

Maïs et environnement

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

SYNTHESE
convention n°2659/4



Pour la période du 01/01/2008 au 31/12/2009



Avec le soutien du Ministère de la Région Wallonne,
Service public de Wallonie
Direction Générale de l'Agriculture,
des Ressources naturelles et de l'Environnement



Remerciements

Le CIPF asbl remercie Monsieur B. LUTGEN Ministre wallon de l'Agriculture, de la Ruralité, de l'Environnement et du Tourisme ainsi que le Service Public de Wallonie et particulièrement la Direction Générale de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement 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, GRENeRA 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. Plate-forme de démonstration de travaux simplifiés du sol comparativement au labour (en collaboration avec Greenotec et le Département Production Végétale du CRA de Gembloux)

Contexte :

Le site de Buzet (limite entre Hainaut et Brabant wallon) fait l'objet d'une étude comparative de divers travaux de sol en monoculture de maïs depuis 2002. Le sol est qualifié de « limon fin argileux » et se situe dans la zone des « sables bruxelliens ». Les différentes pratiques culturales simplifiées sont comparées à un labour de printemps afin d'évaluer les éventuelles fluctuations de rendement.

1.1 . Comparaison de 3 techniques de travail superficiel du sol par rapport au labour en culture de maïs ensilage (moyenne 2008/2009)

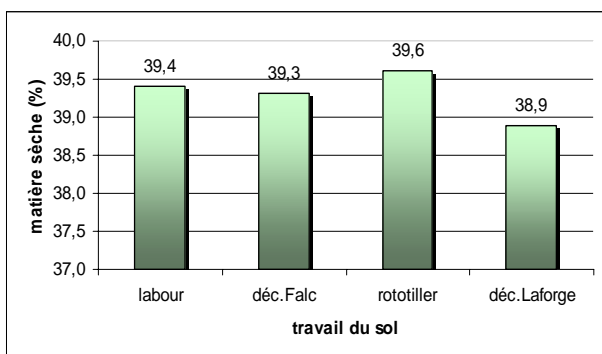


Figure 1 : évolution de la teneur en matière sèche du maïs en fonction du travail du sol – Buzet 2008/2009

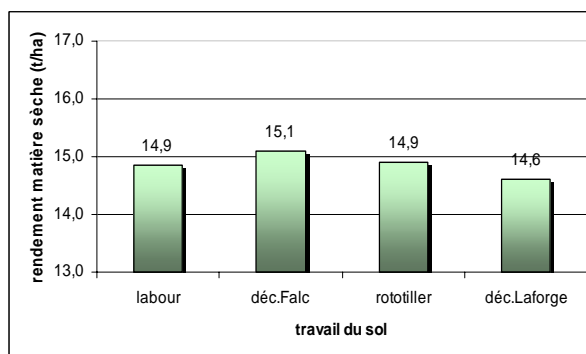


Figure 2 : évolution des rendements en matière sèche du maïs en fonction du travail du sol – Buzet 2008/2009

Contrairement aux premières conclusions tirées dans le projet « RW(DGA) 2659_3 » où la pratique du labour restait significativement plus intéressante que les TCS avec un gain de rendement moyen de l'ordre de 4 tonnes de matière sèche par hectare (effet lié aux sécheresses printanières), on observe cette fois un équilibre des rendements pour l'ensemble des travaux culturaux (figure1).

La période de sécheresse estivale qui a sévi plus tardivement durant le mois de septembre 2009 n'a eu, dans ce cas, que peu d'influence sur les rendements finaux (figure 2).

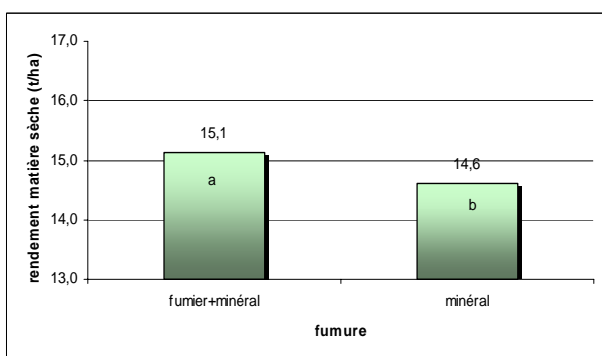


Figure 3 : Influence de la fumure sur le rendement en matière sèche du maïs – Buzet 2008/2009

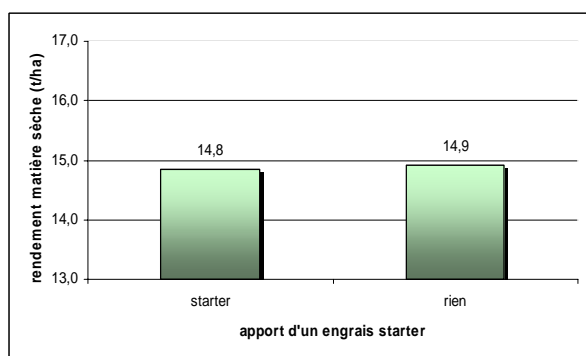


Figure 4 : Influence d'un apport « starter » sur le rendement en matière sèche du maïs – Buzet 2008/2009

Conformément aux observations déjà réalisées depuis de nombreuses années au CIPF, notamment dans les conventions « RW(DGA) 2581_1 et 2581_2 » et « RW(DGA) 2659_1 et 2659_2 », il se confirme qu'une fertilisation raisonnée combinant à la fois une fumure organique et un complément minéral au semis reste une pratique significativement plus intéressante (figure 3).

L'apport d'un engrais « starter » permettant de pallier à un démarrage plus lent du maïs en TCS ne permet quant à lui pas d'atteindre l'objet fixé et n'engendre pas d'effet positif sur les rendements

même si les observations en végétation attestent d'un meilleur démarrage des plantes lors de l'application d'un engrais « starter » (figure 4). Le résultat se limite à un effet visuel en début de croissance sans conséquence significative sur le produit de la récolte dans le cas présent.

Le reliquat azoté n'est pas influencé significativement par le type de travail de sol ni par le type de fertilisation appliquée.

1.2 . Comparaison de 3 techniques de travail superficiel du sol par rapport au labour en culture de maïs grain (année 2008)

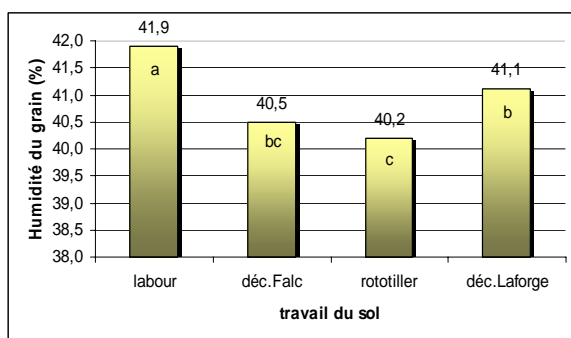


Figure 5 : évolution de l'humidité du maïs grain à la récolte en fonction du travail du sol – Buzet 2008

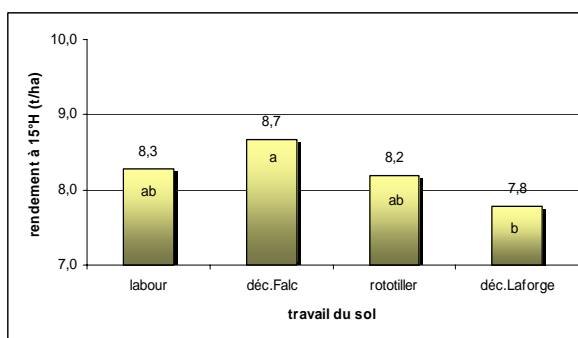


Figure 6 : évolution des rendements à 15°H du maïs grain en fonction du travail du sol – Buzet 2008

La teneur en humidité du grain à la récolte est significativement plus faible dans les parcelles cultivées en TCS (figure 5). Cette tendance se confirme régulièrement depuis la mise en place de la plate-forme de Buzet et dans d'autres réalisés par le CIPF depuis plusieurs années.

Les différences de rendement non significatives mesurées à ce jour entre les différents travaux de sols « RW (DGA) 2659_3 » ont évolué cette fois de manière significative notamment pour le décompactage avec la poutre FALC+Rotative qui engendre un rendement supérieur de 900kg comparativement au décompacteur LAFORGE (figure 6).

Un élément d'explication réside dans la préparation superficielle du sol qui reste plus grossière avec les disques émetteurs du LAFORGE comparativement à l'affinage superficiel de la rotative.

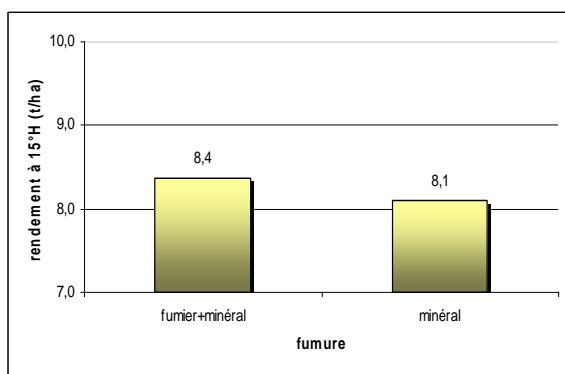


Figure 7 : Influence de la fumure sur le rendement en matière sèche du maïs – Buzet 2008/2009

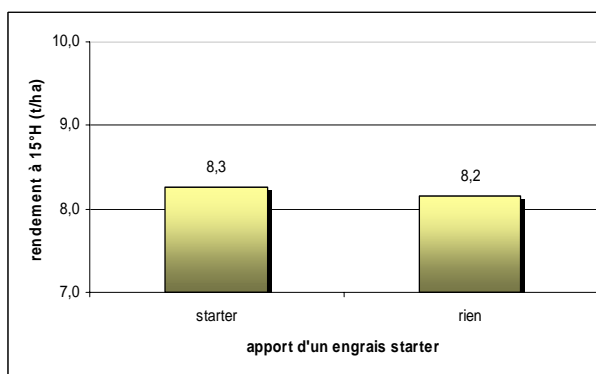


Figure 8 : Influence d'un apport « starter » sur le rendement en matière sèche du maïs – Buzet 2008/2009

Tout comme pour l'ensilage, la combinaison d'une fertilisation organique et minérale conduit au rendement le plus élevé (figure 7). L'engrais « starter » n'améliore pas significativement le niveau de rendement à la récolte (figure 8).

Les reliquats azotés après récolte restent modérés (20 à 25 unités d'azote sur un profil de 90cm) et fort proches les uns des autres, quels que soient les travaux culturaux réalisés.

2. Valorisation du compost de broussailles issu des parcs à containers en comparaison à une fumure organique traditionnelle

Contexte :

L'intérêt agronomique de l'essai mis en place à Villeroux (Chastre – Brabant wallon) permet d'évaluer la quantité d'azote libérée par le compost de broussaille comparativement à un apport de fumier et permettre ainsi l'adaptation de la fumure minérale complémentaire.

La parcelle a un niveau de fertilité relativement faible au départ avec peu de restitutions organiques (humus=1,9%).

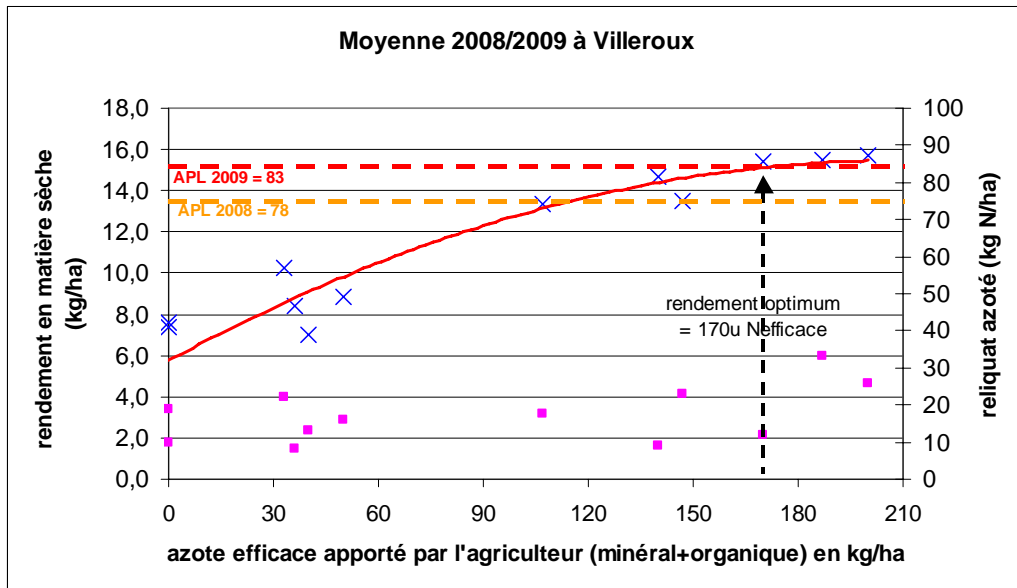


Figure 9 : Evolution du rendement en matière sèche du maïs par rapport à la quantité d'azote efficace apportée par l'agriculteur – Villeroux moyenne 2008/2009

Suite à une application printanière annuelle de 25 tonnes par hectare de compost de broussailles (Ntotal = 6,94kg en 2008 et 10,08kg en 2009) ou de fumier de bovin (Ntotal = 4,27kg en 2008 et 4,39 en 2009) et à une complémentation minérale azotée croissante, on observe que l'optimum de rendement est atteint avec une dose d'azote efficace équivalente à 170 unités d'azote (figure 9). Cette dose permet en outre de préserver des reliquats azotés post-cultureux très faibles dans le cas présent.

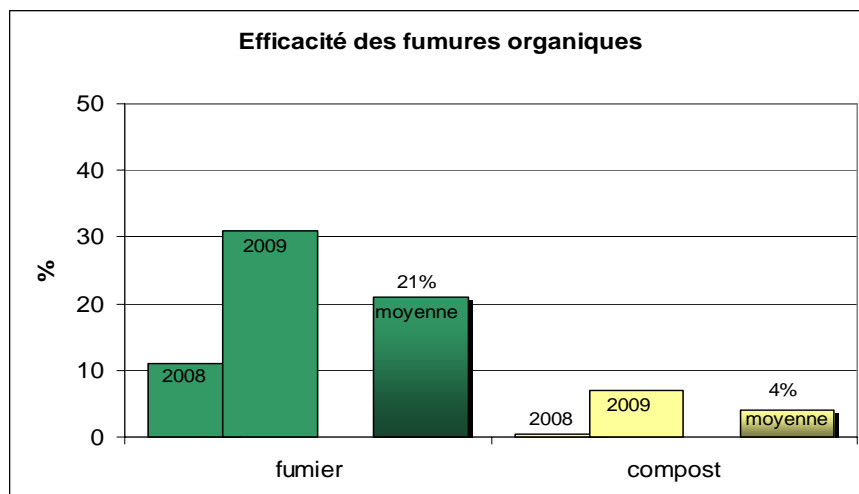


Figure 10 : Détermination du coefficient d'efficacité « azote » des fumures organique Villeroux 2008/2009

Les coefficients d'efficacité mesurés en 2008 restent très faibles. L'aspect pailleux du fumier appliqué en 2008 a certainement mobilisé une part non négligeable de l'azote libéré. Le compost appliqué au printemps a, quant à lui, probablement libéré de l'azote plus tardivement dans la saison à un moment où le maïs n'était plus susceptible de le valoriser comme souhaité. Les coefficients mesurés en 2009 sont nettement plus élevés et plus proches des valeurs pressenties (0,3 pour le fumier et 0,2 pour le compost) comme le montre la figure 10. Néanmoins les données observées pour le compost restent en dessous des valeurs attendues malgré une teneur en azote très élevée en 2009 (Nt=10,08kg).

3. Plate-forme de démonstration de CIPAN et suivi des APL en collaboration avec Nitrawal. Valorisation par une culture de maïs de l'azote libéré par les différentes CIPAN

3.1. Essai de différentes CIPAN avant maïs à Gerpinnes (Condroz) – année 2009 (collaboration Nitrawal Sud)

Contexte :

Dans le cadre du programme de gestion durable de l'azote (PGDA version 2) d'application depuis 2007, tout agriculteur situé en zone vulnérable est contraint à couvrir avant le 15 septembre au minimum 75% des superficies de l'exploitation destinées à recevoir une culture implantée après le 1^{er} janvier (hors lin et pois). Ce couvert ne peut contenir plus de 50% de légumineuses et ne peut être détruit avant le 30 novembre.

Dans ce contexte, bon nombre d'agriculteurs risquent notamment de se poser pas mal de questions quant au meilleur compromis à obtenir pour la gestion de l'azote capté et libéré par ces différentes CIPAN pour la culture de maïs suivante.

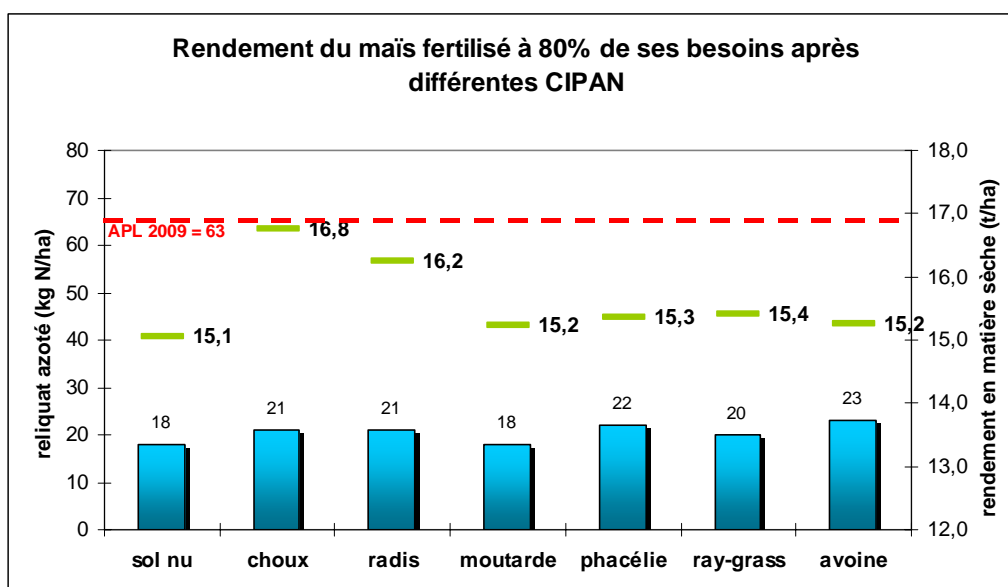


Figure 11 : Estimation du rendement en matière sèche du maïs fertilisé à 80% de ses besoins théoriques en fonction de l'implantation de différentes CIPAN et suivi des profils azotés post-cultureaux.

L'analyse statistique ne permet pas de mettre en évidence une différence significative de rendement pour les différents couverts implantés avant la culture du maïs (figure 11).

Néanmoins, certaines observations intéressantes peuvent être mises en évidence. On notera que tous les couverts ont permis d'obtenir des rendements supérieurs aux parcelles témoins « sol nu » avec des gains de rendements s'échelonnant de +172kg de matière sèche par hectare pour la moutarde à +1703kg de matière sèche par hectare pour le chou fourrager avec également un résultat intéressant pour le précédent radis fourrager (+1181kg de matière sèche/ha).

Les reliquats azotés après récolte du maïs sont faibles (20u d'azote sur 60cm) et quasiment semblables pour l'ensemble des CIPAN. Cette situation traduit une fertilisation raisonnée ayant répondu aux besoins de la plante de maïs sans excès tout en gérant de façon optimale l'interculture et le potentiel (élevé : 3,6% humus) de minéralisation de la parcelle.

3.2. Suivi de l'influence d'une implantation de CIPAN sur une terre en pente (4,5%) à Mignault (Région limoneuse) – année 2008/2009 (collaboration Nitrawal Nord)

Contexte :

Le but de l'essai est d'évaluer l'influence de l'implantation d'une CIPAN (avoine ou moutarde) avant culture de maïs et évolution du lessivage de l'azote sur une parcelle en pente et permettre d'évaluer ainsi la migration de l'azote en fonction de la zone d'analyse (haut ou bas de la pente) par la mesure des nitrates contenus dans le profil de sol et dans les eaux de ruissellement.

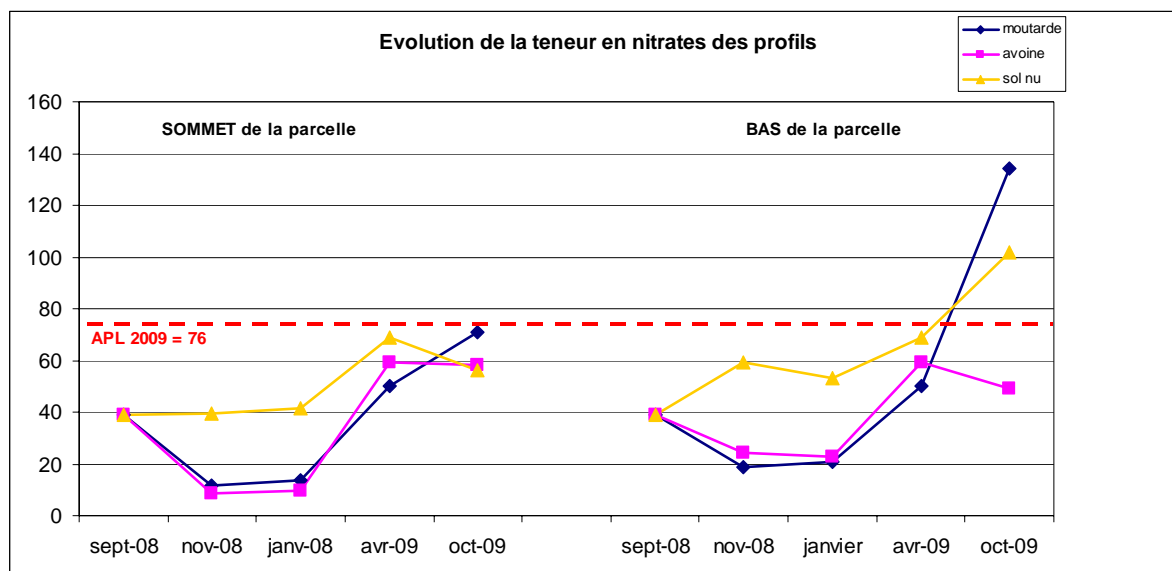


Figure 12 : Evolution de la teneur en nitrates des profils de sol réalisés avant et après culture de maïs ensilage Mignault 2008/2009

Les prélèvements réalisés au sommet de la parcelle évoluent peu au cours de l'arrière-saison dans les parcelles non couvertes. Cette situation traduit une minéralisation post-récolte limitée en 2008 dû à des conditions météorologiques peu favorables. Par contre, dans le bas de la parcelle, on observe un enrichissement du sol d'une vingtaine d'unités d'azote sur un profil de 90cm. Si on compare cette situation aux analyses réalisées sur les eaux récoltées dans les gouttières au bas des parcelles nues, on peut supposer qu'une part non négligeable de l'azote mesuré provient du ruissellement des eaux de surface suite aux épisodes pluvieux de l'automne.

Les couverts ont pleinement joué leur rôle piège à nitrate avec des prélèvements de l'ordre de 30 unités au sommet de la parcelle jusque fin novembre et proches de 40 unités dans le bas de celle-ci (différence entre sol nu et couvert). Par la suite, les périodes de gel du mois de décembre ont conduit à un arrêt de végétation des couverts et à un blocage de la minéralisation de l'humus du sol.

On se retrouvera donc à la sortie de l'hiver et à l'entame du printemps avec un potentiel d'azote lessivable nettement plus important dans les sols nus avec près de 50 unités d'azote par hectare comparativement aux couverts où l'on ne retrouve qu'une quinzaine d'unités dans le profil.

Le rendement optimum est obtenu dans les parcelles témoin non couvertes. Ce résultat peut être surprenant dans un premier temps mais résulte d'un excès de fertilisation azotée de la parcelle accentué pour les parcelles couvertes par la libération supplémentaire de l'azote préalablement mobilisé par les CIPAN et redistribué à la culture en place. Vu le niveau élevé du profil de printemps ($\pm 60u$), le taux d'humus également élevé (2,8%, ancienne prairie) et la restitution de l'azote des CIPAN ; la fertilisation azotée appliquée au semis par l'agriculteur (110u) est excessive et conduit à une chute de rendement dans les parcelles avec CIPAN en dépassant largement le niveau des besoins du maïs.

Des reliquats azotés post-cultureux très élevés confirment ces observations. Les niveaux obtenus en bas de parcelle sont également largement supérieurs aux profils mesurés sur le plateau. Ceci confirme également les observations réalisées en 2008 avec des profils azotés plus riches en bas de parcelle d'où l'intérêt d'implanter une tournière « piège à nitrates » au bas de la parcelle tant pour l'azote que pour l'érosion...

4. Gestion de la fertilisation azotée du maïs après retournement de prairie (haute teneur en humus) (collaboration avec Nitrawal)

Contexte :

L'étude porte sur la gestion de l'arrière-effet du retournement de la prairie et de la gestion de la fertilisation azotée pour la culture de maïs qui suivra.

Les données accumulées durant les deux années d'expérimentation contribuent à compléter les données reprises dans les fiches de fertilisation de la farde « Eau-Nitrates » et permettent ainsi aux équipes du CIPF et de Nitrawal de disposer de données mises à jour pour ce paramètre trop souvent estimé sur base d'essais réalisés à l'étranger. Les données existantes informent assez rarement sur la période du retournement de la prairie par rapport à la date d'implantation de la culture de maïs.

4.1. Essai situé en région limoneuse (Pont-à-Celles) - années 2008/2009

- Cas du retournement d'une prairie mixte (fauche et pature) de 4/5 ans. Le retournement a été réalisé en avril 2008.

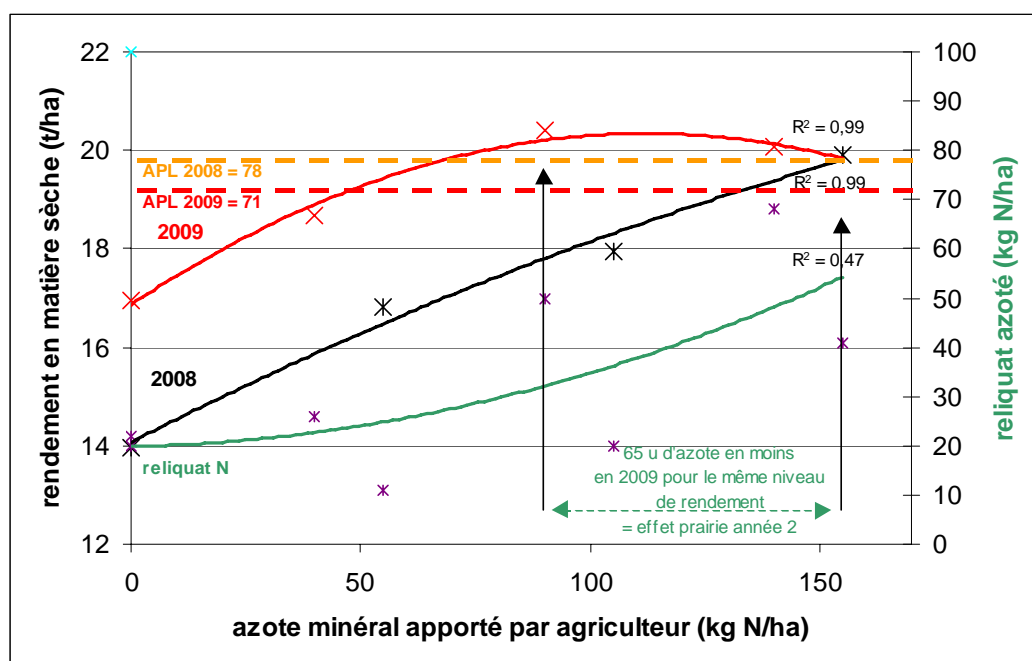


Figure 13 : Evolution du rendement en matière sèche du maïs en fonction de la quantité d'azote minéral apportée par l'agriculteur après retournement de prairie - Pont-à-Celles 2008 et 2009

En première année, la libération d'azote dû au retournement de la prairie ne se marque pas. En effet, la dose d'azote minéral la plus élevée conduit au meilleur rendement. Une date de retournement tardive de la prairie au printemps (mi-avril) est certainement la cause principale à ce manque de libération d'azote en première année culturale. Selon *CHEGARD L. (2009)*, qui a mené une étude sur la date de retournement de prairies (en février ou fin avril) avant culture de maïs, retourner la prairie en février, soit 3 mois avant le semis du maïs est plus favorable au maïs qui suit que retourner la prairie juste avant le semis. En effet, la prairie doit avoir le temps de minéraliser. L'azote est alors utilisable par le maïs. Au contraire, retournée trop tard, la prairie pénalise le maïs qui suit par le déficit en eau et la minéralisation tardive.

En seconde année culturale, la prairie a eu le temps de minéraliser et l'on observe que l'on atteint le même niveau de rendement avec 65 unités d'azote en moins qu'en 2008 avec un reliquat azoté modéré de l'ordre de 30 kg d'azote/ha sur un profil de sol de 90 cm (figure 13).

4.2. Essai situé en Famenne (Somme-Leuze) - années 2008/2009

- Cas du retournement d'une prairie de fauche temporaire de 2 ans. Le retournement a été réalisé en avril 2008.

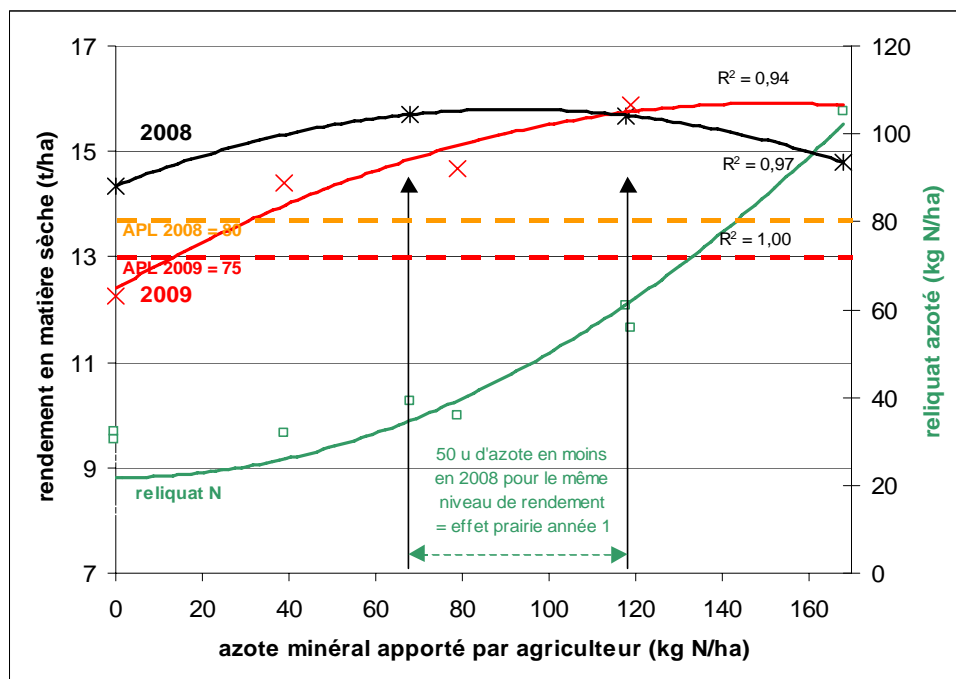


Figure 14 : Evolution du rendement en matière sèche du maïs en fonction de la quantité d'azote minéral apportée par l'agriculteur après retournement de prairie – Somme-Leuze 2008 et 2009

En première année, la libération d'azote due au retournement de la prairie est estimée à 50 unités d'azote sur base de la courbe de réponse à l'azote. En effet, le même niveau de rendement est atteint en 2009 avec un apport minéral de l'ordre de 120 unités alors que 70 unités suffisaient en 2008 pour produire un peu moins de 16 tonnes de matière sèche.

Au-delà d'un apport de 120 unités d'azote minéral au semis, le reliquat azoté augmente fortement (figure 14).

L'introduction de prairies temporaires dans la rotation est aussi un moyen agronomiquement intéressant pour diminuer les traitements phytosanitaires. Elle contribue à rompre le cycle vital des organismes nuisibles aux cultures, ravageurs, maladies ou adventices. Par ailleurs, grâce aux différents systèmes racinaires, le profil du sol est mieux exploré, ce qui se traduit par une amélioration des caractéristiques physiques du sol. La structure du sol est améliorée. Cela limite le compactage du sol et améliore la valorisation des éléments fertilisants par les plantes (CHEGARD L. 2009).

5. Gestion de l'azote en culture de maïs (appui scientifique Nitrawal : action n°46)

Contexte :

Le CIPF a mis en place en collaboration avec Nitrawal et le Centre de Michamps asbl un réseau de parcelles de maïs bien contrastées de par leur passé au niveau des apports en matières fertilisantes, de par leur localisation ou encore de par leurs spécificités agro-pédologiques. Ces parcelles ont reçu différents niveaux de fertilisation azotée qui ont permis d'établir des courbes de réponse à l'azote qui sont mises à disposition des équipes de Nitrawal.

5.1. Essais situés en région limoneuse (Obaix et Corroy-le-Grand) - années 2008/2009

- cas du maïs cultivé en rotation en zone de « grandes cultures » avec apport d'une fumure organique une fois sur la rotation (à Obaix, 25m³/ha de lisier bovin en avril 2008 et à Corroy-le-Grand, 30t/ha de fumier bovin en avril 2008).

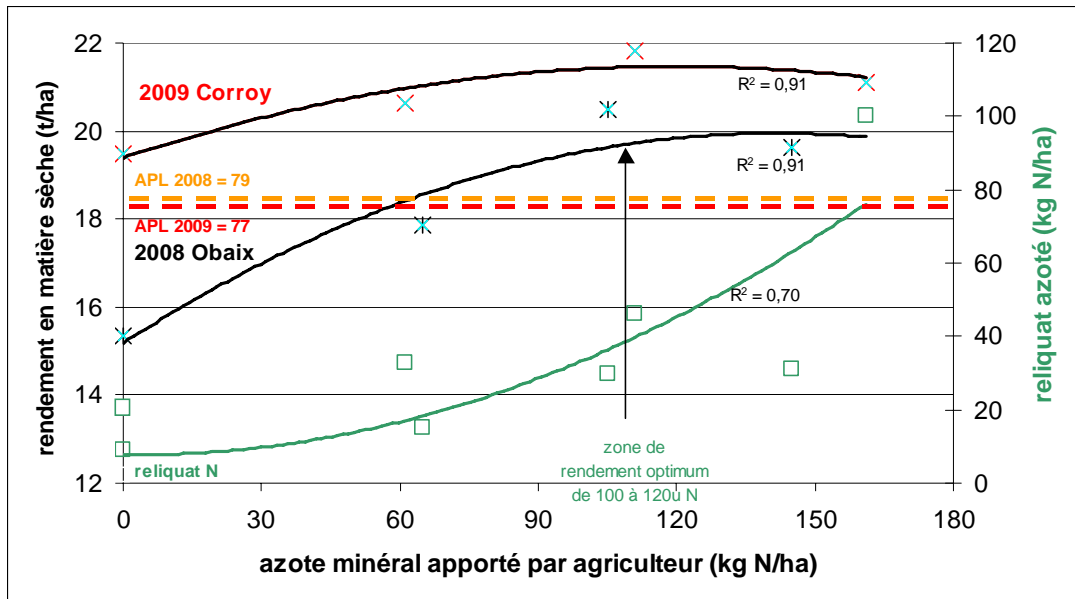


Figure 15 : Evolution du rendement en matière sèche du maïs en fonction de la quantité d'azote minérale apportée par l'agriculteur – Obaix, Corroy-le-Grand 2008 et 2009

La zone optimale d'azote minéral à appliquer dans ce type de situation se situe entre 100 et 120 unités d'azote au semis. Cette situation permet d'atteindre les rendements les plus élevés tout en limitant le reliquat azoté sous le seuil des 50 unités d'azote sur un profil de 90cm de sol à l'automne (Figure 15).

5.2. Essais situés en Famenne (Surice) - années 2008/2009 et (Marloie) en 2009

- cas du maïs cultivé sur des parcelles avec taux d'humus élevé (Marloie 3,3%) ou apport fréquent de matières organiques (Surice).

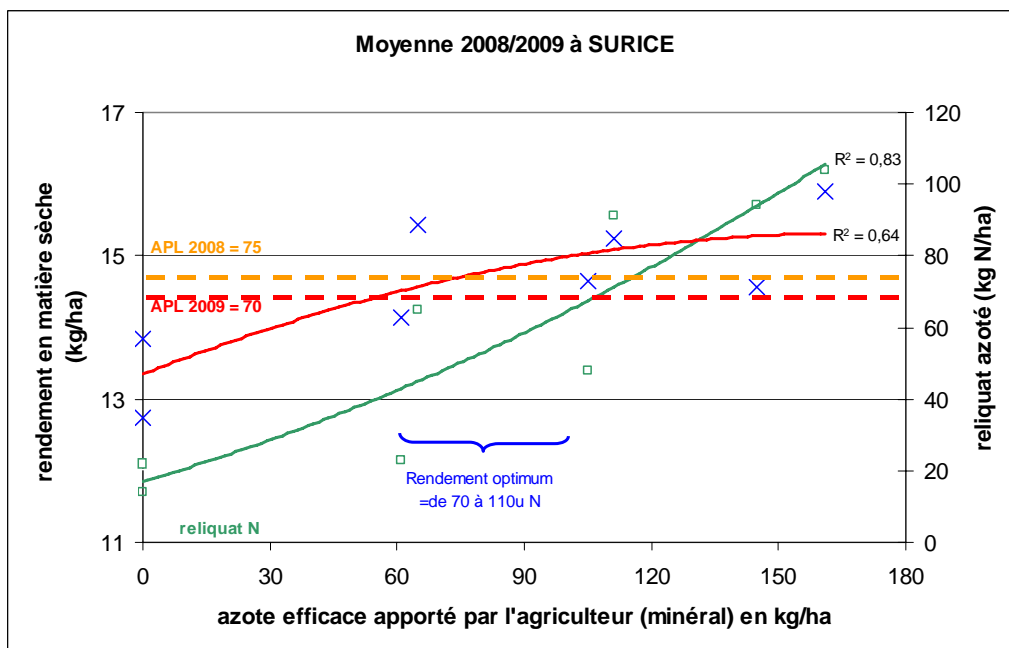


Figure 16 : Evolution du rendement en matière sèche du maïs en fonction de la quantité d'azote minérale apportée par l'agriculteur – Obaix, Corroy-le-Grand 2008 et 2009

La zone optimale d'azote minéral à appliquer dans ce type de situation se situe entre 70 et 110 unités d'azote au semis. Cette situation permet d'atteindre les rendements les plus élevés tout en limitant le reliquat azoté sous le seuil des 60 unités d'azote sur un profil de 90cm de sol à l'automne. Des apports azotés plus élevés engendrent des reliquats qui augmentent très rapidement (figure 16).

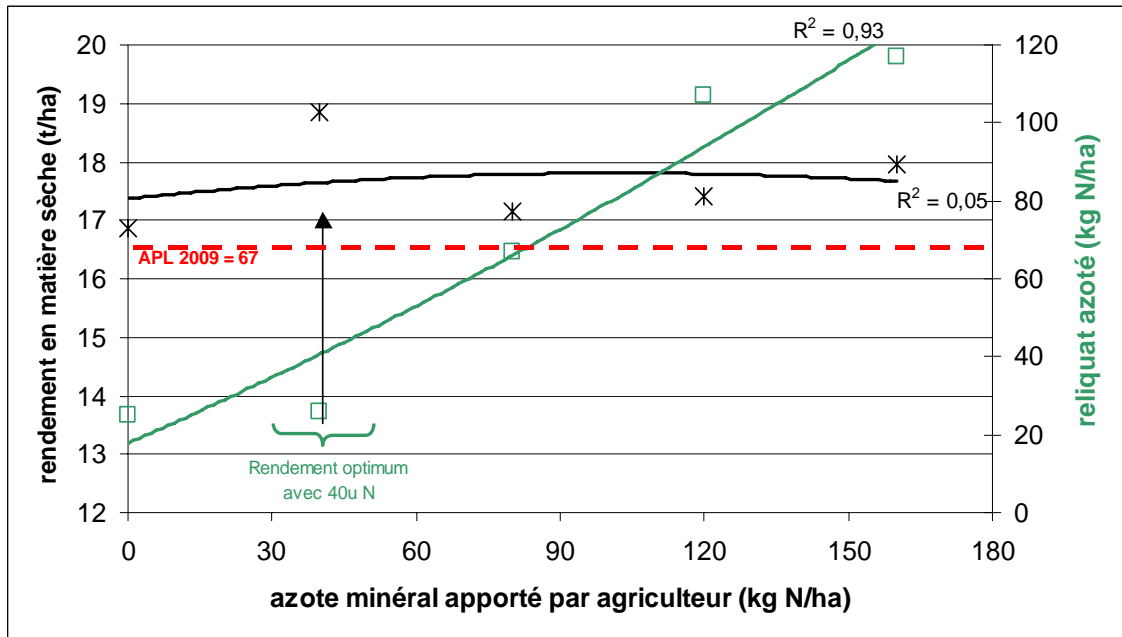


Figure 17: Evolution du rendement en matière sèche du maïs en fonction de la quantité d'azote minéral apportée par l'agriculteur – Marloie 2009

La zone optimale d'azote minéral à appliquer sur cette parcelle qui présente un taux d'humus élevé (3,3%) se situe autour des 40 unités d'azote au semis. Cette situation permet d'atteindre le rendement les plus élevés tout en limitant le reliquat azoté. Des apports azotés plus élevés ont un effet dépressif sur le rendement et engendrent des reliquats excessifs (figure 17).

5.3. Essais situés en Ardenne (Michamps) - années 2008

- cas du maïs cultivé sur des parcelles avec un taux d'humus très élevé en région froide.

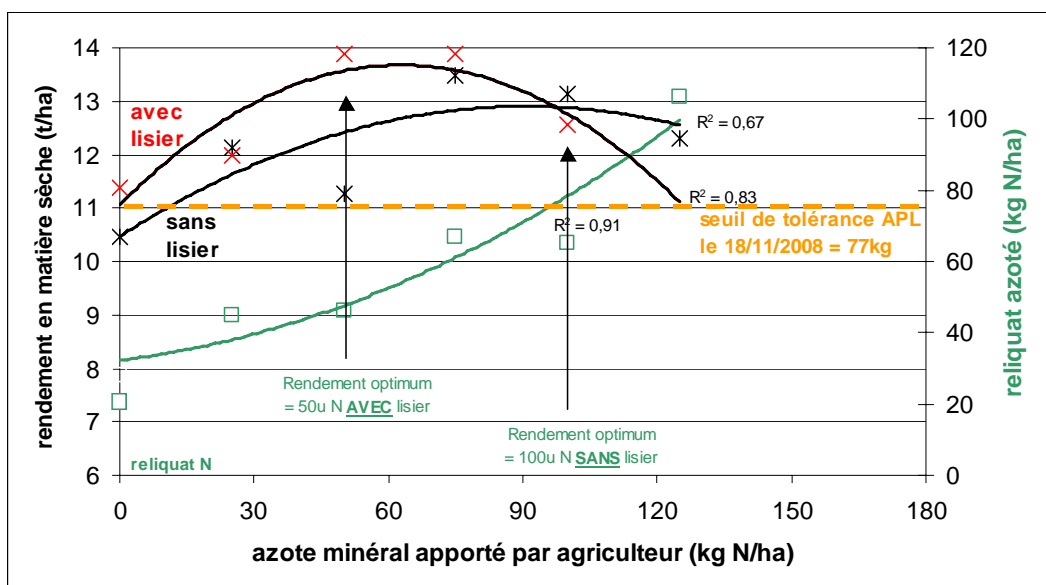


Figure 18: Evolution du rendement en matière sèche du maïs en fonction de la quantité d'azote minéral apportée par l'agriculteur – Michamps 2008

Avec apport de lisier, un complément minéral au semis limité à 50 unités d'azote/ha permet d'atteindre un rendement optimum alors que sans apport organique au printemps, il convient d'appliquer 100 unités pour atteindre cet objectif également. Dans ces deux cas, le seuil de tolérance mesuré dans les APL en 2008 (75kg N-NO3/ha) est respecté.
