

ELEMENTS POUR LE RAISONNEMENT DE LA FERTILISATION
AZOTEE DU COLZA DE PRINTEMPS EN FRANCE

M. ROLLIER, A. POUZET

CETIOM 174, Avenue Victor Hugo 75116 - PARIS

Avec la collaboration
de B. FELIX-FAURE et de P. LEREBOUR

I - INTRODUCTION

Compte tenu de l'évolution en France du prix des engrais azotés, une grande attention est portée par les agriculteurs à la valorisation de cet apport. C'est pourquoi, à la suite d'HEBERT (1971), une méthode de prévision de la fumure azotée a été proposée aux agriculteurs pour le blé d'hiver (I.T.C.F., 1978).

Le colza de printemps est une culture particulièrement exigeante en azote, puisqu'on estime qu'elle immobilise environ 5 kg d'azote par quintal de grain produit. De plus, s'agissant d'une culture dont le cycle végétatif se déroule au moins en partie pendant une période de déficit hydrique, la valorisation de l'azote va dépendre également de l'alimentation hydrique.

C'est pourquoi il nous est apparu nécessaire d'essayer de préciser les éléments à prendre en compte pour améliorer la valorisation de la fertilisation azotée.

II - MATERIEL ET METHODES

Afin d'explorer une gamme de situations suffisamment variées, nous avons choisi de faire varier l'apport d'azote au sein de plusieurs parcelles conduites normalement par les agriculteurs, en 1979 et 1980.

Au cours de la première année, 20 parcelles ont été suivies et 5 doses d'azote appliquées (0, 90, 120, 150 et 180 unités par hectare) sur des surfaces de l'ordre de 100 m².

Au cours de la seconde année, 19 parcelles ont été étudiées, chacune recevant 6 doses d'azote (0, 50, 100, 150, 200 et 250 unités par hectare). ./.

Les parcelles étaient situées dans le même contexte pédo-climatique, dans un rayon de 50 kilomètres autour de Louviers (100 kilomètres à l'Ouest de Paris). Des prélèvements réguliers ont été faits pour apprécier l'évolution de la quantité d'azote immobilisé par la culture et l'indice foliaire. A la floraison en 1979 et 1980, ainsi qu'au stade B3 en 1980, des profils culturaux ont été réalisés pour observer l'enracinement et l'influence éventuelle d'obstacles structuraux. A la récolte, le rendement et ses composantes sont estimés sur chaque traitement, dans la mesure où d'autres facteurs n'ont pas été limitants (adventices et insectes notamment). A la sortie de l'hiver, avant la mise en culture, des prélèvements de sol sont faits par tranche de 30 cm sur une profondeur de 90 ou 120 cm pour quantifier l'importance des reliquats en azote minéral. Enfin, des profils hydriques sont réalisés à la floraison et à la récolte pour évaluer la consommation en eau pendant cette période où le déficit climatique est le plus important (mois de Juillet et Août). Les données météorologiques ont été fournies par l'Office National de la Météorologie à Evreux ou par ses correspondants locaux à Canappeville.

III - RESULTATS

3.1. Rendements des parcelles sans apport d'azote

En 1979, on a une bonne relation entre le rendement des parcelles sans azote et la quantité d'azote minéral présent dans le sol en sortie d'hiver, corrigée par la profondeur d'enracinement (figure n°1). En 1980, la liaison est moins nette (figure n°1) et ceci est probablement lié aux caractéristiques générales du climat de l'année : le déficit climatique a été moins marqué qu'en 1979 (tableau n°1).

3.2. Réponse du rendement à l'azote disponible

En 1979, la réponse à l'apport d'azote peut être approchée par une équation du second degré (figure n°2). La prise en compte de la consommation en eau permet d'améliorer la qualité de la représentation. En 1980, on peut également rendre compte de la réponse à l'azote par un polynôme du second degré, mais on n'améliore pas la fiabilité du modèle en faisant intervenir la consommation en eau. Ceci confirme donc l'hypothèse ./.

que l'alimentation hydrique n'a pas été limitante dans les conditions de 1980.

En l'absence de contraintes hydriques, on observe des effets néfastes des doses d'azote excessives se traduisant par une verse précoce.

IV - DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Ces résultats mettent en évidence l'importance pour le raisonnement de la fertilisation azotée, de la prise en compte de deux éléments : le reliquat d'azote minéral en sortie d'hiver et la quantité de l'alimentation hydrique pendant la période estivale. Ces deux éléments ont en commun d'être dépendants de la profondeur d'enracinement. Nous discuterons donc nos résultats par rapport à deux points : la teneur du sol en azote avant la mise en culture et la qualité de l'enracinement.

4.1. Appréciation des reliquats d'azote minéral dans le sol en sortie d'hiver

La répartition des valeurs obtenues sur 0,9 mètre de profondeur est reportée au tableau n°2.

A priori, on peut penser que plusieurs facteurs vont faire varier cette quantité d'azote dans le sol :

- le précédent : dans les conditions françaises, le précédent cultural est, dans la quasi-totalité des cas, une céréale à paille (tableau n°3). C'est donc plutôt la gestion des résidus du précédent (enfouissement ou non des pailles, apport d'azote à l'enfouissement) qui sera discriminante entre les situations.

- la climatologie, et notamment la pluviométrie : on peut ainsi expliquer les différences entre les valeurs moyennes en 1979 et 1980 (tableau n°4), au sein d'une année, les situations observées ne sont pas suffisamment tranchées par le type de sol ou un microclimat particulièrement marqué pour entraîner des répercussions sur la quantité d'azote minéral dans le sol.

- la gestion de la matière organique : outre le problème de la restitution des pailles, l'apport d'amendements organiques ou l'incorporation dans la rotation de prairies peut jouer un rôle important.

La prise en compte de ces critères selon la proportion d'éléments grossiers est en relation satisfaisante avec la mesure faite du reliquat azoté en sortie d'hiver (tableau n°5) pour 1979. En 1980, les reliquats sont trop faibles pour qu'une interprétation soit tentée. ./.

4.2. Qualité de l'enracinement

Pour le type de sol étudié, ce sont les conditions d'humidité au moment du labour qui semblent le mieux rendre compte des variations d'enracinement d'une parcelle à l'autre (tableau n°6). De plus, très tôt après la mise en place de la culture (stade B3), un examen du profil cultural permet de faire un pronostic sur l'évolution de l'enracinement (tableau n°7).

En conclusion, le raisonnement de la fertilisation azotée du colza de printemps nous paraît possible (tableau n°8).

- La mesure du reliquat ou son appréciation à partir de l'histoire de la parcelle et de l'enregistrement du climat est possible.

- L'utilisation du reliquat et des réserves en eau du sol va conditionner le type de réponse du rendement à l'azote, et un pronostic sur cette utilisation est possible à partir de l'observation précoce d'un profil cultural et de l'analyse fréquentielle du déficit climatique estival.

BIBLIOGRAPHIE

- HEBERT, J., 1971
Théorie de la fumure azotée
in l'azote en agriculture. Doc. Mult. I.N.A. 183 p.
- I.T.C.F., 1978
La fumure azotée du blé. Doc. Mult.

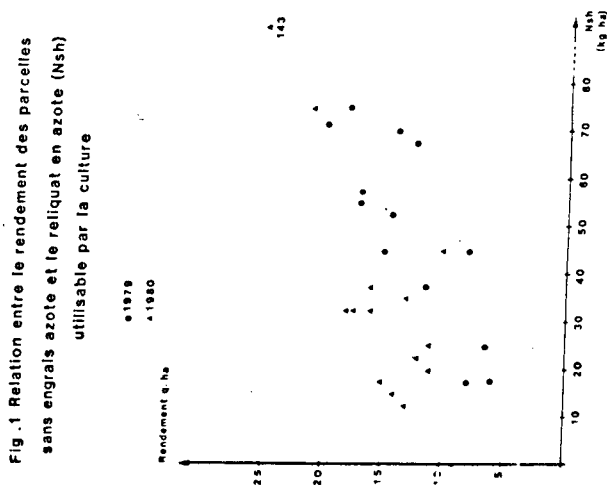
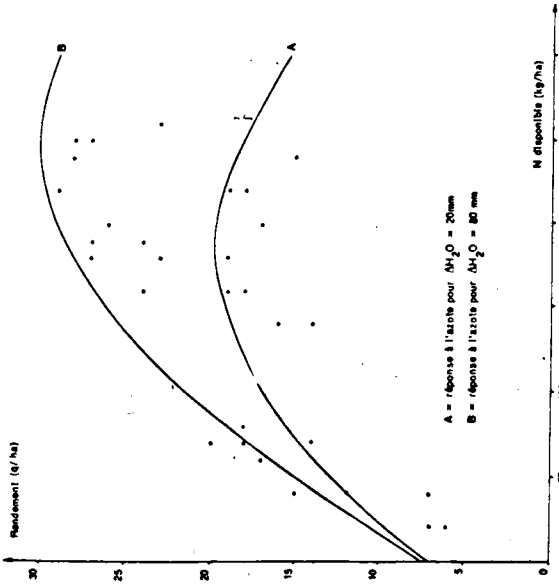


TABLEAU N° 1 - FLOUQUETTE DECAIDRE ESTIVALE

	1979 (EPREUX)	1980 (CARRAFEVILLE)
JUIN		
1	30.1	0.8
2	18.6	26.1
3	1.3	47.5
JUILLET		
1	0	31.7
2	26.0	65.2
3	2.9	23.0
AOÛT		
1	29.9	1.1
2	6.0	22.6
3	19.4	12.1
TOTAL	134.2	230.1

Figure n° 2 - Réponse du cotte de printemps à la nutrition azotée et à l'alimentation hydrique



ΔH_2O : consommation en eau entre la floraison et la récolte.

TABLEAU N° 1 - CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES EN MOYENNE PAR PARCELLE

NOMBRE DE PARCELLES EN	Valeur du reliquat (kg/ha)		
	< 30	[30 - 50]	[50 - 70] > 70
1979	3	5	10
1980	11	7	0

TABLEAU N° 3 - RÉPARTITION DES PRÉCIPITATIONS CUMULÉES

NOMBRE DE PARCELLES EN	PRÉCIPITAT		
	BLE HIVER	ORGE D'HIVER	AUTRES
1979	16	3	1
1980	12	5	0

		SEPT 78 - 79	SEPT 79 - 80
OCTOBRE	D 1	1,3	41,0
	D 2	10,9	41,1
	D 3	0,7	44,6
NOVEMBRE	D 1	1,0	63,7
	D 2	2,6	42,0
	D 3	0,2	1,2
DECEMBRE	D 1	15,3	42,9
	D 2	25,3	92,7
	D 3	79,0	46,7
JANVIER	D 1	14,0	19,9
	D 2	11,3	0,6
	D 3	7,2	22,8
FEBVRIER	D 1	52,5	78,0
	D 2	22,5	5,0
	D 3	1,1	4,5
TOTAL		261	555

Tableau n° 5 Quantités de sucre par hectare en sortie d'ivier selon les caractéristiques des champs (année 1979)

Champ	Relevé de sucre (t/ha sur 0-80)	Année d'apport de la culture organique	Teneur en éléments grossiers %	Apport d'azote à l'autome (kg/ha)
18	75	1977	0	0
3	70	-	0	30
18	68	1977	0	0
6	66	1977	0	0
17	66	1976	0	0
15	65	-	5	0
8	65	-	0	0
5	61	1977	0	0
16	56	1977	0	0
12	55	-	15-70	30
8	51	-	0	0
14	51	-	0	0
1	48	-	0	0
20	42	1975	0	0
4	38	-	10-50	0
13	35	-	0	0
11	33	-	20-50	0
3	29	-	15-50	0
10	28	-	10-30	0
7	20	-	15-50	0

TABLEAU N° 6 : ELEMENTS POUR LE RAISONNEMENT DE LA FUMURE AZOTEE EN FONCTION DE LA PROFONDEUR D'ENRACINEMENT

	LABOUR EN CONDITIONS	
	HEUMES	SECHES
PROP. ENRAC. 1979	78 ± 7 CM	106 ± 17 CM
PROP. ENRAC. 1980	81	115 ±

TABLEAU N° 7 : REPARTITION DES ACCIDENTS STRUCTURELS AU STADE B.3. ET L'ENRACINEMENT A LA MOISSON

PARCELLE	PROP. ENRAC. (1) B. 3.	ACCIDENT STRUCTUREL (2) DANS LE PROFIL	PROP. ENRAC. MOIS.
8	30	0	130
1	30	0	120
9	30	0	120
12	35	0	120
19	35	0	130
4	35	0	115
10	35	0	106
18	35	0	110
5	35	0	130
6	35	0	110
7	35	0	110
11	35	0	110
14	35	0	65

- (1) : Profondeur d'enracinement en centimètres
 (2) : 0 : absence d'accident structural
 1 : accident structural léger ou franchi par les racines
 2 : accident structural plus important
 3 : accident structural très important
 EC : Nombreux éléments grossiers dans le profil.

RELEVÉ	FAIBLE				FORT			
	DEFAVORABLE		FAVORABLE		DEFAVORABLE		FAVORABLE	
PROFIL STRUCTUREL								
DEBIT HYDRAULIQUE STRUCTUREL	OUI	NON	OUI	NON	OUI	NON	OUI	NON
REPONSE A R	1	2	2	3	1	2	2	4

- 1 : FAIBLE VALORISATION DE L'AZOTE APORTE (120 - 150)
 2 : BONNE VALORISATION (150 - 180)
 3 : TRES BONNE VALORISATION (180 - 210)
 4 : RISQUES IMPORTANTES DE VERSE → BONNE VALORISATION DES DOSES MOYENNES (150 - 180)

Fig .1 Relation entre le rendement des parcelles sans engrais azote et le reliquat en azote (Nsh) utilisable par la culture

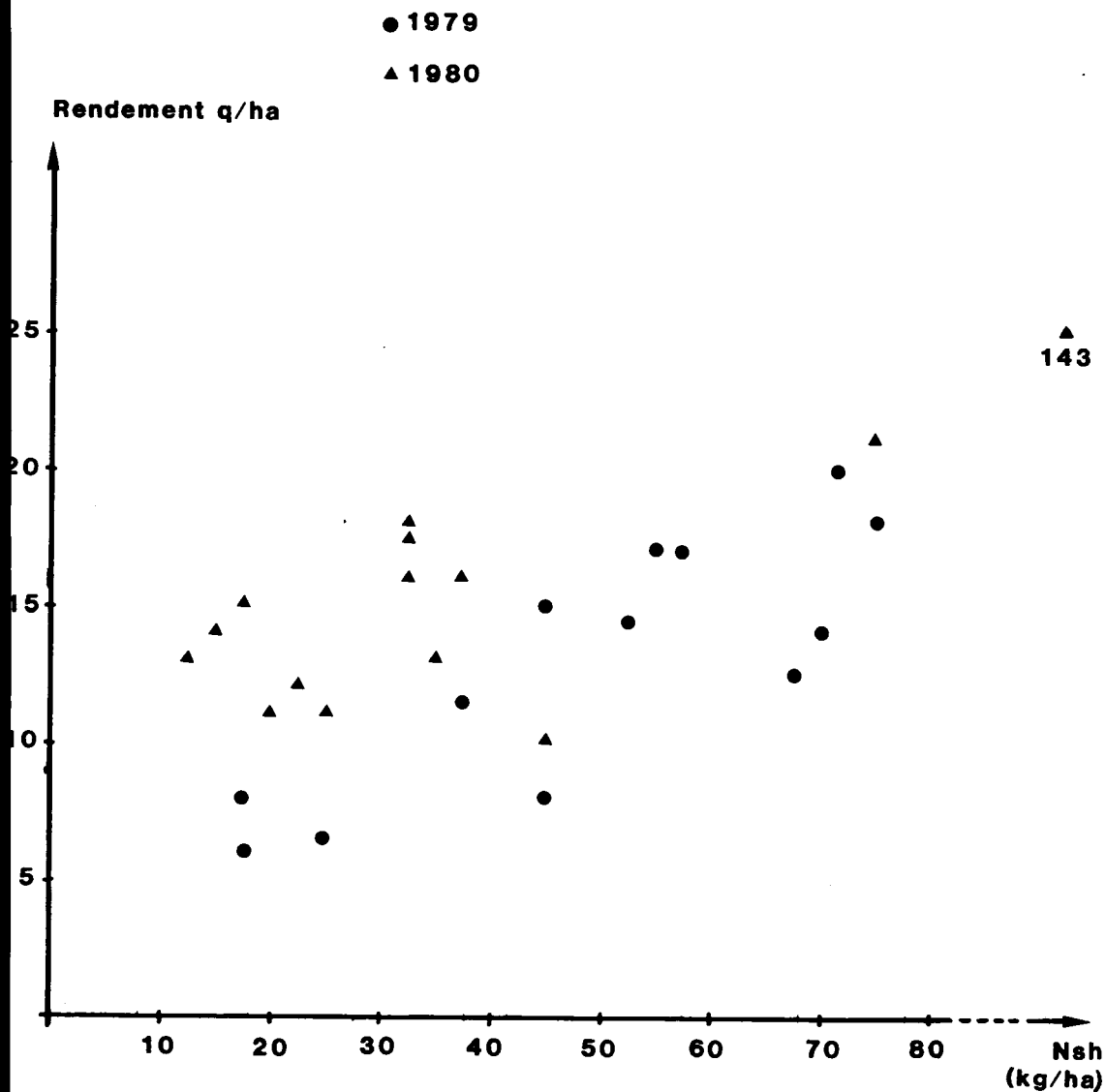


TABLEAU N° 1 : PLUVIOMETRIE DECADAIRE ESTIVALE

		1979 (EVREUX)	1980 (CANAPPEVILLE)
JUN	1	30.1	0,8
	2	18.6	26.1
	3	1.3	47.5
JUILLET	1	0	31.7
	2	26.0	65.2
	3	2.9	23.0
AOUT	1	29.9	1.1
	2	6.0	22.6
	3	19.4	12.1
TOTAL		134.2	230.1

TABLEAU N° 2 : REPARTITION DES RELIQUATS EN AZOTE MINERAL SUR 0,90 METRE.

NOMBRE DE PARCELLES EN	VALEUR DU RELIQUAT (KG/HA)			
	< 30	[30 - 50 [[50 - 70 [> 70
1979	3	5	10	2
1980	11	7	0	1

TABLEAU N° 3 : REPARTITION DES PRECEDENTS CULTURAUX

NOMBRE DE PARCELLES EN	PRECEDENT			
	BLE HIVER	ORGE D'HIVER	ORGE PRINTEMPS	AUTRES
1979	16	3	1	0
1980	12	5	0	2

TABLEAU N° 4 : PLUVIOMETRIE HIVERNALE DECADAIRE (mm) A CANAPPEVILLE

		HIVER 78 - 79	HIVER 79 - 80
OCTOBRE	D 1	3,5	44,0
	D 2	10,9	44,1
	D 3	0,7	44,6
NOVEMBRE	D 1	1,0	63,7
	D 2	2,6	42,0
	D 3	0,2	1,2
DECEMBRE	D 1	15,9	42,9
	D 2	25,8	92,7
	D 3	79,0	48,7
JANVIER	D 1	18,0	19,9
	D 2	11,3	0,6
	D 3	7,2	22,8
FEVRIER	D 1	52,5	78,0
	D 2	22,5	5,0
	D 3	1,1	4,5
TOTAL		261	555

Tableau n° 5 : Quantités d'azote par hectare en sortie d'hiver selon les caractéristiques des champs (année 1979)

Champ	Reliquat sortie hiver (N/ha sur 0,90)	Année d'apport de la fumure organique	Teneur en éléments grossiers %	Apport d'azote à l'automne (kg/ha)
19	75	1977	0	0
3	70	-	0	30
18	69	1977	0	0
6	69	1977	0	0
17	66	1976	0	0
15	65	-	5	0
8	65	-	0	0
5	61	1977	0	0
16	56	1977	0	0
12	55	-	15-70	30
9	51	-	0	0
14	51	-	0	0
1	49	-	0	0
20	42	1975	0	0
4	38	-	10-50	0
13	35	-	0	0
11	33	-	20-50	0
3	29	-	15-50	0
10	28	-	10-30	0
7	20	-	15-50	0

TABLEAU N° 6 : HUMIDITE DU SOL AU MOMENT DU LABOUR ET PROFONDEUR D'ENRACINEMENT

		LABOUR EN CONDITIONS	
		HUMIDES	SECHES
PROF. ENRAC.	1979	78 ± 7 CM	106 ± 17 CM
PROF. ENRAC.	1980	81	115 ±

TABLEAU N° 7 : RELATION ENTRE L'ENRACINEMENT AU STADE B.3. ET L'ENRACINEMENT A LA FLORAISON.

PARCELLE	PROF. ENRAC (1) B. 3.	ACCIDENT STRUCTURAL (2) DANS LE PROFIL	PROF. ENRAC. FLOR.
8	30	0	130
1	25	0	120
9	25	0	120
12	35	1	120
19	25	0	120
4	30	0	115
3	30	0	110
10	25	0	110
18	25	1	110
5	25	1	95
6	25	2	90
2	25	2	85
7	20	2	75
11	25	3	75
14	25	EG	65

(1) : Profondeur d'enracinement en centimètres

(2) : 0 : absence d'accident structural
 1 : accident structural léger ou franchi par les racines
 2 : accident structural plus important
 3 : accident structural très important
 EG : Nombreux éléments grossiers dans le profil.

TABLEAU N° 8 : ELEMENTS POUR LE RAISONNEMENT DE LA FUMURE AZOTEE DU COLZA DE PRINTEMPS

RELIQUAT	FAIBLE				FORT				
	DEFAVORABLE		FAVORABLE		DEFAVORABLE		FAVORABLE		
	OUI	NON	OUI	NON	OUI	NON	OUI	NON	
PROFIL CULTURAL									
DEFICIT HYDRIQUE ESTIVAL									
REPONSE A N	1	2	2	3	1	2	2	4	

1	:	FAIBLE VALORISATION DE L'AZOTE APORTE	(120 - 150)
2	:	BONNE VALORISATION	(150 - 180)
3	:	TRES BONNE VALORISATION	(180 - 210)
4	:	RISQUES IMPORTANTS DE VERSE	→ BONNE VALORISATION DES DOSES MOYENNES (150 - 180)