

Note de Maryse Brancourt sur la non-invasivité du *Miscanthus x giganteus*



France-Miscanthus, 04/10/2019 – INRA Estrées-Mons

Les miscanthus

Maryse BRANCOURT-HULMEL¹, Herman HOFTE² et Alain JEANROY³

¹ INRA AgrolImpact Site d'Estrées-Mons CS 50136 80203 Péronne cedex France

² Institut Jean-Pierre Bourgin, UMR1318 INRA-AgroParisTech INRA Centre de Versailles-Grignon Route de St-Cyr 78026 Versailles Cedex France

³ France MISCANTHUS 29 Rue du Général FOY 75008 PARIS

Le miscanthus fait référence à un genre : le genre *Miscanthus*. Au sein de ce dernier, *Miscanthus sinensis* ou roseau de Chine est une espèce très connue des jardiniers français pour l'ornement. On y trouve également *Miscanthus x giganteus* qui correspond au miscanthus géant actuellement utilisé en agriculture pour une valorisation non alimentaire.

Le miscanthus géant est incontestablement le plus étudié (Zub et Brancourt-Hulmel, 2011). *Miscanthus* est une graminée pérenne qu'on peut cultiver pendant 20, voire 25 ans. Il possède un organe souterrain de réserve, le rhizome (du grec qui signifie « touffe de racines ») à partir duquel la plante va se développer. Le rhizome permet à la plante de se multiplier par voie végétative (c'est-à-dire sans passer par la graine) d'une part, et de réutiliser (ou recycler) les éléments minéraux nécessaires à la croissance de la plante d'autre part. Ainsi, l'accumulation de l'azote dans les parties souterraines à l'automne et sa remobilisation au printemps permettent au miscanthus d'être productif avec très peu d'engrais (Strullu et al., 2011). Il produit des tiges ressemblant à la canne à sucre et qui sont coupées annuellement.

1. Origine et taxonomie

Le nom de miscanthus est dérivé de deux mots grecs faisant référence à la particularité de sa fleur (cf photo) : le premier mot, « mischos », désigne une petite tige et fait référence à la présence d'une petite tige -ou pédoncule- située au niveau de la fleur dans l'inflorescence tandis que le deuxième mot, « anthos », désigne la fleur (Clifton-Brown et al., 2008). L'inflorescence est terminale, c'est-à-dire qu'elle est placée au sommet de la tige. Elle consiste en un groupe de rameaux plumeux qui peuvent être barbus ou non barbus. La tige de l'inflorescence peut être courte et l'inflorescence subdivisée en longues grappes ou racèmes (fréquent chez l'espèce *Miscanthus sinensis*), ou l'axe peut être long mais porter des racèmes courts (fréquent chez *Miscanthus floridulus*).



Fleur de *Miscanthus sacchariflorus*

Le miscanthus est parfois appelé à tort herbe à éléphant. Ce nom commun s'adresse en fait à l'espèce *Pennisetum purpureum* (Stapf, 1912).

Au niveau taxonomique, le miscanthus appartient à la famille des graminées (Poaceae) et se classe parmi la tribu des Andropogoneae aux côtés du maïs, du sorgho ou encore de la canne à sucre (Hodkinson et al., 2002a).

Au sens large, *Miscanthus s.l.* contient 14 à 20 espèces (Sally et al., 2001). Mais certaines espèces étant proches d'autres genres, *Miscanthus sensu stricto* comprend seulement une douzaine d'espèces (cf liste).

- *M. floridulus* (Labill.) Warb.
- *M. intermedius* (Honda) Honda
- *M. longiberbis* Nakai
- *M. lutarioparius*
- *M. oligostachyus* Stapf.
- *M. paniculatus* (B. S. Sun) Renvoize & S. L. Chen
- *M. sacchariflorus* (Maxim.) Hack.
- *M. sinensis* Anderss.
- *M. tinctorius* (Steud.) Hack.
- *M. transmorrisonensis* Hayata
- the hybrid *M. ×giganteus* Greef & Deuter ex Hodkinson and Renvoize
- *Miscanthus sinensis* ssp. *condensatus* (Hackel) T. Koyama

Liste des 12 espèces de miscanthus au sens strict (d'après Clifton-Brown et al, 2008).

L'hybride interspécifique le plus connu est *Miscanthus x giganteus* : ce miscanthus géant est en effet issu du croisement naturel spontané entre l'espèce *Miscanthus sacchariflorus* et l'espèce *Miscanthus sinensis*. La plante d'origine avait été collectée dans une île au sud du Japon et de nouveaux hybrides naturels ont été trouvés depuis (Tamura et al., 2016). L'origine de la mère de l'hybride interspécifique a été démontrée par Hodkinson et al. (2002b) en comparant l'ADN plastidique contenu dans les mitochondries de ces trois espèces et dont l'hérédité est maternelle.

2. Mode de reproduction, type variétal et dissémination

Reproduction sexuée

Certaines espèces sont fertiles et peuvent produire des graines par voie sexuée, en plus de la multiplication par voie végétative. Le miscanthus est autoincompatible, ce qui ne lui permet pas de s'autoféconder. La pollinisation des fleurs est anémophile et se réalise grâce au vent.

Une grande diversité est rencontrée pour la précocité à floraison qui peut s'étaler de juillet à octobre au Pays de Galles (Jensen et al., 2011) et même jusqu'en décembre en France pour des espèces tardives (Arnoult et al., 2015).

Reproduction végétative

Certaines espèces sont stériles. C'est le cas de *Miscanthus x giganteus* dont la stérilité est liée à sa triploïdie où le génome comprend trois jeux de chromosomes. Ce nombre chromosomique impair ne permet pas de séparer les chromosomes en deux moitiés égales pendant la méiose, ce qui est à l'origine de la stérilité observée (Linde-Laursen, 1993). *Miscanthus x giganteus* se multiplie uniquement par les rhizomes (par voie végétative). On peut aussi le multiplier par culture *in vitro* à partir de bourgeons situés au niveau des nœuds des tiges pour produire des micro-plants (Rambaud et al., 2013). Que ce soit par rhizome ou par culture *in vitro*, les plantes produites sont identiques entre elles : le type variétal correspond alors au clone. La stérilité confère à cette espèce un avantage assuré pour son adoption par l'agriculteur et le citoyen car cela évite toute dispersion dans l'environnement par la graine.

Selon les espèces, le rhizome est plus ou moins compact. L'espèce *Miscanthus sacchariflorus* est connue pour son rhizome traçant contrairement aux espèces *Miscanthus x giganteus* et *Miscanthus sinensis* dont les rhizomes sont compacts.

Propagation par l'homme

L'introduction du miscanthus géant en Europe est redevable au botaniste danois Aksel Olsen qui le ramena du Japon vers le Danemark en 1935 ([Linde-Laursen](#), 1993).

3. Variétés

En grande culture, la variété la plus répandue en France est un clone de l'hybride interspécifique *Miscanthus x giganteus* produit en Grande-Bretagne par l'ADAS (Agriculture Development and Advisory Service). Au sein de cette espèce, il existe une très faible variabilité génétique parmi un large recensement de clones présents en Europe dans des jardins botaniques ou dans des pépinières (Greef et al., 1997).

De nouvelles variétés sont néanmoins en cours de développement. La plupart des clones de *Miscanthus sinensis* peut fleurir en Europe tandis qu'il est plus difficile de faire fleurir des *Miscanthus sacchariflorus*. Les programmes de sélection menés au Pays de Galles, aux Pays-Bas et en France s'orientent donc vers la création d'hybrides de *Miscanthus sinensis* plutôt que des hybrides interspécifiques de type *Miscanthus x giganteus* (Clifton-Brown et al., 2019). Mais pour éviter tout risque d'invasivité, la France privilégie la création de clones stériles (Projet Biomass For the Future (BFF) 2012, 2020). La stérilité peut être induite par croisement

entre tétraploïde et diploïde avec éventuelle polyploïdisation par action de colchicine (Glowacka et al., 2010) ou par l'activation de gènes tel le gène OSD1 qui a la propriété de générer des diplogamètes (Projet MISEDIT 2017, 2020).

En horticulture, *Miscanthus sinensis* est l'espèce la plus utilisée et comporte un grand nombre de variétés (cf photo) présentant une grande diversité dans la morphologie de la plante (hauteur de la plante, nombre et grosseur des tiges, nombre, taille et port des feuilles) comme dans sa couleur (tiges, feuilles ou panicule).



Illustration de la diversité rencontrée chez l'espèce *Miscanthus sinensis*

4. Ecologie et exigences environnementales

Le miscanthus est une plante d'origine tropicale et sub-tropicale avec une aire de distribution qui s'étend de la Sibérie jusqu'à la Polynésie (voir par exemple Deuter, (2000), Hodgkinson et al. (2002a), Clifton-Brown et al., (2008)). De nombreuses espèces sont présentes à l'état naturel en Chine avec notamment *M. sinensis*, *M. sacchariflorus*, *M. floridulus*, *M. x giganteus* et *M. condensatus*, ce qui en fait un centre d'origine et de ressources. Plusieurs espèces sont également disséminées notamment au Japon, à Taïwan, aux Philippines, en Inde et en Afrique du Sud. L'histoire de leur migration dans d'autres pays est cependant peu documentée.

Cette aire de distribution très étendue recouvre des milieux et des zones climatiques très variés. L'exemple de Taïwan permet de se faire une idée des milieux colonisés par le miscanthus (Chou et al., 2001). On peut en effet le rencontrer dans des milieux situés au niveau de la mer comme en très haute montagne, dans des milieux agricoles comme dans des milieux pollués.

La distribution géographique est plus ou moins étendue selon les espèces. *M. floridulus* pousse généralement mieux à faible altitude, *M. paniculatus* peut tolérer des conditions tempérées comme des milieux d'altitude élevée (Chen and Renvoize, 2006). *Miscanthus sinensis* occupe des milieux de faible à moyenne altitude, voire très forte altitude pour certains taxons de l'espèce.

En France, *M. x giganteus* est plutôt cultivé dans la moitié nord de la France où le climat lui est plus favorable. Le rendement varie selon les espèces : *Miscanthus x giganteus* est de loin l'espèce la plus productive (Arnoult et al., 2015) mais certaines variétés de *Miscanthus sinensis* peuvent néanmoins être très productives (Arnoult et al., 2015). Le rendement de la culture varie aussi selon le [milieu](#) et sa [fertilité](#), ou encore selon certaines [contraintes](#) ou conditions

[pédoclimatiques](#). Par exemple, le rendement de *Miscanthus x giganteus* pourra être nul dans des pays très froids comme au Danemark ou en Suède car il est sensible au gel alors que l'espèce *Miscanthus sinensis* y sera plus résistante (Clifton-Brown et al., 2001). Il faut néanmoins des gels très importants pour que cela se produise sur *Miscanthus x giganteus*, inférieurs à -8°C sur de jeunes plantules, ce qui limite ce risque de dégât en France (Zub et al., 2012).

En matière d'exigences environnementales, il a en outre été mis en évidence de faibles besoins en azote de la culture (Zapater et al, 2017) et la capacité de la plante à recycler l'azote stocké dans ses parties souterraines (Strullu et al., 2011). On préconise cependant de récolter à sur-maturité car l'azote contenu dans les feuilles et les tiges peut ainsi migrer vers les rhizomes (on parle de translocation), ce qui permet à la plante de disposer de l'azote pour le cycle de culture suivant. Ainsi, la récolte en sortie d'hiver est intéressante à plusieurs niveaux : elle permet un recyclage quasi complet de l'azote de la plante, ce qui limite l'apport d'engrais azoté et réduit les pollutions liées à l'azote (Cadoux et al., 2014) ; elle limite également les coûts de transport car le produit récolté est plus sec. Une récolte précoce augmente quant à elle le besoin d'apport en engrais azoté (Strullu et al., 2011).

Vis-à-vis des insectes ravageurs et des maladies, le miscanthus est en général rustique (CliftonBrown et al., 2008). A l'heure actuelle en France, la culture ne nécessite ni produit fongicide ou substance chimique qui tue les champignons, ni produit pesticide ou substance chimique destinée à repousser, détruire ou combattre les insectes indésirables qui sont appelés ravageurs car produisant des ravages sur la culture. Néanmoins, des espèces de *Fusarium* ont été isolées sur des rhizomes de *M. x giganteus* en Belgique et se sont révélées responsables des pourritures observées (Scauftaire et al., 2013). Un [désherbage](#) mécanique et/ou chimique est par contre nécessaire pendant la ou les deux premières années de la culture pour éliminer les mauvaises herbes ou [adventices](#) qui feraient [concurrence](#) aux jeunes plantes de miscanthus encore peu développées à cet âge. La destruction de la culture peut se réaliser de façon mécanique (<https://www.biomasse-territoire.info/>). Ainsi, la culture nécessite peu d'intrants, que ce soit sous forme d'engrais ou de produits phytosanitaires tels les fongicides ou pesticides.

5. [Impacts de la plante exotique](#)

Impacts sur la santé humaine

Le miscanthus nécessitant très peu de produits phytosanitaires, on peut donc s'attendre à peu d'impacts négatifs indirects sur la santé humaine (exemple de la qualité des eaux souterraines).

Impacts économiques

Néant

Impacts sur les espèces autochtones

- Compétition directe

Au niveau de l'impact de la culture sur la flore adventice, le Projet MISPIC (2015) a permis de mettre en évidence que *Miscanthus x giganteus* influence la richesse spécifique des lisières des parcelles, avec un enrichissement plus important en bordure de la culture. La richesse et la composition en espèces varient en fonction de l'âge du miscanthus. Il existe une phase de colonisation du milieu durant les quatre premières années de la culture puis un déclin du nombre d'espèces par augmentation des effets de compétition. Avec l'âge de la culture, le nombre d'espèces ligneuses augmente.

- Transmission d'agents pathogènes

Ameline et al. (2015) ont exploré quatre pucerons majeurs rencontrés dans le nord de la France et ont constaté que *Miscanthus x giganteus* ne peut pas être une plante hôte car les pucerons ne peuvent atteindre le stade adulte sur cette culture, ce qui réduit le risque de transmission d'agents pathogènes.

- Erosion de la diversité génétique

Cependant, Hager et al. (2015) ont comparé des milieux envahis par *Miscanthus sacchariflorus* à des milieux vierges et ont montré que cette espèce réduit la richesse et la diversité de la végétation et réduit la banque de graines du sol.

A l'inverse, le projet MISPIC (2015) a permis de mettre en évidence que *Miscanthus x giganteus* influence positivement l'enrichissement de la flore adventice des lisières des parcelles.

Impacts sur le fonctionnement des écosystèmes

- Modification du milieu

Dans leur revue, Nsanganwimana et al. (2014) ont répertorié des études montrant que les exsudats racinaires de *M. x giganteus* favorisent la croissance bactérienne et la dégradation de contaminants tels que les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).

- Modification des flux de ressources

Thompson et al. (2018) ont étudié les impacts de la présence ou non de résidus de la culture d'un hybride interspécifique entre *M. sinensis* et *M. sacchariflorus* (variété Nagara) sur l'activité des communautés microbiennes impliquées dans la dénitrification. Ils ont noté un effet positif de la présence des litières de feuilles de miscanthus laissées après récolte.

- Modification de la trajectoire d'évolution de l'écosystème

Aux USA, Quinn et al. (2010) ont montré que les *M. sinensis* ornementaux ont colonisé le milieu naturel, en particulier dans la région des Appalaches. Dans les milieux recensés et dont on connaît les introductions, il est apparu que de nouvelles populations de *M. sinensis* se sont établies bien au-delà du périmètre d'introduction des plantes ornementales d'origine (570 à 3000 m). En Europe, le risque de dispersion de *M. sinensis* par les graines existe également (Jorgensen, 2011). Dans ce cas, on parlera de *M. sinensis* invasifs, ce qui ne peut pas être le cas de variétés stériles telles que le clone de *M. x giganteus* actuellement cultivé en France.

6. Intérêts liés à l'usage de la plante

Intérêts environnementaux

Dans le cadre de la politique agricole commune, le miscanthus giganteus fait partie des types de surfaces d'intérêt écologique « eu égard aux avantages environnementaux indirects potentiels pour la biodiversité que peuvent offrir certaines cultures permanentes » (L350/15 paru le 29/12/2017 au journal officiel de l'UE).

La culture de miscanthus est associée à un faible risque de pollution des eaux souterraines par les nitrates. La lixiviation ou lessivage d'azote et les concentrations en nitrate des eaux de drainage ont été mesurés dans 36 champs cultivés avec *Miscanthus x giganteus* en Bourgogne (Lesur et al., 2014). Exceptée l'année suivant l'implantation, la lixiviation était très faible et la concentration en nitrate des eaux de drainage était six fois inférieure au seuil de non potabilité de l'eau.

L'implantation de *Miscanthus x giganteus* sur des terres initialement en grandes cultures pourrait avoir un effet positif sur le stockage de carbone dans le sol selon une méta-analyse de 19 publications d'Emmerling et Pude (2017). Les effets sont cependant très variables entre études, probablement en partie à cause de difficultés méthodologiques et certaines études ne montrent pas de stockage significatif sur l'ensemble du profil de sol (Richter et al., 2015 ; Ferchaud et al., 2016).

Dans un article de synthèse, McCalmont et al. (2017) rapportent que les émissions de N₂O peuvent être cinq fois inférieures sous une culture de miscanthus sans apport d'engrais azoté comparativement à des cultures annuelles et jusque 100 fois moins comparativement à une prairie intensive. Ces faibles émissions de gaz à effet de serre associées à un faible niveau d'intrant, permettraient aux filières bioénergie à base de miscanthus d'approcher ou même d'atteindre une réelle neutralité carbone (Felten et al., 2013). Ces filières seraient donc plus performantes que la filière biodiesel à base de colza ou méthanisation à base de maïs.

En outre, le caractère pérenne de la culture et sa production de biomasse souterraine pourraient améliorer la structure du sol, augmenter la capacité de rétention en eau et réduire le ruissellement et l'érosion (Felten et al., 2013).

Dans leur article de synthèse, Emmerling et Purle (2017), ont rapporté différentes études montrant un effet très positif du miscanthus sur la biodiversité des plantes et des animaux (oiseaux, petits mammifères, invertébrés, scarabées, papillons, araignées, vers de terre). Par exemple, au niveau des populations d'oiseaux, Bellamy et al. (2009) ont comparé six champs de miscanthus couplés avec des champs de blé d'hiver pendant l'hiver. La diversité en oiseaux et leur abondance étaient supérieures à celle du blé en hiver et pendant l'été.

Intérêts économiques

En France, l'utilisation du miscanthus ne se limite pas à la bioénergie (biocombustible essentiellement, méthanisation) mais elle concerne également le paillage horticole, la litière pour animaux (litière avicole et litière pour chevaux, bovins et animaux domestiques) ou encore pour les produits biosourcés (<https://www.france-miscanthus.org/>). Ces différentes valorisations se rencontrent également à l'échelle européenne (Emmerling et Pude, 2017).

Dans les pays d'origine, les peuplements de *Miscanthus sacchariflorus* sont utilisés pour l'industrie papetière en Chine. Au Japon, les peuplements de *Miscanthus sinensis* sont récoltés pour une utilisation en fourrage ou pour fabriquer des toits en chaume (Stewart et al., 2009).

Intérêt social, culturel, patrimonial...

En vue d'une revalorisation industrielle de sites contaminés impropres à toute activité alimentaire, la potentielle adaptation de *Miscanthus x giganteus* a été évaluée sur un site fortement pollué en métaux (Wanat et al., 2013). En dépit d'un transfert très réduit des métaux mesurés (arsenic, antimoine et plomb) vers les parties aériennes de la plante, la culture de miscanthus apparaît plutôt comme stabilisatrice du sol par végétalisation du site perturbé et ne permettrait pas une valorisation du site en raison du trop faible rendement observé. La revue de Nsanganwimana et al. (2014) montre en outre une variabilité entre espèces face à une exposition aux métaux.

Des projets de développement du miscanthus dans des aires de captage d'eau potable ont vu le jour ces dernières années. Par exemple, le Syndicat intercommunal de l'eau Potable du Santerre (dans la Somme) mène une action d'implantation de miscanthus sur des aires de captage d'eau qui a pour but d'initier une réduction des teneurs en nitrate (<http://www.siep-dusanterre.fr/>).

7. Recommandations pour éviter tout risque d'invasivité

Méthodes de prévention connues

Aux USA, Quinn et al. (2010) précisent que le développement de variétés stériles ou de variétés fonctionnellement stériles de *M. sinensis* est le moyen le plus efficace pour éviter des colonisations du milieu naturel et d'autres flux de gènes par les actuels *M. sinensis* ornementaux fertiles. Ils préconisent aussi de restreindre les variétés fertiles à un usage en tant que géniteurs pour créer de nouveaux *M. x giganteus* stériles. C'est pourquoi il est utile de tenir compte de cette préconisation en France. *Recommandations pour les professionnels*

- Ne pas vendre des variétés fertiles (c'est-à-dire invasives) quelle que soit l'espèce de miscanthus et ne pas les cultiver
- Ne vendre et ne cultiver que des variétés stériles qui ont été multipliées par voie végétative ou qui présentent une stérilité induite au niveau génétique
- Ne pas multiplier des variétés à graines sauf si une stérilité est induite au niveau génétique

- Certaines variétés tardives mais non stériles sont parfois proposées comme alternatives : si elles sont suffisamment tardives elles seraient incapables de fleurir. Elles sont toutefois risquées en raison d'effets de l'année qui peuvent être parfois importants (voire du réchauffement climatique) et feraient que les variétés ne seraient plus suffisamment tardives pour ne plus être capables de former des graines • Se renseigner auprès des organisations publiques en charge de l'invasivité *Recommandations pour le grand public (dont architectes et designers)*
- Ne pas acheter ou implanter de variétés fertiles
- N'acheter ou n'implanter que des variétés stériles dont la stérilité est induite par action sur le nombre de chromosomes (exemple des variétés triploïdes) ou par des gènes

Recommandations pour les jardins botaniques et arboretums

- Si vous disposez de variétés fertiles, mettez en garde le public sur l'apparition de possibles nouvelles plantules à l'aide d'une signalétique adaptée
- Recherchez et détruisez tout nouveau jeune plant
- Ne pas collecter les graines de miscanthus fertiles, ni les distribuer ou multiplier
- Limiter la plantation à un seul clone permet de limiter les risques (en raison d'autoincompatibilité) mais vérifier l'absence d'apparition de nouvelles plantules.

Tableau de recommandation

Miscanthus	Recommandation pour la plantation	Commentaires
Variétés ou génotypes fertiles	Eviter d'implanter les formes sauvages de <i>Miscanthus sinensis</i> , <i>Miscanthus sacchariflorus</i> , <i>Miscanthus floridulus</i>	Production de graines et de jeunes plantules issues de ces graines
Variétés ou génotypes stériles	Toute variété stérile peut être implantée : <ul style="list-style-type: none"> • Clones triploïdes de <i>Miscanthus x giganteus</i>, <i>Miscanthus sinensis</i> • Stérilité induite par activation de gènes (<i>Miscanthus sinensis</i>) 	Stérilité induite soit par action sur le nombre de chromosomes (exemple : triploïdie), soit par l'activation de gènes.
Variétés ou génotypes à rhizomes traçants	Eviter d'implanter les formes traçantes de <i>Miscanthus sacchariflorus</i>	Présence de rhizome traçant (non compact)

- EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization) - Liste des plantes exotiques invasives : *Miscanthus sinensis* est inscrit depuis 2018 dans cette base de donnée. NB. Cela s'adresse aux variétés ornementales fertiles dont l'utilisation est étendue à la bioénergie.
- BFIS (The Belgian Forum on Invasive Species) - Liste noire (HARMONIA DATABASE) et liste de consensus (ALTERIAS DATABASE) : néant
- INFOFLORA (centre national d'informations et de données sur la flore suisse) - Liste noire : néant
- INVASIVE SPECIES IRELAND - amber list : néant
- BOE (Boletín Oficial del Estado - Espagne) - Listado de especies exóticas con potencial invasor : néant
- Bundesamt für Naturschutz (Allemagne) - Première mise à jour 2017 - Les espèces exotiques envahissantes de la liste de l'Union du règlement : néant - Flora vascolare alloctona e invasiva (Italie) : néant

8. Conclusion et recommandations d'utilisation

L'intérêt porté par la France pour cette plante en grande culture, c'est à dire pour un usage non horticole, est relativement récent et remonte aux années milieu des années 2000. Le clone actuellement cultivé est stérile et son rhizome est non traçant, ce qui limite donc les risques d'invasivité.

En France, la sélection des nouvelles variétés est attentive à maintenir ce risque au plus bas en privilégiant des variétés stériles et à rhizomes compacts. Ceci est possible pour *Miscanthus x giganteus* ou *Miscanthus sinensis*, mais pas pour *Miscanthus sacchariflorus* en raison de son rhizome traçant.

Il faudrait en outre diminuer ce risque pour les variétés à usage ornemental en créant des variétés stériles également et à rhizomes compacts.

Références citées

- Ameline, A., Kerdellant, E., Rombaut, A., Chesnais, Q., Dubois, F., Lasue, P., Coulette, Q., Rambaud, C., Couty, A., 2015. Status of the bioenergy crop miscanthus as a potential reservoir for aphid pests. *Ind. CROPS Prod.* 74, 103–110. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.04.055>
- Arnoult, S., Obeuf, A., Bethencourt, L., Mansard, M.-C., Brancourt-Hulmel, M., 2015. Miscanthus clones for cellulosic bioethanol production: Relationships between biomass production, biomass production components, and biomass chemical composition. *Ind. CROPS Prod.* 63, 316–328. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.10.011>
- Bellamy, P.E., Croxton, P.J., Heard, M.S., Hinsley, S.A., Hulmes, L., Hulmes, S., Nuttall, P., Pywell, R.F., Rothery, P., 2009. The impact of growing miscanthus for biomass on farmland bird populations. *BIOMASS BIOENERGY* 33, 191–199. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2008.07.001>
- Cadoux, S., Ferchaud, F., Demay, C., Boizard, H., Machet, J.-M., Fourdinier, E., Preudhomme, M., Chabbert, B., Gosse, G., Mary, B., 2014. Implications of productivity and nutrient requirements on greenhouse gas balance of annual and perennial bioenergy crops. *Glob. CHANGE Biol. BIOENERGY* 6, 425–438. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12065>
- Chen, S., Renvoize, S., 2006. Miscanthus. *Flora of China* 22, 581–583.
- Chou, C.-H., Chiang, T.-Y., Chiang, Y.-C., 2001. Towards an integrative biology research: A case study on adaptive and evolutionary trends of Miscanthus populations in Taiwan. *Weed Biol. Manag. - WEED BIOL MANAG* 1, 81–88. <https://doi.org/10.1046/j.1445-6664.2001.00018.x>
- Clifton-Brown, J., Chiang, Y.-C., Hodkinson, T., 2008. Miscanthus: Genetic Resources and Breeding Potential to Enhance Bioenergy Production. https://doi.org/10.1007/978-0-387-70805-8_10
- Clifton-Brown, J., Harfouche, A., Casler, M.D., Jones, H.D., Macalpine, W.J., Murphy-Bokern, D., Smart, L.B., Adler, A., Ashman, C., Awty-Carroll, D., Bastien, C., Bopper, S., Botnari, V., Brancourt-Hulmel, M., Chen, Z., Clark, L.V., Cosentino, S., Dalton, S., Davey, C., Dolstra, O., Donnison, I., Flavell, R., Greef, J., Hanley, S., Hastings, A., Hertzberg, M., Hsu, T.-W., Huang, L.S., Iurato, A., Jensen, E., Jin, X., Jorgensen, U., Kiesel, A., Kim, D.-S., Liu, J., McCalmont, J.P., McMahan, B.G., Mos, M., Robson, P., Sacks, E.J., Sandu, A., Scalici, G., Schwarz, K., Scordia, D., Shafiei, R., Shield, I., Slavov, G., Stanton, B.J., Swaminathan, K., Taylor, G., Torres, A.F., Trindade, L.M., Tschaplinski, T., Tuskan, G.A., Yamada, T., Yu, C.Y., Zalesny, R.S., Zong, J., Lewandowski, I., 2019. Breeding progress and preparedness for mass-scale deployment of perennial lignocellulosic biomass crops switchgrass, miscanthus, willow and poplar. *Glob. CHANGE Biol. BIOENERGY* 11, 118–151. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12566>
- Clifton-Brown, J., Lewandowski, I., Andersson, B., Basch, G., Christian, D., Kjeldsen, J., Jorgensen, U., Mortensen, J., Riche, A., Schwarz, K., Tayebi, K., Teixeira, F., 2001. Performance of 15 Miscanthus genotypes at five sites in Europe. *Agron. J.* 93, 1013–1019. <https://doi.org/10.2134/agronj2001.9351013x>
- Deuter, M., 2000. Breeding approaches to improvement of yield and quality in Miscanthus grown in Europe published in European Miscanthus Improvement, FAIR3 CT-96-1392, Final Report, September (2000) p. 28-52.
- Emmerling, C., Pude, R., 2017. Introducing Miscanthus to the greening measures of the EU Common Agricultural Policy. *Glob. CHANGE Biol. BIOENERGY* 9, 274–279. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12409>
- Felten, D., Froeba, N., Fries, J., Emmerling, C., 2013. Energy balances and greenhouse gas-mitigation potentials of bioenergy cropping systems (Miscanthus, rapeseed, and maize) based on farming conditions in Western Germany. *Renew. ENERGY* 55, 160–174. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2012.12.004>
- Ferchaud, F., Vitte, G., Mary, B., 2016. Changes in soil carbon stocks under perennial and annual bioenergy crops. *Glob. CHANGE Biol. BIOENERGY* 8, 290–306. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12249>
- Glowacka, K., Jezowski, S., Kaczmarek, Z., 2010. In vitro induction of polyploidy by colchicine treatment of shoots and preliminary characterisation of induced polyploids in two Miscanthus species. *Ind. CROPS Prod.* 32, 88–96. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2010.03.009>
- Greef, J., Deuter, M., Jung, C., Schondelmaier, J., 1997. Genetic diversity of European Miscanthus species revealed by AFLP fingerprinting. *Genet. Resour. CROP Evol.* 44, 185–195. <https://doi.org/10.1023/A:1008693214629>
- Hager, H.A., Rupert, R., Quinn, L.D., Newman, J.A., 2015. Escaped Miscanthus sacchariflorus reduces the richness and diversity of vegetation and the soil seed bank. *Biol. INVASIONS* 17, 1833–1847. <https://doi.org/10.1007/s10530-014-0839-2>

Hodkinson, T., Chase, M., Lledo, M., Salamin, N., Renvoize, S., 2002a. Phylogenetics of *Miscanthus*, *Saccharum* and related genera (Saccharinae, Andropogoneae, Poaceae) based on DNA sequences from ITS nuclear ribosomal DNA and plastid trnL intron and trnL-F intergenic spacers. *J. PLANT Res.* 115, 381–392. <https://doi.org/10.1007/s10265-002-0049-3>

Hodkinson, T., Chase, M., Takahashi, C., Leitch, I., Bennett, M., Renvoize, S., 2002b. The use of DNA sequencing (ITS and trnL-F), AFLP, and fluorescent in situ hybridization to study allopolyploid *Miscanthus* (Poaceae). *Am. J. Bot.* 89, 279–286. <https://doi.org/10.3732/ajb.89.2.279>

Jensen, E., Farrar, K., Thomas-Jones, S., Hastings, A., Donnison, I., Clifton-Brown, J., 2011. Characterization of flowering time diversity in *Miscanthus* species. *Glob. CHANGE Biol. BIOENERGY* 3, 387–400. <https://doi.org/10.1111/j.1757-1707.2011.01097.x>

Jorgensen, U., 2011. Benefits versus risks of growing biofuel crops: the case of *Miscanthus*. *Curr. Opin. Environ. Sustain.* 3, 24–30. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2010.12.003>

Lesur, C., Bazot, M., Bio-Beri, F., Mary, B., Jeuffroy, M.-H., Loyce, C., 2014. Assessing nitrate leaching during the three-first years of *Miscanthus X giganteus* from on-farm measurements and modeling. *Glob. CHANGE Biol. BIOENERGY* 6, 439–449. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12066>

Linde-Laursen, I., 1993. Cytogenetic Analysis of *Miscanthus* ‘Giganteus’, an Interspecific Hybrid. *Hereditas* 119, 297–300. <https://doi.org/10.1111/j.1601-5223.1993.00297.x>

McCalmont, J.P., Hastings, A., McNamara, N.P., Richter, G.M., Robson, P., Donnison, I.S., Clifton-Brown, J., 2017. Environmental costs and benefits of growing *Miscanthus* for bioenergy in the UK. *GCB Bioenergy* 9, 489–507. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12294>

Nsanganwimana, F., Pourrut, B., Mench, M., Douay, F., 2014. Suitability of *Miscanthus* species for managing inorganic and organic contaminated land and restoring ecosystem services. A review. *J. Environ. Manage.* 143, 123–134. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.04.027>

Projet Biomass For the Future (BFF) 2012, 2020. Vers des filières de biomasse lignocellulosique compétitives et respectueuses de l’environnement <https://www6.inra.fr/biomassforthefuture/>.

Projet MISEDIT 2017, 2020. *Miscanthus* gene editing for seed propagated triploids <https://www6.inra.fr/saclayplant-sciences/Recherche/Projets-de-Recherche/Projets-SPS2020/MISEDIT>.

Projet MISPIC, 2015. Ecophysiologie comparée de deux espèces de *Miscanthus* en vue d’innovation variétale et prospection des risques liés à l’introduction de ces espèces à l’échelle du système agricole cultivé. Rapport Final.

Quinn, L.D., Allen, D.J., Stewart, J.R., 2010. Invasiveness potential of *Miscanthus sinensis*: implications for bioenergy production in the United States. *Glob. CHANGE Biol. BIOENERGY* 2, 310–320. <https://doi.org/10.1111/j.1757-1707.2010.01062.x>

Rambaud, C., Arnoult, S., Bluteau, A., Mansard, M.C., Blassiau, C., Brancourt-Hulmel, M., 2013. Shoot organogenesis in three *Miscanthus* species and evaluation for genetic uniformity using AFLP analysis. *PLANT CELL TISSUE ORGAN Cult.* 113, 437–448. <https://doi.org/10.1007/s11240-012-0284-9>

Richter, G.M., Agostini, F., Redmile-Gordon, M., White, R., Goulding, K.W.T., 2015. Sequestration of C in soils under *Miscanthus* can be marginal and is affected by genotype-specific root distribution. *Agric. Ecosyst. Environ.* 200, 169–177. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.11.011>

Scally, L., Hodkinson, T., Jones, M., 2001. Origins and Taxonomy of *Miscanthus*, in: *Miscanthus for Energy and Fibre*. M.B. Jones and M. Walsh, London, pp. 1–9.

Scauflaire, J., Gourgue, M., Foucart, G., Renard, F., Vandeputte, F., Munaut, F., 2013. *Fusarium miscanthi* and other *Fusarium* species as causal agents of *Miscanthus x giganteus* rhizome rot. *Eur. J. Plant Pathol.* 137, 1–3. <https://doi.org/10.1007/s10658-013-0220-9>

Stapf, O., 1912. Elephant Grass. A New Fodder Plant. (*Pennisetum purpureum*, Schum.). *Kew Bull* 309–316.

Stewart, J.R., Toma, Y., Fernandez, F.G., Nishiwaki, A., Yamada, T., Bollero, G., 2009. The ecology and agronomy of *Miscanthus sinensis*, a species important to bioenergy crop development, in its native range in Japan: a review. *Glob. CHANGE Biol. BIOENERGY* 1, 126–153. <https://doi.org/10.1111/j.1757-1707.2009.01010.x>

Strullu, L., Cadoux, S., Preudhomme, M., Jeuffroy, M.-H., Beaudoin, N., 2011. Biomass production and nitrogen accumulation and remobilisation by *Miscanthus x giganteus* as influenced by nitrogen stocks in belowground organs. *FIELD CROPS Res.* 121, 381–391. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2011.01.005>

Tamura, K., Uwatoko, N., Yamashita, H., Fujimori, M., Akiyama, Y., Shoji, A., Sanada, Y., Okumura, K., Gau, M.,

2016. Discovery of Natural Interspecific Hybrids Between *Miscanthus Sacchariflorus* and *Miscanthus Sinensis* in Southern Japan: Morphological Characterization, Genetic Structure, and Origin. *BIOENERGY Res.* 9, 315–325. <https://doi.org/10.1007/s12155-015-9683-1>
- Thompson, K.A., Deen, B., Dunfield, K.E., 2018. Impacts of surface-applied residues on N-cycling soil microbial communities in miscanthus and switchgrass cropping systems. *Appl. SOIL Ecol.* 130, 79–83. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2018.06.005>
- Wanat, N., Austruy, A., Joussein, E., Soubrand, M., Hitmi, A., Gauthier-Moussard, C., Lenain, J.-F., Vernay, P., Munch, J.C., Pichon, M., 2013. Potentials of *Miscanthus x giganteus* grown on highly contaminated Technosols. *J. Geochem. Explor.* 126, 78–84. <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2013.01.001>
- Zub, H.W., Arnoult, S., Younous, J., Lejeune-Henaut, I., Brancourt-Hulmel, M., 2012. The frost tolerance of *Miscanthus* at the juvenile stage: Differences between clones are influenced by leaf-stage and acclimation. *Eur. J. Agron.* 36, 32–40. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2011.08.001>
- Zub, H.W., Brancourt-Hulmel, M., 2011. Agronomic and Physiological Performances of Different Species of *Miscanthus*, a Major Energy Crop, in: Lichtfouse, E and Hamelin, M and Navarrete, M and Debaeke, P (Ed.), *SUSTAINABLE AGRICULTURE, VOL 2.* pp. 469–486. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0394-0_21