

# VERSE DES CEREALES



# Verse 2018

## QUELQUES RAPPELS GENERAUX

La verse, telle que nous l'estimons dans les essais sur les régulateurs, correspond à la verse dite caulinaire et provient d'un défaut de résistance de la tige par rapport aux contraintes mécaniques exercées sur les parties aériennes de la plante (poids de l'épi et/ou conditions climatiques pluvieuses ou venteuses). Il convient donc de distinguer les facteurs de prédisposition (résistance de la tige) qui se mettent en place début et courant montaison des facteurs déclencheurs (forte pluie, vent) qui ne s'expriment qu'à partir de l'épiaison et surtout de la floraison. La résistance de la tige s'acquiert au moment même de sa constitution, c'est-à-dire entre les stades épi 1 cm et 2 nœuds environ. Elle va être conditionnée à la fois par l'allongement des entre-nœuds du bas de tige et par la composition de la paroi de la tige (rapport C/N). Les régulateurs de croissance agissent sur l'élongation des cellules de la tige, pour aboutir à des entre-nœuds plus courts ou à des parois plus épaisses et donc à des tiges plus solides.

L'allongement des entre-nœuds dépend d'un déterminisme multiple :

- Espèce / variété : tendance plus ou moins marquée à avoir un allongement rapide de la tige, aptitude au tallage. Nous pouvons citer l'orge et le blé dur, qui ont une certaine prédisposition à la verse. Au sein de chaque espèce, choisir une variété résistante à la verse constitue l'un des facteurs les plus efficaces pour se prémunir de cet accident.
- Conduite de culture : date de semis, densité de semis et fertilisation azotée qui conditionnent la densité de végétation et donc l'étiollement des tiges en concurrence pour la lumière. Ces critères sont en partie maîtrisables et permettent, par les bons choix agronomiques, de minimiser le risque de verse « a priori ».
- Conditions climatiques : température, rayonnement et pluviométrie, qui vont agir respectivement sur la dominance apicale et donc le maintien de talles, l'étiollement des plantes et l'absorption d'azote. De même, le type de sol impacte le risque de verse en offrant des conditions de croissance plus ou moins favorables (sols limoneux par exemple).

## CONSEQUENCES DE LA VERSE

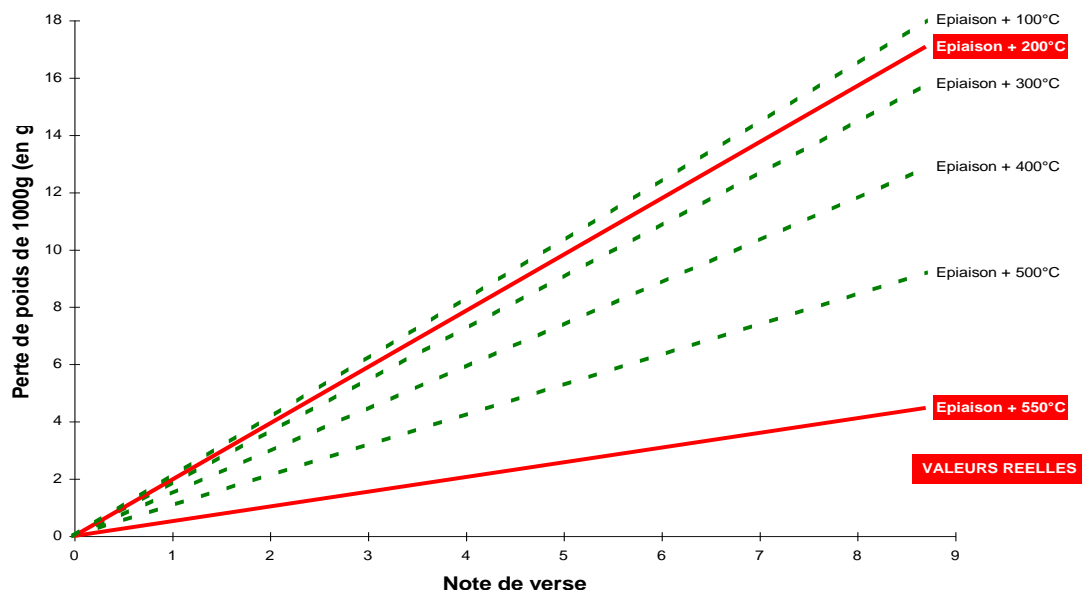
La conséquence la plus directe est la perte de rendement. La verse va avoir un effet sur les capacités de la plante à remplir les grains (mise en place du PMG) :

- En provoquant une plûre de la tige, la verse va ralentir le flux de sève dans la plante et donc le métabolisme.

- En modifiant la structure du couvert, l'interception lumineuse devient moins efficace (parties de plantes non-exposées à la lumière).

Ainsi, les pénalités de rendement peuvent atteindre voire dépasser 25% dans le cas d'une verse totale et précoce (figure 1). Les pertes les plus importantes sont observées en cas de verse **précoce**.

**Figure 1 : Pertes de PMG consécutives à la verse en fonction de la date d'apparition de la verse.**  
 Essais conduits sur des sols de limon du plateau de Saclay (Yvelines) pendant plusieurs années avec des variétés de sensibilité différentes à la verse (droite pleine correspondant à des valeurs réelles ; droite en pointillée correspondant à un élargissement effectué par modélisation).



A cette perte de rendement, il faut ajouter la difficulté voire l'impossibilité mécanique de récolter effectivement la totalité des épis lorsque la culture est fortement versée (gêne à la récolte). Enfin, en situations versées, une

plus forte hygrométrie est maintenue au niveau des épis en cours de remplissage et de maturation ; cela va avoir un impact négatif sur des critères de qualité technologique (germination sur pied notamment).

## POINT SUR LE CHLORMEQUAT

Depuis fin 2017, la substance active chlorméquat codétenue par BASF a été auto reclassée H301 (toxique en cas d'ingestion). BASF a par ailleurs décidé de ne plus commercialiser ses spécialités à base de chlorméquat (Cycocel C5, Cycocel CL2000 et Mondium). Les dates de commercialisation et utilisation de ces produits sont les suivantes, pour les stocks restants : 27/01/2019 et 27/01/2020. Il leur reste donc une dernière campagne d'application possible.

En revanche, pour les autres codétenteurs /distributeurs de spécialités à base de chlorméquat (Nufarm, SFP, Phyteurop notamment), le classement peut être différent (H302) et les produits sont toujours commercialisés. Attention tout de même, des évolutions d'homologations ont pu intervenir sur certaines spécialités (Ex : - COURTEX C3 désormais interdit sur blé dur et triticales).



## BLE TENDRE : EXPERIMENTATION 2017-2018

Sur la campagne 2017-2018, 4 essais ont été mis en place sur blé tendre, avec plusieurs objectifs :

- Continuer à étudier les spécialités du marché, à 2 stades d'application (épi 1 cm et 1-2 nœuds)
- Etudier l'effet d'un adjuvant (Gondor) associé à Proteg DC, à 1-2 nœuds.

### Modalités étudiées

Les modalités sont présentées dans les tableaux 1, 2 et 3.

**Tableau 1 : Modalités mises en œuvre en 2017-2018 sur blé tendre**

Produit / Stade d'application	Doses
TEMOIN (TNT)	-
PROTEG DC Epi 1 cm	0.3 l
MEDAX MAX Epi 1 cm	0.3 kg
C5 FLEX Epi 1 cm	2 l
TRIMAXX 1-2 Nœuds	0.4 l
PROTEG DC 1-2 Nœuds	0.3 l
PROTEG DC 1-2 Nœuds	0.4 l
MEDAX MAX 1-2 Nœuds	0.3 kg
MEDAX MAX 1-2 Nœuds	0.4 kg
PROTEG DC + GONDOR 1-2 Nœuds	0.3 l + 0.25 l

**Tableau 2 : Composition des spécialités et doses homologuées**

Produit	Composition	Dose homologuée en BTH
C5 FLEX	Chlorméquat-chlorure 460 g/l	2 l/ha
GONDOR	Lécithine de soja 488 g/l	0.25 %
TRIMAXX	Trinéxapac 175 g/l	0.5 l/ha
PROTEG DC	Trinéxapac 250 g/l	0.4 l/ha
MEDAX MAX	Prohexadione-calcium 5% + trinéxapac 7.5%	0.75 kg/ha

**Tableau 3 : Lieux d'essai, variété et date d'application**

Lieu d'essai 2017-2018	Variété de blé et date de semis	Dates d'application (épi 1cm, 1-2 N de la céréale)		ETR rendement essai	Note de verse finale dans le TNT (de 0 à 10)
Boigneville (91)	Orloge 18/10/2017	09/03/2018	05/04/2018	6.06	2.2
Vitot (27)	Barok 12/10/2017	05/04/2018	16/04/2018	1.89	0
Le Subdray (18)	Ascott 12/10/2017	05/03/2018	29/03/2018	1.52	7.9*
Aubigny aux <u>Kaisnes</u>	Armada 16/10/2018	05/04/2018	12/04/2018	4.77	1.8

\* : notes suite à un orage important le 06/06

Les variétés sont volontairement choisies pour leur sensibilité à la verse. La verse ne s'étant pas matérialisé dans l'essai de Vitot (27), il ne sera pas pris en compte dans la partie « efficacité contre la verse ».

## Sélectivité

Aucun symptôme n'a été à signalé suite à l'application des régulateurs. Ceux-ci se sont révélés parfaitement sélectifs.

## Effet sur la hauteur

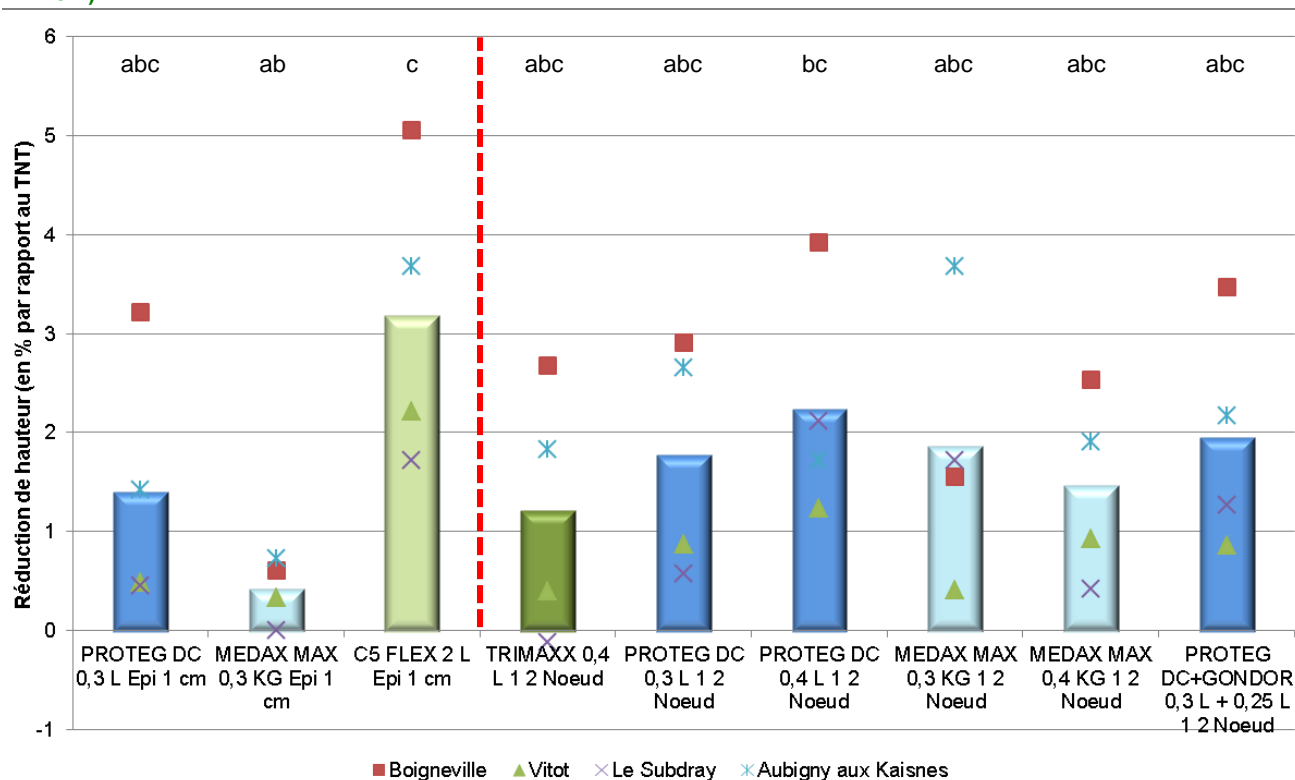
En application précoce, seul C5 Flex à 2 l/ha est significativement différent du témoin (figure 2). Cela reste tout de même assez limité puisque la réduction de hauteur est de 3% environ (soit 3 cm en absolu, en moyenne sur les 4 essais). Les deux autres modalités appliquées en précoce, Proteg DC 0.3 l et Medax Max à 0.3 kg, sont similaires et non différentes du témoin. En application plus courante (1-2 nœuds), les 6 modalités étudiées sont très proches, et seul Proteg DC à pleine dose (0.4 l) assure une réduction significative de la hauteur par rapport au témoin (- 2.2%).

Un léger effet dose est visible pour Proteg DC, entre la dose de 0.3 l et 0.4 l (à l'avantage de 0.4 l). Cet effet ne se matérialise pas pour Medax Max, entre la dose de 0.3 kg et 0.4 kg (2 essais avec un effet dose, 2 essais avec un effet inverse). Enfin, Trimaxx à 0.4 l est identique à ces modalités.

Les conditions printanières, humides, ont favorisé le risque de verse et, dans de nombreuses situations, un programme aurait été plus pertinent et visuellement mesurable. Le chlormequat (C5 Flex) montre à nouveau son intérêt par son positionnement optimal en application précoce.

L'effet adjuvant (Gondor 0.25 l) n'est pas visible sur la hauteur, puisque la modalité Proteg DC 0.3 l + Gondor 0.25 l n'est pas différente de la modalité Proteg DC 0.3 l seul.

**Figure 2 : Réduction de la hauteur des parcelles régulées par rapport au TNT (en %) - 4 essais 2018 (ETR : 0.79 cm)**



## Effet sur la verse

L'efficacité contre la verse est présentée dans la figure 3. La réduction de la verse n'est pas significative, par rapport au témoin. L'essai du Subdray tire les notes vers le bas, avec un gros orage début juin, qui a fortement accentué la verse. Quelques différences – **uniquement visuelles** – sont décelables entre modalités. Les applications précoces, quelques soient les produits étudiés, montrent une légère amélioration de l'efficacité contre la verse. Par exemple, Proteg DC 0.3 l et Medax Max 0.3 kg sont équivalents mais sembleraient mieux que les mêmes modalités appliquées à 1-2 nœuds (qui sont inefficaces). Idem pour C5 Flex, qui semble légèrement devant – surtout dans les 2 essais moyennement versés.

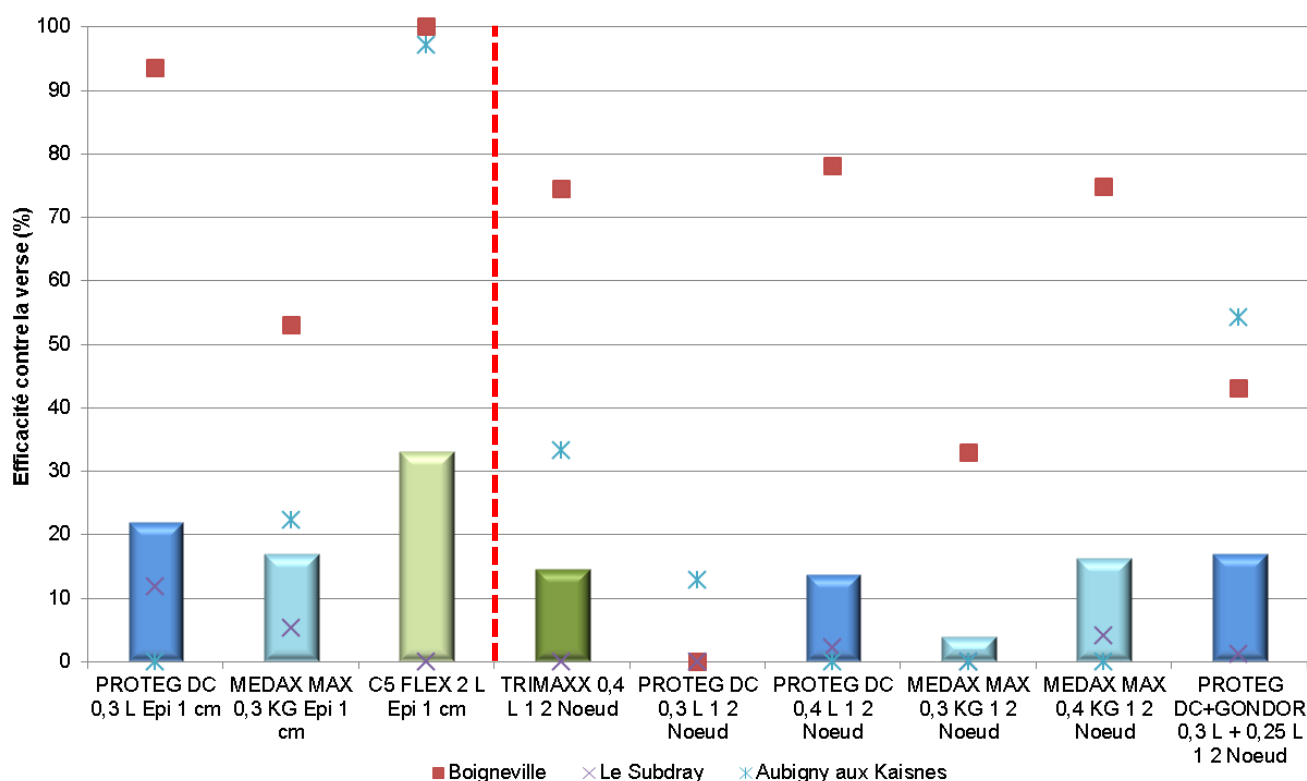
A nouveau, sur une année à printemps humide (croissance rapide, rapport C/N défavorable), une application

précoce de régulateur, sans garantie finale de maîtrise de la verse, est pertinente.

En applications à 1-2 nœuds, sans que les modalités soient différentes significativement entre elles et avec les applications précoces, les efficacités semblent plus aléatoires. Aucun effet dose n'est décelable statistiquement pour Proteg DC (0.3 l comparé à 0.4 l) ou Medax Max (0.3 kg comparé à 0.4 kg). Visuellement, il y a tout de même un léger avantage aux doses plus élevées. Trimaxx à 0.4 l se montre équivalent à Proteg DC 0.4 l et Medax Max à 0.4 kg.

L'effet Gondor ne se matérialise pas au niveau de l'analyse statistique, mais apparaît visuellement, tiré par les 2 essais moyennement versés de Boigneville et Aubigny aux Kaisnes.

**Figure 3 : Efficacité contre la verse (en %) par rapport au témoin – 3 essais versés pris en compte (test statistique NS - ETR : 0.55)**



## Effet sur le rendement

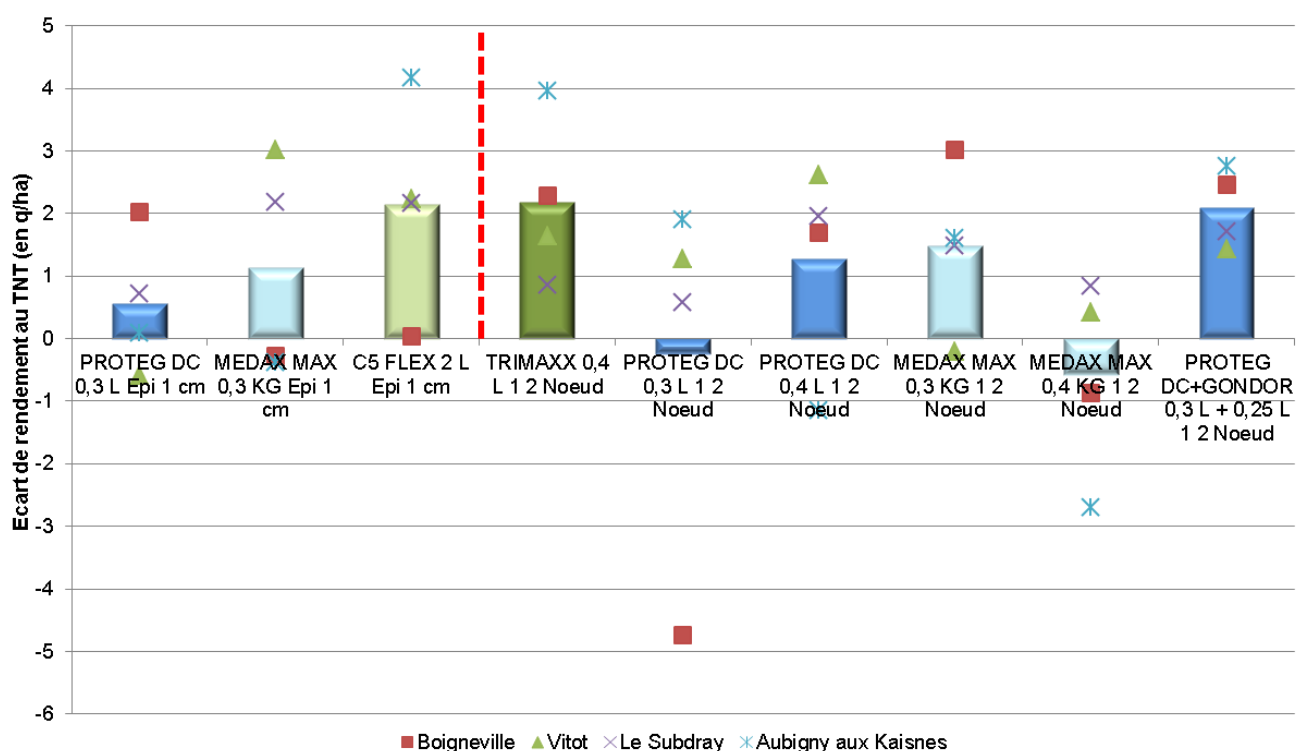
L'analyse des différences de rendements entre modalités n'est pas significative, avec des écarts de rendement assez faibles (figure 4). Les amplitudes ne sont en moyenne que de 2 q/ha, avec des variations au sein de chaque essai de l'ordre de + 4 à - 5 q/ha au maximum.

A l'image des notations de verse, rien ne ressort des analyses statistiques. En application précoce, les écarts de rendement au témoin sont très limités, seul C5 Flex se détache avec + 2 q en moyenne. Pour autant, à l'analyse essai par essai, la hiérarchie varie (C5 Flex en tête à Aubigny aux Kaisnes, Medax Max en tête à Vitot,

Proteg DC en tête à Boigneville). Néanmoins, la variabilité inter essais, entre ces modalités est limitée et à l'instar des années précédentes, les applications précoces de régulateurs ne sont pas préjudiciables.

En applications à 1-2 nœuds, les variations sont plus importantes sans être significativement différentes. Un artefact est présent à Boigneville, pour la modalité Protec DC à 0.3 l, avec une baisse de rendement de 5 q environ. Cette différence n'est pas significative et n'a pas d'explication agronomique. Un effet Gondor, sans être significativement différent, se matérialise (tiré par l'artefact de Boigneville). Toutes les modalités sont équivalentes, avec des variations de l'ordre de 2 q.

Figure 4 : Ecart de rendement au TNT (en q/ha). 4 essais 2018, versés (test statistique NS - ETR : 1.82 q)



Les essais de la campagne 2017-2018 ont permis de consolider nos données sur les régulateurs du marché, surtout dans un contexte marqué par le classement H301 (toxique en cas d'ingestion) d'une part des spécialités à base de chlormequat – au-delà du risque majeur pour l'applicateur, cela implique aussi une impossibilité de mélanges (qui étaient très courant, notamment avec des herbicides ou fongicides). Il est toujours possible de

les appliquer solo, au stade épi 1 cm, qui est encore le stade le plus adéquat pour cette substance active. Les autres spécialités essentiellement à base de trinéxapac et/ou prohexadione calcium se sont montrées équivalentes cette année, sans réellement se distinguer du témoin. Dans ce contexte climatique printanier, des programmes de régulation auraient été préférables.

## BLE DUR : EXPERIMENTATION 2017-2018

Seul un essai a été mis en place sur la campagne 2017-2018. Les résultats sont donc à prendre avec précaution. Les synthèses pluriannuelles, modestes tout de même avec 3 essais, apportent une vision d'ensemble aux spécialités étudiées.

### Modalités étudiées

L'objectif de l'essai mis en place était d'obtenir des références sur les nouveautés (Medax Max et Proteg DC)

comparées aux références, mais également d'étudier l'effet « régulateur » connu des triazoles, à travers la spécialité Yeti – attention, ce n'est pas un usage autorisé pour cette spécialité, il s'agit d'un effet non intentionnel. Les modalités sont présentées dans les tableaux 4, 5 et 6.

Tableau 4 : Modalités mises en œuvre en 2017-2018 sur blé dur

Produit / Stade d'application	Doses
TEMOIN	-
C5 FLEX Epi 1 cm	2.5 l
PROTEG DC Epi 1 cm	0.4 l
MODDUS 1-2N	0.5 l
MEDAX TOP 1-2N	1 l
PROTEG DC 1-2 N*	0.4 l
MEDAX MAX 1-2N	0.5 kg
MEDAX MAX 1-2N	0.4 kg
YETI 1-2N *	1 l
TERPAL 1-2N	2 l

\* : Yeti est un fongicide contenant une triazole dont l'effet raccourcisseur est connu.

Tableau 5 : Composition des spécialités et doses homologuées :

Produit	Composition	Dose homologuée en BDH
C5 FLEX	Chlorméquat-chlorure 460 g/l	3.3 l/ha
MODDUS	Trinéxapac 250 g/l	0.5 l/ha
PROTEG DC	Trinéxapac 250 g/l	-
MEDAX TOP	Prohexadione-calcium 50 g/l + mepiquat-chlorure 300 g/l	1 l/ha
MEDAX MAX	Prohexadione-calcium 5% + trinéxapac 7.5%	0.75 kg/ha
YETI	Cyproconazole 80 g/l + prochloraze 300 g/l	1 l/ha
TERPAL	Mepiquat 305 g/l + étéphon 155 g/l	2.5 l/ha

Tableau 6 : Lieu d'essai, variété et date d'application

Lieu d'essai 2017-2018	Variété de blé et date de semis	Couverture de l'essai	Dates d'application (épi 1cm, 1-2 N de la céréale)		ETR rendement essai	Note de verse finale dans le TNT (de 0 à 10)
Nîmes (30)	Anvergur 10/11/2017	Athlet 3.2 l (2F) Yéti 1 l (DF) Viverda 1.25 l (épiaison)	07/03/2018	19/04/2018	2.18	pas de verse

A noter qu'il n'y pas de différences statistiques significatives, entre les modalités, sur la hauteur et le rendement.

La verse n'est pas présente dans l'essai, il n'y a donc aucune notation effectuée sur ce critère.



## Sélectivité

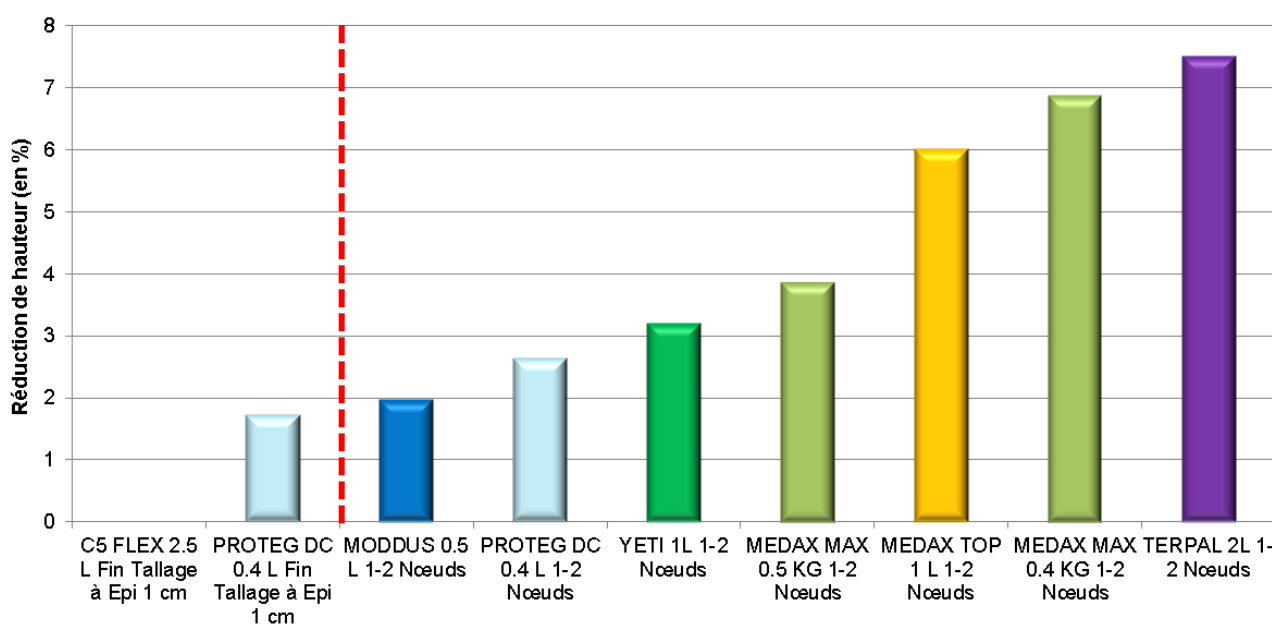
Aucun symptôme n'a été à signalé suite à l'application des régulateurs. Ceux-ci se sont révélés parfaitement sélectifs.

## Effet sur la hauteur

En application précoce (épi 1 cm), les 2 modalités étudiées ne sont pas différentes du témoin (figure 5). C5 Flex n'a eu aucun effet – ce qui n'est pas si étonnant compte tenu de la balance hormonal chez le blé dur (qui a un comportement plus proche d'un seigle ou d'une orge avec un effet plus marqué des anti-auxiniques).

Cela se vérifie d'ailleurs sur les applications classiques de 1-2 nœuds, avec une forte réduction pour Terpal 2 l (composé de mépiquat + étéphon). Sans être significativement différente du témoin et des autres modalités, cette dernière modalité réduit la hauteur en moyenne de 7.5 %. Moddus à 0.5 l et Proteg DC à 0.4 l sont très proches, de même que Yéti à 1 l (réductions comprises entre 2 et 3%). L'effet dose de Medax Max n'est pas visible – au contraire, la dose de 0.5 kg se matérialise par une réduction de hauteur inférieure à la dose de 0.4 kg. Enfin, Medax Top se situe entre les 2 doses de Medax Max, avec une réduction de 6% de la hauteur.

Figure 5 : Réduction de la hauteur des parcelles régulées par rapport au TNT (en %) - essai de Nîmes 2018. (test statistique NS - ETR : 2.46 cm)

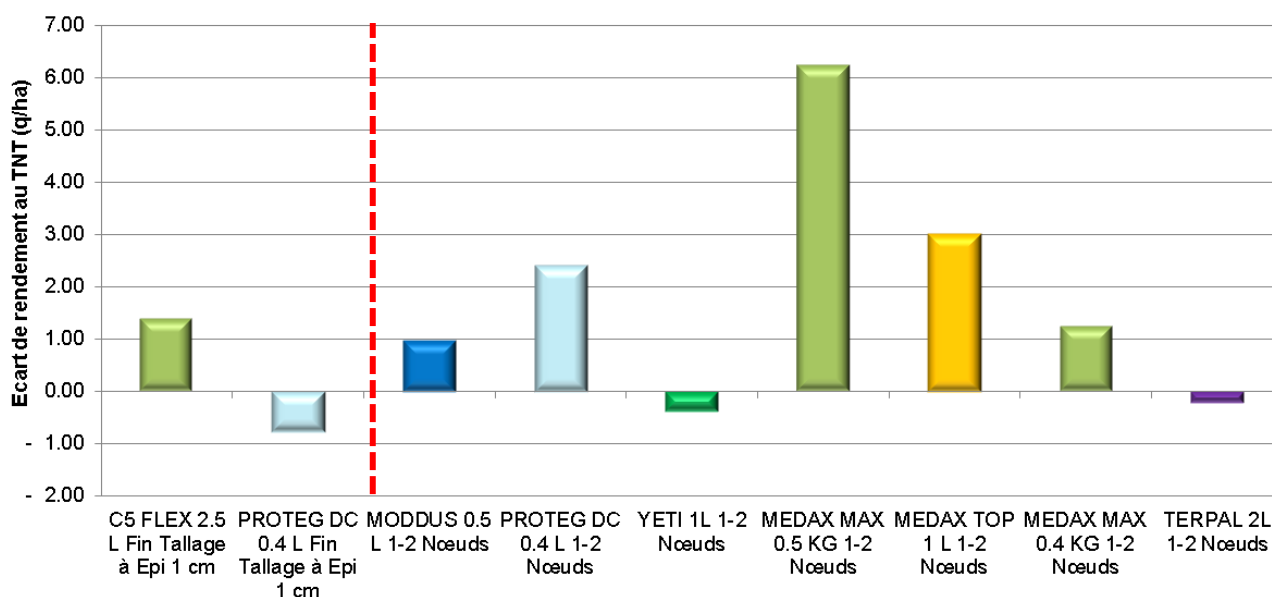


## Effet sur le rendement

Malgré des écarts assez conséquents, pour certaines modalités (Medax Max par ex.), les rendements ne sont pas statistiquement différents (figure 6). En application précoce, C5 Flex 2.5 l ou Proteg DC à 0.4 l, sont très proches du témoin. Il est vrai que l'essai n'est pas versé (ce qui rend l'intérêt du régulateur plus limité).

En application classique à 1-2 nœuds, les modalités Yéti 1 l et Terpal 2 l sont identiques au témoin (malgré un effet raccourcisseur visible – sans être statistiquement différent – pour Terpal). Moddus 0.5 l et Medax Max 0.4 kg sont également dans la même classe de gain (+ 2 q/ha). Proteg DC 0.4 l et Medax Top 1 l sont également similaires. Seul Medax Max 0.5 kg se détache –encore une fois sans que cela soit statistiquement différent – avec un gain de 6 q/ha.

Figure 6 : Ecart de rendement au TNT. Essai de Nîmes 2018 (test statistique NS - ETR : 2.18 q)



## Synthèse sur 3 campagnes

3 essais ont été mis en place entre 2015 et 2018, sur blé dur d'hiver. A noter que sur les 3 essais, il y a eu absence de verse, malgré des conditions « favorables » (humidité, surfertilisation). Le tableau 7 ci-dessous présente les conditions sur ces 3 essais (dont celui de 2018).

Tableau 7 : Lieux d'essai, variété et date d'application

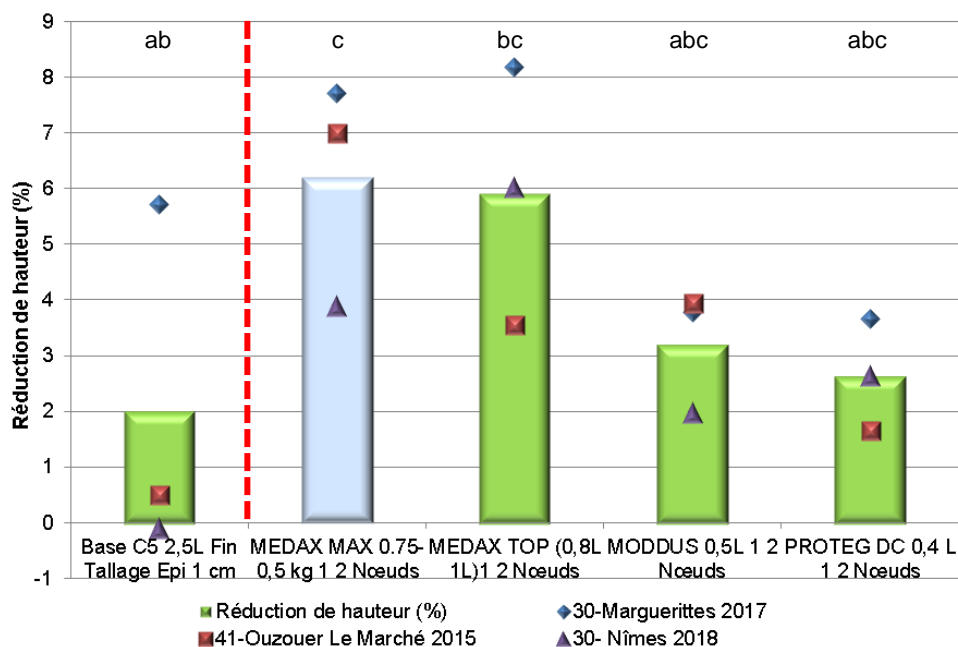
Année d'essai et lieu	Variété de blé et date de semis	Dates d'application (épi 1cm, 1-2 N de la céréale)		ETR rendement essai	Note de verse finale dans le TNT (de 0 à 10)	Conditions climatiques favorables aux régulateurs ?
2015 Ouzouer le Marché (41)	Anvergur 25/10/2014	11/03/2015	15/04/2015	4.17	pas de verse	Oui
2017 Marguerittes (30)	Anvergur 3/11/2016	11/03/2017	31/03/2017	2.29	pas de verse	Oui
2018 Nîmes (30)	Anvergur 10/11/2017	07/03/2018	19/04/2018	2.18	pas de verse	Oui

Par ailleurs, certaines modalités ont pu évoluer au cours du temps, ainsi :

- Medax Max a été testé à 0.75 kg en 2015, et 0.5 kg en 2017 et 2018,
- Medax Top a été testé à 0.8 l en 2015 et 1 l en 2017 et 2018.

Elles ont été regroupées au niveau des doses et mentionnées sur les figures suivantes.

**Figure 7 : Réduction de la hauteur des parcelles régulées par rapport au TNT (en %) - 3 essais de 2015 à 2018. (les lettres au-dessus des histogrammes correspondent aux groupes homogènes. TNT : a - ETR : 1.21 cm)**



Nous retrouvons l'effet très limité du chlormequat (base de C5 – soit Cycocel C5 soit C5 Flex en fonction des années). La réduction de hauteur, non significative est de seulement 2%. En application classique à 1-2 nœuds, toutes les modalités étudiées ne sont pas différentes entre elles. Cependant, deux se détachent et sont les seules à être significativement différentes du témoin :

- Medax Max à 0.75/0.5 kg L'effet est de réduction est net, surtout en 2015 et 2017, avec une moyenne de 6 % de réduction de hauteur.

- Medax Top (entre 0.8 et 1l), très proche de Medax Max mais légèrement en dessous avec 6 % de réduction.

Les modalités à base de trinéxapac (Moddus 0.5 l et Proteg DC 0.4 l) sont très proches, aux environs de 3% de réduction de hauteur.

La prohéxadione-calcium confirme son effet régulateur, notamment par rapport au chlormequat, sur blé dur.

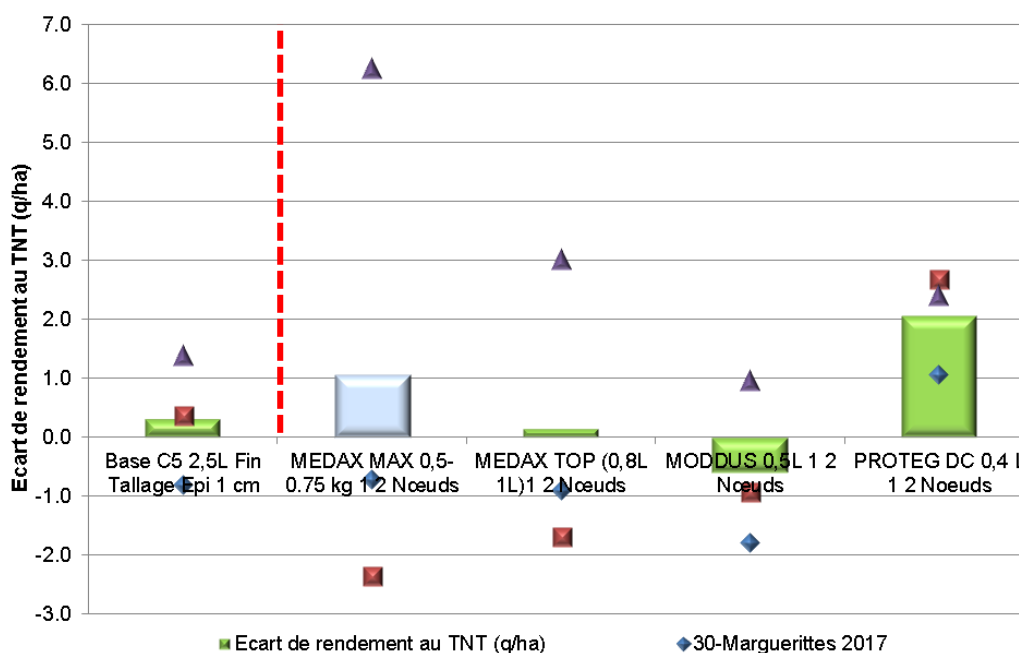
Les effets constatés sur le rendement sont nuls – voire, selon les résultats en absolu, négatifs pour quelques

modalités (figure 8). Il n'y a toutefois pas de différences statistiques entre les traitements et avec le TNT. Les essais n'étant pas versés, le gain potentiel permis par une régulation efficace ne se matérialise pas.

La base C5 à épi 1 cm, ne procure aucun gain de rendement – pas plus que de hauteur comme vu auparavant. L'intérêt d'un C5 sur blé dur est donc très limité – en absence de verse.

Pour les applications à 1-2 nœuds, toutes les modalités sont proches, dans une variation de -0.5 à + 2 q/ha – en absence de verse (le résultat aurait pu être différent en situation versée). Les essais 2015 et 2017 étaient marqués par des effets dépressifs sur le rendement pour la plupart des modalités (Medax Max, Moddus et Medax Top). Proteg DC à 0.4 l est une curiosité puisque ces effets n'avaient pas été notés en 2015 et 2017. Aucune hypothèse ne permet d'expliquer cette absence d'effet dépressif (même si celui-ci n'est pas significatif).

Figure 8 : Ecart de rendement au TNT. 3 essais de 2015 à 2018 (test statistique NS - ETR : 1.78 q)



En situations de stress hydriques (qui peuvent se rencontrer dans les zones de production), une application de régulateurs à 1-2 nœuds peut accentuer ce stress et pénaliser la culture. Il convient donc de réguler à bon escient et dans les bonnes conditions, les applications précoces (hors périodes de stress en général) étant les plus sélectives.

En conclusion, nous ne pouvons que recommander l'utilisation parcimonieuse des régulateurs et surtout

d'être très vigilant sur les applications. Notons que les applications tardives (avec des produits base d'éthéphon, sont possibles mais généralement risquées). Sur la base de ces 3 essais, en situations de risque de verse limité, l'application seule à 1-2 nœuds, d'une base prohexadione-calcium ou trinexapac à dose adaptée est une bonne stratégie.