



Les agriculteurs landais  
s'engagent

# Séchage du maïs aux granulés de bois



**GAEC de Fontaine  
Jean-Guillaume et Claude LUBAT  
Fontaine - 40310 GABARRET**

## L'exploitation

### Polyculture à dominante maïs

**SAU Totale** : 163 ha dont 137 irrigués.

➤ **Productions végétales :**

73 ha de maïs grain, 50 ha de maïs doux, 8 ha de maïs pop corn, 8 ha de tournesol, 3 ha de céréales, 2 ha de prairies, 1 ha d'asperges, 18 ha de gel (assolement 2008).

➤ **Projet de séchoir à maïs** : début 2009, lors de la réalisation du diagnostic, le maïs était livré humide.

Les agriculteurs avaient pour projet de s'équiper d'un séchoir pour leur récolte de maïs grain.

## Le diagnostic énergétique (juin 2009)

### Consommations énergétiques : fioul / gaz / électricité principaux postes

*L'analyse se base sur les factures d'avril 2007 à mars 2009.*

**L'électricité : une consommation électrique importante liée à l'irrigation.**

**155 392 kWh** consommés quasi exclusivement pour l'irrigation des cultures soit 1 129 kWh /ha irrigué.

**Le fioul : 130 712 kWh une consommation importante destinée au fonctionnement des tracteurs et de la batteuse.**

13 338 litres, soit 81 litres/ha ce qui est en-dessous des références, du fait du parcellaire favorable (grandes parcelles, terrain léger).

### Les engrais

◆ **La fabrication d'1 kg d'azote nécessite 1,5 l de fuel.**

**Une consommation énergétique représentant plus du double de la consommation de fuel et d'électricité réunies : 686 315 kWh.**

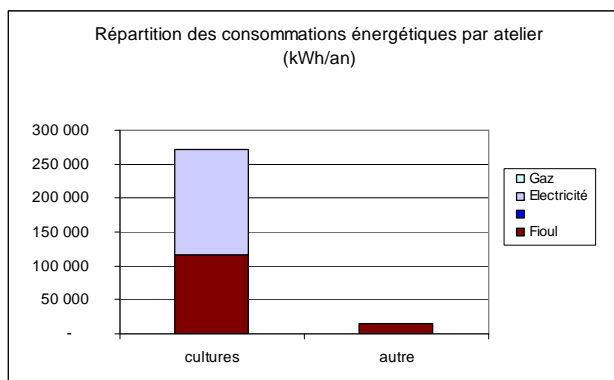
La consommation d'engrais à l'ha est en relation avec les objectifs de rendement élevés et le type de sol – en moyenne : N : 230 u ; P : 94 u ; K : 87 u. Elle représente sur la SAU l'équivalent de : N : 584 674 kWh, P : 58 753 kWh, K : 42 888 kWh soit 686 315 kWh au total.

Vu le poids de ce poste, il est important de raisonner au plus juste la fertilisation : une économie de 10 u/ha sur l'urée représente sur les 145 ha cultivés 26 000 kWh.



## Bilan énergétique avant projet d'amélioration

	électricité	fuel		TOTAL
	(kWh)	(litres)	(kWh)	(kWh)
Cultures	155 392	11 838	116 012	271 405
Divers		1 500	14 700	14 700
<b>Consommation exploitation en kWh et litres/an</b>	<b>155 392</b>	<b>13 338</b>	<b>130 712</b>	<b>286 105</b>
<b>Part énergétique</b>	<b>54 %</b>		<b>46 %</b>	<b>100 %</b>
<b>Consommation exploitation en € HT/an</b>	<b>4 747 €</b>		<b>7 192 €</b>	<b>11 939 €</b>
<b>Coût du kWh en €/kWh</b>	<b>0,0317 €</b>		<b>0,0550 €</b>	<b>0,0417 €</b>



### Points forts au moment du diagnostic (juin 2009) :

- ◆ Consommation de fuel à l'ha en-dessous des références.
- ◆ Irrigation raisonnée (tensiomètres, bilan hydrique, messages irrigation).
- ◆ Fertilisation minérale raisonnée.

## Projet d'amélioration 2009

### Économies d'énergie

- ◆ Passage des 2 tracteurs principaux au banc d'essai (des économies de 5 à 20 % sont possibles)

### Énergies Renouvelables

#### ◆ Séchage du maïs grain sur l'exploitation avec des granulés de bois



#### Bilan environnemental

Le projet de séchoir aux granulés permet d'économiser 34 tonnes de CO<sub>2</sub> par an en remplaçant 12 tonnes de gaz par 39 tonnes de granulés de bois.

#### Repères

- ◆ Il faut 2.5 tonnes de plaquettes sèches ou 2 tonnes de granulés pour remplacer 1 000 litres de fuel (ou 766 kg de propane).

- ◆ Densités  
200 à 250 kg/m<sup>3</sup> de plaquettes.  
700 kg/m<sup>3</sup> de granulés.

- ◆ Prix comparatifs des combustibles

	Prix du kWh brut
Fuel à 73 c€/l	⇔ 0,074 €
Gaz à 950 €/t	⇔ 0,074 €
Granulés bois à 165 €/t	⇔ 0,034 €
Plaquettes de bois à 20 % d'humidité à 65 €/t	⇔ 0,016 €



## Les données techniques du projet

◆ **Deux cellules sèches jumelles** d'une capacité unitaire de 188 t de maïs, de marque Sukup, installées par AgriConsult et **équipées chacune d'un générateur d'air chaud de 580 kW** de marque Marbre. Les générateurs sont équipés de foyers volcaniques.

◆ **Combustible : granulés de bois** livrés en vrac par camion de 26 t ou poly-bennes de 11 t.

◆ **Stockage des granulés dans un silo tour de 51 m<sup>3</sup>.**

◆ **Transfert par vis sans fin vers les trémies tampons** attenantes aux générateurs d'air chaud.

◆ Alimentation du foyer par vis sans fin.

**Régulation de l'approvisionnement en "tout ou rien"** à partir de la **sonde de température** située à la base de la cellule sècheuse.

◆ **Pas de brûleur fuel ou gaz d'appoint.**



## Les résultats (campagnes 2009, 2010, 2011 et 2012)

Les conditions de séchage de la campagne 2012 ont été moins favorables qu'en 2011 et 2009, deux années exceptionnelles au niveau climatique caractérisées par une récolte précoce, une humidité du maïs faible, période chaude au moment du séchage.. Il faut noter aussi que le Gaec de fontaine récolte habituellement assez tôt du fait du choix variétal. La consommation en granulés est directement liée à ces conditions et impactée au 1<sup>er</sup> chef par l'humidité du maïs : 20kg par tonne de maïs séché en 2011; 25 kg en 2009 ; 36kg en 2010 ; 39 kg en 2012.

Campagnes		2009	2010	2011	2012
		14 jours du 24/9 au 7/10	17 jours du 25/9 au 11/10	14 jours du 12/9 au 2/10	25 jours du 25/9 au 20/10
températures extérieures	moyenne	20,1°C	17,7°C	22,3°C	15,8°C
	minimales journalières	de 7 à 18°C - moyenne 12,7°C	de 0 à 16°C - moyenne 12,3°C	de 11 à 19°C - moyenne 15,1°C	de 2 à 18°C - moyenne 10°C
	maximales journalières	de 24 à 30°C - moyenne	de 18 à 28°C - moyenne	de 20 à 35°C - moyenne 29,4°C	de 17 à 29°C - moyenne
maïs	tonnage de maïs séché	1006 t	1111t	1071t	1322
	Humidité moyenne d'entrée	23,2 % =>	25,2 % =>	21,1 % =>	26,0 % =>
	Humidité moyenne de sortie	16,1 % à l'arrêt du chauffage, 14,6 % après ventilation à froid	16,6 % à l'arrêt du chauffage, 14,5 % après ventilation à froid	15,2 % à l'arrêt du chauffage, 14,3 % après ventilation à froid	16,5 % à l'arrêt du chauffage
performances du séchoir	Nombre de lots	7 lots répartis entre les 2 cellules sèches	Idem 2009	Idem 2009	9 lots répartis entre les 2 cellules sèches
	tonnage de maïs sec moyen par lot	144 t par lot	159 t par lot	153 t par lot	147 t par lot
	Durée moyenne du séchage	53 h de chauffe par lot	78 h de chauffe par lot	49 h de chauffe par lot	78 h de chauffe par lot
	durée de séchage / point d'humidité / 100 t de maïs sec	5,3 h	5,7 h	5,4 h	5,6 h
	T°entrée séchoir	50°C (température de consigne atteinte en une ½ heure)	Idem 2009	50°C (température de consigne atteinte en 15 à 30 mn)	50°C (température de consigne atteinte en une ½ heure)
combustible granulés de bois	Qualité des granulés (PCI calculé d'après taux d'humidité)	humidité 7 % PCI calculé 4 896 kWh/t densité mesurée 727 kg/m <sup>3</sup>	Humidité : 7,8% PCI calculé : 4846kWh/t	Humidité : 7% PCI calculé : 4899kWh/t densité mesurée 640kg/m <sup>3</sup>	Humidité : 9,1% PCI calculé : 4770kWh/t densité mesurée 662kg/m <sup>3</sup>
	consommation de granulés	25 t	40t	22t	52t
	Consommation en granulés/t de maïs séché	<b>24,9 kg</b>	<b>36 kg</b>	<b>20,5 kg</b>	<b>39,3 kg</b>
	Consommation en kWh/kg d'eau retirée*	<b>1,32</b>	<b>1,52</b>	<b>1,35</b>	<b>1,46</b>

\* calculée depuis l'humidité d'entrée, jusqu'à l'humidité à l'arrêt du générateur d'air chaud



## Enseignements des campagnes

◆ **Bon fonctionnement des générateurs ; obtention de la température de consigne (50°C)** dans les cellules en une demi-heure maximum (la température dans la cellule a néanmoins tendance à baisser la nuit en cas de temps froid et/ou humide).

◆ **Pas de panne notable pendant les périodes de chauffe.**

◆ **Lors de l'arrêt du générateur en fin de lot**, il faut impérativement **vider la vis d'alimentation du foyer**, afin d'éviter un retour de combustion dans la vis d'alimentation vers le petit silo.

◆ **Temps d'entretien réduit** : à chaque chauffe, ramonage des tubes de l'échangeur (15 mn) + décentrage du foyer (quelques pelletées de cendre).

◆ **Consommation en kWh supérieure aux références en gaz =>** rendement des générateurs estimé autour de 70 %. Les deux facteurs ci-dessous influencent nettement le rendement :

◆ **attention au réglage du débit d'air** : en début de campagne 2010 une mauvaise combustion a produit un encrassement rapide de l'échangeur.

◆ **attention à la qualité du granulé** : en 2010 le granulé moins bien aggloméré et avec probablement 1 % de tourteaux de tournesol a produit des machefers (un seau par chauffe) et plus de cendres (1 à 2 brouettes par chauffe).

◆ **2012** : un défaut d'étanchéité est suspecté sur l'une des chaudières qui s'encrasse plus vite

## Rentabilité de l'installation

Coût de l'installation : 60 907 € dont 2 générateurs d'air chaud : 47 720 €, main-d'œuvre et adaptation 4 142 €, silo + vis 8 045 €, abris générateurs 1 000 € (hors MO des agriculteurs pour les abris).

Aide Etat PPE (50 % hors silo) : 25 921 €

Economie sur les 2 brûleurs gaz non achetés : 22 343 €

Surcoût des générateurs à granulés : 12 643 €

La rentabilité du générateur d'air chaud à biomasse augmente avec le prix du gaz, l'humidité de récolte, le tonnage de maïs séché. Ici, le retour sur investissement est pénalisé par des humidités de récolte faibles, et un tonnage séché en dessous de la capacité. Le taux d'aide élevé en 2009 compense.

	GAEC de Fontaine année 2009 1 006 t de maïs Humidité= 23,2 %	GAEC de Fontaine année 2010 1 111 t de maïs Humidité: de 25,2 %	GAEC de Fontaine année 2011 1071 t de maïs Humidité: 21,1 %	GAEC de Fontaine année 2012 1322 t de maïs Humidité: 26%
Equivalent consommation gaz	7,2 kg de gaz/t de maïs sec* 650 €/t de gaz**	9 kg de gaz/t de maïs sec* 740 €/t de gaz**	5,9 kg de gaz/t de maïs sec* 850 €/t de gaz**	10 kg de gaz/t de maïs sec* 950 €/t de gaz**
Consommation en granulés	24,9 kg de granulés/t de maïs sec 146€/t de granulés	36,0 kg de granulés/t de maïs sec 147€/t de granulés	20,5 kg de granulés/t de maïs sec 162,5€/t de granulés	39,3 kg de granulés/t de maïs sec 165€/t de granulés
Economie sur combustible	1 080 €	1 516 €	1 751 €	4 036 €
<b>Retour sur investissement brut avec aide</b>	<b>11,7 ans</b>	<b>8,3 ans</b>	<b>7,2 ans</b>	<b>3,1 ans</b>
<b>Economie sur combustible totale : 8384€- Moyenne RSI : 6.0 ans</b>				

\* d'après référence de consommation en gaz pour des cellules sèches : 1kWh/kg d'eau retirée, calculée depuis l'humidité d'entrée, jusqu'à l'humidité à l'arrêt du générateur d'air chaud

\*\* prix location cuve comprise

NB : les frais d'entretien n'ont pas été pris en compte : ils sont supposés équivalents à un brûleur gaz.



Fiche réalisée  
par le Pôle développement  
de la Chambre d'Agriculture  
des Landes

**Contact : Florence Garez**  
**05 58 79 88 68**

Le suivi des exploitations-pilotes a bénéficié de  
l'aide financière du CasDar et du Conseil Général  
des Landes

