

# Maïs et environnement

« Gestion de la fertilisation et techniques de travail du sol sans labour »

Convention RW-DGA n°2659/3



**CONCLUSIONS**  
pour la période 2006 – 2007



Demande introduite auprès du Ministère de la Région Wallonne,  
Direction Générale de l'Agriculture  
Division de la gestion de l'Espace rural



## **Remerciements**

Le CIPF asbl remercie Monsieur B. LUTGEN Ministre wallon de l'Agriculture, de la Ruralité, de l'Environnement et du Tourisme ainsi que la Direction Générale de l'Agriculture pour le soutien financier apporté pour la réalisation de ces essais et l'activité d'encadrement des producteurs de maïs.

Que soient également remerciés les partenaires ayant participé au projet : Le Département Production Végétale du CRA-Wallonie, l'asbl Nitrawal et l'asbl Greenotec ainsi que tous les agriculteurs qui d'une manière ou d'une autre ont participé aux activités du projet (mise à disposition de parcelles, de matériel, participation aux réunions,...). Sans eux, ce programme n'aurait pu être mené à bonne fin.

## **1. Gestion de la fertilisation en culture de maïs**

## 1.1. Gestion de la fertilisation azotée sur parcelles à hautes teneur en humus dans le sud du pays.

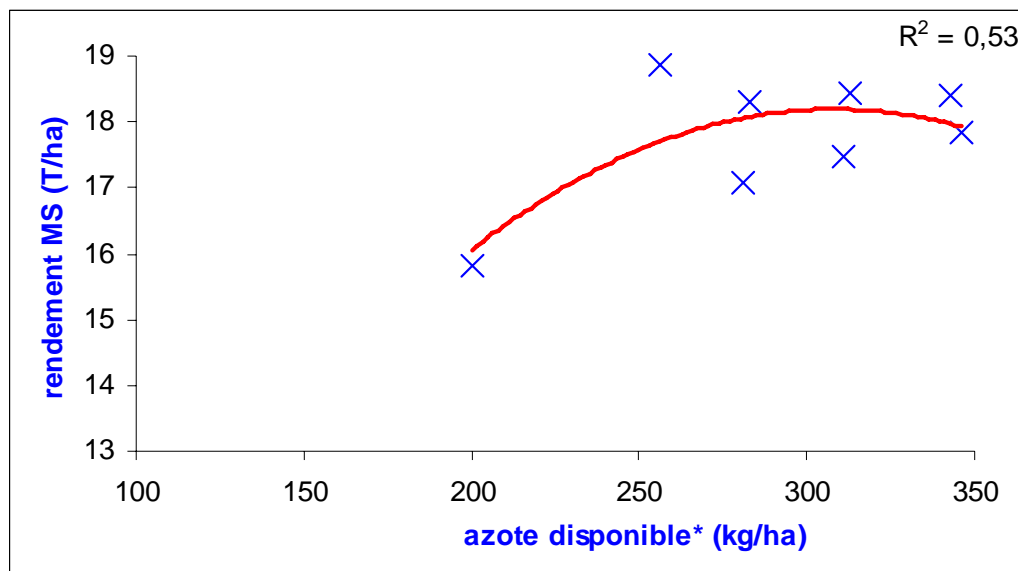
### 1.1.1. Adaptation du conseil de fertilisation azotée en zone vulnérable du « sud-Namurois » pour la culture d'un maïs en ROTATION (région de Philippeville)

Si on considère que l'implantation du maïs a suivi un même itinéraire phytotechnique en 2006 et 2007 dans les parcelles d'essai, on peut envisager de tirer certaines conclusions intéressantes. En effet, même si les quantités de fumure organique appliquées et la valeur azotée des effluents étaient fort différentes d'un essai à l'autre, les quantités minérales ont été gérées dans le souci de répondre au conseil de fertilisation établi sur base d'analyses de sol.

La pratique se résume par un apport de fumier après la récolte de la céréale précédente, suivi par l'implantation d'une CIPAN (en 2006). Au printemps, l'agriculteur apporte du lisier avant semis suivi d'un labour et de l'application du solde de l'azote sous forme minéral au semis.

Les parcelles ont une texture classifiée de « limon fin argileux » avec une teneur en argile de 15 à 22%, de limon de 64 à 80% et de sable de 15 à 5%. Le pH est de 7,2 points en 2006 et 5,1 points en 2007. La teneur en **humus** reste quant à elle proche des **3,5%**.

Sur base de ces deux années d'expérimentation, on peut établir les graphes suivants :



Graphie 1 : rendements moyens en matière sèche du maïs récolté à Franchimont en 2006 et 2007

Vu les contrastes observés durant les deux années d'observation, on peut affirmer que si les apports organiques sont excessifs à l'arrière-saison (60 tonnes de fumier/ha en 2006), la seule application de 75 unités d'azote minéral appliqué avant semis est largement suffisante que pour une production optimale de maïs. Dans les objets avec apport de lisier au printemps, la pratique ne respecte pas la législation du PGDA vu l'apport de fumier avant CIPAN durant l'été précédant (Cfr limite autorisée sur graphe 1). Par contre, si l'apport de fumier à l'automne précédent est raisonnable (30 tonnes de fumier/ha en 2007) ou s'il s'agit d'un fumier pailleux, l'optimum de rendement sera obtenu suite à l'application d'une dose limitée de lisier de porc (20 à 25m<sup>3</sup>) complétée éventuellement d'un faible apport minéral au semis ou éventuellement d'un engrais « starter ». De même, cette pratique conduit à un dépassement des 230 unités d'azote sous forme organique autorisées par le PGDA.

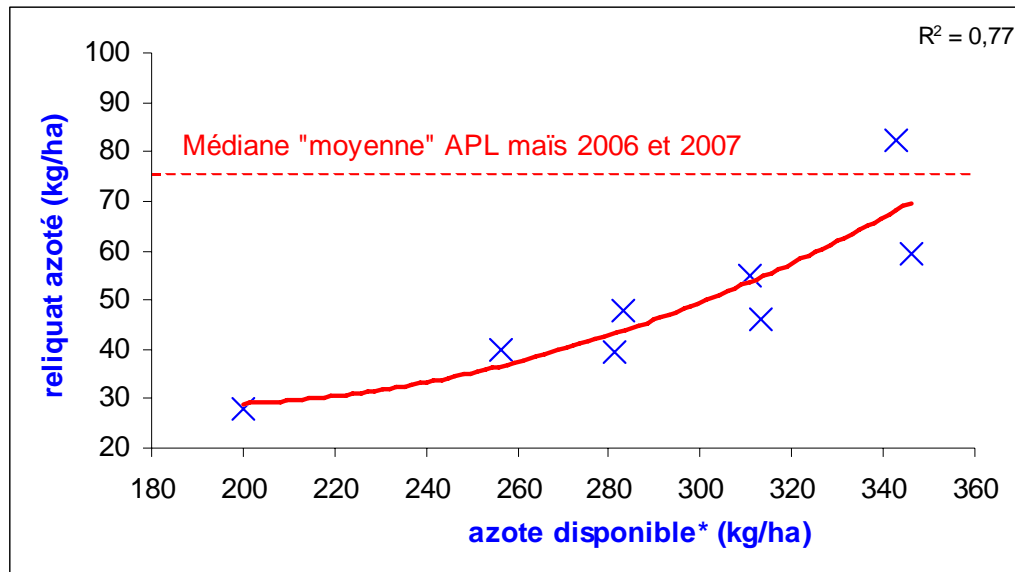
Par contre, s'il n'y a pas d'apport de fumure organique à l'arrière-saison, l'épandage d'une dose de lisier de porc proche des 30m<sup>3</sup>/ha complétée par 70 à 80 unités d'azote minéral avant semis permettra d'obtenir le rendement maximum tout en respectant le PGDA.

Autrement dit \*:

(doses à adapter sur base des teneurs en azote total des effluents d'élevage)

- Si fumier bovin d'été 30t/ha -> au printemps 20 à 25m<sup>3</sup> lisier de porc + 30 à 40u Nmin  
(ou engrais « starter)
- Si pas de fumure d'été -> au printemps 30 à 35m<sup>3</sup> lisier de porc + 70 à 80u Nmin

⇒ **l'objectif de l'agriculteur** étant d'apporter l'équivalent de **160 unités d'azote efficace** pour compléter l'apport du sol.



Graphie 2 : reliquats azotés moyens relevés après culture de maïs à Franchimont en 2006 et 2007

Les reliquats moyens augmentent de manière significative dès que l'on dépasse les **260 unités d'azote disponible** pour le maïs (besoins théoriques de la culture). Les reliquats azotés mesurés pour des doses d'azote disponibles inférieures à 300 unités permettent à l'agriculteur, dans le cadre de cet essai, de se situer sous la Médiane des valeurs mesurées dans les fermes de référence en 2007 à la même date de prélèvement. Les doses d'azote les plus élevées se situent juste en dessous de la valeur relevée pour le Centile 75.

Vu les conditions pédo-climatiques particulièrement contrastées à l'automne 2006 (exceptionnellement clémente) et 2007 (une des plus fraîches arrières-saisons depuis 10 ans), on peut considérer que le moyenne établie représenterait une situation intermédiaire aux deux situations extrêmes rencontrées durant l'expérimentation.

En 2006, la minéralisation de l'humus du sol avait libéré de l'ordre de 28 unités d'azote par pourcent d'humus de la parcelle alors qu'en 2007 le sol ne libéra que 14 unités d'azote par pourcent d'humus.

Le sol libère donc en moyenne de l'ordre de **21 unités d'azote par pourcent d'humus** dans les conditions bien connues de l'expérimentation.

**ATTENTION : Pratique ne respectant pas le PGDA pour tous les objets expérimentés. Limiter les apports organiques à l'arrière-saison si l'agriculteur envisage deux apports d'engrais de ferme avant culture de maïs (maximum 230 unités d'azote sous forme organique !). Eviter la pratique de 2 apports de fumures organiques sur des terres avec teneur en humus > 2,5%.**

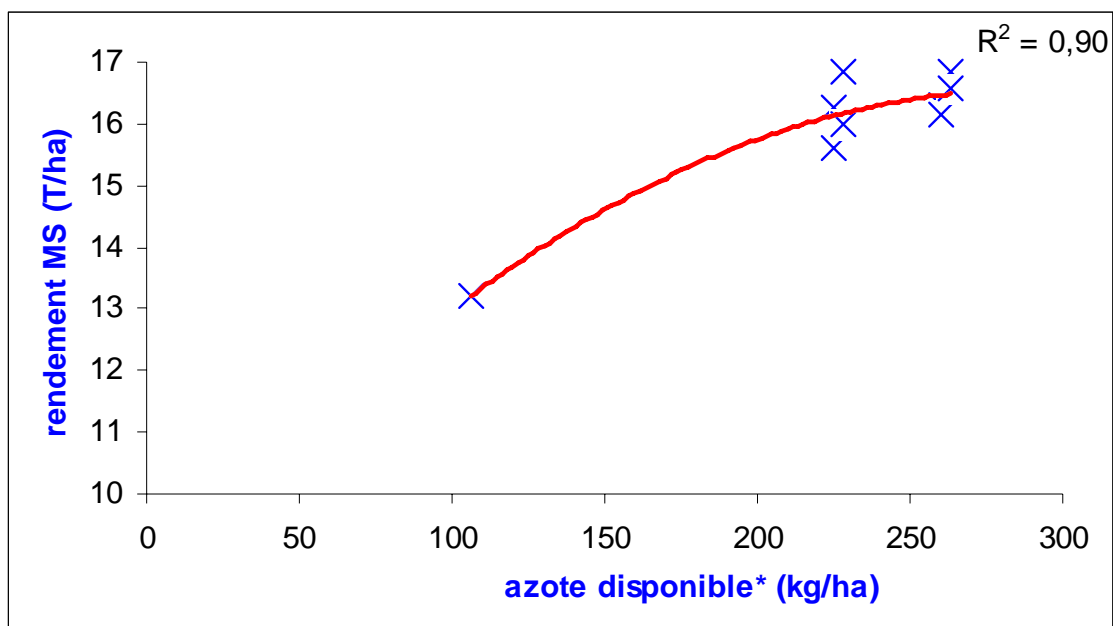
### 1.1.2. Adaptation du conseil de fertilisation azotée pour la culture d'un maïs cultivé en MONOCULTURE en Famenne (région de Somme-Leuze)

Les quantités de fumure organique appliquées et la valeur azotée des effluents sont fort semblables pour les deux années d'expérimentation et sont issues de la même exploitation. Les quantités minérales ont été gérées dans le souci de répondre au conseil de fertilisation établi sur base d'analyses de sol. Certaines parcelles ont reçu annuellement un apport de chaux (900kg/ha) sous forme de Dolokorn afin de rectifier le pH un peu faible et contribuer à une meilleure efficacité des engrais.

La pratique se résume par un apport de fumier au printemps (31t/ha à 4,3u Ntotal) suivi d'un labour et de l'application du solde de l'azote sous forme minérale au semis.

Les parcelles ont une texture classifiée de « **limon fin** » avec une teneur en argile de 22%, de limon de 54% et de sable de 24%. Le pH est assez faible et oscille autour de 5,8 points. La teneur en **humus** reste quant à elle proche des **4%**.

Sur base des résultats obtenus durant ces deux années d'expérimentation, on peut établir les graphes suivants :



Graph 3 : rendements moyens en matière sèche du maïs récolté à Somme-Leuze en 2006 et 2007

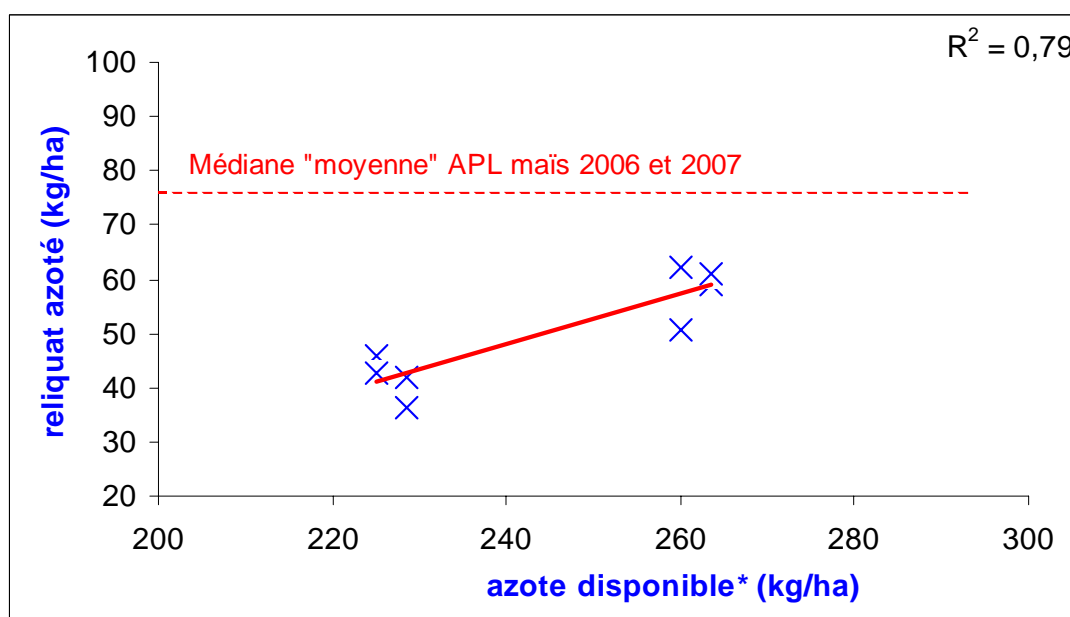
Vu le taux de fertilité élevé de la parcelle au départ et le taux élevé en humus (4%), il est difficile de mettre en évidence de grandes différences de rendement sur base de la fertilisation de l'année. Notons cependant que même si les différences ne sont pas significatives, le rendement optimum est obtenu pour une association entre une fumure organique et un complément minéral égal au conseil de laboratoire (associé à l'apport de chaux en seconde année d'expérimentation).

Autrement dit \*:

(doses à adapter sur base des teneurs en azote total des effluents d'élevage)

- **fumier bovin 30 à 35 t/ha au printemps (ou 20 à 25m<sup>3</sup> lisier bovin) + 60 à 80u Nmin**

⇒ **l'objectif de l'agriculteur** étant d'apporter l'équivalent de **120 unités d'azote efficace** pour compléter l'apport du sol.



Graph 4 : reliquats azotés moyens relevés après culture de maïs à Somme-Leuze en 2006 et 2007

Malgré le taux d'humus élevé de la parcelle les reliquats azotés restent acceptables pour la plupart des objets étudiés (les valeurs extrêmes oscillent entre 26 et 72 unités d'azote sur un profil de 90cm de sol pour les 2 ans), d'autant plus que dans l'ensemble des parcelles quasiment la moitié du reliquat se situe dans l'horizon humifère.

En 2006, la minéralisation de l'humus du sol avait libéré de l'ordre de 21 unités d'azote par pourcent d'humus de la parcelle alors qu'en 2007 le sol libéra 19 unités d'azote par pourcent d'humus.

Le sol libère donc en moyenne de l'ordre de **20 unités d'azote par pourcent d'humus** dans les conditions bien connues de l'essai.

## 1.2. Conseil de fertilisation azotée sur une parcelle cultivée en TCS avec une teneur en humus supérieure à la moyenne des parcelles cultivées sous labour dans la région (« sables bruxelliens »).

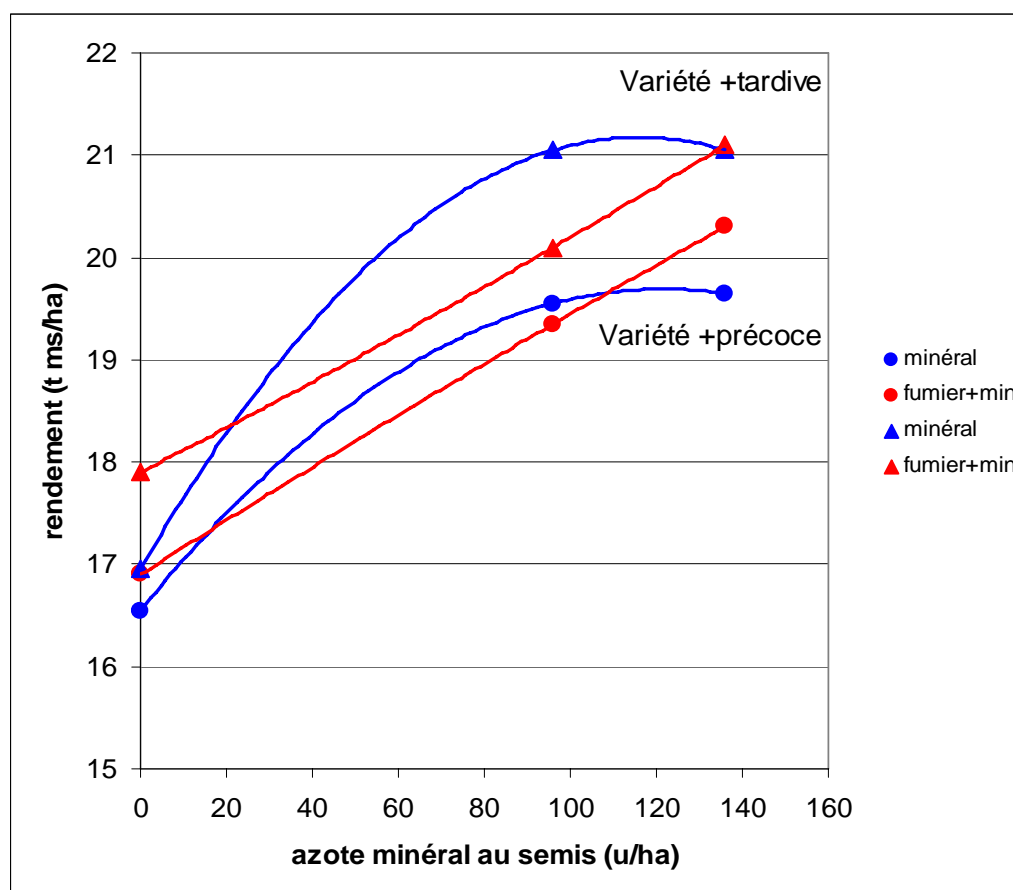
L'essai étudié a suivi un itinéraire technique identique pour les deux années d'expérimentation avec un apport printanier de fumier de l'ordre de 26t/ha (6,2u Ntotal) suivi par un enfouissement superficiel et l'apport d'un complément d'azote minéral au semis selon avis de laboratoire.

Deux types de variétés sont étudiées (précoce à demi-précoce et plus tardive) afin de déterminer leur potentiel de valorisation de l'azote en fonction de la longueur de leur cycle végétatif.

Les parcelles ont une texture classifiée de « **limoneuse** » avec un pH moyen correct avec 6,4 points.

La teneur en **humus** reste quant à elle proche des **2,5%**.

Sur base de ces deux années d'expérimentation, on peut établir les graphes suivants :



Graphe 5 : rendements moyens en matière sèche du maïs récolté à Pont-à-Celles en 2006 et 2007

En moyenne sur les 2 ans, la variété la plus tardive confirme un potentiel de rendement supérieur à une variété plus précoce (+ 1t de ms/ha). Sans application de fumure organique au printemps, la dose d'azote optimale à appliquer au semis est inférieure d'une quarantaine d'unités d'azote à l'avis de laboratoire. Ceci résulte vraisemblablement d'une sous-estimation du pouvoir de minéralisation de la parcelle par une accumulation de matière organique en surface suite à la pratique des TCS ;

hypothèse qui permettrait également d'expliquer le haut niveau de rendement obtenu dans les parcelles témoins non fertilisées.

Par contre, lorsque l'on apporte du fumier avant le semis, la dose d'azote préconisée par le laboratoire s'avère nécessaire pour atteindre le meilleur rendement pour l'agriculteur.

Autrement dit \*:

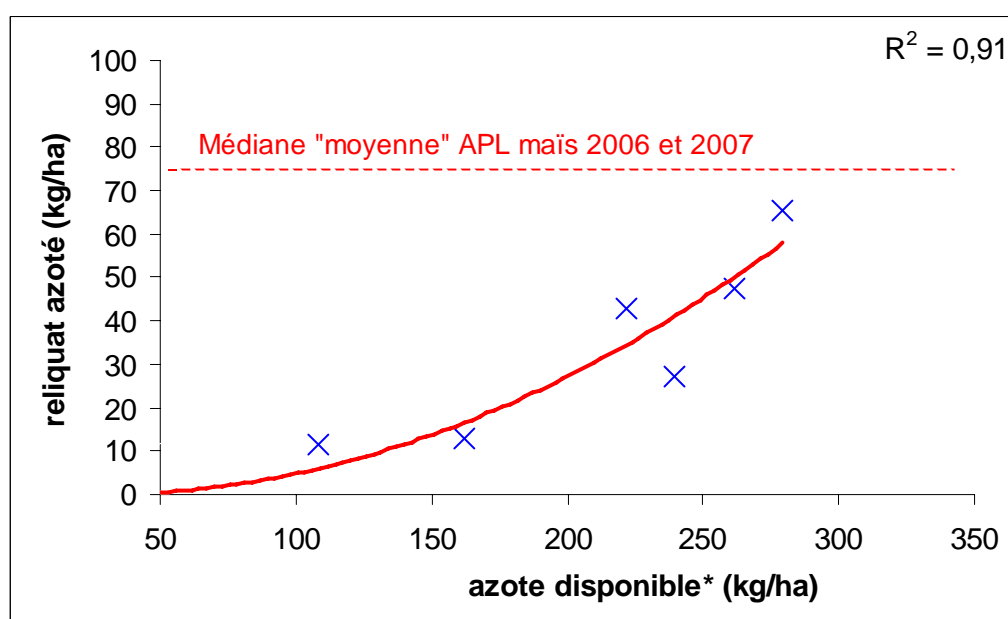
(doses à adapter sur base des teneurs en azote total des effluents d'élevage)

- Si fumier bovin au printemps      **25 à 30t de fumier bovin + 80 à 90u Nmin**

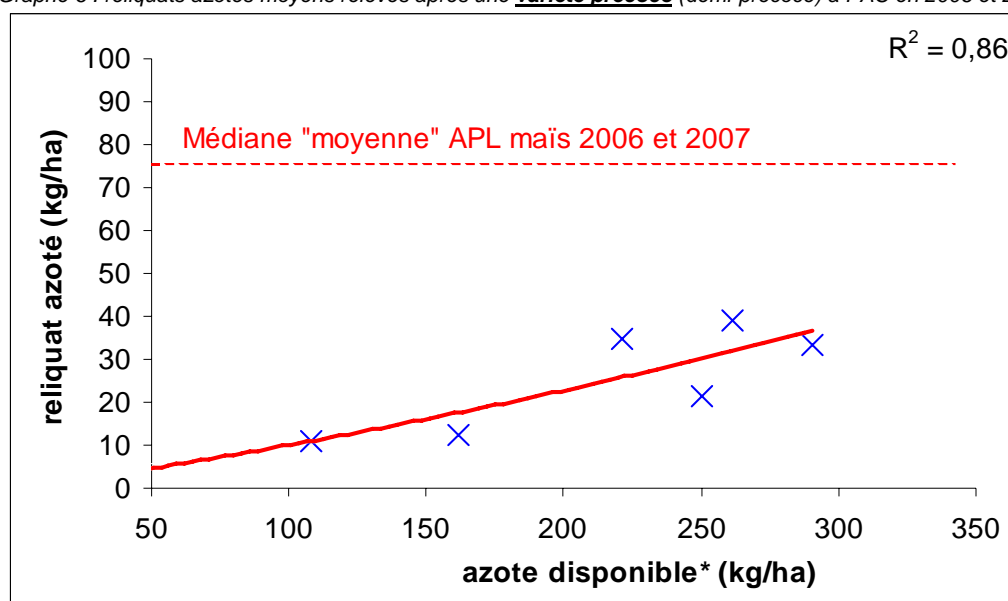
⇒ l'objectif de l'agriculteur étant d'apporter l'équivalent de **140 unités d'azote efficace** pour compléter l'apport du sol.

- Si pas de fumure organique      **maximum 120u Nmin au semis**

⇒ l'objectif de l'agriculteur étant d'apporter l'équivalent de **120 unités d'azote efficace** pour compléter l'apport du sol.



Graph 6 : reliquats azotés moyens relevés après une variété précoce (demi-précoce) à PAC en 2006 et 2007



Graph 7 : reliquats azotés moyens relevés après une variété tardive à PAC en 2006 et 2007

Les reliquats observés après récolte sont dans la majorité des inférieurs à la Médiane des mesures d'APL réalisées dans les « fermes de références » suivies par Nitrawal à pareille époque. Ce résultat est la conséquence d'une production élevée des maïs cultivés. Notons néanmoins que la variété la plus tardive de par son cycle végétatif plus long a encore pu valoriser une partie de l'azote minéralisé en septembre notamment ; alors que les reliquats augmentent significativement pour les doses d'azote les plus élevées pour la variété plus précoce.

Schématiquement sur base des courbes de corrélations établies sur les 2 années d'expérimentation, on peut estimer qu'une variété **précoce à demi-précoce** valorise de l'ordre de **240 unités** d'azote pour boucler son cycle alors que la variété FRANKI à caractère **tardif** très prononcé pourrait valoriser de l'ordre de **280 unités** d'azote disponible tout en limitant le reliquat azoté après récolte.

Il va de soi que la variété tardive doit être semée dans une région et à une date de semis qui lui permette d'exprimer son potentiel et d'arriver à maturité (semis précoce).

### **1.3. Etude de l'apport de différentes formes de phosphore, de leur prélèvement par la plante et de leur évolution dans le sol**

L'ensemble des observations réalisées à la récolte n'ont pas à ce stade permis de mettre en évidence la présence d'une concentration en phosphore significativement plus élevée dans la plante ou dans le sol pour les différentes formes apportées avant semis ou en végétation.

Seules les parcelles fertilisées sur base d'un apport de lisier de porc avant semis présentent un aspect végétatif plus vigoureux au démarrage de la culture (lié principalement à la disponibilité de la fraction azotée du lisier et dans une moindre importance par la concentration en phosphore). Cette différence visuelle se traduit par un rendement un peu supérieur à la récolte sans pour autant être systématiquement significatif d'un point de vue statistique.

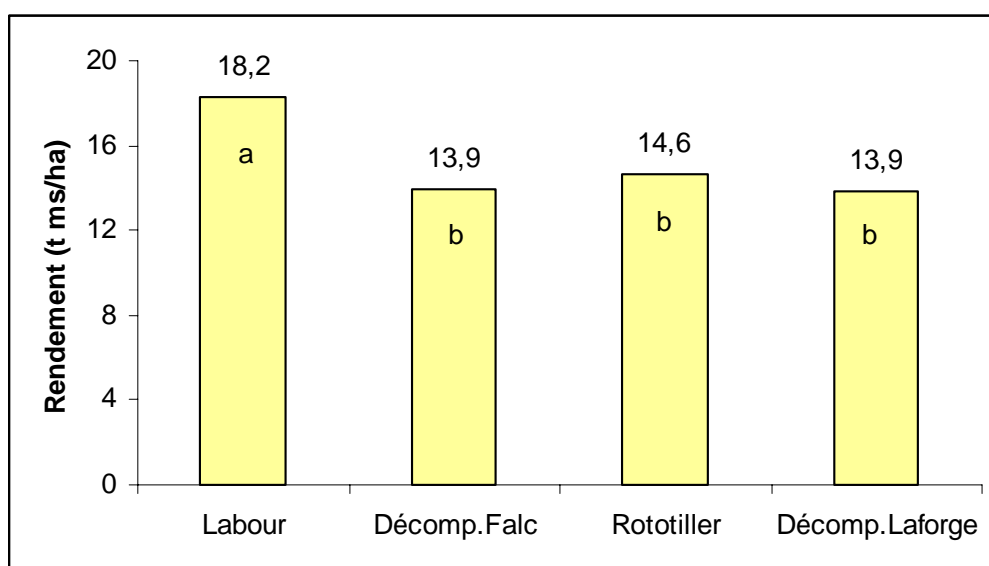
## 2. Adaptation de la phytotechnie pour la production de maïs sans labour

## 2.1. Adaptation de la phytotechnie pour la production de maïs sans labour (site de Buzet) monoculture

L'essai est implanté sur une parcelle cultivée en monoculture de maïs en région des « sables bruxelliens » sur un sol classifié de « **limon fin argileux** » (16%argile, 75%limon, 9%sable) avec un taux d'humus proche de 2% et un pH de 6 unités.

Les parcelles de l'essai cultivées en TCS durant les années 2006 et 2007 sont cultivées en non labour depuis 2002. Le labour et l'ensemble des travaux de sol sont systématiquement réalisés au printemps.

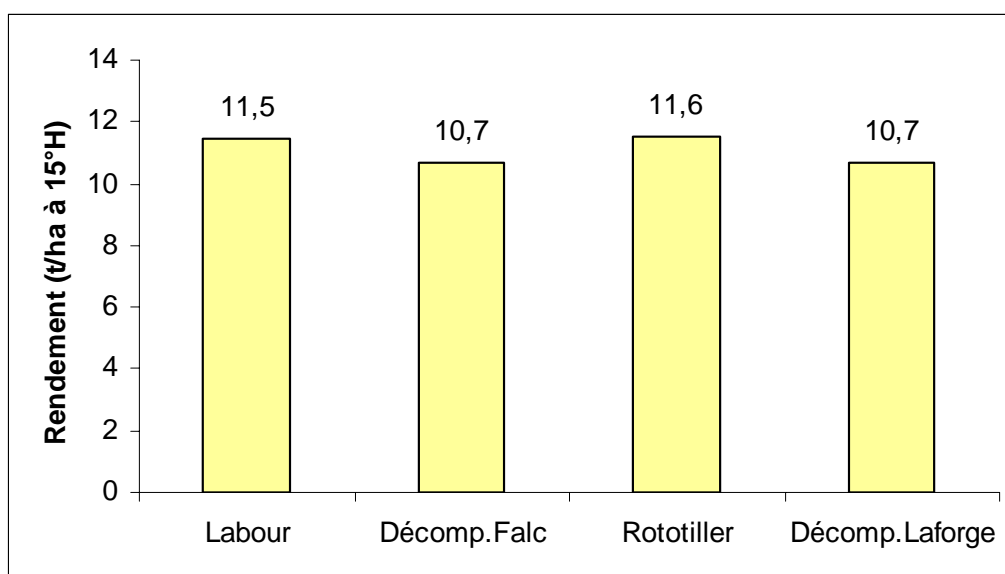
### 2.1.1. Comparaison de 3 techniques de travail superficiel du sol par rapport au labour en maïs ENSILAGE



Graphe 8 : rendements moyens en matière sèche du maïs ensilage récolté à Buzet en 2006 et 2007

L'important déficit de rendement observé ces deux dernières années suite à la pratique de TCS est probablement lié à un problème de capillarité dès la croissance juvénile du maïs. Le fait de décompacter un sol sec au printemps suivi d'une période prolongée de sécheresse (fin avril en 2007 et durant les mois de juin et juillet en 2006) a limité les remontées d'eau capillaire engendrant un déficit hydrique pour la culture à un moment critique de la saison. La tendance argileuse de la parcelle contribue d'autant plus à accentuer ce phénomène.

## 2.1.2. Comparaison de 3 techniques de travail superficiel du sol par rapport au labour en maïs GRAIN



Grappe 9 : rendements moyens à 15° d'humidité du maïs grain récolté à Buzet en 2006 et 2007

La teneur en humidité des grains à la récolte est généralement inférieure de quelques dixièmes de degrés voire plus pour les échantillons prélevés dans les parcelles cultivées en TCS. Ces observations confirment la tendance déjà observée lors des années précédentes sur cette même parcelle et dans d'autres essais du même type réalisés par le CIPF depuis plusieurs années.

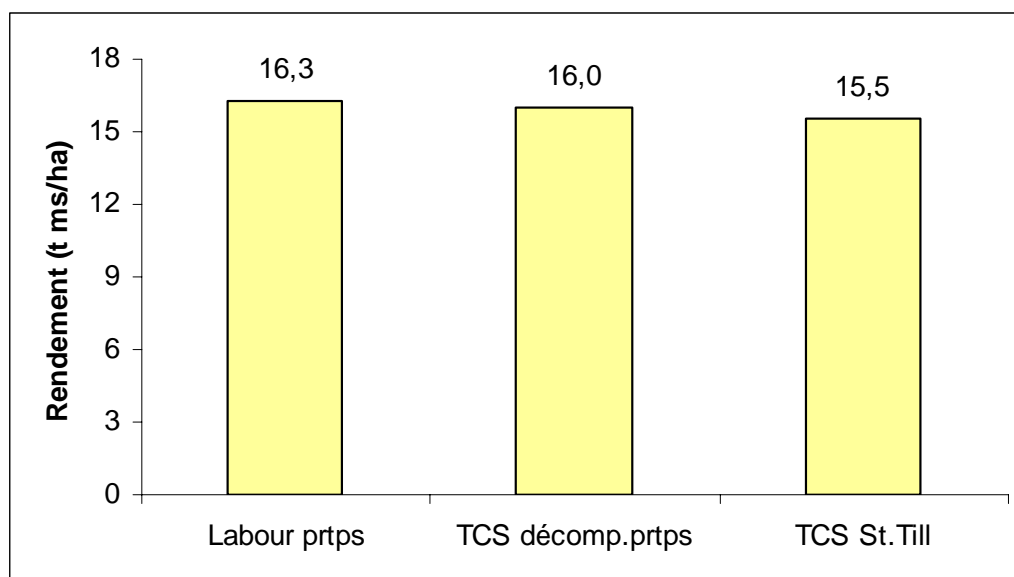
An niveau des rendements, les grands écarts observés en ensilage (dû au déficit de développement de la masse végétative) sont nettement atténués voire carrément inversés pour le rendement en grain. Ce fut particulièrement le cas en 2006 avec une arrière-saison exceptionnellement clémente suivant une période pluvieuse en août. Avec pour conséquence la reprise d'une minéralisation intense en fin de saison et une bonne migration des sucres solubles vers l'épi conduisant à un bon remplissage des grains.

## 2.2. Adaptation de la phytotechnie pour la production de maïs sans labour. Comparaison labour et TCS (site de Ophain) - rotation

Les essais sont implantés dans le cadre d'une parcelle cultivée en rotation en région des « sables bruxelliens » sur un sol de classification « **sablo-limoneuse** » avec un taux d'humus proche de 2,5% en 2006 et de 2% en 2007. Le pH est un peu faible et se situe autour de 5,5 unités.

L'ensemble des parcelles de l'agriculteur sont cultivées en TCS depuis une quinzaine d'années. Le labour et l'ensemble des travaux de sol sont systématiquement réalisés au printemps.

Deux techniques de TCS sont comparées au labour qui nous sert de témoin. La première technique se résume au passage d'une poutre de décompaction (25cm) suivi d'un travail superficiel à la rotative. L'autre alternative a différé un peu sur les 2 années d'expérimentation et se résumait en 2006 par la réalisation du semis de maïs sur une butte réalisée devant le semoir et en 2007 par un fraissage du sol uniquement sur la ligne de semis (=strip-till).



Graph 10 : rendements moyens en matière sèche du maïs ensilé à Ophain en 2006 et 2007

Les différences de rendements observées sur les parcelles d'Ophain sont nettement moins importantes que celles observées dans l'essai de Buzet. La composition du sol de la région (texture sablo-limoneuse) est certainement un paramètre primordial dans l'explication du peu de différences de rendements à la récolte. Même si en moyenne le labour se montre supérieur de quelques centaines de kilos de matière sèche, les écarts de rendements observés ne sont pas statistiquement significatifs. En 2007, un labour d'hiver a également été réalisé dans l'essai afin de déterminer si le travail profond du sol à l'automne pouvait influencer significativement le rendement final. Le rendement obtenu fut légèrement inférieur au labour de printemps et quelque peu supérieur aux TCS. Notons encore que le labour et le décompactage de printemps ont été réalisés avec un tracteur de 140CV alors que le strip-till a été réalisé avec un tracteur de 80CV.

### 2.3. Influence de la pratique du non-labour sur la pression parasitaire et l'évolution de la flore adventice. Enquête de terrain.

L'enquête réalisée en collaboration avec Greenotec a permis d'analyser 22 situations d'agriculteurs cultivant du maïs et pratiquant les TCS. Les commentaires ci-après traduisent le résultat de l'enquête menée auprès de ces TCistes.

L'échantillon des agriculteurs ayant répondu à l'enquête pratiquent en moyenne des TCS depuis 9ans. Il estiment que la puissance de traction nécessaire pour travailler avec des outils de 3m de large doit être d'au minimum 154CV et ils estiment que les TCS répondent à 84% de leurs attentes comparativement au labour.

L'enquête a révélé que 77% d'entre eux possèdent encore une charrue ; que 55% des Tcistes ne labourent plus avant l'implantation du maïs. Environ deux tiers d'entre eux estiment qu'ils pratiquent un décompactage profond compris entre 20 et 35cm, que le temps de travail du sol se limite entre 1h et 1h30 à l'hectare et que les rendements obtenus sont similaires à ceux qu'ils avaient au moment où ils labouraient encore. La moitié des agriculteurs possèdent un semoir spécialement équipé pour les TCS et ont recours à un antigraminée spécifique pour combattre certaines adventices.

Finalement, trois quarts des agriculteurs estiment nécessaire l'utilisation du glyphosate lorsque l'on envisage la pratique régulière de techniques sans labour.