

3. Lutte intégrée contre la verse

F. Henriet¹

3.	Lutte intégrée contre la verse.....	89
3.1	Risque de verse élevé au printemps 2023.....	90
3.2	Escourgeon.....	91
3.2.1	Expérimentations, résultats et perspectives.....	91
3.2.2	Recommandations pratiques.....	93
3.3	Froment d'hiver.....	95
3.3.1	Expérimentations, résultats et perspectives.....	95
3.3.2	Recommandations pratiques.....	98
3.4	Epeautre.....	101
3.4.1	Expérimentations, résultats et perspectives.....	101
3.4.2	Recommandations pratiques.....	103
3.5	Blé dur.....	104
3.5.1	Expérimentations, résultats et perspectives.....	104
3.5.2	Recommandations pratiques.....	106

¹ CRA-W – Département Sciences du Vivant – Unité Santé des Plantes & Forêts

3.1 Risque de verse élevé au printemps 2023

Hormis un épisode de gel début décembre 2022, l'automne 2022 et l'hiver 2023 furent doux, si bien qu'en mars 2023, les céréales étaient généralement très développées. Ce mois de mars fut plutôt normal du point de vue des températures (7.5 °C au lieu de 7.1 °C), très humide (127 mm/m² au lieu de 59 en 24 jours de pluie au lieu de 16) et surtout très sombre (83h d'ensoleillement au lieu de 126). Avril fut semblable au mois de mars : plutôt frais (9,0 °C au lieu de 10,4), (66 mm/m² au lieu de 48 en 19 jours de pluie au lieu de 13) mais à nouveau sombre (149h au lieu de 171). Ce manque d'ensoleillement conjugué au développement, parfois excessif, des céréales ont fait "filer" les tiges, amplifiant ainsi le risque de verse de façon non négligeable. Pour les variétés sensibles à la verse, il était vivement conseillé de réguler. Les avertissements du CePiCOP ont d'ailleurs été émis en ce sens. Mais vouloir n'est pas pouvoir ! Les stades étaient pourtant atteints mais la pluie, le vent et les températures plutôt fraîches rencontrés durant le mois d'avril ne furent guère propices à l'application des régulateurs de croissance. Les traitements ont donc eu lieu un peu plus tard qu'espéré et dans des conditions pas toujours optimales.

Après une période sèche et ensoleillée, les pluies, majoritairement concentrées sur les 20 et 22 juin, ont fait le retour, occasionnant, dans les situations les plus à risque, l'apparition de verse. La Hesbaye et, dans une moindre mesure, le Condroz ont été particulièrement touchés. Si les escourgeons ont pu être récoltés avant le 23 juillet et le début d'une longue période de pluie, ce ne fut que rarement le cas pour les autres céréales, qui s'affaissaient et/ou germaient sur pied toujours plus au fur et à mesure des litres d'eau qui tombaient.

3.2 Escourgeon

3.2.1 Expérimentations, résultats et perspectives

Au printemps 2023, un essai a été installé à Thy-le-Château (région de Walcourt) afin de comparer l'efficacité des différents produits disponibles sur le marché et de déterminer le moment idéal d'application.

L'itinéraire technique de l'essai est décrit dans le tableau 1, tandis que les conditions d'application sont détaillées dans le tableau 2. Le protocole ainsi que les résultats sont repris dans la figure 1.

Les données collectées dans l'essai furent la hauteur des plantes à maturité, le rendement et, le cas échéant, l'indice de verse. L'indice de verse (I) est calculé selon la formule de Rixhon et Parmentier, formule dans laquelle la valeur des angles a préalablement été convertie de degré en % ($90^\circ = 100\%$) :

$$I = [(S_1 \times V_1) + (S_2 \times V_2) + \dots + (S_n \times V_n)] / 100$$

où S est égal au pourcentage de surface versée et V équivaut à l'angle d'inclinaison des tiges versées par rapport à la verticale. Un indice de 0 signifie donc qu'il n'y a pas de verse dans la parcelle concernée, tandis qu'un indice de 100 signifie que la parcelle entière est complètement couchée sur le sol.

Tableau 1 – Itinéraire technique de l'essai.

		Thy-le-Château
Variété		LG ZORO
Date de semis		5 octobre 2022
Densité de semis		250 grains/m ²
Précédent		Froment
Apport de la fumure	Tallage (T)	27 février 2023 (60 uN/ha)
	Redressement (R)	24 mars 2023 (62 uN/ha)
	Dernière feuille (DF)	21 avril 2023 (63 uN/ha)

Tableau 2 – Conditions d'application.

Essai	Date	Stade	Température	Humidité relative
Thy-le-Château	5 avril 2023	BBCH 31 – 1 ^{er} nœud	12,4 °C	35%
	26 avril 2023	BBCH 37 – der. fe. pointante	9,0 °C	54%

Hormis le FABULIS suivi du TERPAL (figure 1), tous les traitements testés ont permis de diminuer la taille de l'escourgeon par rapport au témoin (110.7 cm). Les raccourcissements les plus importants étaient obtenus lorsque le PRODAX (105.4 cm ; -5.3 cm) était appliqué seul au stade premier nœud et, plus encore, lorsque ce même produit était appliqué deux fois, au stade premier nœud puis au stade dernière feuille pointante (102.5 cm ; -8.2 cm). Le TERPAL appliqué seul au stade dernière feuille pointante montrait la réduction de taille la plus faible (109 cm ; -1.7 cm).

Il n'y a pas eu de verse dans l'essai.

II.3 Céréales d'hiver – Verse

Les rendements n'ont révélé aucune différence significative avec le témoin (92.28 qx/ha) même si 15.71 qx/ha séparaient le rendement le plus élevé (101.64 qx/ha – PRODAX lors de la seconde application) du rendement le plus faible (85.93 qx/ha – MEDAX TOP au stade premier nœud suivi de ARVEST).

Considérant uniquement les doubles applications, des quatre produits étudiés au stade premier nœud (première application), le MEDAX TOP semblait être le moins sélectif (rendement moyen de 90.01 qx/ha) et présentait un raccourcissement moyen (108.3 cm ; -2.4 cm). Le FABULIS montrait une sélectivité similaire à celle du MEDAX TOP (90.94 qx/ha) et une réduction de taille plus faible (110.1 cm ; -0.6 cm). Le MODDUS s'est révélé le plus sélectif (rendement moyen de 93.00 qx/ha, supérieur au témoin) et proposait une réduction de taille intéressante (107.1 cm ; -3.6 cm). En termes de rendement moyen, le PRODAX montrait des résultats intermédiaires (91.90 qx/ha) mais se révélait le plus efficace pour réduire la taille de l'escourgeon (105.7 cm ; -5.0 cm).

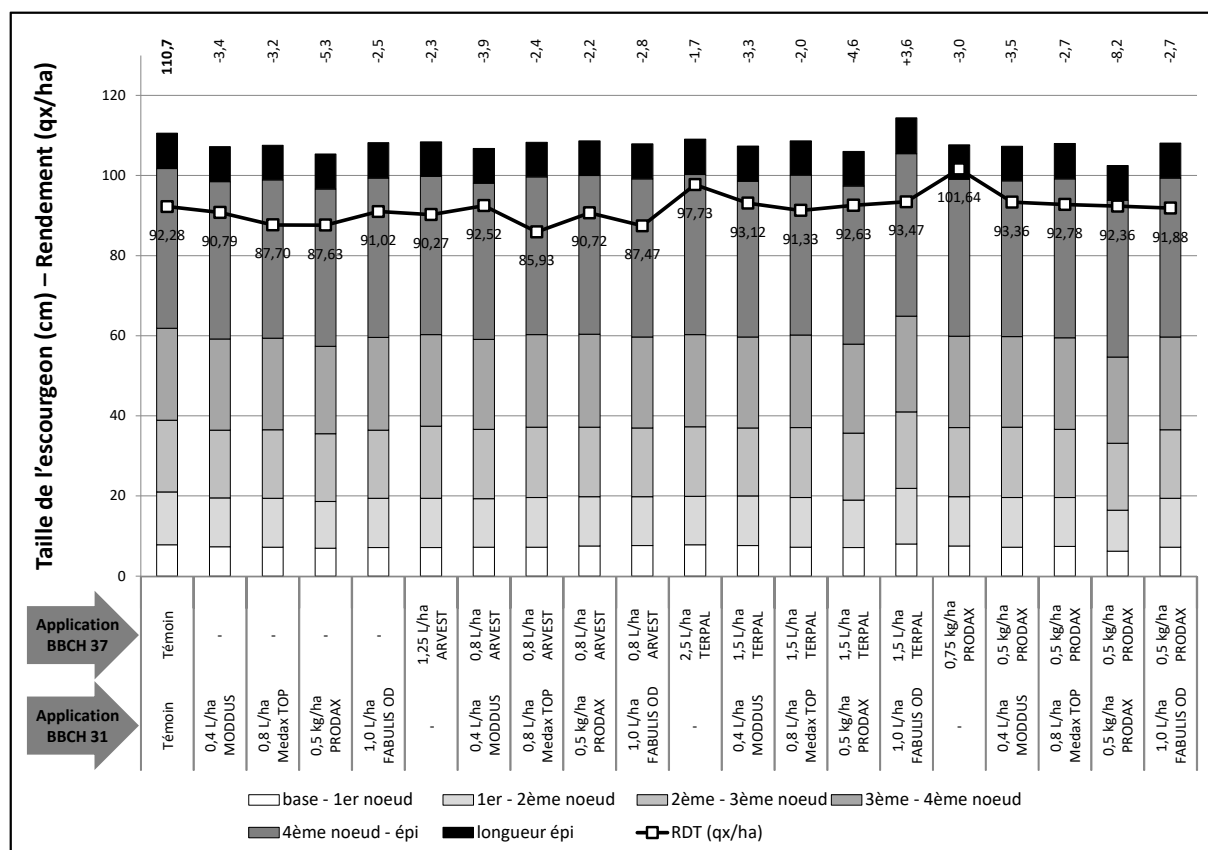


Figure 1 – Essai 2023 de Thy-le-Château – variété LG ZORO ; taille de l'escourgeon et rendements mesurés.

Des trois produits étudiés au stade dernière feuille pointante (seconde application), le TERPAL fut le plus sélectif (rendement moyen de 92.64 qx/ha), mais ne permit pas de véritablement réduire la taille (109.1 cm ; -1.6 cm). Le PRODAX, tout en proposant le raccourcissement le plus important (106.4 cm ; -4.3 cm), s'est montré aussi sélectif que le TERPAL (92.60 qx/ha). L'ARVEST, quant à lui, semblait moins sélectif (89.16 qx/ha) tout en n'atteignant pas les niveaux de raccourcissement du PRODAX (107.9 cm ; -2.8 cm).

3.2.2 Recommandations pratiques

- **Les précautions à prendre pour limiter le risque de verse**

L'escourgeon et l'orge brassicole d'hiver 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.

➤ **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. Le tableau 3, issu de données publiées dans le Livre Blanc Céréales de septembre 2023, classe les variétés en fonction de leur résistance à la verse. Ce classement est issu d'essais mis en place par le CRA-W, le CARAH et le CePiCOP.

Tableau 3 – Classement des variétés d'escourgeon en fonction de leur résistance à la verse.

Résistante	sy Bankook (h)	sy Bluetooth (h)	sy Dakoota (h)	kws Delis	Fascination
	kws Feeris	sy Harrier (h)	Idilic	Integral	Jakubus
	Jettoo (h)	kws Joyau	sy Lavandel (h)	sy Luna (h)	sy Maliboo (h)
	sy Rangoon (h)	Toreroo (h)	LG Zebulon	LG Zelda	
Peu sensible	Avantasia	Dementiel	Esprit	Julia	sy Galileo (h)
	Jettoo (h)	kws Orbit	sy Scoop (h)	kws Wallace	
Moyennement sensible	Visuel	LG Zeta			
Très sensible	su Hylona (h)	Tektoo (h)	Wootan (h)	LG Zoro	

➤ **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 surdosages d'azote dans les zones de redoublages et d'amorçage de rampe.

➤ **Connaissance de la parcelle**

Dans des champs à disponibilités importantes en azote minéral (apports importants de matières organiques dans la rotation, anciennes prairies retournées, ...), 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 (1^{er} nœud puis dernière feuille).

- **Les traitements régulateurs de croissance**

La liste des traitements régulateurs autorisés est disponible dans les pages jaunes de ce Livre Blanc Céréales. Il est recommandé de toujours lire l'étiquette du produit avant son utilisation.

- **Appliquer le régulateur dans de bonnes conditions**

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 condition de déficit hydrique au moment du traitement.

- **En situation normale : un seul traitement régulateur est recommandé au stade dernière feuille étalée (BBCH 39)**

Généralement, les variétés peu sensibles et résistantes à la verse, présentant une densité de végétation normale et ayant subi une fertilisation raisonnée au tallage, ne nécessitent qu'un seul traitement régulateur. Les produits à base d'*ethephon* (SL : 480 g/L *ethephon*) applicables du stade dernière feuille pointante au stade dernière feuille étalée (BBCH 37-39) à la dose maximale de 1,25 L/ha sont largement suffisants. Le TERPAL (SL : 305 g/L *chlorure de mepiquat* + 155 g/L *ethephon*), applicable du stade dernière feuille pointante au stade premières barbes visibles (BBCH 37-49), à une dose maximale de 3 L/ha, constitue une autre possibilité. Si nécessaire, le régulateur pourra être mélangé avec le fongicide appliqué à ce stade.

- **En situation de risque élevé : un traitement régulateur au stade premier nœud (BBCH 31) suivi d'un second au stade dernière feuille étalée (BBCH 39)**

Un premier traitement au stade premier nœud (BBCH 31) s'impose en cas de variété sensible à la verse, de densité de végétation trop forte ou de fertilisation non raisonnée au tallage. Les produits de type MODDUS, MEDAX TOP, PRODAX ou FABULIS OD conviennent très bien. Si nécessaire, le régulateur pourra être mélangé avec le fongicide appliqué à ce stade. Dans la majorité des cas, ce premier traitement devra être relayé par le traitement recommandé au stade dernière feuille étalée (BBCH 39).

3.3 Froment d'hiver

3.3.1 Expérimentations, résultats et perspectives

Au printemps 2023, un essai a été installé à Acosse (entre Hannut et Andenne) afin de comparer l'efficacité des différents produits disponibles sur le marché et de déterminer le moment idéal d'application. En raison des conditions climatiques rencontrées lors du printemps 2023, l'application initialement prévue au stade redressement (BBCH 30) n'a pu avoir lieu avant le 5 avril. À ce moment, le froment avait déjà atteint le stade premier nœud (BBCH 31). La seconde application prévue au stade premier nœud (BBCH 31) a donc été effectuée assez rapidement (2 jours après la première) afin de ne pas trop dévier du protocole.

L'itinéraire technique de l'essai est décrit dans le tableau 4, tandis que les conditions d'application sont détaillées dans le tableau 5. Le protocole ainsi que les résultats sont repris dans la figure 2.

Les données collectées dans l'essai furent la hauteur des plantes à maturité, le rendement et, le cas échéant, l'indice de verse. L'indice de verse (I) est calculé selon la formule de Rixhon et Parmentier, formule dans laquelle la valeur des angles a préalablement été convertie de degrés en % ($90^\circ = 100\%$) :

$$I = [(S_1 \times V_1) + (S_2 \times V_2) + \dots + (S_n \times V_n)] / 100$$

où S est égal au pourcentage de surface versée, et V équivaut à l'angle d'inclinaison des tiges versées par rapport à la verticale. Un indice de 0 signifie donc qu'il n'y a pas de verse dans la parcelle concernée, tandis qu'un indice de 100 signifie que la parcelle entière est complètement couchée sur le sol.

Tableau 4 – Itinéraire technique de l'essai.

		Acosse
Variété		Chevignon
Date de semis		20 octobre 2022
Densité de semis		170 kg/ha
Précédent		Chicorées
Apport de la fumure	Redressement (R)	3 avril 2023 (100 uN/ha)
	Dernière feuille (DF)	30 mai 2023 (100 uN/ha)

Tableau 5 – Conditions d'application.

Essai	Date	Stade	Température	Humidité relative
Acosse	5 avril 2023	BBCH 31 – 1 ^{er} nœud	13,2 °C	62%
	7 avril 2023	BBCH 31 – 1 ^{er} nœud	8,9 °C	75%
	21 avril 2023	BBCH 32 – 2 ^{ème} nœud	14,2 °C	55%

II.3 Céréales d'hiver – Verse

Tous les traitements testés ont permis de réduire (figure 2), parfois faiblement, la taille du froment par rapport au témoin non régulé (109.6 cm). Les raccourcissements les plus importants étaient obtenus avec le mélange CCC + PRODAX, qu'il soit pulvérisé lors de la première application (hauteur : 102.1, soit 7.5 cm de réduction de taille) ou lors de la seconde application (100.6 cm ; -9.0 cm) et avec le mélange CCC + MODDUS pulvérisé lors de la première (103.8 cm ; -5.8 cm) ou lors de la seconde application (103.4 cm ; -6.2 cm). Ces deux applications ne furent espacées que de 2 jours. Le mélange CCC + FABULIS pulvérisé lors de la seconde application (103.8 cm ; -5.8 cm) et la séquence CCC au stade redressement (premier nœud dans cet essai) suivi de MEDAX TOP au stade deux nœuds (103.7 cm ; -5.9 cm) présentait également une réduction de taille intéressante. La réduction de taille la moins importante était obtenue avec le MODDUS pulvérisé seul lors de la seconde application (107.7 cm ; -1.9 cm).

De la verse a été observée dans l'essai. Dans les parcelles non régulées, l'indice de verse observé juste avant la récolte était de 60. Tous les traitements testés montrèrent de la verse et, même si de petites différences furent notées, aucun traitement ne fut significativement meilleur qu'un autre. En moyenne les traitements ont permis de réduire l'indice de verse de 25 points.

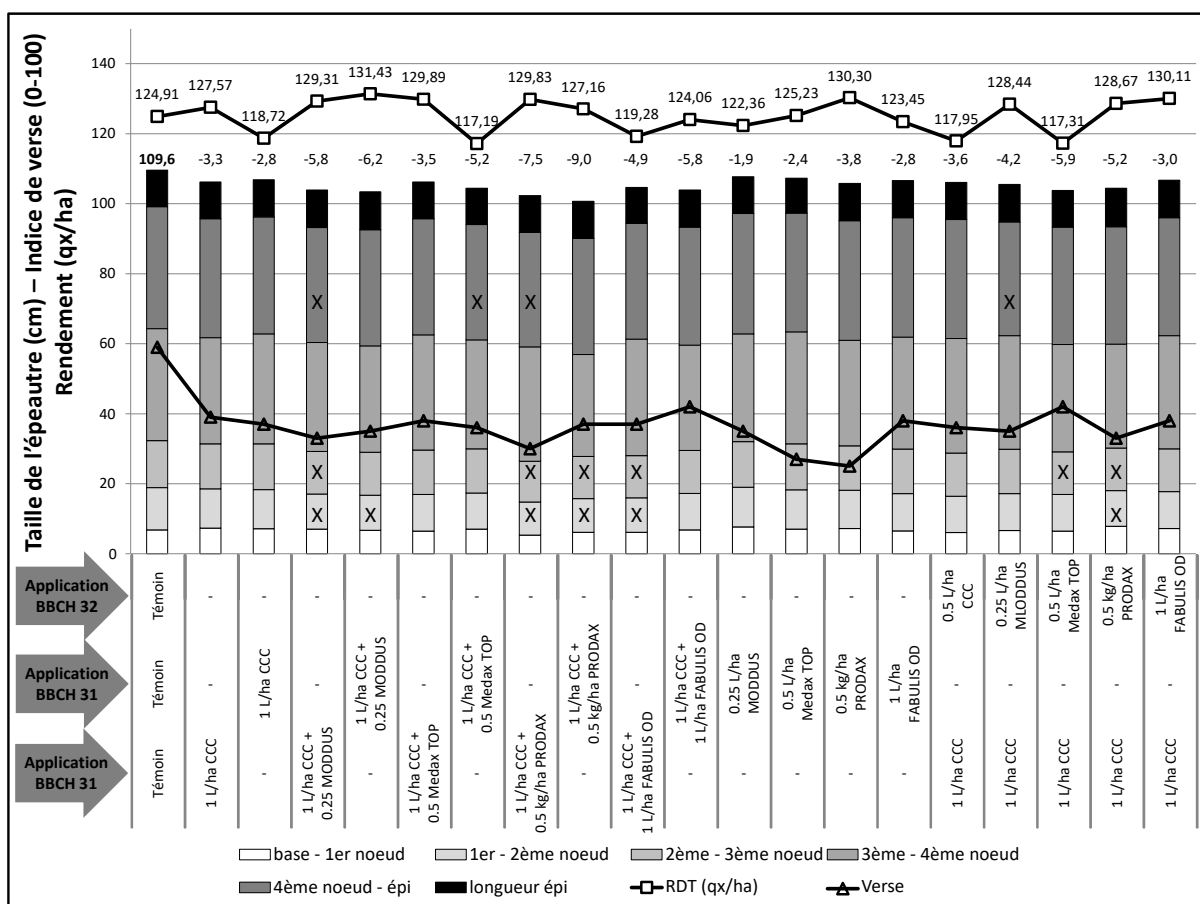


Figure 2 – Essai 2023 de Acosse – Variété CHEVIGNON ; taille du froment, indice de verse et rendements mesurés. Les entrenœuds marqués d'une croix sont significativement plus courts que l'entrenœud correspondant mesuré dans le témoin.

Les rendements n'ont révélé aucune différence significative avec le témoin (124.91 qx/ha) même si 14.24 qx/ha séparaient le rendement le plus élevé (131.43 qx/ha – CCC + MODDUS lors de la seconde application) du rendement le plus faible (117.19 qx/ha – CCC + MEDAX TOP lors de la seconde application).

Des quatre produits testés, le PRODAX et le MODDUS s'en tiraient le mieux en terme de rendement. Les traitements mettant en œuvre ces produits présentaient un rendement moyen de 128.99 et 127.89 qx/ha, respectivement. Les traitements à base de MEDAX TOP et de FABULIS montraient des rendements moyens inférieurs à 125 qx/ha. Le PRODAX (103.2 cm ; -6.4 cm) et le MODDUS (105.1 cm ; -4.5 cm) proposaient également le meilleur effet raccourcisseur moyen et les indices de verse moyen les plus faibles (31.2 et 34.5 ; respectivement).

Considérant les traitements comparables, les traitements uniques pulvérisés lors de la première application ont procuré les rendements moyens les plus élevés (127.08 qx/ha) et l'indice moyen de verse le plus faible (34.5) pour une réduction de taille moyenne intermédiaire (104.2 cm ; -5.4 cm). Les traitements uniques pulvérisés lors de la seconde application ont montré les rendements les plus faibles (124.96 qx/ha), l'indice de verse le plus élevé (37.5) mais la réduction de taille la plus importante (103.1 cm ; -6.5 cm). Les doubles applications ont, quant à elles, présenté un rendement intermédiaire (126.13 qx/ha), un indice de verse intermédiaire (37.0) et la réduction de taille la plus faible (105.0 cm ; -4.6 cm).

3.3.2 Recommandations pratiques

La verse peut avoir différentes origines, soit parasitaires (Piétin-verse - cfr Chapitre II.4 : « Lutte intégrée contre les maladies »), soit abiotiques. Dans le second cas, elle peut être provoquée par des mauvaises conditions climatiques (orages violents, pluies battantes, rafales de vent...) ou induite par des pratiques culturales non adaptées.

Il est particulièrement important de considérer le risque de verse dans les semis précoces et dans les champs à disponibilité élevée en azote minéral. C'est notamment le cas lors d'apports importants de matières organiques au cours de la rotation et/ou de précédents avec des reliquats azotés élevés comme les légumineuses, le colza, ou la pomme de terre. Il conviendra d'être attentif à la fertilisation azotée dans des systèmes de cultures excluant l'emploi d'anti-verse.

Pour lutter efficacement contre la verse, il faut avant tout choisir judicieusement la variété et adapter l'itinéraire cultural.

- **Les précautions à prendre pour limiter le risque de verse**

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

Le tableau 6, déjà publié dans le Livre Blanc Céréales de septembre 2023, classe les variétés en fonction de leur résistance à la verse. Ce classement est issu d'essais mis en place par le CRA-W, le CPL-Végémar, le CARAH et le CePiCOP.

Tableau 6 – Classement des variétés de froment en fonction de leur résistance à la verse.

Résistante	Cubitus RGT Perkussio	Graham SY Revolution	Hyking (h) Winner	LG Mondial	Positiv
Peu sensible	LG Apollo Hyacinth (h)	Campeino SY Insitor	KWS Extase LG Keramik	LG Farrier	Geluck
Moyennement sensible	Bergamo LG Skyscraper	WPB Calgary LG Spotlight	SU Ecusson	Johnson	WPB Monfort
Sensible	LG Character Garfield Socade CS	Chevignon Gleam KWS Sverre	Crossway Irun	KWS Dag KWS Keitum	KWS Donovan KWS Smart

- **Modérer la densité de semis**

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

- **Raisonnement la fumure azotée**

Il convient d'éviter les apports excessifs lors des applications de tallage et de redressement (1^{ère} et 2^{ème} fractions) car de trop fortes fumures à ce stade entraînent des densités de végétation excessives. En cas de disponibilité importante en azote dans le sol, l'apport de la fumure azotée en deux fractions sur une base de 80-105 unités d'N, respectivement aux stades tallage-redressement et dernière feuille, est conseillé, en veillant à bien apporter les corrections nécessaires lors du calcul de la fumure (cfr Chapitre II.2 : « La fertilisation azotée »).

- **Les traitements régulateurs de croissance**

- **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 n'autorisent pas des renforcements injustifiés de densité de semis et/ou de fumure azotée.
- Quel que soit le régulateur utilisé, il doit être appliqué sur des céréales en bon état et en pleine croissance et ce, dans des conditions climatiques favorables.
- De manière générale, il est conseillé d'intervenir tôt, dans les limites de l'homologation des produits, afin de privilégier l'effet « régulateur » (renforcement de la base de la tige) plutôt que l'effet « raccourcisseur » (réduction de la taille des derniers entre-nœuds).

a. Quel traitement choisir ?

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

Le traitement à base de *chlormequat* (= 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 : pour une variété sensible à la verse avec une densité de végétation trop forte et une fumure élevée au tallage et/ou au redressement.**

Plusieurs possibilités existent :

- ❖ une application fractionnée de produits à base de *chlormequat* ;
- ❖ un ajout, au traitement à base de *chlormequat*, de 0.2 à 0.25 L/ha de MODDUS ou de 0.4 à 0.5 L/ha de MEDAX TOP ou de 0.3 à 0.5 kg/ha de PRODAX ou de 0.7 à 1.0 L/ha de FABULIS OD.

- **Si le risque s'aggrave après un premier traitement au chlormequat (= 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 *chlormequat* ou de MODDUS ou de MEDAX TOP (à condition de ne pas dépasser le stade 2ème nœud !) ou de PRODAX ou de FABULIS OD (jusqu'au stade dernière feuille) ;
- ❖ une application à $\frac{1}{2}$ dose avec un produit à base d'*ethephon* (du stade dernière feuille pointante au stade gonflement) ; ce type de traitement n'est toutefois que très rarement conseillé.

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.

II.3 Céréales d'hiver – Verse

b. Les traitements possibles

La liste des traitements régulateurs autorisés est disponible dans les pages jaunes de ce Livre Blanc Céréales. Il est recommandé de toujours lire l'étiquette du produit avant son utilisation.

Dose conseillée à l'hectare	Stades	Conditions	Remarques
Le CCC ou chlormequat (400, 620, 720 ou 750 g/L) => nombreuses formulations commerciales			
Application unique : <i>dose en fonction du produit choisi</i>	30-32	T° > 10°C	L'application fractionnée est réservée aux situations à haut risque de verse : variété très sensible, fumure azotée trop élevée, densité de semis excessive
Application fractionnée : <i>dose en fonction du produit choisi</i>	30 32		
Le trinexapac-ethyl (175, 200 ou 250 g/L) => nombreuses formulations commerciales			
Application seul : <i>dose en fonction du produit choisi</i>	31-32	L'efficacité est améliorée par temps lumineux.	<u>Déconseillé</u> : 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.
Application en mélange avec un produit à base de chlormequat (750 g/ha) : <i>dose réduite de moitié</i>	31-32		
Le mélange prohexadione-calcium (50 g/L) + chlorure de mepiquat (300 g/L) => MEDAX TOP			
1 L/ha (en application seul)	31-32	L'efficacité est améliorée par temps lumineux ; Applicable entre 2 et 25°C	
0,4 – 0,5 L/ha (en mélange avec 750 g/ha de chlormequat)	31-32		
Les produits à base d'ethephon (480 ou 660 g/L) => nombreuses formulations commerciales			
0,5 à 1,25 L/ha si pas de traitement au CCC avant 0,5 à 0,75 L/ha si traitement préalable au CCC	37-45	Éviter les traitements par 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'ethephon (155 g/L) avec du chlorure de mepiquat (305 g/L) => TERPAL			
2,5 à 3 L/ha si pas de traitement au CCC avant	32-39	Risque de manquer de sélectivité si 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.
1,5 à 2 L/ha si traitement préalable au CCC	37-39		
L'association de trinexapac-ethyl (7,5%) avec de prohexadione-calcium (5%) => PRODAX			
0,3 à 0,75 kg/ha 1 à 2 applications Max. 0,5 kg/ha par appl.	29-49	L'efficacité est améliorée par temps lumineux ; Applicable dès 8°C	
Les produits à base de prohexadione-calcium (50 g/L) => FABULIS OD et YAWL			
1,5 L/ha	29-39		Eventuellement fractionné.

3.4 Epeautre

3.4.1 Expérimentations, résultats et perspectives

Au printemps 2023, un essai a été installé à Perwez (région de Gembloux) afin de comparer l'efficacité des différents produits disponibles sur le marché et de déterminer le moment idéal d'application. En raison des conditions climatiques rencontrées lors du printemps 2023, l'application prévue au stade redressement (BBCH 30) n'a pu avoir lieu avant le 14 avril. À ce moment, l'épeautre avait déjà atteint le stade premier nœud (BBCH 31). La seconde application prévue au stade premier nœud (BBCH 31) a donc été effectuée assez rapidement (3 jours après la première) afin de ne pas trop dévier du protocole.

L'itinéraire technique de l'essai est décrit dans le tableau 7, tandis que les conditions d'application sont détaillées dans le tableau 8. Le protocole ainsi que les résultats sont repris dans la figure 3.

Les données collectées dans l'essai furent la hauteur des plantes à maturité, le rendement et, le cas échéant, l'indice de verse. L'indice de verse (I) est calculé selon la formule de Rixhon et Parmentier, formule dans laquelle la valeur des angles a préalablement été convertie de degrés en % ($90^\circ = 100\%$) :

$$I = [(S_1 \times V_1) + (S_2 \times V_2) + \dots + (S_n \times V_n)] / 100$$

où S est égal au pourcentage de surface versée, et V équivaut à l'angle d'inclinaison des tiges versées par rapport à la verticale. Un indice de 0 signifie donc qu'il n'y a pas de verse dans la parcelle concernée, tandis qu'un indice de 100 signifie que la parcelle entière est complètement couchée sur le sol.

Tableau 7 – Itinéraire technique de l'essai.

		Perwez
Variété		Cosmos
Date de semis		8 octobre 2022
Densité de semis		195 kg/ha
Précédent		Froment
Apport de la fumure	Redressement (R)	5 avril 2023 (81 uN/ha)
	Dernière feuille (DF)	27 avril 2023 (78 uN/ha)

Tableau 8 – Conditions d'application.

Essai	Date	Stade	Température	Humidité relative
Perwez	14 avril 2023	BBCH 31 – 1 ^{er} nœud	10,5 °C	60%
	17 avril 2023	BBCH 31(+)- 1 ^{er} nœud	9,2 °C	95%
	26 avril 2023	BBCH 32 – 2 ^{ème} nœud	11,6 °C	50%

II.3 Céréales d'hiver – Verse

Comme présenté dans la figure 3, tous les traitements testés ont permis de réduire la taille de l'épeautre par rapport au témoin non régulé (132.5 cm). Les raccourcissements les plus importants étaient obtenus avec le mélange CCC + PRODAX pulvérisé lors de la première application (hauteur : 11.8 cm, soit 20.7 cm de réduction de taille) ou lors de la seconde application (112.3 cm ; -20.2 cm). Les raccourcissements les moins importants étaient obtenus avec le MODDUS (127.9 cm ; -4.6 cm) et le MEDAX TOP (127.7 cm ; -4.8 cm) pulvérisés seuls lors de la seconde application.

De la verse a été observée dans l'essai. Dans les parcelles non régulées, l'indice de verse observé juste avant la récolte était de 64. Si la majorité des traitements permirent à l'épeautre de "rester debout", de la verse fut toutefois observée dans les traitements suivants : FABULIS (indice de verse de 21) et MEDAX TOP (18) pulvérisés seuls lors de la seconde application, CCC pulvérisé seul lors de la première (15) ou la seconde (11) application et lorsque que pulvérisé en deux fois (11) et le mélange CCC + MEDAX TOP pulvérisé lors de la seconde application (15).

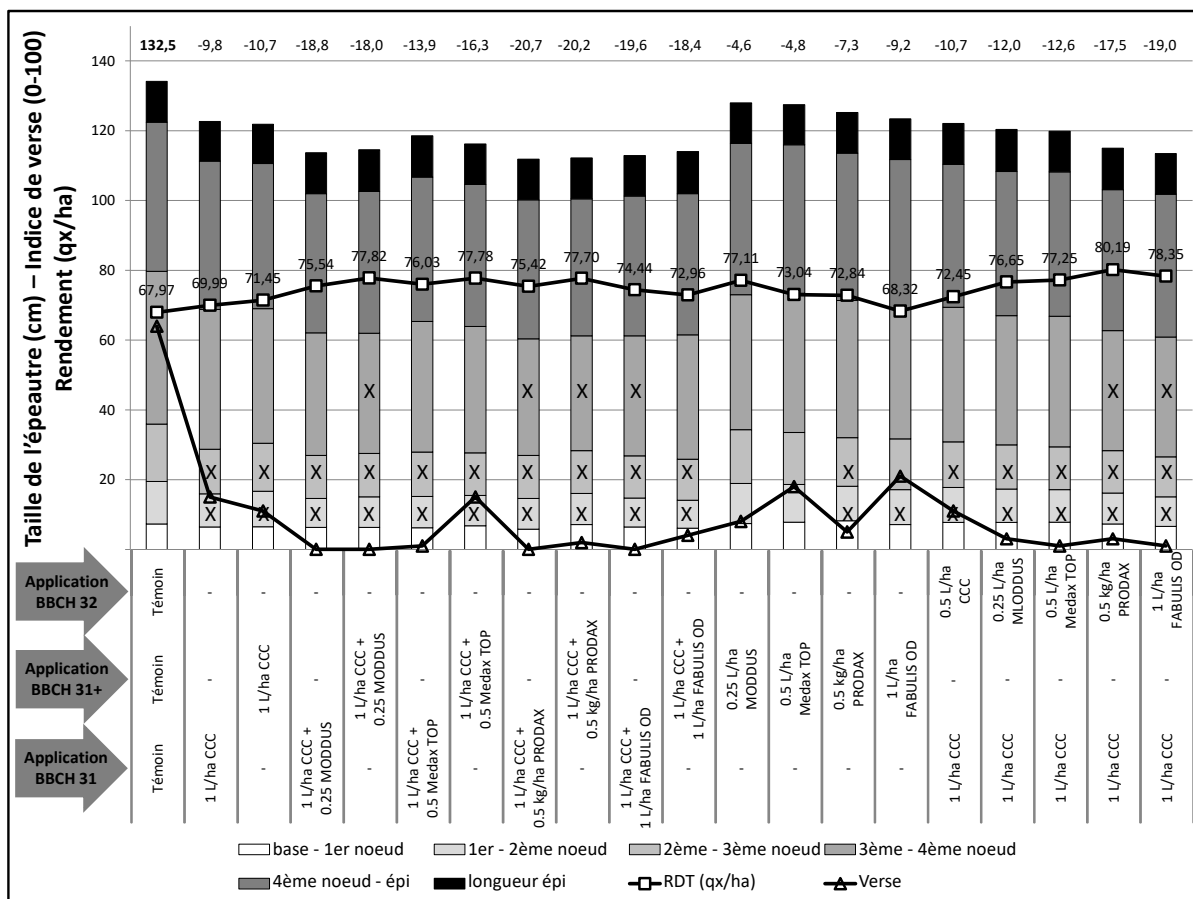


Figure 3 – Essai 2023 de Perwez – Variété COSMOS ; taille de l'épeautre, indice de verse et rendements mesurés. Les entrenœuds marqués d'une croix sont significativement plus courts que l'entrenœud correspondant mesuré dans le témoin.

Bien que n'ayant révélé aucune différence significative, tous les traitements montraient un rendement supérieur à celui mesuré dans le témoin (67.97 qx/ha). La séquence CCC suivi de PRODAX présentait le meilleur rendement (80.12 qx/ha ; +12.22 qx/ha – indice de verse de 3). Même si cela n'était pas systématique, le rendement semblait affecté dans les traitements les plus impactés par la verse.

Des quatre produits testés, le FABULIS présentait un rendement moyen en retrait (73.52 qx/ha) tandis que les autres produits montraient un rendement moyen supérieur à 76 qx/ha. En moyenne, le FABULIS (116.0 cm ; -16.5 cm) et le PRODAX (116.1 cm ; -16.4 cm) avaient plus d'effet sur la taille de l'épeautre que le MEDAX TOP (120.6 cm ; -11.9 cm) et le MODDUS (119.2 cm ; -13.3 cm). La verse était quant à elle minimisée par le PRODAX (indice moyen de verse de 2.5) et le MODDUS (2.8), le FABULIS (6.5) et le MEDAX TOP (8.8) semblant moins efficaces.

Considérant les traitements comparables, les doubles applications ont procuré les rendements moyens les plus élevés (76.98 qx/ha) et la réduction de taille moyenne la plus faible (118.1 cm ; -14.4 cm) pour un indice moyen de verse intermédiaire (3.8). Les traitements uniques pulvérisés lors de la première application ont montré les rendements moyens les plus faibles (74.28 qx/ha), l'indice moyen de verse le plus faible (3.2) et une réduction de taille moyenne intermédiaire (115.9 cm ; -16.6 cm). Les traitements uniques pulvérisés lors de la seconde application ont, quant à eux, présenté un rendement intermédiaire (75.54 qx/ha), une réduction de taille similaire aux traitements uniques pulvérisés lors de la première application (115.8 cm ; -16.7 cm) mais l'indice de verse le moins favorable (6.4).

3.4.2 Recommandations pratiques

En raison de sa grande taille, l'épeautre est plus sensible à la verse que le froment.

Comme en froment, le choix de la variété et le raisonnement de la fumure azotée constituent deux leviers très importants pour gérer le risque de verse (cfr Point II.3.3.2 : « Recommandations pratiques »). L'application d'un régulateur de croissance peut, malgré tout, s'avérer nécessaire. La plupart des régulateurs homologués en froment le sont également en épeautre mais des différences (doses ou stades d'application autorisés) peuvent exister : il est donc nécessaire de vérifier systématiquement l'étiquette des produits.

Le tableau 9, déjà publié dans le Livre Blanc Céréales de septembre 2023, classe les variétés en fonction de leur résistance à la verse. Ce classement est issu d'essais mis en place par le CRA-W.

Tableau 9 – Classement des variétés d'épeautre en fonction de leur résistance à la verse.

Résistante				
Peu sensible	Badensonne Zollernspelz	Cosmos	Sérénité	Zollernfit
Moyennement sensible	Lucky	Zollernperle		
Très sensible	Alboretto	Convoitise		

3.5 Blé dur

3.5.1 Expérimentations, résultats et perspectives

Au printemps 2023, un essai a été installé à Gembloux afin de comparer l'efficacité des différents produits disponibles sur le marché et de déterminer le moment idéal d'application. En raison des conditions climatiques rencontrées lors du printemps 2023, l'application prévue au stade redressement (BBCH 30) n'a pu avoir lieu avant le 14 avril. À ce moment, le blé dur venait d'atteindre le stade premier nœud (BBCH 31). La seconde application prévue au stade premier nœud (BBCH 31) a donc été effectuée assez rapidement (3 jours après la première) afin de ne pas trop dévier du protocole. Lorsque la troisième et dernière application a été réalisée, le 26 avril, le stade deuxième nœud (BBCH 32) n'était pas tout à fait atteint.

L'itinéraire technique de l'essai est décrit dans le tableau 10, tandis que les conditions d'application sont détaillées dans le tableau 11. Le protocole ainsi que les résultats sont repris dans la figure 4.

Les données collectées dans l'essai furent la hauteur des plantes à maturité, le rendement et, le cas échéant, l'indice de verse. L'indice de verse (I) est calculé selon la formule de Rixhon et Parmentier, formule dans laquelle la valeur des angles a préalablement été convertie de degrés en % ($90^\circ = 100\%$) :

$$I = [(S_1 \times V_1) + (S_2 \times V_2) + \dots + (S_n \times V_n)] / 100$$

où S est égal au pourcentage de surface versée, et V équivaut à l'angle d'inclinaison des tiges versées par rapport à la verticale. Un indice de 0 signifie donc qu'il n'y a pas de verse dans la parcelle concernée, tandis qu'un indice de 100 signifie que la parcelle entière est complètement couchée sur le sol.

Tableau 10 – Itinéraire technique de l'essai.

		Gembloux
Variété		Wintergold
Date de semis		26 octobre 2022
Densité de semis		300 grains/m ²
Précédent		Maïs
Apport de la fumure	Tallage (T)	17 mars 2023 (60 uN/ha)
	Redressement (R)	4 avril 2023 (60 uN/ha)
	Deuxième nœud (2N)	24 avril 2023 (40 uN/ha)
	Début épiaison (E)	fin mai 2023 (30 uN/ha)

Tableau 11 – Conditions d'application.

Essai	Date	Stade	Température	Humidité relative
Dommartin	14 avril 2023	BBCH 31(-) – 1 ^{er} nœud	11,7 °C	55%
	17 avril 2023	BBCH 31 – 1 ^{er} nœud	10,0 °C	90%
	26 avril 2023	BBCH 31(+) – 1 ^{er} nœud	12,9 °C	40%

Hormis le mélange CCC + MEDAX TOP pulvérisé lors de la seconde application (figure 4), tous les traitements testés ont permis de réduire la taille du blé dur par rapport au témoin non réglé (104.1 cm). Les raccourcissements les plus importants étaient obtenus avec le PRODAX pulvérisé seul lors de la seconde application (99.5 cm ; -4.6 cm) et les mélanges CCC + PRODAX, qu'ils aient été pulvérisés lors de la première (100.2 cm ; -3.9 cm) ou lors de la seconde application (100.1 cm ; -4.0 cm). En moyenne, les traitements ont réduit la taille du blé dur de 2.4 cm.

Il n'y a pas eu de verse dans l'essai.

Les rendements n'ont révélé aucune différence significative avec le témoin (97.87 qx/ha) et seulement 2.96 qx/ha séparaient le rendement le plus élevé (100.57 qx/ha – CCC + PRODAX lors de la première application) du rendement le plus faible (97.61 qx/ha – CCC suivi de MEDAX TOP).

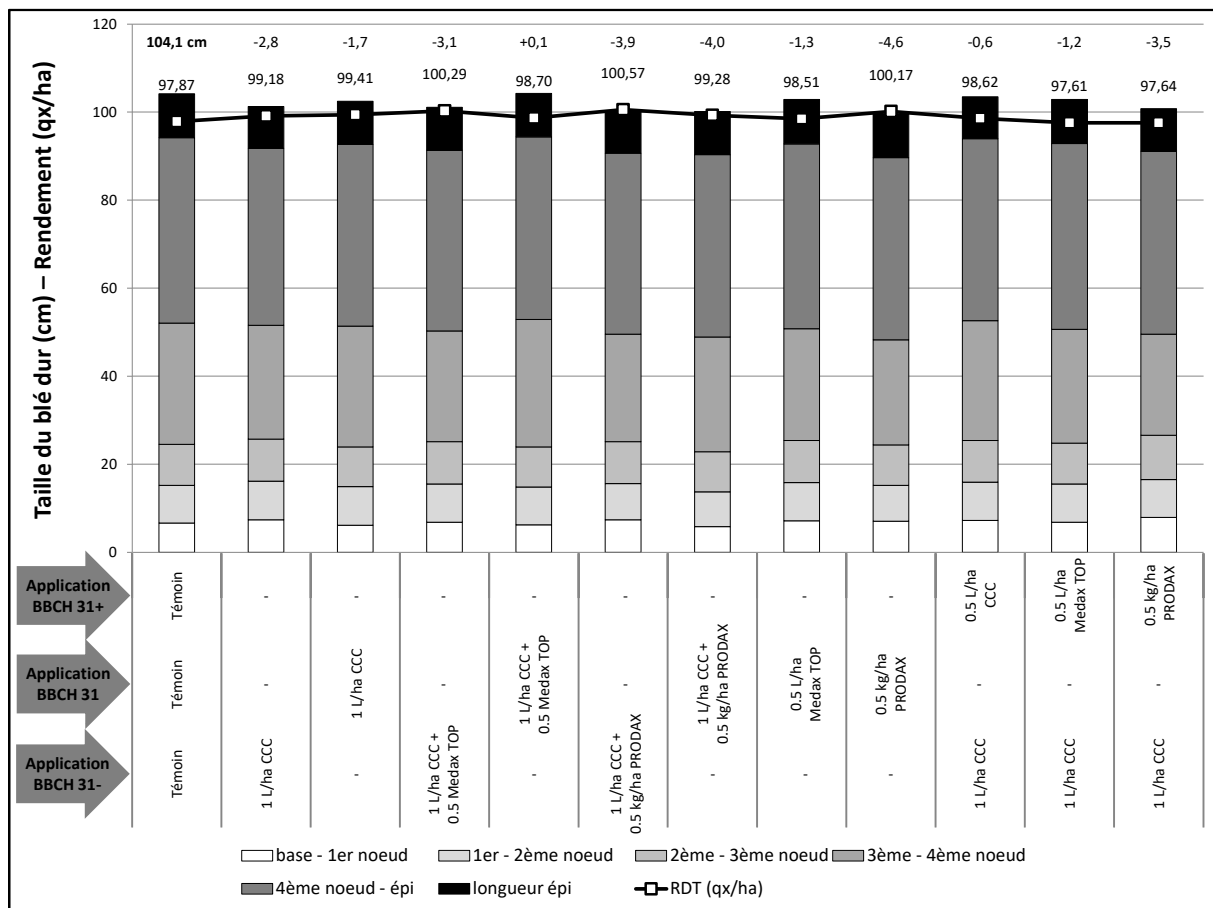


Figure 4 – Essai 2023 de Gembloux – Variété WINTERGOLD ; taille du blé dur et rendements mesurés.

Considérant les rendements observés et l'absence de verse, le blé dur semble bien supporter l'application d'un traitement régulateur. En ne prenant en compte que les traitements comparables, le PRODAX (rendement moyen de 99.42 qx/ha) était légèrement plus sélectif que le MEDAX TOP (98.78 qx/ha). Le PRODAX (100.1 cm ; -4.0 cm) réduisait également la taille du blé dur de façon un peu plus importante que le MEDAX TOP (102.71 cm ; -1.4 cm).

Dans cet essai, les pulvérisations uniques réalisées lors de la première application étaient plus sélectives et réduisaient plus la taille du blé dur que les pulvérisations uniques réalisées lors de la seconde application ou que les doubles applications.

3.5.2 Recommandations pratiques

En raison d'un système racinaire légèrement différent, le blé dur est plus sensible à la verse que le froment.

Comme en froment, le choix de la variété et le raisonnement de la fumure azotée constituent deux leviers très importants pour gérer le risque de verse (cfr Point II.3.3.2 : « Recommandations pratiques »). En blé dur, raisonner la fumure azotée reste toutefois plus compliqué. En effet, pour pouvoir être valorisé, le blé dur doit répondre à des standards de qualité assez contraignants. La teneur en protéines doit notamment être élevée (>14%), ce qui nécessite généralement de renforcer la fertilisation azotée en fin de cycle. L'application d'un régulateur de croissance peut donc s'avérer nécessaire.

En blé dur, dix produits régulateurs sont actuellement autorisés.

Six d'entre eux sont composés de *chlormequat* (SL : 400 ou 750 g/L) et peuvent être pulvérisés du stade redressement au stade deux nœuds (BBCH 30-32), en une ou deux applications, la dose d'emploi dépendant de la composition du produit.

Trois d'entre eux (PRODAX, MEDAX MAX et PERCIVAL), de composition identique (WG : 7.5% *trinexapac* + 5% *prohexadione*), peuvent être appliqués du stade fin tallage au stade apparition des barbes (BBCH 29-49), en une ou deux applications d'une dose maximale de 0,75 kg/ha (maximum 1 kg/ha par culture).

Enfin, le MEDAX TOP (SC : 300 g/L *chlorure de mepiquat* + 50 g/L *prohexadione*) peut être pulvérisé du stade premier nœud au stade deux nœuds (BBCH 31-32), en une seule application, à la dose maximale d'1 L/ha. Au contraire des autres produits listés ci-dessus, le MEDAX TOP n'est pas autorisé en blé dur de printemps ni en production de semences.

Le tableau 12, issu de données publiées dans le Livre Blanc Céréales de septembre 2023, classe les variétés en fonction de leur résistance à la verse. Ce classement est issu d'essais mis en place par le CRA-W.

Tableau 12 – Classement des variétés de blé dur en fonction de leur résistance à la verse.

Résistante	SM Tetyda				
Peu sensible	RGT Soissur	Wintergold			
Moyennement sensible	Canailou	Karur	Wintersonne		
Très sensible	Avergur RGT Kapsur	RGT Belalur SM Metis	Casteldoux Rocaillou	SM Ceris Toscadou	SM Eris Winterstern