

# Fumure minérale azotée de la betterave sucrière : augmenter la dose n'augmente pas le rendement !

Guy LEGRAND, André WAUTERS, Johan KELEMAN (KBIVB vzw - IRBAB asbl)

## Introduction

Si l'on retrace l'évolution des rendements betteraviers depuis ces 20 dernières années, il est coutumier de dire que ceux-ci augmentent, selon une régression linéaire, de  $\pm 2\%$  par an. Cette évolution se confirme également sur ces dix dernières années. Elle est actuellement de +354 kg/an de sucre polarisé par hectare (Sha). On est ainsi passé, en Belgique, de 11,42 t Sha en 2005 à 14,96 t Sha en 2015.

Tout le monde s'accordera à dire qu'il n'en est pas de même pour la fumure azotée de la betterave. La dose de fumure azotée nécessaire à la culture de la betterave correspond à un complément de fertilisation que le betteravier apporte pour compléter ce que la minéralisation naturelle du sol fournit déjà chaque année à la culture. C'est aussi et surtout un complément de fertilisation destiné à garantir la rentabilité de la culture. Cependant, dans ce même laps de temps, les conseils de fertilisation minérale azotée proposés par l'IRBAB n'ont pas été augmentés de 2% par an. Pour une dose de, par exemple, 100 kg N/ha conseillée en 1995 pour une situation donnée, l'avis de fumure théorique n'est pas passé à une dose de 140 kg N/ha en 2015.

De par les essais réalisés chaque année par l'IRBAB, on observe que les besoins en azote de la betterave n'ont pas augmenté pour obtenir des rendements chaque année plus élevés. La génétique des nouvelles variétés est évidemment l'élément majeur à considérer dans ce cas. Chaque année, l'IRBAB met en place de grandes plates-formes d'essais, pour ces essais variétaux entre autres. Dans ces parcelles, toutes les interventions en culture sont réalisées par les agriculteurs-expérimentateurs, en commun accord avec les recommandations établies par l'IRBAB (analyse de sol, fumure azotée, préparation du sol, désherbage, traitement fongicide, etc.).

Dans ces plates-formes, la fumure azotée est établie sur base d'une analyse du profil du sol, réalisée en février, et d'un conseil de fumure établi en utilisant le module théorique de l'IRBAB (Figure 1).

## Avis de fumure azotée selon le module théorique de l'IRBAB

Ce module de conseil de fumure azotée est établi sur base d'un bilan théorique. Il a été développé au fil des années par les ingénieurs de l'IRBAB, en collaboration avec des spécialistes belges de la fertilisation des grandes cultures. Les bases de ce module ont été établies vers les années '85 - '90 et ont été publiées à l'époque dans un Guide technique de l'IRBAB. Une version plus complète a été développée entre 1990 et 1995. Cette version a été publiée dans « Le Betteravier » en 1996 et dans un second Guide Technique en 2000. Ce module a quelque peu été peaufiné depuis, mais n'a plus fondamentalement changé depuis.

Une version informatisée de ce Module théorique a été publiée sur le site Internet de l'IRBAB en 2006. Ce module est depuis lors très régulièrement utilisé par les agriculteurs et les conseillers techniques de la culture (et visiblement aussi par les étudiants en agronomie car des pics de consultations sont souvent observés lors des sessions d'examen !).

Figure 1. Le module « Avis de fumure minérale azotée – bilan théorique » de l'IRBAB a été créé vers les années '85 - '90. Il est disponible depuis 2006 sur le site internet de l'IRBAB. Ce module est basé sur quelques paramètres que le betteravier peut aisément définir. Ce module a été consulté plus de 14.000 fois depuis lors.

## Avis théorique IRBAB et essais IRBAB 2015

À titre d'exemple d'utilisation en pratique de ce module, nous reprenons ci-contre les principales caractéristiques phytotechniques de 8 plates-formes d'essais de l'IRBAB mises en place en 2015 (Tableau 1).

On retrouve dans ce tableau les principales données nécessaires pour l'établissement de l'avis théorique : le type de sol, sa teneur en carbone, les teneurs en azote dans le profil en février (analyse pas indispensable pour le calcul, sauf si le profil à la sortie de l'hiver est suspecté être relativement riche en azote minéral), le précédent, le type d'engrais vert, les apports de matières organiques.

La dose conseillée par le bilan théorique et la dose finalement appliquée sur tout l'essai sont ensuite présentés. Les doses appliquées varient entre 70 kg N/ha et 144 kg N/ha, selon les sites. Les 8 sites sont classés selon la dose d'azote appliquée.

Viennent ensuite les dates de semis et de récolte, la durée de végétation et les paramètres de rendement moyen pour chaque plate-forme. Les rendements, ramenés à 16% de sucre, varient entre 95 t/ha et 130 t/ha.

**Ce ne sont pas les doses les plus élevées d'azote qui ont donné les rendements les plus élevés dans ces 8 sites d'essais.**

La teneur en azote dans la racine (exprimée en teneur en « azote alpha aminé ») est un des paramètres qui peut réduire l'extractibilité du sucre de la betterave en usine, si présent en trop grandes quantités. Les coefficients d'extractibilité du sucre en usine sont très élevés (>92%) dans tous les essais décrits, ce qui est dû, en partie, à une faible teneur en azote alpha aminé (N $\alpha$ -aminé) dans les racines de ces betteraves (< 5 mmol/100 g sucre).

Signalons ici qu'une autre plate-forme d'essais 2015 (non-citée dans le tableau 1) a eu, selon ses caractéristiques phytotechniques, un conseil théorique de fumure de 0 kg N/ha (suite à une application de matières organiques), ce qui a été réalisé. Certaines parcelles ont présenté un rendement sucre moyen de 20,99 t Sha.

## Suivi de la minéralisation du sol

Dans ces 8 plates-formes, la minéralisation de l'azote organique du sol a été suivie dans des parcelles non semées en betterave (= parcelles nues, sans betteraves ni adventices). Ces parcelles ont bien évidemment reçu respectivement la même dose d'azote minéral que l'ensemble de la plate-forme correspondante (Tableau 1.). Des analyses du profil azoté y ont été réalisées, en mai, en juillet et en août (Figure 2.). L'azote résiduel présent à la récolte dans des parcelles sous betteraves (APL) est également présenté pour chaque site d'essais.

On observe que la minéralisation du sol, complétée par l'apport de la fertilisation minérale azotée, a produit dans quasi toutes les plates-formes la quantité d'azote nécessaire (environ 250-280 kg N/ha) à un développement suffisant de la culture et à l'obtention d'un rendement élevé (sauf le site « 2015-05 »).

## Besoins en azote de la betterave

On considère en effet que les besoins de la betterave en azote minéral sont équivalents à  $\pm 250$ -280 kg N/ha. En fin de végétation, cette quantité se répartit entre les racines, les feuilles et le reliquat azoté à la récolte (APL) selon les valeurs suivantes : racines :  $\pm 90$  à 110 kg N/ha, feuilles et collets :  $\pm 100$  à 150 kg N/ha ; reliquat azoté dans le profil 0-90 cm :  $\pm 30$  à 40 kg N/ha.

Rappelons à ce propos qu'une fertilisation azotée excédentaire se traduira par une production excessive de feuilles, au détriment de l'accumulation de sucre dans la racine. La betterave produira un surplus de feuilles au lieu d'utiliser celles dont elle dispose pour fabriquer du sucre. De même, un surplus d'azote encore disponible en fin de saison ou une reprise excessive de la minéralisation du sol suite à automne chaud (tel qu'observé en 2014) seront des éléments favorables à la production foliaire, ce qui limitera la teneur en sucre.

En 2015, la masse foliaire au début septembre était une des plus faibles (46,3 t/ha ; moyenne sur 10 ans : 52,6 t/ha). Suite aux mois de septembre et d'octobre un peu plus frais que la norme, le métabolisme de la betterave a été réduit. Elle n'a pas été incitée à poursuivre sa végétation en produisant des nouvelles feuilles. La progression de la richesse a de ce fait été constante en 2015, depuis les premiers arrachages jusqu'à la dernière décade de novembre (moyenne nationale : 16,86 %S au 26 septembre ; 18,47 %S au 20 novembre 2015).

**Une faible quantité d'azote dans le sol en fin de saison est un des éléments profitables à l'évolution de la richesse.**

## Mettre plus d'azote ne rapporte rien et coûte plus cher !

Dans les 8 plates-formes d'essais considérées, toutes les variétés ont reçu la même dose d'azote que celle appliquée pour la plate-forme. Dans chaque plate-forme, deux variétés ont été choisies pour recevoir la « dose appliquée » comme partout, mais également une « dose appliquée + 40 kg N/ha » en plus, mais dans d'autres parcelles.

Aucune différence de rendement en sucre (Sha) entre ces deux doses d'azote minéral n'a été observée pour ces deux variétés. On observait tout au plus une différence de +1 t/ha de racines en plus pour la « dose appliquée + 40 kg N/ha », mais accompagnée de -0,2 point de richesse en moins, ce qui ne changeait rien au niveau du rendement Sha.

**Dans ces essais, apporter 40 unités d'azote en plus que la dose conseillée par l'avis théorique IRBAB a été sans effet sur le rendement final. Ce surplus d'azote n'apporte rien d'autres qu'un coût supplémentaire de production et un risque de reliquat plus important.**

## Peut-on réduire la dose conseillée ?

Réduire la dose de fumure azotée permettrait de réduire les coûts de production, pour autant que le niveau de production reste élevé.

Le module théorique avis azote de l'IRBAB établit un conseil de fumure incluant déjà une certaine marge de sécurité. D'autres méthodes d'avis de fumure, basés sur un échantillonnage du sol, établissent selon les laboratoires des avis parfois ou souvent plus faibles ou plus élevés.

Dans les terres en non-labour, on constate que le prélèvement d'azote pendant la période de végétation diffère de celui des terres labourées, mais que, au final, les quantités totales prélevées sont identiques.

Une réduction de la quantité à apporter peut se baser sur l'argument du réchauffement cli-




Figure 3. L'application de la fumure minérale azotée en localisé au moment du semis permet de réduire la dose conseillée de 20 à 30% (matériel expérimental IRBAB).

matique. Avec une température annuelle moyenne plus élevée actuellement ( $\pm 11^{\circ}\text{C}$  à Uccle depuis ces dernières années), on peut considérer que le sol est légèrement plus chaud qu'avant et que sa minéralisation pourrait être plus importante. On cite parfois un ordre de grandeur de  $+25\text{ kg N/ha}$  minéralisé en plus selon le niveau de réchauffement. Cet argument n'a pas (encore) été intégré dans le module de l'IRBAB. De nombreuses recherches de l'IRBAB n'ont pas (encore) démontré une interaction « variété

x dose de fumure ». Il n'y a actuellement pas de variétés qui nécessitent réellement moins d'azote. Rappelons enfin que la dose conseillée peut certainement être réduite de 20 à 30%, en appliquant l'azote en localisé, au moment du semis (Figure 3.).

Conclusions

Le complément de fumure azotée apporté à la betterave doit être raisonné en termes de rendement financier et de maintien de la compétitivité de la culture.



Une fumure azotée raisonnée, telle qu'établie avec le module théorique de l'IRBAB, permet :

- de garantir un rendement racines rentable.
- d'obtenir une richesse élevée, ce qui augmente le rendement financier.
- de limiter le coût de l'apport d'engrais.
- de réaliser une économie financière par rapport à des apports excessifs ou non raisonnés
- de limiter les quantités d'azote résiduel au moment de la récolte et de respecter les normes environnementales.

Tableau 1. Principales caractéristiques phytotechniques de 8 plates-formes d'essais de l'IRBAB en 2015.

2015-01	2015-02	2015-03	2015-04	2015-05	2015-06	2015-07	2015-08	
Limoneux	Limoneux	Limoneux	Limoneux	Limoneux	Limoneux	Limoneux	Limoneux	Type de sol
1.1	1.1	1.6	1.1	1.2	1.1	1.0	1.3	Carbone (g/kg)
38 + 33 + 17=88	22 + 8 + 5=35	19 + 28 + 23=70	28 + 46 + 58=137	9 + 10 + 9=28	21 + 15 + 10=46	15 + 28 + 23=66	9 + 20 + 24=53	kg N/couche profil
Escourgeon	Froment d'hiver	Froment d'hiver	Haricots	Froment d'hiver	Escourgeon	Froment d'hiver	Escourgeon	Précédent 2014
Moutarde	Moutarde	Avoine + vesce	Moutarde	Moutarde + 40 kg N/ha	Avoine + trèfle + phacélie	nihil	nihil	Engrais verts
nihil	nihil	nihil	nihil	nihil	nihil	30 m <sup>3</sup> lisier de bovins	nihil	Applications 2015
3 T fientes + 8 T compost + 15 T écume	7 T fientes (humide)	40 T fumier de bovins	nihil	nihil	21,5 T fumier de bovins	nihil	nihil	Applications 2014
69	87	78	100	130	132	160	140	N Avis Theor IRBAB
70	78	80	80	115	130	70 (+66 org)	144	N appliqué
19/03	10/04	16/03	18/03	14/04	22/03	16/04	15/04	Date semis
05/10	30/10	30/09	20/10	13/10	24/10	27/10	11/10	Date récolte
200	203	198	216	182	216	194	179	Durée végétation (jours)
100 544	96 021	78 980	98 779	93 025	113 016	101 196	94 821	Rdt racines (kg/ha)
18.4	19.8	19.4	17.7	18.5	18.5	19.0	18.2	Richesse (%)
18 500	19 012	15 322	17 484	17 210	20 908	19 227	17 257	Rdt Sucre (kg/ha)
115 626	118 826	95 763	109 274	107 560	130 675	120 170	107 859	Rdt à 16%S (kg/ha)
5.0	2.8	3.6	5.3	3.1	7.4	5.6	5.0	N α-aminé (mmol/100 g S)
93.2	94.3	93.7	92.8	93.7	92.0	92.4	93.1	Extractibilité (%)

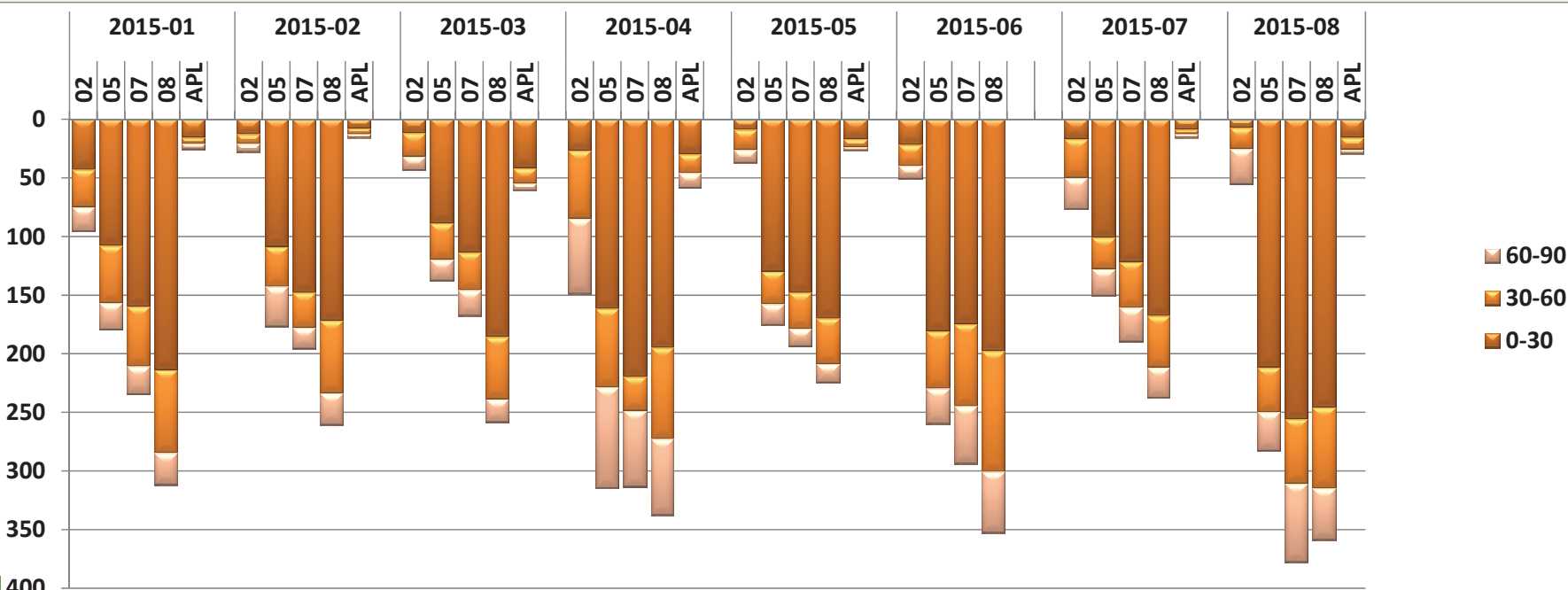


Figure 2. Evolution du profil azoté du sol (0-90 cm, par couches de 30 cm), présent en février, mai, juillet et août dans des parcelles nues (sans betteraves, mais avec application d'azote (voir Tableau 1.)) délimitées dans les 8 plates-formes d'essais de l'IRBAB en 2015. L'azote résiduel présent à la récolte dans des parcelles sous betteraves (APL) est présenté pour chaque site d'essais. Toutes ces parcelles ont reçu la dose d'azote minéral appliquée correspondant respectivement à celle du site d'essai (Tableau 1.)