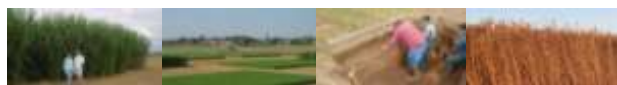


Cultures biomasse : État de l'art des recherches en Europe



Colloque de clôture du programme national Lidéa
Reims, 29 avril 2010

F. Ferchaud, S. Cadoux et H. Boizard

Unité Agro-Impact

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

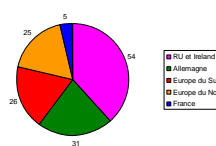


Petite analyse bibliométrique...

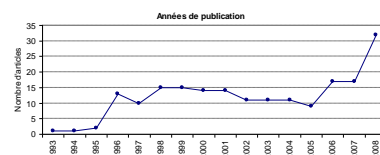
■ Agronomie et impacts environnementaux des cultures biomasse : 200 articles recensés en janvier 2009

■ Répartition géographique :

Europe / Amérique du nord



■ Âge des articles



Quelles recherches sur les cultures biomasse ?

■ Objectifs :

- ✓ Trouver des **plantes productives**, adaptées à différentes **conditions pédoclimatiques** et permettant d'améliorer les **bilans énergétiques et environnementaux**
- ✓ **Optimiser les pratiques culturales** pour concilier production, bilans énergétiques et impacts environnementaux

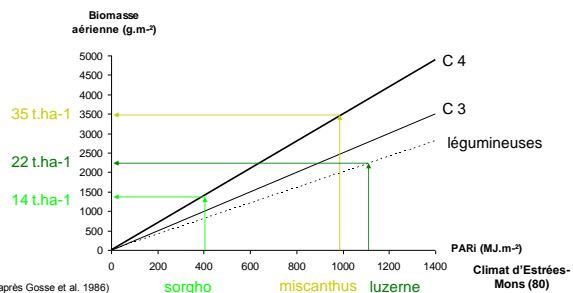
■ Types de travaux publiés :

- ✓ **Écophysiologie** : productivité potentielle (développement, RUE), impacts des stress hydriques et azotés, rôle des réserves, etc.
- ✓ Mise au point et comparaison de **systèmes de cultures** : modes de récolte, niveau de fertilisation azotée, etc.
- ✓ Évaluation des **impacts environnementaux** : stockage de carbone, fuites de nitrate, émissions de N₂O, biodiversité, érosion, etc.

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Écophysiologie : production potentielle et conditions climatiques



(D'après Gosse et al. 1986)

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Écophysiologie : comportement des plantes face aux stress hydriques et azotés

- Sensibilité des cultures biomasse aux stress hydriques et azotés

	Facteur limitant eau	Facteur limitant azote
Miscanthus	+++	-/+
Switchgrass	+ / ++	+
Fétuque	++	+++
Luzerne	++	--
Sorgho	+ / ++	+
Maïs	+++	++
Triticale	++	++

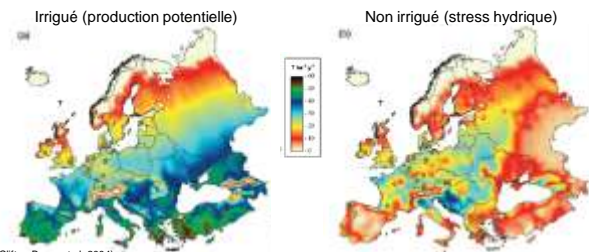
(D'après Cherney et al. 1991 et Heaton et al. 2004)

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Écophysiologie : comportement des plantes face aux stress hydriques et azotés

- Modélisation de la réponse du miscanthus au stress hydrique (production simulée pour une récolte en vert)



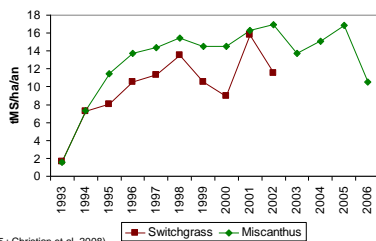
(Clifton-Brown et al. 2004)

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Mise au point et comparaison de systèmes de culture

- Évolution du rendement du switchgrass et du miscanthus récoltés en sec et sans apport d'azote, à Rothamsted (UK)



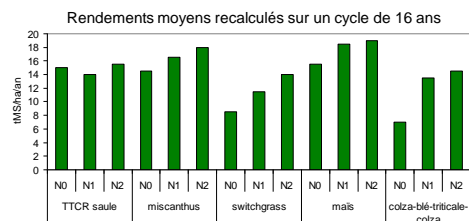
(Powelson et al., 2005 ; Christian et al, 2008)

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Mise au point et comparaison de systèmes de culture

- Comparaison de 5 systèmes de cultures sur 4 années, avec 3 niveaux de fertilisation azotée (Ihinger Hof, Allemagne)



(Boehmel et al, 2008)

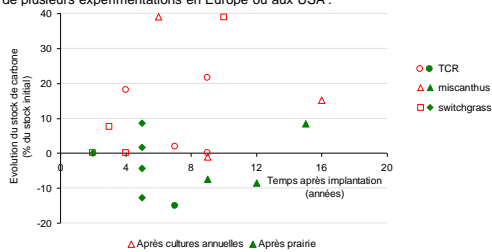
ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Évaluation des impacts environnementaux

- Évolution du stock de carbone du sol après implantation d'espèces pérennes (miscanthus, switchgrass, TCR)

Résultats de plusieurs expérimentations en Europe ou aux USA :



(Garten et Wulfsteiger, 1999 ; Jug et al., 1999 ; Ma et al., 2000 ; Kahle et al., 2001 ; Frank et al., 2004 ; Hanson et al., 2004 ; Clifton-Brown et al., 2007 ; Schreckenberger et Kuzyakov, 2007)

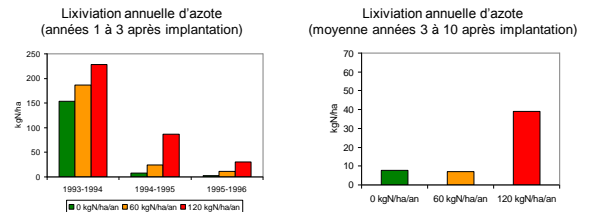
ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Évaluation des impacts environnementaux

- Pertes de nitrates sous une culture de miscanthus

✓ Impacts de la fertilisation et de l'âge de la culture



Pertes moyennes pour le même site sous un blé d'hiver (fertilisation équilibrée) ≈ 30 kgN/ha/an

(Christian et Riche, 1998 ; Christian et al., 2008)

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Conclusion

- De nombreux manques de connaissance persistent :
 - ✓ Réponse des nouvelles cultures aux facteurs du milieu et aux pratiques culturales
 - ✓ Quantification des impacts environnementaux en fonction des espèces et des pratiques culturales (bilan GES, impacts sur l'eau, sur la biodiversité, etc.)
- Vers la mise au point de systèmes de cultures adaptés et optimisés selon une approche multicritères (production, environnement, qualité, etc.).
- Nécessité de compléter l'approche parcelle par une approche territoriale : insertion des nouvelles cultures dans les exploitations agricoles, organisation des bassins de production, etc.
- Nécessité d'évaluer les nouvelles filières (ACV)

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Les recherches conduites par les équipes INRA (2009-13)

- Recherche de systèmes productifs avec peu d'intrants**
 - ✓ Adaptation au pédoclimat
 - ✓ Azote : faible exportation d'azote par rapport à la biomasse produite (Miscanthus en sec) ou fixation d'azote atmosphérique (légumineuses)
 - ✓ Phytosanitaires : cultures rustiques
 - Travaux en écophysiologie, agronomie et génétique
- Limiter les impacts environnementaux**
 - ✓ Impacts locaux : ressource en eau, qualité de l'eau (nitrates...), qualité du sol (teneur en matière organique...), etc.
 - ✓ Impacts globaux : bilans énergétiques et bilans GES
 - Travaux sur gaz à effet de serres, stockage/déstockage matière organique et qualité de l'eau
 - Intégration dans les analyses de cycle de vie
- Insertion durable dans le territoire**
 - Des travaux sur systèmes de culture, exploitation agricole et territoire

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT





Merci de votre attention !



© INRA - Lille



© INRA - A. Wagnat

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Références bibliographiques

Boehmel, C., I. Lewandowski, and W. Claupein. 2008. Comparing annual and perennial energy cropping systems with different management intensities. *Agricultural Systems* 96:224-236.

Cherney, J.H., K.D. Johnson, J.J. Volenec, and D.K. Greene. 1991. Biomass potential of selected grass and legume crops. *Energy sources* 13:283-292.

Christian, D.G., and A.B. Riche. 1998. Nitrate leaching losses under Miscanthus grass planted on a silty clay loam soil. *Soil Use and Management* 14:131-135.

Christian, D.G., A.B. Riche, and N.E. Yates. 2008. Growth, yield and mineral content of Miscanthus x giganteus grown as a biofuel for 14 successive harvests. *Industrial Crops and Products* 28:320-327.

Clifton-Brown, J.C., P.F. Stampfl, and M.B. Jones. 2004. Miscanthus biomass production for energy in Europe and its potential contribution to decreasing fossil fuel carbon emissions. *Global Change Biology* 10:509-518.

Clifton-Brown, J.C., J. Breuer, and M.B. Jones. 2007. Carbon mitigation by the energy crop, Miscanthus. *Global Change Biology* 13:2296-2307.

Frank, A.B., J.D. Berdahl, J.D. Hanson, M.A. Liebig, and H.A. Johnson. 2004. Biomass and carbon partitioning in switchgrass. *Crop Science* 44:1391-1396.

Garten, C.T., and S.D. Wulfschlegel. 1999. Soil carbon inventories under a bioenergy crop (switchgrass): Measurement limitations. *Journal of Environmental Quality* 28:1359-1365.

Gosse, G., C. Varletgrancher, R. Bonhomme, M. Chartier, J.M. Allirand, and G. Lemaire. 1986. Production maximale de matière sèche et rayonnement solaire intercepté par un couvert végétal. *Agronomie* 6:47-56.

Hansen, E.M., B.T. Christensen, L.S. Jensen, and K. Kristensen. 2004. Carbon sequestration in soil beneath long-term Miscanthus plantations as determined by C-13 abundance. *Biomass & Bioenergy* 26:97-105.

Heaton, E., T. Voigt, and S.P. Long. 2004. A quantitative review comparing the yields of two candidate C-4 perennial biomass crops in relation to nitrogen, temperature and water. *Biomass & Bioenergy* 27:21-30.

Jug, A., F. Makeschin, K.E. Rehliuss, and C. Hofmann-Schielle. 1999. Short-rotation plantations of balsam poplars, aspen and willows on former arable land in the Federal Republic of Germany. III. Soil ecological effects. *Forest Ecology and Management* 121:85-99.

Kahle, P., S. Beuch, B. Boelcke, P. Leinweber, and H.R. Schulten. 2001. Cropping of Miscanthus in Central Europe: biomass production and influence on nutrients and soil organic matter. *European Journal of Agronomy* 15:171-184.

Ma, Z., C.W. Wood, and D.J. Branstry. 2000. Carbon dynamics subsequent to establishment of switchgrass. *Biomass & Bioenergy* 18:93-104.

Powelson, D.S., A.B. Riche, and I. Shield. 2005. Biofuels and other approaches for decreasing fossil fuel emissions from agriculture. *Annals of Applied Biology* 146:193-201.

Schneckenberger, K., and Y. Kuzaykov. 2007. Carbon sequestration under Miscanthus in sandy and loamy soils estimated by natural C-13 abundance. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science-Zeitschrift Fur Pflanzenernahrung Und Bodenkunde* 170:538-542.

Reims – 29 avril 2010



Colloque Lidéa



Cultures biomasse : Les produire et les valoriser

Avec le cofinancement de :



LIDEA : Projet CasDAR 2007-2009, Introduction des cultures ligno-cellulosiques dédiées dans les exploitations agricoles, labellisé par le pôle de compétitivité Industries et Agro-Ressources

