

Variétés, phytotechnie et rendement en paille du froment d'hiver

Vancutsem F.¹, Bodson B.², Minsier F.² et Falisse A.²

Durant la saison 2002-2003, une série d'essais visant à caractériser la production de paille avaient été implantés sur la plate-forme de Loncée. Ces essais visaient à étudier l'influence de la variété et des paramètres phytotechniques tel que la fertilisation azotée (dose et fractionnement) ou les régulateurs de croissance (matière active, stade d'application) sur le rendement en paille.

Les paramètres étudiés sont :

- **le rendement en paille** : la paille est récoltée au moyen d'un bac accroché à l'arrière de la moissonneuse-batteuse. Ce bac est partiellement ouvert de manière à laisser sortir les glumes, glumelles et autres brindilles qui ne sont pas ramassées par la presse ;
- **le nombre d'épis par m²** ;
- **la longueur des tiges** depuis le sol jusqu'à la base de l'épi ;
- **les caractéristiques morphologiques transversales des tiges** : le diamètre, l'épaisseur et la section creuse de coupes transversales effectuées à 2 cm au-dessus du 1^{er} et au-dessus du 2^{ème} nœud. Ces sections ont été photographiées au moyen d'un appareil numérique et analysées via un programme d'analyse d'image (Image pro-Plus).

L'étude des caractéristiques transversales des tiges a nécessité un travail très précis de découpe de deux sections dans la tige, l'une à 2 cm au dessus du 1^{er} nœud et l'autre à 2 cm au dessus du 2^{ème} nœud.

1. Impact du choix variétal

1.1. Etude des différents paramètres

Deux essais semés au mois d'octobre ont été retenus pour étudier l'impact variétal. Au sein de chacun de ces essais, les variétés ont été cultivées de façon identique avec l'application d'une fumure raisonnée (185 uN), d'un régulateur de croissance (1L CCC) et d'un traitement fongicide à l'épiaison (1.5L Opéra).

¹ F.U.S.A.Gembloux – Unité de Phytotechnie des régions tempérées – Production intégrée des céréales en Région Wallonne, subsidié par la DGA du Ministère de la Région Wallonne

² F.U.S.A.Gembloux – Unité de Phytotechnie des régions tempérées

2 Paille

1.1.1. *A. Le rendement paille*

Que ce soit dans l'essai 01 (tableau 1) ou 04 (tableau 2) la variété influence de façon hautement significative le rendement en paille. Les plus petites différences significatives sont respectivement de 399 et 391 kg/ha.

Les rendements en paille sont en moyenne de 3 840 kg/ha dans l'essai 01 avec un minimum de 2 679 kg/ha pour la variété Apache et un maximum de 4 726 kg/ha pour Centenaire. Dans l'essai 04, les rendements en paille sont légèrement plus élevés et valent en moyenne 4 187 kg/ha. Ephoros, la variété la plus performante produit 5 186 kg/ha de paille et la variété Xi19, la moins performante produit 3 083 kg/ha.

Tableau 1 – Rendement paille (kg/ha), rendement paille (% témoins), nombre d'épis par m² et hauteur des tiges (cm) observés dans l'essai FH03-01 à Lonzée

Variétés	Rdt paille		épis/m ²	tige cm
	kg/ha	% témoins		
Centenaire	4726	123	337	74,2
Deben	4386	114	402	64,0
Mercury	4343	113	337	72,1
Koch	4221	110	356	63,0
Dream	4115	107	341	73,8
Bristol	4049	105	392	56,1
Corvus	4003	104	286	65,0
Ordéal	3963	103	325	60,2
Biscay	3922	102	392	60,9
Drifter	3781	98	341	69,8
Patrel	3780	98	334	62,6
Buccaneer	3722	97	296	57,3
Folio	3565	93	324	58,1
Agami	3541	92	366	51,9
Napier	3500	91	291	54,7
Meunier	3426	89	315	62,6
Limes	3392	88	216	58,9
Apache	2679	70	310	56,2
% témoins	3844	100%		
Moyenne	3840		326	60,7

Variétés témoins : Corvus, Folio, Ordéal

Tableau 2 – Rendement paille (kg/ha), rendement paille (% des témoins), nombre d'épis par m² et hauteur des tiges (cm) observés dans l'essai FH03-04 à Lonzée

Variétés	Rdt paille		épis/m ²	tige cm
	kg/ha	% témoins		
Ephoros	5186	125	479	66,5
Tourmalin	5121	123	457	59,3
Hymat	5106	123	500	58,2
Koch	4970	120	474	58,7
Corvus	4224	102	409	59,0
Tulsa	4197	101	457	42,8
Ordéal	4130	99	387	52,4
Colbert	4115	99	426	45,5
Folio	4104	99	443	54,9
Kinto	4028	97	408	54,7
Parador	3934	95	408	55,5
Pulsar	3827	92	437	52,6
Kaspart	3736	90	452	49,5
Maverick	3621	87	411	51,3
Claire	3617	87	365	50,5
Xi19	3083	74	481	59,0
% témoins	4153	100%		54,4
Moyenne	4187		428	52,8

Variétés témoins : Corvus, Folio, Ordéal

Quatre classes de variétés peuvent être établies en exprimant les rendements en paille en pourcents des trois témoins (Corvus, Folio, Ordéal) :

- **rendement très élevé** : Ephoros, Centenaire, Tourmalin, Hymat (hybride), Koch ;
- **rendement élevé** : Deben, Mercury (hybride), Dream, Bristol, Corvus, Biscay, Tulsa, Ordéal ;
- **rendement moyen** : Colbert, Folio, Drifter, Patrel, Buccaneer, Kinto, Parador, Agami, Pulsar, Napier, Kaspart ;
- **rendement faible** : Meunier, Limes, Maverick, Claire, Xi19, Apache.

1.1.2. Le nombre d'épis par m²

En moyenne, le nombre d'épis par m² est de 331 dans l'essai 01 et 433 dans l'essai 04. Cette différence peut expliquer en partie les rendements paille plus élevés observés dans l'essai 04, essai qui se trouvait dans une meilleure partie du champ n'ayant pas souffert du gel.

Les différences qui apparaissent dans les tableaux 1 et 2 sont cependant importantes. Ceci peut être la conséquence de dégâts de gel subis à la fin de l'hiver 2003 ainsi que par une reprise de végétation très difficile. Certaines variétés ont souffert un peu plus, comme c'est le cas dans l'essai 01 pour la variété *Limes* et dans une moindre mesure pour *Folio* et *Deben*.

1.1.3. La longueur de la tige, du sol à la base de l'épi

La hauteur moyenne des tiges, du sol à la base de l'épi, est de 62,3 cm dans l'essai 01 et de 54,6 cm dans l'essai 04.

Les variétés les plus hautes sont *Centenaire*, *Mercury* et *Dream* dans l'essai 01 (tableau 1). Elles sont les seules variétés à présenter des tiges d'une longueur supérieure à 70 cm dans cet essai. La plus petite variété est *Agami* avec 51,9 cm.

Dans l'essai F03-04 (tableau 2), les variétés *Ephoros* et *Tourmalin* sont les plus grandes avec des hauteurs respectives de 66,5 et 59,3 cm. *Tulsa* est la plus petite variété observée avec une hauteur de 42,8 cm.

1.2. Quel est l'impact variétal sur le rendement en paille

En comparant les paramètres des variétés cultivées de façon identique sur le site de Lonzée, il apparaît que le rendement paille est fortement lié à la longueur de la tige du sol à la base de l'épi, longueur qui est elle même liée à la variété choisie.

2. Influence de la fumure azotée

Cet essai a été mené sur *Corvus*, variété qui se situe dans la bonne moyenne pour son rendement en paille (tableaux 1 et 2). La dose totale d'azote varie de 0 à 300 uN/ha en deux ou trois fractionnements. Cet essai a reçu un régulateur de croissance (1L CCC au stade 31) et un traitement fongicide à la dernière feuille (1,5L Opéra).

2.1. Etude des différents paramètres

2.1.1. Le rendement en paille

La fumure azotée influence de façon hautement significative le rendement en paille. Ces rendements varient de 1 546 kg/ha pour le témoin sans azote à 4 439 kg/ha pour la fumure de 300u N/ha.

Tableau 3 – Rendement en paille (kg/ha), nombre d'épis/m² et longueur des tiges du sol à la base de l'épi (cm) pour les 8 fumures appliquées – Lonzée 2003.

	T	R	DF	N TOT	Rdt paille kg/ha	Epis/m ²	Long. Tige cm
	0	0	0	0	1546	222	53,5
	50	50	50	150	3542	452	68,4
	0	85	85	170	3559	509	66,1
LB	50	60	75	185	3897	477	71,2
	0	110	75	185	3824	503	66,0
LB-T	0	60	125	185	3395	472	65,2
	50	60	125	235	3878	460	70,5
	100	100	100	300	4439	573	72,2
	Moyenne				3510	459	66,6

Le tableau 3 met en évidence une tendance similaire entre l'augmentation de la dose totale d'azote et l'augmentation du rendement en paille. Ce même tableau montre que pour une même dose d'azote totale, le report de la fraction de tallage vers celle de dernière feuille nuit au rendement en paille. La fumure raisonnée selon la méthode du Livre Blanc (LB) en 3 apports (50-60-75) procure un rendement paille de 3897 kg/ha. La fumure Livre Blanc en 2 apports (0-60-125, LB-T) présente un rendement en paille de 3 395 kg/ha soit une perte de 500 kg par rapport à la même fumure en trois fractions. Un renforcement de 50 uN à la fraction de dernière feuille ne permet pas l'augmentation de la quantité de paille produite.

2.1.2. Le nombre d'épi par m²

Le nombre d'épi par m² observé est en moyenne de 459 avec un minimum de 222 pour le témoin (0-0-0) et 573 (100-100-100). Les modalités d'application de la fumure azotée influencent le nombre d'épis par m² de façon hautement significative.

L'analyse du tableau 3 montre le rôle important de la fraction de redressement. Les modalités de fumure qui présentent un nombre d'épi supérieur à 500 épis/m² sont celles qui comprennent une fraction de redressement importante (0-**85**-85 avec 509 épis/m², 0-**110**-75 avec 503 épis/m², 100-**100**-100 avec 573 épis/m²). Le nombre d'épi par m² est aussi croissant en fonction de la dose totale d'azote.

2.1.3. La longueur de la tige

La fumure influence de façon hautement significative la longueur de la tige du sol à la base de l'épi. Cette longueur est en moyenne de 66,6 cm avec des valeurs extrêmes pour le témoin de 53,5 cm et pour le triple fractionnement de 100 uN de 72,2cm. La fumure Livre Blanc en

trois fractions présente des tiges d'une longueur de 71,2 cm alors que cette fumure en deux apports présente des tiges plus courtes de 6 cm.

Deux aspects de la fumure azotée jouent un rôle sur ce facteur :

- Une fraction importante à la dernière feuille a tendance à augmenter la longueur de la tige ;
- De même, une dose totale d'azote élevée favorise des pailles plus longues.

2.1.4. *Les caractéristiques morphologiques transversales de la tige*

Tableau 4 – Section pleine (mm²), diamètre extérieur (mm), épaisseur de la tige (mm) à 2 cm au-dessus des nœuds 1 et 2, essai fumure Corvus -Lonzée 2003.

	T	R	DF	N TOT	Section pleine (mm ²)		Diamètre ext. (mm)		Épaisseur mm)	
					Nœud 1	Nœud 2	Nœud 1	Nœud 2	Nœud 1	Nœud 2
	0	0	0	0	5,96	5,45	3,69	3,71	0,54	0,48
	50	50	50	150	6,50	5,65	3,80	3,84	0,60	0,49
	0	85	85	170	6,50	5,61	3,69	3,76	0,63	0,50
LB	50	60	75	185	7,49	6,78	3,83	3,90	0,71	0,61
	0	110	75	185	7,14	6,28	3,83	3,89	0,67	0,55
LB-T	0	60	125	185	7,60	6,25	3,84	3,87	0,72	0,55
	50	60	125	235	7,56	6,54	3,91	3,96	0,70	0,56
	100	100	100	300	7,09	6,07	4,02	3,86	0,61	0,53
	Moyenne				6,98	6,08	3,83	3,85	0,65	0,53

L'étude de tous ces paramètres a permis de mettre en évidence quelques impacts de la fumure azotée :

- La surface de la section au niveau du nœud 1, les diamètres extérieurs au niveau des nœuds 1 et 2 augmentent en fonction de la dose totale d'azote ;
- La fraction de dernière feuille influence la section pleine au niveau du nœud 1, le diamètre extérieur au niveau du nœud 2 et l'épaisseur de la tige au niveau du nœud 1 ;
- La fraction de tallage influence uniquement le diamètre extérieur de la tige au niveau du nœud 1.

2.2. Conclusion de l'impact de la fumure azotée (dose et fractionnement) sur le rendement en paille

La comparaison des paramètres étudiés sur huit modalités de fumure appliquées à une même variété montre que le rendement en paille est lié au nombre d'épis, à la longueur de la tige et dans une moindre mesure au diamètre extérieur au niveau des nœuds 1 et 2.

3. Impact des régulateurs de croissance

Cet essai a été mené sur la variété Centenaire, variété à paille longue, semé le 26 novembre. La fumure azotée a été raisonnée selon la méthode du Livre Blanc en 3 apports : 50-60-75. Il est important de signaler qu'il n'y avait pas de verse au sein de cet essai.

3.1. Etude des différents paramètres

3.1.1. Le rendement en paille

Les régulateurs de croissance ainsi que le stade d'application influencent de manière hautement significative le rendement en paille, la plus petite différence significative est de 253 kg/ha. Le rendement moyen en paille est de 4 492 kg/ha (Tableau 5). Le classement des traitements régulateurs par ordre de *décroissance du rendement en paille* dans le tableau 5 permet de mettre en évidence que, en absence de verse :

- le traitement à base de CCC 1L au stade 32 engendre la plus petite perte en rendement paille à savoir 250 kg/ha. Les autres stades d'application du CCC sont un peu plus pénalisants (perte de près de 350 kg) ;
- le double traitement CCC entraîne des pertes de l'ordre de 380 kg/ha ;
- l'utilisation de Meteor au stade 32 entraîne des pertes un peu plus importantes (- 322 kg/ha) que l'utilisation unique de CCC ;
- les pertes de rendement en paille les plus importantes, ici de l'ordre de 800 kg/ha, ont été observées pour l'utilisation de CCC et de Moddus en combinaison.

Tableau 5 – Rendement en paille (kg/ha), perte de rendement en paille par rapport au témoin (kg/ha), longueur des tiges du sol à la base de l'épi (cm) et perte de cette longueur par rapport au témoin – Lonzée 2003.

Traitements	Rdt paille Kg/ha	Perte rdt paille kg/ha	Long tige cm	Perte long tige cm
Témoin	4925	-	81,6	-
CCC 1l (stade 32)	4668	-257	73,7	-7,9
Meteor 2L (Stade 32)	4603	-322	69,5	-12,1
CCC 1l (stade 37)	4572	-353	73,1	-8,5
CCC 1l (stade 31)	4561	-364	72,8	-8,8
CCC 1l (stade 31) + CCC 0,5L (stade 37)	4545	-380	68,1	-13,5
Moddus 0,4L (stade 37)	4533	-392	74,3	-7,3
Meteor 2L (stade 37)	4439	-486	68,1	-13,5
Meteor 2L (stade 31)	4359	-566	69,0	-12,6
CCC 1L + Moddus 0,25L (stade 32)	4347	-578	67,2	-14,4
CCC 1L + Moddus 0,25L (stade 31)	4226	-699	66,3	-15,3
CCC 1L + Moddus 0,25L (stade 37)	4129	-796	64,4	-17,2
Moyenne	4492	-472	70,7	-11,9

3.1.2. La longueur de la tige

La longueur de la tige du sol à la base de l'épi est influencée de manière hautement significative par les régulateurs de croissance.

Les données présentées dans le tableau 5 montrent que :

- les traitements à base de CCC ne raccourcissent la tige que de 8 à 9 cm ;
- le double traitement CCC et les traitements à base de Meteor génèrent une diminution de 12 à 13 cm ;
- le Moddus utilisé seul au stade 37 est le traitement le moins réducteur de la longueur de la tige avec une diminution de l'ordre de 7 cm ;
- les traitements CCC + Moddus sont les plus sévères dans leur action de régulateur avec une diminution de l'ordre de 14,5 à 17 cm.

3.1.3. *Les caractéristiques morphologiques transversales de la tige*

Globalement, les régulateurs de croissance et leur stade d'application ont peu d'influence sur ces caractéristiques. Les traitements régulateurs augmentent l'aire de la section pleine et l'épaisseur de la tige au niveau du nœud 1 à l'exception des traitements à base de Moddus au stade 37. Au niveau du nœud 2, aucune tendance claire ne peut être mise en évidence.

Tableau 6 – Section pleine (mm²) 2 cm, diamètre extérieur (mm), épaisseur de la tige à 2 cm au dessus des nœuds 1 et 2, essai régulateur de croissance Centenaire -Lonzée 2003

Traitements	Section pleine (mm ²)		Diamètre extérieur (mm)		Epaisseur (mm)	
	Nœud 1	Nœud 2	Nœud 1	Nœud 2	Nœud 1	Nœud 2
Témoin	6,80	6,59	3,65	3,66	0,67	0,64
CCC 1l (stade 31)	7,68	7,23	3,82	3,86	0,74	0,67
CCC 1l (stade 32)	7,16	6,93	3,72	3,81	0,71	0,64
CCC 1l (stade 37)	7,24	6,71	3,73	3,75	0,71	0,63
CCC 1L + Moddus 0,25L (stade 31)	7,98	6,45	3,80	3,67	0,79	0,62
CCC 1L + Moddus 0,25L (stade 32)	7,38	6,84	3,70	3,80	0,74	0,63
CCC 1L + Moddus 0,25L (stade 37)	6,57	6,60	3,67	3,74	0,63	0,60
Meteor 2L (Stade 31)	7,56	6,98	3,73	3,82	0,75	0,64
Meteor 2L (Stade 32)	7,61	6,69	3,78	3,79	0,74	0,62
Meteor 2L (Stade 37)	7,59	6,53	3,79	3,78	0,74	0,60
CCC 1l (stade 31) + CCC 0,5L (stade 37)	7,41	6,56	3,72	3,77	0,74	0,61
Moddus 0,4L (stade 37)	6,41	6,52	3,61	3,69	0,63	0,62
Moyenne	7,28	6,72	3,73	3,76	0,72	0,63

3.2. Conclusion de l'impact des régulateurs de croissance sur le rendement paille

En comparant les 12 modalités de régulateur de croissance, il apparaît clairement que le rendement paille est directement lié à la longueur des tiges. En cas de recherche d'un rendement paille élevé et pour autant que la situation culturale soit normale, un traitement simple à base de CCC au stade 31-32 est indiqué de par son plus faible raccourcissement de la tige.