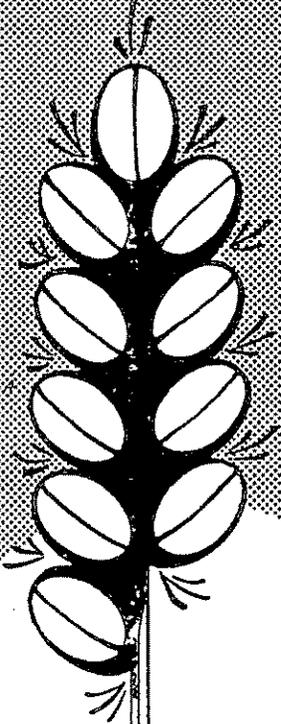


AGRO



Edité par l'Institut et
les Services Agricoles
de la Province de Hainaut
ATH

ISSN : 0771 - 2359

AVIS DE FUMURE EN AZOTE BASE SUR L'ANALYSE DU PROFIL POUR CEREALES D'HIVER SUR SOLS LIMONEUX ET SABLO-LIMONEUX PROFONDS

(1) (2)

R. BOON (3)

Service Pédologique de Belgique.

RESUME

Une nouvelle méthode d'analyse de terre pour l'élément azote a été élaborée et mise au point par le Service Pédologique de Belgique pour la culture de froment et d'escourgeon, basée sur les données d'un grand nombre de champs d'essais.

Sur chaque champ est déterminé "l'index-azote" qui contient non seulement l'azote minéral du sol à une profondeur de 90 cm mais également un coefficient-humus, un facteur basé sur la fumure organique appliquée et la quantité d'azote déjà absorbée par les jeunes plantes.

SUMMARY

A new method of soil analysis for the nitrogen element has been elaborated and developed by the Belgian Services for Soil Analysis in winter wheat and winter barley, based upon a large number of test fields.

The "nitrogen index" is determined for each field. Such index not only includes the mineral nitrogen in the soil at a depth of 90 cm, but also a humus coefficient, a factor based upon the organic fertilisation applied, and the quantity of nitrogen already absorbed by the young plants.

OBJECTIF

Les différences des besoins en azote se remarquent d'année en année, de parcelle à parcelle et cela même dans une région à sols homogènes. La recherche des causes de ces différences et l'établissement d'une base d'un avis de fumure azotée fondée, furent le but de la recherche que le S.P.B. s'est fixé ces dernières années. Cette recherche a pu se réaliser grâce à l'appui financier de l'I.R.S.I.A.

(1) Manuscrit reçu le 14.12.1982, et accepté le 6.1.1983.

(2) Recherches subsidiées par l'Institut pour l'Encouragement de la Recherche Scientifique dans l'Industrie et l'Agriculture (I.R.S.I.A.), rue De Crayer, 6, 1050 Bruxelles.

(3) Chef du Département des Recherches du Service Pédologique de Belgique, de Croylaan, 48, 3030 Heverlee-Louvain.

DONNÉES DES CHAMPS D'ESSAIS

RECHERCHE EFFECTUEE

Des recherches effectuées de 1958 à 1976, il est ressorti à la fois la grande complexité du problème de l'azote et l'importance de l'interaction des facteurs sols, arrière-action d'azote, culture, soins culturaux, climat, doses d'azote, espèce de fumure azotée et fractionnements.

En 1976, sur un essai d'azote à long terme, des échantillons de terre furent prélevés jusqu'à 1 m de profondeur, en différentes couches et analysés en vue de déterminer l'azote minéral. Les résultats donnaient une image parfaite du bilan d'azote de l'essai. La preuve était faite que sur un sol limoneux, la couche arable pour l'azote minéral n'était pas à 30 cm de profondeur mais à une profondeur beaucoup plus grande, c'est-à-dire à un minimum de 90 cm.

Dès lors, dans la période de 1977 à 1981, de nouveaux champs d'essais furent établis sur des sols limoneux profonds et sablo-limoneux pour la culture de froment d'hiver, d'escourgeon et de betteraves sucrières, avec des doses croissantes d'azote. Sur chaque parcelle, la fumure optimale fut calculée. En même temps, différentes doses d'azote furent fractionnées de diverses manières pour étudier le fractionnement optimal de la fumure azotée.

Ces dernières années, de nouvelles techniques de culture telles que l'emploi de régulateurs de croissance, de fongicides contre les maladies, l'augmentation de la densité du semis furent étudiées sur les champs d'expériences, afin de rechercher les implications possibles de ces facteurs sur les besoins d'azote. Nous disposons actuellement des résultats de 74 champs d'essais sur froment et de 22 expériences sur escourgeon. Chaque champ d'essais a été établi avec 4 répétitions pour chaque traitement; sur chaque champ, un grand nombre d'observations ont été faites. Sur chacun, la dose optimale a été déterminée au moyen de calculs biométriques. Pour l'année 1981, l'optimum physiologique ainsi que l'optimum économique ont été calculés. Pour ce dernier, on a considéré les prix commerciaux des céréales (1982) en tenant compte du poids de l'hectolitre, et comme dépense pour l'azote, un prix de 25 F par kg d'azote a été imputé. Pour tous les champs, l'optimum réel (physiologique) obtenu a été recalculé pour une variété commune (*Zénon* pour le froment d'hiver; *Gerbel* pour l'escourgeon). L'optimum obtenu a également été corrigé selon l'utilisation de régulateurs de croissance et l'emploi des fongicides contre les maladies de plantes.

Dès la première année d'essais (1977), il apparut que les besoins en azote pour céréales d'hiver dépendaient fortement de la quantité d'azote minéral présent dans le sol en février; cependant, d'autres facteurs pouvaient également jouer un rôle important. Les valeurs suivantes furent réunies dans

"l'INDEX-AZOTE". Il comprend :

- l'azote minéral : - kg NO_3 - N/ha en février 0-90 cm
(sur trois couches : 0-30, 30-60, 60-90 cm)
+ kg NH_4 - N/ha 0-90 cm - 15
- le facteur humus : CZ (0-30 cm) x 60
- le facteur fumure organique : 20 à 40
- l'azote déjà absorbé par les jeunes plantes en février (le plus souvent entre 5 et 25 kg pour le froment d'hiver et entre 10 et 50 kg pour l'escourgeon).
- le facteur type de sol (limon lourd : - 10; limon très lourd : - 20)

Ainsi, nous disposons donc, pour chaque champ d'essais, d'une part, de la dose optimale d'azote sur les plans physiologique et économique calculée pour une variété commune, et d'autre part, d'une série de facteurs causals, possibles, groupés sous le nom d'"Index-Azote".

RESULTATS DES CHAMPS D'ESSAIS

1 - Base de l'avis de fumure en azote pour froment d'hiver et escourgeon.
Nouvelle méthode d'analyse de sol pour l'élément azote.

Entre 1977 et 1981, 74 champs d'essais d'azote pour froment d'hiver ont été étudiés; sur ces champs d'essais, la comparaison suivante entre les besoins d'azote d'une part et l'index-azote d'autre part a été établie :

$$Y \text{ (optimum physiologique)} = 265 - 0,771 X$$

$$r^2 = 0,879 \quad r = - 0,937^{**} \quad n = 74 \quad (\text{voir fig. 1})$$

Cela signifie qu'il existe une très grande corrélation entre les besoins en azote et l'index-azote, et que la détermination de l'index-azote en février peut être considérée comme une méthode extrêmement fiable.

Pour les 22 parcelles d'essais pour l'escourgeon (1979-1981), la comparaison fut la suivante :

$$Y \text{ (optimum physiologique)} = 263 - 0,906 X$$

$$r^2 = 0,898 \quad r = - 0,948^{**} \quad n = 22 \quad (\text{voir fig. 1})$$

Nous remarquons que l'avis de la dose d'azote est moindre pour escourgeon que pour froment d'hiver de 20 à 40 kg N/ha.

La grande fiabilité de la détermination de l'index-azote pour la fixation des besoins en azote repose surtout sur notre constatation, chaque année, malgré les différences de climat, de coefficients de corrélation très élevés entre les index-azote et les besoins en azote. Dans le tableau 1, nous mentionnons les comparaisons et les coefficients de corrélation pour les différentes années.

2 - Comparaison de la dose optimale d'azote sur les plans économique et physiologique - Champs d'essais d'azote en 1981 pour froment d'hiver et escourgeon.

Sur chaque champ d'essais (15 pour froment et 14 pour escourgeon), la dose optimale d'azote a été calculée sur le plan physiologique comme sur le plan économique. La fumure optimale d'azote sur le plan physiologique est celle qui produit la quantité maximale de grains. Pour l'optimum économique, les prix des grains de l'année 1982 ont été retenus en fonction du poids de l'hectolitre et des dépenses pour la fumure azotée à 25 F par kg d'azote. Les fig. 2 et 3 présentent la comparaison entre ces 2 optima pour les essais de 1981 pour froment d'hiver et pour escourgeon. La différence entre l'optimum physiologique et l'économique est de ± 12 kg d'N/ha pour le froment, alors qu'elle est de 2 à 14 kg d'N/ha pour l'escourgeon. Les deux optima, avec les prix actuels des céréales et de l'azote, ne diffèrent que légèrement.

3 - Fractionnement de l'azote.

- la première dose est déterminée début mars suivant ces éléments :

- 1° - la quantité de $\text{NO}_3\text{-N}$ dans le sol et à proximité des racines des céréales en février: couche de 0 à 60 cm ou éventuellement de 0 à 30 cm.
- 2° - La quantité d'azote déjà absorbée par les jeunes céréales en février (développement de la céréale).
- 3° - La texture du sol, la structure, et la teneur en humus.

- 4° - le pouvoir de tallage de la variété cultivée
- 5° - l'application des soins culturaux : régulateur de croissance, désherbage, lutte contre les maladies.

A la somme des points 1 et 2, doit être additionnée une quantité qui dépend des points 3, 4, et 5, de façon à atteindre un niveau compris entre 80 et 130.

- la deuxième dose d'azote est déterminée mi-avril suivant ces facteurs :
 - 1° - la quantité de $\text{NO}_3\text{-N}$ dans le sol de 0 à 90 cm
 - 2° - l'azote déjà absorbé en février
 - 3° - la texture du sol, la structure, et la teneur en humus
 - 4° - la variété cultivée et ses exigences en azote
 - 5° - l'application des soins culturaux.

La somme des points 1 et 2 diminuée de la première dose d'azote doit être élevée à un niveau déterminé par les points 3, 4, et 5.

- la troisième dose d'azote doit être déterminée en diminuant la dose totale à appliquer (dose calculée suivant la formule de l'index-azote) des deux premières doses.

4 - Influence d'une fumure azotée sur la richesse du sol en azote minéral et influence de l'azote minéral du sol sur la production du froment.

Pour examiner ce point, nous avons appliqué sur quelques parcelles des fumures azotées en automne et en hiver. En février, ces parcelles ont été analysées afin de contrôler dans quelle mesure l'analyse peut mettre en évidence la fumure azotée appliquée préalablement. Sur ce même champ, on a établi des essais avec des doses croissantes d'azote pour, d'une part, déceler l'influence de l'azote présent dans le sol, et d'autre part, étudier l'influence des fumures azotées appliquées au printemps. Dans le tableau 2, nous mentionnons l'influence des fumures azotées appliquées respectivement le 17.11.1978 (essai 1148) et le 15.12.1980 (essai 1176). Ce tableau indique les quantités d'azote retrouvées en février dans les 3 couches du sol : de 0 à 30, de 30 à 60, et de 60 à 90 cm. Il nous communique également les rendements obtenus sur les parties ayant reçu différentes doses d'azote préalablement sans qu'une fumure azotée soit ajoutée plus tardivement.

Sur chaque partie de ces champs, nous avons également appliqué des doses croissantes d'azote au printemps, afin de trouver la fumure optimale à appliquer. Ces optima figurent dans le tableau 2.

Pour l'essai 1176 (fig. 4), nous montrons la corrélation entre la production en grains et, d'une part, la richesse du sol (à différents niveaux) en azote minéral, décelée par l'analyse en février, et d'autre part l'azote du sol (partie sans fumure 65 kg de $\text{NO}_3\text{-N}$ 0-90 cm) augmenté de la quantité d'azote appliquée comme fumure au printemps.

De l'examen du tableau 2 et de la figure 4, nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

- la fumure azotée appliquée sur un sol limoneux ou sablo-limoneux profond est démontrée par une analyse de sol jusqu'à 90 cm.
- après 80 jours pour l'essai 1148, avec 211 mm de pluviosité et 73 jours pour l'essai 1176 avec 185 mm de pluviosité, l'azote appliqué superficiellement sous forme de N.A. à 26 %, est réparti à une profondeur de 90 cm dans le sol.
- la quantité d'azote retrouvé dans le sol est très fortement liée avec la production en grains. Pour l'essai 1148, le coefficient de corrélation est égal à $r = + 0,987^{**}$ et pour l'essai 1178 : $r = + 0,960$.
- l'azote retrouvé dans le sol a un effet équivalent à celui appliqué comme fumure au printemps.

5 - Influence de quelques facteurs supplémentaires sur les besoins en azote des céréales d'hiver.

Les avis de fumure délivrés par le Service Pédologique de Belgique sont calculés pour une végétation saine et en supposant qu'un régulateur de croissance soit appliqué.

1° - Application de fongicides.

L'emploi judicieux de fongicides augmente la production en grains et, parallèlement, les besoins en azote. La figure 5 présente la production moyenne en grains pour 10 variétés de froment d'hiver en présence de différentes quantités d'azote (sol limoneux assez riche en azote - essai 1166 - 1980). En utilisant les fongicides, on diminue la verse (fig. 6) et le poids de 1000 grains reste à un niveau plus élevé (voir fig. 7). Lors d'une forte attaque par les maladies, la plante continue d'absorber suffisamment de kg d'azote à l'hectare; cependant, la répartition de cet azote entre la paille et le grain est dérégulée par un transport déficitaire de l'azote de la feuille vers le grain. Un exemple de ce phénomène est démontré dans la fig. 8 pour 2 champs d'essais sur une même exploitation et pour la même variété de froment (*Gamin*). Cette figure montre que pour une même quantité d'azote absorbée au total (grain + paille), la production en grains peut différer sensiblement. Sur aucun des deux champs d'essais, la verse n'a été constatée. La figure 9 indique pour les 2 champs la répartition de l'azote absorbé d'un côté par le grain, de l'autre par la paille : pour l'essai 1105, avec une végétation malade, une quantité beaucoup plus grande est retenue dans la paille. Fait remarquable en ce qui concerne l'essai 1105 : les faibles rendements obtenus avec la fumure azotée sont causés par une augmentation de l'infection des maladies et une diminution du poids de 1000 grains.

2° - Application des régulateurs de croissance pour l'escourgeon.

Les figures 10 et 11 nous montrent l'effet positif de l'emploi des régulateurs de croissance sur un même champ d'essais pour la culture d'escourgeon. Sur une partie enrichie en azote (voir fig. 11), le produit *Terpal* a donné le meilleur rendement et a augmenté la production en grains de 875 kg de grains à l'ha, et sur une autre partie plus pauvre, non enrichie (fig. 10), le produit *Cerone* a augmenté la production en grains de 825 kg de grains à l'ha. Dans les 2 cas, il y avait nécessité d'augmenter les fumures azotées par rapport aux parcelles non traitées par les régulateurs de croissance.

3° - Augmentation de la densité du semis.

Dans nos essais, sur des sols normaux limoneux, l'effet d'une augmentation de la densité du semis n'a pas été positif, ni pour l'escourgeon, ni pour le froment. Sur un essai d'escourgeon (variété *Gerbel*), un semis simple et un semis double ont donné les rendements représentés dans la fig. 12. Celle-ci montre que le semis double a un besoin moindre en azote et que la production maximale obtenue est plus faible. Cependant, pour les faibles doses d'azote, la production en grains est un peu plus élevée avec le semis double.

6 - Analyse de différents facteurs pouvant influencer les rendements des céréales d'hiver.

Dans les tableaux 3 et 4, nous étudions, à partir des données des champs d'essais, l'influence du climat, de l'azote, et d'autres facteurs de croissance sur le rendement et les composants de rendement.

Le tableau 3 montre que de très grandes variations de rendement peuvent apparaître d'une année à l'autre. Dans le cas mentionné, ces différences de rendement trouvent leur origine dans les composants épis/m², grains/m² et le poids de 1000 grains. Toutefois, le nombre de grains/épi est un peu plus bas dans la "bonne" année de céréales (1978). Remarquons également que le poids de l'hectolitre est en moyenne plus élevé l'année où les productions sont les plus élevées (1978).

Le tableau 4 donne un aperçu de l'influence de la fumure azotée et d'autres soins culturaux sur le rendement et les composants des rendements. En ce qui concerne l'influence du facteur fumure azotée, nous avons divisé les champs en 5 catégories d'après les faits obtenus avec la fumure azotée. Les catégories 1, 2, 3 comprennent des champs où l'on compare les rendements par dose optimale d'azote avec les rendements des parcelles où l'on n'a pas appliqué de fumures. Pour ces 3 catégories, il s'agit de champs où l'on analysera plus en profondeur l'effet positif de la fumure azotée sur les rendements. Dans les catégories 4 et 5, il s'agit de cas où l'on examinera les diminutions de rendement causées par des doses trop fortes en azote (au-dessus de l'optimum). Remarquons que pour toutes les catégories, la fumure d'azote produit toujours plus d'épis/m²; cependant, à partir de la catégorie 2, le nombre de grains/épi diminue et à partir de la catégorie 4, on obtient moins de grains/m². L'influence de la fumure azotée n'a presque jamais de résultats positifs sur le poids des 1000 grains, ni sur le poids de l'hectolitre; mais l'effet est toujours négatif sur ces facteurs à partir de la catégorie 4.

Les régulateurs de croissance ont eu un effet positif sur le rendement d'escourgeon par le biais d'une augmentation du nombre de grains/m². Le poids de l'hectolitre augmente aussi légèrement. L'augmentation du nombre de grains/m² ne provient pas toujours des mêmes facteurs : parfois, elle est due à une augmentation du nombre d'épis/m² et parfois à une augmentation du nombre de grains/épi.

La production de froment d'hiver et d'escourgeon augmente avec l'emploi de fongicides sur nos champs d'essais. L'augmentation s'obtient par un nombre plus élevé de grains/m² et par un poids plus élevé de 1000 grains. Le poids de l'hectolitre augmente également.

Dans nos essais, un semis plus dense n'a pas influencé la production en grains d'une manière significative. Par une augmentation de la densité du semis, on obtient un plus grand nombre d'épis/m² non proportionnel à l'augmentation de la densité du semis, mais, par ailleurs, le nombre de grains/épi diminue de façon qu'aucune augmentation (ou très légère) du nombre de grains/m² ne soit constatée par ce semis plus dense. En même temps, par un semis plus dense, le poids de 1000 grains diminue ainsi que le poids de l'hectolitre.

La différence des dates de semis sur la variété *Zénon* a donné les résultats suivants : le semis du 16.10.1980 a rapporté 13 % de plus que le semis du 26.11.1980. Cette augmentation est due à un nombre plus élevé de grains/m² et a été obtenue bien que l'on ait augmenté la densité du semis pour le semis tardif de 325 grains au lieu de 250 grains/m² pour le semis normal.

NOUVELLE MÉTHODE D'ANALYSE DE L'AZOTE DU SOL

Le Service Pédologique de Belgique utilise une nouvelle méthode d'analyse depuis 1980 dans les sols limoneux et sablo-limoneux profonds pour le froment d'hiver, l'escourgeon, et les betteraves sucrières.

PRELEVEMENT DES ECHANTILLONS

Il est effectué en février par des délégués reconnus du Service Pédologique. Ceux-ci prélèvent 3 échantillons par parcelle : de 0-30 cm, de 30-60 cm, et de 60-90 cm de profondeur. Ce sondage est effectué à 12 endroits différents. Les échantillons sont envoyés le plus rapidement possible au laboratoire du Service Pédologique de Belgique à Heverlee, accompagnés d'un bulletin de renseignements où sont mentionnées toutes les données nécessaires concernant la culture, les soins culturaux, et le sol.

ANALYSE DES ECHANTILLONS

Les échantillons sont analysés le plus rapidement possible. Un avis détaillé de fumure d'azote, tenant compte de la variété cultivée, des renseignements concernant la culture, les soins culturaux (emploi des régulateurs de croissance et des fongicides), est établi d'après les résultats et les données du cultivateur. Moins d'une semaine après l'arrivée des échantillons, les résultats de l'analyse sont envoyés à l'agriculteur : quantité (en kg) d'azote nitrique et d'azote ammoniacal pour chaque couche de chaque parcelle; degré d'acidité et teneur en humus pour la couche supérieure; calcul, par parcelle, de l'index-azote, suivi d'une appréciation de cet index.

Les avis de fumure azotée pour céréales indiquent la dose totale à appliquer par ha, ainsi que les 3 fractionnements qui doivent être effectués.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) BOHMER, M., 1980. *Der Mineralstickstoffgehalt von Böden mit Feldgemüsebau und seine Bedeutung für die Stickstoffernährung der Pflanze*, Universität Hannover, Fakultät für Gartenbau und Landeskultur.
- 2) BOON, R., 1981. Stikstofadvies op basis van profielanalyse voor wintergraan en suikerbieten op diepe leem en zandleem gronden, *Pédologie*, XXXI, n° 3, pp. 347-363. Gent.
- 3) BOON, R., 1982. Het bodemonderzoek met betrekking tot de Fytotechnie, *Het Ingenieursblad*, vol. 51, n° 11, pp. 245-272. Antwerpen.
- 4) BOON, R., et VAN STALLEN, R., 1983. Avis de fumure azotée pour betteraves sucrières sur base de l'analyse de terre, *Symposium azote et betterave sucrière*, Bruxelles, Palais des Congrès, I.I.R.B., pp. 433-445.
- 5) DILZ, K., DARWINKEL, A., BOON, R., VERSTRAETEN, L.M.J., 1982. Intensive Wheat Production as Related to Nitrogen Fertilisation, Crop Protection and Soil Nitrogen: Experience in the Benelux, *The Fertiliser Society, Symposium on Fertilisers and Intensive Wheat Production in the EEC*, London, pp. 93 et sv.
- 6) WEHRMANN, J. *Richtlinien für die N. Düngung nach der Nmin Methode*, Hannover.

TABLEAU 1 : Comparaison entre l'index-azote et la dose optimale d'N/ha

FROMENT D'HIVER

Année	Nombre de champs	comparaison	r ²	r
1977	14	Y = 262,8 - 0,754 X	0,908	- 0,953**
1978	18	Y = 251,2 - 0,697 X	0,824	- 0,908**
1979	19	Y = 273,2 - 0,808 X	0,917	- 0,958**
1980	8	Y = 263,0 - 0,779 X	0,887	- 0,942**
1981	15	Y = 275,9 - 0,849 X	0,830	- 0,911**
5 années	74	Y = 264,8 - 0,771 X	0,879	- 0,937**

ESCOURGEON

1979 + 1980	8	Y = 273,8 - 0,873 X	0,924	- 0,961**
1981	14	Y = 254,6 - 0,915 X	0,970	- 0,985**
3 années	22	Y = 262,7 - 0,906 X	0,898	- 0,948**

TABLEAU 2 : Influence de la fumure azotée sur le niveau NO₃-N du sol dans les 3 couches (jusqu'à 90 cm), sur le rendement en grain/ha et sur les besoins en azote

Essai 1148 (1979)

kg N/ha 17.11.78 (N.A.26 %)	kg NO ₃ -N/ha 5.2.79				Rendement en grain/ha var. Talent ON	Dose optimale d'azote
	(1)	(2)	(3)	(4)		
0	12	15	33	60	4922	150
40	22	36	45	103	5268	128
80	24	55	66	145	6028	67
160	45	70	91	206	7211	26

pluviosité : 211 mm

Essai 1176 (1981)

kg N/ha 15.12.80	kg NO ₃ -N/ha 26.2.81				Rendement en grain/ha var. Fidel ON	Dose optimale d'azote
	(1)	(2)	(3)	(4)		
0	23	21	21	65	5597	152
60	44	38	35	117	7062	119
100	60	60	42	162	8011	58
140	80	74	48	202	8127	54

pluviosité : 185 mm

(1) 0-30 cm (2) 30-60 cm (3) 60-90 cm (4) 0-90 cm

TABLEAU 3 : Influence globale de l'année et du climat sur la production en froment d'hiver sur sols limoneux

Comparaison de la production moyenne de 10 champs d'essais de 1977 et de 10 champs d'essais de 1978

Année	1977	1978	Relatif 1977 = 100
Nombre de parcelles	10	10	
kg grain/ha	5704	7490	131
épis/m ²	530	659	124
grains/épi	28,83	26,50	91,9
grains/m ²	15280	17463	114
poids de 1000 grains	37,33	42,89	115
poids de 1'hectolitre	74,20	80,08	107,9

TABLEAU 4 : Influence de la fumure azotée et de quelques soins culturaux sur le rendement et les composants du rendement et sur le poids de l'hl

Facteur	cat.(1)	Influence (2) sur le rendement et les composants du rendement et sur le poids de l'hectolitre					
		Rendement	épis au m ²	grains par épi	grains au m ² (3)	poids de 1000 grains	poids de l'hl
Fumure azotée (escourgeon + froment d'hiver)	1/	+++	++	++	+++	- 0	- 0 +
	2/	++	++	-	++	- 0	- 0 +
	3/	+	+	-	+	- 0	- 0 +
	4/	-	+	--	-	-	-
	5/	--	+	---	--	--	-
Régulateur de croissance (escourgeon)		+	- 0 +	- 0 +	+	- 0 +	+
Fongicides (escourgeon + froment d'hiver)		+	0 +	0 +	+	+	+
Densité de semis - élevée : escourgeon par rapport à - normale : fr. d'hiver		0	0 +	- 0	0	-	-
Date de semis - influence d'une date normale par rapport à une date tardive		+	0 +	0 +	+	0	0

(1) Classification de l'effet azoté

- 1/ Parcelles où la fumure azotée (fumure optimale) a produit une très forte augmentation de rendement.
- 2/ Parcelles où la fumure azotée (fumure optimale) a produit une forte augmentation de rendement.
- 3/ Parcelles où la fumure azotée (fumure optimale) a produit une légère augmentation de rendement.
- 4/ Parcelles où en appliquant une trop forte dose d'azote, la production a diminué légèrement par rapport à la production maximale.
- 5/ Parcelles où en appliquant une trop forte dose d'azote, la production a diminué sensiblement.

(2) Influences

- +++ très grande influence positive sur le rendement ou sur le composant correspondant
- ++ grande influence positive
- + légère influence
- 0 aucune influence
- légère influence négative
- forte influence négative

(3) Grains/m² : produit du nombre d'épis/m² x grains/épi.

FIGURE 1 : Base de l'avis de fumure en azote
Froment d'hiver et escourgeon sur sol limoneux (1977-1981)

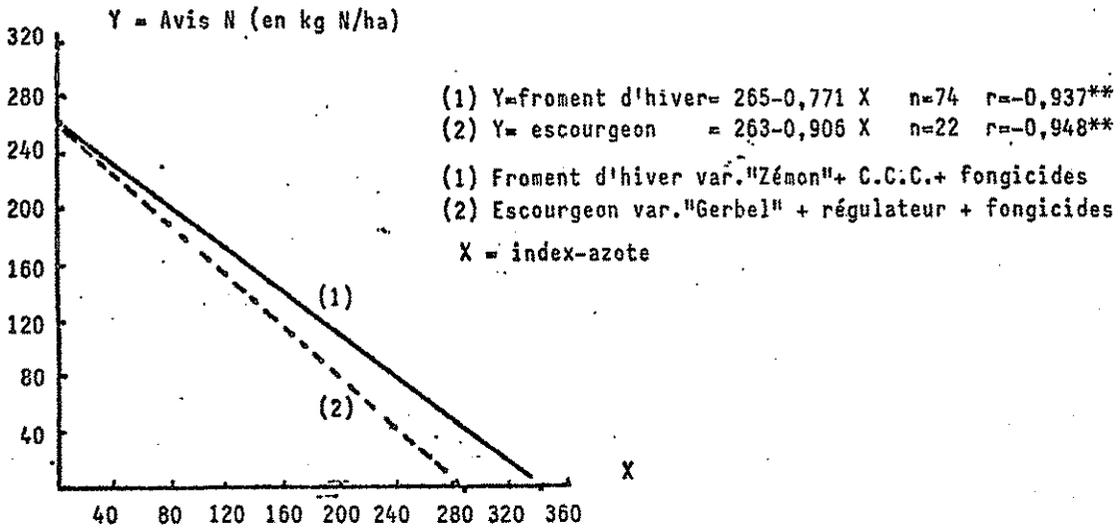


FIGURE 2 : Comparaison entre la fumure azotée optimale physiologique et économique pour la culture de froment d'hiver. 15 parcelles. 1981.

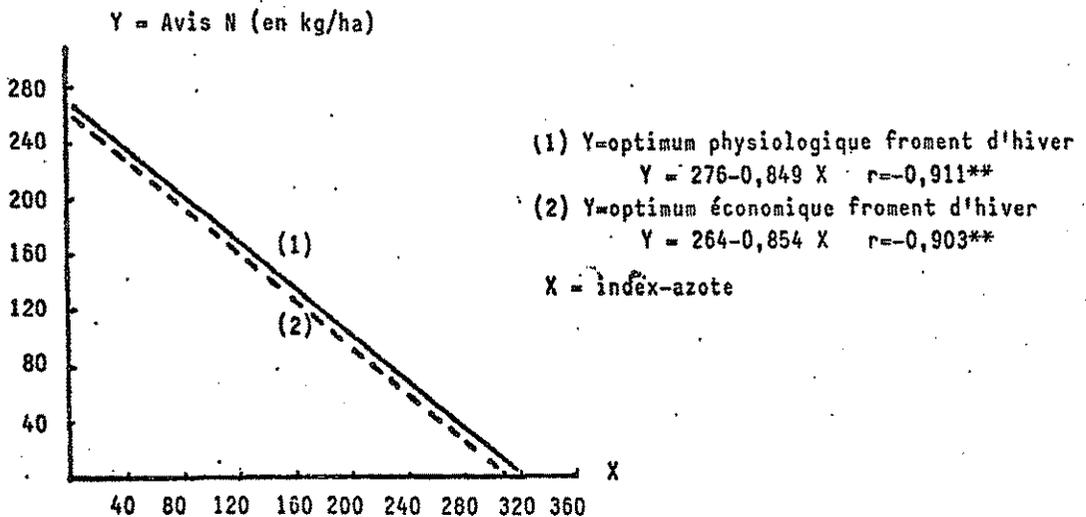


FIGURE 3 : Comparaison entre la fumure azotée optimale physiologique et économique pour la culture d'escourgeon . 14 parcelles . 1981.

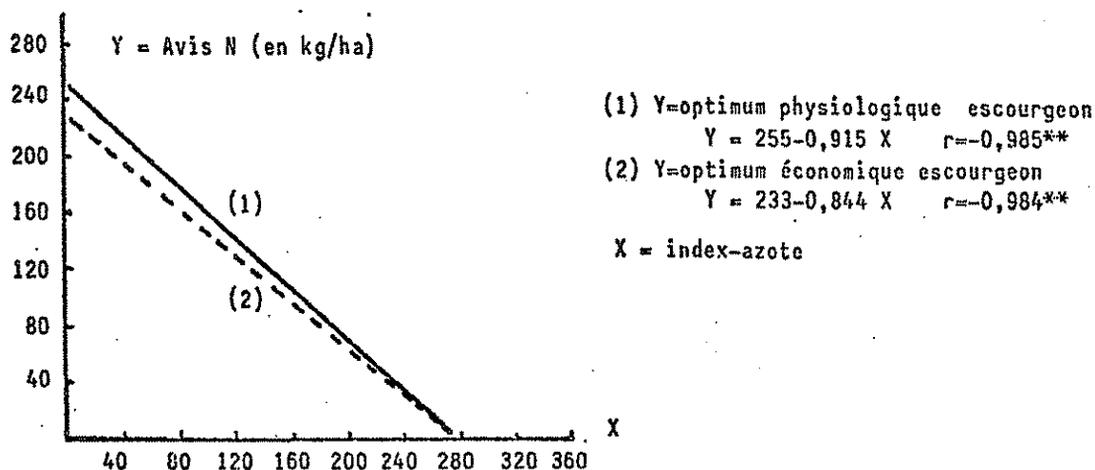


FIGURE 4 : Influence de l'azote nitrique du sol (0-90 cm)-février- et d'une fumure azotée sur la production en grains. Froment d'hiver Fidel. champ 1176 . 1981.

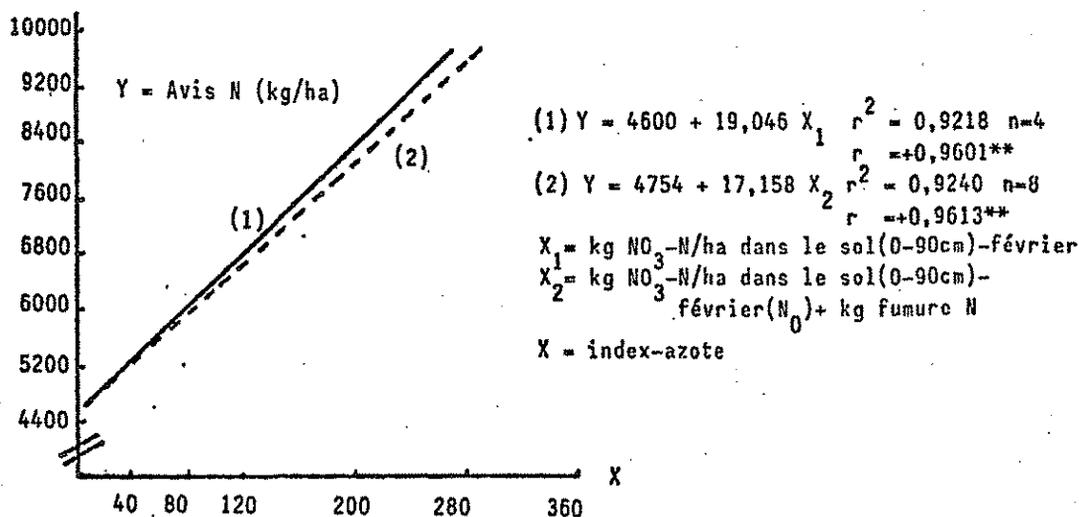
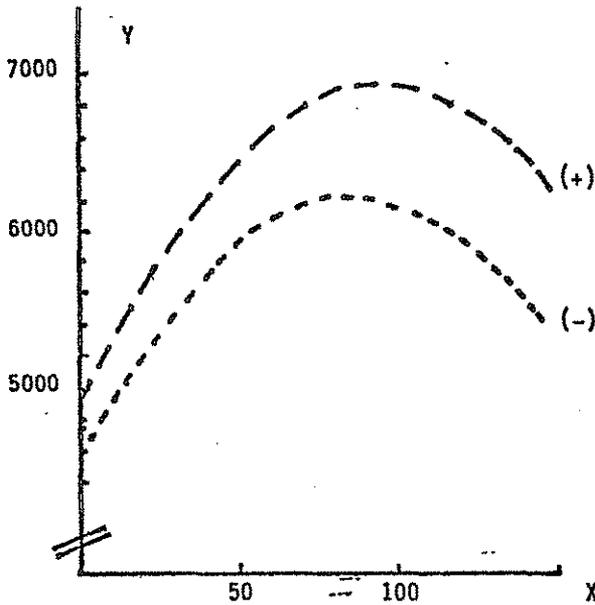


FIGURE 5 : Essai 1166. Corrélation entre la fumure azotée et le rendement en grains avec et sans application de fongicides (moyenne de 10 var.)



Y = rendement en grain (en kg/ha) - X = kg N/ha

$$Y(+)=4877+42,6 X-0,221 X^2$$

$$Y(-)=4562+38,7 X-0,225 X^2$$

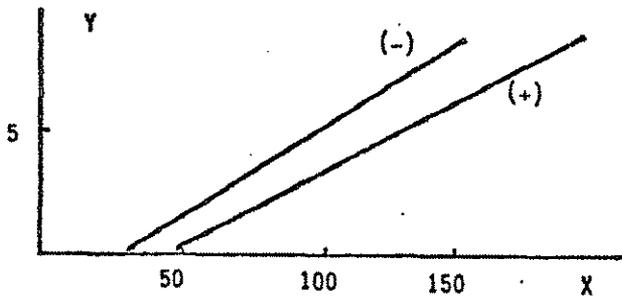
FIGURE 6 : Essai 1166. Corrélation entre la fumure azotée et le degré de verse avec et sans application de fongicides (moyenne de 10 var.)

$$Y(-)=-2,198+0,0674 X \quad r=+0,9445^{**}$$

n = 5

$$Y(+)= -2,6540+0,00549 X$$

r = +0,9621**
n = 5



Y = degré de verse (0 à 9)

X = kg N/ha

FIGURE 7 : Essai 1166. Corrélation entre la fumure azotée et le poids de 1000 grains avec et sans application de fongicides (moyenne de 10 var.)

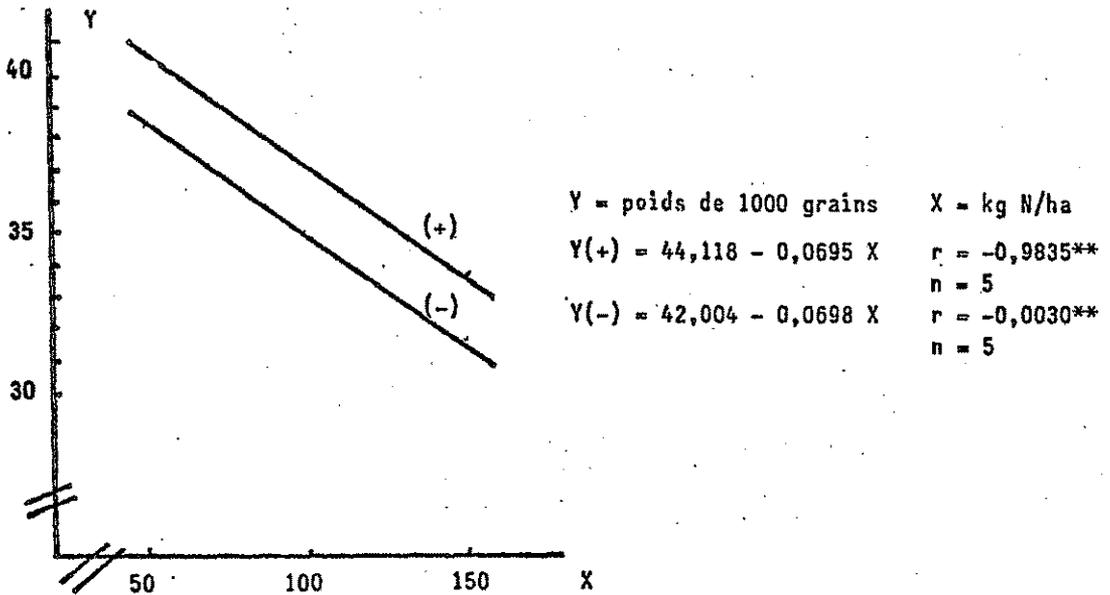


FIGURE 8 : Corrélation entre l'absorption de l'azote par le froment et la production en grains. Var. Gamin.

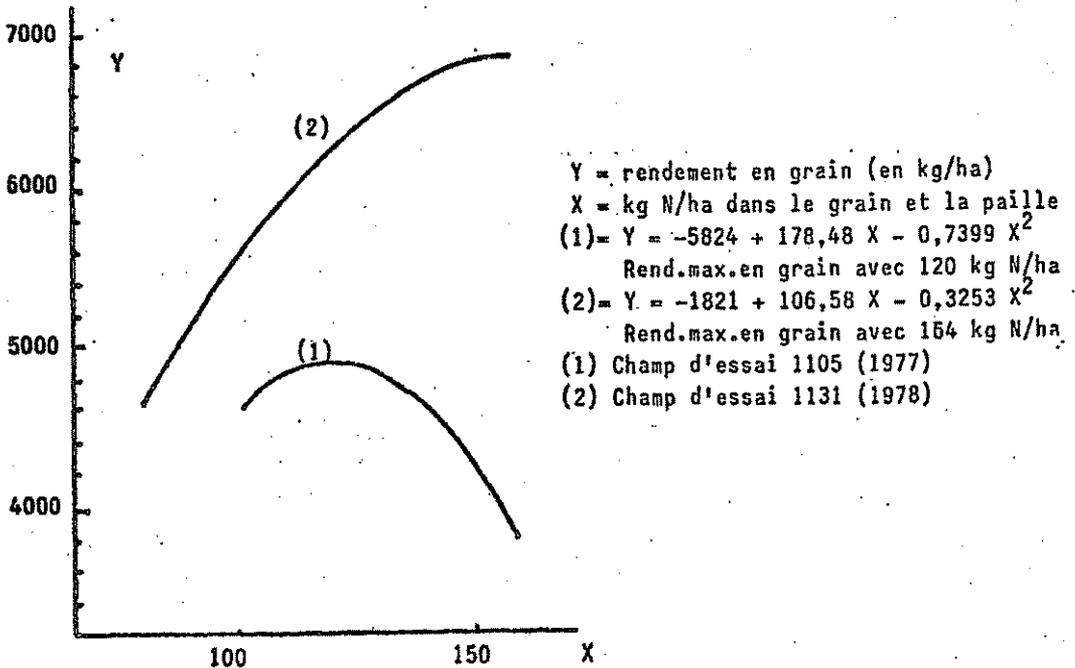
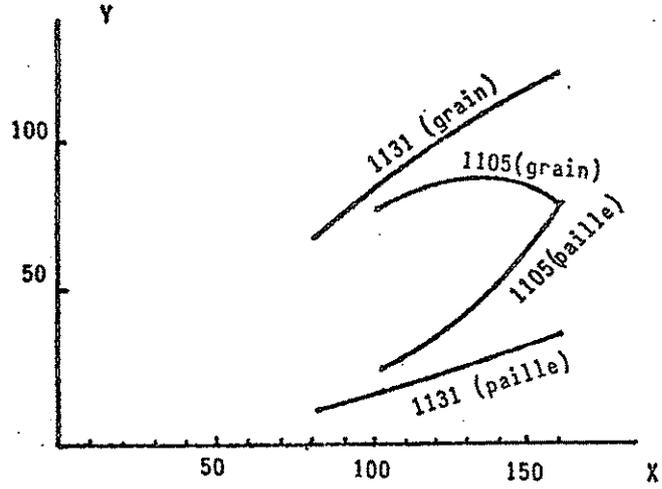


FIGURE 9 : Absorption d'azote en kg N/ha. Essai 1105 (1977) et essai 1131 (1978). Froment d'hiver Gamin. Gouy-lez-Piéton.



Y = absorption de kg N/ha
 X = absorption totale d'azote dans le grain et la paille (en kg/ha)

FIGURE 10 : Influence d'une fumure azotée et du Cerone sur la production en grains. Escourgeon Capri. Essai 1167 (1980).

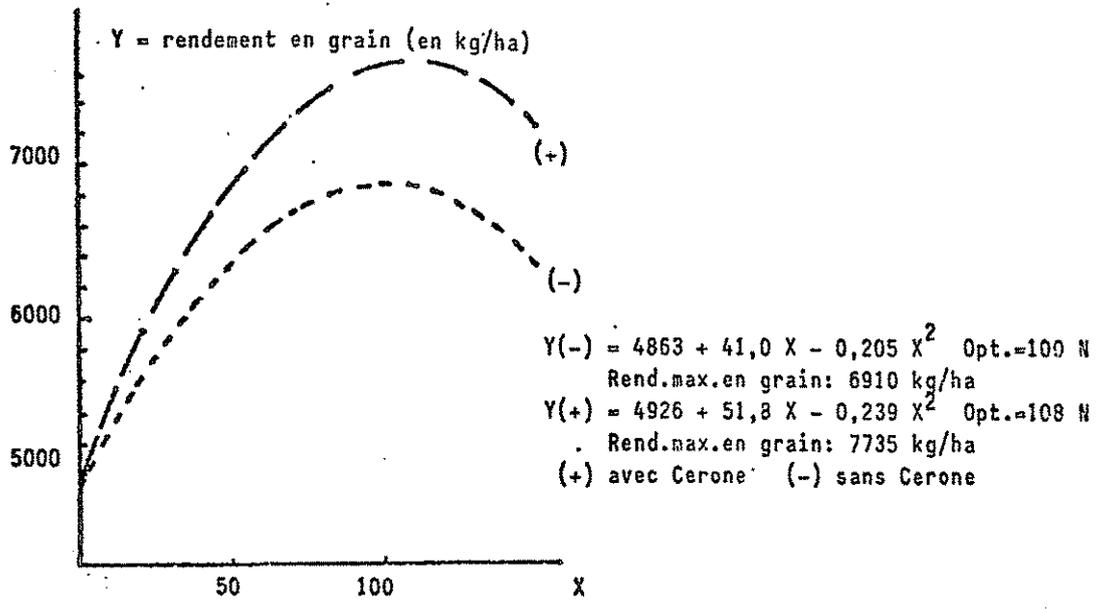


FIGURE 11 : Influence d'une fumure azotée et du Terpal sur la production en grains. Escourgeon Capri. Essai 1167 + 60 N (1980)

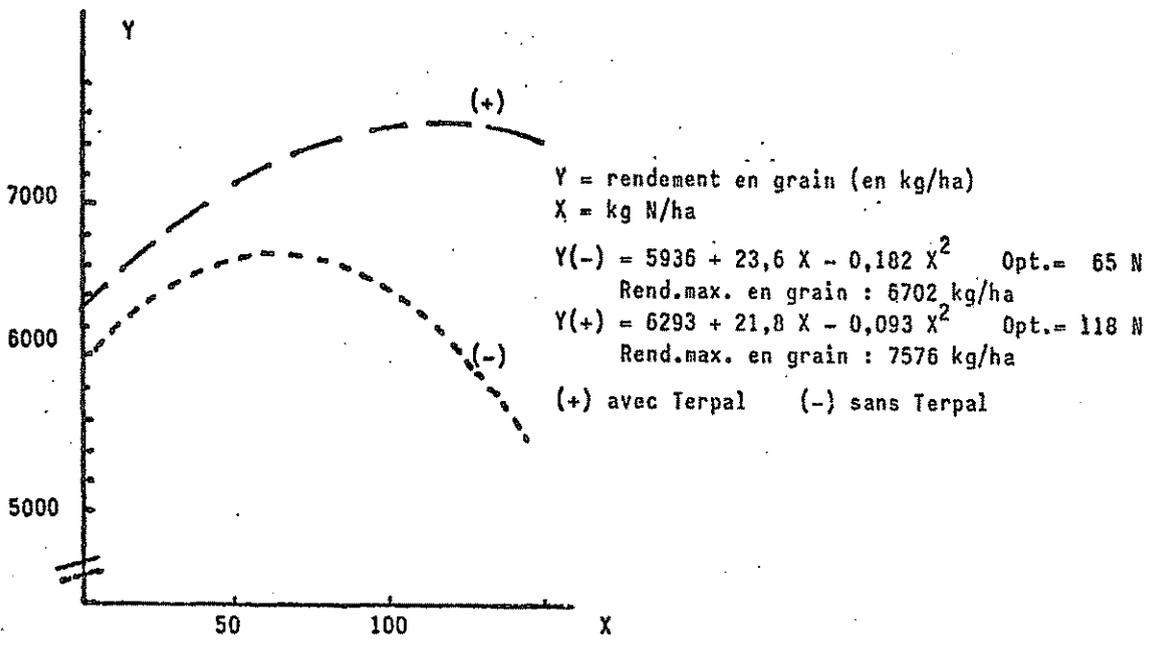


FIGURE 12 : Influence de la fumure azotée et de la densité du semis sur la production en grains. Escourgeon Gerbel. Essai 1174 (1981) Mollem.

