

# ***Stikstofbemesting in suikerbieten***

G. LEGRAND, M. VANSTALLEN

*Koninklijk Belgisch Instituut tot Verbetering van de Biet  
(KBIVB/IRBAB)  
Tienen, België*

*De publicatie van deze KBIVB brochure werd gefinancierd door het  
Landbouwcentrum Bieten en Chicorei  
(LCBC - CABO)*

**Wettelijk depotnummer:** D/2000/6430/1

De illustraties en figuren uit deze uitgave zijn afkomstig van het KBIVB, tenzij anders vermeld. Ze kunnen gebruikt worden voor publicaties op voorwaarde dat de bron vermeld wordt.

# Inhoudstafel

<b>1. INLEIDING</b> .....	<b>1</b>
<b>2. FYSIOLOGIE VAN DE STIKSTOFOPNAME BIJ DE BIET</b> .....	<b>3</b>
2.1. WORTELSYSTEEM VAN DE SUIKERBIET .....	3
2.2. OPNAME VAN VOEDINGSELEMENTEN DOOR DE BIET .....	7
2.3. STIKSTOFBEHOEFTE VAN DE BIETENTEELT .....	8
2.3.1 <i>Invloed van stikstofbemesting op de eindopbrengst</i> .....	9
2.3.2 <i>Stikstofopname door de biet</i> .....	10
2.3.3 <i>Translokatie van de stikstof in de biet</i> .....	12
2.3.4 <i>Blokkering van de stikstofopname</i> .....	12
<b>3. STIKSTOFBEMESTING VAN DE BIET</b> .....	<b>14</b>
3.1. TOEDIENEN VAN STIKSTOFELEMENTEN AAN DE TEELT .....	14
3.1.1 <i>Stikstof uit de bodemreserve van organische stof</i> .....	14
3.1.2 <i>Stikstof vrijkomend uit de voorafgaande teelt of de tussenteelt</i> .....	16
3.1.3 <i>Stikstof uit organische meststoffen</i> .....	19
3.1.4 <i>Stikstof uit minerale stikstofmeststoffen</i> .....	23
3.1.5 <i>Rijentoediening van minerale stikstof</i> .....	24
3.1.6 <i>Gebruik van de rijentoediening in gronden besmet door nematoden</i> .....	27
3.1.7 <i>Gefractioneerde toediening van stikstofbemesting</i> .....	27
3.1.8 <i>Gewestelijke wetgevingen betreffende het toedienen van meststoffen</i> .....	28
3.2. RESTSTIKSTOF NA DE TEELT.....	31
3.2.1 <i>Beschouwingen over de reststikstof na een teelt</i> .....	31
3.2.2 <i>Gewestelijke wetgevingen</i> .....	31
3.2.3 <i>Reststikstof na bieten</i> .....	32
3.3. MINERALE STIKSTOFBEMESTINGSADVIES .....	34
3.3.1 <i>Theoretische balansmethode van het KBIVB</i> .....	35
3.3.2 <i>Algemene adviezen</i> .....	41
3.3.3 <i>Individuele adviezen per perceel</i> .....	45
<b>4. BESLUITEN</b> .....	<b>49</b>

## 1. Inleiding

Sinds zijn oprichting in 1932 heeft het KBIVB de bietentelers steeds aangespoord om een stikstofbemesting uit te voeren op basis van aanbevelingen bekomen uit wetenschappelijk aangelegde proeven. Het heeft ook steeds het overmatig gebruik van de stikstofbemesting in de bietenteelt aan de kaak gesteld (Legrand et al., 1992).

De context van de voorbije jaren was vooral economisch georiënteerd. De actuele context is evenzeer economisch maar houdt ook rekening met de nieuwe milieubekommernissen.

Het eerste doel van deze aanbevelingen is te waken over het behoud van de rentabiliteit van de bietenteelt door onder meer een oordeelkundig gebruik van de stikstofbemesting.

In de praktijk is het zo dat, naast het bedrag dat besteed wordt aan de stikstofbemesting, de uitbetaling van de bieten proportioneel is aan de suikeropbrengst per hectare. Het is dan ook nodig om de bietenteler regelmatig te herinneren aan de negatieve gevolgen van te hoge stikstofgiften op het suikergehalte van de plant en dus op de financiële opbrengst van de teelt, maar ook op de extraheerbaarheid van suiker in de suikerfabriek voor de productie van witsuiker.

Bovendien zijn te hoge stikstofgiften tegenwoordig ook strijdig met de nieuwe milieuwetgevingen (nitraatgehalte in het water en in het bodemprofiel).

De hedendaagse landbouwer moet niet alleen zorgen voor een correcte stikstofbemesting om een optimale opbrengst te bekomen voor zijn teelt, maar ook voor de controle en het beheer van de stikstofvoorraad die geproduceerd wordt door zijn gronden en in zijn bedrijf of die aangevoerd wordt van buitenaf voor het realiseren van zijn teelten.

De stikstofbemesting van de biet van morgen, zal deze zijn die de reële behoefte dekt van de teelt om een optimale financiële opbrengst te bekomen, met oog voor de heersende milieuwetgevingen. Spreken over de "stikstofbemesting van de biet" in de toekomst (en verder in deze brochure) houdt in dat ze beredeneerd en uitgevoerd wordt volgens de bovengenoemde voorwaarden en volgens de hierna aangehaalde raadgevingen.

De stikstofbemesting dient dus te gebeuren op basis van een optimale combinatie van :

1. de hoeveelheid minerale stikstof aanwezig in de bodem,
2. de hoeveelheid minerale stikstof die vrijkomt uit de eventuele toediening van organische bemesting (in functie van zijn kenmerken en het toedieningstijdstip),
3. de aanvullende hoeveelheid minerale stikstof, toegediend op basis van een bemestingsadvies, door theoretische berekening of analyse.

Alleen door een beheersing van deze drie aanvoerbronnen kan een goede stikstofbemesting gebeuren.

Bovendien moet er, zoals ook het KBIVB steeds aanbevolen heeft, een groenbemester ingezaaid worden als tussenteelt om de uitspoeling in de winter te beperken, zeker als er een organische bemesting in de herfst plaatsvond.

Ideaal is een stikstofbemesting op basis van een bemestingsadvies.

De theoretische balansmethode, die meer dan 20 jaar geleden ontwikkeld werd door het KBIVB, laat toe de waarde van dit advies te benaderen op basis van door de landbouwer gekende gegevens.

Het individueel advies, gebaseerd op de bepaling van het stikstofgehalte in het bodemprofiel van het perceel (naargelang de analysemethode vóór of aan het einde van de winter) blijft het meest betrouwbaar en verdient dan ook de voorkeur. Dit advies houdt rekening met de aanwezige minerale stikstof in de lagen van het bodemprofiel.

Een geslaagde stikstofbemesting kan in geen enkel geval beoordeeld worden aan de hand van de bladkleur in de zomer.

Ze wordt geëvalueerd bij de oogst, aan de hand van de bekomen financiële opbrengst, rekening houdend met de milieunormen.

## 2. Fysiologie van de stikstofopname bij de biet

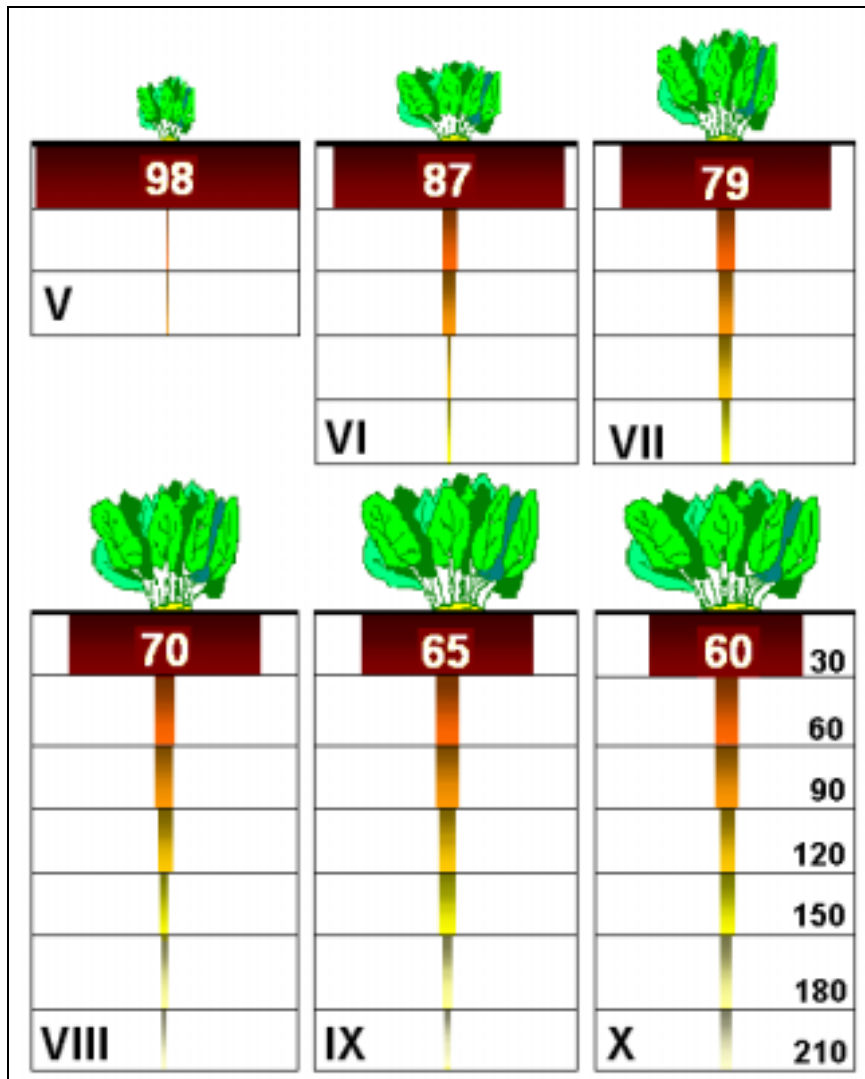
### 2.1. Wortelsysteem van de suikerbiet

Bij de oogst is de penwortel van de suikerbiet (het geogoste gedeelte van de plant, eveneens "biet" genoemd) het meest tastbare gedeelte van heel het wortelsysteem van de plant. Hij meet 25 tot 30 cm en zou ons kunnen doen denken dat het belangrijkste deel van het wortelsysteem zich beperkt tot enkel dit gedeelte, en dus niet diep gaat.



De fijne haarwortels die de rest van het wortelsysteem van de biet vormen zijn echter even indrukwekkend (figuur 1).

Deze voorzien de plant, via de penwortel, van het water en de voedingselementen die noodzakelijk zijn voor haar groei. Deze haarwortels kunnen, vanaf de maand juli en indien de bodemkenmerken het toelaten, reiken tot 2,00 - 2,50 m diepte, of zelfs nog dieper!



Figuur 2.  
 Lengte van de haarwortels van het wortelsysteem van de biet, geïllustreerd in % van het totaal, in lagen van 30 cm, van mei tot oktober (Romeinse cijfers). De cijfers in het wit komen overeen met het percentage van de lengte van de haarwortels in de laag 0 - 30 cm, in verhouding tot het totaal van alle lagen. (Aangepast volgens Märlander & Windt, 1996).

Het grondvolume dat benut wordt door deze wortels kan geschat worden door de totale lengte van alle haarwortels. Plat neergelegd kan de totale lengte van het wortelsysteem van een biet 100 tot 200 m/m<sup>2</sup> bereiken in mei, 2 tot 5 km/m<sup>2</sup> in juni en 6 tot 14 km/m<sup>2</sup> in de zomer en de herfst (Märländer & Windt, 1996).

In verhouding tot hun totale lengte, bevindt het grootste gedeelte van de haarwortels zich niettemin in de bodemlaag 0 - 30 cm.

Figuur 2 illustreert, in percent, de verschillende hoeveelheden wortellengte van de biet in opeenvolgende bodemlagen van 30 cm tot 210 cm, en volgens de belangrijkste periodes van haar ontwikkeling (van mei tot oktober) (Märländer & Windt, 1996). In de maand mei bevindt bijvoorbeeld 98 % van de haarwortels zich in de laag 0 - 30 cm. In de maand september bevinden 35 % van alle haarwortels zich in de laag 30 - 210 cm.

De ontwikkeling in de diepte (laag 30 - 210 cm) van het wortelsysteem van de biet gebeurt niettemin van juli tot oktober.

Vanaf juli groeien de haarwortels van de biet in de diepte om de grond te verkennen en water en voedingselementen op te nemen.

Terwijl in juni slechts 13 % van de lengte van de haarwortels in deze zone wordt waargenomen, bevindt 20 tot 40 % zich in deze laag in de zomer en in de herfst.

Op deze diepten en in deze periodes vindt de biet water in overvloed (behalve indien haar wortelsysteem verzwakt is door een slechte structuur van het kiembed, door aaltjes, door insecten, of door (virus)ziekten zoals rhizomanie).

Indien er ook voedingselementen in overvloed aanwezig zijn, blijft zij die opnemen om haar ontwikkeling verder te zetten.

Afhankelijk van de diepte van de bodem en van de grondwatertafel, schat men dat de haarwortels van de biet gemiddeld minstens 1,50 m diep gaan.



Op basis daarvan heeft het KBIVB zich in 1992 uitgerust met een hydraulische boor die tot 1,50 m diepte kan gaan (figuur 3) om de stikstofbemesting van de biet in de bemestingsproeven beter te kunnen bestuderen en om daarna de situatie van het stikstofprofiel in de proefplatforms te kunnen opvolgen.



Figuur 3.  
Het KBIVB heeft zich uitgerust met een hydraulische boor die tot 1,50 m diepte kan gaan om de stikstofbemesting van de biet in de proeven beter te kunnen bestuderen.

## 2.2. Opname van voedingselementen door de biet

De elementen noodzakelijk voor de stofwisseling van een plant zijn koolstof (C) (opgenomen uit de lucht onder de vorm van CO<sub>2</sub>), zuurstof (O) (opgenomen uit de lucht door de bladeren en eveneens uit de grond door de wortels), waterstof (vooral opgenomen door de wortels uit het water (H<sub>2</sub>O) in de bodem) en stikstof (N) (enkel vlinderbloemigen fixeren via de wortels stikstof uit de lucht).

Planten hebben ook andere belangrijke elementen nodig, namelijk fosfor (P), kalium (K), natrium (Na) en calcium (Ca).

Enkele andere elementen zijn onontbeerlijk voor de biet, maar slechts in kleine hoeveelheden (micro-elementen), namelijk magnesium (Mg) en boor (B).

Deze twee elementen kunnen enigszins opgenomen worden door de bladeren. Dit is de reden waarom men ze als bladbemesting toedient, bij een tekort of een blokkering in de bodem (gebreksziekte, hartrot). Wij vermelden hier dat een minerale stikstofbemesting via bladtoediening niet rechtstreeks opgenomen wordt door de bladeren maar vooral door de wortels, via de afvloeiing van regenwater op de bladeren. In het geval van de biet zijn deze stikstoftoedieningen slechts zelden nodig.

Hoewel stikstof bijna 80 % vormt van de lucht die wij inademen, nemen planten ze op uit de grond door hun wortels, voornamelijk onder de vorm van een mineraal ion (uitspoelbaar) genaamd "nitraat" (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) of onder de vorm van een ander (vluchtiger) ion genaamd "ammonium" (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>).

De andere elementen worden eveneens opgenomen door de wortels onder de vorm van minerale ionen die eenvoudige moleculen zijn (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O,...).

De zogenaamde "organische" vormen van al deze elementen (complexe moleculen hoofdzakelijk gevormd door de vier voornoemde basiselementen: "C", "O", "H", "N") vormen de organische stof. Deze complexe moleculen kunnen niet opgenomen worden door de planten. Daarvoor moeten ze eerst ontbonden en gemineraliseerd worden door gespecialiseerde bodembacteriën (ammoniumproducerende bacteriën en nitrificerende bacteriën van het type Nitrosomonas en Nitrobacter).

De organische stoffen die de bodemhumus vormen moeten verteerd of "gemineraliseerd" worden door specifieke bodembacteriën om in de vloeibare fase van de bodem beschikbaar te worden voor de plantenwortels.

De mineralisatiesnelheid van de organische stof in de grond (humus) is dus afhankelijk van de temperatuur, de vochtigheid, de pH en de porositeit van de grond, die de werkzaamheid van de nitrificerende bacteriën bevorderen of remmen. Ze is eveneens afhankelijk van de kenmerken en de samenstelling van de humus (jonge humus, oude humus,...).

### **2.3. Stikstofbehoefte van de bietenteelt**

Stikstof is een belangrijke factor in de opbouw van de eindopbrengst in de bietenteelt. Wanneer ze op een onberedeneerde manier gebruikt wordt kan ze een nefaste invloed hebben op de financiële rendabiliteit en de industriële kwaliteit van de oogst.

De suikerbiet heeft gemiddeld 250 kg N/ha nodig om een optimaal rendement aan suiker per hectare te bekomen. Een productie van 60 t/ha bietenwortels komt overeen met een export van 90 tot 100 kg N/ha bij de oogst. De bietenbladeren en -koppen bevatten over het algemeen grotere hoeveelheden stikstof, ongeveer 150 tot 160 kg N/ha.

Wanneer de aanvoer van stikstofmeststoffen op een beredeneerde manier gebeurt, laat de bietenteelt na de rooi gemiddeld een reststikstof van 30 kg N/ha in de bodem, gemeten tot op een diepte van 0,90 m.

De totale stikstofbehoefte van de teelt, die geleverd wordt door de stikstof afkomstig van mineralisatie van humus in de bodem, aangevuld door stikstofbemesting (onder minerale of organische vorm), komt dus op 280 kg N/ha.

Stikstof speelt een rol in de algemene stofwisseling van de plant. Ze stimuleert de plantengroei en -ontwikkeling.

Bij de biet, zoals bij andere suikerproducerende planten, komt stikstof niet tussen in de aanmaak van suikers en nog minder in de aanmaak van sacharose<sup>1</sup> (alle "suikers" zijn inderdaad "koolhydraten", enkel samengesteld uit koolstof, zuurstof en waterstof). Suiker wordt in een plant gemetaboliseerd als energiereserve.

De biet, een tweejarige plant, vormt in de zomer suiker in haar bladeren en slaat deze vervolgens op in haar wortel met het oog op haar reproductieve fase in het volgende jaar, na de winter. Als de wortels op het einde van het seizoen over een overvloedige hoeveelheid stikstof in de grond beschikken, heeft de biet de neiging om haar groei verder te zetten in plaats van de suiker aangemaakt in de bladeren op te slaan in de wortels.

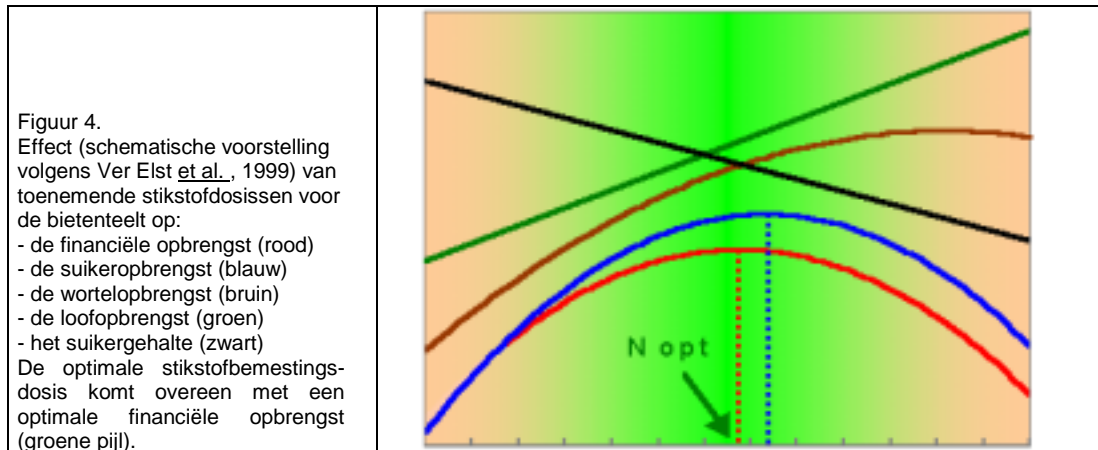
---

<sup>1</sup> Sacharose is samengesteld uit twee moleculen, glucose en fructose die beide eveneens deel uitmaken van de chemische familie van de "suikers".

### 2.3.1 Invloed van stikstofbemesting op de eindopbrengst

De beschikbare hoeveelheid minerale of gemineraliseerde stikstof is een belangrijk element voor de wortelopbrengst van de biet, tot aan een zeker plateau. De beschikbare stikstofhoeveelheid is daarentegen een ongunstig element voor de verhoging van het suikergehalte en dus voor de financiële opbrengst (figuur 4).

Bovendien is de periode waarin de biet de stikstof opneemt eveneens een belangrijk element voor de opbouw van het suikergehalte.



Aangezien de betaling van de biet afhankelijk is van haar suikergehalte, is het begrijpelijk dat het teveel aan stikstof opgenomen door de plant op het einde van het seizoen nefast is voor de financiële opbrengst van de teler, omdat het een negatieve invloed heeft op het suikergehalte.

Voor een zelfde suikeropbrengst per hectare, zijn een lagere wortelopbrengst en een hoger suikergehalte financieel voordeliger voor de teler dan omgekeerd.

### 2.3.2 Stikstofopname door de biet

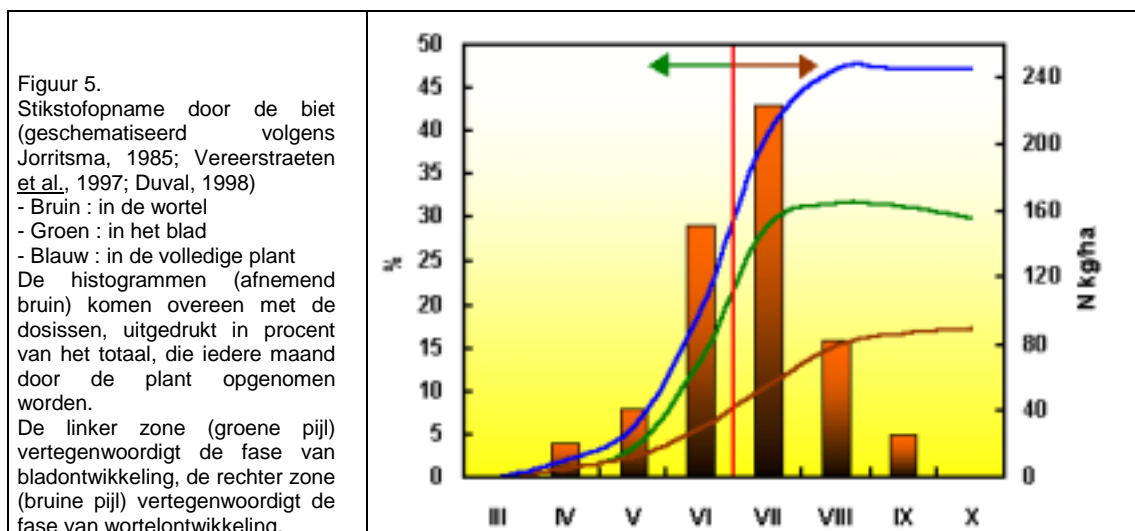
De suikerbiet begint reeds in een vroeg stadium meetbaar stikstof op te nemen (4-bladstadium).

Het belangrijkste gedeelte van de stikstofopname vindt plaats vóór de zomer, want dan produceert de plant het meeste blad (figuur 5). Op dat ogenblik dient de stikstofopname vooral voor de bladontwikkeling. In normale omstandigheden wordt vóór de zonnigste maanden (juli en augustus) het fotosynthesepotentieel bereikt.

In bepaalde groeiperioden produceert de biet meer dan 300 kg droge stof per dag en per hectare, wat overeenkomt met een stikstofopname van 3 tot 6 kg N/ha/dag (Vlassak, *et al.*, 1983).

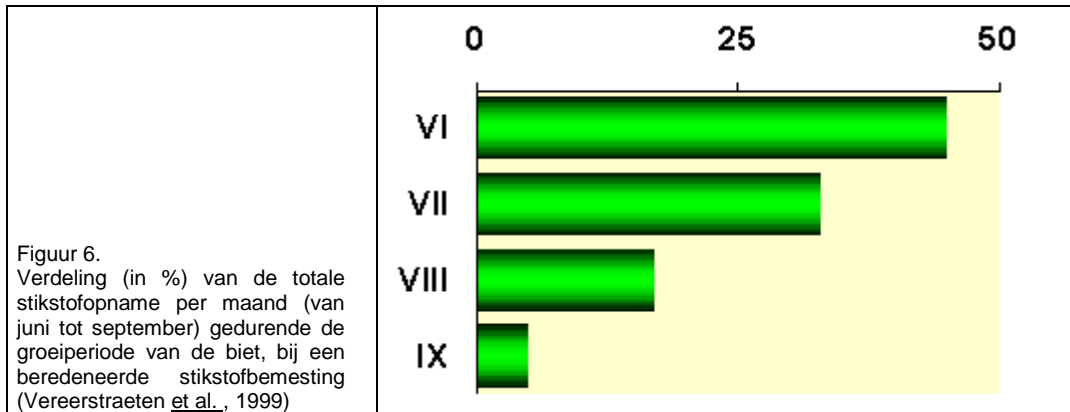
Vanaf de zomer is de stikstofopname vooral bestemd voor de ontwikkeling van het wortelsysteem. De plant gebruikt daarvoor de stikstof die aanwezig is in de bladeren. De door de plant geabsorbeerde stikstofhoeveelheden verminderen vooral op het einde van het seizoen (Vereerstraeten *et al.*, 1997).

De curven van figuur 5 werden opgemaakt op basis van resultaten van verschillende auteurs (Jorritsma, 1985; Vereerstraeten *et al.*, 1997; Duval, 1998). Deze curven variëren vooral ter hoogte van de absorptie in de bladeren en ook naargelang de weersomstandigheden van het jaar en de gebruikte bemestingsdosissen.



De proeven van het KBIVB tonen aan dat de bieten, als er een bereedeneerde stikstofbemesting werd toegediend, in juli reeds meer dan de helft van hun minerale stikstofbehoefte hebben gebruikt (40 % van het totaal in juni) (Vereerstraeten *et al.*, 1999).

De opname vermindert vanaf juli. In augustus wordt bijna geen stikstof meer opgenomen. In september zijn de opgenomen hoeveelheden laag tot quasi nul (5 % van het totaal) (figuur 6).



De biet heeft een belangrijke stikstofopnamecapaciteit. Als de totale beschikbare hoeveelheden voor de plant hoger zijn dan de stikstofbehoefte, kan de overmatige stikstofopname de fysiologie van de plant omkeren, de optimale suikersynthese wijzigen en nefast zijn voor de extraheerbaarheid in de suikerfabriek (men spreekt dan van "schadelijke" stikstof die bepaald wordt door het " $\alpha$ -aminostikstofgehalte" in het bietenraspsel).

Naast het belang van de beschikbare stikstofhoeveelheden voor de plant, is de lokalisatie ervan in de bodem van primordiaal belang. De aanwezigheid van stikstof in de bovenste lagen (0 - 60 cm) is belangrijk om een goede ontwikkeling van de plant in het begin van de groei te verzekeren.

Daarentegen zal stikstof in de diepere bodemlagen pas later opgenomen worden, op een ogenblik dat de stikstoftranslokatie van de bladeren naar de wortel normaal volstaat om de groei van de plant en de suikersynthese te verzekeren.

Dit kan leiden tot een buitensporige bladhergroei op het einde van het seizoen, met een afname van het suikergehalte en de te verwachten financiële opbrengst als gevolg.

### **2.3.3 Translokatie van de stikstof in de biet**

In het begin van de groei van de biet, bevindt de door de wortels opgenomen stikstof zich voornamelijk in de bladeren (figuur 5). Ze neemt deel aan de algemene stofwisseling van de plant, die het belangrijkste is in de zomer door de fotosynthese. De fotosynthese is uiterst actief bij de biet aangezien ze tijdens de zomermaanden 80% van de opgevangen zonne-energie omzet.

Tenzij ze gestimuleerd wordt door een belangrijke bron van voedingselementen (minerale stikstof in de diepste lagen van het profiel), vertraagt de stofwisseling van de plant op het einde van het groeiseizoen.

In die periode vindt er translokatie van stikstof van de bladeren naar de wortels plaats. Deze stikstofstroom is dikwijls groter dan de stikstofopname door de haarwortels. Dit komt overeen met de afrijpingsfase van de biet.

### **2.3.4 Blokkering van de stikstofopname**

In sommige jaren kunnen in bepaalde bietenvelden bladsymptomen waargenomen worden, veroorzaakt door een blokkering van de stikstofopname (figuur 7).

Deze blokkering wordt over het algemeen veroorzaakt door structuurschade in het kiembed bij het zaaien.



Als oorzaken van deze structuurschade kunnen de volgende punten aangehaald worden:

- een te sterke verdichting van de bodem door de neerslag in de winter of een onvoldoende opgedroogde bodem op het moment van de zaai,
- verdichte zones door onvoldoende ontbonden resten van de vorige teelt. Deze teeltresten (bvb. ingewerkt stro) creëren een schadelijke zone voor de ontwikkeling van de haarwortels en gebruiken de minerale bodemstikstof voor hun ontbinding,
- verdichte zones in de wielsporen of in de wendakkers,
- een onregelmatige verspreiding van organische stoffen,
- een uitzaai in slechte omstandigheden.

Deze elementen zijn schadelijk voor een goede ontwikkeling van het wortelstelsel van de biet. Tijdens droge zomers zijn deze zones duidelijk zichtbaar door een vergeling van het blad.

De vergeling verdwijnt wanneer de bodemvochtigheid, door neerslag, opnieuw voldoende hoog is om genoeg minerale stikstof te produceren voor de behoeften van de plant. De achterstand van het wortelsysteem van de biet in dit stadium kan niet meer hersteld worden door een aanvullende minerale stikstofbemesting bij het waarnemen van deze symptomen.

Naargelang van de streek is het fenomeen van blokkering van de stikstofopname soms rechtstreeks gecorreleerd met de zaaidatum.

Dit bladsymptoom (verbleking of vergeling van het blad) onderscheidt zich van rhizomanie door zijn verspreiding in het veld, nl. volgens rechtlijnige zones (in strepen op het veld) waar rhizomanie zich daarentegen uitbreidt in cirkelvormige plekken.



## 3. Stikstofbemesting van de biet

### 3.1. Toedienen van stikstofelementen aan de teelt

De stikstof nodig voor de bietenteelt (in totaal 280 kg N/ha) is afkomstig van:

1. de mineralisatie van de organische stof in de bodem (humus),
2. het residu van de voorteelt en de manier waarop deze opgeslagen werd in de bovenste bodemlagen door middel van een groenbemester als tussenteelt,
3. het toedienen van al dan niet op het bedrijf geproduceerde organische stof, in functie van de mineralisatiesnelheid en -regelmatigheid,
4. de toediening van minerale meststoffen bij de zaai, die onmiddellijk beschikbaar zijn voor de plant.

#### 3.1.1 Stikstof uit de bodemreserve van organische stof

De humus ontstaat door de ontbinding van organisch stoffen van plantaardige of dierlijke oorsprong. Het humusgehalte van de bodem wordt dikwijls uitgedrukt in koolstofgehalte. Het varieert naargelang het bodemtype en de landbouwpraktijken (zie 3.3.1. Theoretische balansmethode van het KBIVB).

De organische stof die de bodemhumus vormt bestaat voornamelijk uit koolstof, zuurstof, waterstof en stikstof ("C", "O", "H", "N"), die bijvoorbeeld de eiwitten vormen. Deze bestaan uit polypeptiden waarvan de basiseenheden aminozuren zijn. De stikstofradicalen van deze moleculen worden afgebroken in ammoniumionen ( $\text{NH}_4^+$ ) door ammoniumproducerende bodembacteriën. Andere bodembacteriën zoals Nitrosomonas en Nitrobacter, transformeren deze ammoniumionen in nitrieten ( $\text{NO}_2^-$ ) en vervolgens in nitraten ( $\text{NO}_3^-$ ).

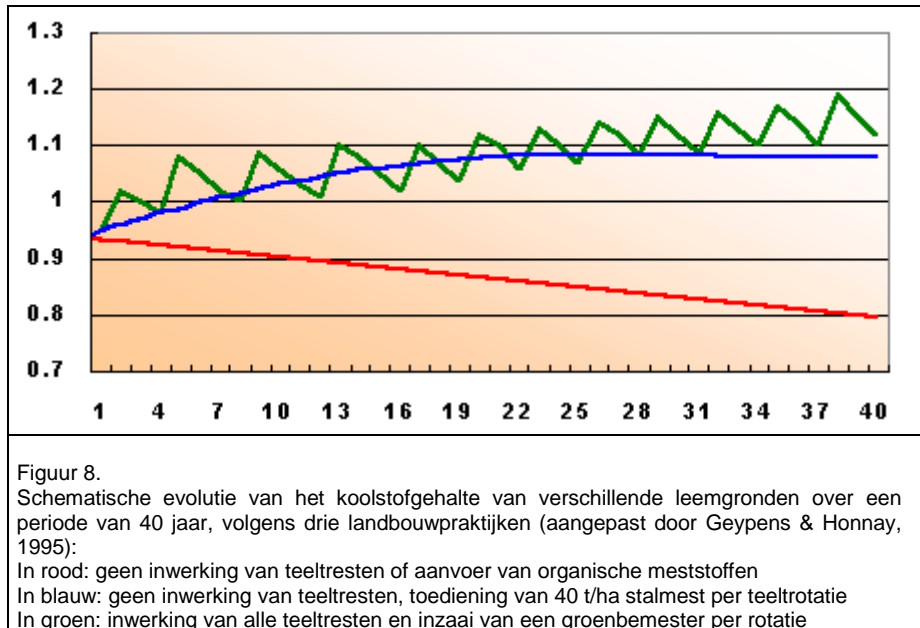
Voor een zelfde bodemtype is de hoeveelheid gemineraliseerde stikstof uit humus vergelijkbaar van jaar tot jaar. Dit element kan zelfs gebruikt worden als karakteristiek voor een bodem. Het mineralisatiepotentieel wordt echter vooral bepaald door de weersomstandigheden (droogte, temperatuur, neerslag).

Door grondincubatietesten in het laboratorium (op 5° en 15°C) kan de stikstofhoeveelheid die een bodem kan produceren door mineralisatie (= de activiteit van de nitrificerende micro-organismen) geëvalueerd worden. Deze mineralisatie kan reeds gemeten worden vanaf een bodemtemperatuur van 4°C en dit gedurende het hele jaar.

Het humusgehalte in de bodem is een waarde die weinig fluctueert in de loop van de jaren, zelfs bij verschillende landbouwpraktijken. Pas na tientallen jaren is de verlaging, het behoud of de verhoging van het humusgehalte (koolstofgehalte) in functie van de toegepaste teeltpraktijken meetbaar.

In deze zin wordt sinds 1958, een proefveld opgevolgd te Liroux, door het Centre de Recherches Agronomiques van Gembloux (Frankinet *et al.*, 1986) (figuur 8).

Percelen met een voldoende hoog organische stofgehalte vertonen een betere structuurstabiliteit alsook een betere weerstand tegen dichtslampling. Een hoog organische stofgehalte verhoogt ook de watercapaciteit van de bodem (Droeven *et al.*, 1980).



Zonder organische bemesting kan berekend worden dat een bodem, in functie van het humusgehalte, gemiddeld tussen 50 en meer dan 100 kg N/ha vrijgeeft in de periode maart tot juli. Indien er geen teelt of dekvrucht gezaaid zou worden, zou deze minerale stikstofproductie zich accumuleren in het bodemprofiel.

### **3.1.2 Stikstof vrijkomend uit de voorafgaande teelt of de tussenteelt**

Talrijke gewassen met een minder ontwikkeld of oppervlakkiger wortelsysteem dan de biet kunnen een grote hoeveelheid reststikstof achterlaten na de oogst.

Granen gebruiken de aanwezige bodemstikstof goed en laten na de oogst in het algemeen een laag stikstofresidu achter.

Maïs laat bij een overmatige bemesting een grote hoeveelheid reststikstof achter na de oogst.

De aardappel is een plant met een ondiep wortelstelsel en gebruikt bijgevolg minder efficiënt de toegediende stikstofbemesting. Er blijft na de oogst een belangrijke hoeveelheid reststikstof achter waarmee rekening moet worden gehouden bij de daaropvolgende bietenteelt.

Groenten vereisen een bodem die rijk is aan organische stof en humus of een hoge stikstofbemesting en laten dus dikwijls een belangrijke hoeveelheid reststikstof achter. Hiermee moet eveneens rekening gehouden worden bij de bemesting van de daaropvolgende bietenteelt.

#### **BIJ EEN TUSSENTEELT**

Vóór de bieten wordt dikwijls een groenbemester gezaaid als tussenteelt indien in de herfst een organische bemesting werd toegepast op het geploegd land of op de stoppels van het voorafgaande graangewas. Afhankelijk van de toegediende organische bemesting moeten verschillende types groenbemester gebruikt worden. Na het spreiden van varkensdrijfmest wordt mosterd gezaaid. Indien er geen organische bemesting toegediend werd, wordt een vlinderbloemige gebruikt.

De beschikbare minerale stikstof, afkomstig van teeltresten of van de bemesting die toegediend werd bij de zaai van de groenbemester ( $\pm 30$  kg N/ha), of vrijgekomen door mineralisatie van een organische bemesting of van de bodemhumus, wordt opgenomen door de groenbemester tijdens zijn ontwikkeling.

Hierdoor verdienen de groenbemers hun benaming van "nitraatvangers".

Pas bij het vernietigen (door de vorst) en inwerken van de groenbemester in de bodem, komt de opgenomen stikstof opnieuw progressief vrij in de bovenste bodemlaag zodat hij dadelijk beschikbaar is voor de biet in het eerste groeistadium.

In tabel 1 worden de voornaamste kenmerken van de meest voorkomende groenbemers voorgesteld.

	Gedrag t.o.v. minerale stikstof	Zaai-hoeveelheid (kg/ha)	Vorstgevoeligheid	Bodembedekking	Uiterste zaai-datum
<b>Bladrijke groenbemesters</b>					
Mosterd	Gemiddelde opname	20 - 25	xxxxx	Zeer goed en snel	20/09
Bladrammenas		20 - 30			05/09
Phacelia	Snelle vrijgave	10 - 12		Zeer goed	15/08
<b>Grasachtige groenbemesters</b>					
Engels raaigras	Lagere opname	40 - 50	x	Zeer goed	30/08
Italiaans raaigras		25 - 35	xx		20/08
Snijrogge	Late vrijgave	150	x		30/09
<b>Vlinderbloemige groenbemesters</b>					
Wikke	Belangrijke opname	100 - 125	xxxxx	Zeer goed en snel	01/08
Klaver		25 - 40			15/08
Lupinen	Vroege vrijgave	150 - 175			15/08

Tabel 1: Belangrijkste kenmerken van de meest voorkomende groenbemesters (xxxxx: vorstgevoelig gewas)

Een groenbemester van vlinderbloemigen is aanbevolen voor gronden met een laag humusgehalte, na een teelt met weinig reststikstof of bij gewasresten met veel cellulose (hoge C/N verhouding), zoals bv. stro.

Men kan een kleine dosis minerale stikstof toepassen bij de zaai van een groenbemester om zijn ontwikkeling vóór de winter te bevorderen (maximum 40 tot 50 kg N/ha voor kruisbloemigen, maximum 60 tot 80 kg N/ha voor grassen, maar geen bij vlinderbloemigen) en dit zeker bij een late zaai. Indien er vooraf dierlijke mest werd toegediend wordt geen minerale bemesting aanbevolen.

Vóór het inwerken in de bodem is het best om de groenbemester te maaien en te hakselen om de ontbinding reeds op de bodemoppervlakte te bevorderen.

Deze stap is belangrijk en moet steeds uitgevoerd worden wanneer de geproduceerde plantenmassa groot is. Pas na deze eerste ontbindingsfase kan de groenbemester ingewerkt worden om te mineraliseren.

De hoeveelheid stikstof die vrijkomt uit een groenbemester varieert tussen 10 en 40 kg N/ha. Ze is soms lager dan de hoeveelheid die effectief werd opgenomen door de plant. Deze onderschatting kan verklaard worden door de tijd die ligt tussen de bodemstaalname en het inwerken van de bevroren groenbemester. Een deel van de opgenomen stikstof wordt reeds teruggevonden in de analyse van het bodemprofiel. Deze stikstofhoeveelheid is groter in de bovenste laag van het bodemprofiel.

Het type van groenbemester (vorstgevoeligheid, wortelontwikkeling) en de teelttechnieken (tijdstip van vernietiging en inwerking) hebben een grote invloed op het tijdstip waarop de opgenomen stikstof vrijkomt. Met deze mineralisatie dient rekening worden gehouden bij de berekening van de stikstofbemesting voor de bietenteelt (Bries et al., 1994).

In percelen besmet door nematoden moeten nematodenresistente groenbemesters (resistente mosterd- en rammenasvariëteiten) of neutrale gewassen gebruikt worden om de vermeerdering van deze plaag niet te bevorderen.

De groeiperiode zal echter te kort zijn om een reëel effect te hebben op de nematodenpopulaties.

In bepaalde streken, provincies of natuurlijke beschermde zones wordt een subsidie onder vorm van een premie toegekend voor het inzaaien van een groenbemester als tussenteelt om het risico van stikstofuitspoeling in de winter te beperken.

#### **BIJ EEN WEIDE**

In een gescheurde weide, een humusrijke bodem of een zware grond kan er een grote mineralisatie plaatsvinden die grote hoeveelheden reststikstof kan achterlaten, zelfs na een bietenteelt.

#### **BIJ BRAAKLEGGING**

Na braak wordt de stikstofbemesting beter bepaald via een individueel advies (Hermann et al., 1996).

Na een braakmengsel raaigras + rode klaver of raaigras + witte klaver of zwenkgras + luzerne bedraagt de voorgestelde bemesting voor bieten respectievelijk 150, 140 en 115 kg N/ha, indien de braakgewassen vóór de winter gezaaid werden (beperken van de uitspoeling en grotere productie van organische stof die de humusvoorraad in de bodem verhoogt).

Een braak met enkel Engels raaigras geeft slechts zeer weinig stikstof vrij aangezien ze eerder een tijdelijke stikstoffmobilisatie veroorzaakt. Meestal wordt aanbevolen om raaigras te mengen met klaver.

De stikstofaanbreng van de verschillende braakgewassen is lager indien ze geoogst worden als groenvoeder. In dit geval moet de stikstofbemesting voor de bieten aangevuld worden met 20 tot 30 kg N/ha.

In aaltjesbesmette gronden is een braak met nematodenresistente rammenasvariëteiten verantwoord om de besmetting te reduceren. Mosterd kan, omwille van het verplichte maaien, niet hetzelfde effect hebben.

### **3.1.3 Stikstof uit organische meststoffen**

Het gebruik van dierlijke meststoffen van eigen bedrijf of waarvan men de oorsprong en de juiste samenstelling kent, is een zeer waardevol element in de stikstofbemesting van de biet en ook in het algemeen voor het onderhoud van de fysico-chemische eigenschappen van de bodem (aanbrengen van humus en oligo-elementen).

Een beredeneerde toediening van stalmest (maximum 40 ton/ha) heeft een duidelijk positief effect op de fysico-chemische parameters van de bodem. De minerale stikstof afkomstig van deze mest komt slechts langzaam vrij.

Drijfmest (vooral varkensdrijfmest), kippenmest en gier zijn daarentegen meststoffen die enorme hoeveelheden stikstof kunnen vrijgeven op een minder controleerbare of moeilijk voorspelbare wijze. Varkensdrijfmest in het voorjaar toegediend geeft onmiddellijk ammonium vrij ( $\text{NH}_4^+$ ) die direct bruikbaar is voor de plant. Dit is niet het geval bij een najaarstoediening.

Indien het gebruik van deze producten onvermijdelijk is moeten ze met mate gebruikt worden en op een zeer homogene wijze toegediend worden (figuur 9). In het verleden werd al dikwijls aangetoond dat een overmatig gebruik van drijfmest een negatieve invloed heeft op het suikergehalte en de industriële kwaliteit van de biet (Truyens *et al.*, 1975)

Door directe injectie van de drijfmest in de grond kunnen de problemen van vervluchtiging van de ammoniakfractie en reukhinder evenals het probleem van de heterogene toediening vermeden worden.



Figuur 9.  
Een moeilijk te beheersen element bij het gebruik van organische bemesting is de homogene verspreiding. Dit komt achteraf duidelijk tot uiting in percelen met groenbemesters

Het herhaaldelijk en massaal gebruik van deze producten (drijfmest, kippenmest, gier) geeft aanleiding tot een overmatige stikstofopname door de biet.

Wanneer deze opname plaatsvindt op het einde van het groeiseizoen, bevordert dit de loofontwikkeling van de plant ten koste van de afrijping van de wortel. Dit vertaalt zich in een verlaging van het suikergehalte, de financiële opbrengst per hectare evenals de kwaliteit van de oogst.

Indien het stikstofoverschot op dat moment te groot is, blijft een grote hoeveelheid reststikstof achter, die tijdens de winter kan uitspoelen.

Men moet eveneens weten dat de coëfficiënt “equivalent minerale meststof” van stikstof uit organische mest van het bedrijf soms nauwelijks 20% en in het beste geval 50 tot 60% bedraagt, naargelang het toepassingstijdstip (tabel 2).

	Zomer	Herfst	Begin v. d. lente
Runderstalmest	25	30	45
t	20	25	60
Runderdrijfmest	25	30	65
t	25	30	65
Varkensdrijfmest	25	30	65
Kippenmest			
Kippendrijfmest			

Tabel 2 : Coëfficiënten "equivalent minerale meststof" (%) van de stikstof van verschillende organische meststoffen, volgens het toedieningstijdstip

We moeten ook het probleem benadrukken om het totale stikstofgehalte van sommige organische meststoffen met voldoende nauwkeurigheid te kennen.

Het duidelijkste voorbeeld is varkensdrijfmest bij staalnamen in de mestkelder of in het drijfmestvat of wanneer hij niet binnen de 6 tot 8 uren na toediening ingewerkt wordt (snelle vervluchtiging van de ammoniakale fractie,  $\text{NH}_4^+$ ).

Een meetfout die gebeurt op een niet representatief monster en geëxtrapoleerd wordt naar de totale bemesting van een perceel kan nadien leiden tot een volledig verkeerde minerale stikstofbemesting.

De andere organische meststoffen van agro-alimentaire oorsprong die voorgesteld worden in de praktijk moeten met de nodige voorzichtigheid bekeken worden. Sommige kunnen interessant als hun oorsprong gekend is en hun samenstelling stabiel blijft tijdens de productie.

Organische meststoffen van niet-landbouwoorsprong tenslotte moet steeds met wantrouwen bekeken worden, zeker indien hun oorsprong niet duidelijk is of indien hun inhoud zeer variabel is tussen verschillende leveringen.

Alle aangeboden organische stoffen die niet geproduceerd worden op het bedrijf moeten geweigerd worden indien de leveringsdocumenten geen toelatingsnummer dragen van het Federaal Ministerie van Landbouw evenals een gebruikscertificaat van het Regionale Ministerie van Landbouw (Legrand & Misonne, 1999).

Welke organische meststof er ook gebruikt wordt, men moet steeds de toediensperioden en -hoeveelheden respecteren die van toepassing zijn volgens de gewestelijke wetgeving (zie 3.1.8. Gewestelijke wetgeving over de toediening van meststoffen).



Een toediening van drijfmest in het voorjaar op geploegde grond is slechts interessant indien de bietenteelt gebeurt op percelen met een grote stikstofbehoefte. In dit geval moet de drijfmest geïnjecteerd of direct ingewerkt worden na de toediening om een hoge bemestingswaarde te behouden. Structuurschade kan vermeden worden door het gebruik van lage drukbanden.

In percelen met een laag mineraal stikstofbemestingsadvies (bvb. 40 kg N/ha) is het niet mogelijk om een substantiële besparing te doen op een gedeelte van de minerale bemesting door deze te vervangen door een organische bemesting van dit type (Vereerstraeten, et al., 1999).

Als algemene regel en voor zover de milieuwetgeving het toelaat moet vermeden worden om de gehele stikstofbemesting voor de biet enkel onder organische vorm te geven. Het wordt aanbevolen om tenminste 1/3 van de vereiste stikstofdosering in minerale vorm te geven. Deze zal, wanneer ze toegediend wordt bij de zaai in het voorjaar, direct beschikbaar zijn voor de jonge biet. De aanvullende stikstofbemesting in organische vorm zorgt voor de verdere aanvoer van stikstof tijdens de groei van de biet, in functie van zijn mineralisatie. Als de hele stikstofbemesting van de biet niettemin toch onder organische vorm gebeurt, mag zeker geen minerale bemesting meer toegevoegd worden.

De mineralisatie, of anders gezegd de ontbindingsnelheid van een organische meststof, wordt geëvalueerd door de verhouding tussen de koolstof- en de totale stikstofinhoud (C/N verhouding). Hoe hoger deze verhouding, des te trager gebeurt de productie van nitraatstikstof uit deze organische stof in de bodem (tabel 3). Nochtans dient de waarde van de C/N verhouding worden genuanceerd naargelang de organische stof al dan niet reeds een gedeelte van de stikstof onder minerale vorm bevat.

Organische meststoffen met een C/N gehalte hoger dan 14 geven zeer weinig stikstof vrij in het eerste en tweede jaar. Dit is de reden waarom ingewerkt stro een toediening van 30 kg N/ha vereist om sneller te mineraliseren.

<b>Verhouding C/N</b>	<b>5</b>	<b>5 - 8</b>	<b>8 - 10</b>	<b>10 - 20</b>
Beschikbaarheid van stikstof	70 %	50 %	40 %	20 %

Tabel 3: Beschikbaarheid van de minerale stikstof uit organische meststoffen tijdens het eerste jaar na de toediening, in functie van de C/N verhouding (te nuanceren naargelang de organische stof al dan niet reeds een deel van de stikstof in minerale vorm bevat)

Het werd steeds al aangeraden (Decoux & Vanderwaeren, 1934) om na een toepassing van organische meststoffen in de herfst een groenbemester in te zaaien. Tegenwoordig is dit verantwoord omwille van volgende redenen:

- het risico beperken van uitspoeling van gemineraliseerde stikstof,
- de bodem beschermen tegen afspoeling (erosie),
- de minerale stikstof beschikbaar houden voor de biet door ze voorlopig vast te houden aan de oppervlakte m.b.v. deze tussenteelt.

In geen geval mag het gebruik van organische stoffen in de bietenteelt een gemakkelijksoplossing zijn om zich te ontdoen van deze producten.

### 3.1.4 Stikstof uit minerale stikstofmeststoffen

Een minerale stikstofmeststof kan toegediend worden aan een precieze dosis en op het juiste ogenblik. Hij vormt een aanvulling voor de stikstof die vrijkomt uit de bodem, uit teeltresten van een voorgaande teelt en/of uit eventueel gebruikte organische meststoffen. Zijn gebruiksdosis wordt bepaald door een bemestingsadvies dat berekend werd of opgesteld werd op basis van een bodemanalyse.

Bij toediening tijdens of vóór de zaai mag de dosis niet groter zijn dan 120 tot 130 kg N/ha. Het te hoge zoutgehalte van een grotere dosis kan schadelijk zijn voor de kiemplanten. Indien toch een aanvullende dosis nodig is, moet deze toegediend worden in het 2- tot 6-bladstadium van de biet.

De meest voorkomende minerale stikstofmeststoffen worden voorgesteld in tabel 4.

Minerale stikstofmeststoffen	Samenstelling	N (%)	Basen-equivalent
Ammoniaknitraat 27 %	$\text{NH}_4\text{NO}_3$	27	- 16
Ammoniaknitraat 27 % + Mg 4%	$\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{MgO}$	27	- 9,5
Calciumnitraat	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	15,5	+ 12
Chilinitraat	$\text{NaNO}_3$	16	+ 17
DAP (DiAmmoniumfosfaat)	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	18	- 38
MAP (MonoAmmoniumfosfaat)	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	12	- 37
Vloeibare stikstof	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3$	30	- 30

Tabel 4: Eigenschappen van de meest gebruikte minerale stikstofmeststoffen in de bietenteelt.

Omdat bepaalde meststoffen een basenequivalent bezitten (equivalent CaO in kg per 100 kg meststof) met een soms zeer negatieve waarde (sterk verzurend) moet een herhaald gebruik in rekening gebracht worden voor de correctie van de zuurtegraad van de bodem.

Men beschouwd dat er praktisch geen verschillen bestaan tussen de opnamesnelheid tussen de verschillende meststoffen, maar wel tussen de vaste en vloeibare vormen. De stikstofopnamecoëfficiënt van een vaste meststof is hoger dan deze van de vloeibare vormen (Roussel *et al.*, 1974)

### **3.1.5 Rijentoediening van minerale stikstof**

De rijentoediening van minerale stikstofmeststoffen bij de zaai is een relatief oude techniek. Ze werd vóór 1940 ontwikkeld in de rijenteelten in de USA, toen de productie van stikstofmeststoffen nog duur was (Decoux, 1946).

Omwille van economische en milieuredenen werd deze techniek in de bietenteelt opnieuw ontwikkeld door het KBIVB vanaf de jaren 1988 (Vlassak *et al.*, 1990; Vandergeten *et al.*, 1997).

De resultaten die bekomen werden met deze techniek waren veelbelovend.

De techniek bestaat erin de stikstof (vast of vloeibaar) plaatselijk in te werken op enkele centimeters van de zaailijn (6 cm) en op geringe diepte (6 cm) (figuur 10).

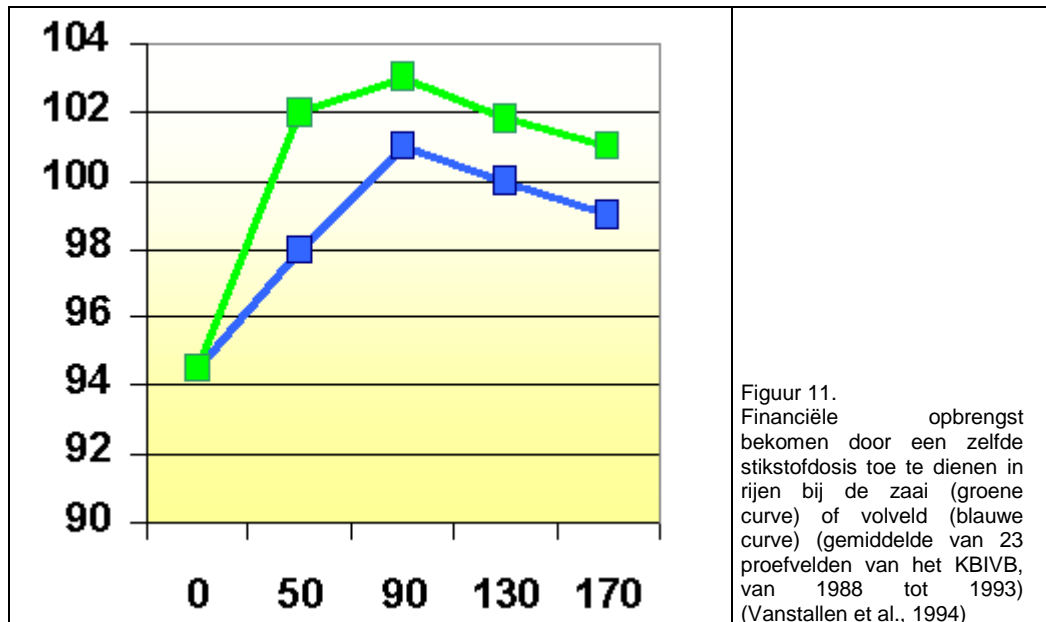
Omdat de stikstof direct en efficiënt beschikbaar is voor de kiemplant vanaf de ontwikkeling van zijn lateraal wortelstelsel (starter effect), kan een aanbevolen minerale stikstofdosering van 120 kg N/ha teruggebracht worden tot 90 en zelfs 60 kg N/ha, zonder de financiële opbrengst te wijzigen (Vandergeten *et al.*, 1992).



Figuur 10.  
In de periode 1988 tot 1995 demonstreerde het KBIVB de uitvoering en het nut van de rijtoediening van stikstof bij de zaai van de biet (Vandergeten et al., 1992).

In vergelijking met een volveld toediening toonden de proeven van het KBIVB meerdere voordelen aan voor de rijtoediening (Vandergeten, 1992):

- een toediening bij de zaai,
- een betere en snellere opname van de minerale meststof,
- het vermijden van overlappingsen,
- een vermindering (- 30, en zelfs - 50 %) van de aanbevolen minerale stikstofdosering ten opzichte van een volveld toepassing,
- een minder hoog risico op uitspoeling en ook geen afspoeling of ammoniakvervluchtiging,
- een verhoging van de wortelopbrengst met 1,4 t/ha en een verhoging van het suikergehalte met 0,44 punten, hetzij een stijging van de suikeropbrengst (+ 616 kg/ha) en van de financiële opbrengst (+ 6 %) in het voordeel van de rijtoediening (figuur 11).



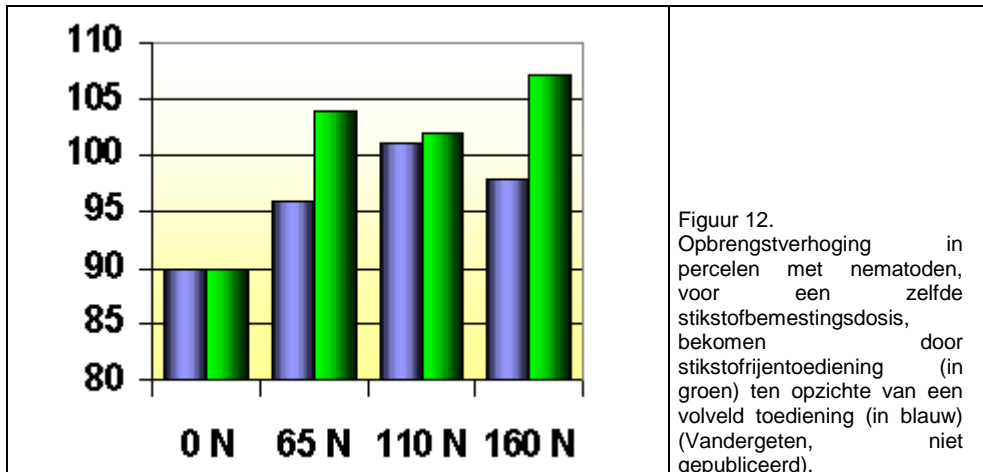
De rijtoediening van lage dosissen minerale stikstof ( $\pm 40$  kg N/ha) op percelen die reeds organische bemesting gekregen hadden (drijfmest) gaf 4% meer suikeropbrengst dan een equivalente dosis volveld toegepast (Vanstallen *et al.*, 1994). Deze combinatie kan interessant zijn in gebieden met veeteelt.

De ontwikkeling van de rijtoediening in België heeft, zelfs indien ze niet de verhoopde toepassing kreeg (de uitzaai gebeurt bij ons veelal door loonwerkers) zoals in Frankrijk (waar veel bietentelers zelf zaaien en hun zaaimachines hebben aangepast), heeft een belangrijke psychologische impact gehad bij de bietentelers. Ze heeft aangetoond dat de stikstofdosissen beter konden aangepast worden aan de reële behoeften van de teelt.

Deze techniek is meer dan verantwoord in kwetsbare zones voor het water en in lichte, zeer doorlaatbare gronden. De rijtoediening van stikstof bij het zaaien heeft geen invloed op het aantal planten per hectare, zelfs bij hoge dosissen.

### 3.1.6 Gebruik van de rijentoediening in gronden besmet door nematoden

In aaltjesbesmette gronden is de stikstofrijenbemesting zeer verantwoord (Vandergeten *et al.*, 1997). Ze bevordert een snellere ontwikkeling van het wortelstelsel van de jonge plant. Deze heeft dan reeds een zekere ontwikkelingsvoorsprong alvorens de eerste nematodenaantastingen zijn ontwikkeling weer kunnen afremmen. Dit effect is duidelijk zichtbaar in de eindopbrengst (figuur 12).



### 3.1.7 Gefractioneerde toediening van stikstofbemesting

De gefractioneerde toediening van stikstof is in het algemeen niet verantwoord in onze teeltomstandigheden, uitgezonderd in zeer doorlaatbare zand of zandleemgronden. In dit geval wordt door een gefractioneerde toediening vermeden dat de minerale stikstof door te hevige neerslag tijdelijk buiten het bereik komt van de haarwortels van de jonge plant.

De minerale stikstofbemesting wordt meestal toegediend in één keer, bij de zaai of 2 weken vóór de zaai.

In lichte gronden is het bij fractionering van de minerale stikstofbemesting de regel dat 2/3 van de dosis bij of voor de zaai wordt gegeven en 1/3 wanneer de biet het 2- tot maximaal 6-bladstadium bereikt heeft.

Een gefractioneerde toediening van de minerale stikstofbemesting is alleen verantwoord indien het over een werkelijke fractionering gaat van de aanbevolen dosis en niet over een extra bemesting voor de teelt. Bij hogere dosissen dan 160 kg N/ha, wordt voor alle bodemtypen aanbevolen om een dosis van 140 kg N/ha toe te dienen vóór de zaai en de rest vóór het 2-4-bladstadium van de biet.

Alle stikstoftoedieningen na het 6-bladstadium worden afgeraden. Diegenen die geloven dat een extra stikstofbemesting bij het sluiten van de rijen een "zweepslag" geeft aan de teelt, aangezien het resultaat direct zichtbaar is aan de bladkleur, zien over het algemeen een negatieve invloed op de suikeropbrengst bij de oogst.

### **3.1.8 Gewestelijke wetgevingen betreffende het toedienen van meststoffen**

Na vele jaren van frequente toedieningen van organische bemesting van dierlijke oorsprong, werden in talrijke veeteeltstreken in Europa te hoge minerale stikstofgehalten (nitraten) in de bodem vastgesteld. Bepaalde hoeveelheden werden teruggevonden in waterwinningen bedoeld voor menselijke consumptie.

De "nitraat" richtlijn EG/91/676 heeft als doelstelling om de aanwezigheid van nitraten van landbouwoorsprong in het oppervlakte- (zoet) en grondwater van kwetsbare gebieden te verminderen. De concentratie mag niet hoger zijn dan 50 mg/l. Deze richtlijn verplicht de lidstaten om nationale of regionale maatregelen te treffen om landbouwers aan te sporen om aangepaste landbouwpraktijken toe te passen in de betreffende zones.

In het Vlaamse gewest werd vanaf de jaren '90 een Mestactieplan (MAP) opgesteld en nadien aangepast. Normen en grenswaarden werden gedefinieerd voor de uitspreiding en het toedieningstijdstip van organische stikstof- (en fosfor)meststoffen in gevoelige en andere zones.

Sinds het einde van het jaar 2000 mogen in deze regio geen organische stikstofmeststoffen meer toegediend worden in de periode van 21 september tot 15 februari (uitgezonderd stalmest of andere ammoniakarme stikstofmeststoffen).

In gevoelige gebieden (kwetsbare zones voor water en nitraten, beschermde natuurgebieden en ecologisch waardevolle gebieden) mag er niets toegediend worden tussen 1 september en 15 februari.

Geen enkele toediening mag gebeuren tijdens het weekeinde of tijdens feestdagen (uitgezonderd kunstmeststoffen), noch vóór 7 uur, noch na zonsondergang, noch op overstroomde, bevroren of besneeuwde gronden, noch op minder dan 5 meter afstand van waterlopen. Toedieningen op een hellend perceel mogen nooit leiden tot afspoeling.

Stalmest en andere stikstofmeststoffen waarvan de organische stikstof langzaam mineraliseert moeten worden ingewerkt binnen de 24 uren.

Stikstofmeststoffen van dierlijke oorsprong en andere meststoffen rijk aan stikstof, die toegediend worden op niet betaalde gronden, moeten geïnjecteerd of binnen de 4 uur ingewerkt worden. Op betaalde gronden (bvb. weiden of groenbemesters) kan de toediening gebeuren door oppervlakkige injectie (zode-injectie), met behulp van sleepslangen, door inwerking gevolgd door beregening binnen de 2 uur of door verspreiding bij regen.

Voor ieder teelttype is een maximaal toegelaten totale stikstofdosering vastgesteld. Deze dosissen worden voorgesteld in tabel 5, voor de komende jaren en in functie van de oorsprong van de stikstof.

De toegediende fosfordosis is eveneens een beperkende factor. Vanaf 2001 wordt de limiet vastgesteld op 110 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha. Vanaf 2003 wordt de limiet 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha.

<b>Standaard forfaitaire bemestingsnormen voor bietenteelt</b>	<b>Totale stikstof (kg N/ha)</b>	<b>Stikstof uit dierlijke mest en andere (kg N/ha)</b>	<b>Stikstof uit chemische meststoffen (kg N/ha)</b>
Van 01/01/2000 tot 31/12/2000	300	300	200
Van 01/01/2001 tot 31/12/2001	275	225	200
Vanaf 01/01/2003	275	200	200
<b>Idem, maar in kwetsbare gebieden</b>			
Vanaf 01/01/2000	275	170	175
<b>Idem, maar in beschermde gebieden (*)</b>			
	0	0	0

Tabel 5 : Forfaitaire normen voor de door het MAP toegelaten stikstofdosissen en -vormen in Vlaanderen voor de bietenteelt, volgens de gedefinieerde gebieden.

Er bestaat een uitzondering (tabel 5, (\*)) voor familiale bedrijven van vóór 1997 die gelegen zijn in beschermde gebieden. Deze mogen de normen van de standaardzones toepassen.



Per kg totale stikstof (en totale fosfor) die toegediend werd sinds begin 2000, van chemische of andere oorsprong maar niet geproduceerd op het bedrijf, moet een bijdrage betaald worden van 0,9 BEF aan de betreffende organisatie (de Mestbank - Vlaamse Landmaatschappij). Voor organisch materiaal geproduceerd op het bedrijf moet een andere bijdrage van 0,45 BEF per kg totale stikstof (en totale fosfor) betaald worden.

In het Waals gewest is men op dit moment bezig de nitraatrichtlijn EG/91/676 om te zetten in een wetgeving die kadert in de ruimere context van duurzame landbouw. Meerdere kwetsbare zones werden afgelijnd (perimeter van het Brusselse en Waals-Brabantse zand en de Haspengouwse krijtzone) en maatregelen werden genomen op gebied van goede landbouwpraktijken. Andere gebieden (Comines Warneton, Sud Namurois) worden nog afgelijnd. Het land van Herve krijgt een speciaal statuut (overheersend weiden).

De bijzondere maatregelen in deze zones betreffen het respecteren van een aantal landbouwpraktijken die gunstig zijn voor een betere waterkwaliteit. De meeste van deze praktijken zijn afkomstig uit een herziening van de "Code de bonnes pratiques agricoles" (versie 1998) opgesteld door het "Comité Nitrates".

Eén van deze voorschriften over de toegediende stikstofdosissen stelt een beperking voor van de totale dosis tot 330 kg N/ha voor de biet (mineraal + organisch).

Voor de toediening van organische bemesting worden plafonds vastgesteld per streek. In de kwetsbare gebieden zou de grens voor organische stikstof gemiddeld 80 kg N/ha/jaar bedragen voor akkerbouwteelten en 210 kg N/ha/jaar voor weiden ("norm 80/210"). In een kwaliteitsbenadering (afwijkende normen), zouden de grenswaarden 130/250 bedragen, zonder hoger te gaan dan 210 kg over de totale oppervlakte van het bedrijf.

De kwaliteitsbenadering omvat: het analyseren van het stikstofprofiel, het in rekening brengen van de totale stikstofaanvoer (mineraal + organisch), het toepassen van landbouw- en beheerpraktijken die een betere opvolging van de stikstof bevorderen (voorrang voor groenbemesters, keuze van optimale dosissen en toedieningstijdstippen voor dierlijke mest,...).

## **3.2. Reststikstof na de teelt**

### **3.2.1 Beschouwingen over de reststikstof na een teelt**

In de bodem hebben nitraationen ( $\text{NO}_3^-$ ) de eigenschap zeer beweeglijk te zijn en weinig vastgehouden te worden door de fysico-chemische bodembestanddelen (klei, leem, ...) (in tegenstelling tot de fosfaationen).

In gronden rijk aan gemineraliseerde organische stikstof en met een ondiepe grondwatertafel, worden de nitraationen snel uitgespoeld door de regen naar het grondwater, vooraleer ze kunnen opgenomen worden door het gewas.

De migratiesnelheid is afhankelijk van de nitraatconcentratie, het bodemtype, de neerslaghoeveelheid en de bodembedekking (in de winter).

### **3.2.2 Gewestelijke wetgevingen**

Om de limiet van het nitraatgehalte in het grondwater die werd ingesteld door de Europese Unie (50 mg  $\text{NO}_3^-$ /l in het grondwater) (richtlijn EG/91/676) niet te overschrijden hebben de recente normen van het MAP II (Mestactieplan, laatste versie) de reststikstofwaarde in het bodemprofiel (0 tot 90 cm) vastgesteld op 90 kg  $\text{NO}_3^-$ -N/ha in de periode van 1 oktober tot 15 november. Indien deze norm niet wordt overschreden, is het risico van stikstofuitspoeling naar het grondwater in de winter beperkt.

In humusrijke gronden zal het moeilijk zijn om deze normen te respecteren indien gedurende meerdere jaren grote hoeveelheden organische bemesting werden toegediend en dit verder blijft gebeuren in de toekomst.

Een subsidie in de vorm van een premie kan bekomen worden in de kwetsbare gebieden water voor een periode van 5 jaar, na akkoord van de Mestbank - Vlaamse Landmaatschappij en indien de reststikstof lager is dan 90 kg  $\text{NO}_3^-$ -N/ha.

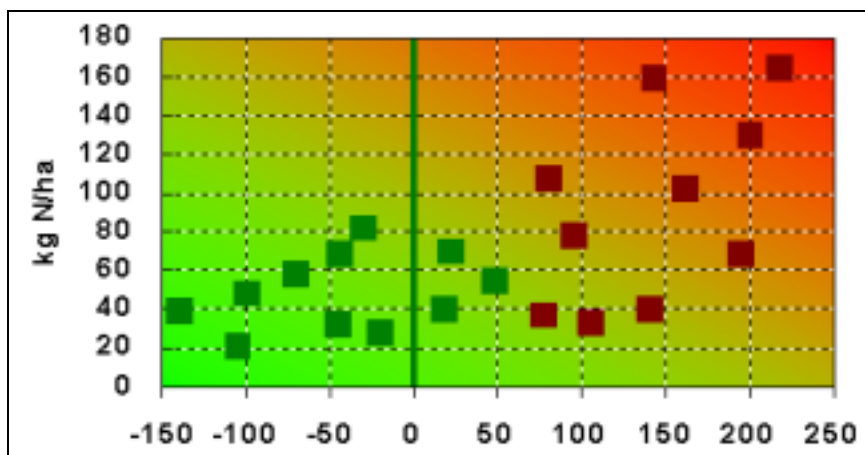
### 3.2.3 Reststikstof na bieten

Indien de stikstofbemesting in zijn geheel (mineraal + organisch) beredeneerd toegediend werd geven suikerbieten en granen de laagste reststikstofwaarden in het najaar, in vergelijking met aardappelen, maïs of vollegrondsgroenten.

Indien bij de oogst van bieten een te grote hoeveelheid reststikstof wordt gevonden, wijst dit meestal op een overmatige organische bemesting gedurende meerdere jaren (Vereerstraeten, 1999).

De hoeveelheid reststikstof na de bietenteelt is eveneens verschillend van jaar tot jaar, afhankelijk van de weersomstandigheden tijdens het groeiseizoen.

Bij een beredeneerde of een gemiddelde (120 kg N/ha, weinig organische bemesting) stikstofbemesting, komt de reststikstofwaarde gemiddeld overeen met 50 kg N/ha, voor een bodemprofiel diepte van 1,50 m.



Figuur 13.  
Effect van een hogere (rode punten) of lagere (groene punten) minerale stikstofbemesting dan de optimale dosis op de reststikstof (kg N/ha), gemeten na de bietenteelt, tot een diepte van 1,50 m. De horizontale as geeft het verschil van de bemesting weer met de optimale dosis (verticale lijn in groen = optimale dosis teruggebracht op nul) (Vereerstraeten, 1999)

Figuur 13 geeft de reststikstof weer, gemeten door het KBIVB in 21 proefvelden in de periode 1995 tot 1998. De optimale minerale stikstofdosering (volgens de financiële opbrengst) van elke proef komt overeen met het punt "nul" op de horizontale as.

De punten links van deze as (groene punten) komen overeen met de proeven die een lagere minerale stikstofdosering ontvingen dan de optimale dosering. De gemiddelde reststikstof in deze proeven bedroeg 53 kg N/ha.

De punten rechts van deze as (rode punten) komen overeen met de proeven die een hogere minerale stikstofdosering ontvingen dan de optimale dosering. Dit kwam meestal voor bij hoge toedieningen van stikstofrijke organische stoffen (varkensdrijfmest). In deze proeven is de reststikstof in bepaalde gevallen zeer hoog (7 velden op 10) en in andere bevredigend (3 velden op 10).

De laatste gevallen kunnen verklaard worden door de waargenomen neerslaghoeveelheden tussen de maand augustus en de oogst.

Het bodemtype kan ook zorgen voor een gemakkelijkere uitspoeling naar diepere bodemlagen (zandleemgrond).

Een onderzoekscampagne werd gevoerd door het Provinciaal Onderzoeks- en Voorlichtingscentrum voor Land- en Tuinbouw (POVLT) te Rumbeke Beitem tijdens de kritieke periode in 1999 (Seynaeve, 2000).

De bietenteelt behoorde, samen met de inuline- en witloofcichoreiteelt, bij de teelten met de beste resultaten (respectievelijk 83, 100 en 93 % van de onderzochte percelen hadden een stikstofresidu lager dan 90 kg N/ha).

Naargelang de teelttechniek, kunnen aardappelen en groenten grote hoeveelheden reststikstof achterlaten bij de oogst. Granen laten op dat moment weinig achter, maar de situatie van het stikstofprofiel in het begin van de winter (belang van het moment van staalname) kan evolueren in functie van de weersomstandigheden na de oogst.

Het inzaaien van een groenbemester na de oogst van deze teelten beperkt ook het risico om de reststikstofnorm die actueel van toepassing is in Vlaanderen te overschrijden.

### **3.3. Minerale stikstofbemestingsadvies**

De biet is een voorjaarsteelt, die gezaaid wordt na een meestal lange tussenteeltperiode (van september tot april, d.i. ongeveer 8 maanden), gedurende dewelke de minerale stikstofproductie in de bodem verschillende invloeden ondergaat.

Op het einde van de winter fluctueert de concentratie van minerale stikstof in de bouwlaag sterk van jaar tot jaar en van plaats tot plaats. Deze concentratie wordt beïnvloed door:

- de fysico-chemische eigenschappen en bijzondere kenmerken van de bodem,
- de voorteelt,
- het gebruik van een groenbemester,
- de toediening van organische stof, meestal uitgevoerd bij de hoofdteelt van de rotatie,
- de uitspoeling en de mineralisatie tijdens de herfst en winter.

Al deze factoren spelen samen een rol en beïnvloeden niet alleen de minerale stikstofconcentratie in de bodem, maar ook zijn verdeling in het profiel.

Een stikstofbemestingsadvies is dus zeker noodzakelijk om de bietenteler te helpen bij het bepalen van de optimale minerale stikstofdosering om een optimale financiële opbrengst te bekomen (Hofman *et al.*, 1979).

De toediening van minerale stikstof gebeurt als aanvulling van de stikstof die beschikbaar komt of geproduceerd wordt in de bodem.

Verschiedende mogelijkheden laten de bietenteler toe om de minerale stikstofbemestingsdosering voor zijn teelt te bepalen :

- de theoretische balansmethode van het KBIVB, ontwikkeld op basis van theoretische gegevens,
- het algemeen advies, een richtinggevend gemiddelde dat opgesteld wordt door verschillende analyselaboratoria voor de verschillende bietenstreken,
- het individueel advies, dat de voorkeur heeft aangezien het opgesteld wordt op perceelsniveau.

### 3.3.1 Theoretische balansmethode van het KBIVB

De theoretische balansmethode werd bijna twintig jaar geleden ontwikkeld door het KBIVB (Vanstallen & Vandergeten, 1985) en werd sindsdien regelmatig verfijnd (Vandergeten & Vereerstraeten, 1996).

Ze benadert de voorgestelde individuele adviezen op basis van een bodemanalyse doch vervangt ze niet. De theoretische balansmethode laat toe om het bemestingsniveau bij benadering te situeren.

In welbepaalde weersomstandigheden kan de theoretische balans rekening houden met uitspoeling en mineralisatie van organische stikstof tijdens de herfst en de winter (zoals in de winter 1998-1999).

De theoretische balansmethode wordt gemakkelijk voorgesteld door de volgende vergelijking (Vandergeten & Vereerstraeten, 1996) :

$$N_{\text{theor}} = \text{BODEM} + \text{SPEC} + \text{VOOR} + \text{GROEN} + \text{ORGM}$$

waarbij:

- **BODEM** = de basishoeveelheid minerale stikstof (kg/ha) geproduceerd door de bodem, aangepast volgens het bodemtype en het koolstof- of humusgehalte,
- **SPEC** = toe te voegen hoeveelheid in functie van de bodemkarakteristieken,
- **VOOR** = bij te voegen of af te trekken hoeveelheid in functie van de voorteelt,
- **GROEN** = af te trekken hoeveelheid naargelang de gebruikte groenbemester,
- **ORGM** = af te trekken hoeveelheid naargelang het type en de hoeveelheid toegepaste organisch bemesting.

#### **BODEM**

Een groot deel van de stikstof gebruikt door de biet wordt geleverd door de bodem. Hoe hoger de organische stikstofreserve in de bodem, hoe meer minerale stikstof er zal geproduceerd worden door mineralisatie.

De waarde van BODEM is afhankelijk van het bodemtype en zijn koolstof- of humusgehalte. Ze varieert tussen de 100 en 210 kg N/ha.

Koolstof gehalte (%)	Humus- gehalte (%)	Bodemkenmerken	Leem- of zandleem- bodem	Humusrijke gronden, klei- of polder- gronden
< 1,2	< 2,1	meestal gronden waar de organische stofaanvoer zich beperkt tot de teeltresten	<b>180</b>	<b>210</b>
1,2 - 1,6	2,2 - 2,8	meestal gronden die beperkte hoeveelheden organisch materiaal krijgen	<b>160</b>	<b>190</b>
1,6 - 2,0	2,8 - 3,4	meestal gronden met regelmatige organische stoftoedieningen	<b>140</b>	<b>170</b>
> 2	> 3,4	gronden die regelmatig grote hoeveelheden organisch materiaal krijgen of recent gescheurde weiden	<b>100</b>	<b>130</b>

### SPEC

De specifieke bodemkenmerken (koude grond, diepte van de grond, structuur, aanwezigheid van nematoden, ...) kunnen een extra stikstofgift rechtvaardigen.

De SPEC-waarde varieert van 0 tot + 30 kg N/ha.

SPEC Specifieke bodemeigenschappen	Toe te voegen stikstof (kg/ha)
- Geen	0
- Aanwezigheid van nematoden	+ 25
- Slechte structuur	+ 30
- Koude gronden	+ 30
- Ondiepe gronden (stenen,...)	+ 30
CORR99	(+ 25)

Enkel in 1999 werd een uitzonderlijke weerscorrectie toegevoegd in de theoretische balans (Vereerstraeten & Vandergeten, 1999).

De zeer hoge neerslag waargenomen in de periode van september 1998 tot januari 1999 (meer dan 560 mm te Ukkel; norm: 340 mm) leidde tot een stikstofuitspoeling naar de laag 30 - 60 cm. De stikstof in de diepere lagen (60 - 90 cm), waargenomen in november 1998, was eveneens naar de diepere lagen gemigreerd.

Daarom werd in dat jaar een correctie voorgesteld van + 25 kg N/ha (CORR99) voor de theoretische balans behalve voor gronden met een humusgehalte hoger dan 2,8 %, voor de gronden met een groenbemester of bestemd voor directe zaai of voor deze die een grote hoeveelheid organische meststof ontvingen in de eerste maanden van 1999.

### VOOR

De voordeel kan niet verwaarloosbare hoeveelheden stikstof leveren aan de biet.

Het ondiepe wortelstelsel van aardappelen of een teelt van vlinderbloemigen geeft over het algemeen een waardevolle hoeveelheid reststikstof die in mindering moet gebracht worden in de theoretische balans.

Daarentegen vereist het inwerken van stro een supplementaire stikstofdosering (voor het versnellen van de mineralisatie door de bodembacteriën, die anders minerale stikstof uit de bodem gebruiken omdat stro een hoge C/N verhouding heeft). De waarde van VOOR schommelt tussen - 40 en + 25 kg N/ha.

De VOOR-waarden worden in onderstaande gegeven voor voordeeltelten zonder overdreven stikstofbemesting.

VOOR Effect van de voorvrucht	Extra aanvoer of vermindering van de stikstofdosering (kg/ha)
- granen, stro ingewerkt zonder stikstof	+ 25
- granen, stro ingewerkt met stikstof	0
- granen, stro afgevoerd	0
- maïs	0
- aardappelen	- 25
- koolzaad	- 25
- erwten, bonen	- 25
- luzerne, paardenbonen	- 40
- niet geoogste aardappelen	- 40

Bij een te natte herfst en winter is het de laatste jaren gebeurd dat de voordeeltelten aardappelen niet kon gerooid worden. In dit geval werd aangeraden een bijkomende hoeveelheid van 40 kg N/ha af te trekken van de stikstofdosering (Vandergeten & Vereerstraeten, 1996).



## GROEN

Groenbemesters als tussenteelt zijn nuttig om een hoeveelheid stikstof te bewaren of op natuurlijke wijze aan te voeren die in het voorjaar kan gemineraliseerd worden (in functie van de groeiperiode van de groenbemester, het tijdstip en de kwaliteit van het inwerken, ...)

Deze tussenteelt verhindert in de winter ook de uitspoeling van de minerale stikstof in de bovenste bodemlagen naar de diepere lagen. De aanvoer van organische stikstof uit de groenbemester is snel beschikbaar voor de jonge biet omdat de ingewerkte groenbemester slechts weinig verhout is (lage C/N-waarde). In het algemeen geven grassen 10 tot 25 kg N/ha vrij, mosterd en rammenas 15 tot 40 kg N/ha, en vlinderbloemigen 20 tot 60 kg N/ha.

De GROEN-waarde die gebruikt wordt in de theoretische balans is dus negatief en schommelt tussen - 18 en - 40 kg N/ha.

GROEN Effect van een groenbemester als tussenteelt	Vermindering van de stikstofdosering (kg/ha)
- geen	0
- grassen (raaigras,...)	- 18
- mosterd, rammenas	- 25
- vlinderbloemigen (wikke,...)	- 40

## ORGM

Een goede kennis van de samenstelling van de gebruikte organische stof is onontbeerlijk en vereist een analyse van representatieve en betrouwbare stalen. Het is essentieel te weten dat de vrijgekomen stikstof uit deze meststoffen enorm kan variëren naargelang hun eigenschappen (soms hoge C/N-verhouding, onvoldoende ontbinding, te late toediening, ...).

De gebruiksefficiënties door de biet van de totale stikstof in deze stoffen variëren van 20 tot 65 %.

De voorgestelde ORGM-waarden moeten afgetrokken worden van de theoretische balans.

Naargelang de oorsprong van de organische stof en het moment van toediening schommelen ze tussen - 0,5 en - 16,9 kg N/ha/ton meststof. Ze moeten aangepast worden naargelang de toegediende hoeveelheid.

Alhoewel dit niet in rekening gebracht wordt in de theoretische balans, wijzen we hier op het synergetisch effect van een gelijktijdige inwerking van stro en fabrieksschuimaarde. De minerale stikstof die geproduceerd wordt door de combinatie "inwerken van stro + schuimaarde" blijkt hoger te zijn dan deze die geproduceerd wordt door fabrieksschuimaarde en stro apart toegepast (Crohain & Rixhon, 1968).

ORGM  Aanvoer van minerale stikstof afkomstig organische stof of van producten die organische stof bevatten	Samenstelling		Stikstof beschikbaar voor de biet in functie van het toedieningstijdstip **		
	Droge Stof (%) *	Totale stikstof (kg/ton) *	Zomer	Herfst	Begin lente
			Hoeveelheden af te trekken van de theoretische balans (kg/ton meststof)		
<b>Schuimaarde</b>	60,0	3,7	1,5	1,5	1,5
<b>Stalmest</b>					
- runderen (loopstal)	21,5	5,5	1,4	1,7	2,5
- varkens (stro)	23,0	7,5	1,9	2,3	4,9
- kippen (droog)	60,0	24,3	6,1	7,3	15,8
- kippen (gehakseld stro)	53,0	15,8	4,0	4,7	10,3
- vleeskippen	58,0	26,0	6,5	7,8	16,9
- kalkoenen	45,0	17,4	4,4	5,2	11,3
- paarden	31,0	5,0	1,3	1,5	2,3
<b>Gier</b>					
- runderen	2,5	4,0	0,8	1,0	2,4
- varkens	2,0	6,5	1,6	2,0	4,2
- zeugen	1,0	2,0	0,5	0,6	1,3
<b>Drijfmest</b>					
- varkens	7,5	6,5	1,6	2,0	4,2
- zeugen	5,5	3,6	0,9	1,1	2,3
- runderen	9,5	4,4	0,9	1,1	2,6
- (vlees) kalveren	2,0	3,0	0,6	0,8	1,8
- kippen	14,5	10,6	2,7	3,2	6,9
<b>Compost</b>					
- champignons	35,0	6,9	0,7	0,7	0,7
- groenafval (GFT)	70,0	9,1	0,9	0,9	0,9
<b>Kippenmest</b>					
- op houtkrullen	60	20	5,0	6,0	12,0
- droog	60	25	6,3	7,5	16,3
* Gegevens gepubliceerd door het "Informatie en Kennis Centrum - Akkerbouw en Groenteteelt in Vollegrond" (IKC-agv), 1992 ** Coëfficiënten gebruikt door het KBIVB (Vandergeten & Vereerstraeten, 1996)					

<b>Rekenvoorbeeld</b> (op basis van Vereerstraeten & Vandergeten, 1999)			
Om de minerale stikstofbemesting te berekenen met de theoretische balans, volstaat het de waarden van de 5 voorgaande tabellen op te tellen (of af te trekken), waarbij de ORGM-waarde aangepast dient te worden volgens de gebruikte hoeveelheid (ton/ha).			
Gegevens :	-	leemgrond met een koolstofgehalte lager dan 1,2%	
	-	bijna algemene aanwezigheid van nematoden	
	-	voorvrucht granen, ingewerkt stro zonder stikstof	
	-	toediening van 10 ton schuimaarde	
	-	toediening van 40 ton runderstalmest op het einde van de zomer	
	-	zaaien van een groenbemester mosterd	
Berekening :	BODEM	=	+ 180 kg N/ha (koolstofgehalte < 1,2 %)
	SPEC	=	+ 25 kg N/ha (nematodenaantasting)
	VOOR	=	+ 25 kg N/ha (stikstofopname door ingewerkt stro)
	GROEN	=	- 25 kg N/ha (mosterd als groenbemester)
	ORGM	=	- 15 kg N/ha (schuimaarde: 1,5 kg N/ha x 10 ton/ha)
	ORGM	=	- 56 kg N/ha (runderstalmest: 1,4 kg N/ha x 40 ton/ha)
	Totaal	=	+ 134 kg N/ha

Voor het cliënteel van sommige suikerfabrieken kan de theoretische balans van het KBIVB direct berekend worden door de landbouwkundige. Na invoer van de nodige gegevens voert een expertsysteem dat geïnstalleerd is op de PC direct de berekening uit. Dit systeem zal in de toekomst ook beschikbaar zijn op de website van het KBIVB.

In de periode 1995 tot 1998 werden door het KBIVB 31 proefvelden aangelegd, allemaal volgens hetzelfde proefprotocol, met stijgende dosissen minerale stikstof (0, 40, 80, 120, 160, 200, 240, 280 kg N/ha) (Vereerstraeten & Vandergeten, 1999).

De oogst van deze proefvelden liet toe de optimale minerale stikstofdosering voor elk van de velden te bepalen. De optimale bemesting kwam overeen met de hoogste financiële opbrengst.

In figuur 14 komt de maximale financiële opbrengst voor ieder veld overeen met 100 % (relatieve cijfers). De toepassing van de theoretische balansmethode gaf een gemiddelde opbrengst van 98,15 % van de maximale financiële opbrengst.

In de meeste gevallen was het verschil te wijten aan een overbemesting. In één van de 31 gevallen was het geringe verschil te wijten aan een te lage bemesting.

Het is dus nutteloos om een extra minerale stikstofbemesting te geven bovenop het bemestingsadvies bekomen door de theoretische balans.



Om een grotere nauwkeurigheid te bekomen en/of vooral als men een bemestingsdosis wil toedienen die sterk afwijkt van de gemiddelde waarden, is het onontbeerlijk een individueel advies op te stellen voor ieder perceel.

Deze waarden worden bepaald op basis van staalnamen op het einde van de winter (februari-maart), tot op een diepte van 90 cm. Ze zijn afhankelijk van de mineralisatie in de winter (belang van de temperatuur), maar ook van de stikstofuitspoeling in de winter (belang van de neerslag).

#### **Algemeen advies opgesteld door Réquasud - chaîne Nitrates**

Deze adviezen worden gezamenlijk opgesteld door de analyselaboratoria van het netwerk "Réquasud - chaîne Nitrates". Ze zijn gebaseerd op meer dan 200 individuele adviezen die gerealiseerd worden in de bietenstreek en die representatief zijn voor de meest courante voorvruchten en organische bemestingen (Meeùs *et al.*, 2000).

De meest voorkomende omstandigheden zijn:

- voorteelt granen, zonder organische bemesting, met stro afgevoerd of ingewerkt,
- voorteelt granen, met toediening van stalmest, drijfmest of kippenmest, met afgevoerd stro.

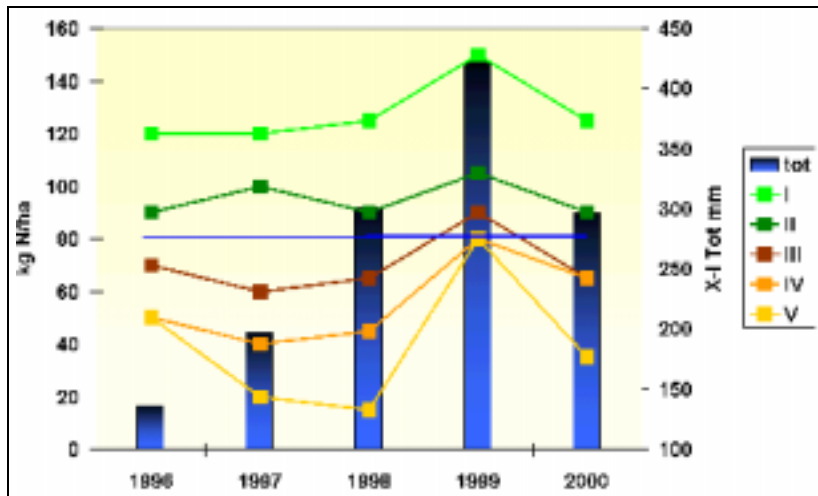
Wanneer de adviezen opgesteld zijn worden ze zo spoedig mogelijk overgemaakt aan de betreffende suikerfabrieken en aan de waarschuwingdienst van het KBIVB.

Figuur 15 illustreert de verschillende algemene adviezen, voor de meest voorkomende omstandigheden en in functie van de neerslag tijdens de winter. De neerslag blijkt één van de bepalende factoren te zijn.

In de winter van 1998-1999 (koud, vochtig en met een overvloedige regenval) was de minerale stikstofvoorraad in de bodem op het einde van de winter gedaald. De algemene adviezen in 1999 waren hoger dan in 1997 en in 1998, vooral in de gevallen met organische bemesting, waarvan het effect gering was.

Voor de organische meststoffen met snelle werking was het geringe verschil tussen de adviezen met toevoer van drijfmest of kippenmest en deze met runderstalmest in 1999 te wijten aan de geringe aanwezigheid van stikstof in alle bodemlagen.

Men stelt ook vast dat de voorteelt granen met afgevoerd stro de kleinste schommelingen vertoont (gemiddelde over 5 jaar: 95 kg N/ha).



Figuur 15.

Gemiddelde optimale waarden voor de minerale stikstofbemesting aanbevolen voor de biet, van 1996 tot 2000, in de meest voorkomende omstandigheden en in functie van de neerslag in de winter (advies opgesteld door Réquasud).

**Legende:**

X-I Tot mm: totale neerslag te Ukkel van oktober tot januari (norm: 275 mm, horizontale blauwe lijn)

kg N/ha: gemiddelde geadviseerde minerale stikstofbemesting per hectare

I: voorteelt granen zonder organische bemesting, stro ingewerkt

II: voorteelt granen zonder organische bemesting, stro afgevoerd (met of zonder groenbemester)

III: voorteelt granen met toediening van stalmest op een groenbemester, stro afgevoerd

IV: voorteelt granen met toediening van drijfmest op een groenbemester, stro afgevoerd

V: voorteelt granen met toediening van kippenmest (8 ton/ha) op een groenbemester, stro afgevoerd

**Algemene adviezen opgesteld door de Bodemkundige Dienst van België**

De stikstofbemestingsadviezen van de Bodemkundige Dienst van België worden opgesteld volgens 2 methoden: via de standaardanalyse van de bouwlaag (0-23 cm) en via de indexmethode op basis van dieptestalen genomen per laag van 30 cm, tot 90 cm diepte.

Voor sommige percelen wordt een stikstofbemestingsadvies opgesteld op basis van de standaard grondontleding, rekening houdend met de gemiddelde stikstofbehoefte van de teelt, het humusgehalte van de bouwlaag (percentage koolstof), de grondsoort, de voorsteelt, de volledige teeltrotatie (effect groenbemesters, vlinderbloemige voorsteelten, ...) en de eventuele nawerking van oude graslanden. In tegenstelling tot de zeer gedetailleerde stikstofadviezen op basis van de N-indexmethode (zie 3.3.3. Individuele adviezen per perceel) moeten de algemene adviezen op basis van een standaardontleding als richtinggevend worden geïnterpreteerd. Deze adviezen volstaan voor een klassieke vruchtwisseling. Bij gebruik van diverse soorten organische bemesting (stalmest, compost,...) moeten echter, naast de minerale stikstofreserve in het bodemprofiel, nog andere factoren in rekening gebracht worden om een nauwkeurig advies te kunnen opstellen. Dit gebeurt door de N-indexmethode.

Op basis van de statistieken van de individuele perceelsadviezen wordt jaarlijks door de Bodemkundige Dienst van België een overzicht gepubliceerd van de evolutie van de gemiddelde bemestingsadviezen in functie van de voorgeschiedenis van het perceel. In figuur 16 worden de gemiddelde stikstofbemestingsadviezen voor bieten voor de afgelopen 10 jaar voorgesteld, voor percelen zonder en met toediening van dierlijke mest vóór de staalname.

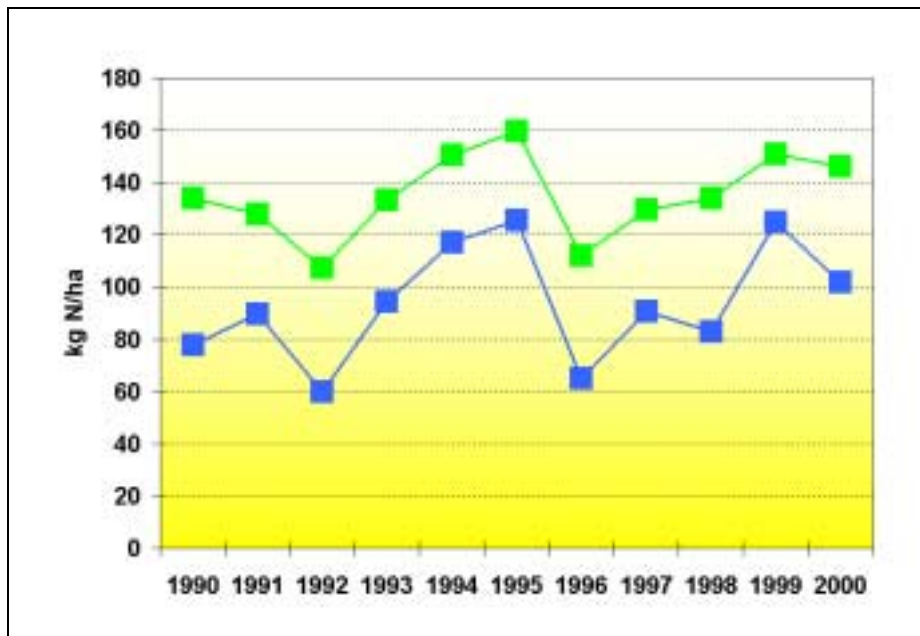


Figure 16.

Evolution de la moyenne des avis de fumure minérale azotée déterminés pour la betterave par la méthode de l'index azote du Service Pédologique de Belgique, selon deux situations:

- en vert: avis généralisé pour les parcelles sans fumure organique,
- en bleu: avis généralisé pour les parcelles avec fumure organique

Uit deze figuur blijkt duidelijk het effect van de stikstof afkomstig uit de dierlijke mest. Deze overzichten worden gepubliceerd om de landbouwer toe te laten zijn individuele perceelsadviezen te vergelijken met het algemeen advies. De individuele adviezen op basis van de N-index vertonen echter een zo grote variatie (grote verschillen in perceelsspecifieke stikstoflevering), dat de voorgestelde waarden van de algemene adviezen steeds voorzichtig moeten geïnterpreteerd worden.

### **3.3.3 Individuele adviezen per perceel**

#### **Advies opgesteld door het netwerk “Réquasud - chaîne Nitrates”**

Sinds 1995 heeft het “Centre de Recherches Agronomiques (CRA)” van Gembloux een individueel bemestingsadviesstelsel ontwikkeld, gebaseerd op een methode die op punt gesteld werd door de wetenschappers van het INRA te Laon (Frankrijk). Deze methode, de “Azobil-methode” genaamd, integreert de minerale stikstofproductie door de bodem in de berekening van de bemesting.

De minerale stikstofproductie wordt geschat aan de hand van de hoeveelheid aanwezig op het einde van de winter, voor staalnamen tot 90 cm, en van de hoeveelheid die zal geproduceerd worden door de bodem tijdens de groeiperiode van de teelt.

Het gebruik van deze methode, aangepast aan de Belgische omstandigheden, werd voorgesteld aan de analyselaboratoria van het Réquasud-netwerk (laboratoria minerale stikstof bepalen en bemestingsadviezen opstellen) door het “Centre de Recherches Agronomiques” van Gembloux. De laboratoria verzamelen de nodige gegevens en maken een analyse van twee onmisbare parameters voor het bemestingsadvies volgens de Azobil methode :

- het minerale stikstofgehalte van het bodemprofiel, per laag van 30 cm en tot 90 cm diepte,
- het organisch koolstofgehalte in de laag 0 – 30 cm

Het referentielaboratorium van het netwerk “Réquasud - chaîne Nitrates” (CRA, Gembloux) stelt geval per geval een bemestingsadvies op met behulp van het programma Azobil.



De doelstelling van de verschillende laboratoria van het netwerk is het harmoniseren van de beoordelingsmethoden die toegepast worden voor het opstellen van het bemestingsadvies. Ook de vroegere verschillen, die veroorzaakt werden door de complexiteit van de precieze berekening van de minerale stikstofbemesting, worden beperkt.

Het programma Azobil laat toe om de gevallen met een grote minerale stikstofreserve in het bodemprofiel (meestal de moeilijkste situaties om te bepalen) met een maximale nauwkeurigheid te bepalen.

Ze heeft ook de mogelijkheid om het bemestingsadvies te corrigeren in functie van de neerslag die plaatselijk opgemeten wordt in de lente.

### **Advies opgesteld door de Bodemkundige Dienst van België**

De Bodemkundige Dienst van België voert in het begin van het jaar eveneens een zeer groot aantal bodemanalyses uit voor de bietenteelt in België en in Noord-Frankrijk, voor de bepaling van de minerale stikstofreserve. Door de stikstofindexmethode (N-index) worden zeer nauwkeurige minerale bemestingsadviezen berekend.

De N-indexmethode bepaalt de hoeveelheid beschikbare stikstof voor de volgende bietenteelt. Het bemestingsadvies wordt opgesteld op basis van de waarde van de N-index. De N-index is gebaseerd op 18 elementen die elk een specifieke invloed hebben op de stikstoflevering door de bodem.

Deze elementen kunnen in drie groepen worden onderverdeeld:

- de beschikbare minerale stikstof in de bodem op het moment van de staalname,
- de factoren die na de staalname de beschikbaarheid van de stikstof voor het gewas bevorderen,
- de factoren die een negatieve invloed hebben op de beschikbaarheid van de stikstof.

Om de beschikbare stikstof in de bodem te bepalen worden grondstalen genomen tot 90 cm diepte in lagen van 30 cm. De analyse van deze bodemlagen geeft een goed beeld van de verdeling van de stikstof in het bodemprofiel. De meting tot 90 cm diepte is essentieel omdat de biet tot op grote diepte de beschikbare stikstof kan opnemen. De grondstalen worden genomen van januari tot mei. Een vroegere staalname (vóór de winter) is niet geschikt voor de N-indexmethode. De hoeveelheid en de verdeling van de minerale stikstof in het bodemprofiel kan dan nog sterk evolueren zodat het

advies onvoldoende betrouwbaar zou zijn. Van elk grondstaal (per 30 cm) wordt de minerale stikstof ( $\text{NO}_3\text{-N}$  en  $\text{NH}_4\text{-N}$ ) geanalyseerd. De analyseresultaten worden gecorrigeerd volgens het soortelijk gewicht van de bodemlagen en worden uitgedrukt in kg N/ha. Door de dosering van de ammoniakale stikstof gebeurt er tevens een controle van de kwaliteit van de stalen. Een te hoog gehalte aan ammoniakale stikstof kan wijzen op een fout tijdens of na de bemonstering of kan aangeven dat de stalen genomen werden op recent bemeste percelen. In deze gevallen wordt bijkomende informatie gevraagd. De gemeten waarden worden vermeld op het ontledingsverslag.

Door mineralisatie uit de bodemhumus komt er elk jaar een grote hoeveelheid minerale stikstof beschikbaar voor de bieten. In de N-indexmethode wordt met deze mineralisatie rekening gehouden door de koolstoffactor. Deze is gebaseerd op het koolstofgehalte van de bovenste bodemlaag, de bodemtextuur en het wortelsysteem van het gewas. De stimulering van de mineralisatie door een recente bekalking of door het scheuren van een weide wordt eveneens in rekening gebracht. De bepaling van de waarde van de overige factoren die de stikstofproductie na de staalname zullen bevorderen gebeurt op basis van een aantal inlichtingen omtrent het perceel. Verschillende voorplanten (erwten, bonen, bieten, ...) moeten in rekening gebracht worden in functie van de stikstof afkomstig van de teeltresten. De stikstoflevering door een groenbemester is afhankelijk van het type groenbemester en zijn ontwikkeling. Bij een toediening van organische bemesting wordt de hoeveelheid minerale stikstof die tijdens het groeiseizoen vrijkomt uit de organische fractie eveneens geëvalueerd. De hoeveelheid, het type organische bemesting en het tijdstip van toediening moeten worden meegedeeld.

Elementen die het mineralisatieproces negatief beïnvloeden worden als negatieve waarden opgenomen in de N-index. Een te vaste structuur of een te lage bodempH kunnen de mineralisatie afremmen. In functie van de staalnamedatum, de bodemtextuur en het gewas wordt rekening gehouden met een eventuele uitspoeling van de stikstof in de periode tussen de staalname en de maximale stikstofopname door het gewas.

De algemene formule voor het opstellen van het stikstofbemestingsadvies is van het type :

$$\text{Stikstofadvies (kg N/ha)} = A - b * \text{N-index}$$

Door jarenlang proefveldonderzoek, waarvan sommige werden uitgevoerd in samenwerking met het KBIVB (Boon & Vanstallen, 1983) en op basis van de correlatiecoëfficiënt tussen de N-index en de optimale stikstofbemestingsdosis en van gegevens uit de literatuur, werden de waarden A en b bepaald voor ieder gewas. Specifiek voor suikerbieten wordt bij de berekening van het bemestingsadvies rekening gehouden met de rooidatum. Bij een vroege rooi worden iets lagere bemestingsadviezen gegeven. De basis van het bemestingsadvies is een gegeven dat regelmatig aangepast wordt op basis van onderzoeksresultaten.

#### **Adviezen opgesteld door andere laboratoria**

Sedert enkele jaren geeft de suikerfabriek van Veurne ook de gelegenheid aan zijn cliënteel om een bodemanalyse uit te voeren voor een stikstofbemestingsadvies. Deze analyse gebeurt in Duitsland door de EUF (electro-ultra filtratie) methode. Ze is gebaseerd op een staalname in juli in de bouwlaag van 0 tot 30 cm. Deze techniek evalueert de minerale stikstof die vrijkomt door mineralisatie of die in de bodem aanwezig zal zijn vóór het zaaien van de bieten. De andere minerale elementen in deze bodemlaag (fosfor, kalium, magnesium, natrium, calcium, boor, ...) worden eveneens bepaald door deze analyse. Ongeveer 2/3 van het cliënteel van de suikerfabriek van Veurne maakt gebruik van deze analyse.

Meerdere provinciale of regionale instellingen moedigen de landbouwers aan om de stikstofbemesting van hun gewassen te beheren op basis van een bodemanalyse en een individueel bemestingsadvies. Sommige instanties komen op dit niveau rechtstreeks tussen door het toekennen van subsidies of premies. De analyselaboratoria zullen u hieromtrent zeker inlichten.

## **4. Besluiten**

- **Stikstof is een belangrijk element voor de financiële opbrengst van de biet. De aanvoer ervan moet niet onderschat noch overschat worden maar moet correct geëvalueerd worden.**
- **De bodemhumus, de resten van de voorteelt, de minerale meststoffen en de organische meststoffen moeten een totale aanvoer verzekeren van 280 kg N/ha om te voldoen aan de specifieke behoeften van de biet**
- **De prijs van een analyse voor een stikstofbemestingsadvies moet niet beschouwd worden als een kost maar als een investering in de teelt, met het oog op de optimalisering van de opbrengst en de kwaliteit**
- **Voor een optimale opvolging van de stikstofaanvoer is een bodemanalyse en een analyse van de gebruikte organische meststoffen aangewezen. Het bemestingsadvies dat bekomen wordt op basis van de theoretische balansmethode van het KBIVB laat toe de maximale financiële opbrengst per hectare te benaderen.**
- **Bepaalde organische meststoffen zijn zeer rijk aan stikstof (drijfmest, kippenmest, ...), die snel, maar soms op een minder controleerbare manier vrijkomt, indien ze worden toegediend in het voorjaar.**
- **Indien de milieuwetgeving het toelaat, mag de stikstofaanvoer via organische meststoffen niet meer bedragen dan 2/3 van de totale aanbevolen dosis.**
- **Zoals de andere teeltparameters, moet de stikstofbemesting zorgen voor een maximale witsuikerproductie per hectare, aan de laagst mogelijke kostprijs en rekening houdend met de milieuwetgeving**

## **Dankwoord**

We danken mijnheer J.P. Destain van het "Département Production Végétale" (Centre de Recherches Agronomiques de Gembloux) en mijnheer J. Bries van de Bodemkundige Dienst van België voor hun bemerkingen bij de redactie van deze brochure.

## **Bibliografie**

- Boon, R. & Vanstallen, R., 1983. Avis de fumure azotée pour betteraves sucrières sur base de l'analyse de terre. Proceedings of the IIRB Symposium on "Nitrogen and sugar beet", 433-445.
- Bries, J., Monin, B., Vandendriessche, H., Smeets, E., Geypens, M., 1994. Invloed van groenbemesters op de N-bemestingsadviezen van suikerbieten. De Bietplanter, februari, No 292, 36-37.
- Duval, R., 1998. Fertilisation azotée: raisonnement des doses par la méthode du bilan. Le Betteravier Français, No 708, 13-16.
- Crohain, A., Rixhon, L., 1968. La valeur fertilisante pratique d'un engrais vert de vesce, d'une paille de céréale et d'écumes de sucrerie. Bull. Rech. Agron. Gembloux, 3, 392-429.
- Decoux, L., 1946. La production de la betterave sucrière aux Etats-Unis, au lendemain de la guerre. Publication de l'IBAB, 14/3, 49-132.
- Decoux, L., Vanderwaeren, J., 1934. Prescriptions générales pour la culture de la betterave. Publication de l'IBAB, 2/1, 15-20.
- Droeven, G., Rixhon, L., Crohain, A., Raimond, Y., 1980. Long term effects of different systems of organic matter supply on the humus content and the structural stability of soils with regard to the crop yields in loamy soils. Proceedings of the Land Use Seminar on soil degradation, Wageningen, 1980, 203-222.
- Frankinet, M., Raimond, Y., Rixhon, L., Destain, J.P., Grevy, L., 1986. Gestion des matières organiques: résultats de 25 années d'essais. in: Colloque "la Gestion de la Matière Organique des Sols", Ath, 10/12/1986, 16 pp.
- Geypens, M. & Honnay, J.P., 1995. Landbouwkundige en milieugerichte functies van de organische stof in bodem. Edt IWONL. Comité voor Onderzoek van de Organische Stof in de Bodem, 167 pp.
- Hermann, O., Vereerstraeten, R., Clotuche, P., Peeters, A., 1996. Weerslag van verschillende braakteelten op de suikerbieteteelt en op de beschikbaarheid van stikstof. De Bietplanter, juni, No 318, 7-8.
- Hofman, G., Ossemerct, C., Van Cleemput, O., Ide, G., Van Ruymbeke, M., 1979. L'avis de fumure azoté pour betterave sucrière basé sur le reliquat azoté du profil à la fin de l'hiver est prometteur. Publication de l'IBAB, 47/4, 195-210.
- Jorritsma, J., 1985. De teelt van suikerbieten. IRS Edt, 286 pp.
- Legrand, G., Misonne, J.F., 1999. Heeft afvalslib van waterzuiveringsstations een landbouwkundig nut voor de sector bieten - suiker ? De bietplanter, februari, No 347, 49-52.
- Legrand, G., Tits, M., Hermann, O., Vandergeten, J.P., Vanstallen M., Vigoureux, A., Wauters, A., Misonne, J.F., 1992. Memento IRBAB/KBIVB, 1932-1992. IRBAB Edt, 308 pp.
- Legrand, G., Vanstallen, M., Meeùs, K., Destain, J.P., 2000. Winter- en voorjaarsopvolging van het stikstofprofiel in enkele proefplatforms van het KBIVB. De Bietplanter, juni, No 362, 9-10.
- Märlander, B., Windt, A., 1996. Entwicklung des Faserwurzelsystems und dessen Bezug Nährstoffaufnahme und Wachtsum der Zuckerrübe. Proceedings of the 59<sup>th</sup> IIRB Congress, 187-198.
- Meeùs, K., Destain, J.P., Vrebos, D., Toussaint, B., Legrand, G., 2000. Berekende stikstofbemesting voor suikerbieten: situatie in 1999 en raadgevingen voor 2000. De Bietplanter, februari, No 358, 27-28.
- Roussel, N., Jardin, A., Roelants, W., 1974. La fumure minérale azotée pour betterave sucrière. Publication de l'IBAB, 42/3, 121-143.
- Seynnaeve, M., 2000. Onderschreiden maximale reststikstofgrens geen eenvoudige zaak ! Landbouw & Techniek, Augustus, 11-13.
- Truyens, L., Vanstallen, R., Vlassak, K., 1975. Etude comparative de l'emploi de lisier et de fumier en culture betteravière. Publication de l'IBAB, 43/4, 149-162.
- Vandergeten, 1992. Betterave: localisation de l'azote au semis: bilan de 4 années d'expérimentations par l'IRBAB. Le Sillon Belge, 17/04/1992, 17-18.
- Vandergeten, J.P., Duval, R., Vereerstraeten, R., 1997. Enfouissement localisé de doses réduites d'engrais azoté en culture betteravière: aspects économiques, mécaniques et écologiques. Proceedings of the 60<sup>th</sup> IIRB congress, 63-90.
- Vandergeten, J.P., Vanstallen, M., Guiot, J., Goffart, J.P., Hofman, G., Van Meirvenne, M., Destain, J.P., François, E., Vlassak, K., Geypens, M., Vandendriessche, H., 1992. Impact de nouvelles techniques d'application d'azote en betteraves sucrières sur le rendement et l'environnement. Revue de l'agriculture, 45/2, 363-379.
- Vandergeten, J.P., Vereerstraeten, R., 1996. Theoretische bepaling van het stikstofbemestingsadvies voor suikerbieten. De Bietplanter, februari, No 314, 26-27.
- Vanstallen, M., Vandergeten, J.P., Degeest, P., 1994. Het toedienen van organische stof en stikstof in de rij, een mooi bemestingspaar in de bietenteelt ! De Bietplanter, februari, No 292, 33-34.
- Vanstallen, R., Vandergeten, J.P., 1985. Fumure en culture betteravière. Edt IRBAB/KBIVB, 36 pp.
- Vereerstraeten, R., 1999. Reststikstof na suikerbieten. De Bietplanter, februari, No 347, 43-44.
- Vereerstraeten, R., Bries, J., Hofman, G., 1999. Organische bemesting en suikerbieten. De Bietplanter, februari, No 347, 45-48.
- Vereerstraeten, R., Engels, P., Vandergeten, J.P., 1995. Grondontledingen: een op grote schaal toepasbaar bemestingsadvies ? De Bietplanter, februari, No 303, 36-38.
- Vereerstraeten, R., Hofman, G., Vandergeten, J.P., 1997. Etude de la dynamique de l'azote dans le sol et possibilité d'ajustements des avis de fumure azotée pour la betterave selon les besoins économique et écologique actuels. Proceedings of the 60<sup>th</sup> IIRB Congress, 379-385.

- Vereerstraeten, R., Meeùs, K., Hofman, G., 1998. Evolutie minerale stikstof in het bodemprofiel. De Bietplanter, februari, No 336, 40-42.
- Vereerstraeten, R., Vandergeten, J.P., 1999. Stikstofbemesting voor suikerbieten op basis van de theoretische balansmethode van het KBIVB. Hoeveel stikstof bemesten na de regenrijke winter 1998-1999. De Bietplanter, maart, No 348, 7-8.
- Vereerstraeten, R., Meeùs, K., Hofman, G., 1999. Stikstofmineralisatie 1998. Niet abnormaal ? De Bietplanter, februari, No 347, 39-42.
- Ver Elst, P., Vanongeval, L., Bries, J., 1999. Praktijkgids bemesting suikerbieten. Edt Bodemkundige Dienst van België, 64 bzd.
- Vlassak, K., Jeurissen, C., Vanstallen, R., 1983. Effets du prélèvement d'azote par la plante sur la croissance et le rendement de la betterave sucrière. Publication de l'IRBAB, 51/3, 115-127.
- Vlassak, K., Vandergeten, J.P., Vanstallen, M., 1990. Effect of nitrogen fertilizer placement on yield and quality of sugar beets. 10<sup>th</sup> World Fertilizer Congress of CIEC, Nicosia, Cyprus, 21-27/10/1990, 313-320.

Bij het samenstellen van deze brochure vonden we inspiratie in de vele onderzoeken verricht door het KBIVB, maar tevens in het werk en in de ervaring van talrijke andere onderzoekers, die dikwijls geciteerd worden in voorlichtingsteksten. Wij zijn er ons dus van bewust dat vele originele bibliografische referenties kunnen ontbreken.

Adressen in België waar een bemestingsadvies voor de suikerbietenteelt kan worden bekomen

sbl **Agri-Qualité** :

Laboratoire de la Qualité du Lait  
Resp : E Piraux  
Chemin St Landry, 35, bte 2  
**7060 Soignies**  
Tél : 067 33 32 68 – Fax : 067 33 47 56

asbl **Brabant Wallon Agro-Qualité**

Centre Provincial de l'Agriculture et de la Ruralité  
Resp : F Demeuse  
Rue St Nicolas, 17,  
**1310 La Hulpe**  
Tél : 02 653 40 97 – Fax : 02 652 15 79

asbl **CARAH** :

Laboratoires du CARAH,  
Resp : M Van Koninckxloo  
Rue Paul Pastur, 11  
**7800 Ath**  
Tél: 068 26 46 50 - Fax : 068 28 56 60

asbl **Céréales Plus**

Station Provinciale d'Analyses Agricoles  
Resp : D Vanvyve  
Rue de Dinant, 119a,  
**4557 Tinlot-Scry**  
Tél : 085 51 15 21 – Fax : 085 51 26 66

asbl **Iqualux**

Centre d'Information agricole de la Province du  
Luxembourg  
Resp : B Toussaint  
Michamps  
**6600 Bastogne**  
Tél : 061 21 18 32 – Fax : 061 21 18 17

asbl **OPA Qualité Ciney**

Laboratoire de l'Office Agricole de la Province de  
Namur  
Resp : J Balon  
Domaine de St Quentin  
**5590 Ciney**  
Tél : 083 21 47 03 – Fax : 083 21 76 03

**Département Production Végétale**

Centre de Recherches Agronomiques de Gembloux  
Resp. : M. Frankinet  
Laboratoire de référence pour la chaîne Nitrates  
du réseau Réquasud  
Rue du Bordia, 4,  
**5030 Gembloux**  
Tél : 081 62 50 18 – Fax : 081 61 41 52

**Bodemkundige Dienst van België**

Resp. : M. Geypens  
W. de Croylaan, 48,  
**3001 Heverlee**  
tel. : 016 31 09 22 – Fax : 016 22 42 06

**Vakgroep Bodembeheer & Bodemhygiëne,**

Faculteit Landbouwkundige & Toegepaste  
Biologische Wetenschap, Universiteit Gent  
Resp.: G. Hofman  
Coupure, 653,  
**9000 Gent**  
Tél.: 09 264 60 54 - Fax: 09 264 62

**Suikerfabriek van Veurne**

Resp.: M. Neyrinck  
Zuidburgweg 40  
**B-8630 Veurne**  
Tél: 058 31 01 90 - Fax: 058 31 43 61