

5. Régulateurs de croissance

F. Henriet¹, B. Monfort² et R. Meza³

1	Froment d'hiver	2
1.1	2014 : pas de problème pour réguler.....	2
1.2	Expérimentations, résultats et perspectives	2
1.2.1	Efficacité et positionnement des régulateurs de croissance	2
1.2.2	Interaction entre traitements régulateurs et modalités de fumure azotée	4
1.2.3	Sensibilité variétale à la verse	7
1.3	Recommandations pratiques	8
1.3.1	Les précautions : les bonnes pratiques agricoles.....	8
1.3.2	Les traitements régulateurs de croissance	8
2	Régulateurs en escourgeon et orge d'hiver	11
2.1	2014 : généralement peu de verse en escourgeon.....	11
2.2	Résultats d'expérimentation sur les régulateurs	11
2.2.1	Effets des régulateurs de croissance.....	11
2.2.2	Les variétés et leur sensibilité à la verse ces 3 dernières années.....	12
2.2.3	Les variétés et les bris de tiges en 2014 et 2012	12
2.3	Les recommandations	13

¹ CRA-W – Dpt Sciences du vivant – Unité Protection des Plantes et Ecotoxicologie

² Projet APE 2242 (FOREM) et projet CePiCOP (DGARNE – Ministère de l'Agriculture et de la Ruralité du Service Public de Wallonie)

³ ULg – Gx-ABT – Unité de Phytotechnie des régions tempérées – Production intégrée des céréales en Région Wallonne, subsidié par la DGARNE du Service Public de Wallonie

1 Froment d'hiver

1.1 2014 : pas de problème pour réguler

La douceur du printemps 2014 consécutive à un hiver exceptionnellement chaud a provoqué une avance dans la végétation du froment d'environ trois semaines.

L'application des régulateurs de croissance, de la fin mars à la mi-avril, a eu lieu dans d'excellentes conditions de températures (mais parfois dans des conditions asséchantes), sur des froments en pleine croissance.

Du point de vue de la verse, 2014 fut une année très calme.

1.2 Expérimentations, résultats et perspectives

1.2.1 Efficacité et positionnement des régulateurs de croissance

Deux essais ont été installés au printemps 2014 afin de comparer l'efficacité des différents produits disponibles sur le marché et de déterminer le moment idéal d'application. Ces essais ont été implantés à Lonzée (Gembloux) et Wasmes-Audeméz-Briffoeil (entre Péruwelz et Tournai).

Les itinéraires techniques des deux essais sont décrits dans le tableau 5.1 tandis que les conditions d'application sont détaillées dans le tableau 5.2. Le protocole propre à chaque essai ainsi que les résultats sont repris dans les figures 5.1 (Lonzée) et 5.2 (Wasmes-A-B).

Tableau 5.1 – Itinéraires techniques des essais.

		Lonzée	Wasmes-A-B
Variété		Elixer	Tobak
Date de semis		22 octobre	7 octobre
Densité de semis		100 kg/ha	160 kg/ha
Précédent		Betterave	Pomme de terre
Apport de la fumure	Tallage (T)	12 mars (50 U/ha)	
	Redressement (R)	2 avril (60 U/ha)	
	Dernière feuille (DF)	13 mai (75 U/ha)	

Tableau 5.2 – Conditions d'application.

Essai	Date	Stade	Température	Humidité relative
Lonzée	2 avril	BBCH 30 (épis 1 cm)	21.4 °C	79%
	14 avril	BBCH 31 (1 ^{er} nœud)	13.2 °C	81%
Wasmes-A-B	27 mars	BBCH 30 (épis 1 cm)	14.5 °C	61%
	2 avril	BBCH 31 (1 ^{er} nœud)	19.1 °C	56%
	17 avril	BBCH 33 (3 ^{ème} nœud)	13.2 °C	47%

Aucune verse n'a été observée dans l'essai de Lonzée (figure 5.1).

Dans cet essai, cinq traitements présentaient des rendements significativement supérieurs à celui du témoin : 2 applications successives de CCC et les mélanges CCC + MODDUS et CCC + MEDAX TOP, quel que soit le stade d'application considéré. Ces mêmes traitements étaient également ceux qui affectaient le plus la taille du froment.

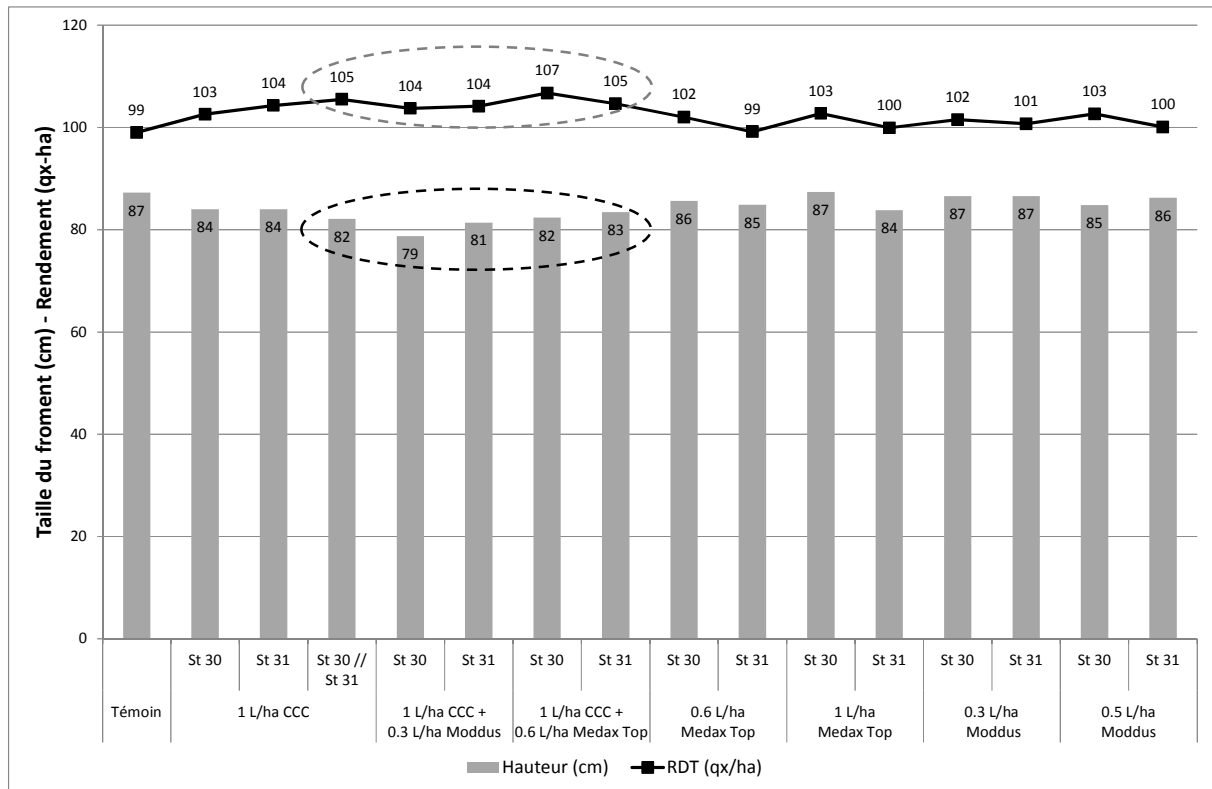


Figure 5.1 – Essai de Lonzée ; taille du froment et rendement observés.

De la verse a été observée dans les parcelles témoins de l'essai de Wasmes-Audemez-Briffueil (figure 5.2). Ces parcelles présentaient en effet un indice de verse de 17, ce qui correspond à environ 35% de la surface versée avec des froments formant un angle de plus ou moins 45 degrés avec le sol. La verse restait anecdotique dans les parcelles traitées.

Les rendements n'ont révélé aucune différence significative même si 860 kg/ha séparent le rendement le plus élevé du rendement le plus faible. Trois traitements, tous appliqués tardivement (au stade BBCH 33) présentaient toutefois des rendements inférieurs au témoin.

En cours de saison, des réductions de taille ont été observées dans tous les traitements. Les mesures réalisées en fin de saison montrent des différences pouvant aller jusqu'à 10 cm d'écart entre le témoin non traité et les traitements qui ont le plus raccourci le froment (mélange CCC + MODDUS au stade BBCH 31 ou au stade BBCH 33).

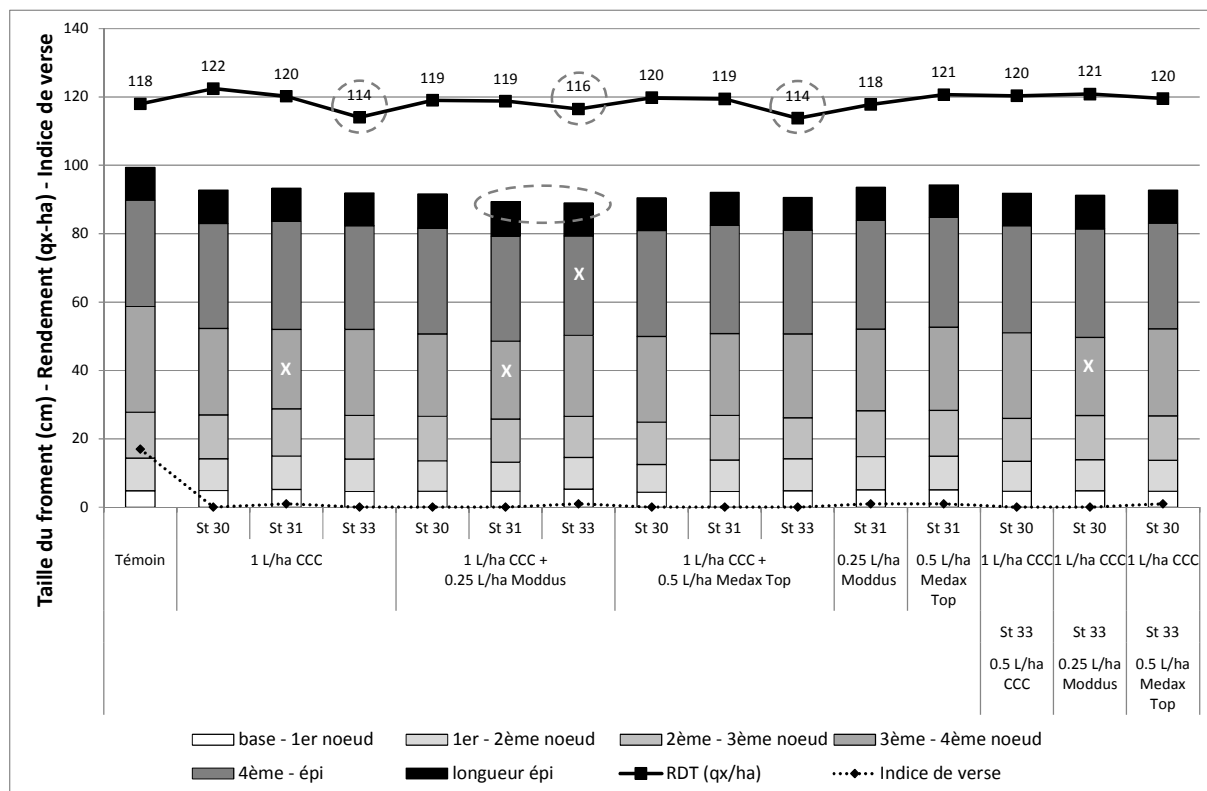


Figure 5.2 – Essai de Wasmes-A-B ; taille du froment, rendement et indice de verse observés. Les bâtonnets marqués d'un « x » présentent une taille statistiquement inférieure.

1.2.2 Interaction entre traitements régulateurs et modalités de fumure azotée

Un essai a été installé à Lonzée au printemps 2014 afin d'étudier l'interaction entre le positionnement du traitement régulateur et différentes modalités d'apport de la fumure azotée.

Deux traitements régulateurs (1 L/ha CCC et le mélange 1 L/ha CCC + 0.25 L/ha MODDUS) ont été appliqués à trois stades (BBCH 30, BBCH 31 et BBCH 32).

Les trois modalités de fumures employées étaient (tableau 5.3) :

- la fumure recommandée par le Livre Blanc en 3 fractions ;
- la fumure recommandée par le Livre Blanc en 2 fractions ;
- une fumure en 3 fractions renforcées de 20 kg N/ha pour les 2 premiers apports.

L'itinéraire technique de l'essai est décrit dans le tableau 5.3 tandis que les conditions d'applications sont détaillées dans le tableau 5.4. Le protocole ainsi que les résultats sont repris dans la figure 5.3.

Tableau 5.3 – Itinéraires techniques de l'essai.

		Lonzée			
Variété		Lyrik			
Date de semis		21 octobre			
Densité de semis		115 kg/ha			
Précédent		Betterave			
Apport de la fumure	Tallage (T)	12 mars	50 U/ha		70 U/ha
	Tallage-redressement (T-R)	24 mars		80 U/ha	
	Redressement (R)	2 avril	60 U/ha		80 U/ha
	Dernière feuille (DF)	5 mai	75 U/ha	105 U/ha	75 U/ha
			Fumure LB 3 fractions	Fumure LB 2 fractions	Fumure renforcée 3 fractions

Tableau 5.4 – Conditions d'application.

Essai	Date	Stade	Température	Humidité relative
Lonzée	20 mars	BBCH 30 (épis 1 cm)	10.3 °C	82%
	2 avril	BBCH 31 (1 ^{er} nœud)	21.4 °C	79%
	14 avril	BBCH 32 (2 ^{ème} nœud)	13.2 °C	81%

L'essai a subi quelques dégâts dus à l'épisode de grêle survenu le 20 mai 2014. Ces dégâts n'ont, semble-t-il, pas affecté significativement les rendements.

Aucune verse n'a été observée dans cet essai (figure 5.3).

Des gains de rendements significatifs n'ont pu être observés que dans le cas de la fumure renforcée en trois fractions, lors de l'application tardive (BBCH 32) de CCC ou de l'application au stade BBCH 31 du mélange CCC + MODDUS (figure 5.3.C).

La taille du froment varie en fonction de la fertilisation, du régulateur appliqué et du stade d'application du régulateur (figure 5.3).

La fumure en deux fractions a produit des froments plus petits (cfr témoin).

Comme attendu, le mélange CCC + MODDUS a plus raccourci le froment que l'utilisation du seul CCC.

En moyenne, une pulvérisation réalisée au stade BBCH 30 influence moins la taille qu'un traitement au stade BBCH 31 ou 32.

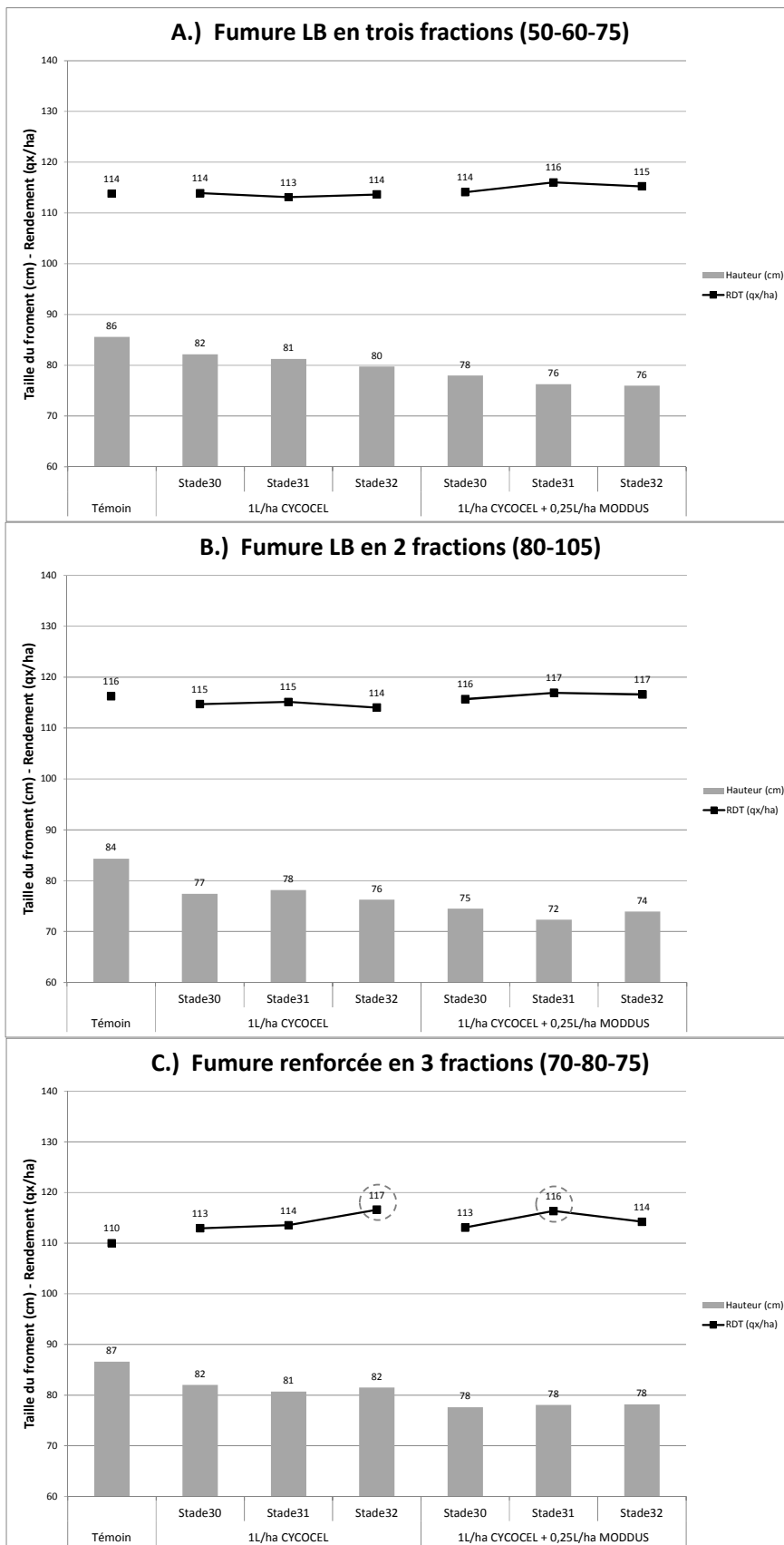


Figure 5.3 – Interaction traitements régulateurs et modalités de fumure ; taille du froment, rendement et indice de verse observés.

1.2.3 Sensibilité variétale à la verse

Les résultats détaillés dans la figure 5.4 et déjà publiés dans le Livre blanc de septembre 2014 proviennent de huit essais mis en place en 2013 et 2014 par le CRA-W, le CPL-végémar, le CARAH et l'ULg-GxABT.

La résistance variétale à la verse n'est pas forcément liée à la taille de la variété. En effet, certaines variétés de grande taille présentent un très bon comportement vis-à-vis de la verse.

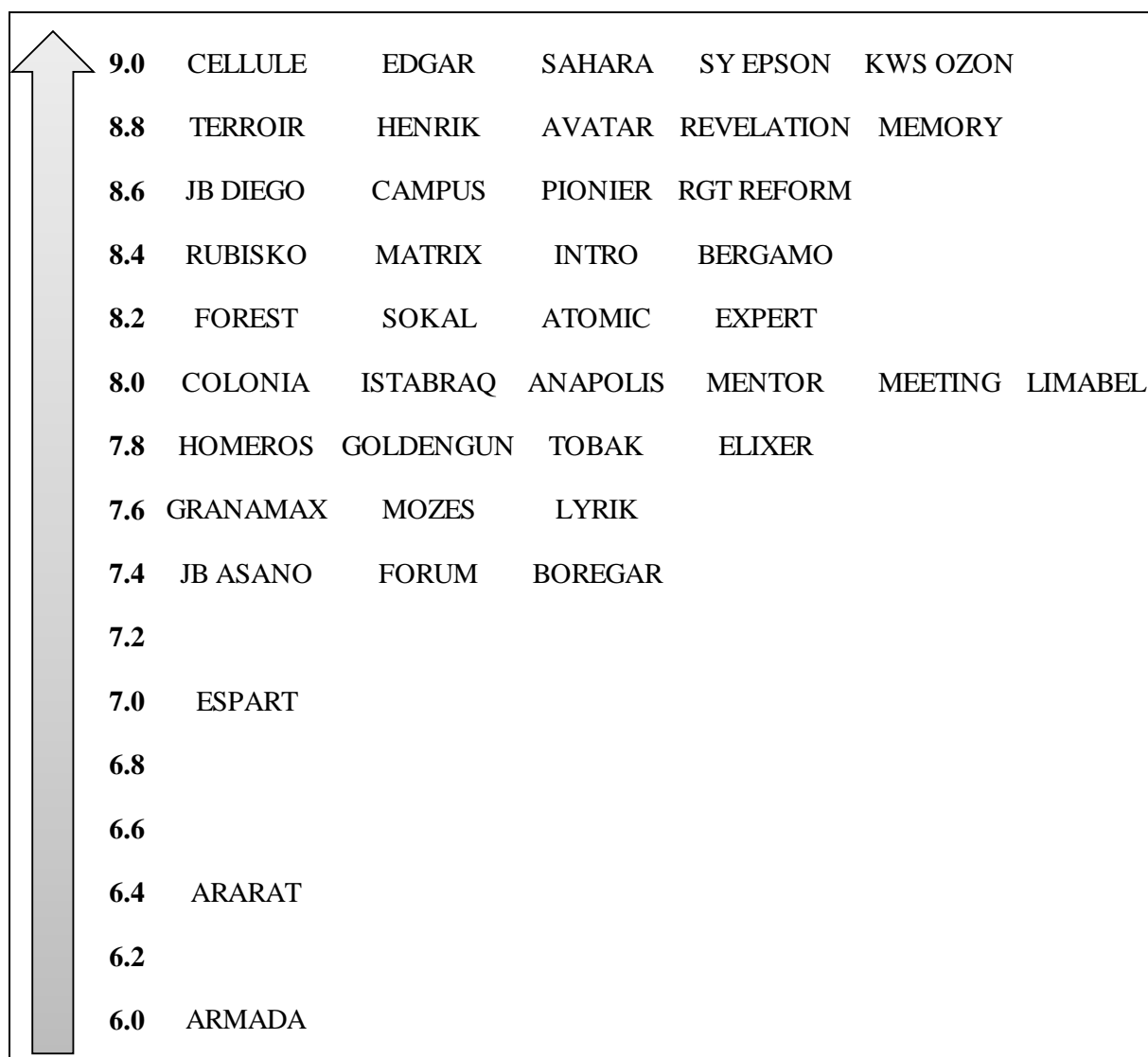


Figure 5.4 – Classement de la résistance à la verse de 42 variétés de froment d'hiver. Plus la cote est faible, plus grande est la sensibilité à la verse.

1.3 Recommandations pratiques

La verse peut avoir des origines différentes, soit parasitaires (Piétin-verse, *cfr* chapitre 6. « Lutte intégrée contre les maladies »), soit non parasitaires. Dans ce second cas, elle provient :

- de mauvaises conditions climatiques (orages violents, pluies battantes, rafales de vent...);
- de mauvaises pratiques culturales.

Pour lutter efficacement contre la verse, il faut à la fois :

- prendre des précautions, au niveau des modalités culturales ;
- utiliser correctement le ou les régulateurs de croissance.

Le risque de verse est particulièrement à prendre en considération dans les semis précoces, dans des champs où l'on suspecte des disponibilités importantes en azote minéral, notamment dans le cas d'apports importants de matières organiques au cours de la rotation et/ou de précédent du type légumineuse, colza, pomme de terre, ou encore dans des systèmes de cultures excluant l'emploi d'anti-verse.

1.3.1 Les précautions : les bonnes pratiques agricoles

➤ **Choisir une variété résistante à la verse :**

Dans les situations à risque (forte disponibilité en azote) il est impératif de choisir une variété résistante à la verse.

➤ **Modérer la densité de semis**

Plus le nombre de tiges par m² augmente et plus le risque de verse s'accroît.

➤ **Raisonner la fumure azotée**

Eviter les apports excessifs lors des applications de tallage et de redressement (1^{ère} et 2^{ème} fractions) ; de trop fortes fumures à ce stade entraînent des densités de végétation excessives. En cas de disponibilité importante en azote, l'apport de la fumure azotée en deux fractions sur une base de 80-105 unités d'N est conseillé, en veillant à bien apporter les corrections nécessaires lors du calcul de la fumure (*cfr* chapitre : 4. « La fumure azotée »).

1.3.2 Les traitements régulateurs de croissance

1.3.2.1 Remarques préliminaires

- **Les traitements régulateurs de croissance ne permettent pas d'éviter tous les risques.** Ils ne corrigent que très imparfaitement le non-respect des précautions au niveau cultural et en tout cas n'autorisent pas des renforcements injustifiés de densité de semis et/ou de fumure azotée;
- Quel que soit le régulateur utilisé, il ne peut être appliqué que sur des céréales en bon état et en pleine croissance et ce, dans des conditions climatiques favorables.

1.3.2.2 Quel traitement choisir ?

- **En situation normale : variété ne présentant pas de sensibilité particulière à la verse, densité de végétation normale, fertilisation raisonnée au tallage et/ou au redressement.**

Le traitement à base de CCC est largement suffisant. Il offre de plus le meilleur rapport qualité/prix à condition d'être appliqué dans de bonnes conditions.

- **En situation de risque élevé : variété sensible à la verse, densité de végétation trop forte, fumure élevée au tallage et/ou au redressement.**

Plusieurs possibilités existent :

- une application fractionnée de produit à base de CCC ;
- un ajout de 0.2 à 0.25 L/ha de Moddus ou de 0.4 à 0.5 L/ha de Medax Top au traitement à base de CCC 1L ;
- l'application de l'association de CCC et d'*imazaquin* (Météor 369 SL).

- **Si le risque s'aggrave après un premier traitement au CCC : (erreur de fumure, forte minéralisation).**

Un second traitement régulateur pourra être effectué :

- une seconde application à $\frac{1}{3}$ ou $\frac{1}{2}$ dose avec un produit à base de CCC ou de Moddus ou de Medax Top (à condition de ne pas dépasser le stade 2^{ème} nœud !)
- une application à $\frac{1}{2}$ dose avec un produit à base d'éthéphon.

Les régulateurs de croissance constituent en fait un frein temporaire à la croissance de la céréale. Un traitement régulateur n'est efficace que si la céréale est en phase active de croissance. Dès lors, la culture ne peut à ce moment subir d'autres stress (faim d'azote, températures trop basses ou trop élevées, sécheresse ou excès d'humidité, ...) qui freineraient également son développement. Dans le cas contraire, le régulateur risque, d'une part de n'avoir que peu d'effet sur la résistance à la verse et, d'autre part, d'avoir des effets négatifs sur le développement et le rendement de la culture.

1.3.2.3 Les traitements possibles

Une liste des régulateurs de croissance agréés est reprise dans les **pages jaunes**. Il est recommandé de **toujours lire l'étiquette** du produit avant l'utilisation.

Dose conseillée à l'ha	Stades	Conditions	Remarques
Le CCC ou chlorméquat (720 à 750 g/L) => nombreuses formulations commerciales			
Application unique : 1 L/ha	30-32	T° > 10°C	L'application fractionnée est réservée aux situations à hauts risques de verse : variété très sensible, fumure azotée trop élevée, densité de semis excessive
Application fractionnée 1 L/ha 0,5 L/ha	30 32		
Le trinexapac-éthyl (250 g/L) => Moddus, Scitec			
0,4 – 0,5 L/ha (en application seul)	31-32	L'efficacité est améliorée par temps lumineux.	Déconseillé : en production de semences certifiées car le traitement peut induire une irrégularité de hauteur de tiges qui pourrait être confondue avec un manque de fixité de la variété ; en utilisation seule à 0,4 L/ha avec une fumure azotée sans apport au tallage.
0,2 – 0,25 L/ha (en mélange avec CCC 1L/ha)	31-32		
Le mélange prohexadione-calcium (50 g/L) + chlorure de mépiquat (300 g/L) => Medax Top			
1 L/ha (en application seul)	31-32	L'efficacité est améliorée par temps lumineux ;	
0,4 -0,5 L/ha (en mélange avec 1 L/ha de CCC)	31-32	Applicable entre 2 et 25°C	
L'association de chlorméquat chlorure (368 g/l) et d'imazaquin (0.8g/L) => ex Météor			
2 L/ha	30-32	T° > 10°C	
Les produits à base d'éthéphon (480 g/L) => nombreuses formulations commerciales			
0,5 à 1,25 L/ha en fonction ou non qu'il y ait eu une application de CCC (<i>cfr</i> page jaune « Antiverse »)	37-45	Éviter les traitements lors de fortes températures	Ce traitement raccourcit la distance entre la dernière feuille et l'épi, ce qui peut faciliter le transfert de maladies du feuillage vers l'épi.
Les associations de l'éthéphon (155 g/L) avec du chlorure de mépiquat (305 g/L) => TERPAL			
2,5 à 3 L/ha	37-39	!!! à la sélectivité en cas de conditions de croissance défavorables	Le raccourcissement des entre-nœuds est souvent assez important. Lors de traitement tardif, l'épi reste proche du feuillage et est donc plus exposé à la contamination par les maladies cryptogamiques.

2 Régulateurs en escourgeon et orge d'hiver

2.1 2014 : généralement peu de verse en escourgeon

On n'a guère vu de verse en escourgeon en 2014. Dans la majorité des essais, dans les parcelles traitées avec un régulateur, elle était absente, quelle que soit la fumure appliquée. Par contre dans les essais de comparaison de variétés, elle était présente dans les modalités sans de régulateur ; ceci nous a permis de mettre à jour les tableaux de sensibilité. Les bris de tige étaient également présents en 2014 dans ces essais.

2.2 Résultats d'expérimentation sur les régulateurs

2.2.1 Effets des régulateurs de croissance

Le tableau 5.5 présente, pour les 5 dernières années dans les essais de comparaison des variétés, les moyennes de rendement en présence ou en absence de régulateur. On observe en moyenne une légère amélioration des rendements dans les parcelles traitées. Le gain moyen est de 2 qx, tant en 2014 qu'en moyenne de tous les essais. Cette amélioration due au traitement régulateur a été plus forte en 2013 année où la verse a été plus présente.

Bien souvent le traitement raccourcisseur n'améliore pas les rendements mais son intérêt est essentiellement une pratique préventive assurant la facilité de la moisson et la qualité de la récolte.

Tableau 5.5 – Moyennes des rendements (qx/ha) des objets avec ou sans régulateurs dans les essais en 2014, 2013, 2012, 2011 et 2010 et leur PPDS 0.05 (qx/ha) - GxABT.

Référence de l'essai	Moyenne de	Sans régulateur (qx/ha)	Avec régulateur (qx/ha)	PPDS 0,05 (qx/ha)
2010 ES01	20 variétés	107	108	3
2011 ES01	20 variétés	92	92	5
2012 ES01	20 variétés	94	94	3
2013 ES01	20 variétés	110	114	4
2014 ES01	20 variétés	107	109	1
2011 ES02	10 variétés	86	85	4
2012 ES02	10 variétés	90	90	4
2013 ES02	10 variétés	106	111	5
2014 ES02	20 variétés	103	104	1
moyennes		99	101	

2.2.2 Les variétés et leur sensibilité à la verse ces 3 dernières années

Tableau 5.6 – Sensibilités variétales à la verse observées dans les essais depuis 2012.

Variétés les plus sensibles à la verse : Casino, Etincel, Hobbit, Sanrival, Saskia, Touareg
Variétés sensibles à la verse Bamboo, Hercule, Pélican, Tatoo, Unival, Zzoom,
Variétés un peu sensibles à la verse Henriette, Méridian, Paso, Proval, Quadra, Quadriga, Raphaella, Smooth, Tamina, Tenor, Tonic, Volume
Variétés sans verse (une année d'observation) Anja, Daxor

Ces données proviennent des essais cultivés à fumure raisonnée. Elles ne sont pas une assurance d'absence de verse, même avec une double protection anti-verse.

2.2.3 Les variétés et les bris de tiges en 2014 et 2012

Le caractère dommageable du bris des tiges dépend de l'intensité, et donc de la proximité entre le sol et les épis, avec dans les cas les plus graves, ces derniers qui ne peuvent être ramassés en totalité par la moissonneuse.

Si les bris de tiges en fin de végétation ont été pratiquement inexistant à Lonzée en 2013, ils étaient bien présents en 2014 et 2012. Ce phénomène est un signe de surmaturité et est plus fréquent sur les variétés les plus précoces. Il est également lié à la présence de maladies sur les tiges ce qui explique qu'il est moins présent lorsque les fongicides ont été appliqués. Certaines années le régulateur peut aussi avoir un effet positif contre le bris des tiges.

Le tableau suivant reprend les données observées en 2014 et 2012.

Tableau 5.7 – Sensibilités variétales au bris des tiges observées à Lonzée en 2014 et 2012 - GxABT.

Variétés avec plus de 70 % de tiges cassées Casino, Cervoise, Déclic, Etincel, Hercule, Hobbit, Meridian, Proval, Quad, Quadriga, Sanrival, Saskia, Raphaella, Tonic, Touareg, Unival, Zzoom,
Variétés moyennes pour la sensibilité au bris de tiges (20 à 30 %) Anja, Tenor, Volume
Variété sans ou avec très peu de bris de tiges (< 15 %) Daxor, Henriette, Paso, Pélican, Smooth, Tamina

2.3 Les recommandations

L'escourgeon et l'orge d'hiver brassicole sont plus sensibles à la verse que le froment. Toutefois, ces céréales peuvent être cultivées sans régulateur de croissance, à condition d'utiliser les variétés les plus résistantes, et de modérer la fumure azotée à la sortie de l'hiver.

- **Variétés**

Le tableau 5.6 résume les observations de ces dernières années. Le classement est indicatif de la sensibilité des variétés, mais ne préjuge pas du caractère dommageable de la verse : les essais ne permettent pas de mettre systématiquement en évidence une liaison sensibilité à la verse – amélioration des rendements par les régulateurs.

- **Modérer la fumure au tallage**

Dans des conditions normales (conditions climatiques au printemps, population de talles suffisante), il est généralement judicieux d'éviter tout apport d'azote au tallage. En conditions difficiles ou très froides, l'apport d'azote ne devrait jamais dépasser 50 unités au tallage, ni 105 unités (kg/ha) pour le total des fumures tallage + redressement. D'une manière générale, il faut également éviter les surdoses d'azote dans les redoublages et les départs de rampe.

- **Connaissance de la parcelle**

Dans des champs où l'on suspecte des disponibilités importantes en azote minéral (apports importants de matières organiques dans la rotation, anciennes prairies...), il sera très difficile d'y maintenir un escourgeon debout. Il faut y réserver les variétés les plus résistantes, y être très économe avec la fumure azotée et y prévoir un traitement anti-verse en deux passages (2 nœuds + dernière feuille).

- **Un traitement anti-verse est recommandé au stade « dernière feuille étalée ».**

Généralement avec les variétés moyennement sensibles, un traitement régulateur à base d'éthéphon appliqué à dose normale sur la dernière feuille jusqu'au stade barbe est largement suffisant. L'anti-verse sera le plus souvent mélangé avec le fongicide systématiquement appliqué à ce stade. Les doses maximales agréées sont reprises dans les pages jaunes du Livre Blanc.

- **Pour les parcelles à fort risque de verse**

Dans ces situations, un traitement supplémentaire avec du Moddus ou Medax Top pendant la montaison, suivi du traitement recommandé au stade dernière feuille étalée est une technique efficace mais coûteuse et présentant un risque de phytotoxicité en cas de stress de la culture.

Pour assurer à la fois une bonne efficacité et une parfaite sélectivité d'un traitement régulateur de croissance, les conditions climatiques doivent être favorables à la croissance de la culture tant au moment du traitement que dans les jours qui suivent. La température ne devrait pas dépasser 20°C, et l'hygrométrie de l'air être supérieure à 50-60 %. Il faut éviter de traiter pendant les coups de chaleur. L'amplitude thermique entre le jour et la nuit ne devrait pas dépasser 15 °C. L'efficacité du traitement diminue en conditions de déficit hydrique au moment du traitement.