

Chapitre 1 - LE FROMENT

par L. RIXHON, A. CROHAIN, J. GUIOT, A. FALISSE, J. POELAERT, B. BODSON,
J. DÔHET, P. NYST, W. HAQUENNE et L. COUVREUR.

Table des matières

	Pages
1. LE SEMIS	H 5
1.1. La préparation du sol	H 5
1.2. La profondeur du semis	H 6
1.3. Les dates de semis	H 6
1.4. La densité de semis	H 10
1.5. L'écartement entre les lignes de semis	H 15
2. LA FUMURE AZOTEE	H 16
2.1. La fumure totale	H 16
2.2. Les modalités d'application de la fumure	H 20
3. LES PRODUITS ANTIVERSES	H 32
3.1. Utilisation du CCC	H 32
3.2. Application fractionnée du CCC	H 34
3.3. Nouveaux produits antiveres	H 36
4. LA PROTECTION FONGICIDE	H 38
5. LA PROTECTION INSECTICIDE	H 44
6. LES OLIGO-ELEMENTS, ACIDES AMINES ET STIMULANTS DIVERS	H 45
7. LES VARIETES	H 45

1. LE SEMIS

Premier facteur dans l'ordre chronologique, le semis joue un rôle sinon primordial, au moins déterminant sur les rendements. Ce chapitre présente, outre quelques remarques sur la préparation du sol et la profondeur du semis, des résultats d'essais et des indications sur la date de semis, la densité et l'écartement.

1.1. LA PREPARATION DU SOL

On veillera à maintenir une "propreté" et une structure du sol optimales. Un sol exagérément infesté de mauvaises herbes demandera un désherbage drastique pouvant s'avérer nuisible pour les plantes cultivées ou livrera une concurrence très onéreuse à la culture. Un sol, dont la structure a été détruite lors de l'arrachage de betteraves en mauvaises conditions, par exemple, aura un effet dépressif sur le rendement des cultures ultérieures souvent pendant plusieurs années.

L'évolution de la teneur en éléments minéraux P, K, Ca et Mg surtout sera suivie par des analyses de sol régulières (tous les 5 à 6 ans par exemple) de manière à éviter toute carence et tout excès en ces éléments.

En ce qui concerne le travail du sol, pour des raisons pratiques évidentes (mauvaise structure superficielle, ornières, mauvaises herbes, résidus de la culture précédente), le labour reste une opération des plus courantes. Cette opération onéreuse n'est cependant pas indispensable dans un grand nombre de cas si on dispose d'outils adéquats pour la préparation du lit de semences sans labour préalable (voir L.B. "Labour, demi-labour, non labour" - A. Crohain et coll.) et ("Outils animés par la prise de force notamment" L.B. 82 - Vitlox et Co.).

Les quelques points suivants sont essentiels et doivent être respectés :

- *limiter le nombre de passages d'outils au maximum* lorsque les conditions sont moins propices; tout en évitant de trop "enterrer" les semences; il vaut mieux "perdre" une partie des graines restées en surface que d'abou-

- tir à une culture malingre suite à un semis trop profond;
- "affiner" suffisamment la terre si un désherbage de préémergence est prévu;
 - laisser une terre motteuse si la structure du sol est moins stable, préparée en moins bonnes conditions ou lorsque des pluies importantes ou soutenues après le semis sont probables ou prévisibles. En général, il vaut mieux réserver le désherbage pour le printemps que compromettre une bonne levée et un démarrage rapide de la culture avant l'hiver;
 - utiliser correctement les outils animés par la prise de force du tracteur. La terre ne doit pas être trop émiettée ni travaillée trop profondément et si, suite aux conditions de sol, la puissance requise est trop importante : remettez votre semis à plus tard.

1.2. LA PROFONDEUR DU SEMIS

Le semis sera superficiel dans tous les cas et la profondeur la plus homogène possible :

- les plantes lèveront plus régulièrement et plus rapidement;
- elles seront plus robustes et auront un développement plus rapide;
- elles souffriront moins des dégâts de l'hiver;
- elles seront plus concurrentielles vis-à-vis des septorioses et fusarioses du pied notamment;
- le système racinaire sera vigoureux, plus développé et s'enfoncera plus rapidement en profondeur;
- la levée plus rapide diminue la durée pendant laquelle les plantes seront attaquées par les oiseaux; le cas échéant, il sera utile d'épandre à la levée de la céréale, des graines ou de vieilles semences stérilisées (pour ne pas mélanger les variétés), enrobées par un répulsif tel le Mesuroï par exemple.

1.3. LES DATES DE SEMIS

1.3.1. Considérations générales

La date de semis du froment d'hiver dépend essentiellement de la date de récolte de la culture précédente. C'est le cas pour les froments

après betterave sucrière, maïs et pomme de terre. Par contre, des précédents tels que lin, pois, colza ... libèrent le sol relativement tôt laissant ainsi toute latitude quant au choix de la date de semis.

Il est préférable de semer tôt à l'automne. Les conditions climatiques sont alors très propices à une préparation du sol aisée, à la réalisation d'un bon semis et à une levée rapide et régulière.

L'avantage d'un semis précoce (octobre) par rapport à un semis tardif est bien sûr fonction des conditions climatiques que rencontrent les semis. C'est ce qu'illustre le tableau 1 où l'on voit qu'un semis très difficile en 1980-81 entraîne une forte diminution de rendement; par contre en 1981-82, les conditions climatiques très favorables de février ont permis à ces semis de donner d'aussi bonnes récoltes que les semis hâtifs.

Tableau 1 - Influence des dates de semis sur le rendement.

Moyennes générales pour les variétés Zémon, Fidel, Albatros et Granta - Précédent : Lin - Localité : Ferooz.

Année culturale	1980 - 81			1981 - 82		
	Dates de semis	16/9/80	29/10/80	17/12/80	29/9/81	7/11/81
Rendements en Qx/ha	79,64	74,15	46,04 *	73,38	74,06	72,00 **

* semis en conditions très difficiles et levée tardive (60 jours après)

** semis en conditions très favorables.

Chaire de Phytotechnie - F.S.A. Gembloux et Groupe de travail pour l'Etude de la Protection phytosanitaire des céréales.

Après certains précédents, il est déjà possible de semer en septembre. En théorie, cette date de semis très hâtive permet une plus longue période de végétation et notamment un développement important des talles et du système racinaire avant l'hiver.

En pratique, il faudra cependant tenir compte des problèmes importants qui peuvent handicaper les semis très précoces.

D'abord, des cultures où une partie des épis seraient initiés en cours ou en fin d'hiver et à fortiori celles où l'allongement des tiges aurait débuté, deviendraient beaucoup plus sensibles au froid.

Ensuite, nos essais ont montré que des semis du 15 septembre sont beaucoup plus sensibles aux maladies tardives (rouille brune notamment). Il est aussi à craindre que des maladies du pied et des parasites animaux ne se développent plus intensément et n'infestent la terre à plus ou moins long terme. Notamment les chances de transmission du piétin verse sont fortement augmentées de par les conditions de température et d'humidité de l'air (T° 4 à 13° et humidité de l'air > 80 %).

Enfin, il y aura presque certainement un problème de désherbage. Il est pratiquement indispensable de traiter en préémergence pour éviter la levée des mauvaises herbes à l'automne. Comme les produits auront été appliqués tôt, leur rémanence risque le plus souvent d'être insuffisante pour contrôler les levées printanières des adventices et il faudra intervenir une seconde fois (augmentation des coûts et des risques de phytotoxicité).

Plus on sème tard, plus les semis sont difficiles à réussir car généralement ils mettent, vu les conditions climatiques, plus de temps à lever. Il faut dès lors, si possible, favoriser cette levée par une bonne préparation du sol. Il est même souvent préférable d'attendre quelques jours et des conditions atmosphériques un peu meilleures plutôt que semer à tout prix, dans la boue et dès lors réaliser un mauvais travail. A la limite, si les conditions de décembre sont épouvantables, un semis de janvier ou février avec une bonne variété alternative sera plus avantageux.

En conclusion :

- *Il y a avantage à semer tôt, toutefois il faut se montrer prudent.*
- *Les semis de froment en septembre ne sont pas recommandables compte tenu des risques énumérés ci-avant.*
- *Pour des semis retardés, il y a intérêt à les réaliser dans les meilleurs délais, pour autant que les conditions de semis soient acceptables.*

1.3.2. Choix des variétés en fonction de leur alternativité

Pour qu'une variété puisse être qualifiée d'"alternative", il faut, bien sûr, qu'elle ait des besoins faibles en température vernalisante, mais il est indispensable, en outre, qu'elle présente les qualités suivantes :

- une énergie germinative élevée : étant donné les conditions de levée

très généralement moins bonnes pour les semis tardifs, il faut que les semences disposent d'un potentiel énergétique qui leur permette de lever dans les plus brefs délais et de fournir des plantules aussi vigoureuses et régulières que possible;

- une précocité à la maturité : des variétés tardives, même si elles sont alternatives, auront souvent une maturité trop retardée pour être récoltées en conditions acceptables;
- un bon poids à l'hectolitre : par exemple, pour des semis tardifs, la récolte est généralement réalisée en moins bonnes conditions, ce qui risque d'affecter le poids à l'hectolitre.

Tableau 2 - Potentiel de production en fonction de la date de semis en 1982
Rendements en Qx/ha (Moyennes pour 2 fumures de 110 u. N)
Précédent : lin - Localité : Ferooz

Variétés	Dates de semis			
	29/9	7/11	2/2	18/2
ZEMON	74,19	70,28	71,33	70,10
FIDEL	76,08	75,89	71,37	72,67
ALBATROS	73,24	76,61	71,40	73,72
FESTIVAL	74,98	75,70	71,93	73,28
CAMP REMY	75,96	73,29	68,89	72,36
ARMINDA	80,90	77,43	72,78	74,85
GRANTA	76,41	77,45	70,92	71,92
KING	77,74	75,99	72,41	-
MEPHISTO				70,98

Chaire de Phytotechnie - F.S.A. Gembloux et Groupe de travail pour l'Etude de la Protection phytosanitaire des céréales.

Le tableau 2 montre qu'en 1982, toutes les variétés paraissent alternatives. Il ne faut pas oublier cependant, que même après des semis réalisés à la fin février, les températures ont été suffisamment basses pour que toutes les variétés soient bien vernalisées, ce qui est loin d'être une situation courante.

Par ailleurs, on peut observer, même en 1982, que le potentiel de rendement en fonction de la date du semis baisse plus rapidement pour certaines variétés que pour d'autres. Les variétés Festival et Fidel par exemple semblent, de par leur faible besoin en température vernalisante, leur précocité et leur poids à l'hectolitre suffisant, avoir des qualités d'alternativité indiscutables.

De plus, il faut tenir compte que certaines variétés (Arminda par exemple), quoique conservant un potentiel de rendement très élevé pour des semis de février, par exemple, ont une maturité à la récolte trop tardive dans ces conditions. Ce défaut est d'autant plus grave qu'il s'accompagne d'un poids spécifique naturellement déjà très bas.

En conclusion, des tendances très intéressantes qui se dégagent de ce type d'essais, demandent confirmation pour tirer des conclusions définitives en ce qui concerne l'"alternativité réelle" des variétés de froment étudiées dans ce but.

1.4. LA DENSITE DU SEMIS

1.4.1. Généralités

La densité du semis sera déterminée en tenant compte, entre autres, du type et de la structure du sol, de l'état dans lequel ce dernier est laissé après la récolte précédente, de la préparation du lit de germination et surtout de la date de semis et des conditions climatiques.

En général, il faudra avoir comme objectif une population d'environ 200-225 plantes à la sortie de l'hiver.

1.4.2. Principaux résultats d'essais

L'étude de la densité de semis a fait l'objet de nombreux essais dont les principaux résultats sont repris au tableau 3 ci-après.

Ces résultats montrent qu'en moyenne, pour des semis effectués en conditions "normales", le rendement optimum est obtenu pour une densité de 225-250 grains/m².

Tableau 3 - Essai de densités de semis - Moyennes de 10 années.

Semis en conditions et époques normales (mi-octobre à mi-novembre) - Localité : Ferooz

Densités du semis		Rendements	
grains/m ²	kg/ha	en Qx/ha	en %
150-160	68	63,30	96,5
200-225	95	65,57	100,0
250-280	123	66,02	100,6
340-400	150	66,02	100,6

Chaire de Phytotechnie - F.S.A. Gembloux et Groupe de travail pour l'Etude de la Protection phytosanitaire des céréales.

L'effet d'un excès de densité de semis est encore très bien illustré en 1982 (tableau 4).

Tableau 4 - Essai de densités de semis - Localité : Ferooz - Année : 1982
Semis le 14/11/81 - Variété : Zémon - Précédent : Betteraves
(feuilles enfouies) - Rendements moyens en Qx/ha pour 8 trait.

Densités :	300 grains/m ² ou 127 kg/ha	450 grains/m ² ou 192 kg/ha
Rendements :	69,67	68,10

Chaire de Phytotechnie - F.S.A. Gembloux et Groupe de travail pour l'Etude de la Protection phytosanitaire des céréales.

Le rendement obtenu pour le semis à 450 grains/m² est plus faible que celui obtenu à 300 grains/m².

Dans des essais régionaux (tableau 5) portant sur le même thème, le renforcement des densités de semis ne s'est jamais révélé rentable, même s'il induit parfois de légères augmentations de rendement.

La même tendance est confirmée par les résultats d'un essai effectué à Ferooz sur deux variétés (tableau 6).

Tableau 5 - Effet de la densité de semis sur le rendement en grains (en Qx/ha) - Essais régionaux

Régions	SABLO-LIMONEUSE	LIMONEUSE	LIMONEUSE	CONDROZ	CONDROZ
Localités	THINES	HORRUES	THUIN *	FRAIRE	CLAVIER *
Précédent	Pomme de terre	Bett. suc.	Bett. suc.	Bett. suc.	Bett. suc.
Variété	Albatros	Zémon	Zémon	Zémon	Zémon
Date de semis	28/10/81	26/10/81	25/11/81	7/11/81	20/11/81
Densité normale	350 grains/m ² 92,18 Qx/ha	325 grains/m ² 82,61 Qx/ha	360 grains/m ² 80,05 Qx/ha	275 grains/m ² 77,27 Qx/ha	400 grains/m ² 75,30 Qx/ha
Densité renforcée	450 grains/m ² - 2,28 Qx/ha	375 grains/m ² + 0,16 Qx/ha	500 grains/m ² + 1,12 Qx/ha	400 grains/m ² + 0,01 Qx/ha	600 grains/m ² + 2,07 Qx/ha

* Semis réalisés en conditions "limites" de préparation du sol.
 Station de Phytotechnie - C.R.A. Gembloux et Service des Ingénieurs Agronomes de l'Etat.

Tableau 6 - Essai de densités de semis - Localité : Ferooz - Année : 1982
Semis le 14/11/81 - Précédent : Lin.

Zémon	grains/m ²	213	303	358	458
	kg/ha	89	127	150	192
	Rend. Qx/ha	66,78	67,46	68,31	67,39
Fidel	grains/m ²	192	267	295	408
	kg/ha	93	129	143	196
	Rend. Qx/ha	65,37	67,75	67,90	68,85

Chaire de Phytotechnie - F.S.A. Gembloux et Groupe de travail pour l'Etude de la Protection phytosanitaire des céréales.

Ces résultats montrent que, pour un semis réalisé fin octobre-début novembre, pour des variétés comme Fidel et même Zémon, il n'y a aucun intérêt à dépasser des densités de 300-350 grains/m² au semis.

1.4.3. Recommandations

Pour un semis en terre à structure correcte, bien préparée, et réalisé dans de bonnes conditions climatiques, une densité de semis de 225-250 grains/m² se révèle optimale en début octobre.

Plus le semis se fait tard dans la saison, et plus la densité doit être élevée. Pour des semis de décembre, il faut au moins 400-450 grains/m².

Par la suite, en janvier et en février, la tendance est de réduire quelque peu la densité par rapport à décembre, la levée étant plus rapide et souvent meilleure.

Le tableau 7 ci-après résume ces recommandations.

Ce tableau tient compte :

- de la durée probable de la levée
- de la capacité de tallage qui diminue en fonction de la tardivité du semis.

Il sera adapté aux conditions particulières suivantes :

Tableau 7 - Densités de semis en fonction de la date

Dates	Densités en grains/m ²
1 - 20 oct.	225 - 250
20 - 30 oct.	250 - 300
1 - 10 nov.	300 - 350
10 - 30 nov.	350 - 400
1 - 31 déc.	400 - 450
31 déc.-28 fév.	+ - 400

- Dans des terres plus "volontaires", plus riches, plus "chaudes", mieux structurées, ces densités seront déjà trop importantes.
- Dans des terres plus froides, plus humides, plus argileuses, voire très difficiles (Polders, Condroz), ces densités devront être majorées de 25 à 50 grains/m².
- Pour des semis réalisés dans des conditions "limites" (temps peu sûr, longue période pluvieuse avant le semis, etc...), elles seront également majorées.
- Pour des variétés à faible potentiel de tallage ou pour des lots de semences à moins bonne énergie germinative, les densités peuvent également être un peu plus élevées.

Remarques

- Les densités de semis préconisées ne sont bien sûr valables que pour des semences convenablement désinfectées dont le pouvoir et l'énergie germinatifs sont excellents.
- Ces densités de semis sont données en grains/m² et non en kg/ha parce que suivant l'année, la variété, les lots de semences, le poids des grains peut varier assez sensiblement. Semer à 115 kg/ha équivaut suivant le cas à semer à 225 grains/m² ou à 300 grains/m² ainsi que l'illustre le tableau 8.

Pour terminer, insistons sur le fait que les densités de semis trop élevées constituent un gaspillage et que par leur action sur la densité de culture, elles peuvent avoir des effets négatifs, directs ou indirects, sur le peuplement, donc sur le rendement.

Tableau 8 - Quantité de semences en kg/ha nécessaires pour une densité donnée en fonction du poids de 1.000 grains

Variétés	Poids de 1.000 grains en g	Densités en grains/m ²				
		225	250	300	350	400
Zémon	39,5	88	99	118	138	158
Albatros	43	97	107	129	150	172
Granta	50	112	125	150	175	200

1.5. L'ECARTEMENT ENTRE LES LIGNES DE SEMIS

Actuellement, la plupart des semoirs à céréales sèment avec un interligne de 15 à 18 cm.

Depuis quelque temps, se fait jour une tendance à la diminution de cet interligne obtenue soit par l'augmentation du nombre de buses du semoir pour ramener l'interligne à 10 ou 12 cm, soit par l'utilisation de buses équipées de socs doubles (type socs à lin), ce qui réduit l'interligne de moitié (7,5 à 9 cm), ou des socs spéciaux permettant des semis en bandes larges de 5 à 7 cm.

Tableau 9 - Effet de l'écartement entre les lignes de semis sur le rendement (en Qx/ha)

Localité	BASSENCE	HORRUES		FEROOZ	
Densité de semis en grains/m ²	325	325	475	300	450
<i>Ecartement normal</i>	<i>15,8 cm</i>	<i>17 cm</i>	<i>17 cm</i>	<i>14,6 cm</i>	<i>14,6 cm</i>
Rendement (Qx/ha)	78,59	82,91	82,41	67,67	66,37
Nbre d'épis/m ²					
<i>Ecartement réduit</i>	<i>7,5 cm</i>	<i>12 cm</i>	<i>12 cm</i>	<i>9 cm</i>	<i>9 cm</i>
Diff. de rendem.	- 0,88	- 0,60	+ 0,71	+ 1,61	+ 0,98
Nbre d'épis/m ²	968	733	723	772	862

Station de Phytotechnie - C.R.A. Gembloux et Service des Ingénieurs Agronomes de l'Etat

Chaire de Phytotechnie - F.S.A. Gembloux et Groupe de travail pour l'Etude de la Protection phytosanitaire des céréales.

Toutes ces techniques visent à mieux répartir les semences au niveau de la surface du champ de manière à laisser dans la ligne à chaque plantule un espace plus important pour se développer.

Les essais sur écartement de semis ont permis d'observer qu'avec les faibles écartements, la structure de végétation était parfois sensiblement modifiée. Ainsi, le nombre de talles puis d'épis au m² était plus élevé dans les interlignes réduits.

Toutefois jusqu'à présent, ces essais n'ont pas permis de mettre en évidence des différences de rendement significatives dues à la réduction des interlignes ainsi que l'illustre le tableau 9.

2) LA FUMURE AZOTÉE

Pour déterminer la fumure azotée d'une céréale et en particulier celle du froment, il faut connaître :

- les besoins globaux de la culture et leur rythme d'absorption;
- l'évolution des fournitures d'azote nitrique par le sol et leurs possibilités d'utilisation par la plante.

Il reste alors à combler progressivement la différence par des apports échelonnés d'engrais.

2.1. LA FUMURE TOTALE

2.1.1. Les besoins globaux

Il est très généralement admis qu'une culture de froment et d'escourgeon en conditions normales absorbe 3 kg d'azote par quintal de grains produits. Ce chiffre peut être considéré comme un maximum pour une culture bien conduite.

Le problème est donc d'estimer le niveau des rendements les meilleurs qui peuvent raisonnablement être attendus, en tenant compte des résultats couramment atteints, du potentiel des variétés, du contexte pédoclimatique, de la date et des conditions de semis.

Les besoins globaux seront estimés sur base d'un rendement élevé afin de ne pas handicaper, dès le départ, la production possible. On suivra la culture et, le cas échéant, les adaptations qui s'imposent seront faites.

2.1.2. Les fournitures du sol

Avant l'hiver, l'azote disponible est constitué :

- des reliquats de la fumure azotée appliquée au précédent,
- des reliquats provenant de l'activité biologique liée à la nature du précédent, surtout importants après légumineuse,
- de la minéralisation au cours de l'automne.

Pendant l'hiver, cet azote est soumis à la lixiviation, c'est-à-dire qu'il se répartit dans le profil sur une profondeur qui est en relation avec l'importance des pluies pendant cette saison. Suivant la nature et l'épaisseur du profil, suivant l'intensité des précipitations drainantes, une partie de ce stock d'azote minéral peut être soustraite définitivement à l'alimentation de la culture. Il faudra donc tenir compte, d'une part, de la quantité de cet azote minéral qui reste accessible à la culture, mais aussi de sa localisation.

Après l'hiver, l'azote minéral libéré par le sol provient de la minéralisation de l'humus stable du sol et des résidus organiques facilement minéralisables des cultures précédentes. La détermination des fournitures d'azote du sol à la culture après l'hiver est, au stade actuel des connaissances, basée sur un grand nombre d'analyses très précises de l'azote minéral du sol. Ces analyses doivent être répétées un maximum de fois dans le temps afin de compenser les manques liés à l'échantillonnage (le sol est un milieu extrêmement hétérogène) et de donner une idée précise de l'évolution du stock d'azote depuis l'arrière-saison jusqu'à la récolte. Le total d'azote libéré au cours de la culture, dans le cadre d'une rotation classique et dans une ferme sans bétail, ne dépasse parfois pas 50 à 60 unités. Par contre, dans une exploitation mixte, ce total peut atteindre des quantités de l'ordre de 150 kg/ha, voire même 200 kg/ha et plus.

2.1.3. La détermination pratique de la fumure totale à appliquer

En utilisant les données qui viennent d'être énoncées, il est

possible de dresser, d'une manière théorique, la fumure azotée totale d'une culture. Par exemple, dans une situation où la quantité d'azote présente en fin d'hiver dans le profil est de l'ordre de 50 unités et où la minéralisation moyenne à partir de la reprise de végétation est d'environ 70 unités, la fumure totale à appliquer sera de l'ordre de 120 unités pour un rendement projeté de 80 quintaux. Toutefois, ce raisonnement ne revêt qu'un aspect purement théorique pour les raisons suivantes :

- la quantité estimée d'azote minéralisé à partir du printemps est très variable;
- l'azote n'est pas le seul facteur intervenant dans l'élaboration du rendement. D'autres éléments (luminosité, maladies, potentiel variétal ...) peuvent aussi intervenir pour limiter les rendements.

C'est pour ces raisons que les conseils doivent toujours reposer sur des résultats d'une expérimentation en plein champ.

L'ensemble des essais de fumure réalisés à Ferooz et dans les différentes régions du pays montre que, dans les conditions de référence suivantes :

- pour des terres dont le statut organique est considéré comme normal, c'est-à-dire des terres qui reçoivent des apports organiques modérés mais réguliers (par exemple 30 à 35 T/ha de fumier par rotation triennale) et qui minéralisent convenablement (teneur suffisante en humus et décomposition rapide de la matière organique enfouie),
 - pour un froment d'hiver cultivé au sein d'une rotation triennale "Bette-rave sucrière (feuilles enfouies) - Froment - Escourgeon",
- L'OPTIMUM ECONOMIQUE DE PRODUCTION EST TRES SOUVENT ATTEINT AVEC DES FUMURES DE L'ORDRE DE 120 UNITES D'AZOTE/HA.

Dans de pareilles situations et quel que soit le mode de fractionnement utilisé, il n'y a aucun intérêt à appliquer des fumures azotées de 160 unités ou plus et ce, même avec des traitements phytosanitaires renforcés. Cette dose de 120 unités ne représente qu'une valeur moyenne; il

est bien évident qu'elle doit être adaptée aux conditions particulières rencontrées dans la pratique, notamment :

- La richesse organique des sols

Dans le cas des terres qui minéralisent intensément (après prairie) ou qui reçoivent des fumures organiques abondantes, comme dans la plupart des exploitations mixtes du pays, cette dose optimale peut avantageusement être réduite de 20 à 40 unités, voire même plus dans certaines conditions pédoclimatiques. Par contre, pour des terres à faible minéralisation ou soumises à un régime organique peu important, cette fumure doit être augmentée de 10 à 20 unités.

- Les précédents culturaux

Les précédents jouent un rôle essentiel. Certains (les chaumes, les pailles) empruntent de l'azote minéral du sol pour leur humification. D'autres au contraire peuvent en laisser des quantités très importantes, par exemple de l'ordre de 100 unités pour certaines légumineuses.

Dans les rotations où interviennent d'autres plantes que la betterave sucrière (feuilles enfouies) comme précédent du froment, la fumure optimale de 120 unités/ha sera ajustée de la manière suivante :

<i>betterave sucrière (feuilles enlevées)</i>	: + 15 unités
<i>pomme de terre</i>	: = ou - 10 unités
<i>lin</i>	: - 10 unités
<i>pois - féverole - haricot</i>	: - 40 unités
<i>maïs pâteux</i>	: + 10 unités
<i>chaume de céréales</i>	: + 15 à 20 unités
<i>colza</i>	: - 10 unités.

Lorsque la paille des précédents céréales ou colza n'est pas récoltée, il est nécessaire de la broyer avant de l'enfouir et de prévoir un supplément azoté de l'ordre de 30 à 40 unités/ha qui sera apporté au moment de son incorporation au sol par déchaumage. Si, pour des raisons d'agencement des travaux par exemple, l'application de ce supplément n'a pas pu se faire au déchaumage, il est indispensable de majorer quelque peu la fumure du froment.

- Le potentiel pédoclimatique local

Par exemple, dans les régions agricoles du Condroz et des Polders, les conditions pédoclimatiques rencontrées demandent aussi un cor-

rectif de la fumure optimale du froment d'hiver qui, dans les terres à statut organique normal, sera portée aux environs de 150 unités/ha au lieu de 120.

- Les conditions climatiques rencontrées durant la période de croissance des céréales

Les principaux facteurs qui conditionnent à la fois la minéralisation des matières organiques et les conditions d'absorption de l'azote minéral par la plante sont la température, la pluviosité et l'ensoleillement. Lorsque l'un ou plusieurs de ces facteurs sont particulièrement favorables au développement des cultures, la dose de fumure considérée comme optimale doit subir une modification parfois sensible vers le haut. Par exemple, un printemps froid et sec mais ensoleillé, comme en 1982, est propice au développement harmonieux de la céréale, mais entraîne souvent à cette époque une minéralisation plus faible de l'azote du sol qui doit être compensée par un renforcement de la fumure minérale. Par contre, si l'une ou l'autre ou l'ensemble de ces conditions sont défavorables, comme en 1977, printemps pluvieux et très faible ensoleillement, cette dose devra être réduite.

Toutes ces considérations concernant la fumure azotée totale ont été dégagées de l'expérimentation tant à Ferooz que dans les diverses régions du pays. Elles sont illustrées par les quelques résultats présentés ci-après (tableaux 10, 11, 12, 13 et 14).

2.2. LES MODALITES D'APPLICATION DE LA FUMURE

Comme le Professeur LALOUX l'a si souvent répété, les modalités d'application de la fumure azotée doivent assurer à la plante un régime alimentaire optimal qui conduit à un peuplement suffisant, mais non excessif, de manière à ce que :

- le peuplement soit constitué de plantes saines et développées au maximum;
- la proportion la plus grande possible de matière sèche produite soit accumulée dans le grain; il faut donc notamment que la dernière feuille (= 30 % du rendement en grain) et l'épi soient :
 - . aussi grands que possible,

Tableau 10 - Influence du niveau de la fumure azotée sur le rendement pour différentes dates de semis - Localité : Ferooz - Précédent : Lin - Statut organique du sol : faible - Moyenne de 10 variétés

Doses d'azote en unités/ha	Année 1981 - Dates de semis		
	16/9/80	29/10/80	17/12/80
75	75,66	71,53	47,84
95	78,08	76,22 *	51,61
115	80,20 *	<u>76,34</u>	<u>52,63</u> *
135	79,90	74,64	51,02
145	<u>80,39</u>	73,91	46,69

Doses d'azote en unités/ha	Année 1982 - Dates de semis			
	24/9/81	7/11/81	2/2/82	18/2/82
90	72,55	71,74	67,78	70,54
120	<u>76,92</u> *	<u>74,20</u> *	<u>70,62</u> *	73,45 *
140	75,04	73,96	70,39	<u>73,72</u>

— : Rendement le plus élevé
 * : Rendement le plus économique.

Chaire de Phytotechnie - F.S.A. Gembloux et Groupe de travail pour l'Etude de la Protection phytosanitaire des céréales.

Tableau 11 - Influence du niveau de la fumure azotée sur le rendement en Polders - Année : 1982 - Localité : Doel - Précédent : Betterave sucrière (feuilles enfouies) - Statut organique du sol : faible - Variété : Fidel

Doses d'azote en unités/ha	Rendements en Qx/ha
90	68,69
120	72,47
160	75,53
<u>180</u> *	78,14

— : Fumure correspondant au rendement le plus élevé
 * : Fumure la plus économique

Station de Phytotechnie - C.R.A. Gembloux et Service des Ingénieurs Agronomes de l'Etat.

Tableau 12 - Influence du niveau de la fumure azotée sur le rendement en région limoneuse

Année - Localité	1980 - TOURINNES	1980 - ATH	1981 - LIGNEY	1981 - ALLEUR
Précédent	Bett. suc. (fe. enf.)	Bett. suc. (fe. enl.)	Bett. suc. (fe. enf.)	Bett. suc. (fe. enf.)
Variété	Zémon	Zémon	Zémon	Zémon
Statut organique du sol	normal	élevé	faible	normal
Doses d'azote en unités/ha	60 110 *	70 100 *	70 100	75 100 *
Rendements en Qx/ha	58,66 65,34 135 160	61,39 63,59 62,16 55,52	70,38 72,26 75,08 73,35	87,04 89,87 90,18 87,37
Année - Localité	1981 - GEMBLoux	1981 - GINGELOM	1982 - BASSENGE	1982 - GIBECQ
Précédent	Bett. suc. (fe. enf.)	Pois	Bett. suc. (fe. enl.)	Bett. suc. (fe. enf.)
Variété	Zémon	Zémon	Zémon	Zémon
Statut organique du sol	élevé	faible	normal	faible
Doses d'azote en unités/ha	70 * 100	50 80 *	100 * 125	100 125 *
Rendements en Qx/ha	69,84 69,00 130 160	76,40 77,89 77,13	78,58 78,30 77,63	81,84 83,06 83,76

— : Fumure correspondant au rendement le plus élevé * : Fumure la plus économique.

Station de Phytotechnie - C.R.A. Gembloux et Service des Ingénieurs Agronomes de l'Etat.

Tableau 13 - Influence du niveau de la fumure azotée sur le rendement en région sablo-limoneuse

Année - Localité	1980 - OTEGEM		1980 - OOIKE		1981 - OOIKE		1982 - OOIKE	
Précédent	Pomme de terre		Pomme de terre		Pomme de terre		Bett.suc.(fe.enf.)	
Variété	Figaro		Zémon		Zémon		Zémon	
Statut organique du sol	élevé		normal		normal		normal	
Doses d'azote en unités/ha	70	74,08	70	68,79	75	62,21	100	74,26
Rendements en Qx/ha	<u>100</u> *	75,97	<u>100</u> *	70,96	105	63,20	125	76,15
	130	75,42	<u>130</u>	71,76	<u>135</u> *	65,30	<u>150</u> *	78,11
			<u>160</u>	70,48	<u>165</u>	61,17		

Tableau 14 - Influence du niveau de la fumure azotée sur le rendement en Condros

Année - Localité	1981 - FRAIRE		1982 - FRAIRE		1982 - FLORIFFOUX		1982 - CLAVIER	
Précédent	Bett.suc.(fe.enf.)		Bett.suc.(fe.enf.)		Lin		Bett.suc.(fe.enf.)	
Variété	Zémon		Zémon		Zémon		Zémon	
Statut organique du sol	faible		faible		faible		normal	
Doses d'azote en unités/ha	90	66,96	100	75,25	100	68,97	100	71,50
Rendements en Qx/ha	<u>120</u>	73,88	<u>130</u> *	76,52	130	74,74	125	73,11
	<u>160</u> *	80,62	<u>160</u>	77,79	<u>160</u> *	77,87	<u>150</u> *	75,46

— : Fumure correspondant au rendement le plus élevé * : Fumure la plus économique.

Station de Phytotechnie - C.R.A. Gembloux et Service des Ingénieurs Agronomes de l'Etat.

- . vivent le plus longtemps possible,
- . aient une efficacité de photosynthèse maximale.

2.2.1. Le régime alimentaire optimum

Il doit satisfaire les besoins de la plante au fur et à mesure de la croissance en assurant un développement maximum de la dernière feuille et une bonne fertilité des épis.

Pour déterminer l'importance des fractions à appliquer, il faut connaître :

- les besoins de la plante à chaque stade de sa croissance et de son développement;
- les quantités d'azote fournies par le sol à chacun de ces stades;
- l'accessibilité de l'azote eu égard à sa répartition dans le profil et au développement racinaire.

2.2.1.1. Les besoins de la plante

Il est maintenant démontré que la quantité totale d'azote absorbée varie d'après les disponibilités, mais que le rythme d'absorption est fonction du développement et suit une courbe de type pratiquement constant. On peut en déduire que le rythme des besoins suit la même courbe générale.

La figure 1 concorde avec celles obtenues par tous les auteurs qui, à notre connaissance, ont étudié le problème et ceci quelles que soient les variétés, les circonstances et les régions où les travaux ont été réalisés; cette courbe est donc d'une application très générale. Elle montre que :

- quelle que soit la quantité d'azote appliquée et quel que soit le fractionnement, la quantité absorbée est très faible jusqu'à la fin du tallage (30-40 unités maximum);
- entre la fin du tallage et l'apparition du 1er noeud, l'absorption d'azote devient très rapide et très intense, à condition que les réserves du sol soient suffisantes;
- la quantité d'azote disponible devient le facteur limitant l'absorption;
- la quantité d'azote totale absorbée sera fonction de la quantité d'azote disponible et donc de la fumure;

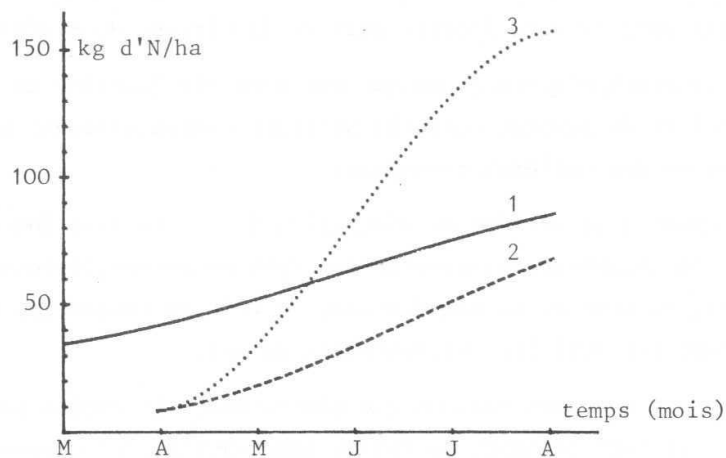


Fig. 1 : 1. Evolution du stock d'azote minéral sous sol nu sans engrais.
 2. Evolution des exportations d'azote par le froment ne recevant pas d'engrais.
 3. Evolution des exportations d'azote par le froment recevant comme fumure azotée : 20 u. au semis, 60 u. au tallage, 40 u. en montaison et 20 u. à l'épiaison.

- l'absorption d'azote par la plante se poursuit jusque dans le courant du mois de juillet, c'est-à-dire aussi longtemps que la plante photosynthétise.

En conclusion, les besoins sont très faibles jusqu'au stade fin tallage (10 avril chez nous); ils deviennent très importants à partir de la phase redressement - 1er noeud et la plante absorbe de l'azote jusqu'au début de la phase dessiccation.

2.2.1.2. La quantité d'azote fournie par le sol

Pour déterminer la quantité d'azote disponible et surtout l'époque où la culture pourra en disposer, il y a bien sûr des analyses d'azote minéral du sol, mais un "bout de parcelle" représentatif du champ, sans fumure azotée, donnera des indications précieuses au praticien averti.

La quantité d'azote qui sera minéralisée dans la période posthi-

vernale est fonction d'une part du stock d'azote total sous forme organique existant dans le sol, d'autre part de la vitesse de minéralisation.

Le stock d'azote organique est bien sûr fonction de la teneur en humus du sol et du système cultural pratiqué essentiellement via le régime de restitution des matières organiques.

Quant à la vitesse de minéralisation, elle sera fonction du type de sol, de sa structure, de sa réaction (pH) et des conditions climatiques rencontrées, surtout de la température, en fait de toutes les conditions qui stimulent les activités microbiennes du sol.

C'est pour ces raisons que généralement le rythme de libération de l'azote est lent au début de saison (mars-avril), ce processus s'accélère progressivement par la suite pour atteindre son apogée en juillet-août.

En conclusion, non seulement les fournitures d'azote du sol peuvent être importantes et varier considérablement d'une situation et d'une année à l'autre, mais leur rythme de libération peut également différer très sensiblement sous l'action des conditions climatiques.

Il est donc important de pouvoir les estimer avec une précision suffisante. Si le rythme de ces fournitures va croissant en cours de saison, il reste toutefois généralement inférieur au rythme des besoins de la plante.

2.2.1.3. L'accessibilité à l'azote

- Descente du système racinaire

Dès la reprise de la végétation, le système racinaire dépasse la couche arable du sol. De plus, les analyses d'azote minéral (comparaison sol nu - sol couvert) montrent que, dès le stade plein tallage, la plante prélève de l'azote dans les horizons dépassant 30 cm mais n'atteint pas les couches plus profondes (60 - 100 cm). La plante n'accède aux réserves d'azote situées au-delà de 60 cm qu'au début du mois de mai le plus souvent.

- Vitesse à laquelle l'azote appliqué est absorbé par les plantes

Si les conditions d'humidité du sol et la température sont favo-

rables, l'absorption de l'azote par les plantes est rapide : dans une expérience réalisée en 1980, 60 unités d'azote avaient été appliquées le 18 avril. Il a été démontré expérimentalement, par des analyses simultanées de sol et de plantes, qu'une quantité d'azote de l'ordre de 50 kg/ha peut être absorbée en 5 ou 6 jours. D'ailleurs, en pratique, on observe aussi un effet visuel dans les quelques jours qui suivent une application d'azote sur des plantes carencées en cet élément.

En conclusion, à la sortie de l'hiver, la plante n'a accès qu'aux réserves présentes dans les premiers 60 cm. Elle n'exploitera les réserves profondes qu'à une époque postérieure. En pleine croissance, elle absorbe très rapidement l'azote minéral mis à sa disposition.

2.2.2. Le schéma de fumure optimale

Il visera à compenser le manque de fourniture par le sol au moment où les besoins de la plante se manifestent.

2.2.2.1. La synthèse des principes de base

De ce qui précède, il ressort que :

- avant le stade tallage de la céréale, les besoins sont quasi nuls;
- au stade tallage, les besoins ainsi que les capacités d'absorption par les plantes ne sont pas élevés; les possibilités de fourniture par le sol qui dépendent de la pluviosité hivernale et de la minéralisation sont le plus souvent très faibles. De plus, à cette époque, les racines ne plongent pas encore dans les nappes profondes;
- à partir de la phase fin tallage - début redressement (G-H), les capacités d'absorption d'azote par la culture deviennent énormes, les besoins à cette époque deviennent importants parce que :
 - . la tige s'allonge rapidement,
 - . les feuilles sont toutes en croissance, en particulier la dernière, essentielle dans l'élaboration du rendement,
 - . l'épi est initié; il doit se développer aussi fort et aussi harmonieusement que possible afin de porter à son maximum le potentiel de production;

- après l'épiaison : l'absorption d'azote par les plantes se ralentit mais se poursuit jusqu'au début de la phase de dessiccation. Il est essentiel de soutenir l'alimentation azotée par un apport d'engrais, si les fournitures d'azote sont insuffisantes, afin de ne pas écourter la période pendant laquelle se font les transferts de matières de réserve des feuilles et des tiges vers le grain.

2.2.2.2. Le type de schéma à adopter

En général, pour des fumures qui atteignent 100 unités ou plus, le fractionnement en trois parties comprenant des apports au tallage, au redressement et à la dernière feuille, est le plus efficace. Pour un même niveau global d'azote et pour autant que celui-ci se rapproche de l'optimum pour la situation considérée, la comparaison des différents systèmes de fractionnement en trois parties n'a jamais donné des résultats très différents au cours des dernières années dans nos essais.

Tableau 15 - Influence sur le rendement du type de fractionnement de la fumure azotée optimale
Année : 1982 - Localité : Ferooz-Beuzet - Précédent : Bette-rave sucrière (feuilles enfouies) - Variété : Zémon - Statut organique du sol : normal

Dose totale d'azote	Fractionnement				Rendement en Qx/ha
	Tallage stade F-G	Redressement stade H	Dernière fe. stade K-L	Epiaison stade N-O	
120	25	70	25	-	71,01
120	70	25	25	-	70,62
120	50	50	20	-	69,52
120	55	20	-	45	71,77
120	40	40	40	-	72,41
120	60	60	-	-	68,37
120	40	55	25	-	71,41

Chaire de Phytotechnie - F.S.A. Gembloux et Groupe de travail pour l'Etude de la Protection phytosanitaire des céréales.

En principe, la fraction la plus importante est appliquée au redressement. La dernière fraction doit généralement être de l'ordre de 20-30 unités (elle peut être avantageusement augmentée ou diminuée selon les circonstances climatiques), ce qui donnerait pour une fumure type de 120 unités appliquées dans un sol à statut organique normal, un fractionnement du type :

1ère fraction : 40 unités (tallage),

2ème fraction : 55 unités (redressement),

3ème fraction : 25 unités (dernière feuille).

- LA PREMIERE FRACTION

Quantité d'azote

Même si l'absorption par la plante est faible en cours de tallage, il reste que les résultats obtenus dans certains essais avec des doses élevées d'azote appliquées à ce stade, donnent lieu à des rendements en grain supérieurs à ceux obtenus avec des doses faibles. Toutefois, ces constatations sont loin d'être générales.

Malheureusement, les bases actuelles ne sont pas suffisamment bien établies pour pouvoir discerner à priori les situations dans lesquelles un renforcement ou une réduction s'imposerait.

Compte tenu de ce qu'il sera beaucoup plus facile de conduire une culture si les applications au tallage ne sont pas excédentaires, une première application de l'ordre de 40 unités (dans la situation de référence nécessitant un total de 120 unités) offre à la fois la plus grande sécurité tout en ménageant les possibilités ultérieures d'adaptation.

Un dépassement de cette dose d'azote ne se justifie que dans des situations particulières, notamment une densité de peuplement nettement insuffisante, rencontrée par exemple dans un essai établi à Ooike en 1982 (voir tableau 16), ou une minéralisation déficitaire au printemps souvent observée dans des sols se réchauffant tardivement.

Date d'application

La première application au tallage, après l'hiver, peut se faire durant une période assez longue s'étalant de la fin février à la fin mars (voir tableau 17). Le choix exact de ce moment peut être déterminé

Tableau 16 - Influence sur le rendement de la quantité d'azote appliquée au tallage

Année : 1982 - Localité : Ooike - Précédent : Betterave sucrière (feuilles enlevées) - Variété : Zémon - Statut organique du sol : normal

Dose totale d'azote en unités/ha	Fractionnement			Rendement en Qx/ha
	Tallage stade F-G	Redressement stade H	Montaison stade K-L	
125	30	70	25	75,69
125	50	50	25	75,92
125	50	25	50	75,47
125	75	25	25	77,52

Station de Phytotechnie - C.R.A. Gembloux et Service des Ingénieurs Agronomes de l'Etat.

Tableau 17 - Influence sur le rendement de la date d'application de la première fraction azotée

Année : 1982 - Localité : Ferooz - Précédent : Lin - Variété : Zémon - Statut organique du sol : faible

Première fraction mise le :	27/2/82	2/3/82	12/3/82	30/3/82
Rendement moyen en Qx/ha	62,98	62,74	62,89	62,94

Chaire de Phytotechnie - F.S.A. Gembloux et Groupe de travail pour l'Etude de la Protection phytosanitaire des céréales.

en tenant compte d'un ensemble de considérations relatives à la densité de peuplement de la culture, à la vigueur de végétation, au lessivage hivernal du sol et surtout aux conditions climatiques qui permettent d'aborder les terres dans des conditions favorables.

- LA DEUXIEME FRACTION

Quantité d'azote

Au stade redressement, les besoins de la plante deviennent très importants; il faudra dès lors apporter la majeure partie de la fumure azo-

tée, mais à ce moment il n'est en général pas indiqué d'appliquer tout le solde en une fois car :

- pareille dose d'azote pourrait provoquer un choc azoté et poser ultérieurement des problèmes phytosanitaires (maladies) et des accidents de végétation (verse);
- le régime alimentaire risque de s'avérer déficient vers la fin montaison-épiaison.

Pour ces raisons, il est préférable de réserver 25 unités pour une troisième application capable d'assurer une bonne alimentation tardive de la plante au moment de la fin montaison - épiaison.

Date d'application

L'épandage de la fraction de redressement aura lieu en fin du tallage et au plus tard au redressement, soit du 10 avril au 20-25 avril, suivant l'état de développement de l'emblavure, les perspectives de minéralisation durant cette période et l'accessibilité de la terre.

- LA TROISIEME FRACTION

Quantité d'azote

Déjà justifiée par les raisons qui précèdent, la dernière fraction aura comme effets de prolonger la période de maturation et d'augmenter le rendement, en général par l'accroissement des poids de 1.000 grains. Normalement, elle provoquera une augmentation des teneurs en azote total des grains.

Si en moyenne, la dose à appliquer a été fixée à 25 unités, l'état de la végétation sera souvent un indice précieux pour l'adaptation de cette dose :

- sur des terres qui reçoivent beaucoup de fumier ou après un précédent légumineuses, on sera souvent amené à réduire ou même à supprimer cette dernière fraction; dans ces conditions, la culture qui trouve déjà dans le sol des quantités suffisantes d'azote minéral, présente généralement une coloration d'un vert intense;
- à l'opposé, une culture présentant des symptômes de déficience en nutrition azotée, justifie de majorer cette dernière fraction jusqu'à une dose maximale de l'ordre de 50 unités : ce fut le cas à Ferooz en 1982, ainsi que le montre le tableau 18.

Tableau 18 - Influence sur le rendement de la dose et de l'époque d'application de la dernière fraction azotée
 Année : 1982 - Localité : Ferroz - Variété : Célesta -
 Précédent : Betterave sucrière (feuilles enfouies) -
 Statut organique du sol : faible

Doses d'azote en unités/ha	25 N	50 N	Moyenne
Epoque d'application	Rendements en Qx/ha		
2ème noeud	62,96	64,78	63,87
dernière feuille	62,87	64,81	63,84
avant épisaison	64,59	65,94	65,27
Moyenne	63,47	65,18	64,33

Chaire de Phytotechnie - F.S.A. Gembloux et Groupe de travail pour l'Etude de la Protection phytosanitaire des céréales.

Date d'application

La dernière fraction azotée doit être appliquée immédiatement avant la sortie de la dernière feuille, si elle est réalisée par pulvérisation avec des solutions d'urée ou d'autres engrais azotés. Au contraire, si elle est réalisée avec des engrais solides, elle peut avantageusement être retardée jusqu'à la sortie complète de la dernière feuille, voire même l'apparition des premiers épis.

3. LES PRODUITS ANTIVERSES

3.1. UTILISATION DU CCC

En froment, le seul produit antiverse actuellement autorisé est le CCC ou Cycocel (solution à 452 g/l de chlorure de chlorméquat).

Il s'utilise habituellement à la dose de 1,5 à 2 litres à l'hectare au stade redressement (stade ultime : épi à 1 cm). Une utilisation après le stade 1er noeud risque d'être préjudiciable au rendement.

Le CCC correctement appliqué agit par un léger raccourcissement de la hauteur de paille (1er entre-noeud raccourci) et par un épaissement des parois de la tige, ces deux actions améliorant la résistance à la verse.

Même en l'absence de verse, comme ce fut le cas également en 1980, on observe couramment de légères augmentations de rendement grâce à l'utilisation du CCC.

Tableau 19 - Effet du CCC sur froment d'hiver.

Année : 1980 - Localisation : Ferooz - Précédent : lin -
Variété : Armada - Semis le 25/10/79.

Dose et stade	Rendement	
	en Qx/ha	en %
Témoin	52,50	100,0
CCC : 2 l/ha (H)	54,71	104,2

Chaire de Phytotechnie - F.S.A. Gembloux et Groupe de travail pour l'Etude de la Protection phytosanitaire des céréales.

Le CCC ne doit cependant être appliqué que sur des cultures en bon état et bien alimentées en azote, à une température supérieure à 10°C. Dans le cas contraire, le produit risque d'exercer moins bien son action et de ne pas procurer des effets bénéfiques sur le rendement (tableau 20).

Tableau 20 - Effet du CCC sur froment d'hiver.

Année : 1982 - Localisation : Ferooz - Précédent : lin -
Variété : Albatros - Semis le 29/10/81.

Dose et stade	Rendement	
	en Qx/ha	en %
Témoin	74,64	100,0
CCC : 1,5 l/ha (H)	74,32	99,6

Chaire de Phytotechnie - F.S.A. Gembloux et Groupe de travail pour l'Etude de la Protection phytosanitaire des céréales.

3.2. APPLICATION FRACTIONNEE DU CCC

D'autres modes d'utilisation de CCC ont été envisagés. Ils consistaient à appliquer la dose préconisée un peu plus tôt (stade G) et à effectuer ensuite un traitement complémentaire de rappel au stade 1er noeud avec une dose faible (de l'ordre d'un demi-litre).

Dans des cultures normales, le traitement complémentaire ne se justifie pas, ainsi que le montrent les tableaux 21, 22 et 23. Dans la majorité des cas, l'effet est quasi nul et la rentabilité mauvaise.

Dans les cultures à hauts risques de verse comme par exemple une fumure azotée trop élevée (Gibecq) ou une culture trop dense (Fraire), un traitement de rappel s'est avéré bénéfique.

Tableau 22 - Effet de l'application fractionnée du CCC. Année 1980 -
Moyenne de 5 variétés - Localisation : Ferooz - Précédent :
betterave (feuilles enfouies) - Semis le 25/10/79.

Doses et stades	Rendement	
	en Qx/ha	en %
Témoin	54,37	100,0
CCC : 1,5 l/ha (H)	55,09	101,3
CCC : 1,5 l/ha (G) + CCC : 0,5 l/ha (I)	55,72	102,5

Chaire de Phytotechnie - F.S.A. Gembloux et Groupe de travail pour l'Etude de la Protection phytosanitaire des céréales.

Tableau 21 - Apport de l'application fractionnée du CCC - Année 1982

Localités	Précédent	Variété	Densité de semis	Dose d'azote utilisée	Dose d'azote optimale	Rend. du témoin en Qx/ha Dose CCC normale	Effet de l'application fractionnée du CCC
THINES	Pom.de t.	Albatros	normale	160	160	93,78	+ 0,27
GIBECQ	Betterave	Zémon	normale	150	125	83,11	+ 5,10 *
FLORIFFOUX	Betterave	Zémon	normale	160	160	81,24	- 0,23
FRAIRE	Betterave	Zémon	renforc.	160	160	76,13	+ 1,61 **
LIGNEY	Betterave	Zémon	normale	150	100	86,87	+ 0,32
ALLEUR	Betterave	Zémon	normale	150	150	79,86	+ 0,65

* Verse importante due à un excès de fumure azotée.

** Densité de semis renforcée.

Station de Phytotechnie - C.R.A. Gembloux et Service des Ingénieurs Agronomes de l'Etat.

Tableau 23 - Effet de l'application fractionnée du CCC. Année 1982 -
Localisation : Ferooz - Précédent : lin - Variété : Albatros

Doses et stades	Rendement	
	en Qx/ha	en %
Témoin	74,64	100,0
CCC : 1,5 l/ha (H)	74,32	99,6
CCC : 2,0 l/ha (H)	72,96	98,0
CCC : 1,5 l/ha (G) + CCC : 0,5 l/ha (I)	74,49	99,8

*Chaire de Phytotechnie - F.S.A. Gembloux et Groupe de travail
pour l'Etude de la Protection phytosanitaire des céréales.*

Le traitement fractionné au CCC ou le traitement complémentaire
de rappel ne doivent être envisagés qu'exceptionnellement.

3.3. NOUVEAUX PRODUITS ANTIVERSES

Depuis peu, d'autres possibilités sont offertes par l'emploi d'éthéphon ou de l'association d'éthéphon et de chlorure de mépiquat. Avec ces matières actives, le raccourcissement est plus important qu'avec le CCC mais ce sont les parties supérieures de la tige qui sont les plus influencées. Dans les essais, ces produits ont été employés à la dose de 1 litre/ha de la solution à 480 g/l d'éthéphon ou 2,5 l/ha de la solution à 155 g d'éthéphon et 305 g de chlorure de mépiquat et appliqués à partir de l'apparition de la dernière feuille (stade K) jusqu'au gonflement de la gaine (stade M). Les résultats sont présentés dans les tableaux suivants : 24 et 25.

Retenons que, à l'heure actuelle, ces produits antiverse ne sont cependant pas agréés sur froment et soulignons en outre qu'ils sont plus onéreux que le CCC.

Tableau 24 - Action des nouveaux produits antivermes sur les rendements
 Année : 1980 - Localisation : Ferroz - Précédent : lin -
 Variété : Armada - Semis : le 25/10/79.

Produits, doses (en produit commercial) et stades	Rendement	
	en Qx/ha	en % du T
Témoin	52,50	100,0
CCC : 2 l/ha (H)	54,71	104,2
Ethéphon : 1,2 l/ha (L)	53,97	102,8
Ethéphon + Chlorure de mépiquat : 2,5 l/ha (K)	52,97	100,9
CCC : 2 l/ha (G) + Ethéphon : 1,2 l/ha (L)	54,29	103,4
CCC : 2 l/ha (G) + Ethéphon + Chlorure de mépiquat : 2,5 l/ha (L)	53,73	102,3

Solution à 452 g/l de chlorure de chlorméquat (CCC) : CYCOCEL
 Solution à 480 g/l d'éthéphon : CERONE
 Association contenant 155 g/l d'éthéphon et 305 g/l de chlorure de
 mépiquat : TERPAL.

*Chaire de Phytotechnie - F.S.A. Gembloux et Groupe de travail pour
 l'Etude de la Protection phytosanitaire des céréales.*

Tableau 25 - Action des nouveaux produits antivermes sur les rendements
 Moyenne de 10 variétés - Année : 1982 - Localisation : Ferroz
 Beuzet - Précédent : betterave (feuilles enfouies) -
 Semis : le 10/11/81.

Produits, doses (en produit commercial) et stades	Rendement	
	en Qx/ha	en % du T
Témoin	68,07	100,0
CCC : 1,5 l/ha (H)	66,79	98,1
CCC : 1,5 l/ha (G) + CCC : 0,5 l/ha (I)	66,84	98,2
Ethéphon : 1 l/ha (K-L)	66,93	98,3
Ethéphon + Chlorure de mépiquat : 2,5 l/ha (K-L)	66,40	97,5
CCC : 1,5 l/ha + Ethéphon : 1 l/ha (K-L)	67,46	99,1
CCC : 1,5 l/ha + Ethéphon + Chlorure de mépiquat : 2,5 l/ha (K-L)	65,88	96,7

*Chaire de Phytotechnie - F.S.A. Gembloux et Groupe de travail pour
 l'Etude de la Protection phytosanitaire des céréales.*

Tableau 26 - Influence sur le rendement du traitement fongicide effectué à l'épiaison * - Année 1982

Localité	Précédent	Variété	Fumure N en un./ha		Rendement du témoin non traité en Qx/ha	Augmentation de rendement après traitement en Qx/ha
			Dose utilisée	Dose optimale		
GIBECQ	Betterave	Zémon	150	125	79,14	+ 5,05
THUIN	Betterave	Zémon	130	160	72,99	+ 4,87
THINES	Pom.de t.	Albatros	130	160	83,37	+ 5,90
FLORIFFOUX	Betterave	Zémon	160	160	73,43	+ 4,82
ALLEUR	Betterave	Zémon	150	100	73,57	+ 3,36
CLAVIER	Betterave	Zémon	150	150	69,71	+ 5,74
Moyennes					75,37	+ 4,96 **

* Traitements effectués avec des associations comprenant un antioïdium (avec action antirouille) et un ou plusieurs produits actifs contre les maladies de l'épi (voir chapitre D).

** Coût moyen des traitements (produits + passage) équivalent à environ 2,5 Qx/ha.

Station de Phytotechnie - C.R.A. Gembloux et Service des Ingénieurs Agronomes de l'Etat.

4. LA PROTECTION FONGICIDE

Comme le rappelle M. MEEUS dans le chapitre consacré aux maladies des céréales et à la protection fongicide :

Le traitement à l'épiaison, dans les conditions climatiques de nos régions, s'avère être un maillon essentiel de la rentabilité de la culture du froment d'hiver.

En 1982, année peu favorable aux maladies, le traitement d'épiaison s'est une nouvelle fois révélé très intéressant : les tableaux 26 (voir page ci-contre) et 27 permettent d'apprécier l'efficacité de ce traitement.

Le tableau 26 permet de situer l'efficacité moyenne de la protection à environ 5 Qx/ha; il montre aussi la relative régularité avec laquelle cette efficacité est atteinte.

Tableau 27 - Influence sur le rendement du traitement fongicide effectué à l'épiaison - Année 1982 - Localité : Ferooz -
Variété : Albatros - Précédent : lin.

Traitement	Rendement en Qx/ha	Accroissement de rendement en Qx/ha
Témoin non traité	65,16	
BCM (300 g) + Soufre (3 kg) + Manèbe (2 kg)	69,07	+ 3,91
Antioïdium * + Captafol (1200 g)	70,67	+ 5,51

* Moyennes pour le triadimefon (Bayleton), le propiconazole (Tilt) et le fenpropimorph (Corbel).

Chaire de Phytotechnie - F.S.A. Gembloux et Groupe de travail pour l'Etude de la Protection phytosanitaire des céréales.

Le tableau 27 montre que, dans certaines conditions (faible pression des maladies et absence d'oïdium), le traitement au BCM + Soufre + Manèbe apporte une augmentation de rendement qui, du point de vue de

la rentabilité, peut rivaliser, du fait de son moindre coût, avec des traitements plus complets.

Des traitements supplémentaires sont souvent réalisés dans la pratique. Les expériences montrent cependant que, dans la plupart des cas, ils ne sont pas justifiés et qu'ils réduisent même souvent la rentabilité du traitement à l'épiaison.

A cet égard, les résultats de 1982 confirment d'ailleurs ceux obtenus régulièrement au cours des années antérieures; ils montrent que (voir tableau 28) :

- le traitement à l'épiaison est à la fois le plus efficace et le plus rentable;
- le traitement du 1er noeud, généralement destiné à la lutte ou à la prévention contre les maladies du pied, non seulement n'a pas d'action positive mais, au contraire, présente régulièrement une action négative;
- le traitement à la dernière feuille n'est pas efficace non plus;
- seul, le traitement de postépiation dit "de rappel" a eu une efficacité réelle, toutefois trop faible pour assurer une bonne rentabilité.

Le tableau 29 complète l'information à propos du traitement fongicide du stade redressement-1er noeud. D'une manière générale, ce traitement n'a qu'un très faible effet sur le rendement et ne s'est montré rentable que dans deux localisations sur huit.

Le traitement au premier noeud est à effectuer uniquement en cas d'infection réelle et importante par des maladies du pied et ce sont là des cas très rares à notre connaissance.

De même, le traitement de postépiation (tableaux 28 et 30) n'est qu'exceptionnellement justifié, par exemple en cas d'attaques cryptogamiques importantes et de mauvaises conditions climatiques après le traitement à l'épiaison. Si ce traitement est jugé nécessaire, il ne doit être effectué qu'avec des fongicides peu coûteux.

Tableau 28 - Effet de différents traitements fongicides sur le rendement et sur la rentabilité d'une culture de froment d'hiver. Année : 1982 - Localité : Ferooz - Variété : Zémon - Précédent : lin.

1er noeud	Stade d'application du traitement fongicide			Rendement en Qx/ha	Différence par rapport au témoin (Qx/ha)		
	dernière feuille	épiaison	postépiaison		valeur absolue	coût approx.	solde
-	-	-	-	65,59	- 1,03	1,02	- 2,05
A	-	-	-	64,56	+ 0,71	1,57	- 0,86
-	B	-	-	66,30	+ 4,14	2,76	+ 1,38
-	-	C	-	69,73	- 0,04	3,78	- 3,74
A	-	C	-	65,55	+ 5,25	4,02	+ 1,23
-	-	C	D	70,84	+ 3,71	4,33	- 0,62
-	B	C	-	69,30	+ 3,15	5,04	- 1,89
A	-	C	D	68,74	+ 4,73	6,61	- 1,88
A	B	C	D	70,32	+ 4,93	5,59	- 0,66
-	B	C	D	70,52			

A : BCM

B : Antioïdium

C : Antioïdium + Captafol

D : BCM + Dithiocarbamate.

Chaire de Phytotechnie - F.S.A. Gemblour et Groupe de travail pour l'Etude de la Protection phytosanitaire des céréales.

Tableau 29 - Influence sur les rendements d'un traitement fongicide effectué au stade redressement -
1er noeud avec un produit du type BCM - Année 1981

Localité	Précédent	Variété	Dose d'azote utilisée	Dose d'azote optimale	Rendement du témoin * en Qx/ha	Apport du traitement BCM au stade redressement - 1er noeud en Qx/ha
ALLEUR	Bett. sucrière	Zémon	155	100	87,89	- 0,25
CLAVIER	Bett. sucrière	Zémon	160	120	55,82	+ 0,74
LIGNEY	Bett. sucrière	Zémon	130	130	73,96	+ 0,15
FRAIRE	Bett. sucrière	Zémon	160	160	80,33	+ 0,26
THUIN	Bett. sucrière	Zémon	160	130	61,56	- 0,49
ATH	Bett. sucrière	Zémon	160	70	51,99	+ 1,56
THINES	Pomme de terre	Albatros	160	155	82,78	+ 1,44
OOIKE	Pomme de terre	Zémon	135	135	64,38	- 1,34
Moyenne						+ 0,26

* Témoin : Culture normale avec un traitement fongicide à l'épiaison.

Coût du traitement (produits + passage) : ± 1 Qx/ha.

Station de Phytotechnie - C.R.A. Gembloux et Service des Ingénieurs Agronomes de l'Etat.

Tableau 30 - Influence sur les rendements d'un traitement fongicide effectué au stade postépiaison ou dit "de rappel" - Année 1982

Localité	Précédent	Variété	Dose d'azote utilisée	Dose d'azote optimale	Rendement du témoin * en Qx/ha	Apport du traitement de postépiaison en Qx/ha
THUIN	Bett. sucrière	Zémon	130	130	78,32	+ 0,33
FLORIFFOUX	Bett. sucrière	Zémon	160	160	77,87	+ 1,80
CLAVIER	Bett. sucrière	Zémon	150	150	75,20	+ 0,21
THINES	Pomme de terre	Albatros	130	160	89,27	+ 1,04
GIBECQ	Bett. sucrière	Zémon	150	125	84,19	- 1,08
LIGNEY	Bett. sucrière	Zémon	150	100	80,77	+ 0,79
ALLEUR	Bett. sucrière	Zémon	150	100	78,90	+ 2,29
Moyenne						+ 0,77

* Témoin : Culture normale avec un traitement fongicide à l'épiaison.

Coût du traitement (produits + passage) : ± 1,25 Qx/ha.

Station de Phytotechnie - C.R.A. Gembloux et Service des Ingénieurs Agronomes de l'Etat.

5. LA PROTECTION INSECTICIDE

En matière de protection insecticide du froment d'hiver, des essais de lutte contre le puceron ont été réalisés à Ferooz et dans le cadre des essais régionaux de la Station de Phytotechnie et du Service des Ingénieurs Agronomes de l'Etat.

Tableau 31 - Influence sur le rendement d'un traitement antipucerons -
Année 1982

Localité	Rendement du témoin en Qx/ha	Effet du traitement antipucerons en Qx/ha
DOEL	73,15	+ 1,93
GIBECQ	84,20	- 1,65
THUIN	77,86	+ 0,46
FLORIFFOUX	78,25	- 0,38
FRAIRE	77,21	+ 0,18
CLAVIER	80,28	+ 1,72
FEROOZ	57,30	+ 3,59

Station de Phytotechnie - C.R.A. Gembloux et Service des Ingénieurs Agronomes de l'Etat.

Chaire de Phytotechnie - F.S.A. Gembloux et Groupe de travail pour l'Etude de la Protection phytosanitaire des céréales.

Les résultats obtenus (tableau 31) montrent bien que le traitement systématique contre le puceron n'est pas justifié. Il ne faut traiter que :

- en présence de pucerons : le seuil de nuisance paraissant justifier une intervention est le suivant : un épi sur deux colonisé par les pucerons, ceux-ci étant en phase active de multiplication;
- avant le 10 juillet : les traitements effectués après cette date sont à proscrire; ils sont d'ailleurs inefficaces;
- avec un produit spécifique de la lutte contre le puceron : un seul produit, le pirimicarb, est actuellement autorisé pour cet usage en Belgique; tout traitement effectué avec d'autres insecticides, souvent moins coûteux, tels que les diméthoates et le parathion, est à proscrire. Ces

produits ne sont pas spécifiques du puceron : ils détruisent simultanément une partie de la faune utile susceptible de limiter les populations de bon nombre d'insectes nuisibles; de plus, ces produits ont une rémanence plus grande dans la plante et ils ne sont pas agréés pour céréales.

6. LES OLIGO-ÉLÉMENTS, ACIDES AMINÉS ET STIMULANTS DIVERS

De nombreux agriculteurs sont amenés à ajouter à leurs fongicides d'épiaison ou lors d'autres traitements des produits contenant des oligo-éléments, des acides aminés ou encore d'autres "stimulants".

Comme les autres années, une expérimentation orientée sur ce type de produit a été réalisée à Ferooz. Une nouvelle fois, aucune augmentation de rendement significative n'a pu être mise en évidence.

L'usage de ce type de produit ne permet pas en tout cas d'améliorer la rentabilité de la culture.

7. LES VARIÉTÉS

Diverses variétés ont fait l'objet de comparaison dans les essais réalisés à Ferooz. Les résultats concernant les principales d'entre elles figurent au tableau 32. On se référera également au tableau 2, page H 9.

Les rendements obtenus en 1981 n'ont pas été retenus dans la comparaison variétale en raison d'un accident de culture.

Parmi les meilleures variétés expérimentées dans nos champs d'essais, citons :

ZEMON : variété actuellement la plus cultivée. Elle se distingue par sa qualité boulangère, sa valeur technologique et son poids à l'hectolitre très élevé. C'est une variété à rendement élevé.

ALBATROS : variété précoce à potentiel de rendement très élevé, qui associe une valeur technologique et un poids spécifique très acceptable. Cette variété peut être semée jusque fin janvier.

Tableau 32 - Comparaison des principales variétés

Années	1978	1979	1980	1982
Rendement moyen en Qx/ha (*)	78	66	61	72
	en % de la moyenne			
ALBATROS	97	104	106	101
ARMADA	101	102	97	-
ARMINDA	-	101	94	105
CAMP REMY	-	-	-	99
CELESTA	-	-	98	100
FESTIVAL	-	-	-	101
FIDEL	-	-	108	101
GRANTA	-	92	94	100
KING	-	-	-	103
ZEMON	102	95	97	97

(*) Rendements moyens des variétés : en 1978, 1979 et 1980 : Zémon, Armada et Albatros; en 1982 : Zémon, Albatros et Fidel.

Chaire de Phytotechnie - F.S.A. Gembloux et Groupe de travail pour l'Etude de la Protection phytosanitaire des céréales.

FIDEL : variété certainement très précoce. Le potentiel de rendement est très élevé, la valeur technologique et le poids à l'hectolitre sont très acceptables. La précocité à la maturité permet, pour les semis précoces, de débiter plus tôt la moisson. FIDEL étant d'autre part une variété très alternative, des semis tardifs (jusqu'au 15/2) permettent d'obtenir des rendements encore corrects associés à une époque de semis quasi normale. CELESTA : variété à potentiel de rendement élevé associé à une excellente résistance à la verse qui s'indique dans les situations où l'excès de densité est le plus à craindre : terres particulièrement riches en azote minéral ou facilement minéralisable, terre avec lisier, après précédent "légumineuses", vieilles prairies, etc...

Des variétés comme KING, ARMINDA ou GRANTA ont un potentiel de rendement très élevé, même semées tardivement; l'époque de maturation tardive en fait cependant des variétés à réserver idéalement pour des régions où la récolte de froment est relativement précoce. Il faut cependant tenir compte du poids à l'hectolitre médiocre de la variété ARMINDA.

FESTIVAL et CAMP REMY : variétés de très bonne productivité, très précoces et qui semblent très alternatives.