



Project De Marke

Achtergrond en praktijk van stikstofbemesting
op grasland in Nederland

Fertilisation azotée des prairies comparaison
des préconisations aux Pays Bas et en France



rapport 35
juni 2001



Colofon

Uitgever

Praktijkonderzoek Veehouderij
Postbus 2176, 8203 AD Lelystad
Telefoon 0320 - 293 211
Fax 0320 - 241 584
E-mail info@pv.agro.nl.
Internet <http://www.pv.wageningen-ur.nl>

Redactie en fotografie

Praktijkonderzoek Veehouderij

© Praktijkonderzoek Veehouderij

Het is verboden zonder schriftelijke toestemming van de uitgever deze uitgave of delen van deze uitgave te kopiëren, te vermenigvuldigen, digitaal om te zetten of op een andere wijze beschikbaar te stellen.

Aansprakelijkheid

Het Praktijkonderzoek Veehouderij aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen

Bestellen

ISSN 0169-3689
Eerste druk 2001/oplage 100
Prijs € 17,50 (f 38,56)

Losse nummers zijn schriftelijk, telefonisch, per E-mail of via de website te bestellen bij de uitgever.

Project De Marke

Achtergrond en praktijk van stikstofbemesting
op grasland in Nederland

Fertilisation azotée des prairies comparaison
des préconisations aux Pays Bas et en France

J.A. Reijneveld
Y. le Gallic

rapport 35
juni 2001

Plant Research International B.V.

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen
Tel. : 0317-477000
Fax : 0317-418094
E-mail : post@plant.wag-ur.nl
Internet : <http://www.plant.wageningen-ur.nl>

Praktijkonderzoek Veehouderij

Adres : Runderweg 6, Lelystad
: Postbus 2176, 8203 AD Lelystad
Tel. : 0320-293211
Fax : 0320-241584
E-mail : info@pv.agro.nl
Internet : <http://www.pv.wageningen-ur.nl>

Centrum voor Landbouw en Milieu

Adres : Amsterdamsestraatweg 877, Utrecht
: Postbus 10015, 3505 AA Utrecht
Tel. : 030-2441301
Fax : 030-2441318
E-mail : clm@clm.nl
Internet : <http://www.clm.nl>

Voorwoord

De melkveehouderij in de Nederlandse zandgebieden en die in sommige delen van Frankrijk, waaronder Bretagne, Normandië en Pays de Loire, hebben gemeenschappelijk dat de melkproductie per hectare hoog is. Die intensieve bedrijfsvoering leidt tot grote verliezen van stikstofverbindingen als nitraat en ammoniak, vooral als gevolg van een slechte benutting van meststoffen. Op proefbedrijf De Marke proberen het Praktijkonderzoek Veehouderij, het Centrum voor Landbouw en Milieu en Plant Research International door optimalisatie van de bedrijfsvoering de verliezen te beperken tot aanvaardbare niveaus. Daarbij wordt gestreefd naar een melkproductie per hectare die overeen komt met het gemiddelde van Nederland (12.000 kg per hectare). In Frankrijk wordt een vergelijkbare strategie toegepast op proefbedrijf La Jaillière. Het onderzoek wordt daar uitgevoerd door L'Institut Technique des Céréales et des Fourrages (ITCF).

Sinds enige jaren bestaat er een samenwerkingsovereenkomst tussen de onderzoekinstellingen die verantwoordelijk zijn voor de twee proefbedrijven. Geregeld worden onderzoekresultaten en ervaringen uitgewisseld. In 1999 werd besloten de actuele situatie met betrekking tot de bemestingsadviezen in beide landen in kaart te brengen. Daarnaast is er afgesproken dat er vergelijkingen zullen worden gemaakt tussen het overheidsbeleid (Nederland, Frankrijk, Europese Unie) en de onderzoeksinspanningen (De Marke en La Jaillière). Dit rapport bevat de uitwerking van het eerste deel van de afspraak: het Nederlandse bemestingsadvies wordt uiteengezet. Zowel de praktijk als de wetenschappelijke achtergrond van het stikstofadvies (N-advies) is weergegeven (deel A). De Fransen hebben de gegevens gebruikt om een vergelijking te maken tussen de Nederlandse en de Franse bemestingsadvisering (deel B en C).

Aan de totstandkoming van dit rapport hebben verscheidenen bijgedragen. Daarvoor hartelijke dank aan L.E.E.M. Spätjes (Blgg Oosterbeek), K.G. Bouwknegt (Blgg Oosterbeek), mw. D. Don (Plant Research International), H.F.M. Aarts (Plant Research International) en J. Oenema (Plant Research International).

J.A. Reijneveld, Plant Research International

Inhoudsopgave

Voorwoord

Deel A	1
Samenvatting	2
Wetenschap	2
Adviezen in de praktijk.....	2
Resultaten van praktijk en De Marke	2
Tot slot	2
1 Inleiding	3
2 Bemestingsadvisering: wetenschappelijke achtergrond	4
2.1 Van N-totaal naar stikstoflevering.....	4
2.2 Van stikstoflevering naar snedenadviezen.....	5
2.2.1 Eerste snede.....	5
2.2.2 Tweede snede	5
2.2.3 Overige sneden	6
2.3 Van snedenadviezen naar verwachte N-jaargift.....	6
2.3.1 Stikstoflevering.....	6
2.3.2 Beweidingsstelsel	6
2.3.3 Droogtegevoeligheid van de bodem.....	7
2.3.4 Maaipercantage.....	7
2.4 Van verwachte jaargift naar gewenste jaargift.....	7
3 Bemestingsadvisering: adviezen naar praktijk	8
3.1 Standaard onderzoek	8
3.2 Specifiek N-onderzoek.....	8
3.3 Bemestende waarde dierlijke mest	9
3.4 Invulling adviezen	10
3.5 Applicaties	10
3.5.1 Bemestingswijzer.....	10
3.5.2 BAP BemestingsAdviesProgramma.....	10
3.5.3 Nutrinorm grasland	11
3.5.4 BBPR.....	11
3.5.5 Graslandgebruikskalender.....	11
3.6 Hoe komt het advies bij de boer	11
4 Bemestingsadvisering: resultaten praktijkbedrijven en proefbedrijf De Marke	12
4.1 Praktijk	12
4.2 De Marke	13
4.3 Van De Marke naar de praktijk.....	14
4.3.1 Koeien & Kansen	14
5 Discussie en Conclusie	18
Literatuur	19
Deel B	21
1 Fertilisation azotée des prairies: comparaison des préconisations aux Pays Bas en France	22

2	Les grilles de préconisation proposées aux pays bas et leurs fondements : Des recommandations basées sur des analyses de sol	23
2.1	Un conseil basé sur la connaissance par analyse de la fourniture d'azote du sol	23
2.2	Comment on été construites ces préconisations? d'où viennent les références nécessaires?	24
2.3	Les préconisations peuvent être diminuées pour satisfaire à la réglementation environnementale.....	26
2.4	Points forts et points faibles.	27
3	La méthode du bilan sur prairie en France	28
3.1	Une méthode proche du bilan sur céréales.....	28
3.2	Un concept acquis ; des références manquantes. :	29
4	Conclusion : Quels enseignements pouvons nous retirer de la comparaison?.....	30
Deel C		31
1	Fertilisation azotée des prairies: comparaison des préconisations aux Pays Bas et en France	32
2	Les grilles de préconisation proposées aux pays bas et leurs fondements : Des recommandations basées sur des analyses de sol	33
2.1	Un conseil basé sur la connaissance par analyse de la fourniture d'azote du sol	33
2.2	Comment on été construites ces préconisations? d'où viennent les références nécessaires?	34
2.3	Les préconisations peuvent être diminuées pour satisfaire à la réglementation environnementale.....	36
2.4	Points forts et points faibles.	38
3	La méthode du bilan sur prairie en France	39
3.1	Une méthode proche du bilan sur céréales (ou comment ça marche).....	39
3.2	Les références acquises ; les références manquantes. : et de la méthode française.....	41
4	Conclusion : Quels enseignements pouvons nous retirer de la comparaison?.....	42

Deel A

Achtergrond en praktijk van stikstofbemesting op grasland in Nederland

Samenvatting

Ongeveer 50% van Nederland bestaat uit cultuurgrond. Hiervan is meer dan de helft in gebruik als grasland, voornamelijk op melkveebedrijven. Om goede opbrengsten te verkrijgen is bemesting van dit grasland noodzakelijk. Via organische mest en kunstmest wordt het gras voorzien van mineralen. Door onjuist gebruik van mest is het gehalte aan nitraat in de bovenste meter grondwater gestegen, soms tot ver boven de norm die de Europese Unie heeft gesteld (Oenema *et al.*, 1998). De Nederlandse overheid heeft verschillende maatregelen ingevoerd om te voldoen aan de nitraatrichtlijnen. Kern van de Nederlandse regelgeving met betrekking tot nutriëntenmanagement is het MINeralen Aangifte Systeem (MINAS) (Neeteson, 1999). Voor MINAS moet de boer alle aanvoer en afvoer van stikstof registreren; een te groot verschil tussen aan- en afvoer wordt belast.

Eenzijds is voor voldoende opbrengsten van het grasland dus bemesting noodzakelijk anderzijds mag deze aanvoer niet dusdanig zijn dat de nitraatnormen en MINAS niet gehaald zullen worden. Daarom is het van belang een goed bemestingsadviesstelsel te hebben.

Wetenschap

Het stikstofbemestingsadvies in Nederland is gebaseerd op de stikstoflevering van de grond. Er wordt een grondmonster genomen in de bovenste laag van de graszode en de totale hoeveelheid stikstof in dit monster is een maat voor het stikstofleverend vermogen van een perceel (Hassink, 1996). De stikstoflevering is mede bepalend voor de hoogte van de snedeadvies. Deze zijn berekend met behulp van het grasgroei-model GRAMIN, waarbij de laatstgestrooide kg N minimaal een opbrengstverhoging van 7,5 kg ds/ha moet realiseren. De snedeadvies zijn gecorrigeerd voor voederwaarde en smakelijkheid. De gesommeerde snedeadvies vormen de N-jaargift. Deze is afhankelijk van de stikstoflevering, het beweidingssysteem, de droogtegevoeligheid van de grond en van het maaipcentage. De advies zijn maximale landbouwkundige advies.

Advies in de praktijk

Ongeveer éénmaal per vijf jaar laat een veehouder een grondonderzoek uitvoeren. Op het verslag staat niet enkel de stikstoflevering maar wordt ook een advies gegeven voor verschillende streefopbrengsten voor de eerste en tweede snede en voor de rest van de sneden. Naast grondonderzoek zijn er verschillende applicaties beschikbaar die de boer kunnen ondersteunen in zijn bemestingsstrategie. Via de applicaties kan de veehouder eenvoudig afwijken van de advies door een andere jaargift dan de maximale jaargift na te streven.

Resultaten van praktijk en De Marke

Uit analyses van de praktijk blijkt dat in 1997 45% tot 95% van de bedrijven boven de advies bemestte. Bemesting boven de advies is niet zinvol omdat de advies uitgaan van een economisch optimale productie (Vellinga, 1998). Doelstelling van De Marke is het voldoen aan de stringente milieunormen ten aanzien van mineralen met een prioriteit voor stikstof (Biewinga *et al.*, 1992). Er wordt daarom niet uitgegaan van de maximale advies, maar er wordt een niveau van 250 kg N/ha nagestreefd. De arme zandgrond van De Marke heeft een lage stikstoflevering (110 kg N/ha). Hierbij hoort een maximaal advies van 365 kg N/ha, De Marke blijft dus 115 kg onder de maximale advies.

Tot slot

Er is in Nederland een uitgebreid snedegericht N-bemestingsadviesstelsel. Dit is gebaseerd op onderzoek en het is verwerkt in vele applicaties. De advies zijn weliswaar gebaseerd op landbouwkundig optimale opbrengsten, maar het adviesstelsel kan zo worden ingesteld dat het rekening houdt met andere wensen en eisen. Zo kan worden ingespeeld op de veranderende wet- en regelgeving waar de veehouder mee te maken heeft (MINAS, nitraatrichtlijnen). Het accent zou de komende jaren moeten liggen op het communiceren van het belang van het opvolgen van het advies naar de praktijk omdat daar in eerste instantie veel winst mee gehaald kan worden.

1 Inleiding

De oppervlakte van Nederland omvat 4.102.607 ha land. Daarvan is 50% cultuurgrond, waarvan weer 53% grasland is. De melkveehouderij bezet verreweg het grootste deel (91%) van dit grasland, namelijk 954.000 ha (Anonymus, 2000). Het grasland, voornamelijk Engels raaigras (*Lolium perenne* L.), wordt gedurende het groeiseizoen meestal tweemaal gemaaid. Daarnaast wordt het grasland beweid.

Het grasland heeft stikstof (N) en nog andere elementen nodig. Daartoe wordt de mest van het eigen vee toegediend, soms wordt er ook mest van andere bedrijven (varkensbedrijven) aangekocht. Daarnaast wordt kunstmest aangevoerd. De aanvoer van stikstofkunstmest per hectare grasland ligt gemiddeld op 285 kg/ha. De aanvoer van kunstmest-N is Europees gezien hoog. Per hectare landbouwgrond (grasland en overige landbouwgrond) werd in 1990 194 kg N/ha aangevoerd tegen een Europees gemiddelde van 74 kg N/ha. Ondanks een duidelijke afname stond Nederland ook in 1997 nog bovenaan (Tabel 1).

Tabel 1 Gebruik van kunstmest (kg N/ha landbouwgrond) in de verschillende landen van de Europese Unie. Onder landbouwgrond wordt hier grasland, akkerland en vollegrondsgroententeelt verstaan (Eurostat Yearbook, 2000)

	1990	1994	1995	1996	1997
EU-15	74	64	63	66	64
België+Luxemburg	122	120	118	121	125
Denemarken	142	113	104	103	105
Duitsland	151	91	91	90	92
Griekenland	82	66	60	62	58
Spanje	35	32	30	38	34
Frankrijk	82	76	78	83	83
Nederland	194	171	165	169	156
Ierland	82	63	62	58	57
Italië	51	46	48	47	48
Oostenrijk	39	28	29	29	26
Portugal	38	32	31	33	29
Finland	81	71	66	63	63
Zweden	62	57	53	56	56
Verenigd Koninkrijk	83	78	77	83	72

Voornamelijk door onjuist gebruik van dierlijke mest en kunstmest heeft het nitraatgehalte van de bovenste meter grondwater de Europese norm (50 mg L^{-1}) tot een viervoud overschreden (Fraters *et al.*, 1998; Oenema *et al.*, 1998). De overheid heeft daarom verschillende maatregelen ingevoerd. Met deze maatregelen wil de Nederlandse overheid voldoen aan de nitraatrichtlijnen van de Europese Unie. Het MINeralen Aangifte Systeem (MINAS) is de kern van de Nederlandse regelgeving met betrekking tot nutriëntenmanagement in de landbouw (Neeteson, 1999). Bij dit systeem moet de boer alle aanvoer en afvoer van stikstof en fosfaat registreren. Wanneer het verschil tussen aanvoer en afvoer te groot is wordt er een heffing gerekend.

Er is dus een spanning. De agrariër wil een beperkte aanvoer van (kunst)mest. Over een grote aanvoer zal immers heffing moeten worden betaald. Aan de andere kant wil de agrariër een goede gewasproductie. Een uitgekende bemesting is derhalve van groot belang. We zullen daarom het Nederlandse systeem van bemestingsadvies bespreken.

De wetenschappelijke achtergrond van het stikstofbemestingsadvies zal eerst worden besproken, waarna de daarvan afgeleide praktijkadviezen de revue passeren. Tenslotte worden enige resultaten van de praktijk en van De Marke neergezet.

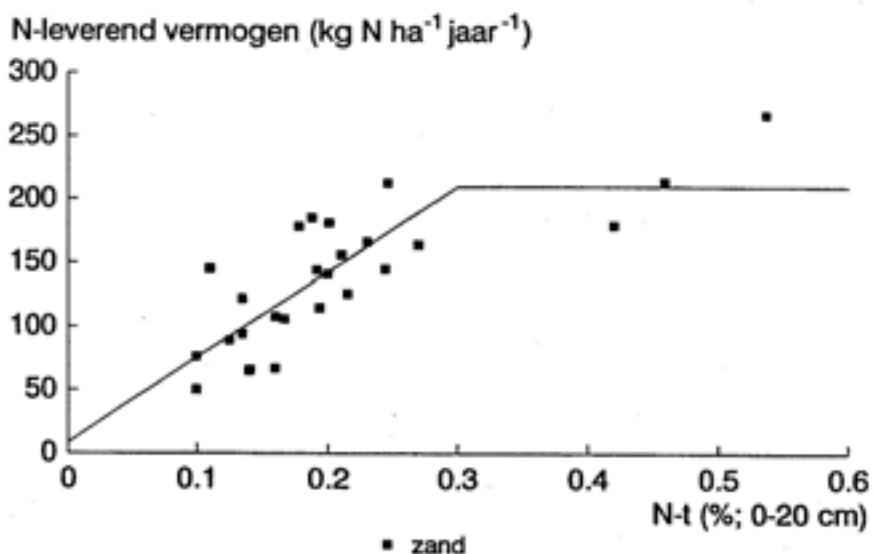
2 Bemestingsadvies: wetenschappelijke achtergrond

Het stikstofbemestingsadvies in Nederland is gebaseerd op het stikstofleverend vermogen van de grond; gedefinieerd als de hoeveelheid N die geoogst wordt op een niet met N bemest perceel gedurende een seizoen (Hassink, 1995). Gronden met een lage stikstoflevering zullen meer mest vragen om tot dezelfde drogestofopbrengst te komen dan percelen met hoge stikstofleveringen.

2.1 Van N-totaal naar stikstoflevering

In een grondmonster uit de laag 0-20 cm wordt het aantal mg N in 100 g droge grond bepaald volgens de N-elementaire methode (NEM). De stikstof die wordt gevonden bestaat voor het overgrote deel uit organisch gebonden stikstof en een verwaarloosbare hoeveelheid minerale stikstof (Hassink, 1995). De totale hoeveelheid organische stof (N-totaal) die wordt gevonden, is een indicatie van het stikstofleverend vermogen (Figuur 1).

Figuur 1 Relatie tussen het organische-N-gehalte (%) in de bovenste 20 cm van zandgronden en hun N-leverend vermogen (kg N/ha/jaar; $r = 0,74$) (Hassink, 1996)



De volgende regressieformules werden gevonden (Hassink, 1996):

- Zandgronden
N-leverend vermogen (kg N/ha/jr) = $8,2 + 672 \times$ organische-N-gehalte in de bovenste 20 cm.
- Zavel en klei
N-leverend vermogen (kg N/ha/jr) = $31,7 + 347,7 \times$ het organische-N-gehalte in de bovenste 20 cm

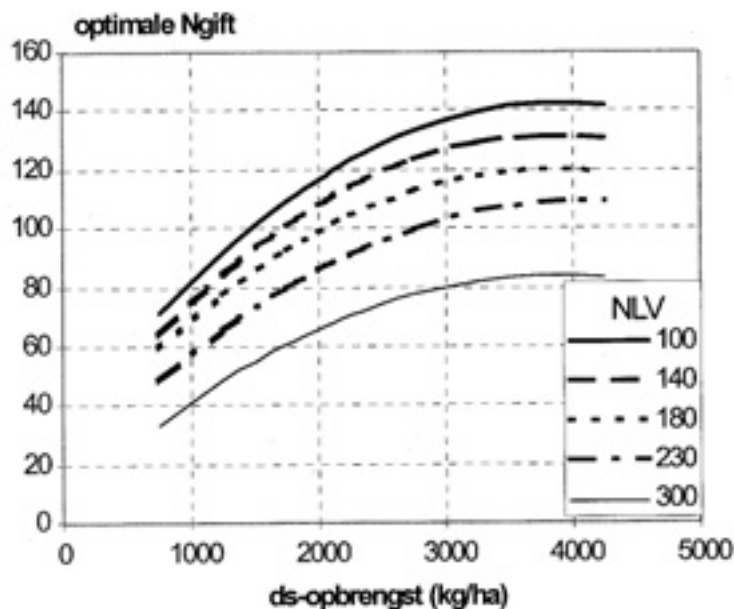
De maximale stikstoflevering is voor klei-, veen- en lössgronden op 300 kg N/ha gezet, terwijl er een maximum van 200 kg N/ha voor zand- en dalgronden wordt aangehouden. In de praktijk wordt een ondergrens van 50 kg N/ha aangehouden.

In de praktijk wordt veelal een bemonsteringsdiepte van 0-10 cm aangehouden in plaats van een monsterdiepte van 0-20 cm. De reden is van praktische en financiële aard. Een monster bestaat uit 40 steken en het is voor de monsternemer minder belastend een monster van 0-10 te steken dan een monster van 0-20. Daarnaast vergt het nemen van monsters van 0-10 ook minder tijd. Er vindt een omrekening plaats van het gevonden percentage in de laag 0-10 naar het percentage in de laag 0-20 cm. Door de verhoudingsgewijs lage invloed van minerale stikstof op het analyseresultaat is het mogelijk het gehele jaar de grond te laten bemonsteren. Het organische-N-gehalte wordt immers niet lager na een fikse regenbui.

2.2 Van stikstoflevering naar snedenadviezen

De berekeningen van de snedenadviezen zijn uitgevoerd met het grasgroeimodel GRAMIN. Dit model is gebaseerd op onderzoek naar het groeiverloop van gras (Prins, 1980; Wieling & De Wit, 1987) en onderzoek naar de nawerking van eerder gegeven stikstof (Prins, 1980; Vellinga, 1989).

Figuur 2 De optimale stikstofgift in de eerste snede bij gronden met een stikstoflevering van 100, 140, 180, 230 en 300 kg N per ha per jaar (Vellinga, 1998)



Met het model is het gehele traject aan droge-stofopbrengsten doorerekend. De optimale giften bij de streefopbrengsten zijn berekend met lineaire regressie (Figuur 2). In de figuur is de situatie voor de eerste snede gegeven. Voor de overige sneden is eenzelfde benadering gekozen. Bij vaststelling van de adviezen is uitgegaan van een marginaal stikstofeffect per snede van 7,5 kg ds/ha. Dat wil zeggen dat de laatst gestrooide kg N minimaal een opbrengstverhoging van 7,5 kg ds moet realiseren. De adviezen zijn gebaseerd op een snedenopbrengst bij 30 dagen. Als het gras langer staat loopt de kwaliteit terug door bladafsterving.

De met het model gegenereerde data moeten nog een bewerking ondergaan voordat ze bruikbaar zijn als bemestingsadvies. De adviezen worden namelijk 'gecorrigeerd' voor voederwaarde en smakelijkheid. Zowel de voederwaarde (VEM-gehalte) als de smakelijkheid nemen af in de loop van het seizoen. De afnemende smakelijkheid heeft te maken met verontreiniging uit voorgaande beweidingen (resten, mest en modder) en met een vochtiger, muffler gewas. Soms treedt er ook roest op. In de adviesgiften is rekening gehouden met dat verloop in voederwaarde en in smakelijkheid en is er een wegingsfactor per maand toegepast. Door toepassing van die wegingsfactor is het advies voor de eerste snede vrij hoog, terwijl het advies voor de tweede snede weer vrij laag is.

2.2.1 Eerste snede

Voorjaarsgras heeft een hoge voederwaarde en is veelal de basis van de wintervoorraad. De eerste snede is dan ook een belangrijke snede. Om onder andere het risico van een tegenvallende werking van N uit dierlijke mest op te vangen, is de adviesgift voor de eerste snede hoog. Een hogere gift in het voorjaar zal resulteren in snellere groei en hogere opbrengsten.

2.2.2 Tweede snede

De eerste snede reageert sterk op de gegeven stikstof. Desondanks wordt van de gegeven stikstof slechts 50 tot 60% teruggewonnen met het geoogste gras. De resterende stikstof blijft achter in de bodem, de stoppels en de wortels of wordt gedenitrificeerd.

De vastgelegde of achtergebleven stikstof is niet verloren maar heeft een duidelijke nawerking voor de tweede snede (proeven uit de jaren '70 en '90, hogere bemestingen wel meer opbrengst, maar slechts beperkt en voor MINAS ongunstig, bewerkte gegevens Prins, 1980, Vellinga, 1989 en Engels onderzoek: Hunt, 1974). Het advies voor de tweede snede is vanwege deze nawerking dus relatief laag.

2.2.3 Overige sneden

Na de tweede snede is er weinig nawerking meer en het advies voor de derde en vierde snede is dan ook weer hoger. Het advies aan het eind van het groeiseizoen sluit aan bij de afname in voederwaarde; voor de sneden van 1 juli tot 15 september wordt minder stikstof geadviseerd.

2.3 Van snedenadviezen naar verwachte N-jaargift

De gesommeerde snedenadviezen vormen de jaargift. Deze jaargift is afhankelijk van de stikstoflevering, het beweidingssysteem, de droogtegevoeligheid van de bodem en het maaipercentage.

2.3.1 Stikstoflevering

Tabel 2 Het stikstofjaaradvies bij omweiden (weiden en maaien) bij verschillende niveaus van stikstoflevering door de bodem (maaipercentage eerste snede 50% en totaal maaipercentage 175%, niet droogtegevoelige grond)

Stikstoflevering (kg N/ha/jr)	(Maximaal) N-jaaradvies (kg N/ha/jr)
50	395
100	370
140	345
180	315
230	275
300	230

Bij een armere zandgrond met een stikstoflevering van 100 kg N/ha/jr hoort een advies van 370 kg. Bij een goed ontwaterde veengrond met een stikstoflevering van 300 kg N/ha/jr hoort een advies van 230 kg.

2.3.2 Beweidingsstelsysteem

Tabel 3 Het stikstofjaaradvies bij verschillende beweidingssystemen (bij een veronderstelde stikstoflevering van 140 kg N/ha)

Beweidingssysteem	N-jaaradvies (kg N/ha/jr)
Omweiden	345
Zomerstalvoeding	365
Standweiden	335

Het meest toegepast systeem is omweiden (percelen zowel maaien als weiden). Het N-jaaradvies bij 140 kg N/ha bedraagt 345 kg.

Wanneer zomerstalvoederen (de koeien blijven het hele jaar op stal en gedurende de zomerperiode krijgt het vee vers gras) wordt toegepast, zal de gewenste grasopbrengst bij maaien ongeveer 2300 kg ds/ha bedragen. In combinatie met maaisneden (2500 kg ds/ha) zullen de gesommeerde snedenadviezen tot hogere N-jaargiften leiden (365 kg N/ha).

Bij standweiden (de koeien blijven een lange periode op een groot perceel, tussentijds wordt bemest) wordt het land intensief beweid en aangezien de snedenadviezen voor weiden lager zijn dan voor maaien zal het N-jaaradvies ook iets lager zijn.

2.3.3 Droogtegevoeligheid van de bodem

Door de tragere grasgroei zullen op droogtegevoelige gronden gemiddeld genomen minder sneden per jaar worden geoogst. Dit betekent dat minder bemestingen worden uitgevoerd. Daarnaast kan onder droge omstandigheden worden voorzien dat de opbrengst van de volgende snede laag zal zijn. Daar kan op worden ingespeeld door de bemestingen voor de volgende snede te verlagen. Bij eenzelfde stikstoflevering zullen droogtegevoelige gronden dus een lager N-jaaradvies hebben.

2.3.4 Maaipercentage

Het maaipercentage speelt slechts een beperkte rol. Maaisneden vragen hogere bemestingen, maar de groeiduur voor maaisneden is vaak langer dan voor weidesneden. De N-jaargift zal bij toename van het maaipercentage licht stijgen.

2.4 Van verwachte jaargift naar gewenste jaargift

Als eerste stap werd de hoeveelheid stikstof in het grondmonster omgerekend naar een stikstoflevering. Bij een bepaalde stikstoflevering horen snedenadviezen die weer resulteren in een N-jaaradvies. De adviezen die gegeven worden zijn maximale adviezen. Uitgegaan wordt van een optimale grasproductie. Kunstmest is echter de grootste aanvoerpost van stikstof (Beldman & Prins, 1999; Reijneveld *et al.*, 2000) en over een te groot verschil tussen aanvoer en afvoer van N zal via MINAS een heffing worden betaald. Om de aanvoer en afvoer van N zoveel mogelijk in balans te brengen zal iedere veehouder een eigen strategie hebben. Eén van de strategieën is te streven naar een lagere N-jaargift. Wanneer de veehouder kiest voor een jaargift (gewenste jaargift) die lager is dan de verwachte (maximale) N-jaargift dan zullen ook de snedenadviezen afnemen (zie paragraaf 4.2, De Marke). De gewenste korting op de jaargift wordt dan vertaald naar een bijgestelde snedenbemesting. Opvolging van de adviezen zal waarschijnlijk tot lagere grasopbrengsten leiden, maar op bedrijven die bijvoorbeeld door goede opbrengsten van het jaar daarvoor toch genoeg ruwvoer hebben, kunnen op deze wijze de input van N op het bedrijf sterk reduceren.

Voorbeeld

Uitgaande van een niet droogtegevoelige grond, een systeem van maaien en weiden en een gemiddeld maaipercentage.

Stikstoflevering	140
Verwachte N-jaargift	345
Gewenste N-jaargift	250

	Opbrengst (kg ds/ha)	Advies voor de eerste snede	
		Bij verwachte N-jaargift 345	Bij gewenste N-jaargift 250
Zeer licht weiden	< 1000	69	53
Licht weiden	1000-1500	89	69
Normaal weiden	1500-2000	106	82
Licht maaien	2000-2500	119	93
Normaal maaien	2500-3000	129	101
Zwaar maaien	>3000	135	106

3 Bemestingsadvies: adviezen naar praktijk

Niet enkel stikstof, maar ook voor de overige elementen zijn bemestingsadviezen opgesteld. Deze adviezen zijn gebaseerd op grondonderzoek. De adviezen zijn vastgelegd in 'Adviesbasis bemesting grasland en voedergrassen' (Anonymus, 1998). Aan deze adviesbasis hebben vele organisaties in de landbouw meegewerkt (LTO, NMI, DLV, PAV, PR, Blgg Oosterbeek, Plant Research International en IKC-L). De boer kan een standaard grondonderzoek en/of een gespecialiseerd grondonderzoek laten uitvoeren. De uitslagen van de grondanalyses zijn vergezeld van een advies.

3.1 Standaard onderzoek

Ongeveer één keer in de vijf jaar (pers. mededeling L. Spätjens) laat een veehouder een grondonderzoek uitvoeren. Er wordt een grondmonster genomen in de laag 0-5 cm. Eén grondmonster bestaat uit 40 steken en wordt bij voorkeur uitgevoerd van november tot kort voor de eerste bemesting in het voorjaar. De oppervlakte van het te bemonsteren perceel mag maximaal 2 ha zijn. In het standaard onderzoek worden fosfaat, kali, natrium, zuurgraad en het organische-stofgehalte gemeten (kosten: 40 Euro). Aanvullende analyses voor lutum, magnesium (alleen op zandgrond), koper en kobalt zijn mogelijk.

Figuur 3 Grondonderzoek 0-5 cm, Blgg Oosterbeek

Resultaat	Eenheid	Methode	Resultaat	Streef-niveau	Waardering	
bepaald in droge grond volgens voor- geschreven methode	Stikstoflevering	kg N/ha	140			
	Fosfaat	mg P ₂ O ₅ /100 g	P-AL	29	25 - 34	voldoende
	Kali K-getal	mg K ₂ O/100 g	K-HCl	9 16	13 - 20	voldoende
	Natron	mg Na ₂ O/100 g	Na-HCl	9	5 - 7	ruim voldoende
	Koper	mg Cu/kg	Cu-HNO ₃	4,8	5,0 - 9,9	vrij laag
	Kobalt	mg Co/kg	Kobalt	0,32	> 0,29	goed
	Zuurgraad		pH-KCl	6,4	4,8 - 5,5	hoog
	Organische stof	%	Gloeiverlies	3,7		
	Lutum	%	Lutum	29		
	Berekend silt	%		44 - 53		

Ongeveer een week nadat het monster is genomen, wordt de uitslag van het bemestingsonderzoek naar de veehouder gestuurd (Figuur 3). Op het verslag staat de uitkomst van de analyse, het streeftraject wordt gegeven en de uitslag krijgt een waardering. In het voorbeeld is het P-AL-getal 29, het streeftraject voor deze rivierkleigrond ligt tussen de 25–34, de fosfaattoestand van de grond wordt dus als 'voldoende' gekwalificeerd. Op de achterzijde van het verslag staat een bemestingsadvies; het advies is vier jaar geldig.

Stikstof wordt in dit standaard-onderzoek niet gemeten. Er wordt wel een schatting van de stikstoflevering gegeven. Minerale gronden (zand-, klei- en lössgronden) worden ingeschat op een stikstoflevering van 140, 170 of 200 kg N/ha. Veengronden worden, afhankelijk van de grondwaterstand, ingeschat op een stikstoflevering van 230 of 300 kg N/ha.

3.2 Specifiek N-onderzoek

De stikstoflevering van de grond is de basis van de stikstofbemestingsadviezen; de stikstoflevering wordt berekend. Daartoe wordt een monster van 0-10 cm genomen (los 34 Euro, wanneer eveneens een standaardonderzoek grasland wordt genomen is de prijs 23 Euro). Hieronder is een voorbeeld van de uitslag van het specifiek N-onderzoek gegeven. (Het specifieke stikstof-onderzoek gaat uit van een omweid-systeem, een niet droogtevoelige grond en een gemiddeld maaipercantage van 50% voor de eerste snede en 125% voor de overige sneden; zie voor de wetenschappelijke achtergrond van het N advies het vorige hoofdstuk).

Figuur 4 Specifiek N-onderzoek (N-totaal onderzoek), Blgg Oosterbeek

Resultaat	Stikstof-totaal Stikstoflevering	Eenheid	Methode	Resultaat
bepaald in droge grond volgens voor- geschreven methode		mg N/100 g kg N/ha	N-elementair	279 174

Advies	Stikstof (N)	1999 t/m 2002								
	Verwachte Jaargift	Situatie	Opbrengst (kg ds/ha)	1 ^e snede	2 ^e snede	mei	juni	juli	aug	t/m 15 sept
in kg zuivere meststof per ha per jaar	320	zeer licht weiden	< 1000	62	0	11	11	11	11	11
		licht weiden	1000 - 1500	82	4	30	30	30	30	28
		normaal weiden	1500 - 2000	98	22	47	47	46	44	38
		licht maaien	2000 - 2500	111	39	61	61	57	53	
		normaal maaien	2500 - 3000	120	52	72	72	65		
		zwaar maaien	> 3000	126	65	82	82			
		standweiden		82	n.v.t.	49	38	35	25	25

De totale hoeveelheid stikstof in de laag 0-10 cm wordt omgerekend naar de stikstoflevering van de grond. In dit voorbeeld (Figuur 4) is de stikstoflevering (NLV) 174 kg N/ha/jr. De adviezen staan daaronder.

De adviezen zijn onderverdeeld naar snede en naar gewenste droge-stofopbrengst. Om de bemesting zo goed mogelijk af te stemmen op de geplande opbrengst (kg ds/ha) is een advies gegeven voor zes opbrengstcategorieën. Om het advies leesbaarder te maken zijn de opbrengstcategorieën omschreven. Zo wordt een droge-stofopbrengst tussen de 1000–1500 kg ds/ha omschreven als 'licht weiden', een opbrengst van meer dan 3000 kg ds/ha wordt 'zwaar maaien' genoemd. De adviezen zijn verdeeld over de periodes. Er is een advies voor de eerste snede, voor de tweede snede en voor de periode tot september.

Voorbeeld:

Als een veehouder een droge-stofopbrengst tussen de 2500–3000 kg ds/ha wil (normaal maaien) en het is voorjaar (eerste snede) dan wordt, bij deze stikstoflevering, 120 kg N/ha geadviseerd.

N.B. Het is sinds eind 2000 ook mogelijk een standaardonderzoek te laten doen in de laag 0-10 cm, de stikstoflevering wordt dan ook gemeten.

3.3 Bemestende waarde dierlijke mest

Nutriëntenadviezen kunnen worden opgevuld met kunstmest en met dierlijke mest. Dierlijke mest heeft echter geen vaste samenstelling. Variatie ontstaat door verschillen in rantsoensamenstelling, verdunning door regen- en spelwater, de wijze van bewaring en de bewaarduur. Om een optimale bemesting uit te kunnen voeren is nauwkeurig onderzoek naar de bemestende waarde van de mest noodzakelijk (Figuur 5). Het gaat zowel om de elementen die de grasgroei bevorderen (N, P en K) als om de elementen die van belang zijn voor de gezondheid van het vee (Mg, Na en ook K).

Figuur 5 Onderzoek bemestende waarde mest, Blgg Oosterbeek

ANALYSERESULTATEN

in g/kg produkt, komt overeen met kg/ton											mg/kg	
DS	RAS	OS	N-tot*	NH3-N	N-org	P2O5	K2O	MgO	Na2O	Cl	Cu	
91	26	65	5.7	3.5	2.2	2.0	6.1	2.1	0.7			
90	24	66	4.9	2.6	2.3	1.8	6.8	1.3	0.8	gemiddelde		

*Volgens Kjeldahl

3.4 Invulling adviezen

De adviezen kunnen dus worden opgevuld met kunstmest en met dierlijke mest. Bij kunstmest wordt een werking van 100% aangenomen. In Nederland worden qua stikstofmeststoffen met name kalkammonsalpeter (KAS) en stikstofmagnesia (MAS) gebruikt. In KAS is er een 1:1 verhouding tussen nitraat (NO_3^-) en ammonium (NH_4^+). Ook MAS bestaat uit nitraat en ammonium; het aandeel ammonium is hier groter dan het aandeel nitraat. Naast stikstof zit er 7% MgO in. Ook de mengmeststof 27-07 wordt veel gebruikt, deze meststof bevat naast 27% N 7% fosfaat. Naast KAS, MAS, en 26-07 worden tripelfosfaat en kali60 benut als, respectievelijk fosfaat- en kaliummeststof.

De werking van dierlijke mest is onder andere afhankelijk van de toedieningsmethode. Ook het tijdstip van onderwerken en de grondsoort zijn van belang. De meest toegepaste toedieningsmethode is zodenbemesten. Hierbij wordt de mest ongeveer 5-7 cm in de grond gebracht.

Voorbeeld: hoeveelheid werkzame stikstof in runderdrijfmest

Mestsoort	runderdrijfmest
Hoeveelheid	20 m ³
Gehaltes	2,30 kg N-min 2,60 kg N-org
Tijdstip	voorjaar

Hoeveelheid werkzame N in 20 m³ = 25,8 + 4,7 = 30,4 kg N/ha.

$20 \times 2,30 \times 0,56 = 25,8$ (minerale deel)

$20 \times 2,60 \times 0,09 = 4,7$ (organische deel)

Als werkingscoëfficiënt van het minerale deel van de mest wordt 0,56 aangehouden, het percentage van het organische-N-deel van de mest dat mineraliseert voor de eerste snede wordt op 9% gehouden.

3.5 Applicaties

Naast het standaard grondonderzoek, het N-totaal onderzoek en onderzoek bemestende waarde mest zijn er verschillende andere producten die de boer kunnen ondersteunen in zijn bemestingsstrategie. Deze producten gaan eveneens uit van de uitslagen van grondonderzoek en de Adviesbasis voor de bemesting van grasland en voedergewassen (Anonymus, 1998), maar ze gebruiken daarnaast veelal kennis die niet in de eerder genoemde standaardproducten verwerkt is (zoals het aanpassen van de adviezen aan de droogtegevoeligheid van de grond, of het aanpassen van de snedenadviezen aan gewenste jaargiften).

3.5.1 Bemestingswijzer

'Bemestingswijzer' is een bemestingsadvies voor de eerste snede. Het is een product waarin zowel de aanwezige grondonderzoeken (standaard en N-totaal) als de aanwezige mestonderzoeken worden benut om tot een perceelsadvies te komen. De boer moet invullen wat hij op jaarbasis aan werkzame N wil gebruiken (gewenste N-jaargift, zie ook paragraaf 2.4). De dierlijke mest wordt optimaal over de percelen verdeeld. De behoefte aan kunstmest wordt daarna gegeven. Bemestingswijzer wordt gratis verstrekt wanneer de boer 10 of meer grondmonsters heeft laten nemen. Naast een advies voor de eerste snede wordt er ook een bedrijfsoverzicht (bemestingstoestand alle onderzochte percelen) verstrekt.

3.5.2 BAP BemestingsAdviesProgramma

Een product dat voor iedere grassnede een advies geeft is het BemestingsAdviesProgramma (BAP2000). Dit is naast een adviesprogramma ook een registratieprogramma waarbij kennis op het gebied van grasland- en voedergewassenbemesting geïntegreerd wordt benut. Dit Windows-programma geeft een bemestingsadvies voor stikstof, fosfaat, kalium, etc. Naast een advies voor grasland zijn er ook adviezen voor onder andere snijmais, voederbieten en luzerne. De adviezen houden rekening met de aanwezige grondonderzoeken en mestanalyses. De opbrengsten (ds/ha) worden geregistreerd en er vindt een terugkoppeling plaats tussen daadwerkelijk gerealiseerde opbrengsten, gewenste opbrengsten en het bemestingsadvies voor de volgende grassnede.

Zo wordt een percentage van eventuele overbemesting van een snede gekort op het advies voor volgende snede. Zowel de advisering als de registratie beslaan een volledig seizoen. Het programma wordt gebruikt door boeren, voorlichters van de DLV en bijvoorbeeld ook op De Marke (Aarts *et al.*, 1996).

3.5.3 Nutrinorm grasland

Een bemestingsadviesprogramma voor voedergrassen van DSM-Agro. Er is een snedengericht stikstofadvies per perceel. Daarnaast is er een advies voor de overige elementen. Het is ook mogelijk om als aanvulling op het berekende bemestingsplan een inschatting te geven van de MINAS-balans op bedrijfsniveau. Zo kan men vroegtijdig het effect van het bemestingsplan op de MINAS-balans bekijken.

3.5.4 BBPR

Het BedrijfsBegrotingsProgrammaRundveehouderij (BBPR) is ontwikkeld om een melkveebedrijf te kunnen simuleren voor een volledige productieperiode van een jaar. De bedrijfseconomische consequenties van wijzigingen in bijvoorbeeld milieumaatregelen kunnen zichtbaar gemaakt worden. Het programma geeft onder andere bemestings- en mineralenbalansen. Het programma is ontwikkeld voor onderzoek, voorlichting, onderwijs en dienstverlenend bedrijfsleven, maar ook veehouders kunnen het programma aanschaffen.

3.5.5 Graslandgebruikskalender

Het computerprogramma Graslandgebruikskalender (GGP) stelt een planning op voor beweiding, voederwinning en bemesting van grasland voor het veehouderijbedrijf. Het berekent de graslandproductie, de kwaliteit van gras en kuilvoer en de verliezen bij beweiding, maaien en inkuilen. Het programma doet suggesties voor percelen waar het vee het best kan weiden. Het graslandgebruik wordt weergegeven op een kalender.

3.6 Hoe komt het advies bij de boer

Bemestingsadviezen komen bij de boer wanneer deze een grondonderzoek laat uitvoeren. De uitslagen van het grondonderzoek zijn immers vergezeld van adviezen. De boer kan veelal toelichting op deze adviezen krijgen via landbouwadviseurs van DLV en de vertegenwoordigers van de kunstmestindustrie, maar ook de vertegenwoordigers van de mengvoerindustrie leveren veelal een bijdrage aan de bemestingsstrategie van agrariërs. Laatstgenoemde bedrijven stellen veelal ook bedragen beschikbaar zodat het grondonderzoek voor hun cliënten goedkoper wordt. Vanuit onderzoek wordt regelmatig in populaire bladen als Boerderij, Oogst en Veeteelt het adviseringssysteem toegelicht.

4 Bemestingsadvies: resultaten praktijkbedrijven en proefbedrijf De Marke

In de vorige hoofdstukken is eerst de wetenschappelijke basis van de stikstofadvies besproken vervolgens is de omzetting van kennis naar adviezen behandeld. In dit hoofdstuk wordt bekeken in hoeverre het grasland volgens de adviezen wordt bemest.

4.1 Praktijk

In Koeien & Kansen rapport 4 (Reijneveld *et al.*, 2000) werd een analyse gemaakt van de verscheidenheid binnen de Nederlandse melkveehouderij. Nederlandse melkveehouderijbedrijven werden ingedeeld naar grondsoort, regio en intensiteit van productie (kg melk/ha); zo onstonden clusters. Een overzicht van de bemestingen in de clusters is in Tabel 4 weergegeven.

Tabel 4 De werkzame N uit dierlijke mest (DM), de kunstmestgift op grasland (KM) en de som daarvan (totaal) (kg N/ha) (naar Reijneveld *et al.*, 2000)

	Noord			Oost			Zuid			West		
	DM	KM	totaal	DM	KM	totaal	DM	KM	totaal	DM	KM	totaal
Zandgronden												
<10000	88	292	380				124	261	385			
10000-12000	88	307	395	111	279	390	119	216	335	119	266	385
12000-15000	99	325	424	116	262	378	121	241	362	119	264	383
>15000	119	364	483	126	293	419	142	213	355	119	262	381
Kleigronden												
<10000	76	304	380	104			116	208	324	94	264	358
10000-12000	73	336	409	101	267	368	106	295	401	94	258	352
12000-15000	81	377	458	111	304	415	121	302	423	99	281	380
>15000	94	424	518	126	342	468	131	299	430	106	321	427
Veengronden												
<10000	68	245	313							91	170	261
10000-12000	94	309	403							83	208	291
12000-15000	81	369	450	91	269	360				99	237	336
>15000	78	316	394							106	258	364

De hoeveelheid werkzame N die via dierlijke mest op een hectare kwam, varieerde van 73 kg (noordelijk zand) tot 142 kg (zuidelijk zand). Aan kunstmest werd 170 (westelijk veen) tot 424 (noordelijke klei) kg N/ha gestrooid, een verschil van 254 kg N/ha. Gemiddeld werd er aan kunstmest 285 kg N/ha grasland aangevoerd.

Een vergelijking van de resultaten uit de praktijk met de grasland-bemestingsadviezen stuit op het probleem dat de stikstoflevering en dus ook het N-jaaradvies veelal niet bekend is. We zullen een poging doen. De gegevens zijn afkomstig uit 1997; in dat jaar was het nog niet mogelijk een N-totaal onderzoek te laten uitvoeren. Bij het standaardonderzoek werd de stikstoflevering ingeschat (zie paragraaf 3.1). Een minerale grond (zand, klei, löss) kreeg daarbij maximaal 400 kg N/ha geadviseerd; een veengrond maximaal 340 kg N/ha (Tabel 5).

Tabel 5 Stikstofadvies op jaarbasis (kg werkzame N/ha/jaar) op grasland volgens het 'oude' advies (Anonymus, 1994)

Grond	Stikstoflevering (kg N/ha)	N-jaaradvies (kg N/ha)
Minerale grond	140	400
	200	340
Veengrond	230	340
	300	225

De adviezen van 400 kg voor minerale gronden en 340 voor veengronden kunnen we daarom als plafond beschouwen. Bemesting boven deze adviezen is niet zinvol omdat de adviezen uitgaan van een economisch optimale productie (Vellinga, 1998). Wanneer we uitgaan van de maximale adviezen, bemest 45% van de clusters hierboven. Uitgaande van een advies van 340 kg N/ha (minerale gronden) en 225 kg N/ha (veengrond) bemest 95% boven de adviezen.

Na 1998 zijn de adviezen aangepast aan de nieuwe inzichten (hoofdstuk 2, paragraaf 3.2). Het advies van 400 kg N/ha (bij een stikstoflevering van 140 kg N/ha) verminderde naar 345 kg N/ha. Het is de vraag in hoeverre het nieuwe advies bij de agrariër bekend is. Zou de kunstmestbemesting niet veranderen, dan wordt er bijna altijd boven de adviezen bemest. Een (te) grote aanvoer van kunstmest is zowel voor de veehouder (MINAS) als voor het milieu onvoordelig.

4.2 De Marke

Doelstelling van De Marke is het voldoen aan stringente milieunormen ten aanzien van mineralen, met een prioriteit voor stikstof (Biewinga *et al.*, 1992; Biewinga *et al.*, 1996). Er wordt daarom niet uitgegaan van de maximale adviezen, maar er wordt een niveau van 250 kg N/ha nagestreefd. De zandgronden van De Marke werden ingeschat op een stikstoflevering van 140 kg/ha en kregen daarbij een advies van 400 kg N/ha. In de eerste jaren (1992-1997) lag de streefgift van De Marke dus 150 kg lager dan via de toenmalige adviesbasis (Anonymus, 1994) werd geadviseerd.

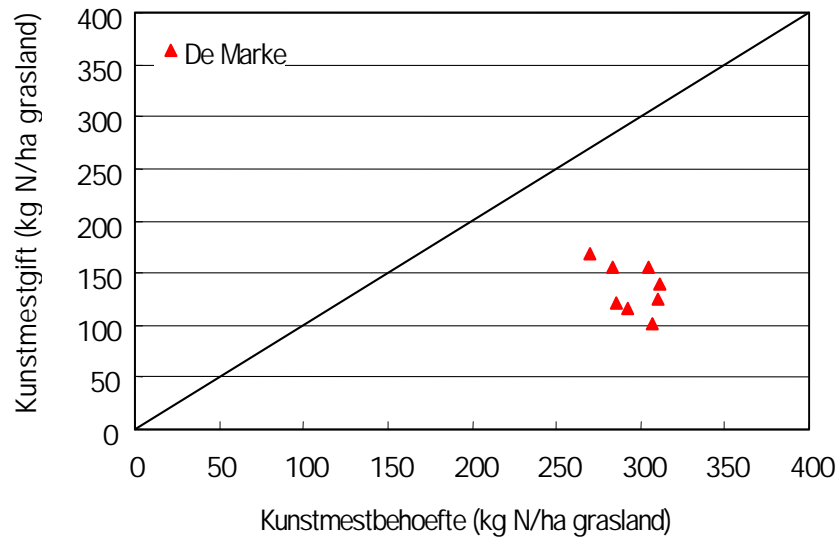
Tabel 6 De stikstoflevering (NLV), het bijhorende N-advies, de gift waar naar gestreefd werd en het verschil tussen het advies en de streefgift (kg N/ha/jr). Daarnaast zijn de daadwerkelijke N-giften weergegeven, onderverdeeld in kunstmestgift (KM) en werkzame dierlijke mest (DM) (kg N/ha/jr), voor de jaren 1992 tot 1999 op blijvend grasland

Jaar	NLV	N-advies	Streefgift	Verschil	Giften		
					KM	DM	totaal
1992	140	400	250	150	155	117	272
1993	140	400	250	150	115	108	223
1994	140	400	250	150	156	95	251
1995	140	400	250	150	125	90	215
1996	140	400	250	150	101	93	193
1997	140	400	250	150	140	88	228
1998	116	360	250	110	122	74	196
1999	109	365	250	115	168	95	263

Sinds 1998 is N-totaal-onderzoek ook in de praktijk geïntroduceerd. De blijvende graslanden van De Marke hadden gemiddeld een stikstoflevering van 116 en 109 kg N/ha. De NLV werd dus vóór 1998 hoger ingeschat (140) dan via specifiek N-onderzoek in 1998 en 1999 werd gemeten. Bij een lagere NLV hoort een hoger N-advies; dat het N-advies in 1998 en 1999 toch lager ligt dan daarvoor komt omdat in 1998 het nieuwe (lagere) stikstofadvies werd geïntroduceerd. De streefgift van De Marke ligt duidelijk lager dan de adviezen. Het streefniveau werd ingevuld met kunstmest en dierlijke mest. De kunstmestgift varieerde van 101 tot 168 kg N/ha. Aan werkzame stikstof kwam via dierlijke mest 74 tot 117 kg op een hectare blijvend grasland.

Ook uit Figuur 6 blijkt dat De Marke onder de adviezen (doorgetrokken lijn) bemest. Uit onderzoek van Habekotté bleek dat dit 8-10% aan gewasopbrengst kostte in vergelijking met gras dat volgens de adviezen werd bemest (Habekotté *et al.*, 1998).

Figuur 6 Kunstmestbehoefte versus kunstmestgift (kg N/ha/jaar) bij De Marke, resultaten van de jaren '92 tot en met '99 (kunstmestbehoefte = N-advies – werkzame N uit organische mest)



4.3 Van De Marke naar de praktijk

4.3.1 Koeien & Kansen

In 1997 strooide De Marke 140 kg kunstmest-N/ha, terwijl de praktijk gemiddeld 285 kg kunstmest-N/ha aanvoerde. Het halveren van de kunstmestbemesting resulteerde in een lagere opbrengst (8-10%). De Marke is zo zeer sterk teruggedaan in bemesting vanwege de stringente milieunormen die gesteld zijn. De Marke is slechts één bedrijf, één locatie, één grondsoort, één intensiteit van melkproductie en bovendien is het bedrijf niet commercieel. Om de bevindingen van De Marke te vertalen naar de praktijk is een project opgezet met de naam Koeien & Kansen (Aarts, 2001). In het project werken melkveehouders samen met onderzoekers en voorlichters.

Tabel 7 Voor 12 Koeien & Kansen bedrijven is de grondsoort, de stikstoflevering (NLV) en het bijhorende N-jaaradvies gegeven. Daarnaast zijn de daadwerkelijke N-giften onderverdeeld in werkzame N in dierlijke mest (DM) en in kunstmestgift (KM) en de totale gift gegeven (kg N/ha grasland/jr). Tot slot het verschil tussen de gift en het advies. Resultaten zijn afkomstig uit 1997; dit is de nulsituatie, dus voordat het project van start ging

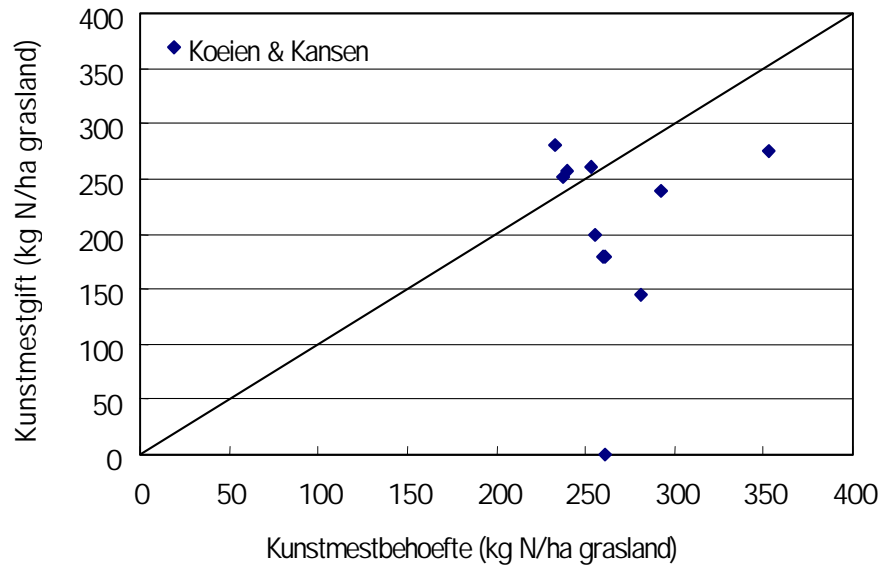
Koeien &Kansen '97	Grondsoort	NLV	N-advies	DM	KM	Totale N-gift	Gift minadvies
Kuks	zand	170	370	109	180	289	-82
Bomers	zand	140	400	139	0	139	-261
Pijnenborg	zand	200	340	108	280	388	48
Kleijne	zand	140	400	141	180	321	-80
Menkveld/Wijnbergen	zand	170	370	132	251	383	13
Van Hoven	löss	140	400	48	275	323	-78
Miedema	klei	170	370	130	257	387	17
Van Wijk	klei	140	400	147	261	408	8
Dekker	klei	140	400				
Sikkinga	klei	140	400	108	239	347	-54
Boekel	veen	230	340	84	200	284	-56
De Vries	veen	230	340	59	145	204	-137

De aanvoer van werkzame stikstof in dierlijke mest varieerde van 48 tot 147 kg N/ha. De aanvoer van kunstmest varieerde van 0 (biologisch bedrijf Bomers) tot 280 kg N/ha grasland. Gemiddeld is de kunstmestaanvoer (excl. bedrijf Bomers) 227 kg N/ha grasland, 87 kg meer dan De Marke, maar 58 kg minder dan het praktijkgemiddelde. Vrijwel alle Koeien & Kansen bedrijven bleven onder het jaaradvies of bemestten daar net boven. Dit is ook te zien in Figuur 7 waar de kunstmestbehoefte (advies – werkzame dierlijke mest) uitgezet is tegen de kunstmestgift.

Wanneer het advies precies zou worden opgevolgd, zouden de 'punten' op de lijn liggen. Slechts vier bedrijven bemesten boven de adviezen. De overige (gangbare) bedrijven blijven 54 tot 137 kg onder het N-jaaradvies.

De resultaten van 1998 zijn weergegeven in Tabel 8.

Figuur 7 Kunstmestbehoefte *versus* kunstmestgift (kg N/ha/jaar) voor de Koeien & Kansen bedrijven (gegevens 1997)



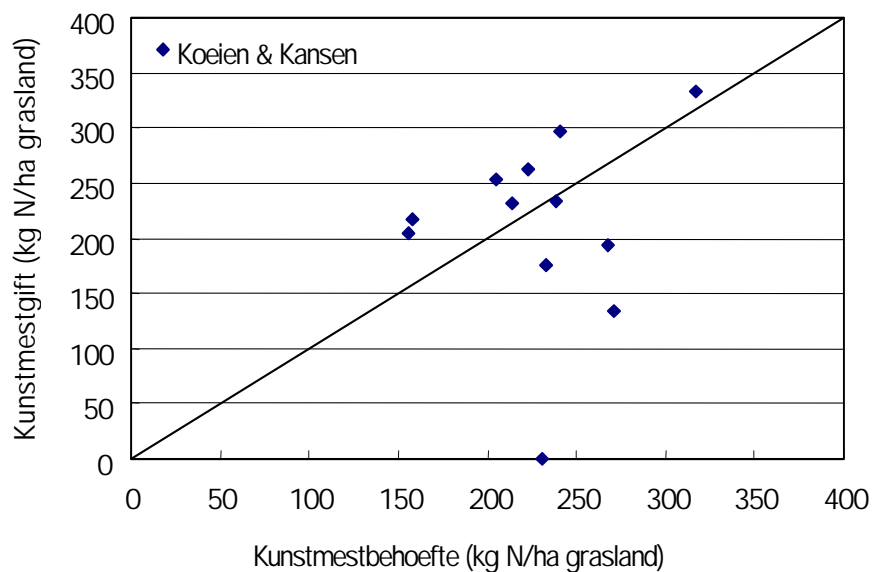
Tabel 8 Voor 17 Koeien & Kansen bedrijven is de grondsoort, de gemiddelde stikstoflevering (NLV) en het bijhorende N-jaaradvies gegeven. Daarnaast zijn de daadwerkelijke N-giften onderverdeeld in werkzame N in dierlijke mest (DM) en in kunstmestgift (KM) en de totale gift gegeven (kg N/ha grasland/jr). Tot slot het verschil tussen de gift en het advies. Resultaten zijn afkomstig uit 1998

Koeien & Kansen '98	Grondsoort	NLV	N-advies	DM	KM	Totale N-gift	Gift minadvies
Kuks	zand	145	340	108	176	284	-57
Bomers	zand	110	365	135	0	135	-231
Pijnenborg	zand	170	325	120	253	373	48
Kleijne	zand	140	345	187	217	404	59
Menkveld/Wijnbergen	zand	140	345	131	232	363	18
Van Hoven	löss	140	345	28	333	361	16
Miedema	klei	140	345	123	262	385	40
Van Wijk	klei	185	310	154	205	359	49
Dekker	klei	113	365	124	297	421	56
Sikkinga	klei	160	330	91	234	325	-5
Boekel	veen	230	340	72	194	266	-74
De Vries	veen	230	340	69	134	203	-137
Eggink	zand	140	345	163			
Hoefmans	zand	170	325	93			
Post	zand			0			
Schepens	zand	170	325	183			
Van Laarhoven	zand			126			

In 1997 werd de stikstoflevering van minerale gronden nog ingeschat op 140, 170 of 200 kg N/ha. In 1998 zien we dat veelal gebruik is gemaakt van het specifieke N-onderzoek (paragraaf 3.2). De grond van bedrijf Van Wijk bijvoorbeeld werd in 1997 ingeschat op 140 kg N/ha, de gemeten stikstoflevering in 1998 is gemiddeld 185 kg N/ha, 45 kg hoger. We zien in Tabel 8 ook dat de stikstofjaaradviezen dat jaar werden aangepast aan nieuwe inzichten en dat het advies daarmee omlaag ging.

Gemiddeld lag de kunstmestaanvoer (excl. bedrijf Bomers) van de Koeien & Kansen bedrijven in 1998 op 231 kg N/ha grasland, ongeveer evenveel als in 1997. Ook de drijfmestgiften lagen in 1998 op hetzelfde niveau als in 1997. Aangezien de adviezen lager lagen, zien we in de onderstaande figuur (Figuur 8) duidelijk dat meer bedrijven boven de lijn liggen en dus boven de adviezen bemestten.

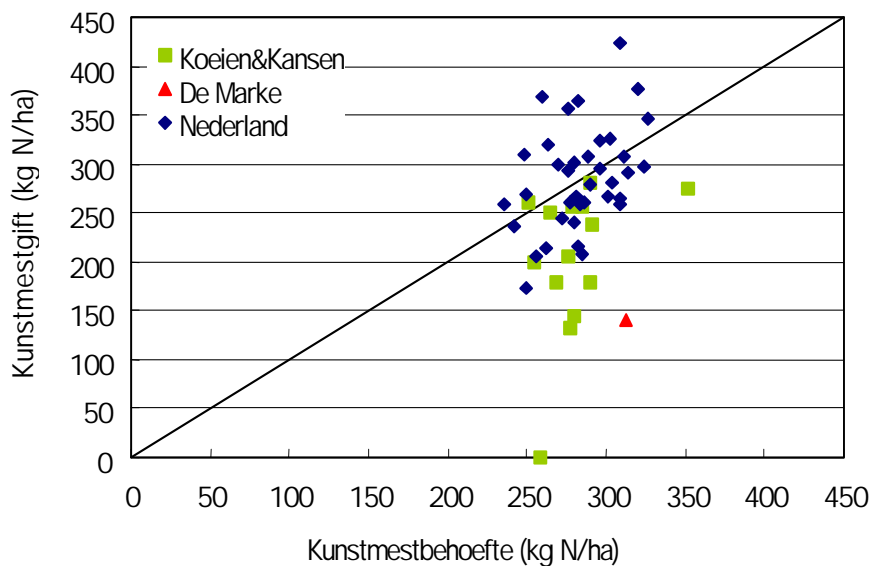
Figuur 8 Kunstmestbehoefte versus kunstmestgift (kg N/ha/jaar) voor de Koeien & Kansen bedrijven (gegevens 1998)



Absoluut gezien veranderde de gemiddelde bemesting in 1998 niet ten opzichte van 1997. Omdat de adviezen lager kwamen te liggen, bemestten meer Koeien & Kansen bedrijven boven het advies. Het lijkt er dus op dat het vernieuwde advies (Anonymus, 1998) niet direct werd opgevolgd.

Tot slot een vergelijking tussen de praktijk, Koeien & Kansen en De Marke. Uitgezet is de behoefte aan kunstmest (maximale advies = 400 kg – werkzame N uit dierlijke mest) en de werkelijke kunstmestgift (Figuur 9).

Figuur 9 Kunstmestbehoefte versus kunstmestgift (kg N/ha/jaar) voor de Koeien & Kansen bedrijven (gegevens 1998) en ook voor De Marke en Nederland



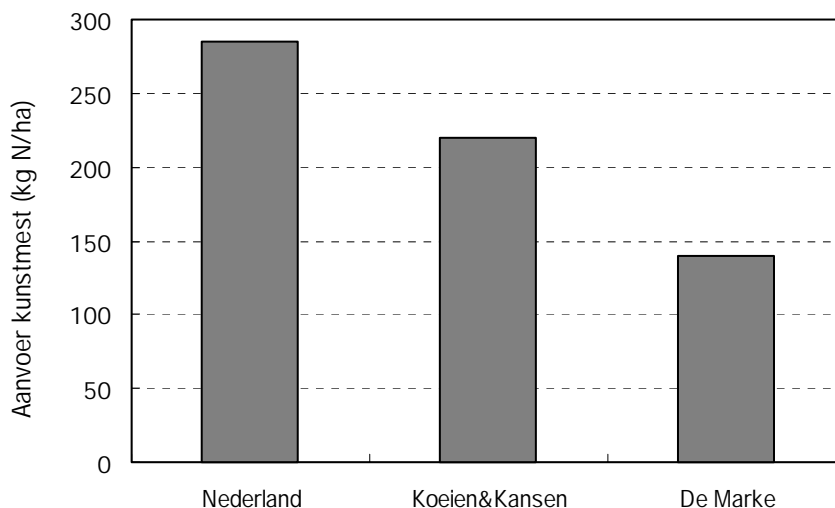
5 Discussie en Conclusie

De helft van de Nederlandse cultuurgrond bestaat uit grasland. Voor deze graslanden zijn bemestingsadviezen aanwezig. De bemestingsadvisering is gebaseerd op grondonderzoek. De adviezen voor de meeste elementen dateren van enkele decennia geleden. Het stikstofbemestingsadvies is echter van veel recentere datum.

J. Hassink (1995) onderzocht onder andere de relatie tussen het organische-stofgehalte van de grond en de stikstoflevering. Zijn bevindingen, gecombineerd met eerder onderzoek werden, onder andere door Th. Vellinga, omgezet in N-adviezen voor verschillende droge-stofopbrengsten (weide en maaisneden) gedurende het hele seizoen (van april tot en met september) en in N-jaaradviezen. Deze kennis is weer verwerkt in verschillende adviessystemen. Dat resulteerde in de situatie dat als een agrariër nu een grondonderzoek laat uitvoeren hij daar een uitgebreid bemestingsadvies bij krijgt. Naast schriftelijke toelichting op het verslag-grondonderzoek zijn er in Nederland vele wijzen van toelichting op de bemestingsadvisering mogelijk. Zowel het landbouwonderzoek als de landbouwvoorlichting, de kunstmestindustrie en de mengvoerindustrie hebben kennis in huis met betrekking tot bemesting.

In hoeverre de adviezen ook daadwerkelijk ingang vinden in de praktijk is op verschillende wijze onderzocht. Dat er grote verschillen zijn in de aanvoer van kunstmest blijkt onder andere uit Figuur 10.

Figuur 10 De kunstmestaanvoer (kg N/ha) in Nederland, van de deelnemers aan Koeien & Kansen en van De Marke



De Koeien & Kansen bedrijven bemesten veelal volgens de adviezen. Hun aanvoer is gemiddeld 220 kg N kunstmest/ha. De praktijk heeft een kunstmestgebruik van 285 kg N kunstmest/ha grasland, een verschil van meer dan 65 kg N/ha grasland. Bemesten boven de adviezen is niet zinvol omdat de adviezen zo zijn opgebouwd dat het opvolgen ervan moet resulteren in een economisch optimale landbouwkundige productie. De Marke zit op 140 kg N/ha bij (blijvend) grasland.

Ook in andere projecten in de afgelopen jaren zijn verschillende aspecten met betrekking tot het bemestingsadvies bekeken. Zo werd het N-advies getoetst op 54 praktijkbedrijven (Praktijkcijfers I, Stienezen *et al.*, 1999). Samenwerking tussen boeren, onderzoekers en voorlichters met als doel het zo goed mogelijk opvolgen van het bemestingsadvies leidde tot een overschrijding van het advies met gemiddeld slechts 14 kg N/ha.

Een hoge mate van samenwerking tussen onderzoeker, voorlichter en agrariër lijkt dus te resulteren in het opvolgen van de adviezen (Koeien & Kansen, praktijkcijfers). Dit vertaalt zich direct in een vermindering van de aanvoer van kunstmest. Het communiceren van de adviezen naar de grote praktijk (35.000 bedrijven) lijkt dan ook veel belangrijker dan het verbeteren van de adviezen.

Literatuur

- Aarts, H.F.M., E.E. Biewinga & A.B. Meijer, 1996.
 Evaluatierapport 1e fase project De Marke. De ontwikkeling van een bedrijfssysteem voor rendabele melkveehouderij op zandgrond binnen stringente milieunormen. De Marke rapport 13.
- Aarts, H.F.M., 2000.
 Resource management in a 'De Marke' dairy farming system. Proefschrift Wageningen Universiteit, Wageningen.
- Aarts, H.F.M., 2001, in prep.
 Startnotitie Koeien & Kansen, Koeien & Kansen rapport nr. 1, Lelystad.
- Anonymus, 1998.
 Adviesbasis bemesting grasland en voedergrassen. Themaboek November 1998. Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden, Lelystad.
- Anonymus, 1994.
 Adviesbasis bemesting grasland en voedergrassen. Informatie en Kennis Centrum Veehouderij, Afdeling Rundvee- Schapen- en Paardenhouderij, september 1994, Lelystad.
- Anonymus, 2000.
 Land- en tuinbouwcijfers 1999. Landbouw-Economisch Instituut en Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag.
- Beldman, A.C.G. & H. Prins, 1999.
 Analyse verschillen in mineralenoverschotten op gespecialiseerde melkveebedrijven (96/07). Landbouw-Economisch Instituut (LEI), Den Haag.
- Biewinga, E.E., H.F.M. Aarts & F.A. Donker, 1992.
 Melkveehouderij bij stringente milieunormen – Bedrijfs- en onderzoeksplan van het Proefbedrijf voor Melkveehouderij en Milieu, De Marke rapport nr. 1.
- Biewinga, E.E., H.F.M. Aarts, G.J. Hilhorst, F.C. van der Schans & C.K. de Vries, 1996.
 Duurzame melkveehouderij. Doelstellingen, bedrijf en onderzoek in de tweede fase van De Marke, De Marke rapport nr. 19.
- Eurostat, Yearbook, 2000.
- Fraters, D., L.M.J. Boumans, G. van Drecht, T. de Haan & D.W. de Hoop, 1998.
 Nitrogen monitoring in groundwater in sandy regions of the Netherlands. In: Hoek KW van der *et al.* (ed.), Proc. 1st International Nitrogen Conference, 23-27 March 1998, Noordwijkerhout, The Netherlands, pp. 479-485.
- Habekotté, B., H.F.M. Aarts, W.J. Corré, G.J. Hilhorst, H. van Keulen, J.J. Schröder, O.F. Schoumans & F.C. van der Schans, 1998.
 Duurzame melkveehouderij en fosfaatmanagement. Recente (1990-1997) en te verwachten resultaten van proefbedrijf De Marke en de betekenis voor praktijkbedrijven. Rapport 92 Ab-DLO, Wageningen.
- Hassink, J., 1995.
 Organic matter dynamics and N mineralization in grassland soils. Proefschrift Wageningen Universiteit, Wageningen.
- Hassink, J., 1996.
 Voorspellen van het stikstofleverend vermogen van graslandgronden. In: Loonen JWGM & Bach-deWit WEM (red.) Stikstof in beeld, Naar een nieuw bemestingsadvies op grasland. Ede, pp. 29-30.
- Hunt, I.V. 1974.
 Studies in response to fertilizer nitrogen. Part 6. Residual responses as nitrogen uptake. Journal of British Grassland Society 29: 69-73.
- Neeteson, J.J., 1999.
 Nitrogen and phosphorus management on Dutch dairy farms: Legislation and strategies to meet the regulations. Biology and Fertility of Soils.

- Oenema, O., P.C.M. Boers, M.M. van Eerdt, B. Fraters, H.G. van der Meer, C.W.J. Roest, J.J. Schröder & W.J. Willems, 1998.
Leaching of nitrate from agriculture to groundwater: the effect of policies and measures in The Netherlands.
In: K.W. van der Hoek et al. (ed.), Proc 1st International Nitrogen Conference, 23-27 March 1998.
Noordwijkerhout, The Netherlands, pp. 471-478.
- Stienezen, M., Th. Vellinga, T.J. van Middelkoop, D.J. den Boer & J. Breembroek, 1999.
Goed bemesten is moeilijker dan het lijkt. Praktijkonderzoek PR 99-3, Lelystad, pp. 24-26.
- Prins, W.H., 1980.
Limits to nitrogen fertilizer on grassland. Proefschrift Landbouwhogeschool Wageningen.
- Reijneveld, J.A., B. Habekotte, H.F.M. Aarts & J. Oenema, 2000.
Typical Dutch, zicht op verscheidenheid Nederlandse melkveehouderij. Koeien & Kansen rapport nummer 4
Lelystad; Plant Research International, Wageningen, nr. 8.
- Velling, Th.V., 1989.
De Nawerking van eerder gegeven stikstof. Rapport 109, Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden,
Lelystad.
- Vellinga, Th.V., 1998.
Verfijning bemestingsadvies 1998. Rapport 173, Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden,
Lelystad.
- Wieling, H. & M.A.E. de Wit, 1987.
Het groeiverloop van gras gedurende het seizoen. Rapport 105, Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en
Paarden, Lelystad.

Deel B

Fertilisation azotée des prairies: comparaison des préconisations aux Pays Bas et en France

Artikel voor Perspectives Agricoles

Revue éditée par l'Institut Techniques des Céréales et
des Fourrages (ITCF)

22 Avenue de Janvier
35042 Rennes cedex
France

1 Fertilisation azotée des prairies: comparaison des préconisations aux Pays Bas en France

Y. Le Gallic¹ et J.A. Reijneveld²

¹ ITCF 22 avenue de Janvier 35042 RENNES cedex, France

² Plant Research International, Agrosysteemkunde, P.O. Box 16, 6700 AA Wageningen, Pays Bas

Dans plusieurs régions européennes, notamment dans l'Ouest de La France et aux Pays Bas, la concentration de l'élevage pose des problèmes importants de fuites d'azote.

En 1999 la Station de la Jaillière et la Station de Recherche sur l'Élevage Bovin « De Marke » (PR, Pays Bas) ont signé un accord de partenariat pour partager leurs compétences respectives. Ce projet est centré sur la maîtrise des risques environnementaux. La Station expérimentale De Marke joue en effet un rôle très important dans ce domaine aux Pays Bas.

Premier sujet de comparaison, la fertilisation des prairies et les grilles de préconisation dans les deux pays.

Depuis la réunion technique du 25 février 1999 à Rennes la France possède une méthode de calcul de la dose annuelle. Aux Pays Bas, il existe des conseils opérationnels données cycle par cycle sur les bulletins d'analyse de sol.

2 Les grilles de préconisation proposées aux pays bas et leurs fondements : Des recommandations basées sur des analyses de sol

Les règles de préconisations sont basées sur de très nombreuses expérimentations effectuées au cours des dernières décennies. Les recommandations sont répertoriées dans la "Base de recommandation prairie et plantes fourragères" (anonymes, 1998).

2.1 Un conseil basé sur la connaissance par analyse de la fourniture d'azote du sol

La fourniture d'N du sol, qui est la base de la recommandation, est « la quantité d'azote prélevée par une prairie fauchée sans légumineuses et ne recevant aucune fertilisation azotée au cours de l'année » (Hassink, 1995). Elle correspond à la quantité totale d'azote mesurée par analyse dans les 10 premiers centimètres du sol.

Figure 1 Exemple d'analyse de sol pour un système d'exploitation à base de pâture et de fauche (50% de fauche pour la première coupe et 125% pour les autres coupes), sur un sol insensible à la sécheresse

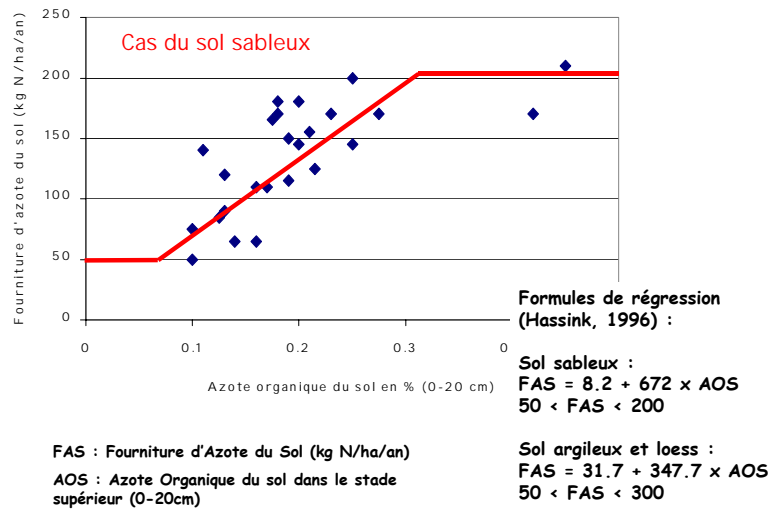
Résultat		Unité	Procédé				Résultat	
déterminé sur sol sec	Azote-total	mg N/100 g	N-élémentaire				450	
	fourniture d'N par le sol	kg N/ha					141	
	Rendement en kg de matière sèche/ha par cycle d'exploitation	Premier cycle	2ème cycle	Mai/Juin	Juillet	Août	Sept.	
	< 1000	69	0	12	12	12	12	
	1000-1500	89	5	32	32	32	29	
	1500-2000	106	24	49	48	47	41	
	2000-2500	119	41	64	60	56	50	
	2500-3000	129	56	77	68	63		
	>3000	135	69	87	74			

Dans cet exemple la fourniture d'N du sol est de 141 kg N/ha/an. Les préconisations sont données en dessous et sont divisées par cycle et par objectif de rendement. Ainsi par exemple pour un rendement de 2500-3000 kgMS/ha au premier cycle, la dose prescrite est de 129 kg N/ha.

On pourrait imaginer qu'un éleveur vise 1100 kg au premier cycle (déprimage) puis 1800 au second, 2400 au troisième etc. comme la succession des encadrés ci-dessus. Le niveau de fertilisation recommandé serait de **89** kg N/ha avant le premier cycle, **24** avant le second, **64** avant le troisième, etc.. Dans ce cas, si le 3ème cycle arrivait en juillet et non en mai/juin comme prévu, pour un même objectif de rendement (2400 kb MS/ha) la fertilisation préconisée serait de **60** kg N/ha.

Enfin, la succession des cases vertes correspondent aux successions de cycles les plus classiques aux Pays Bas avec deux niveaux d'intensification. Certaines cases sont vides. Cela veut dire que les configurations correspondantes ne peuvent pas exister.

Figure 2 Relation ente l'azote organique (0-20 cm) et la fourniture d'azote par le sol



2.2 Comment on été construites ces préconisations? d'où viennent les références nécessaires?

Il existe une relation entre l'azote mesuré dans les 10 premiers cm du sol et la fourniture d'azote du sol

Hassink (1995) a construit de nombreux abaques caractérisant cette relation en fonction du type de sol. La figure 2 en montre un exemple.

La quantité d'azote (mg N/100 g sol sec) dans un échantillon de sol de 0-10 cm est déterminée par la méthode du dosage de l'Azote-élémentaire (NEM). 98% de l'azote contenu dans le sol l'est sous forme organique. Les analyses de sol peuvent donc être faites à n'importe quelle période de l'année et sont indépendantes de la minéralisation d'été et d'automne. Ainsi la quantité de matière azotée organique (N-total) mesurée permet d'estimer la fourniture d'azote du sol.

Les préconisations de dose par cycle sont ensuite données à partir d'un modèle de croissance des prairies (GRAMIN)

Ce modèle est construit à partir de références sur la croissance des prairies d'une part (Prins, 1980; Wieling en De Wit, 1987) et sur l'effet de l'azote épandu d'autre part (Prins, 1980; Vellinga, 1988).

Avec ce modèle les apports optimaux pour chaque niveau de rendement sont déterminés par régression linéaire. Dans cette figure la relation est donnée pour le premier cycle. Pour les autres cycles il existe d'autres abaques tirés d'autres références. C'est en effet logique puisque le Coefficient Apparent d'Utilisation (CAU) varie au cours du temps.

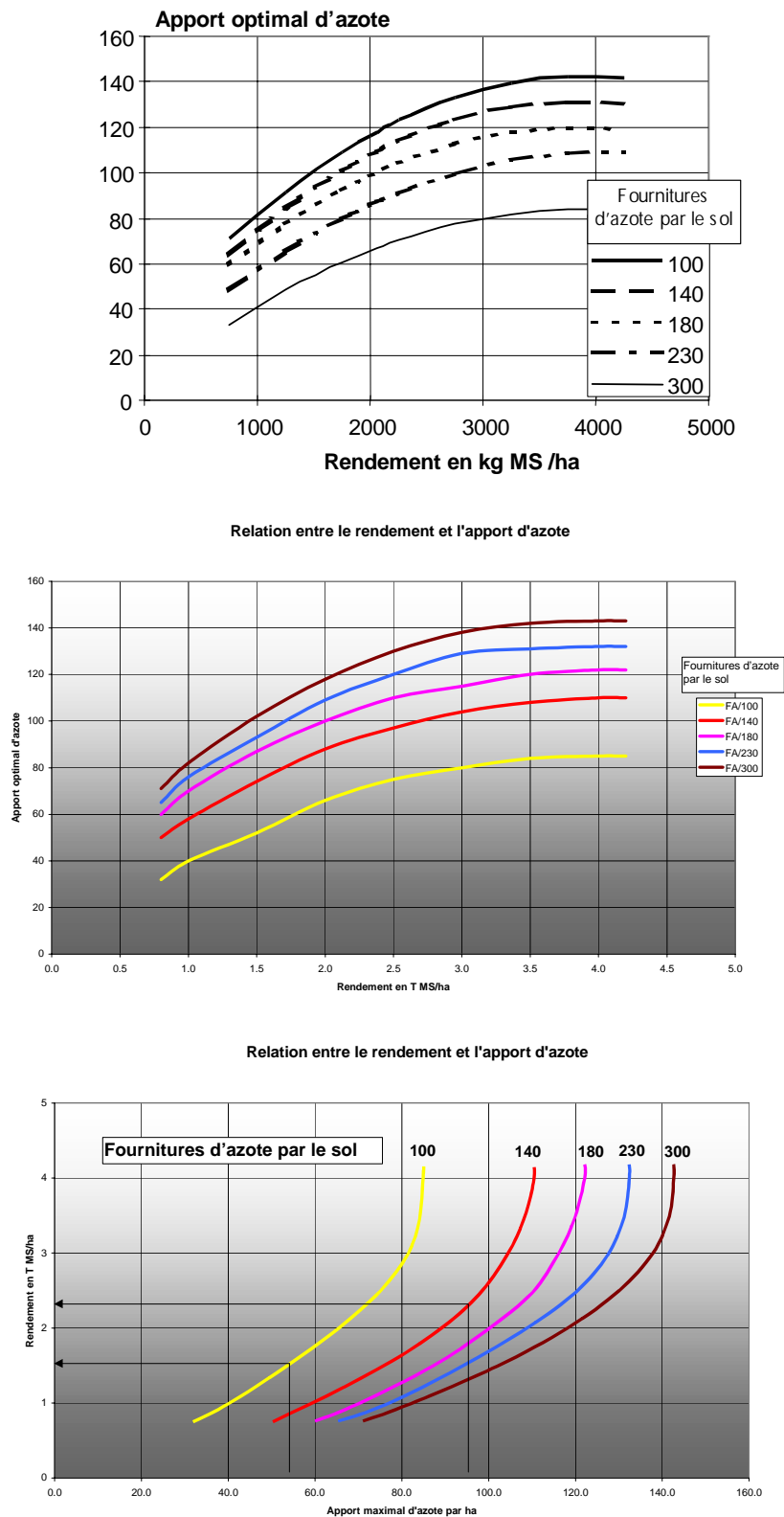
Les recommandations d'apport sont basées sur ces modèles de pousse mais tiennent aussi compte d'une certaine notion de la rentabilité de l'azote. On considère qu'il n'est plus rentable d'apporter de l'azote lorsque le rendement de l'azote est inférieur à 7.5 kg MS/ha pour 1 kg d'azote par ha.

Les recommandations sont aussi faites pour respecter un cycle moyen de 30 jours car si le rythme d'exploitation est supérieur à 30 jours l'herbe n'est plus valorisée correctement (perte d'appétence et de valeur fourragère) Enfin, un facteur de correction est appliqué aux préconisations données directement par le modèle pour tenir compte du mode d'utilisation des fourrages. En effet, l'herbe du premier cycle a une bonne valeur fourragère et constitue souvent la base de l'affouragement hivernal (elle est fauchée la plupart du temps). Pour obtenir une croissance rapide et des rendements élevés (et éventuellement pour prévenir une faible efficacité des engrais organiques) les doses recommandées pour ce cycle sont ainsi légèrement réévaluées par rapport à celles données par le modèle (par action positive de ce facteur). *Notons que cette utilisation du premier cycle est très différente de celle des éleveurs français qui privilégient un déprimage (donc une exploitation tôt mais à faible rendement).*

La dose prescrite pour le deuxième cycle est par contre plus basse. En effet, le premier cycle réagit fortement à l'azote fourni mais seulement 50 à 60 % de l'azote offert est effectivement exporté. L'azote excédentaire reste dans le sol, les chaumes et les racines sous une forme directement utilisable pour la prairie et a un effet important sur le deuxième cycle. Après le deuxième cycle il reste peu d'azote des apports précédents et les prescriptions pour les troisièmes et quatrièmes cycles sont un peu plus élevés.

La multitude des cas disponibles ne peut être exposé dans des grilles sous forme de brochure. Aussi pour réaliser leurs conseil les techniciens disposent maintenant d'un logiciel de calcul de fumure.

Figure 3 Relation entre l'apport d'azote au premier cycle et le rendement, en fonction de la fourniture d'azot du sol (Vellinga, 1998)



2.3 Les préconisations peuvent être diminuées pour satisfaire à la réglementation environnementale

La somme des recommandations par cycle donnent une dose annuelle c'est à dire maximale qui dépend et caractérise la fourniture d'N du sol, le système de pâturage, la sensibilité à la sécheresse du sol et le pourcentage de fauche. Or on a basé le calcul de ces préconisations maximales par cycle ou par année sur un objectif rendement optimal (plus de 7,5 kg MS par kg d'azote). Cependant, les exploitations agricoles sont soumises à une nouvelle réglementation appelé « Systèmes MINAS » (voir encadré).

MINeral Accounting System (MINAS) : Bilan global en minéraux (N,P)

La Communauté européenne impose des concentrations en nitrate dans l'eau souterraine inférieures à 50 mg/L. Il sera donc bientôt interdit d'épandre plus de 170 kg d'N d'engrais organique par hectare. Or cela est impossible pour la filière lait aux Pays Bas. En effet, le coût de la terre (35000 Euro soit environ 210 000 F par ha) a incité et incite toujours l'élevage à être le plus intensif possible. Ainsi la production d'engrais organique est très importante.

De ce fait un système de comptabilisation globale des minéraux à l'échelle de l'exploitation (MINAS) a été privilégié pour répondre aux objectifs environnementaux. Toutes les exploitations agricoles sont obligées d'enregistrer tout ce qui rentre (bétail acheté, fourrages grossiers, engrais organique, engrais minéral et concentrés) et tout ce qui sort de l'exploitation sous forme azotée et phosphatée (bétail vendu, fourrages grossiers, engrais organique et lait).

Azote entrant ⇒ **Exploitation agricole** ⇒ Azote sortant

La différence entre les entrées et les sorties ne peut dépasser des valeurs maximum autorisées. Une taxe est payée pour chaque unité d'élément fertilisant dépassant le surplus autorisé.

surplus d'N autorisé (pour 2003)	sol argileux et tourbeux	sol sableux
prairie	180	140
maïs	100	60

Ainsi les agriculteurs peuvent continuer à produire de façon intensive mais sont incités à avoir une gestion plus rigoureuse de l'azote. Par exemple, la Station De Marke satisfait à ces seuils tout en continuant à épandre 240 kg N d'engrais organique par hectare. Le système MINAS encourage donc la compétence professionnelle de l'agriculteur.

L'azote minéral constituant le plus grand facteur d'entrée (Beldman, Reijneveld), l'éleveur peut décider de réduire sa consommation annuelle d'engrais en dessous de la dose maximale que lui permettrait son potentiel, pour éviter les taxes. Dans ce cas on parle de doses annuelles « ajustées ». Les apports par cycle diminuent alors proportionnellement !

Par exemple si on reprend le même cas que précédemment (sol insensible à la sécheresse, dans un système d'exploitation « pâture + fauche » avec un pourcentage de fauche moyen) la fourniture d'azote du sol était de 140 kg N /ha/an et donnait une dose annuelle maximale recommandée de 345 kg N /ha/an. Pour éviter les taxes l'éleveur doit passer à une dose annuelle recommandée dit « ajustée » de 250 kg N /ha/an. Il reçoit au final la grille de préconisation de la figure 4 :

Figure 4 Réajustement des doses pour satisfaire la dose « ajustée »

Fourniture d'N du sol = 140 kg N/ha/an		Recommandations pour le premier cycle	
		Pour une dose annuelle maximale de	Pour une dose annuelle ajustée de
Rendement en kg de MS/ha par cycle		345	250
< 1000	Très faible pâture	69	51
1000-1500	Pâture faible	89	66
1500-2000	Pâture normale	106	79
2000-2500	Fauches extensives	119	89
2500-3000	Fauches normales	129	96
>3000	Fauches importantes	135	101

Evidemment en suivant ces recommandations plus basses les rendements sont plus faibles, mais pour les éleveurs qui disposent d'assez de fourrage grossier cela peut permettre de baisser le niveau d'intrant azoté.

2.4 Points forts et points faibles.

Cette méthode hollandaise est assez opérationnelle et se situe à un stade avancé de développement.

Points forts	Points faibles
Cette méthode se base sur des références précises et solides notamment sur la fourniture d'azote du sol.	Aucune aide n'est donnée pour choisir son objectif de rendement à chaque cycle.
Elle considère la variabilité des paramètres au cours du temps.	Il existe beaucoup de facteurs de correction basé sur une certaine part de subjectivité.
Elle donne ainsi des préconisations pour chaque période d'exploitation de la prairie.	Cette méthode donnant directement la dose par cycle sur le bulletin d'analyse, elle n'est pas pédagogique et laisse peu de place à l'interprétation ou aux modifications.
Les calculs sont intégrés dans un programme informatique ce qui simplifie le conseil.	
Ils se déclinent par des outils opérationnels (analyses de sol, fiches de préconisation par cycle et logiciels de fertilisation).	

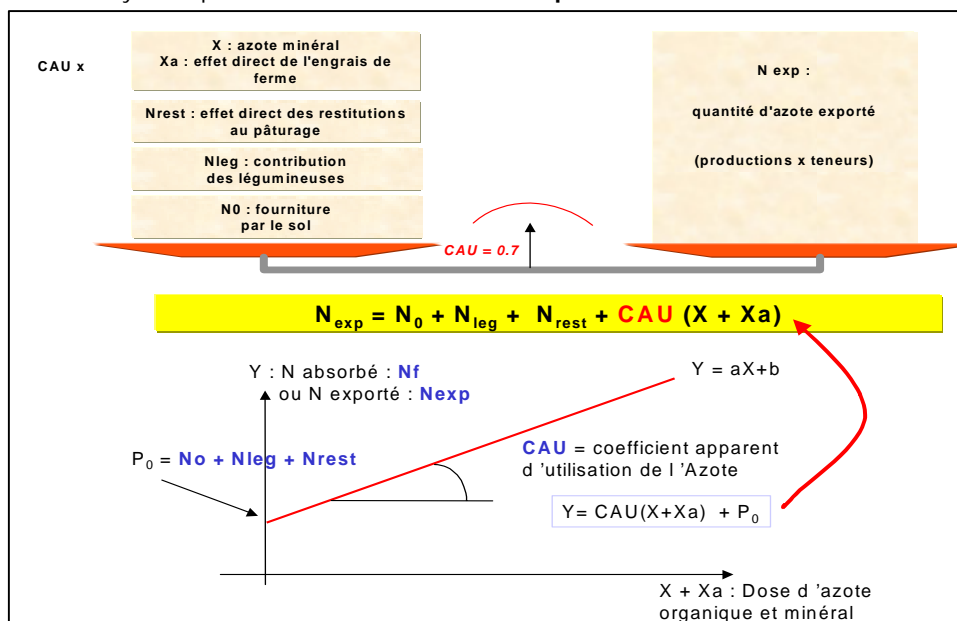
3 La méthode du bilan sur prairie en France

Elle concerne les prairies à base de graminées pures uniquement car on considère que dans les prairies d'association Ray Grass + Trèfle Blanc c'est la fixation symbiotique de l'azote par le trèfle blanc qui permet de couvrir les besoins de la prairie. Cette méthode est paramétrée pour les différentes régions d'élevage et a donné lieu à différentes publications (« Fertilisation azotée des prairies à dominante de graminées » en Pays de Loire – 1998 ; Journée technique « Fertilisation azotée dans l'ouest » 1999 p133 ; « fertilisation minérale et organique des prairies dans le centre et le Limousin » 2000 p 49, etc.). Elle a aussi été reprise en intégralité dans la revue Fourrages n° 164, donc nous ne nous attarderons pas ici sur le descriptif de la méthode.

3.1 Une méthode proche du bilan sur céréales

Elle est basée sur l'efficacité de l'engrais et fait donc appel au CAU (coefficient apparent d'utilisation) de l'engrais.

Figure 5 Schéma synthétique de la Méthode du bilan sur prairie



Elle s'applique à l'échelle de l'année ou d'une saison et la dose ainsi calculée doit ensuite être répartie pour chacun des cycles selon leur mode d'exploitation. Vous trouverez en double page la grille bretonne avec un exemple de calcul de dose annuelle.

La délicate estimation de l'objectif de production

Cette première étape est très délicate car elle nécessite des estimations. La principale méthode consiste à soustraire la consommation annuelle de fourrages conservés (maïs principalement) des besoins fourragers globaux du troupeau. En divisant le tout par la surface en prairie, on obtient le rendement moyen valorisé. Les besoins en fourrages des ruminants varient en fonction des différentes caractéristiques zootechniques du troupeau (production de lait, kg de concentrés pour les vaches laitières, âge et poids au vêlage pour les génisses par exemple).

On peut cependant simplifier dans une première approche en arrondissant les besoins globaux par UGB et par année à 5.5 tonnes de MS pour les vaches laitières et 5 tonnes pour les vaches allaitantes. Ainsi les besoins se calculent avec la formule :

$$\text{Valorisation moyenne de l'herbe} = \frac{(\text{nombre UGB} \times \text{besoin globaux} - \text{consommation maïs})}{\text{ha de prairies}}$$

Exemple pour 78 Vaches Allaitantes

$$\underbrace{(78 \text{ UGB} \times 5 \text{ t MS})}_{\text{besoins fourragers totaux}} - \underbrace{(15 \text{ ha maïs} \times 12 \text{ tMS utile/ha})}_{\text{consommation de maïs}}$$

pour 30 ha de prairies, cela fait 7 t MS valorisé /ha de prairie

Ensuite la production « au champ » doit être estimée par rapport à la production valorisée. Au pâturage, on réalise une correction de 10% (on multiplie par 1.1) pour tenir compte des pertes dues au piétinement ou à une sous-utilisation de la prairie. Dans le cas d'une fauche, on multiplie par 1.25 la valorisation moyenne pour tenir compte d'une perte minimale de 20% au stockage.

Le calculer du bilan

Tout d'abord, il est nécessaire de traduire les objectifs de rendement en quantité d'azote exporté, en multipliant les objectifs de rendement par les teneurs en azote qui dépendent du rythme d'exploitation : c'est le coefficient d'exportation.

Ensuite le principe, comme dans tout bilan, est d'ajuster la fertilisation organique et minérale aux exportations en tenant compte des fournitures « naturelles » par le sol, les légumineuses et les restitutions au pâturage. On peut donc remplir une grille des bilans telle que présentée dans le double page.

3.2 Un concept acquis ; des références manquantes. :

Pour utiliser cette méthode de façon opérationnelle il existe encore des améliorations à apporter :

Points forts	Points faibles
Elle permet de « décrire les différentes situations et d'intégrer variabilité française ».	Les références permettant de paramétrer la fourniture d'azote, la contribution des légumineuses et les restitutions au pâturages sont peu nombreuses.
Elle constitue ainsi un bon outil pédagogique.	Cette méthode ne donne qu'une dose annuelle qu'il faut répartir de façon encore arbitraire.
C'est une première étape dans la construction de d'une méthode plus solide. De nombreuses expérimentations dans le grand ouest sont menées pour obtenir plus de références notamment sur les fournitures d'azote par le sol.	Les références ne sont aussi que des moyennes annuelles.
	Les méthodes d'estimation de l'objectif de rendement sont difficiles.

4 Conclusion : Quels enseignements pouvons nous retirer de la comparaison?

Les fondements scientifiques des deux méthodes sont fondamentalement les mêmes : C'est la méthode des bilans. Le modèle de croissance des prairies (GRAMIN) sur lequel se base les préconisations hollandaises (fig 3) correspond exactement à la courbe de réponse théorique de l'azote et donc à la formule du bilan français (fig 5) ; à la différence près qu'il est fondée sur des références réelles. La formule de la « méthode des bilans française » ne s'occupe en fait que de la partie linéaire de cette courbe. De plus, le modèle hollandais prend en compte directement le rendement en fonction des fournitures d'azote du sol alors que la méthode française traduit le tout en « azote exporté » lui même dépendant du rendement mais aussi du mode d'exploitation.

De plus la minéralisation du sol (et donc la fourniture d'azote par le sol) augmente au cours de la saison de pâturage et cette méthode intègre ces variations temporelles. Elle intègre donc tous les facteurs au sein d'un modèle informatique.

Par contre il est incontestable dans un futur proche que les préconisations en France se déclinent par cycle comme aux Pays Bas.

Les Pays Bas possèdent des références précises de la fourniture d'azote du sol et cela milite pour que de telles références soient acquises dans l'Ouest de la France. Cependant la grande variabilité des situations pédo-climatiques y rend l'opération beaucoup plus difficile et lente. Malgré tout l'observation des préconisations aux Pays bas nous permet d'améliorer l'orientation de ces expérimentations.

Deel C

Fertilisation azotée des prairies: Comparaison des préconisations aux Pays Bas et en France

Artikel voor Fourrages

Revue éditée par l'AFPF
(Association Française pour la Production Fourragère)

Institut National de la Recherche Agronomique
RD10
78026 Versailles Cédex
France

www.inra.fr./fourrages/index.htm

1 Fertilisation azotée des prairies: comparaison des préconisations aux Pays Bas et en France

Y. Le Gallic¹ et J.A. Reijneveld²

¹ ITCF 22 avenue de Janvier 35042 RENNES cedex, France

² Plant Research International, Agrosysteemkunde, P.O. Box 16, 6700 AA Wageningen, Pays Bas

Dans plusieurs régions européennes, notamment dans l'Ouest de La France et aux Pays Bas, la concentration de l'élevage pose des problèmes importants de fuites d'azote.

En 1999 l'Institut Technique des Céréales et des Fourrages (France), le « Plant Research International » (Pays Bas) et la Station de Recherche sur l'Élevage Bovin (PR, Pays Bas) ont signé un accord de partenariat pour partager leurs compétences respectives. Ce projet est centré sur la maîtrise des risques environnementaux. La Station expérimentale De Marke joue en effet un rôle très important dans ce domaine aux Pays Bas.

Premier sujet de comparaison, la fertilisation des prairies et les grilles de préconisation dans les deux pays. Depuis la réunion technique du 25 février 1999 à Rennes la France possède une méthode de calcul de la dose annuelle. Aux Pays Bas, il existe des conseils opérationnels données cycle par cycle sur les bulletins d'analyse de sol.

2 Les grilles de préconisation proposées aux pays bas et leurs fondements : Des recommandations basées sur des analyses de sol

Les règles de préconisations sont basées sur de très nombreuses expérimentations effectuées au cours des dernières décennies. Les recommandations sont répertoriées dans la "Base de recommandation prairie et plantes fourragères" (anonymes, 1998) à laquelle la plupart des organisations agricoles ont participé (LTO, NMI, DLV, PAV, PR, Blgg Oosterbeek, AB-DLO et IKC-L).

Aux Pays Bas, 90% des prairies sont constituées de Ray grass. La part de fauche dans les prairies y est beaucoup plus importante qu'en France. Environ 70% de la surface est fauchée au début du printemps et 200% sur l'ensemble de la saison. Environ 50% des systèmes permettent aux vaches de pâturer jour et nuit et 50 % seulement le jour.

2.1 Un conseil basé sur la connaissance par analyse de la fourniture d'azote du sol

La fourniture d'N du sol, qui est la base de la recommandation, est « la quantité d'azote prélevée par une prairie fauchée sans légumineuses et ne recevant aucune fertilisation azotée au cours de l'année » (Hassink, 1995). Elle correspond à la quantité totale d'azote mesurée par analyse dans les 10 premiers centimètres du sol.

Figure 1 Exemple d'analyse de sol pour un système d'exploitation à base de pâture et de fauche (50% de fauche pour la première coupe et 125% pour les autres coupes), sur un sol insensible à la sécheresse

Résultat		Unité	Procédé				Résultat
déterminé sur sol sec	Azote-total	mg N/100 g	N-élémentaire				450
	fourniture d'N par le sol	kg N/ha					141
Rendement en kg de matière sèche/ha par cycle d'exploitation		Premier cycle	2ème cycle	Mai/Juin	Juillet	Août	Sept.
< 1000	Pâturage très léger	69	0	12	12	12	12
1000-1500	Pâturage léger	89	5	32	32	32	29
1500-2000	Pâturage normale	106	24	49	48	47	41
2000-2500	Fauches extensives	119	41	64	60	56	50
2500-3000	Fauches normales	129	56	77	68	63	
>3000	Fauches importantes	135	69	87	74		

Dans cet exemple la fourniture d'N du sol est de 141 kg N/ha/an. Les préconisations sont données en dessous et sont divisées par cycle et par objectif de rendement. Ainsi par exemple pour un rendement de 2500-3000 kgMS/ha (fauches normales) au premier cycle, la recommandation est de 129 kg N/ha.

On pourrait imaginer qu'un éleveur vise 1100 kg au premier cycle (déprimage) puis 1800 au second, 2400 au troisième etc.. comme la succession des encadrés ci-dessus. Le niveau de fertilisation recommandé serait de **89** kg N/ha avant le premier cycle, **24** avant le second, **64** avant le troisième, etc.. Dans ce cas, si le 3ème cycle arrivait en juillet et non en mai/juin comme prévu, pour un même objectif de rendement (2400 kb MS/ha) la fertilisation préconisée serait de **60** kg N/ha.

Enfin, la succession des cases vertes correspondent aux successions de cycles les plus classiques aux Pays Bas avec deux niveaux d'intensification. Certaines cases sont vides. Cela veut dire que les configurations correspondantes ne peuvent pas exister.

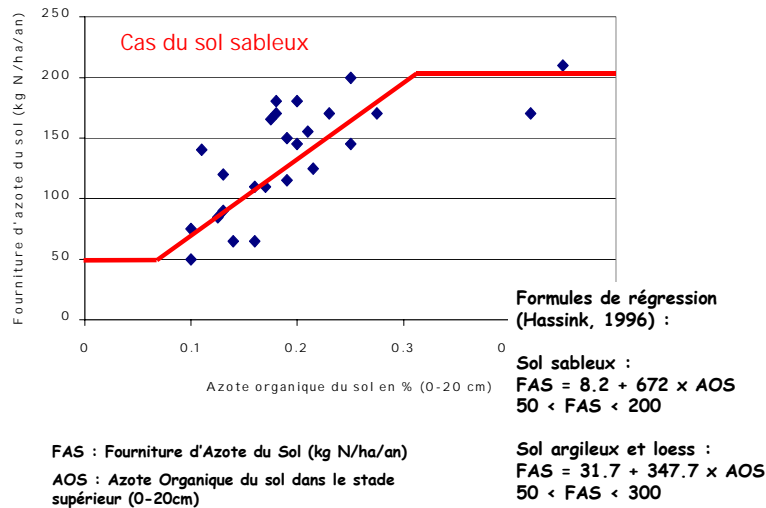
Remarque : Pour des raisons de lisibilité les catégories de rendement correspondent à des modes d'exploitations. Par exemple le rendement de 1000-1500 kg/ha est défini comme "pâturage léger", c'est-à-dire que dans la plupart des cas, ce niveau de rendement correspond plutôt à un mode d'exploitation de type « pâturage léger ». Cependant, c'est l'objectif de rendement qui importe et il peut très bien arriver qu'un éleveur se trouve dans la situation d'une fauche à 1200 kg MS/ha. L'indication du mode d'exploitation n'est donnée que pour aider l'éleveur à estimer son objectif de rendement.

2.2 Comment on été construites ces préconisations? d'où viennent les références nécessaires?

Il existe une relation entre l'azote mesuré dans les 10 premiers cm du sol et la fourniture d'azote du sol

Hassink (1995) a construit de nombreux abaques caractérisant cette relation en fonction du type de sol. La figure 2 en montre un exemple.

Figure 2 Relation ente l'azote organique (0-20 cm) et la fourniture d'azote par le sol



La quantité d'azote (mg N/100 g sol sec) dans un échantillon de sol de 0-20 cm est déterminée par la méthode du dosage de l'Azote-élémentaire (NEM). Pour faciliter l'échantillonnage on prend toujours des carottes de 10 cm de profondeur au lieu de 20. Il y a un coefficient de conversion entre la valeur mesurée dans les 10 premiers cm et celles des 20 premiers cm (Steinezen, 1998). De plus 98% de l'azote contenu dans le sol l'est sous forme organique. Les analyses de sol peuvent donc être faites à n'importe quelle période de l'année et sont indépendantes de la minéralisation d'été et d'automne. Ainsi la quantité de matière azotée organique (N-total) mesurée permet d'estimer la fourniture d'azote du sol.

Les préconisations de dose par cycle sont ensuite données à partir d'un modèle de croissance des prairies (GRAMIN).

Ce modèle est construit à partir de références sur la croissance des prairies d'une part (Prins, 1980; Wieling en De Wit, 1987) et sur l'effet de l'azote épandu d'autre part (Prins, 1980; Vellinga, 1988).

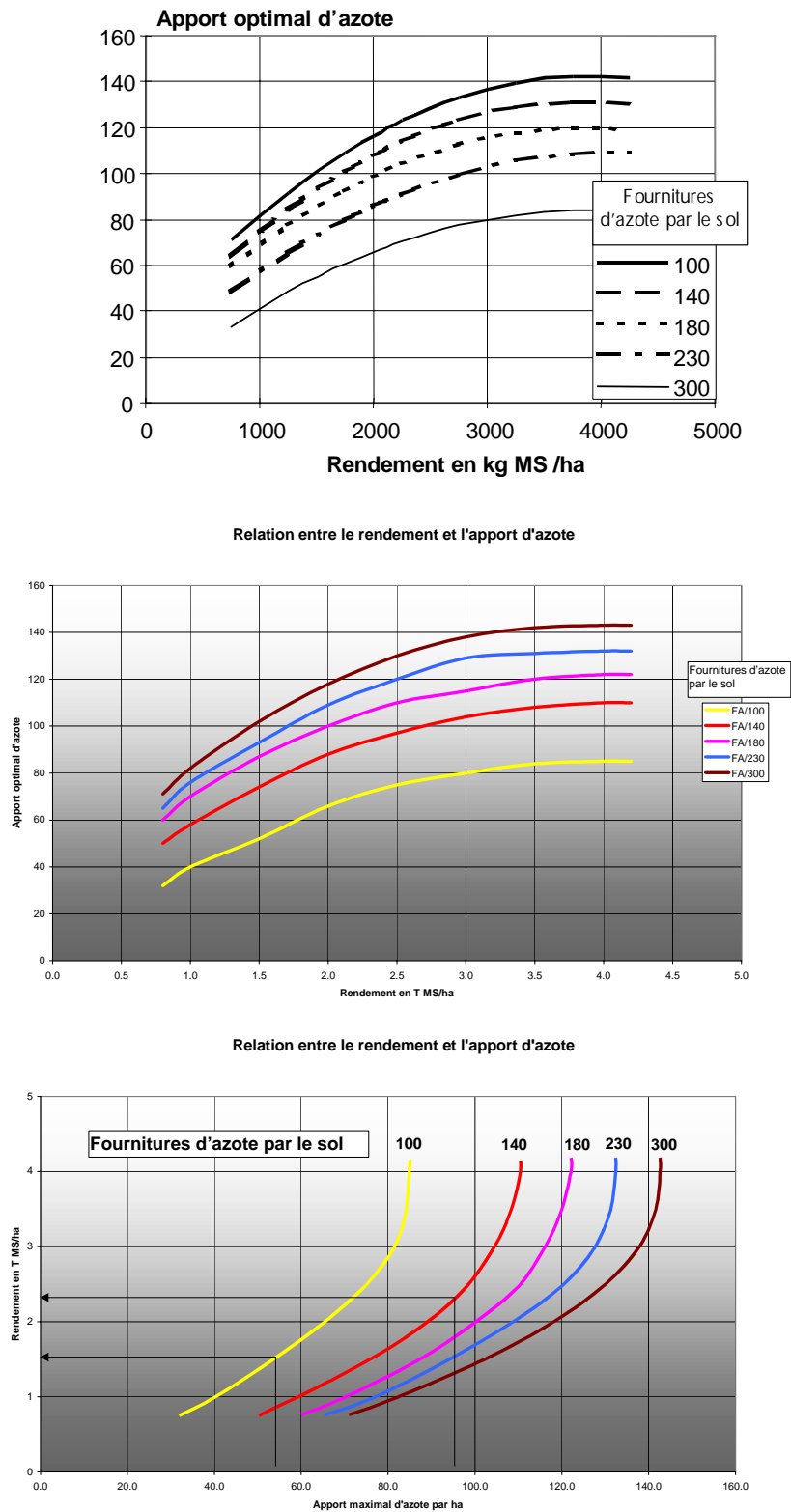
Avec ce modèle les apports optimaux pour chaque niveau de rendement sont déterminés par régression linéaire. Dans cette figure la relation est donnée pour le premier cycle. Pour les autres cycles il existe d'autres abaques tirés d'autres références. C'est en effet logique puisque le Coefficient Apparent d'Utilisation (CAU) varie au cours du temps.

Les recommandations d'apport sont basées sur ces modèles de pousse mais tiennent aussi compte d'une certaine notion de la rentabilité de l'azote. On considère qu'il n'est plus rentable d'apporter de l'azote lorsque le rendement de l'azote est inférieur à 7.5 kg MS/ha pour 1 kg d'azote par ha.

Les recommandations sont aussi faites pour respecter un cycle moyen de 30 jours car si le rythme d'exploitation est supérieur à 30 jours l'herbe n'est plus valorisée correctement (perte d'appétence et de valeur fourragère).

Enfin, un facteur de correction est appliqué aux préconisations données directement par le modèle pour tenir compte du mode d'utilisation des fourrages.

Figure 3 Relation entre l'apport d'azote au premier cycle et le rendement, en fonction de la fourniture d'azote du sol (Vellinga, 1998)



En effet, l'herbe du premier cycle a une bonne valeur fourragère et constitue souvent la base de l'affouragement hivernal (elle est fauchée la plupart du temps).

Pour obtenir une croissance rapide et des rendements élevés (et éventuellement pour prévenir une faible efficacité des engrais organiques) les doses recommandées pour ce cycle sont ainsi légèrement réévaluées par rapport à celles données par le modèle (par action positive de ce facteur). Notons que cette utilisation du premier cycle est très différente de celle des éleveurs français qui privilégient un déprimage (donc une exploitation tôt mais à faible rendement).

La dose prescrite pour le deuxième cycle est par contre plus basse. En effet, le premier cycle réagit fortement à l'azote fourni mais seulement 50 à 60 % de l'azote offert est effectivement exporté. L'azote excédentaire reste dans le sol, les chaumes et les racines sous une forme directement utilisable pour la prairie et a un effet important sur le deuxième cycle.

Après le deuxième cycle il reste peu d'azote des apports précédents et les prescriptions pour les troisièmes et quatrièmes cycles sont un peu plus élevés.

La multitude des cas disponibles ne peut être exposé dans des grilles sous forme de brochure. Aussi pour réaliser leurs conseil les techniciens disposent maintenant d'un logiciel de calcul de fumure.

2.3 Les préconisations peuvent être diminuées pour satisfaire à la réglementation environnementale

La somme des recommandations par cycle donnent une recommandation annuelle c'est à dire maximale qui dépend et caractérise la fourniture d'N du sol, le système de pâturage, la sensibilité à la sécheresse du sol et le pourcentage de fauche.

◆ La fourniture d'N du sol

Figure 4 Dose annuelle, à différent niveaux de fourniture d'azote du sol, sur un sol non sensible à la sécheresse, dans un système à 50% de fauche au premier cycle et 175% sur l'ensemble de la saison d'exploitation

Fourniture d'N du sol (kg N/ha/an)	Dose annuelle maximale (kg N/ha/an)
50	395
100	370
140	345
180	315
230	275
300	230

Par exemple, un sol sableux très pauvre avec une fourniture du sol de 100 kg N/ha/an nécessitera un apport de 370 kg N/ha/an. Un sol tourbeux à bonne rétention d'eau aura une fourniture de 300 kg N/ha/an, et une dose recommandée de 230 kg N.

◆ Usage des prairies

Figure 5 Dose annuelle, pour différent mode d'exploitation fourragère

(Fourniture d'N du sol = 140 kg N/ha)	Dose annuelle maximale (kg N/ha/an)
Pâturage + fauche	345
affouragement	365
Full grazing	335

Ainsi dans une zone à fourniture de 140 kg N/ha le système pâturage plus fauche (le plus commun) nécessite 345 kg N/ha/an.

Dans les systèmes d'affouragement en vert les rendements doivent être de 2300 kg MS/ha à chaque cycle. Les doses annuelles recommandées seront donc plus hautes (365 kg N/ha).

◆ La sensibilité à la sécheresse

Dans les zones à forte sensibilité à la sécheresse la croissance de l'herbe est plus lente et le nombre de cycles par an est moins important. Il en résulte une moindre fertilisation.

◆ Pourcentage de fauche

L'influence du pourcentage de fauche sur la dose prescrite est très faible. Certes une coupe en fauche demande un apport élevé, mais cela est compensé par une période de croissance longue.

On a ainsi basé le calcul de ces préconisations maximales par cycle ou par année sur un objectif rendement optimal (plus de 7,5 kg MS par kg d'azote). Cependant, les exploitations agricoles sont soumises à une nouvelle réglementation appelé « Systèmes MINAS » (voir encadré).

MINeral Accounting System (MINAS) : Bilan global en minéraux (N,P)

La Communauté européenne impose des concentrations en nitrate dans l'eau souterraine inférieures à 50 mg/L. Il sera donc bientôt interdit d'épandre plus de 170 kg d'N d'engrais organique par hectare. Or cela est impossible pour la filière lait aux Pays Bas. En effet, le coût de la terre (35000 Euro soit environ 210 000 F par ha) a incité et incite toujours l'élevage à être le plus intensif possible. Ainsi la production d'engrais organique est très importante.

De ce fait un système de comptabilisation globale des minéraux à l'échelle de l'exploitation (MINAS) a été privilégié pour répondre aux objectifs environnementaux. Toutes les exploitations agricoles sont obligées d'enregistrer tout ce qui rentre (bétail acheté, fourrages grossiers, engrais organique, engrais minéral et concentrés) et tout ce qui sort de l'exploitation sous forme azotée et phosphatée (bétail vendu, fourrages grossiers, engrais organique et lait).

Azote entrant ⇒ **Exploitation agricole** ⇒ Azote sortant

La différence entre les entrées et les sorties ne peut dépasser des valeurs maximum autorisées. Une taxe est payée pour chaque unité d'élément fertilisant dépassant le surplus autorisé.

surplus d'N autorisé (pour 2003)	sol argileux et tourbeux	sol sableux
prairie	180	140
maïs	100	60

Ainsi les agriculteurs peuvent continuer à produire de façon intensive mais sont incités à avoir une gestion plus rigoureuse de l'azote. Par exemple, la Station De Marke satisfait à ces seuils tout en continuant à épandre 240 kg N d'engrais organique par hectare. Le système MINAS encourage donc la compétence professionnelle de l'agriculteur.

L'azote minéral constituant le plus grand facteur d'entrée (Beldman, Reijneveld), l'éleveur peut décider de réduire sa consommation annuelle d'engrais en dessous de la dose maximale que lui permettrait son potentiel, pour éviter les taxes. Dans ce cas on parle de recommandation annuelles « ajustées ». Les apports par cycle diminuent alors proportionnellement !

Par exemple si on reprend le même cas que précédemment (sol insensible à la sécheresse, dans un système d'exploitation « pâture + fauche » avec un pourcentage de fauche moyen) la fourniture d'azote du sol était de 140 kg N /ha/an et donnait une dose annuelle maximale recommandée de 345 kg N /ha/an. Pour éviter les taxes l'éleveur doit passer à une dose annuelle recommandée dit « ajustée » de 250 kg N /ha/an. Il reçoit au final la grille de préconisation de la figure 6 :

Figure 6 Réajustement des doses pour satisfaire la dose « ajustée »

Fourniture d'N du sol = 140 kg N/ha/an		Recommandations pour le premier cycle	
		Pour une dose annuelle maximale de	Pour une dose annuelle ajustée de
Rendement en kg de MS/ha par cycle		345	250
< 1000	Très faible pâture	69	51
1000-1500	Pâture faible	89	66
1500-2000	Pâture normale	106	79
2000-2500	Fauches extensives	119	89
2500-3000	Fauches normales	129	96
>3000	Fauches importantes	135	101

Evidemment en suivant ces recommandations plus basses les rendements sont plus faibles, mais pour les éleveurs qui disposent d'assez de fourrage grossier cela peut permettre de baisser le niveau d'intrant azoté.

Remarque : Comme il y a très peu de céréales à paille dans les assolements des exploitations laitières l'immense majorité des déjections se trouve sous forme de **lisier** et son utilisation **sur les prairies est nécessaire**. Par contre **l'enfouissement du lisier est obligatoire** et les **fosses sont systématiquement couvertes** pour éviter les pertes par volatilisation.

2.4 Points forts et points faibles.

Cette méthode hollandaise est assez opérationnelle et se situe à un stade avancé de développement.

Points forts	Points faibles
Cette méthode se base sur des références précises et solides notamment sur la fourniture d'azote du sol.	Aucune aide n'est donnée pour choisir l'objectif de rendement à chaque cycle.
Elle considère la variabilité des paramètres au cours du temps.	Il existe beaucoup de facteurs de correction basé sur une certaine part de subjectivité.
Elle donne ainsi des préconisations pour chaque période d'exploitation de la prairie.	Cette méthode donnant directement la dose par cycle sur le bulletin d'analyse n'est pas pédagogique et laisse peu de place à l'interprétation ou aux modifications.
Les calculs sont intégrés dans un programme informatique ce qui simplifie le conseil.	
Ils se déclinent par des outils et un conseil opérationnel (analyses de sol, fiches de préconisation par cycle et logiciels de fertilisation).	

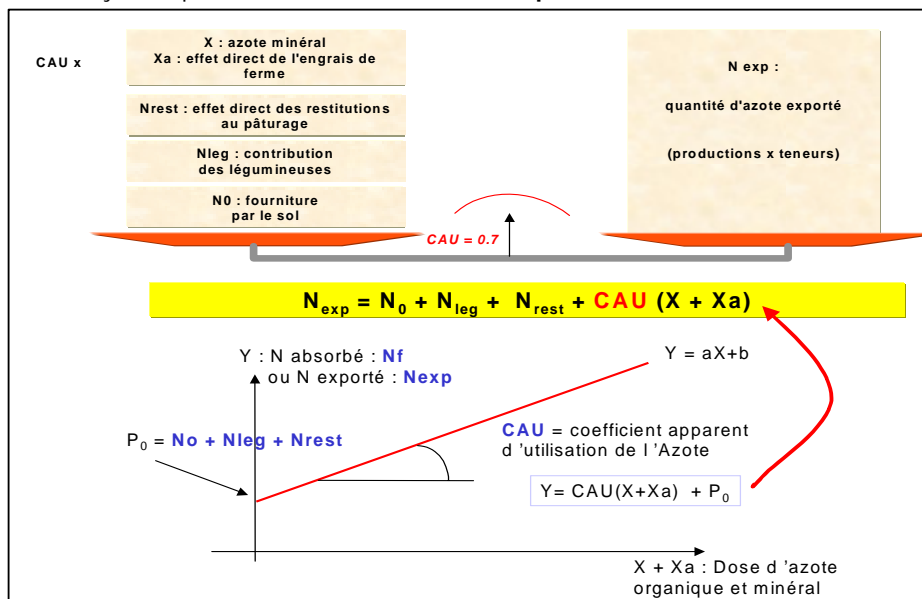
3 La méthode du bilan sur prairie en France

Elle concerne les prairies à base de graminées pures uniquement car on considère que dans les prairies d'association Ray Grass + Trèfle Blanc c'est la fixation symbiotique de l'azote par le trèfle blanc qui permet de couvrir les besoins de la prairie. Cette méthode est paramétrée pour les différentes régions d'élevage et a donné lieu à différentes publications (« Fertilisation azotée des prairies à dominante de graminées » en Pays de Loire – 1998 ; Journée technique « Fertilisation azotée dans l'ouest » 1999 p133 ; « fertilisation minérale et organique des prairies dans le centre et le Limousin » 2000 p 49, etc.). Elle a aussi été reprise en intégralité dans la revue française Fourrages n° 164.

3.1 Une méthode proche du bilan sur céréales (ou comment ça marche)

Elle est basée sur l'efficacité de l'engrais et fait donc appel au CAU (coefficient apparent d'utilisation) de l'engrais.

Figure 7 Schéma synthétique de la Méthode du bilan sur prairie.



Elle s'applique à l'échelle de l'année ou d'une saison et la dose ainsi calculée doit ensuite être répartie pour chacun des cycles selon leur mode d'exploitation. Vous trouverez en double page la grille bretonne avec un exemple de calcul de dose annuelle.

La délicate estimation de l'objectif de production

Cette première étape est très délicate car elle nécessite des estimations. La principale méthode consiste à soustraire la consommation annuelle de fourrages conservés (mais principalement) des besoins fourragers globaux du troupeau. En divisant le tout par la surface en prairie, on obtient le rendement moyen valorisé. Les besoins en fourrages des ruminants varient en fonction des différentes caractéristiques zootechniques du troupeau (production de lait, kg de concentrés pour les vaches laitières, âge et poids au vêlage pour les génisses par exemple). A titre indicatif, la figure 8 donne les besoins en fourrages pour les vaches laitières sur une année.

Figure 8 Besoins en fourrages des vaches laitières selon le niveau de production (kg MS/vache laitière/an) pour une valeur énergétique du fourrage à 0.925 UFL/kg MS(Source : EDE de Bretagne – Institut de l'Elevage

		Production de lait à 4%										
		5000	5500	6000	6500	7000	7500	8000	8500	9000	9500	10000
Kg concentrés par vache	200	4860	5130									
	300	4760	5040	5320	5590							
	400	4670	4950	5220	5500	5780						
	500	4580	4850	5130	5410	5680	5960					
	600	4480	4760	5040	5310	5590	5870	6140				
	700	4390	4670	4940	5220	5500	5770	6050	6330			
	800	4300	4570	4850	5130	5400	5680	5960	6230			
	900		4480	4760	5030	5310	5590	5860	6140	6420		
	1000			4660	4940	5220	5490	5770	6050	6320	6600	
	1100				4850	5130	5400	5680	5960	6230	6510	6780
	1200					5030	5310	5590	5860	6140	6410	6690
	1300						5220	5490	5770	6040	6320	6600
	1400							5400	5680	5950	6230	6500
	1500								5580	5860	6140	6410
	1600								5490	5770	6040	6320
	1700									5670	5950	6230
	1800									5580	5860	6130
	1900										5760	6040
	2000											5950

On peut cependant simplifier dans une première approche en arrondissant les besoins globaux par UGB et par année à 5.5 tonnes de MS pour les vaches laitières et 5 tonnes pour les vaches allaitantes. Ainsi les besoins se calculent avec la formule :

$$\text{Valorisation moyenne de l'herbe} = \frac{(\text{nombre UGB} \times \text{besoin globaux} - \text{consommation maïs})}{\text{ha de prairies}}$$

Exemple pour 78 Vaches Allaitantes

$$\underbrace{(78 \text{ UGB} \times 5 \text{ t MS})}_{\text{besoins fourragers totaux}} - \underbrace{(15 \text{ ha maïs} \times 12 \text{ tMS utile/ha})}_{\text{consommation de maïs}}$$

↳ pour 30 ha de prairies, cela fait 7 t MS valorisé /ha de prairie

Ensuite la production « au champ » doit être estimée. Au pâturage, on réalise une correction de 10% (on multiplie par 1.1) pour tenir compte des pertes dues au piétinement ou à une sous-utilisation de la prairie. Dans le cas d'une fauche, on multiplie par 1.25 la valorisation moyenne pour tenir compte d'une perte minimale de 20% au stockage.

Remarque : Ces estimations sont dans une logique totalement opposée à celle qui prime aux Pays-Bas. Les néerlandais considèrent en effet qu'il y a moins de pertes en fauche qu'à la pâture. TRUE, I promised to find an article, I'll make an effort. On voit donc ici une première et grande limite de cette méthode qui est faite de beaucoup d'estimation et qui est influencé par une sorte « d'emprunte culturelle ».

Ensuite, calculer son bilan

Tout d'abord, il est nécessaire de traduire les objectifs de rendement en quantité d'azote exporté, en multipliant les objectifs de rendement par les teneurs en azote qui dépendent du rythme d'exploitation : c'est le coefficient d'exportation (fig 9). En effet, plus un cycle est lent, plus la biomasse lors de la coupe est importante et plus l'azote contenue dans cette biomasse est « diluée » .

Figure 9 Estimation de l'azote apporté.

$$N_{exp} = \text{Objectif de production} \times \text{Teneur en azote}$$

$$N_{exp} = t \text{ MS/ha} \times \text{kgN/t MS}$$

Mode d'exploitation	en kg N/t MS
Pâturage à rotation rapide (retour toutes les 3 semaines) ou continu	30
Pâturage à rotation lente (retour toutes les 5 semaines)	25
Ensilage	25
Foin précoce (fin mai) et foin de repousse	20
Foin tardif de 1er cycle (fin juin)	15

Exemple : 8 t x 25 kg/t = 200 kg N

Ensuite le principe, comme dans tout bilan, est d'ajuster la fertilisation organique et minérale aux exportations en tenant compte des fournitures « naturelles » par le sol, les légumineuses et les restitutions au pâturage. On peut donc remplir une grille des bilans telle que présentée dans le double page.

Les fournitures d'azote par le sol correspondent à la minéralisation de l'azote du sol. Elles dépendent du passé de fertilisation évidemment mais aussi du niveau de pousse durant l'été. Elles sont plus importantes pour des prairies installées (plus de 6 mois). Les valeurs données dans le tableau du double page sont des estimations extrapolant les maigres références des stations expérimentales bretonnes. Il existe donc de fait de grandes incertitudes quand au paramétrage de ce facteur qui peut aller de 20 unités à 160.

Les restitutions au pâturage sont très difficiles à estimer. Certains le font en comptabilisant le nombre de jours de présence au pâturage (on considère grossièrement que les effets directs annuels de 100 UGB jours de pâturage sont proches de 10 kg d'azote par ha). Mais le calcul de ces « UGB jours de pâturage » est délicat. La grille des bilans bretonne propose plutôt de les estimer en fonction du système en supposant que le nombre de jours de pâturage est fonction de la part de maïs et du niveau de chargement moyen de l'exploitation.

Enfin, le trèfle blanc contribue aussi à apporter de l'azote à la prairie.

3.2 Les références acquises ; les références manquantes. : et de la méthode française

Pour utiliser cette méthode de façon opérationnelle il existe encore des améliorations à apporter :

Points forts	Points faibles
Elle permet de « décrire les différentes situations et d'intégrer variabilité française ».	Cette méthode ne donne qu'une dose annuelle qu'il faut répartir de façon encore arbitraire.
Elle constitue ainsi un bon outil pédagogique.	Les références ne sont aussi que des moyennes annuelles.
C'est une première étape dans la construction de quelque chose de plus solide et de nombreuses expérimentations dans le grand ouest sont menées pour obtenir plus de références notamment sur les fournitures d'azote par le sol.	Les méthodes d'estimation de l'objectif de rendement sont difficiles.
	Les références permettant de paramétrer la fourniture d'azote, la contribution des légumineuses et les restitutions au pâturages sont peu nombreuses.

4 Conclusion : Quels enseignements pouvons nous retirer de la comparaison?

Les fondements scientifiques des deux méthodes sont fondamentalement les mêmes : C'est la méthode des bilans.

Ce modèle de croissance des prairies (GRAMIN) sur lequel se base des préconisations hollandaises (fig 3) correspond exactement à la courbe de réponse théorique de l'azote et donc à la formule du bilan français (fig 7) ; à la différence près qu'il est fondée sur des références réelles. La « formule de la méthode des bilans française » ne s'occupe en fait que de la partie linéaire de cette courbe. De plus, le modèle hollandais prend en compte directement le rendement en fonction des fournitures d'azote du sol alors que la méthode française traduit le tout en « azote exporté » lui même dépendant du rendement mais aussi du mode d'exploitation. De plus la minéralisation du sol (et donc la fourniture d'azote par le sol) augmente au cours de la saison de pâturage et cette méthode intègre ces variations temporelles. Elle intègre donc tous les facteurs au sein d'un modèle informatique.

Par contre il est incontestable que les préconisations en France comme aux Pays Bas se fassent par cycle. Les Pays Bas possèdent des références précises de la fourniture d'azote du sol et cela milite pour que de telles références soient acquises dans l'Ouest de la France. Cependant la grande variabilité des situations pédo-climatiques y rend l'opération beaucoup plus difficile et lente. Malgré tout l'observation des préconisations aux Pays bas nous permet d'améliorer l'orientation de ces expérimentations.