

A. POUZET, J. RAIMBAULT, A. ESTRAGNAT
CETIOM : 174, Avenue Victor Hugo (75116) PARIS

G. GOSSE

INRA - LA MINIERE - 78280 - GUYANCOURT

ANALYSE DE LA CROISSANCE AUTOMNALE DU COLZA D'HIVER, VARIETE JET NEUF; INFLUENCE DE LA DATE DE SEMIS, DE LA DENSITE DE SEMIS ET DE L'APPORT D'AZOTE A L'AUTOMNE.

I - INTRODUCTION

L'importance de la phase automnale pour l'élaboration du rendement du colza d'hiver : MENDHAM et SCOTT ont mis en relation le potentiel de rendement et la taille des plantes au moment de l'initiation florale (MENDHAM, N.J, SCOTT, R.K. 1975) et l'intérêt d'un colza suffisamment vigoureux à l'entrée de l'hiver pour obtenir des rendements réguliers (MENDHAM, N.J. SHIPWAY, P.A. SCOTT, R.K. 1981). Des observations comparables ont été faites en France (CETIOM 1980) en Suisse (VUILLIoud, P. 1974) et en Espagne (de La GUARDIA, M.D. PEREZ-TORRES, E.B. 1978).

Notre objectif est donc de déterminer, et si possible de quantifier le rôle des principaux facteurs susceptibles de rendre compte de la croissance automnale du colza d'hiver, variété Jet Neuf.

II - MATERIEL ET METHODES

Pour réaliser cette étude, des essais combinant trois dates de semis, deux modalités d'apport d'azote à l'automne, et quatre densités de semis ont été mis en place.

Pour chaque combinaison d'une date de semis, et d'une modalité d'apport d'azote, chaque densité est répétée trois fois réparties en blocs de Fisher. Au sein de chaque bloc, une densité est présente deux fois, pour permettre des prélèvements deux fois par

./.

mois. Ces prélèvements sont réalisés sur 0,8 m² (2 mètres linéaires contigus écartés de 0,4 mètre), et on compte le nombre de pieds sur lesquels on mesure le diamètre au collet, le nombre de feuilles de taille supérieure à 2 cm, et la largeur de la feuille la plus âgée. Après ces observations, on pèse les parties aériennes prélevées.

Pour établir une relation entre la surface foliaire et le nombre de feuilles combiné à la largeur de la feuille la plus âgée, sur 5 plantes à chaque prélèvement, la largeur de toutes les feuilles a été mesurée, la largeur d'une feuille étant en liaison étroite avec sa surface (POUZET A., SAUZET G., 1983).

Au cours de la campagne 1981-1982, deux essais ont été réalisés selon ces principes dans l'Est de la France, (département de la Meuse) et trois autres dans le centre du pays (département de l'Indre).

Les résultats présentés ici concernent seulement les essais de l'Est, et les données météorologiques sont les températures relevées à METZ, et le rayonnement global enregistré à NANCY par l'Office National de la Météorologie.

Les conditions pratiques de réalisation de ces deux essais C 66 et C 65 sont reportées au tableau n° 1.

Les surfaces foliaires par plante sont estimées à partir de l'équation suivante, obtenue par régression sur 75 plantes provenant des 5 dates de prélèvement pour la première date de semis de l'essai C 66 : $S = 11,71 n^2 S_1 + 4370$ - $r = 0,978$, où S est la surface foliaire par plante en cm², n est le nombre de feuilles de taille supérieure à deux centimètres, et S₁ est la surface foliaire de la feuille verte la plus âgée en cm².

III - RESULTATS

3.1. - Evolution de la quantité de matière sèche par mètre carré.

Ces données sont présentées au tableau n° 2. Elles concernent la densité intermédiaire (40 p/m²) pour l'essai C 66.

On constate que pour la première date de semis, l'accumulation de matière sèche est plus rapide que pour la deuxième date, alors que sur la troisième date, la quantité de matière sèche reste très faible. Cependant, l'arrêt de la croissance nette est plus précoce pour les parcelles semées tôt, alors que pour les semis plus tardifs, on n'observe pas d'arrêt de croissance sur

./.

la période étudiée. Ceci suggère l'hypothèse d'une influence des conditions climatiques différentes selon la date de levée du colza: pour les semis précoces, les conditions de croissance sont très favorables dans un premier temps (température, rayonnement), mais par la suite, les conditions climatiques ne permettent pas d'obtenir un bilan photosynthétique positif; pour les semis plus tardifs (à la deuxième date de semis), on peut considérer qu'il y a une bonne adaptation de la plante à l'environnement, dans la mesure où la croissance est régulière; enfin, pour les semis trop tardifs, (cas de la troisième date de semis), on peut considérer que les facteurs climatiques sont limitants dès la levée, et ne permettent pas à la culture de réaliser une croissance appréciable avant l'entrée de l'hiver.

L'étude des données climatiques va nous permettre de vérifier cette hypothèse.

3.2. - Relations entre la croissance et le climat de l'automne. Deux critères ont été retenus pour caractériser le climat :

- la somme des températures moyennes journalières depuis la levée,
- le rayonnement photosynthétiquement actif (PAR) cumulé intercepté par la culture depuis la levée. Pour le calculer, on a utilisé la formule proposée par CHARTIER, M. et al. (1983):

$$\text{PAR} = G_i \times 0,47 (1 - 0,98 e^{-0,77 \text{ IF}})$$

(MJ.m⁻²).

G_i étant le rayonnement global (MJ.m⁻²) et IF l'indice foliaire.

L'indice foliaire journalier a été calculé à partir des régressions issues des mesures faites périodiquement et présentées dans le tableau n° 3.

Les résultats sont présentés sous forme graphique (figures n° 1 & 2), et peuvent être résumés de la façon suivante:

- a) Si l'on considère le rythme d'accumulation de la matière sèche en fonction des sommes de température, on distingue deux phases une première période correspond à un rythme d'accumulation très faible, et nécessite environ 400 degrés-jours; une seconde phase débute alors, au cours de laquelle on observe que le rythme d'accumulation est plus rapide, et que des différences entre traitements apparaissent.
- b) Si l'on considère l'évolution de la matière sèche par unité de surface en fonction du rayonnement actif intercepté, quel que ./.

soit le traitement, la relation entre ces deux paramètres est linéaire, tant que les autres conditions climatiques permettent de maintenir un bilan positif pour la photosynthèse. Pour l'ensemble des couples de données obtenus, on obtient la relation :

$$MS = 1,8 \frac{\text{PAR}}{(\text{g/m}^2)} \quad r = 0,92 \quad 24 \text{ d.d.l.} \\ (\text{MJ/m}^2)$$

Cette relation est conforme à ce que l'on pouvait attendre à partir des résultats d'études antérieures (GOSSE G., et al, 1983 MONTEITH, J.L., 1977). Une estimation plus précise des différents paramètres observés permettrait probablement d'obtenir une relation plus étroite entre ces paramètres.

3.3. - Influence des techniques culturales sur la croissance automnale.

L'influence de la date de semis, de la densité et de l'apport d'azote à l'automne sur la croissance appréciée par le diamètre au collet est présentée par la figure n° 3.

Pour la première date de semis, on observe les valeurs moyennes les plus élevées, avec un effet important de la densité de semis, et un effet peu marqué de l'apport d'azote à l'automne.

Pour la deuxième date de semis, les mêmes observations sont valables, avec des valeurs moyennes légèrement inférieures.

Pour la troisième date de semis, on note que ni la densité de semis, ni l'apport d'azote ne modifient le diamètre moyen au collet.

IV - DISCUSSION ET CONCLUSION

L'ensemble des résultats présentés est concordant avec ceux qui ont été trouvés pour trois essais identiques dans l'Indre au cours de la campagne 1980-1981 (CETIOM 1981) pour la relation entre l'accumulation de la matière sèche des parties aériennes, et la somme des températures depuis la levée, ainsi que pour l'influence des techniques culturales sur la croissance automnale.

On peut donc faire l'hypothèse que ces résultats sont extrapolables pour la majeure partie de l'aire de culture du colza en France, et d'une année sur l'autre.

Nous avons donc les bases pour une analyse fréquentielle des données climatiques permettant d'estimer la matière sèche accumulée
./.

à l'entrée de l'hiver en fonction de la date de levée et de mieux raisonner la date de semis :

- une première phase nécessite l'accumulation de 400 degrés jours; elle correspond probablement à l'acquisition par la plante d'une surface foliaire minimum lui permettant par la suite un taux de croissance plus élevé.
- une seconde phase ultérieure au cours de laquelle la croissance dépend entièrement du rayonnement actif intercepté par la culture.
- une troisième phase, enfin caractérise l'entrée de l'hiver; il semble que, selon les résultats présentés, les conditions climatiques présidant à l'arrêt de croissance soient variables selon l'état de la végétation. C'est un point qu'il conviendra de vérifier et, le cas échéant, d'expliquer, avant d'entreprendre une modélisation de la croissance automnale du colza d'hiver.

Outre la date de semis, la densité de semis joue également un rôle important sur la vigueur des plantes à l'entrée de l'hiver. Le rôle de l'apport d'azote au semis semble faible par rapport aux deux techniques précédentes.

BIBLIOGRAPHIE

- CETIOM 1980 - Compte-rendu annuel d'activités 1979-1980.
- CHARTIER, M. , FABRE, B. , GOSSE, G. , RODE, J.C.; 1983
Bilan radiatif d'un couvert de colza.
C.R. Sixième Conférence Internationale sur le colza - Paris.
- GOSSE G, ROLLIER M, RODE J.C., CHARTIER M., 1983.
Modélisation de la production chez le colza de printemps,
C.R. Sixième Conférence Internationale sur le colza - Paris.
- de LA GUARDIA, M.D., PERREZ-TORRES, E.B. 1978,
Growth and development of spring varieties in autumn sowing in southern Spain.
Proc. 5 th. Int. Rapeseed Conf. Vol. 1, p. 245-247
- MENDHAM, N.J., SCOTT, R.K. 1975
The limiting effect of plant size at inflorescence initiation on subsequent growth and yield of oil-seed rape. (Brassica napus).
J. Agric., Sci., Camb. (84) 487.50.
- MENDHAM, N.J., SHIPWAY, P.A., SCOTT, R.K. 1981
The effects of seed size, autumn nitrogen and plant population density on the response to delayed sowing in winter oil-seed rape (Brassica napus).
J. Agric., Sci., Camb. (96) 2.417.428.

./.

- MONTEITH, J.L. 1977

Climate and the efficiency of crop production in Britain.
Philosophical Trans. of the Royal Soc. of London : 281,277.94.

- POUZET A., SAUZET G. 1983

Etude de la variabilité de la surface foliaire par plante chez le colza d'hiver, var. Jet Neuf. C.R. Sixième Conférence Internationale sur le colza. Paris.

- VUILLIOUD P. 1974

Etude de l'influence de la date de semis sur le développement du colza d'automne.
C.R. Quatrième Conférence Internationale sur le colza. GIESSEN, p. 153 - 171.

TABLÉAU N° 1 - 4. CONDITIONS DE RÉALISATION DES EXPÉRIENCES SUR LA TERRE EN 1981 - 82

CODE DE L'ESSAI	C 66			C 65		
	LEON ARGILEUX			ARGILO-CALCAIRE		
TYPE DE SOL	LEON ARGILEUX			ARGILO-CALCAIRE		
	1° SEMIS S.1.	2° SEMIS S.2.	3° SEMIS S.3.	1° SEMIS S.1.	2° SEMIS S.2.	3° SEMIS S.3.
DATE SEMIS	15/08	21/08	14/09	17/08	26/08	17/09
DATE LEVES	22/08	03/09	20/09	22/08	05/09	25/09
DATE APPORT AZOTE (50 g)*	20/08	01/09	20/09	22/08	01/09	18/09
DATE 1° PRELEVEMENT	09/09	22/09	21/10	26/09	21/09	23/10
DATE 2° PRELEVEMENT	22/09	05/10	03/11	27/09	09/10	05/11
DATE 3° PRELEVEMENT	05/10	21/10	23/11	29/09	23/10	25/11
DATE 4° PRELEVEMENT	21/10	03/11	-	23/10	25/11	-
DATE 5° PRELEVEMENT	03/11	23/11	-	25/10	26/11	-
DATE 6° PRELEVEMENT	23/11	-	-	25/11	-	-
	p/2					
Densités théoriques au semis**	D1 : 10 D2 : 20 D3 : 40 D4 : 80	D 1 D 2 D 3 D 4	D 1 D 2 D 3 D 4	D 1 D 2 D 3 D 4	D 1 D 2 D 3 D 4	- D 3 D 4

* Sur parcelles avec apport - 0 unités pour l'autre modalité.

** Semis effectués au semoir de précision à distribution pneumatique.
Une parcelle comporte 6 rangs écartés de 40 cm. sur une longueur de 25 mètres environ.

TABLEAU N° 2 : EVOLUTION DES CARACTERISTIQUES DE LA VEGETATION A L'AUTOMNE - ESCAL C. 65, 1981 - 1982

nbp/m² : Nombre de pieds par mètre carré ; MS/m² : Matière sèche par mètre carré (grammes), I.F. : Indice foliaire
 Diam : Diamètre moyen au collet (millimètres)

CODE SPMIS	VARIABLE	S. 1.		S. 2.		S. 3.	
		AVEC AZOTE	SANS AZOTE	AVEC AZOTE	SANS AZOTE	AVEC AZOTE	SANS AZOTE
09.09	nbp/m ²	28	26				
	MS/m ²	7	4				
	I.F.	0,3	0,2				
	Diam	2,3	1,8				
22.09	nbp/m ²	30	26	31	30		
	MS/m ²	92	64	10	10		
	I.F.	1,0	0,8	0,3	0,3		
	Diam	5,4	5,5	2,0	2,2		
05.10	nbp/m ²	29	33	31	28		
	MS/m ²	181	98	35	26		
	I.F.	1,9	1,4	0,7	0,6		
	Diam	7,7	6,8	4,6	4,3		
21.10	nbp/m ²	33	31	31	29	35	33
	MS/m ²	256	159	74	59	3	2
	I.F.	2,2	1,4	0,8	0,9	0,3	0,7
	Diam	8,4	9,2	5,4	5,9	1,3	1,3
03.11	nbp/m ²	30	31	30	29	35	30
	MS/m ²	257	130	107	66	7	4
	I.F.	2,2	1,4	1,3	1,0	0,1	0,3
	Diam	10,1	10,3	7,6	6,7	2,0	1,6
23.11	nbp/m ²	26	30	35	28	36	33
	MS/m ²	200	120	120	100	17	10
	I.F.	2,0	1,4	1,9	1,4	0,5	0,1
	Diam	10,1	9,8	7,6	7,0	2,8	2,5

TABLEAU 3 : ESTIMATION DES QUANTITES D'AZOTE MINIMALES NECESSAIRES

(t : jours après levée)

ESCAL	DATE SPMIS	AZOTE	PERIODE	MODE CALCUL
C 66	S. 1.	AVEC	t = 0 à t = 44	I.P. = 0,0018 t ²
		SANS	t = 0 à t = 44	
	S. 2.	AVEC	t = 45 à t = 92	} Interpolation linéaire
		SANS	t = 45 à t = 92	
C 65	S. 1.	AVEC	t = 0 à t = 80	} Interpolation linéaire
		SANS	t = 0 à t = 80	
	S. 1.	AVEC	t = 0 à t = 48	I.P. = 0,0007 t ²
		SANS	t = 0 à t = 48	
S. 1.	AVEC	t = 49 à t = 94	} Interpolation linéaire	
	SANS	t = 49 à t = 94		

Figure 1 - Relation entre l'accumulation de la matière sèche (g/m²) et la somme des températures journalières - Essai C66 - Automne 1981

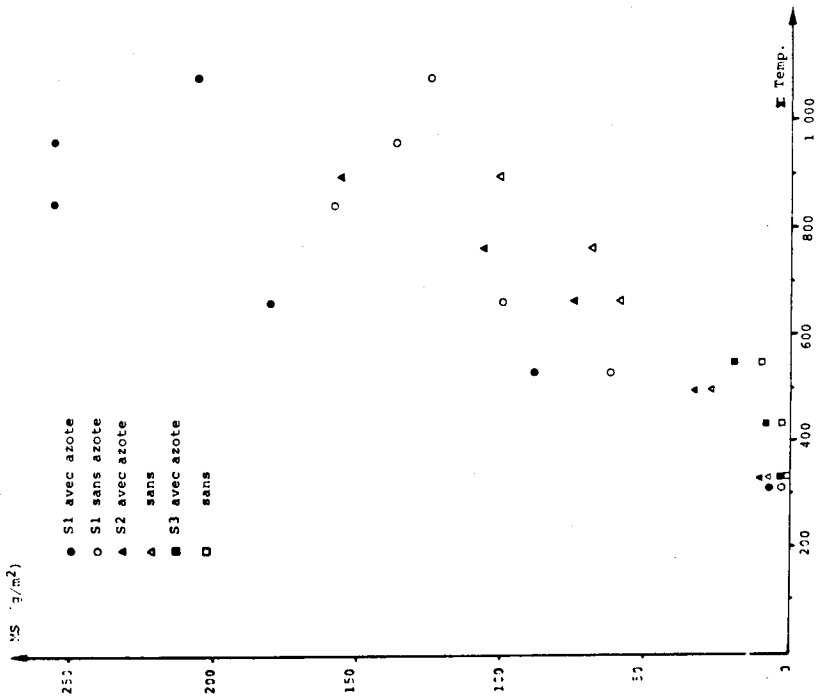


Figure n° 2 - Relation entre l'accumulation de matière sèche (g/m²) et le cumul journalier du rayonnement actif intercepté (PAR - MJ/m²)

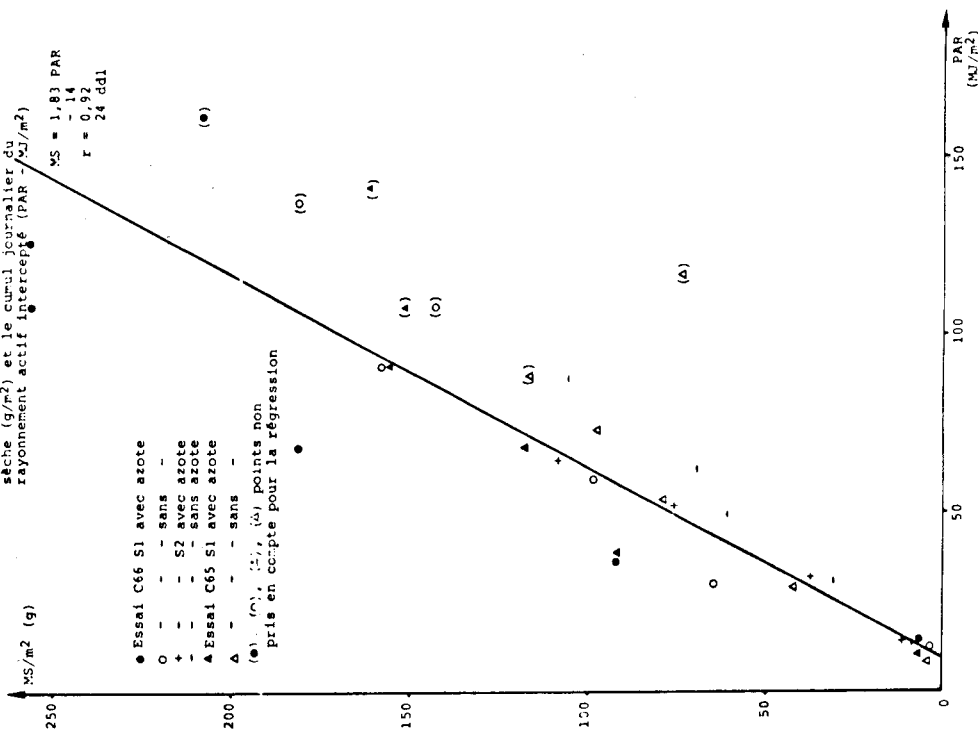


Figure n° 3 - Influence des techniques culturales sur le diamètre au collet à l'entrée de l'hiver (Essai C66 - 23.11.81)

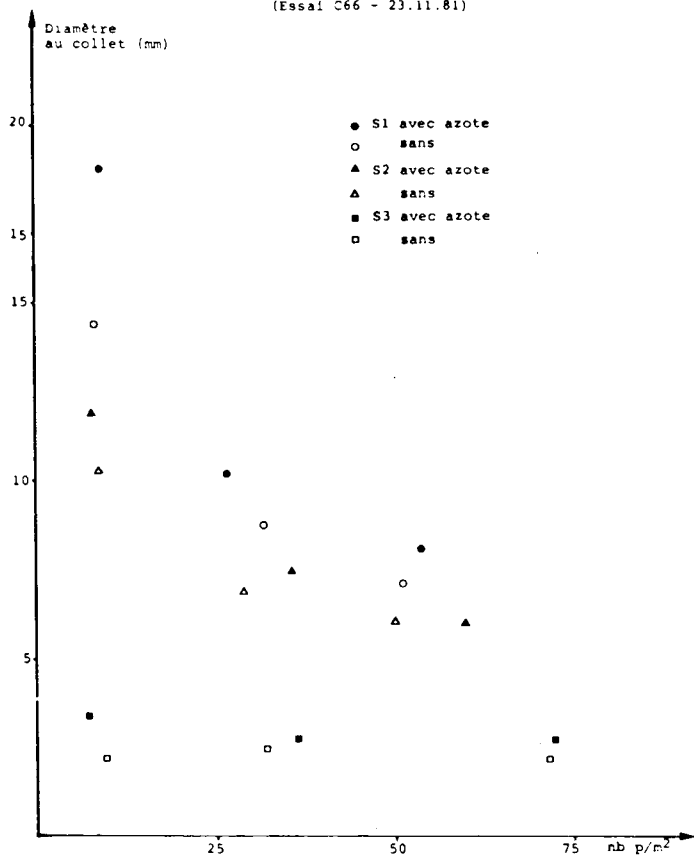


TABLEAU N° 1 : CONDITIONS DE REALISATION DES ESSAIS DANS LA MEUSE EN 1981 - 82

CODE DE L'ESSAI	C 66			C 65		
	LIMON ARGILEUX			ARGILO-CALCAIRE		
TYPE DE SOL	1° SEMIS	2° SEMIS	3° SEMIS	1° SEMIS	2° SEMIS	3° SEMIS
	S.1.	S.2.	S.3.	S.1.	S.2.	S.3.
DATE SEMIS	15/08	27/08	14/09	13/08	26/08	17/09
DATE LEVEE	22/08	03/09	20/09	22/08	05/09	25/09
DATE APPORT AZOTE (50 N)*	~ 20/08	~ 01/09	~ 20/09	~ 20/08	01/09	18/09
DATE 1° PRELEVEMENT	09/09	22/09	21/10	08/09	27/09	23/10
DATE 2° PRELEVEMENT	22/09	05/10	03/11	27/09	09/10	05/11
DATE 3° PRELEVEMENT	05/10	21/10	23/11	09/10	23/10	25/11
DATE 4° PRELEVEMENT	21/10	03/11	-	23/10	05/11	-
DATE 5° PRELEVEMENT	03/11	23/11	-	05/11	25/11	-
DATE 6° PRELEVEMENT	23/11	-	-	25/11	-	-
Densités théoriques au semis**	p/m2					
	D1 : 10	D 1	D 1	D 1	D 1	-
	D2 : 20	D 2	D 2	D 2	D 2	
	D3 : 40	D 3	D 3	D 3	D 3	D 3
	D4 : 80	D 4	D 4	D 4	D 4	D 4

* Sur parcelles avec apport - 0 unités pour l'autre modalité.

** Semis effectués au semoir de précision à distribution pneumatique,
Une parcelle comporte 6 rangs écartés de 40 cms. sur une longueur de 25 mètres environ.

TABLEAU N° 2 : EVOLUTION DES CARACTERISTIQUES DE LA VEGETATION A L'AUTOMNE - ESSAI C. 66. 1981 - 1982

nbp/m² : Nombre de pieds par mètre carré ; MS/m² : Matière sèche par mètre carré (grammes), I.F. : Indice foliaire
 Diam : Diamètre moyen au collet - (millimètres)

CODE SEMIS	DATE PRELEVEMENT	VARIABLE	S. 1.			S. 2.			S. 3.		
			AVEC AZOTE	SANS AZOTE		AVEC AZOTE	SANS AZOTE		AVEC AZOTE	SANS AZOTE	
09.09		nbp/m ²	28	26							
		MS/m ²	7	4							
		I.F.	0.3	0.2							
		Diam	2.3	1.8							
22.09		nbp/m ²	30	28		31	30				
		MS/m ²	92	64		10	10				
		I.F.	1.0	0.8		0.3	0.3				
		Diam	5.4	5.5		2.0	2.2				
05.10		nbp/m ²	29	33		31	28				
		MS/m ²	181	98		35	26				
		I.F.	1.9	1.4		0.7	0.6				
		Diam	7.7	6.8		4.6	4.3				
21.10		nbp/m ²	33	31		31	28				
		MS/m ²	256	158		74	59		35	33	
		I.F.	2.2	1.4		0.8	0.9		0.3	0.2	
		Diam	8.4	9.2		5.4	5.8		1.3	1.3	
03.11		nbp/m ²	30	31		30	29		35	32	
		MS/m ²	257	139		107	66		7	4	
		I.F.	2.2	1.4		1.3	1.0		0.4	0.3	
		Diam	10.1	10.3		7.6	6.7		2.0	1.6	
23.11		nbp/m ²	26	32		35	28		36	33	
		MS/m ²	209	129		158	102		17	10	
		I.F.	2.0	1.4		1.9	1.4		0.5	0.4	
		Diam	10.1	8.8		7.6	7.0		2.8	2.5	

TABLEAU N° 3 : ELEMENTS POUR LE CALCUL DES INDICES FOLIAIRES JOURNALIERS

(t : jours après levée)

ESSAI	DATE SEMIS	AZOTE	PERIODE	MODE CALCUL
C 66	S. 1.	AVEC	t = 0 à t = 44	I.F. = 0,0010 t ² I.F. = 0,0008 t ²) Interpolation { linéaire
		SANS	t = 0 à t = 44	
AVEC	t = 45 à t = 92			
SANS	t = 45 à t = 92			
	S. 2.	AVEC	t = 0 à t = 80) Interpolation { linéaire
		SANS	t = 0 à t = 80	
C 65	S. 1.	AVEC	t = 0 à t = 48	I.F. = 0,0007 t ² I.F. = 0,0005 t ²) Interpolation { linéaire
		SANS	t = 0 à t = 48	
		AVEC	t = 49 à t = 94	
		SANS	t = 49 à t = 94	

Figure 1 - Relation entre l'accumulation de la matière sèche (g/m^2) et la somme des températures journalières - Essai C66 - Automne 1981

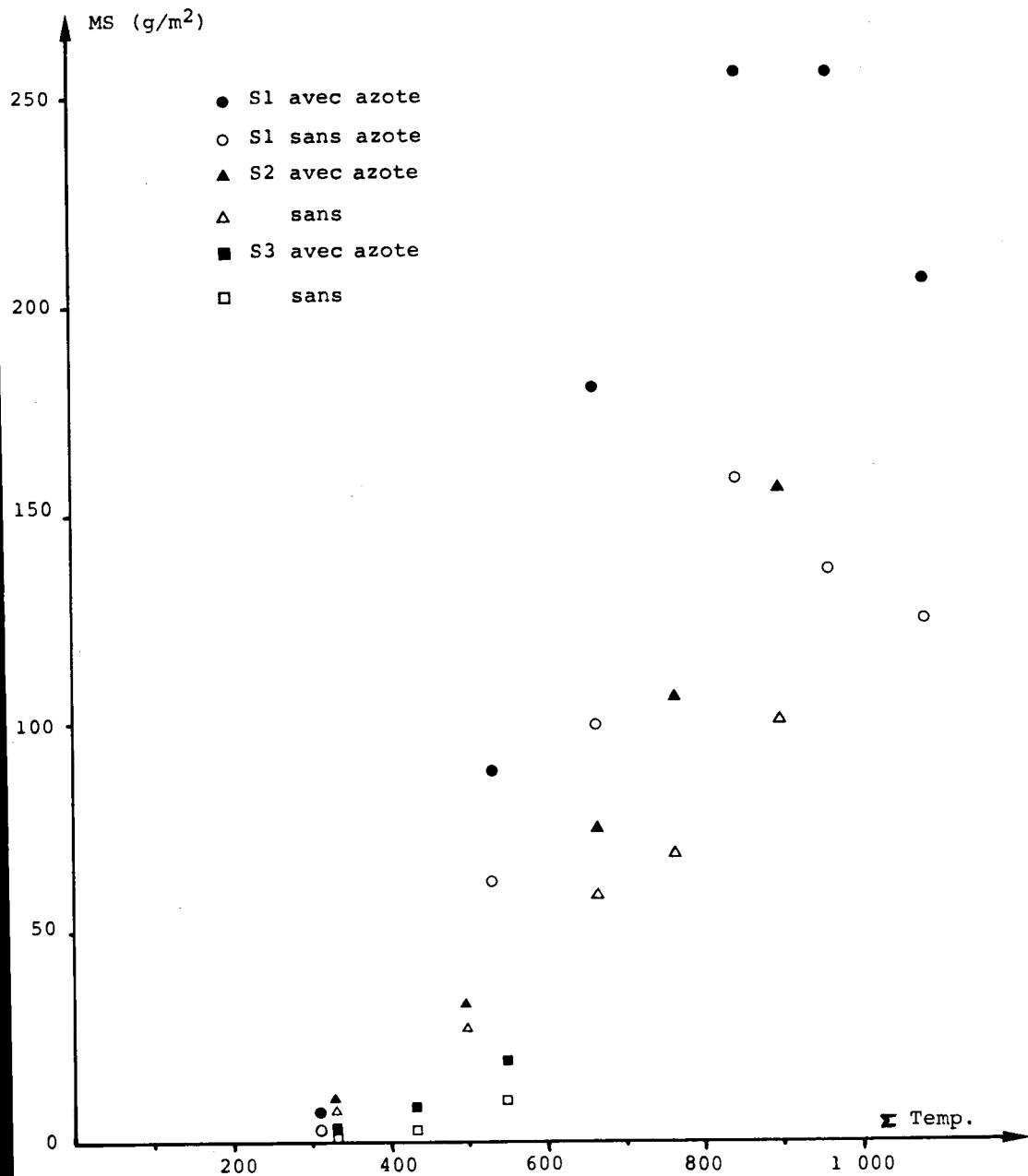


Figure n° 2 - Relation entre l'accumulation de matière sèche (g/m^2) et le cumul journalier du rayonnement actif intercepté (PAR - MJ/m^2)

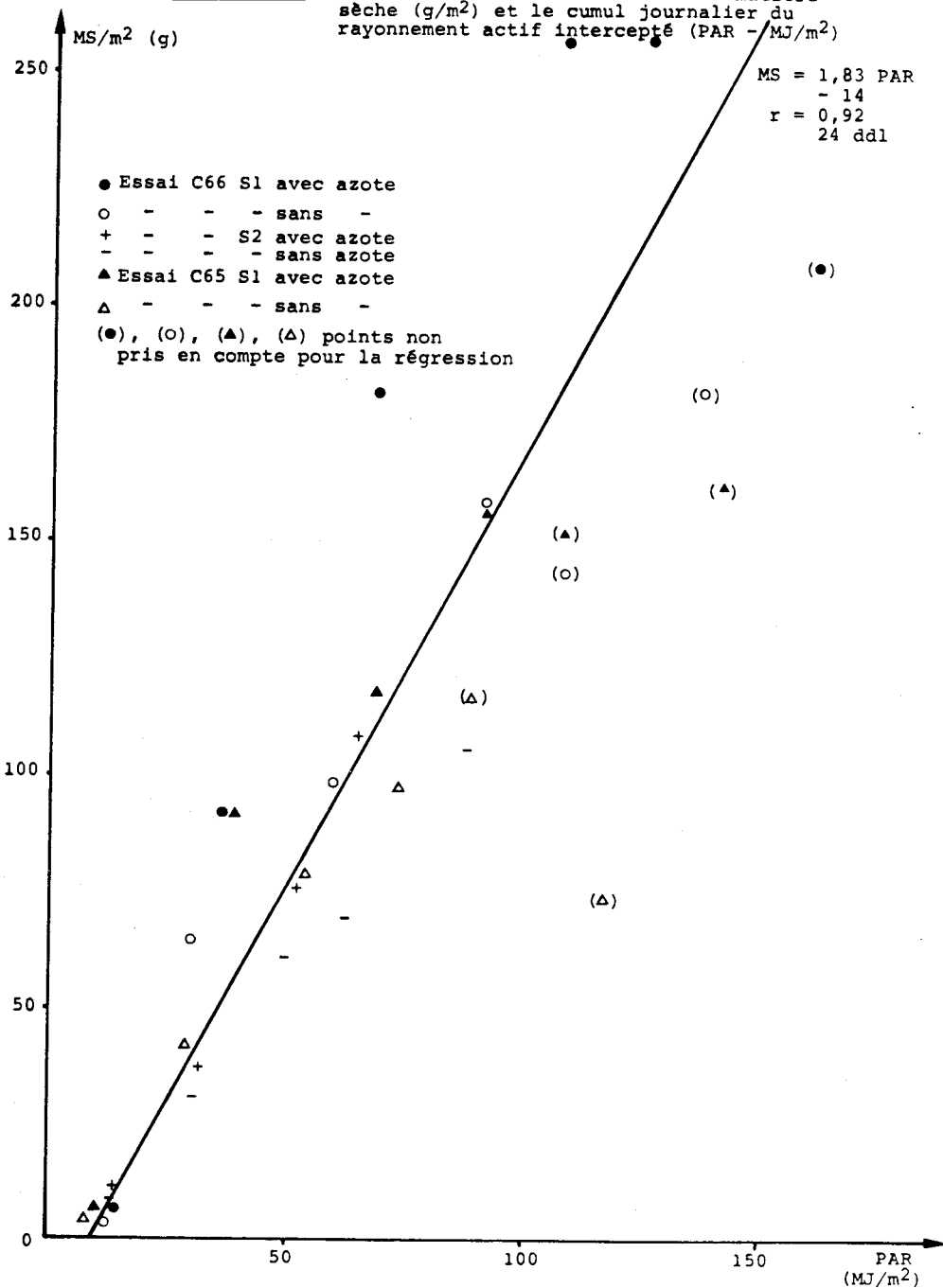


Figure n° 3 - Influence des techniques culturales sur le diamètre au collet à l'entrée de l'hiver (Essai C66 - 23.11.81)

