. Cependant, comme l'avoine se développe mal à l'ombre, ces associations ne doivent pas induire de compétition pour la lumière. Elles se font en prenant garde à ce que l'avoine ne se retrouve pas dominée par les plantes associées.



Mélange Avoine + vesce

L'association avec des plantes de couverture en mélange se fait avec des plantes érigées de taille inférieure ou comparable à l'avoine (ray-grass, radis fourrager, lupin blanc) ou des plantes non dressées comme le petit pois ou la vesce. Il est aussi possible d'associer l'avoine avec des plantes qui s'implantent plus lentement (*Brachiaria*). Il est très intéressant d'associer l'avoine afin de constituer une couverture multifonctionnelle. Le mélange avec de la vesce, du lupin blanc et du radis fourrager par exemple permet d'assurer les fonctions de restructuration du sol, de contrôle des adventices et des bioagresseurs, et d'amélioration de la fertilité par fixation d'azote.

L'association avec des cultures peut se faire soit en bandes (pomme de terre), soit en dérobé avec installation de l'avoine en cours de cycle (maïs) ou en fin de culture (soja). Dans cette dernière situation, l'essentiel de la production de biomasse par l'avoine se fait en succession de la culture. L'installation d'avoine est ainsi une voie très intéressante d'«habillage» des cultures paysannes pour augmenter la production de biomasse.

duction de biomasse.

Cultures possibles en succession/rotation

L'avoine est un excellent précédent pour la production de légumineuse.

Sur tanety, l'avoine est cultivée essentiellement en rotation avec le haricot ou le soja. L'avoine peut être installée aux premières pluies pour production de biomasse en début de saison et installation de la légumineuse qui se développe durant la deuxième partie de la saison des pluies. Inversement, l'avoine peut être cultivée après la culture principale installée en début de saison des pluies. Dans ce dernier cas, le plus fréquent, la production de biomasse par l'avoine se fait en fin de saison des pluies/début de saison sèche. Le semis de l'avoine se fait immédiatement après la récolte de la culture lorsque celle-ci est à cycle court (haricot). Si la



Avena sativa et Avena Strigosa

première culture est à cycle relativement long (soja, maïs), le semis se fait en dérobé pour permettre une bonne installation avant l'arrivée de la saison sèche/froide.

En rizières, l'avoine cultivée en saison sèche/froide est un bon précédent du riz, permettant en particulier de nettoyer les parcelles des principales adventices.

Pour les céréales (riz ou maïs) cultivées en succession de l'avoine, il est recommandé de contrôler la couverture d'avoine au minimum trois semaines avant le semis de la culture, afin de limiter les effets allélopathiques et/ou les blocages d'azote liés à la décomposition de la paille.

Facilité de gestion

Un intérêt marqué de l'avoine est sa facilité d'utilisation. Sa production de biomasse rapide permet de l'insérer relativement facilement dans les rotations. Son contrôle par simple fauche ou roulage après floraison et ses forts effets allélopathiques font que les systèmes avec avoine peuvent se conduire sans herbicide.

Son cycle de développement lui permet d'être installée durant une large période, des premières pluies à quelques semaines avant la fin de la saison pluvieuse/chaude.

Ses faibles aptitudes pour se développer à l'ombre font qu'elle peut être associée en cours de culture, sans risque de concurrencer la culture en place.

Intérêts économiques

Au delà des gains de temps pour le contrôle des adventices et des gains de rendement des cultures installées sur couverture d'avoine, l'avoine est une plante de couverture dont la vente peut rapporter des revenus intéressants. Ces revenus peuvent provenir de ses graines comestibles et très riches, ou de sa paille qui constitue un excellent fourrage et est aussi utilisée en artisanat local (confection de chapeaux).

Intérêts environnementaux

Sur le plan environnemental, l'avoine conjugue les avantages de :

- * réduire l'érosion par sa couverture végétale qui perdure longtemps,
- * réduire les besoins en herbicides par ses facultés de «nettoyage» des parcelles, et
- * recycler les éléments nutritifs qui pourraient être lessivés durant la saison fraîche par son système racinaire relativement profond, et qui se développe durant des périodes marginales, quand aucune culture n'est en place durant la saison fraîche sur les Hautes Terres.

Précautions et limites

Avena sativa est sensible à la rouille noire (*Puccinia graminis*) ce qui pose problème pour la production de semences, mais pas pour la production de biomasse pour une utilisation en couverture végétale. *Avena strigosa* est résistante à cette maladie fongique.

Il est souvent tentant pour les agriculteurs-éleveurs (en particulier pour l'élevage laitier) d'utiliser l'avoine comme fourrage dans son intégralité. Dans un tel cas, les effets positifs liés au semis direct et en particulier au gain de matière organique seront fortement réduits, voire nuls. L'exportation de l'avoine en fourrage doit donc être raisonnée, sur la base d'un compromis entre intérêt économique à court terme pour la production animale et intérêt agronomique à plus long terme de maintenir un stock suffisant de matière organique pour un bon fonctionnement biologique des sols.

Variétés et espèces recommandées

Trois variétés sont diffusées à Madagascar:

N° 151, avoine noire à production élevée, mais sensible à la rouille (*Avena sativa*)

N°7, avoine blanche, qui exige des sols plus fertiles que N° 151

CA 153, très résistante à la rouille.



Avoine semée en dérobé dans le soja



Avena sativa et *Avena strigosa*

Gestion de la plante

Comment l'implanter ?

Quand et comment semer

L'implantation de l'avoine peut se faire par semis à la volée, en lignes ou en poquets.



Avoine de contre-saison en rizière

Pour un semis en ligne, les lignes doivent être espacées de 20 cm. Le semis en poquets se fait à 20 cm x 20 cm. Les graines sont placées à 1 à 3 cm de profondeur. En cas de semis en association ou en dérobé dans une culture (haricot, riz, etc.), semer l'avoine entre les rangs de la culture principale, en général sur des lignes espacées de 40 cm.

Pour *Avena sativa*, le semis se fait à la dose de 80 kg/ha (semis en poquets) à 120 kg/ha (semis à la volée). *Avena strigosa*, plus petite (poids de 1000 grains de 15 à 20 g.) se sème à 60 à 80 kg/ha en culture pure.

Pour des mélanges d'espèces, la dose d'avoine est réduite en fonction du nombre d'espèces semées et de la proportion d'avoine désirée dans le mélange.

Sur tanety, le semis peut se réaliser en début de saison des pluies (octobre- novembre) pour une production de couverture végétale en vue d'un semis direct de légumineuse en saison intermédiaire (semée de mi-janvier à mi-février). Dans ce cas, l'avoine est destinée à la production de paillage uniquement et ne sera pas récoltée. Elle sera fauchée après floraison pour être utilisée comme couverture végétale, mais avant d'avoir produit des graines.

L'installation d'avoine sur tanety se fait donc de préférence en saison intermédiaire de mi-janvier à fin février, après la récolte d'une culture de cycle court (haricot) ou en dérobé dans une culture de cycle plus long (soja, pomme de terre).

En rizières, le semis d'avoine se fait après la récolte du riz, en contre-saison. Il est nécessaire d'attendre le ressuyage du sol et semer sur sol humide, quand les risques de nouvelle inondation sont faibles. Suivant les rizières, le semis peut se faire:

- * à partir de février-mars. Si nécessaire, il se fait en dérobé dans le riz quand la rizière s'assèche précocement
- * jusqu'au mois de juin dans les rizières qui restent engorgées très longtemps.

Traitement des semences

De manière générale, le traitement de semence n'est pas nécessaire pour l'avoine.



Avoine et pomme de terre

Fertilisation

L'avoine est une plante relativement exigeante sur le plan de la fertilité. Il est cependant difficile de proposer de fertiliser une plante de couverture, surtout si elle n'est pas utilisée comme fourrage. Il est donc recommandé d'insérer l'avoine dans des systèmes de culture où elle pourra bénéficier des arrière-effets des fertilisations apportées aux cultures principales. Il est en particulier très intéressant de cultiver de l'avoine en contre-saison en rizières, ou après une culture de pomme de terre qui est en général fortement fertilisée.

Gestion de l'enherbement

Un des grands intérêts de l'avoine est sa très bonne capacité à maîtriser les mauvaises herbes par ses pouvoirs allélopathiques. Cette plante ne demande donc pas de désherbage (ni manuel, ni chimique), sauf en cas d'infestation exceptionnelle.

Avena sativa et Avena Strigosa

Protection phytosanitaire en végétation

L'avoine utilisée en plante de couverture ou fourrage ne demande pas de traitement phytosanitaire en culture.

Production de semences / Récolte

La production de semence se fait comme pour la culture. La récolte se fait à maturité, quand les grains sont durs (14% d'humidité) mais que la tige est toujours légèrement verte pour éviter la perte de grains sur des plantes trop mûres. Les graines sont ensuite séchées pour améliorer leur conservation.

La production de semence s'élève à 1,5 - 2 t/ha.

Utilisation comme fourrage

L'avoine est un excellent fourrage, qui peut être utilisé en vert ou après séchage (foin), et être fauché ou pâturé de manière raisonnée (l'avoine supportant mal un pâturage trop intensif).

La production totale de biomasse est fonction du nombre de coupes, qui peut varier de un à trois. Avec trois coupes, la production de biomasse totale peut dépasser 10 t/ha de matière sèche, à condition d'apporter une fertilisation (en particulier azotée) après chaque coupe. Pour obtenir des repousses et ainsi permettre plusieurs coupes, il est indispensable d'effectuer les coupes avant la montaison.

De même, pour une utilisation mixte entre fourrage et utilisation en SCV, la coupe pour le fourrage doit être faite avant la montaison pour permettre la repousse, et suffisamment tôt avant la mise en culture pour que la production de biomasse par les repousses soit conséquente.

Utilisation comme couverture végétale

La préparation de la couverture d'avoine, plante annuelle, peut se faire très simplement par fauche ou passage d'un rouleau à cornières après la floraison, de préférence avant le stade grain laiteux pour éviter la production de semences qui pourraient se développer dans la culture suivante.

Si la culture suivante n'est pas une légumineuse, il est recommandé de contrôler l'avoine au moins 2 à 3 semaines à l'avance afin de réduire les risques de blocage d'azote liés au développement initial des bactéries qui vont décomposer ces pailles. Pour une culture de riz sur paillage d'avoine, il est recommandé d'apporter 50 kg d'azote au semis pour éviter les blocages d'azote.

Les pailles d'avoine se décomposant lentement, le paillage obtenu reste longtemps en place, permettant un bon contrôle de l'érosion et des adventices durant tout le cycle de la culture suivante.

Le semis de la culture dans la couverture d'avoine se fait en déplaçant la paille le moins possible. Il suffit d'ouvrir un petit trou pour mettre les graines dans le sol, sans remonter de terre au dessus de la paille. Il faut s'assurer de bien localiser les semences dans le sol et non en surface, dans la couverture, surtout si cette couverture est très importante et que le mulch n'est pas encore tassé. Ce semis peut se faire simplement avec une petite *angady* ou un bâton, ou encore avec une canne planteuse, une roue semeuse ou un semoir mécanisé (qui ouvre alors un petit sillon dans la couverture végétale).



Fauche de l'avoine



Couverture végétale d'avoine préparée pour le semis

Avena sativa et *Avena strigosa*

Principales références bibliographiques utilisées

- (1) Site internet FAO grassland : <http://www.fao.org/ag/agp/AGPC/doc/Gbase/mainmenu.htm>
 (2) Site internet Davis university: http://www.sarep.ucdavis.edu/cgi-bin/CCrop.exe/show_crop_28
 (3) Conduite des systèmes de culture sur couverts végétaux et affouragement des vaches laitières. Guide pour les hautes terres de Madagascar. 2008. Ouvrage collectif GSDM/TAFA/FI-FAMANOR/MAEP/CIRAD/ARP/SICALAIT/ARIAL/Région Réunion.

En résumé

- ✓ Graminée annuelle (cycle long de 6 à 7 mois), érigée
 - ✓ Plante de climat tempéré, cultivable toute l'année sur les Hautes Terres, en contre-saison de préférence à moyenne altitude
 - ✓ Résistante au gel une fois installée
 - ✓ Adaptée à de nombreux types de sols, en particulier aux sols acides, à condition qu'ils soient bien drainés
 - ✓ Faibles besoins en eau
 - ✓ Très bon contrôle des adventices par effets allélopathiques et couverture du sol
 - ✓ Cycle long, en contre-saison, ce qui permet de disposer d'un important couvert végétal en début de saison des pluies.
 - ✓ Forte production de biomasse (jusqu'à plus de 10 t/ha)
 - ✓ Forte fixation de carbone et bonne restructuration du sol, en particulier sur les horizons de surface
 - ✓ Décomposition lente des pailles et bon maintien de la couverture végétale
 - ✓ Excellent précédent du haricot et du soja sur tanety, et du riz en rizière
 - ✓ Contrôlé par simple fauche à la floraison, ce qui permet la remise en culture en SCV sans herbicide
 - ✓ Facile à gérer, ne demandant pas de moyens ou de connaissances particulières
 - ✓ Excellent fourrage
 - ✓ S'associe facilement à d'autres plantes de couverture: radis fourrager, vesce, lupin, petit pois, etc.
- mais :
- ✗ Pas adaptée au climat tropical chaud et humide
 - ✗ Pas adaptée aux sols très dégradés et/ou compactés
 - ✗ Ne supporte pas l'engorgement ou la submersion
 - ✗ Production de semence pouvant souffrir de la rouille noire



Avoine après haricot



Haricot sur couverture d'avoine