

GUIDE DU BLE DUR

EN REGION CENTRE ET ILE DE FRANCE

Avec le soutien de :



Avant-propos

Le blé dur occupe depuis quelques décennies une place prépondérante au sein de nombreuses exploitations de la région Centre. Souvent sujet aux caprices de la météo et aux fluctuations de prix, elle n'en demeure pas moins une espèce socle de l'économie céréalière de notre bassin agricole.

Cette production entièrement dédiée à l'alimentation humaine doit répondre à de nombreux cahiers des charges dans un contexte réglementaire et climatique en pleine mutation. Le savoir-faire que nous avons acquis au fil du temps au sein de territoires adaptés, focalise l'attention des transformateurs et consommateurs dont les attentes ne cessent de croître.

La réponse aux défis de demain demande une adaptation permanente portée par des connaissances agronomiques et génétique toujours plus pointues. La rédaction de ce guide technique en est le témoin. Chaque producteur pourra y trouver les clefs de réussite qui lui sont nécessaires en adéquation avec son exploitation et ses marchés.

Le blé dur ne manque pas d'avenir, il ne demande qu'à être cultivé.

Frédéric GOND

Président du comité technique ARVALIS blé dur Région Centre



Sommaire

1	> Critères de qualité : produire pour un marché	4
2	> Quelques précautions avant de semer du blé dur	6
3	> Choisir ses variétés	8
4	> Implantation, dates et densités de semis	10
5	> Maîtrise des adventices	13
6	> Fertilisation azotée : assurer le rendement et la qualité	15
7	> Fertilisation phospho-potassique et magnésienne	18
8	> Lutte contre la verse	21
9	> Maladies et protection fongicide	23
10	> Ravageurs et parasites du sol	25
11	> Irrigation efficace : bien positionner chaque apport	29
12	> Récolte : au bon stade, avec une machine bien réglée	31
13	> Stockage des grains	33
14	> Intérêt du blé dur de printemps	35



01

Critères de qualité : produire pour un marché



Caractéristiques du grain de blé dur

Les débouchés du blé dur sont très différents de ceux du blé tendre, car il est majoritairement utilisé pour fabriquer des pâtes de façon industrielle (75 % des débouchés mondiaux). Au Maghreb il est d'abord utilisé (60 % des utilisations) pour des pains et pâtisserie mais aussi du couscous, avec une part importante de fabrications domestiques traditionnelles.

Quatre spécificités principales du grain de blé dur expliquent ses usages :

- Son amande est vitreuse, dure et cassante (Figure 3).
- Les protéines de réserves de l'amande, qui formeront le gluten après hydratation, malaxage et extrusion, ont une composition et un équilibre spécifiques conduisant à des pâtes plus résistantes et moins extensibles que celles faites avec du blé tendre.
- Sa teneur en protéines est relativement élevée (13 à 16 %), identique à celle des blés tendres améliorants et supérieure à celle des blés tendres meuniers (10 à 12 %).
- Sa teneur en pigments jaunes (caroténoïdes) est élevée et sa teneur en enzymes oxydantes (péroxydases) inférieure à celle du blé tendre.

Quels critères et quelles exigences pour la commercialisation ?

Pour accéder au marché, le blé dur doit répondre à un cahier des charges bien précis sur un certain nombre de critères qualitatifs. Ces critères sont définis pour répondre aux exigences de processus industriels et également pour assurer la qualité organoleptique du produit fini.

Le tableau 1 reprend les principales exigences que l'on trouve pour accéder aux marchés.

Voici un retour sur les définitions de ces différents critères ainsi que les facteurs qui les déterminent.

Grains de blé ↘



© ARVALIS - Institut du végétal

Teneur en protéines

Quel objectif → Seuil objectif de 13.5 %.

Pourquoi → La teneur en protéine a deux rôles majeurs :

- Assurer une bonne ténacité des pâtes qui est un facteur important pour la qualité culinaire afin d'obtenir une consistance à la fois ferme et élastique sous la dent.

- Limiter le taux de mitadinage (cf. paragraphe sur le mitadinage)

Quels leviers dans mon itinéraire technique → Choix variétal, fertilisation azotée, précédent

Moucheture

Quel objectif → Les réfections commencent lorsque le taux de moucheture dépasse 5 %

Pourquoi → La moucheture se traduit par des zones de colorations allant du brun au noir sur les grains. Elle entraîne la présence de piqûres brunes dans les produits finis (semoules et pâtes) non appréciée par les industriels et les consommateurs.

Quels leviers dans mon itinéraire technique → Choix variétal, protection fongicide.

Mitadinage

Quel objectif → Seuil maximum toléré de 20-25 %

Pourquoi → Le mitadinage correspond à un grain qui n'est plus complètement vitreux et comportant des parties blanches. Ces parties sont moins dures et produisent moins de semoule et plus de farine. Cela n'est pas recherché dans la transformation du blé dur, qui vise un rendement en semoule le plus élevé possible.

Quels leviers dans mon itinéraire technique → Choix variétal, fertilisation azotée non limitante, date de récolte.

Couleur

La couleur des pâtes ne provient que du blé dur et de sa teneur en caroténoïdes du grain. Une couleur jaune lumineuse est recherchée par les industriels et consommateurs. Elle se traduit par la mesure de deux indices : l'indice de jaune et l'indice de brun, l'idéal étant un indice de jaune élevé et un indice de brun bas.

La couleur est essentiellement génétique, seul l'indice de brun peut être variable par une augmentation de celui-ci avec la teneur en protéines et la moucheture.

Spécifications généralement constatées dans les contrats de commercialisation du blé dur

Critère		Seuil	
Humidité		15 %	max
PS		78 kg/hl	min
Impuretés diverses (1)		2 %	max
Impuretés grains (2)		8 %	max
dont blé tendre		1 %	max
Cassés		4 - 6 %	max
Impuretés totales (1)+(2)+Cassés		12 %	max
Germés, Mouchetés, Fusariés (GMF)		8 %	max
dont	mouchetés	4 %	max
	germés	2 %	max
Protéines		13.5 %	min
Mitadinés		20 - 25 %	max

(1): grains étrangers, grains avariés, impuretés, balles, ergot, grains cariés, insectes

(2): graines d'autres céréales, grains chauffés, mouchetés, colorés du germe, fusariés

Les grains doivent en outre être de qualité Saine, Loyale et Marchande, soit : exempts d'odeur anormale, d'insectes, de graines toxiques et nuisibles, d'aspect inhabituel...



Grain	sain	moucheté sillon	moucheté enveloppe	coloré du germe
Description		la coloration noire couvre plus du quart du sillon (norme européenne EN 15587) ou quelle que soit sa taille (norme internationale ISO 11051)	présence d'une coloration noire ailleurs que dans le sillon ou sur le germe.	seul le germe (extrémité au bas du grain) est noirci.

Lorsqu'un grain présente deux ou trois de ces types de colorations; il est comptabilisé comme grain moucheté.

NB : pour la moucheture du sillon, la norme internationale est plus exigeante que la norme européenne.

02

Quelques précautions avant de semer du blé dur



Choix de la parcelle

Le blé dur est plus sensible que le blé tendre à certains stress : sécheresse, hydromorphie, défauts de structure car son système racinaire est globalement moins performant qu'un blé tendre à situation égale.

On privilégie les parcelles à sols sains, non hydromorphes sans zone, avérée ou suspectée, de tassement.

La totalité des variétés cultivées aujourd'hui en France est plus ou moins sensible aux virus des mosaïques. Il faut donc choisir préférentiellement des parcelles qui en sont indemnes.

Le blé dur est plus sensible aux désherbants racinaires que le blé tendre avec de plus fortes phytotoxicités et une sensibilisation au gel. Les solutions foliaires de printemps n'étant plus efficaces, les programmes herbicides doivent donc être adaptés et les parcelles présenter une pression graminée d'automne la plus faible possible.

Si la météo, et notamment la pluviométrie n'est pas optimale, la qualité (PS, taux de protéine), mais également la productivité sont optimisés et sécurisés par l'irrigation dans les zones où elle est possible.

Choix du précédent

Le blé dur est une culture exigeante en azote pour l'élaboration de sa qualité. On privilégie donc des précédents restituant le plus d'unités d'azote. Le précédent légumineuse est primordial en agriculture biologique afin de maximiser le reliquat d'azote dans le sol. Dans tous les cas un bilan azote est calculé au plus juste !

Le parasitisme racinaire (piétin échaudage, nématodes...) est très préjudiciable sur blé dur. Il faut donc éviter un précédent blé. Un blé dur de blé a tendance à générer de plus petits grains, un mauvais poids spécifique (PS) et des teneurs en protéines plus faibles.

Tout précédent porteur de fusariose (maïs et sorgho) est à proscrire au maximum car le blé dur est très sensible aux fusarioses et à l'accumulation de mycotoxines (DON).

Parcelle de blé dur touchée par la mosaïque ↘



Contraintes climatiques

La région Centre fait partie des zones de culture limitées du blé dur en France. Les accidents climatiques ne sont pas rares, notamment liés au froid et à la pluviométrie.

Le tableau ci-dessous reprend les principaux risques et les moyens, s'ils existent, d'en limiter l'impact :

Les principaux risques et les moyens d'en limiter l'impact 🏡

Risque	Impact		Moyens d'action	
	Rendement	Qualité	Variété	Technique culturale
Gel hivernal	Perte de plantes/m ² : de quelques quintaux à la destruction totale (2003 région Centre)		Oui	Semis de printemps
Excès d'eau hivernal	Perte de plantes/m ² , tallage réduit, enracinement limité : Jusqu'à 40 % du potentiel	↳ PS - PMG	Probable mais non évalué	Drainage - rigoles, date de semis, qualité d'enracinement. Éviter les situations à risque.
Gel de printemps	Perte d'épis/m ² , altération de la fertilité épi : Peu fréquent	Retard de maturité des tardillons	Oui	A la marge (date de semis, densité, azote)
Sécheresse en montaison	Perte d'épis/m ² , altération de la fertilité épi : Jusqu'à 25 q/ha	En cas extrême, échaudage par fusariose du plateau de tallage	Oui	Irrigation, date de semis, qualité d'enracinement, fertilisation azotée.
Pluies à floraison Fusariose et/ou Microdochiose	Avortement de grains, forte proportion de petits grains : Fusariose : jusqu'à 40 % Microdochiose : jusqu'à 60 %	↳ PS, ↗ grains échaudés, ↗ moucheture (<i>Microdochium</i>) mycotoxine DON (<i>Fusarium</i>)	Oui pour les deux maladies	Protection fongicide Gestion de l'irrigation
Sécheresse lors du remplissage	Diminution du PMG : jusqu'à 25 q/ha	↳ PMG	Oui	Irrigation, date de semis, fertilisation azotée
Pluies à la récolte Mitadinage Germination		↗ mitadinage, ↳ PS ↳ temps de chute de Hagberg	Oui probable	Fertilisation azotée, Date de récolte





Satisfaire les débouchés et répartir les risques

Cultiver plusieurs variétés pour répartir les risques.

Les variétés ne présentent pas les mêmes sensibilités face aux aléas climatiques, à la verse ou aux maladies, ni les mêmes caractéristiques de qualité. Choisir plusieurs variétés permet donc de répartir les risques. Il faut choisir la variété la mieux adaptée selon le type de sol, la possibilité d'irriguer ou non, le précédent. Les commentaires détaillés de chaque variété ci-dessous vous aideront à faire les bons choix.

Rechercher un compromis entre rendement et qualité.

Certaines variétés séduisent par leur potentiel de rendement très élevé mais au détriment d'autres critères de qualité ou de rusticité. Les derniers quintaux gagnés ne seront pas rentabilisés si la récolte est trop affectée par un fort taux de mitadinage, une teneur en DON ou en moucheture élevée. Le fractionnement de la fertilisation azotée ne permet pas toujours de garantir une teneur en protéines suffisante avec certaines variétés. Les meilleurs produits fongicides ne permettent pas toujours de garantir une qualité sanitaire satisfaisant la filière. Le choix de variétés à forte teneur en protéines, résistantes au mitadinage, à l'accumulation de DON ou à la moucheture sur une partie de la sole, est indispensable pour espérer une récolte de qualité suffisante.

Quel choix variétal en région Centre

Les variétés et leur comportement évoluant assez rapidement, nous vous invitons à actualiser les données ci-dessous en vous reportant sur les CHOISIR et DECIDER Variétés et intervention d'automne publiés chaque année.

En résumé :

Cultiver des variétés qui trouveront acheteurs.

Ne jamais cultiver une seule variété (deux variétés au minimum, trois idéalement).

Ne pas se contenter uniquement des résultats de rendement. Tenir compte des critères de qualité, de résistances aux maladies et aux stress.

Ne jamais se contenter d'une seule année d'essais, sans rejeter l'attrait de la nouveauté.

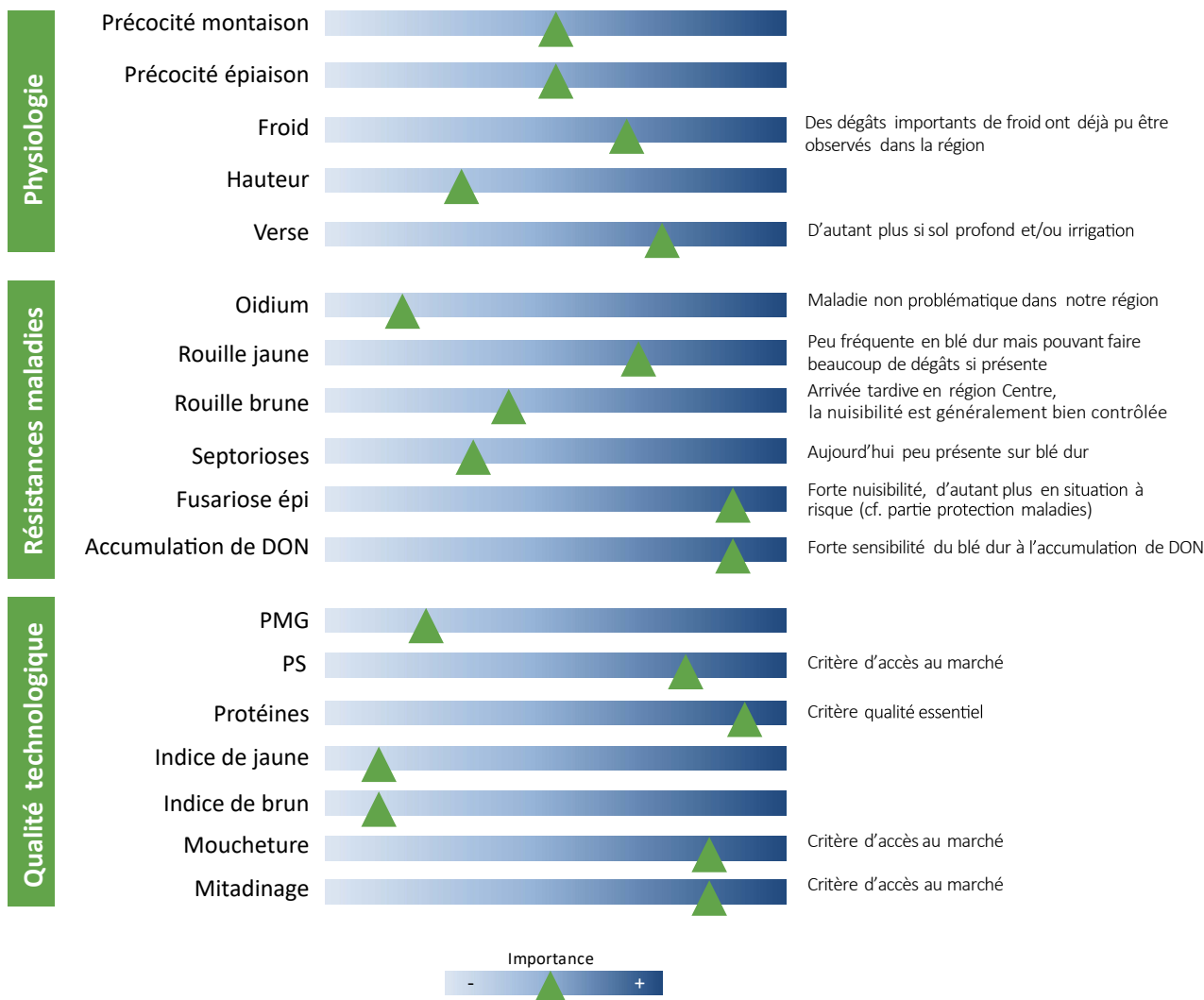
Respecter l'adaptation des variétés au milieu.

Pour choisir la variété idéale, certains critères doivent avoir plus de poids. Le rendement n'est pas repris dans la liste présentée ci-dessous mais il reste bien sûr un critère de première importance.

Quels critères regarder pour choisir la bonne variété ?

Le tableau page suivante reprend les choix variétaux possibles dans notre zone de production en fonction des positionnements et des critères recherchés. La liste n'est pas exhaustive, d'autres variétés ont aussi leur place dans la sole de blé dur car adaptées à des contextes particuliers ou à la faveur de contrats spécifiques correspondant à des marchés de niches bien identifiés.

Cette proposition variétale est actualisée de septembre 2020, l'offre variétale étant en constante évolution, des variétés à caractéristiques similaires à celles présentées dans le tableau peuvent leur être rattachées.



Le point sur les mélanges variétaux

Les mélanges variétaux ne permettent pas aujourd'hui d'obtenir un gain de productivité ou de qualité par rapport aux mêmes variétés cultivées séparément, mais ils ne présentent pas de perte non plus. Selon les typologies et les stratégies d'exploitations, les mélanges peuvent trouver certains avantages :

- Répartition du risque en diluant l'effet de l'année sur plusieurs variétés plutôt qu'une. Cela a le même effet que de choisir un « bouquet » de plusieurs variétés mais cultivées pures. Sur des soles blé dur parfois réduites au sein d'une exploitation il peut être plus facile de multiplier le nombre de variétés en les cultivant en mélange plutôt que de multiplier le nombre de parcelles.
- Facilités logistiques (nettoyage du semoir entre deux parcelles et allotement des variétés non nécessaires).
- Equilibrer le ratio rendement/qualité en jouant sur les différents critères complémentaires des variétés dans le mélange.
- Limitation des risques verse et rouille jaune sur les variétés qui y sont sensible quand elles sont dans un mélange avec des variétés qui présentent de bons niveaux de résistance sur ces deux critères.

	Valeurs sûres	Variétés à caractéristiques spécifiques
Sols superficiels ou séchants	ANVERGUR	
Tolérance aux maladies du feuillage (notes oïdium, RJ, RB, septo ≥ 6)	RGT VOILUR ANVERGUR	
Tolérance à la rouille brune (note ≥ 6)	RELIEF ANVERGUR RGT VOILUR	CASTELDOUX TOSCADOU
Précédents maïs, sorgho (note fusa et DON ≥ 5)	RELIEF	
Qualité: protéines/mitadin (note protéines ≥ 5.5 et note mitadin ≥ 6)	ANVERGUR RGT VANUR	CASTELDOUX KARUR
Qualité: moucheture (note ≥ 7.5)	RGT VOILUR	CASTELDOUX KARUR MIRADOUX
Agriculture biologique	SURMESUR ATOUDUR	

04

Implantation, dates et densités de semis



A quelle date semer ?

Les variétés de blé dur que l'on cultive sont toutes alternatives : leur développement dépend essentiellement de la température, il n'y a pas, ou très peu, de frein lié à la durée du jour. Si l'hiver est long et froid, les stades seront retardés. A l'inverse, si l'hiver est doux, le blé dur devient très précoce, ce qui l'expose plus fortement aux gels printaniers.

Pour répartir les risques, il est conseillé de semer un bouquet de variétés de différentes précocités.

Le potentiel de rendement maximal du blé dur est généralement atteint pour des semis réalisés entre le 20 octobre et le 20 novembre.

Nous observons, depuis les dernières années, une accentuation des problématiques de désherbage dans notre région (vulpins et ray-grass), avec des solutions plus réduites en lien notamment avec la recrudescence de résistances

aux solutions foliaires de sortie d'hiver. Eviter les semis trop précoces reste un levier efficace et opérationnel.

Selon les précocités à montaison et à épiaison des variétés, leur optimum de date de semis peut légèrement varier.

Une fois l'optimum de date de semis connu il est nécessaire de s'assurer d'être dans de bonnes conditions de semis qui sont elles aussi décisives. Le blé dur est plus sensible que le blé tendre à une mauvaise structure car son enracinement est moins performant en situation difficile.

Quelle densité ?

Il ressort que dans notre région, le rendement maximum est généralement atteint avec un peuplement en sortie d'hiver de 200 à 220 plantes/m². Au-delà de 250 plantes/m² la culture risque d'être plus exposée à la sécheresse, aux maladies et à la verse. Une densité trop faible, en-dessous de 150 plantes/m² induit rapidement des pertes de rendement car le blé dur a une capacité de tallage plus faible que le blé tendre. Des compensations peuvent cependant être observées via la fertilité épi ou le PMG.

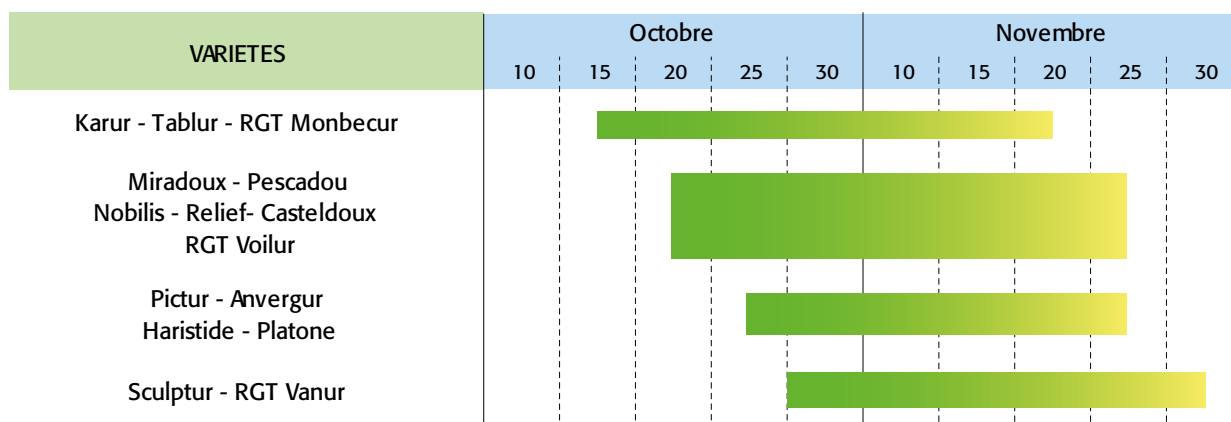
Pour les semis précoces, en bonnes conditions d'implantation, les pertes à la levée sont d'environ 15 %. Par contre, pour des semis tardifs réalisés en mauvaises conditions, ces pertes peuvent aller jusqu'à 40 %. L'amélioration de la qualité de la préparation est prioritaire pour limiter le surcoût de semence. Des problématiques de phytotoxicités liées au désherbage d'automne peuvent aussi impliquer des pertes de pieds à anticiper.

Synthèse des risques climatiques attendus selon la date de semis ↘

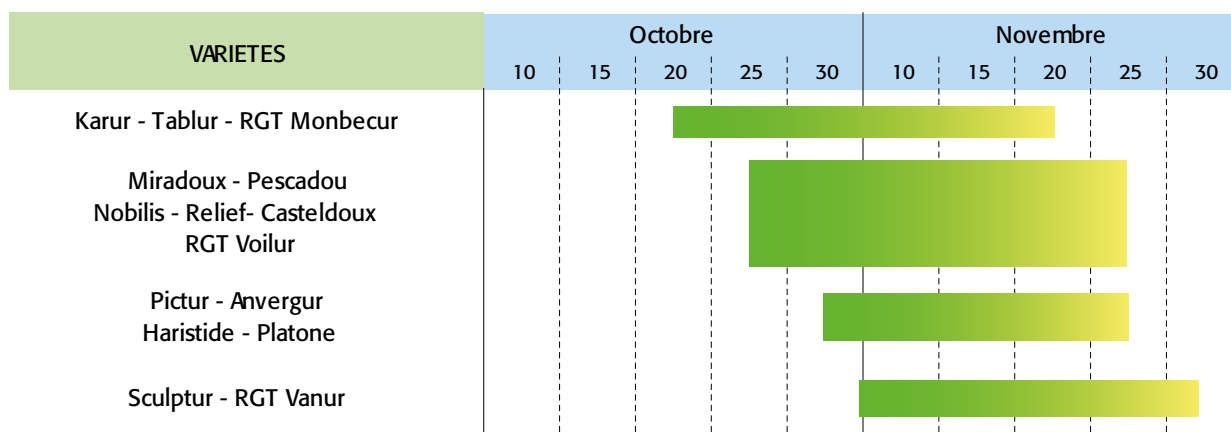
Risque	Semis trop précoce	Semis trop tardif
Climatique	Gel de printemps	Sécheresse Echaudage
Croissance et Rendement	Gel de printemps	Enracinement inférieur Epis moins fertiles
Parasitisme	Ray-grass, Vulpin Pucerons (JNO) Rouille brune	Dicots de printemps Zabre, taupin Oïdium

Plages de semis optimales pour quelques variétés 📌

BEAUCE - Nord Loire



BERRY - Sud Loire



Nombre de grains/m² à semer selon la date, le type de sol et les conditions de semis 📌

Densités en grains semés (taux de germination ≥ 95%)	Blé dur d'hiver		Blé dur de printemps
	Du 20/10 au 5/11	Après le 5/11	Avant le 1/03
Limons argileux, argilo calcaires profonds			
Bonnes conditions, sol ressuyé, préparation fine	250 - 300	280 - 330	300 - 350
Mauvaises conditions, sols humides, motteux, caillouteux	280 - 330	300 - 350	
Limons battants sains			
Bonne préparation	250 - 300	300 - 330	350
Préparation difficile	330 - 350	350	400
Argilo-calcaires superficiels, sols séchant			
Pierrosité faible, bonnes conditions, préparation fine	280 - 330	300 - 350	380
Pierrosité forte	320 - 380	350 - 400	
Terre forte			
Bonnes conditions	280 - 330	300 - 350	380

Quelle protection de semences ?

Les règles concernant le choix de la protection de semence en blé dur ne sont pas fondamentalement différentes de celles qui concernent le blé tendre.

Compte tenu de la grande sensibilité du blé dur aux fusarioses, afin d'éviter les fontes de semis qu'elles peuvent occasionner et les manques à la levée, on veille à choisir un produit efficace sur ces maladies : à base de fludioxonil ou de prothioconazole (CELEST NET, REDIGO ...).

Pour gérer les risques spécifiques comme le piétin échaudage (en blé dur de paille) on s'orientera vers des associations avec du LATITUDE XL.

Aucun traitement de semences n'est efficace contre l'ergot. Seules les mesures agronomiques permettent de gérer le risque : labour, contrôle des graminées adventices et broyage des bordures de champ. L'utilisation de semences contaminées est à proscrire strictement.

Plus plus d'information, consultez la video consacrée à l'ergot sur la chaîne Youtube du Comité Technique Désherbage Centre Ile de France :

<https://www.youtube.com/watch?v=kFrP2lg-M1M>



Semis direct, quelles adaptations ?

Date de semis :

Une fois que l'on maîtrise cette technique, il n'est pas nécessaire de semer plus tôt. La présence de résidus en surface augmente le risque de dégâts de ravageurs d'automne.

Densité de semis :

+10 %, car les pertes sont globalement plus élevées. La présence de résidus en surface augmente le risque de dégâts de ravageurs d'automne.

Protection :

Le risque limace est nettement plus élevé.

Le risque pucerons et cicadelles est augmenté seulement s'il y a des paquets de résidus de culture qui leur servent d'abris. Il faut alors renforcer la protection insecticide.



05

Maîtrise des adventices



ATTENTION :

Nous ne reprendrons dans ce chapitre que les spécificités liées au blé dur. Pour les informations sur les points généraux qui ne seront pas abordées ici vous pouvez vous reporter à vos stratégies sur blé tendre.

Malgré des dates de semis plus tardives que sur blé tendre, le désherbage du blé dur n'en n'est pas moins difficile. Avec un nombre plus limité de jours disponibles pour désherber à l'automne sur des dates de semis plus tardives, il est préférable d'intervenir plutôt en prélevée. Selon l'année et la date de semis, les post-levées peuvent également être plus risquées et augmenter le risque de gel mais cela n'est pas systématique.

ATTENTION : Le blé dur de printemps est réglementairement et uniquement défini par la date de semis la limite se situant au 1er janvier. Des spécialités herbicides homologuées sur blé dur d'hiver peuvent ne pas l'être sur blé dur de printemps, limitant d'autant plus les solutions de désherbage.

Sélectivité : la bête noire du blé dur

Le blé dur est globalement plus sensible que le blé tendre à de nombreuses matières actives. Des problèmes de sélectivité ont tendance à sensibiliser le blé dur au gel hivernal. De ce fait, la gamme de solutions antigraminées sur blé dur est plus restreinte.

Exemples de programme de désherbage adapté à la région Centre

Dans les programmes proposés qui suivent, les solutions interdites sur tous les sols artificiellement drainés sont sur fond coloré de la façon suivante :

Substances actives				Facteurs aggravants la sélectivité
Pendiméthaline	Utilisable			Grains en surface Fortes pluies après application Sols filtrants
Prosulfocarbe	Utilisable en solo	Risques avérés en association		Grains en surface Fortes pluies après application Sols filtrants Mauvais état végétatif (températures basses, mauvaise implantation...)
Flufénacet		Limité à 160g/ha: ouverture selon les produits		Grains en surface Fortes pluies après application Sols filtrants Mauvais état végétatif (températures basses, mauvaise implantation...)
Chlortoluron	Utilisable en sol non drainé			Mauvais état végétatif (températures basses, mauvaise implantation...) Grains en surface Fortes pluies après application Sols filtrants
Associations de produits		A valider au cas par cas		Grains en surface Fortes pluies après application Sols filtrants Mauvais état végétatif (températures basses, mauvaise implantation...)
Sulfonylurées, FOPs, DENs	Utilisable			Amplitudes thermiques Températures négatives

Désherbage mécanique

Le blé dur, comme le blé tendre n'est pas l'espèce la plus adaptée au désherbage mécanique compte tenu qu'il est le plus souvent nécessaire d'intervenir pendant la période hivernal, peu favorable à un ressuyage du sol optimal, en particulier en sols argileux. De ce fait le nombre de jours disponibles est souvent très limité, d'autant que pour qu'un passage soit efficace, des conditions séchantes pour éviter tout repiquage des adventices doit suivre.

Les stratégies sur blé dur sont similaires à celles mises en place sur le blé tendre même si les données sont beaucoup moins nombreuses sur cette espèce. De par son plus faible tallage, une adaptation qui pourrait cependant être à prévoir est, en règle générale, un réglage moins agressif de la herse étrille.

Atouts et contraintes des outils de désherbage mécanique 🏡

HERSE ETRILLE

Déracine les plantules grâce aux vibrations
À privilégier en sol caillouteux



- Désherbe toute la surface
- Utilisable sur toutes les cultures
- Large spectre d'efficacité sur les plantules
- Débit de chantier élevé (4-7 ha/h en fonction de la largeur)
- Coût de passage faible
- Peu de puissance de traction
- Utilisation possible sur le rang en pré et post-levée
- Plus agressive et généralement plus efficace que la houe

- Efficacité variable, jamais totale
- Réglages parfois délicats
- Efficacité très dépendante des conditions de sol et du climat
- Dégâts importants dans les parcelles pierreuses ou motteuses et par temps froid
- Inefficace sur adventices développées (> 3 f), vivaces et graminées
- Très sensible aux débris végétaux et aux bourrages



HOUÉ ROTATIVE

Déchausse les plantules grâce aux extrémités en cuillère de ses dents
À privilégier en sol battant



- Désherbe toute la surface
- Utilisable sur toutes les cultures
- Large spectre d'efficacité sur les plantules
- Outil utilisable en sols secs, moins sensible que la herse aux débris végétaux et aux bourrages
- Débit de chantier élevé (4-6 ha/h en fonction de la largeur)
- Peu de réglages
- Utilisation possible plus rapidement après une pluie et quelles que soient les conditions de vent

- Efficacité variable, jamais totale
- Inefficace sur adventices développées (>3 f), vivaces et graminées
- Efficacité réduite sur les sols meubles ou sans consistance
- Efficacité très dépendante des conditions de sol et du climat
- Investissement élevé
- Exigences pointues de qualité de préparation de semis (nivellement, rappuyage)
- Largeur de travail limitée



BINEUSE

Déchausse ou coupe les racines, ramène de la terre sur le rang



- Très bonne efficacité sur l'inter-rang
- Grande souplesse d'intervention
- Sélectivité de la culture
- Lutte contre adventices développées et à un stade plus avancé de la culture
- Large spectre d'efficacité
- Dégâts limités sur la culture
- Peu coûteux à l'entretien
- Favorise l'infiltration de l'eau
- Nombreuses avancées techniques

- Conditions de sol ressuyé
- Peu efficace en présence de cailloux
- Ne travaille que l'inter-rang
- Semis à grand écartement sauf avec guidage GPS RTK
- Débit de chantier limité (2-4 ha/h en fonction de la largeur)
- Destruction des pieds de culture dans les courbes
- Obligation d'intervenir sur une culture bien implantée
- Risques d'érosion et de compaction
- Vigilance en conditions de stress hydriques printaniers : risque de perte de rendement.



06 Fertilisation azotée : assurer le rendement et la qualité



La qualité du blé dur à la récolte dépend étroitement de sa teneur en protéines. L'objectif est d'atteindre 13.5 % de protéines pour limiter le mitadinage et produire des pâtes d'une ténacité suffisante. La conduite de la fertilisation azotée est primordiale pour atteindre cet objectif : le nombre d'apports, leurs positionnements, la dose et la forme de chacun des apports sont importants.

La fertilisation doit se faire dans le respect de la réglementation, établie pour réduire ses effets sur la qualité des eaux. Les détails de cette réglementation, dans le cadre de la directive nitrate et des GREN sont consultables sur les sites régionaux des ministères.

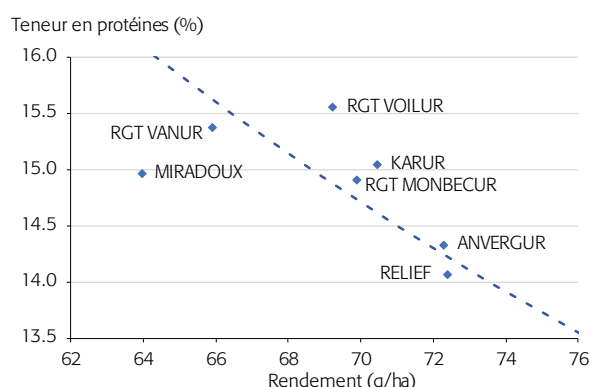
Conduire la fertilisation azotée du blé dur de manière optimale, c'est :

- > Calculer une dose prévisionnelle tenant compte de la variété (petit bq).
- > Un premier apport modéré (0 ou 50) et adapté au contexte (type de sol, reliquats...)
- > Un apport au stade « épi à 1 cm », appliqué en tenant compte du climat et fractionné s'il est important (> 100).
- > Prévoir un report au stade « sortie dernière feuille » de 30 à 80 selon la variété.
- > Piloter si possible les apports montaison avec un outil de diagnostic.

Calculer une dose prévisionnelle en tenant compte de la variété

Le blé dur a des besoins en azote supérieurs à ceux du blé tendre. Avec un potentiel de rendement plus faible, il nécessite une dose totale d'azote égale ou souvent plus élevée. Le coefficient « b » exprimé kg d'azote par quintal est de 3.5 soit 245 kg d'azote pour 70 q. En basant les besoins uniquement sur le rendement, on obtient des teneurs en protéine régulièrement trop faibles. Pour relever ces teneurs, le blé dur a besoin d'un complément qualité « bc » qui oscille entre 0.2 et 0.6 (bq = b + bc). En effet, les variétés n'ont pas la même capacité à produire des protéines. Avec un même niveau de fertilisation azotée, on observe communément jusqu'à plus de 2 % d'écart de teneur en protéines entre deux variétés dans le même essai.

Protéines et rendement 7 essais Centre-Ile de France 2020



Les variétés les plus productives ont, en tendance, des besoins en azote plus élevés et des teneurs en protéines plus faibles. Elles nécessitent donc une dose totale supérieure qui se traduira surtout par un apport « sortie dernière feuille » plus conséquent.

Le tableau suivant propose des besoins par quintal adaptés à chaque variété :

Valeurs de « bq » pour différentes variétés par bassin de production ↴

Variétés	bq : besoin d'azote par quintal produit à 14 % de protéines	bc	Mise en réserve minimale conseillée pour la fin montaison (pilotage) (kg/ha)
Pescadou, Pictur, Plussur, RGT Voilur	3.7	0.2	40
Anvergur, Karur, Casteldoux, Miradoux, Toscadou	3.9	0.4	60
Relief, RGT Vanur, Sculptur, Tablur	4.1	0.6	80

La quantité d'azote complémentaire pour la qualité doit être apportée fin montaison, lorsque l'absorption d'azote est favorable à l'augmentation de la teneur en protéines. Il ne suffit donc pas d'augmenter la quantité totale d'azote pour augmenter la teneur en protéines mais aussi de l'apporter au bon stade et dans les meilleures conditions d'efficacité possible.

Dans le tableau ci-dessus, la dernière colonne correspond à la quantité minimale d'azote à mettre en réserve pour l'apport de fin montaison (dernière feuille étalée). Il est d'autant plus important que le bq14% de la variété est élevé. Les outils de pilotages doivent aussi prendre en compte ces différences variétales dans le calcul des apports préconisés (c'est le cas pour Farmstar, Mes Satimages et Ntester par exemple).

Un premier apport modéré : 40 unités suffisent généralement

Les besoins du blé dur étant faible jusque début montaison, l'apport réalisé courant tallage n'est pas toujours indispensable en sols profonds sauf en cas de mauvaise implantation ou de précédent paille. En sols superficiels, la minéralisation et les reliquats étant plus faibles, l'impasse est déconseillée.

Un apport précoce trop élevé ou s'il s'additionne à de forts reliquats sortie hiver, peut avoir des effets négatifs sur la culture :

- augmentation du risque de verse
- augmentation de certaines maladies foliaires (rouilles, oïdium) et racinaire (fusariose du plateau de tallage)
- augmentation de la sensibilité à la sécheresse en fin de cycle
- diminution de la teneur en protéines (si cela réduit l'apport tardif).

Un apport de 40 unités est suffisant dans la très grande majorité des situations. On peut dans certaines parcelles faire l'impasse de cet apport, ce qui permettra de favoriser la teneur en protéines.

On pourra se passer de ce premier apport « précoce » en sol moyen ou profond si les conditions suivantes sont respectées :

- reliquat d'azote « sortie hiver » de l'horizon 0-60 cm est au moins égal à 60 kg/ha
- structure du sol favorable
- racines assez développées.

Il est possible de « piloter » ce premier apport par une bande double densité : l'apport devra être réalisé dès qu'une différence de couleur ou de développement est visible. Dans tous les cas, l'apport devra être déclenché une semaine avant épi 1 cm au plus tard.

Prévoir un report d'azote au stade « sortie dernière feuille » de 40 à 80 unités selon la variété

Entre dernière feuille pointante et épiation, l'absorption d'azote est la plus rapide et contribue beaucoup plus à la teneur en protéines que l'absorption précoce. En effet, l'azote absorbé fin montaison est stocké essentiellement dans la dernière feuille et dans l'épi en croissance. Cet azote est beaucoup plus facile à remobiliser par les grains car inclus dans des organes plus proches de ces derniers et surtout qui restent actifs plus longtemps en fin de cycle.

Un report de 40 unités d'azote du stade début montaison au stade dernière feuille étalée permet une augmentation en moyenne de 0.5% de teneur en protéines.

Lorsque le report est supérieur ou égal à 60 unités, il peut être fractionné en deux. Dans ce cas, le dernier apport est spécifique de la qualité et sera efficace jusqu'au stade épiation.

Ajuster la dose avec un outil de diagnostic (Farmstar, Mes Satimages, N-Tester, N-Pilot...)

Si le calcul de la dose prévisionnelle est indispensable, il reste imprécis car calculé à partir de données hypothétiques (rendement, minéralisation du sol, efficacité de l'azote...). Le meilleur moyen de vérifier la bonne alimentation des plantes est de réaliser un diagnostic pour connaître leur statut azoté : c'est-à-dire leur teneur en azote et leur biomasse. En effet, la teneur optimale en azote d'un blé dur dépend de son niveau de croissance.

Les outils de pilotage en cours de culture cherchent indirectement à approcher ces valeurs de teneur en azote et de biomasse. Soit par la teneur en chlorophylle (Ntester) soit par la teneur en chlorophylle et la surface foliaire (Farmstar et Mes Satimages).

Ils permettent d'ajuster la quantité totale d'azote à apporter au plus près des besoins de la culture. A condition bien sûr d'avoir mis en réserve une partie de la dose totale. Ces

outils prennent en compte l'objectif de qualité : obtenir 14 % de protéines quelle que soit la variété.

Tenir compte de la forme de l'azote utilisé

Effet forme d'un 3e apport de 80 unités (17 essais blé tendre) ↘

	Rendement	Protéines
Ammonitrate/Solution	+ 1.1	+ 0.40 %
Urée/Solution	+ 1.5	+ 0.26 %
Ammonitrate/Urée	+ 0.4	+ 0.14 %

Toutes les formes d'azote n'ont pas la même efficacité, en particulier sur la teneur en protéines. La forme ammonitrate est la plus efficace et est à privilégier pour les apports tardifs. La solution azotée peut entraîner des brûlures et doit être utilisée avec prudence à ce stade. L'idéal est de l'appliquer juste avant un épisode pluvieux. L'urée solide a des performances intermédiaires, elle peut être améliorée grâce à l'emploi d'additif comme le NBPT. Dans les essais, ces nouvelles formes d'azote solides (NEXEN, UTEC 46, NOVIUS...) ont présenté des efficacités similaires à l'ammonitrate.

Le pilotage dynamique comme voie d'avenir de la fertilisation azotée

Le comité blé dur Région Centre teste depuis quelques années de nouvelles méthodes de pilotage du blé dur : la méthode CHN utilise la modélisation en temps réel des conditions de croissance et d'absorption de l'azote pour estimer les besoins à tous les stades de la culture. Bien calibrée avec une mise à jour régulière des données satellitaires, cette nouvelle méthode doit permettre une amélioration de l'efficacité de l'azote avec à la clé des économies ou des gains de rendement ou de protéines.

Le système de culture, une gestion à long terme de la fourniture d'azote par le sol

Le système de culture a des effets sur la capacité du sol à fournir de l'azote par la minéralisation des matières organiques. Certaines techniques peuvent avoir des effets sur la culture suivante et d'autres des effets à long terme si elles sont régulièrement mises en pratique (effet cumulatifs). On peut citer par exemple :

- L'apport régulier de produits résiduels organiques,
- La présence de légumineuses dans la rotation
- L'introduction de cultures intermédiaires à base de légumineuses,
- La mise en place de couverts associés aux cultures (légumineuses),
- L'apport régulier d'engrais azotés.

Une augmentation de la minéralisation joue d'abord sur la teneur en protéines. L'absorption d'azote au cours du

remplissage joue directement sur la teneur en protéines et c'est une période du cycle où un apport est très peu valorisable.

Un sol qui minéralise régulièrement permet de tamponner les périodes où l'efficacité des engrais est insuffisante lors de période sans pluie, par exemple.

Fertilisation soufrée

Le soufre est un élément nutritif essentiel à la croissance des céréales à paille.

A partir du stade épi 1 cm, le blé dur peut exprimer des carences en soufre : foyers ou bandes « jaunes ». Contrairement à une carence en azote, ce sont les jeunes feuilles qui jaunissent (stries jaunes ou vert clair le long des nervures). Un manque en soufre pénalise le rendement : la perte peut aller jusqu'à 25 q/ha dans les situations les plus carencées.

Un risque de carence très lié au type de sol et aux pluies hivernales

Comme l'azote, la forme minérale (sulfate) est sensible au lessivage et dépend de la minéralisation issue du stock de soufre organique du sol. La baisse des retombées atmosphériques de soufre milite également pour une prise en compte plus précise des besoins en cet élément. Les risques de carence se rencontrent dans les sols où la minéralisation est faible : sols calcaires ou acides, avec un faible taux de matière organique et dans les sols superficiels, filtrants, où le lessivage peut être important. L'excès d'eau et un état structural dégradé ont également un effet négatif. La quantité à apporter est déterminée en fonction du type de sol, de l'historique de la parcelle (fertilisation sur le précédent, apport de MO) et des niveaux de pluviométrie atteints.

Afin d'anticiper le risque de carence, la meilleure période d'apport se situe entre fin tallage et tout début montaison. Les formes sulfate ou thiosulfate ont une efficacité équivalente.



Pour plus d'information, consultez nos Fiches Accidents ARVALIS-Infos : <http://arvalis.info/232>

Fertilisation phospho-potassique et magnésienne

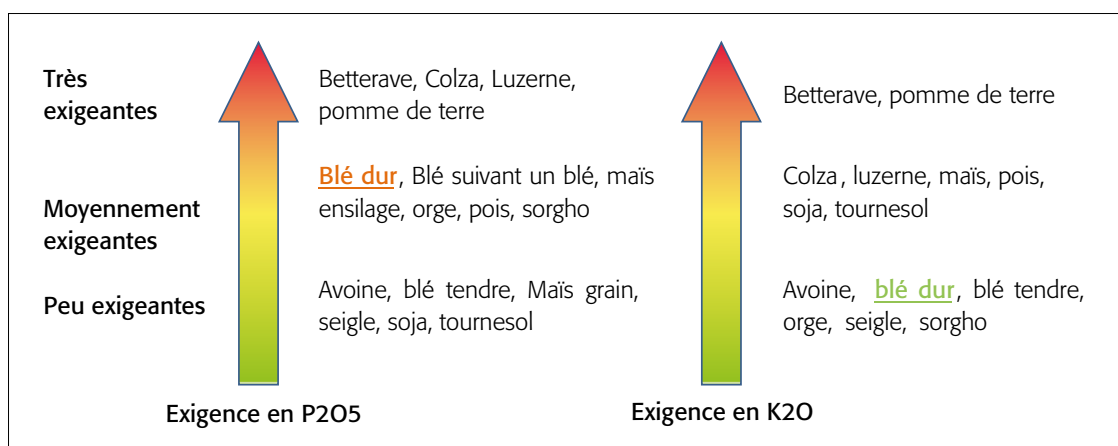


Comme pour toutes les grandes cultures, le raisonnement des apports de Phosphore et de Potasse dépend de 4 critères :

- l'exigence de la culture
- la teneur du sol à l'analyse de terre
- le passé récent de fertilisation
- la restitution des résidus de culture

Exigence

Comme le blé tendre, le blé dur est une culture peu exigeante en potasse mais il est, en revanche, moyennement exigeant en phosphore. De ce point de vue, il a un comportement comparable à une orge d'hiver ou un blé tendre conduit en 2ème paille.



L'analyse de terre : la base indispensable de l'interprétation

Pour connaître la teneur du sol, il est conseillé de réaliser une analyse de terre au même endroit dans la parcelle tous les 5 ans. La connaissance de la teneur du sol en P ou en K permet positionner l'état de fertilité du sol en fonction de 2 teneurs seuils :

- T impasse : teneur au-dessus de laquelle il est possible de réaliser une impasse de fumure.
- T renforcé : teneur au-dessous de laquelle il faut renforcer la fumure au-delà de la stricte compensation des exportations.

Ces teneurs sont indiquées dans les outils de calcul de la fertilisation PK ou sur les bulletins d'analyse. Voici les teneurs pour quelques sols de la région Centre :

	Seuil	Limons de Beauce	Sable	Argilo-calcaire superficiels caillouteux
Seuils P ₂ O ₅ en mg/kg (Olsen)	Trenforcé	50	50	60
	Timpasse	80	80	90
Seuils K ₂ O échangeable en mg/kg	Trenforcé	100	40	150
	Timpasse	150	100	300

Passé récent de fertilisation

Les engrais peuvent se rétrograder dans le sol et leur efficacité diminue au fil des mois et des années. Toutefois, lorsque leurs doses dépassent les quantités exportées par les cultures précédentes, les engrais apportés au cours des campagnes précédentes peuvent contribuer à l'alimentation de la culture. On intègre donc l'effet des pratiques de fertilisation des précédentes campagnes en prenant en compte dans le calcul de la dose, le nombre d'année sans apport depuis la dernière fertilisation. A partir de ces 3 premiers critères, on évalue soit la dose à apporter, soit la possibilité d'une impasse.

Les tableaux ci-dessous fournissent le coefficient de besoin de fertilisant. Il suffira de multiplier celui-ci par le rendement objectif et la quantité unitaire d'élément exportée :

- Phosphore : 0.85 kg/quintal de grain
- Potasse : 0.45 kg/quintal de grain.

Exemples de calcul

Pour le Phosphore

- Sol dont la teneur en phosphore est élevée (> T impasse), avec un apport de phosphore l'année précédente (Nb d'années sans apport = 0), le coefficient est égal à 0, une impasse est possible, quel que soit l'objectif de rendement.
- Sol dont la teneur en phosphore est faible (entre Trenf et Timp-10%), sans apport de phosphore la campagne précédente, le coefficient est égal à 1.2. Une impasse est

Coefficients multiplicateurs des exportations : 🏹

P₂O₅ Teneur du sol Positionner la teneur par rapport aux seuils

	Nb. d'années sans apport depuis la dernière fertilisation	Teneur faible			Teneur élevée			
		Trenf.	Timp. - 10%	Timp.	Timp. + 10%	2x Timp.	3x Timp.	
Moyennement exigeantes	0	1.6	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0
Blé/Blé - Blé dur	1 an	1.8	1.2	1.0	1.0	0.8	0.0	0
Maïs -fourrage - Pois Orge - R.G. - Sorgho	2 ans ou +	2.0	1.7	1.5	1.2	1.0	0.6	0

K₂O Teneur du sol Positionner la teneur par rapport aux seuils

	Nb. d'années sans apport depuis la dernière fertilisation	Teneur faible			Teneur élevée			
		Trenf.	Timp. - 10%	Timp.	Timp. + 10%	2x Timp.	3x Timp.	
Cultures peu exigeantes	0	1.2	1.0	1.0	0	0	0	0
Blé tendre - Blé dur	1 an	1.2	1.1	1.0	0	0	0	0
Orge - Avoine - Seigle	2 ans ou +	1.2	1.2	1.2	1.0	1.0	0	0

Pour toute destination des résidus du précédent

fortement déconseillée. Pour un objectif de rendement de 75 q/ha, la dose recommandée sera la suivante :

Dose = 75 q (objectif de rendement) x 1.2 x 0.85 = 75 kg P₂O₅/ha

Pour la Potasse

- Sol dont la teneur en potasse est élevée (> T impasse), sans apport de potasse l'année précédente (Nb d'années sans apport = 1), le coefficient est égal à 0, une impasse est possible, quel que soit l'objectif de rendement.

- Sol dont la teneur en potasse est très faible (< T renf), sans apport de potasse depuis 3 ans (2 ans ou plus), le coefficient est égal à 1.2. Une impasse est déconseillée. Pour un objectif de rendement de 75 q/ha, la dose recommandée sera la suivante :

Dose = 75 q (objectif de rendement) x 1.2 x 0.4 = 40 kg K₂O/ha.

En cas d'exportation des pailles du précédent :

Aucun supplément n'est nécessaire en cas de sol à teneur élevée (teneur > Timp).

Si la teneur du sol est faible, c'est à dire inférieure à Timp alors on ajoute à la dose calculée un supplément correspondant à l'exportation des pailles du précédent. Ce type de situation ne concerne le plus souvent que les blés durs en 2ème paille. Compte tenu des volumes de paille exportés et des teneurs en P et K de ces pailles, on augmentera la dose de P de seulement 5 à 10 kg P₂O₅/ha, la dose de K sera augmentée de 30 à 50 kg K₂O/ha selon le tonnage de paille exportée.

Quand apporter ?

En sol à teneur intermédiaire (supérieur à Trenf), le choix de la date d'apport n'est pas déterminé par des contraintes agronomiques. Ces apports peuvent être réalisés à tout moment de l'année, notamment en sortie d'hiver au même moment que les apports d'azote ou de soufre par exemple.

Teneur inférieure à Trenforcé : apport annuel au plus près du semis conseillé

En sol faiblement pourvu, l'objectif est d'assurer l'alimentation de la culture notamment en début de cycle lorsque les racines n'ont qu'une faible aptitude à prélever les éléments minéraux du sol.

Ici, l'efficacité des engrais P et K est maximale pour les apports réalisés peu avant le semis et jusqu'au stade 3 feuilles. Après ce stade, ils contribuent à corriger les effets des carences sur la production, mais d'autant moins que leur apport est retardé.

Choisir les formes solubles dans l'eau

Phosphore : veiller à utiliser de façon privilégiée les formes les plus solubles dans l'eau ou dans le citrate d'ammonium neutre : phosphate d'ammoniaque comme le 18-46 ou superphosphate comme le Super 45 ou le P38S. Elles pourront en particulier être apportées en cours de végétation sur les cultures d'hiver. Les engrais à base de phosphates naturels sont à déconseiller dans toutes les situations.

Potassium : toutes les formes ont une efficacité équivalente, la seule contrainte concerne le prix et le choix de l'élément accompagnateur (chlorure ou sulfate).

Quelles disponibilités pour les formes organiques ?

La disponibilité du potassium est à 100 % pour les formes organiques (1 unité de K₂O en organique équivaut à 1 unité de K₂O minéral). Par contre, tout le phosphore n'est pas totalement assimilable en fonction de l'origine des matières organiques : 100 % pour les fumiers de bovins, ovins ou porcs mais seulement 65 % pour les fumiers, lisiers ou fientes de volailles. Les lisiers de porcs ou de bovins sont intermédiaires avec 85 % en équivalent engrais.

Et le magnésium ?

Les besoins des céréales sont relativement faibles en cet élément (0.19 kg/q en blé dur) mais il demeure important pour le fonctionnement de la plante car c'est un élément constitutif de la chlorophylle.

Certains types de sols sont plus disposés à un risque de carence : sable, craie ou limon superficiel à faible teneur en argile.

Si le sol est faiblement pourvu (teneur inférieure aux seuils ci-dessous), un apport est conseillé mais sans dépasser 30 unités de MgO.

	Sable	Limons	Argilo-calcaire
Teneur seuil MgO (mg/kg)	30	60	80



La verse provoque des pertes de rendement variables selon son intensité et surtout selon sa précocité. Elle affecte également la qualité : augmentation de la mouche-ture et du mitadinage, dégradation de la qualité sanitaire.

Les facteurs qui favorisent la verse sont :

- Le choix d'une variété sensible ;
- Une densité trop importante : il faut essayer de limiter le nombre de plantes levées à 250 plantes/m² ;
- Une forte alimentation azotée, notamment précoce (forts reliquats, gros premier apport) ;
- Des maladies précoces qui affaiblissent les tiges et le système racinaire : piétin-verse, fusariose (qui provoque la nécrose de la couronne racinaire et du plateau de tallage, voire des premiers centimètres de la tige).

Attention une variété résistante peut verser à cause du piétin-verse. Inversement, une variété sensible avec un peuplement de tiges limité en sortie d'hiver s'avèrera peu sensible à la verse.

Si une irrigation post-floraison est prévue, l'application d'un régulateur de croissance est fortement recommandée.

Des leviers pour limiter le risque verse

Le choix variétal

Le facteur variétal constitue l'un des facteurs les plus efficaces pour se prémunir de la verse. Certaines variétés possèdent en effet des avantages qui diminuent le risque de verse : faible hauteur de tige, et notamment des premiers entre-nœuds, et meilleure rigidité de tige.

La date et la densité de semis

Les semis trop précoces accentuent le risque de verse. Cette pratique précocifie l'arrivée au stade épi 1 cm. La montaison se fera en jours dits « courts ». Les tiges auront tendance à s'étioler, du fait du déficit lumineux, affaiblissant d'autant la tenue de tige. Ceci sera plus préjudiciable pour une variété précoce à montaison.

Les semis précoces allongent de manière significative le cycle végétatif et peuvent entraîner un tallage excessif des cultures. Cela mène à une compétition pour la lumière, due à l'exubérance végétative d'un semis précoce et à l'étiollement des tiges lié aux conditions lumineuses déficitaires de début d'année. Au final, cela conduit à un allongement excessif des entre-nœuds et un risque de verse significatif.

Les fortes densités de semis ont un effet analogue et provoquent un allongement des entre-nœuds de la base.

Au moment de l'implantation, un dernier facteur peut augmenter le risque de verse : la profondeur de semis.

Si le semis est trop profond (> 4 cm), la tige a tendance à développer plus fréquemment un premier entre-nœud plus long et moins rigide.

La gestion de la fumure azotée

Un excès d'azote accentue également le risque verse. Un premier apport d'azote excédentaire ou de forts reliquats favorisent un tallage herbacé pléthorique avec pour conséquences des effets similaires aux fortes densités de semis ou aux semis trop précoces. Il est donc conseillé de minimiser le premier apport dans les situations à risque. D'après certaines études, un excès d'azote précoce peut également réduire l'enracinement.

Maladies et protection fongicide



Adapter la protection foliaire à la pression de l'année

Septoriose

Le blé dur est beaucoup moins sensible à la septoriose que le blé tendre malgré une recrudescence de cette maladie depuis quelques années dans la région. La septoriose rencontrée sur blé dur peut être de la septoriose nodurum sur laquelle les strobilurines sont encore efficaces, ou de la septoriose tritici (celle plus communément rencontrée sur blé tendre).

Des années comme 2016, avec une pression parfois importante de septoriose sur blé dur dans la région laisse supposer que les souches évoluent (et deviennent plus spécifiques du blé dur) mais la maladie reste aujourd'hui globalement peu présente et les souches observées sont peu agressives.

Attention on peut confondre facilement ces symptômes avec ceux de *Microdochium* ou des taches physiologiques.

Les symptômes abiotiques

Les variations brutales de températures, notamment au printemps avec de fortes amplitudes thermiques peuvent provoquer des ponctuations décolorées ou nécrotiques sur le feuillage ressemblant à des maladies foliaires. Ces symptômes apparaissent généralement entre fin montaison et grain formé (entre mi-avril et fin mai), et sont favorisés par des amplitudes thermiques élevées (15 à 20°C entre températures minimales et maximales sur la même journée) et en particulier lors de présence de forte rosée suivie d'un temps très ensoleillé.

Bien que les mécanismes de ce phénomène soient peu connus, la nuisibilité de ces taches dites «physiologiques» est nulle à très faible. En effet, contrairement à un champignon, les brûlures et nécroses ne sont pas accompagnées de toxines qui affaiblissent la plante. Ces symptômes sont visibles uniquement sur l'étage foliaire présent au moment du stress et n'évoluent pas au cours du temps contrairement aux maladies.



Taches nécrotiques

© P. Hauprich - ARVALIS - Institut du végétal



Décolorations claires

© S. Porrez - ARVALIS - Institut du végétal



Taches physiologiques entourées d'un halo jaune

© J.Y. Maudras - ARVALIS - Institut du végétal

Rouille brune

Le blé dur est très sensible à la rouille brune mais cette maladie n'arrive que rarement avant l'épiaison dans notre région, cela restant en lien étroit avec la date de semis. Les résistances variétales, si elles ne représentent pas un avantage décisif, apportent de la souplesse dans le programme et le choix des produits. Cela permet de concentrer l'investissement fongicide sur la protection des épis qui, même si elle vise la protection contre la fusariose avant tout, utilise généralement des spécialités aussi efficaces sur rouille brune. Comme pour la rouille jaune, les souches de cette maladie évoluent très vite et le classement variétal peut changer.

Rouille jaune

La rouille jaune ne fait son apparition sur blé dur qu'en 2012 en région Centre et provoque des dégâts importants en 2014 en arrivant tôt dans le cycle. C'est essentiellement la douceur de l'hiver, l'évolution des souches et la sensibilité de quelques variétés qui expliquent la forte pression en 2014. Depuis elle est plutôt discrète dans la plaine, avec néanmoins des attaques modérées en 2020.

Protection des épis et qualité sanitaire

La réglementation en vigueur fixe un seuil maximal de mycotoxines (dont la principale est le désoxynivalénol ou DON) à ne pas dépasser de 1750 µg de DON/kg. C'est donc un critère essentiel d'accès au marché.

Le blé dur est plus sensible aux fusarioses que le blé tendre et le risque d'accumulation de mycotoxines y est plus élevé. Mais le premier impact de ces maladies est avant tout sur le rendement avec parfois des dégâts très importants.

Quel type de fusariose ?

Derrière le nom de fusariose se cachent en réalité une multitude de champignons. Dans cette diversité, deux types se rencontrent fréquemment dans notre région :

- *Fusarium graminearum* est le principal producteur de mycotoxines DON. Il contamine la plante à partir du stade floraison, c'est à ce stade que les traitements sont les plus efficaces. Les molécules efficaces sont le prothioconazole, le tébuconazole et le metconazole.

- *Microdochium spp.* est quant à lui un des principaux responsables de la moucheture. Le risque de contaminations est fortement dépendant des précipitations : plus il pleut, plus le risque est élevé. Il peut contaminer la culture à partir du stade gonflement et on peut observer des symptômes sur feuilles (contrairement à *fusarium graminearum*).

rum). C'est la forme de fusariose la plus préjudiciable au rendement.

La proportion entre ces deux champignons est plutôt déterminée par les températures : plus elles sont élevées au moment des contaminations, plus *Fusarium graminearum* est favorisé tandis que *Microdochium spp.* se développe mieux en cas de températures plus fraîches. A noter que même dans le cas où le climat favorise *Microdochium spp.*, *Fusarium graminearum* est souvent également présent.

Protection contre la fusariose

> **La meilleure couverture est obtenue quand le volume de pulvérisation est supérieur à 150 L/ha.**

En effet, l'épi est une cible difficilement atteignable par la pulvérisation. A partir de 150 l/ha de bouillie, la couverture est correcte. Un volume de bouillie suffisant est le meilleur des adjuvants contre les fusarioses. Dans les meilleures conditions : stade d'intervention (voir ci-dessous), volume de la bouillie non réduite et absence de vent, l'efficacité maximale d'un traitement est de 50 %.

> **Meilleur staded'applicationcontrelesfusariosesdesépis:** début floraison. Les meilleurs résultats sont obtenus avec une intervention dès l'apparition des premières étamines. Les traitements plus précoces ou plus tardifs sont moins performants : on observe des rendements plus faibles et un risque de mycotoxines augmenté. Attention en cas de pression *Microdochium spp.*, une application plus tardive, jusqu'à 15 jours après floraison peut être valorisée (situation rare mais rencontrée notamment en juin 2016).

> **1 ou 2 applications ?**

L'application unique est suffisante dans la majorité des situations. Les doubles applications encadrant la floraison ont un intérêt agronomique les années à forte pression avec une augmentation des pluies au stade floraison, et uniquement 2 passages à 80 % de la dose efficace. Attention dans ce cas au délai avant récolte du produit utilisé lors du second traitement.

Piétin-verse

Le piétin-verse est géré au cas par cas : un diagnostic est indispensable dans les parcelles à risque : le blé dur est souvent à risque faible, mais des années à risque élevé ont déjà pu être observées. Dans la majorité des situations, les souches de piétin-verse sont résistantes au prochloraz, il faut donc utiliser des spécialités efficaces (type métráfénone, cyprodinil ou prothioconazole).

Facteurs de risque climatiques pour les principales fusarioses 🏹

	<i>F. graminearum</i>	<i>Microdochium. spp</i>
T° optimales	Optimum à 25°C	Optimum à 18°C
T° de développement	Environ 19 à 29 °C	Environ 12 à 21°C
Propagation	Pénètrent par les anthères et progressent dans le rachis.	Attaquent le grain mais ne pénètrent pas au-delà. Hautement opportuniste
Rôle de l'humidité	Pluie, brouillard	Pluie, brouillard, neige (blessures sur les feuilles)

De 19 à 21°C,
les 2 se développent

Ravageurs et parasites du sol

Les ravageurs que l'on peut rencontrer sur blé dur sont nombreux et communs pour la plupart aux autres céréales. Nous n'aborderons ici que les ravageurs responsables de dégâts élevés ou fréquents sur blé dur. Ils sont abordés par période afin d'aider à :

- La surveillance : quand observer et que rechercher
- La décision de lutte, qu'elle soit curative ou préventive pour les années suivantes

Semis – Implantation

Deux types de préjudices peuvent intervenir durant la période levée- mi tallage :

- Consommation directe des plantes
- Transmission de viroses lors de piqûres alimentaires (pucerons, cicadelles), il s'agit alors de dégâts indirects par transmission de virus.

Zoom sur les insectes piqueurs et la transmission de virus

Les pucerons présents à l'automne sur les jeunes plantes (plusieurs espèces peuvent être observées *Rhopalosiphum padi* principalement, mais aussi *Sitobion avenae*) ainsi que la cicadelle *Psammotettix alienus* transmettent des virus aux plantes lors de leur piqûres alimentaires dans le phloème. Ils vectent ainsi respectivement la jaunisse nanisante de l'orge (JNO, virus B/CYDV) et la maladie des pieds chétifs (virus WDV).







Sur blé dur, en l'absence de lutte génétique disponible, la protection s'appuie sur la lutte contre les vecteurs.

Ces petits insectes ne sont pas faciles à observer surtout si les conditions climatiques ne sont pas favorables à leur activité. Les observations sont à réaliser si possible par un bel après-midi ensoleillé et sans vent. Les cicadelles sont des insectes très mobiles qui peuvent être piégées sur des plaques engluées jaunes. Ces plaques peuvent également capturer des pucerons ailés (toutes espèces confondues, même celles qui ne s'installeront pas sur la culture), mais elles ne rendent pas compte de la population de pucerons aptères (sans ailes) dans la parcelle. Elles sont un indicateur de l'activité des insectes et peuvent alerter sur la nécessité de réaliser des observations dans la culture mais sont un mauvais indicateur de risque. De manière

générale, la surveillance est à renforcer quand le climat est doux (environ $T^{\circ}\text{min} > 6^{\circ}\text{C}$, $T^{\circ}\text{max} > 18^{\circ}\text{C}$), ensoleillé et peu venté. Les plantes sont très sensibles à l'infection virale à leur stade jeune, mais leur sensibilité perdure pendant le tallage. La surveillance est donc à maintenir jusqu'aux premiers froids qui entraîneront la disparition des insectes. Attention, la présence des pucerons peut perdurer en cas d'hiver doux, dans ce cas même un faible population de pucerons peut entraîner des dégâts importants de par leur durée d'activité dans les parcelles.

Les symptômes de JNO ne se révèlent que tardivement, souvent en cours de montaison (jaunissements et/ou rougissements de l'extrémité des feuilles). La maladie des pieds chétifs peut apparaître plus tôt (dès le mois de février), avec la présence de plantes chétives disparaissant par la suite. La sensibilité du blé dur à ces virus est de l'ordre de celle du blé tendre (l'orge est beaucoup plus sensible à la JNO). Au champ, il est très difficile de différencier ces deux viroses, seule une analyse de laboratoire peut permettre de confirmer le diagnostic.


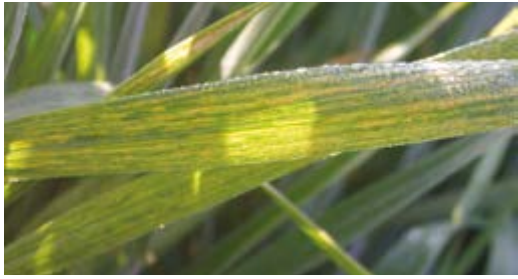




	Limaces	Pucerons → JNO Jaunisse Nanisante de l'Orge	Cicadelles → Nanisme Virus du Nanisme du Blé												
															
Surveillance	Levée → début tallage	levée → 1ers froids	levée → 1ers froids												
Situations à risques	Climat : humide et doux à la levée. Précédent : colza, légumineuses Interculture : colza, graminées. Sol : résidus en surface (notamment semis direct), mottes.	Climat : T° moyenne > 12°C et temps ensoleillé. Semis précoces Environnement : repousses, prairies, graminées sauvages, maïs (plantes réservoirs); bois, haies, talus (abris). Foyers de 0,5 m ² , généralement visibles après 1 nœud, souvent fin montaison.	Climat : T° moyenne > 15°C et temps ensoleillé et sec Semis précoces Environnement : repousses, prairies, graminées sauvages, maïs (plantes réservoirs); bois, haies, talus (abris). Plantes éparses ou petits foyers, généralement visibles à partir de mi-tallage.												
Dégâts	Germe dévoré sous terre. Feuilles effilochées et trouées, jusqu'à disparition des plantes. 	Plantes jaunissantes, de hauteur réduite (-20 à -50 %). Feuilles récentes jaunissant depuis le sommet ; souvent avec pointe rouge. 	Plantes chétives, nanifiées, voire mourantes. Parfois redémarrage de talles. Feuilles courtes, jaune orangé, rougeâtres. 												
Perte de rendement	De 10 % à destruction totale. D'autant plus élevée que l'attaque est précoce	Proportionnelle à la surface touchée Foyers de JNO : 50 à 80 % Parcelle entière : 10 à 30 %	Proportionnelle à la surface touchée Foyers de WDV : ≈100 % Parcelle entière : 10 à 50 %, jusqu'à destruction totale												
Lutte préventive	Déchaumage précoce. Interculture propre. Préparation fine, roulage.	Limitation des repousses de céréales et de graminées sauvages à proximité avant le semis Eviter les semis trop précoces	Limitation des repousses de céréales et de graminées sauvages à proximité avant le semis Eviter les semis trop précoces												
Lutte curative	Produit anti-limaces. (Evaluer le risque avant semis avec des pièges standardisés). <table border="1" data-bbox="304 1771 671 1944"> <thead> <tr> <th>Limaces piégées/m²</th> <th>Risque</th> <th>Application de l'anti limaces</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>> 50</td> <td>Très élevé</td> <td>Semis - 15 jours puis semis + 4-5 j.</td> </tr> <tr> <td>20 à 50</td> <td>Elevé</td> <td>Semis + 4 - 5 jours</td> </tr> <tr> <td>1 à 20</td> <td>Faible</td> <td>1ers dégâts</td> </tr> </tbody> </table> Efficacité = 25 à 50 %	Limaces piégées/m ²	Risque	Application de l'anti limaces	> 50	Très élevé	Semis - 15 jours puis semis + 4-5 j.	20 à 50	Elevé	Semis + 4 - 5 jours	1 à 20	Faible	1ers dégâts	Insecticide (pyréthrinoides) : pas avant 1 feuille. Renouveler en cas de nouvelles infestations (automne doux favorable à une activité prolongée des insectes). Seuil de risque : si 1 plante/10 avec pucerons ou 10 jours de présence des pucerons Efficacité 80 à 100 %.	Insecticide (pyréthrinoides) : pas avant 1 feuille. Renouveler en cas de nouvelles infestations (automne doux favorable à une activité prolongée des insectes). Si 30 captures/semaine sur piège englué jaune ou augmentation de 20 captures entre 2 relevés. Efficacité 50 à 70 %.
Limaces piégées/m ²	Risque	Application de l'anti limaces													
> 50	Très élevé	Semis - 15 jours puis semis + 4-5 j.													
20 à 50	Elevé	Semis + 4 - 5 jours													
1 à 20	Faible	1ers dégâts													

Tallage – début montaison

C'est pendant cette période que se révèlent généralement les atteintes du système racinaire, qui peuvent être d'origines très diverses. Les symptômes sur feuilles ne sont pas toujours spécifiques (en dehors de la mosaïque), il est donc souvent nécessaire d'observer les racines pour identifier le bio agresseur.

Aucune lutte curative n'est possible, mais l'identification du parasite est essentielle pour prévoir la lutte préventive à engager les prochaines années.

	Piétin échaudage	Mosaïques (Virus VMC et VSFB)
		
Observation	A partir de mi-tallage, plus net début montaison	
Situations à risques	<p>Climat : hiver doux et humide, début de printemps pluvieux.</p> <p>Précédent : céréale à paille (hors avoine), maïs, graminée (ray-grass, vulpin ... sont multiplicateurs).</p> <p>Interculture : courte avec présence repousses ou graminées.</p>	<p>Climat : automne doux, période de froid en hiver.</p> <p>Rotation : retour fréquent du blé dur (1 an/2 ou plus).</p> <p>Sol : zones sensibles à l'excès d'eau, apports de terre par inondation.</p>
Dégâts	<p>Zones irrégulières (de 1m² à toute la parcelle).</p> <p>Plantes chétives, multi carencées</p> <p>Epis blancs échaudés.</p> <p>Racines : zones grises puis noires (1 cm au début, jusqu'à toute la racine ensuite).</p>	<p>Zones irrégulières (de 1m² à toute la parcelle).</p> <p>Plantes chétives, multi carencées, parfois mourant.</p> <p>Feuilles : décolorations vert pâle en tirets parallèles aux nervures.</p> <p>Racines : croissance réduite.</p>
		
Perte de rendement	5 % d'epis échaudés prématurément.	5 % de la parcelle avec symptômes.
Lutte préventive	<p>Rotation : toute culture autre que les cultures listées plus haut (2 ans)</p> <p>Travail du sol : favoriser la décomposition rapide des résidus, labour.</p> <p>Désherbage : détruire les graminées adventices dans le précédent</p> <p>Traitement de semences LATITUDE XL.</p>	<p>Variété : choisir une variété moins sensible (pas de variété résistante en blé dur).</p> <p>Semis : les semis tardifs sont moins touchés. Les semis de printemps sont totalement indemnes.</p> <p>Travail du sol : nettoyer les outils entre 2 parcelles.</p>
Lutte curative	Aucune	Aucune



Pucerons sur feuilles





Malgré des pullulations parfois spectaculaires fin montaison, aucune nuisance n'a pu être montrée.

Appliquer un insecticide peut même être néfaste car il détruit les auxiliaires qui vont réguler la population de pucerons.

Remplissage des grains

Les insectes qui attaquent les grains directement (cécidomyie orange) ou indirectement par prélèvement de sève (pucerons sur épi) peuvent induire des pertes de rendement élevées et dégrader la qualité.

La surveillance doit être méthodique car, en dehors d'une très forte attaque, leur présence peut passer inaperçue.

	Pucerons sur épi <i>Sitobion avenae</i>	Cécidomyie orange <i>Sitodiplosis mosellana</i>
		
Observation	début épiaison → grain pâteux	début épiaison → fin floraison
Situations à risques	Le blé dur est moins sensible que le blé tendre. Attaque significative ~ 1 an/5	Climat : lourd et orageux, sans vent
Dégâts	Grains moins bien remplis ; PMG et PS réduits.	Consommation directe des grains , mangés, déformés jusqu'à l'avortement ; souvent moisissés par surinfection.
		
Seuil de nuisibilité	1 épi sur 2 portant un ou des pucerons.	1 larve/épi → 1 q/ha de perte de rendement.
Lutte préventive	Les auxiliaires limitent les populations; ne pas intervenir si le seuil n'est pas atteint.	Travail du sol : profond (enfouit les cocons) Insecticide autorisé, visant l'adulte. Seuil d'intervention: • observer de début épiaison à fin floraison en piégeant avec des cuvettes jaunes • 10 cécidomyies/cuvette/ 24 h.
Lutte curative	Insecticide autorisé: • entre épiaison et grain pâteux • seuil : 1 épi / 2 portant un ou des pucerons.	La protection vise uniquement l'adulte. Quand on voit les larves dans les épis, il est trop tard.



Pour plus d'information, consultez les fiches Accidents ARVALIS-Infos :
<http://arvalis.info/236>

11

Irrigation efficace : bien positionner chaque apport



Lorsqu'elle est bien pilotée, l'irrigation du blé dur est très souvent rentable dans les sols à faible réserve hydrique et/ou les années sèches. Elle favorise la valorisation de l'azote apporté lorsque les pluies se font attendre. Elle contribue à maintenir la qualité des grains si elle est couplée à une fertilisation azotée adaptée. Mais certaines précautions sont à prendre pour limiter les risques d'apparition de moucheture et le développement de la fusariose, notamment en choisissant des variétés peu sensibles.

Quand et combien d'eau apporter ?

Situés autour de 6 à 8 q/ha pour 30mm d'eau apportée, les gains de rendements demeurent variables en fonction du type de sol et de l'année climatique. Les besoins en année normale varient de 30 à 90 mm selon le type de sol. En année très sèche, ils peuvent dépasser les 100 mm dans les sols les plus superficiels (tableau 1).

Type de sol	Année normale	Année sèche
Sol superficiel (RU=80 mm)	90	140
Sol moyen (RU=120 mm)	60	100
Sol profond (RU=180 mm)	30	70

Les essais conduits en Beauce montrent que les irrigations les plus payantes se situent entre dernière feuille ligulée et grain laiteux, période la plus sensible à un manque d'eau. Mais attention, les années à fin de cycle pluvieux, les irri-

gations peuvent avoir parfois des effets négatifs sur le rendement et la qualité.

Ne pas démarrer trop tôt : un certain nombre d'irrigants ont tendance à démarrer trop tôt et à arrêter aussi trop tôt. Les irrigations précoces ont plus d'effets visuels que les irrigations tardives mais ne sont pas toujours les plus payantes.

En sol superficiel, un passage peut-être valorisé à partir du stade 2 nœuds en cas de sécheresse marquée.

En sol moyen ou profond, le démarrage est plus délicat ; C'est l'état de la réserve du sol qui doit guider, et le suivi à l'aide de sondes tensiométriques est de loin la méthode la plus précise pour déterminer la date de démarrage. En général, il est rarement nécessaire de démarrer avant la sortie de la dernière feuille. La rentabilité d'une irrigation précoce en sol profond n'est jamais garantie, elle dépend du climat à venir. Il vaut mieux attendre le plus tard possible, que la réserve du sol soit bien entamée pour démarrer.

Irrigation et azote : si les pluies cumulées durant les 20 jours qui suivent l'apport au stade épi 1cm sont inférieures à 15mm, une irrigation de 20 mm assurera une bonne valorisation de l'azote.

Quand s'arrêter ?

En cas de sécheresse tardive, des irrigations peuvent être nécessaires jusqu'à 25 jours après épiaison en sol superficiel et 20 jours après épiaison en sol profond. L'intérêt des irrigations en cours de remplissage des grains ne doit pas être sous-estimé mais des précautions doivent être prises pour limiter les risques de verse.

Lorsque la réserve en eau du sol est épuisée, une irrigation après floraison est rentable, en particulier pour une parcelle qui n'a pas encore été irriguée. Les fortes températures ne nuisent pas à l'efficacité des apports.

Irrigation et maîtrise de la qualité : attention à la floraison

Ne pas irriguer durant 8-10 jours à partir de la sortie des premières étamines : c'est essentiellement au cours de la floraison qu'ont lieu les contaminations des fusarioses productrices de mycotoxines. Un climat humide à cette période est très favorable à cette maladie. On évitera donc d'irriguer pendant une durée de 8 jours environ à partir de la sortie des premières étamines pour ne pas augmenter le maintien de conditions humides.

Si le temps est couvert et frais, même après la floraison, une irrigation au cours du remplissage est déconseillée.

En cas de temps chaud et sec après la chute des étamines, des irrigations peuvent être réalisées sans risque.

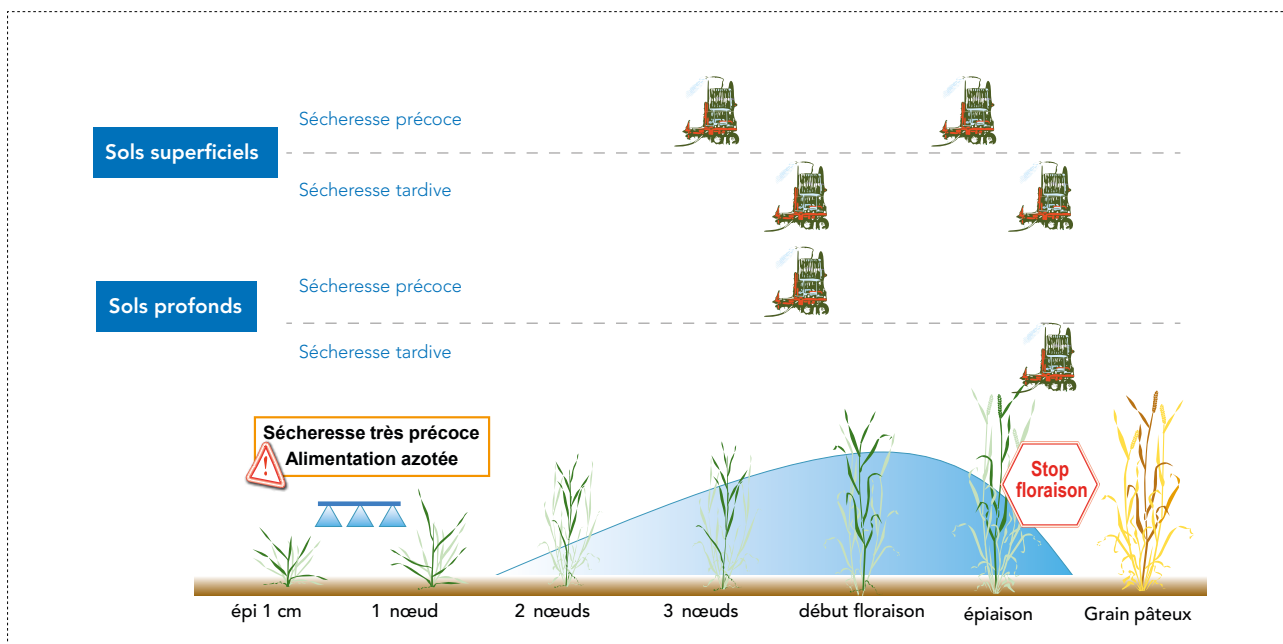
Irrigation et moucheture : tout ce qui contribue à maintenir les épis dans une ambiance humide favorise la moucheture qui peut affecter de manière importante la qualité. Une irrigation bien conduite, même tardive, ne pose pas de problème pour les variétés résistantes à la moucheture (KARUR, RGT VOILUR). Par contre, on évitera d'irriguer après épiaison les variétés sensibles (TOSCADOU).

Irrigation et verse

L'irrigation du blé dur, en particulier après floraison, augmente le risque de verse. Les barbes et les glumes des épis retiennent l'eau. Il faut donc prendre un certain nombre de précautions :

- Assurer une protection anti-verse adaptée
- Utiliser des petites buses pour réduire la taille des gouttes (<22)
- Irriguer la nuit, lorsque la vitesse du vent est plus faible
- Réduire la dose d'irrigation à 20-25 mm

Calendrier blé dur - volume restrictif 🏠



12

Récolte : au bon stade, avec une machine bien réglée



Tout au long de la culture, vous avez mis en œuvre les techniques permettant de constituer un blé dur de bonne qualité. La récolte doit être réalisée dans les meilleures conditions possibles pour préserver cette qualité.

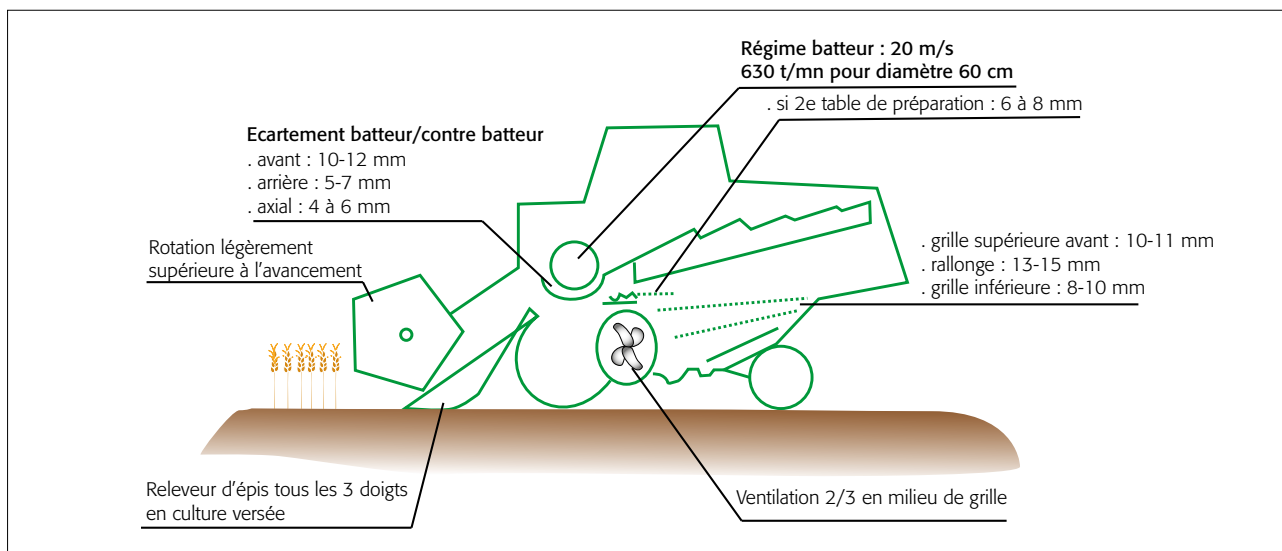
Les objectifs à atteindre peuvent être hiérarchisés ainsi :

- ☑ Régler avec précision les organes de battage pour récolter un maximum de grains entiers,
- > Récolter avec une humidité optimale (norme de commercialisation à 15% maximum),
- > Récolter un produit le plus propre possible,
- > Conserver la faculté germinative des grains,
- > Éviter les pertes de grains derrière la moissonneuse-batteuse.

Le réglage de base de la moissonneuse-batteuse

La machine doit être bien nettoyée. Les plaques d'ébarbage doivent être démontées car elles rendent le battage trop agressif. Les releveurs d'épis (s'ils sont nécessaires) doivent être bien alignés, en nombre limité (1 tous les trois doigts) et en bon état pour assurer une reprise régulière. La vitesse des rabatteurs est toujours légèrement supérieure à l'avancement. L'orientation des dents est à régler pour qu'elles accompagnent la végétation et s'effacent devant la vis de reprise. La vis de reprise sera réglée à 10-12 mm du fond de coupe à droite et à gauche.

Réglage de base de la machine 🏹



Le serrage batteur/contre-batteur

> Pour le batteur de type conventionnel, le serrage batteur/contre-batteur doit être "convergent" : plus étroit à l'arrière qu'à l'avant. L'optimum est de 12 mm à l'avant pour 7 mm à l'arrière. Le contrôle se fait au niveau de la deuxième contrebatte avant et de la deuxième contrebatte arrière, de chaque côté de la machine.

> Pour le batteur de type "axial", l'écartement optimum est de 4 à 6 mm entre les battes et le point le plus bas du contre-batteur.

Cependant, dans le cas de récolte où le poids de mille grains est faible, il sera indispensable de resserrer l'écartement batteur/ contre-batteur à 10 mm à l'avant et 5 mm à l'arrière, et 3 mm sur une machine de type axial.

Le régime du batteur

C'est le réglage qui a le plus d'incidence sur le taux de grains cassés. La vitesse tangentielle optimale du batteur doit être de 20 m/s, ce qui correspond à 630 tours/min pour un batteur au diamètre de 60 cm, ou 850 tours/min pour un batteur au diamètre de 45 cm.

L'avancement de la machine se situe souvent entre 4 et 6 km/h.

Le bon stade de récolte

Ne pas attendre pour récolter : une période de pluie après maturité peut entraîner du mitadinage, dégrader le PS, donner un aspect « lavé » aux grains et déclencher de la germination sur pied.

Prévoir la date de récolte, c'est possible grâce aux testeurs d'humidité du grain. Un contrôle de l'humidité au démarrage du chantier de récolte sera le bon réflexe pour poursuivre ou arrêter le travail. En production de blé dur, l'optimum d'humidité se situe entre 16 % et 13 % pour une bonne maîtrise du taux de casse. Il est inutile de retarder la récolte ou d'attendre le dessèchement total des pailles ; ceci engendrera une perte de poids, confrontera la culture aux risques de pluie et donc à la progression du mitadinage.

On peut récolter à partir de 16 % de teneur en eau dans le grain à condition, soit de livrer directement à l'organisme stockeur, soit d'avoir une installation de ventilation performante. En effet, lorsque le grain est humide, si la ventilation n'est pas bien conduite, il y a un risque de dégradation des grains par échauffement naturel, notamment à la partie supérieure des cellules, avec développement

de moisissures et d'insectes, perte de matière sèche et de qualité. En trois paliers de refroidissement bien menés, l'humidité sera ramenée à 15 %.

En cas de prévision d'un épisode pluvieux prolongé, il est possible de récolter dès 18 % pour préserver la qualité du grain mais il faut alors prévoir de sécher le grain puis de le refroidir.

La perte en eau du grain peut être très rapide : après le stade grain pâteux, selon les conditions de températures et de vent le grain peut perdre 2 points d'humidité par jour par temps séchant (et jusqu'à 4 points en zone Sud-Est). Hors pluies et orages, il est possible de passer d'une humidité idéale pour la maîtrise de la qualité à une humidité trop faible en l'espace de 3 à 4 jours.

Observer les pertes en cours de chantiers et l'état du produit dans la trémie

L'observation des pertes (en provenance des secoueurs, à l'arrière en bout de grille, sous l'andain) et de l'état du produit dans la trémie permet de modifier les réglages de la machine.

Dans une poignée de grains prélevée en trémie, il est normal d'observer deux à trois grains vêtus. Cela est très spectaculaire, mais ne représente qu'un à deux pour cent de déchets. Un lot trop propre en trémie résulte d'une fermeture excessive des grilles et un excès de ventilation, se traduisant par un retour au batteur de grains nus et trop de pertes arrières. La présence de grains cassés est importante (> 3 %), des embryons éjectés sont visibles à la loupe, les lots destinés à la semoulerie seront altérés.

Humidité du grain (%)*		Paille
16 à 13 %	Idéal pour la maîtrise de la qualité	Bon battage si 10 % de tiges vertes maximum
12 à 10 %	Risques qualitatifs, réglages plus fins	
< à 10 %	Risque de grains cassés très important	Effet brisant surcharge grilles

13 Stockage des grains



Tous les acteurs du stockage et de la conservation du grain poursuivent le même objectif : au minimum maintenir la qualité du grain tel qu'il a été récolté. Le stockage n'est donc pas une tâche passive mais un véritable métier technique, nécessitant la connaissance du comportement des caractéristiques du grain et des équipements de l'installation de stockage. La mise en place d'un véritable itinéraire de stockage est un élément majeur de succès.

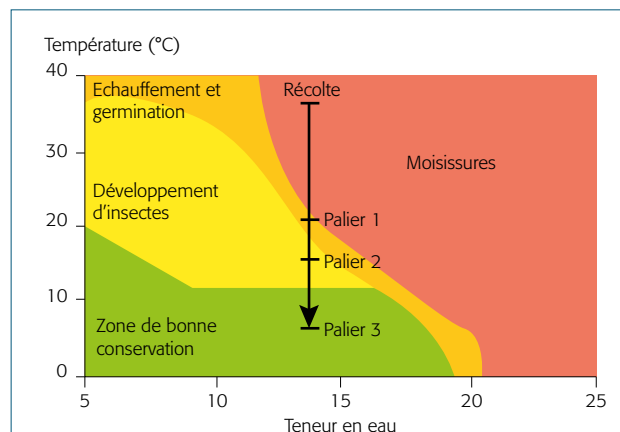
Facteurs de dégradation des grains en cours de stockage

L'évolution de la qualité des grains après la récolte dépend de plusieurs facteurs, parmi lesquels la température et l'humidité jouent un rôle prépondérant. Si ces deux facteurs ne sont pas maîtrisés, la qualité des grains peut être altérée par :

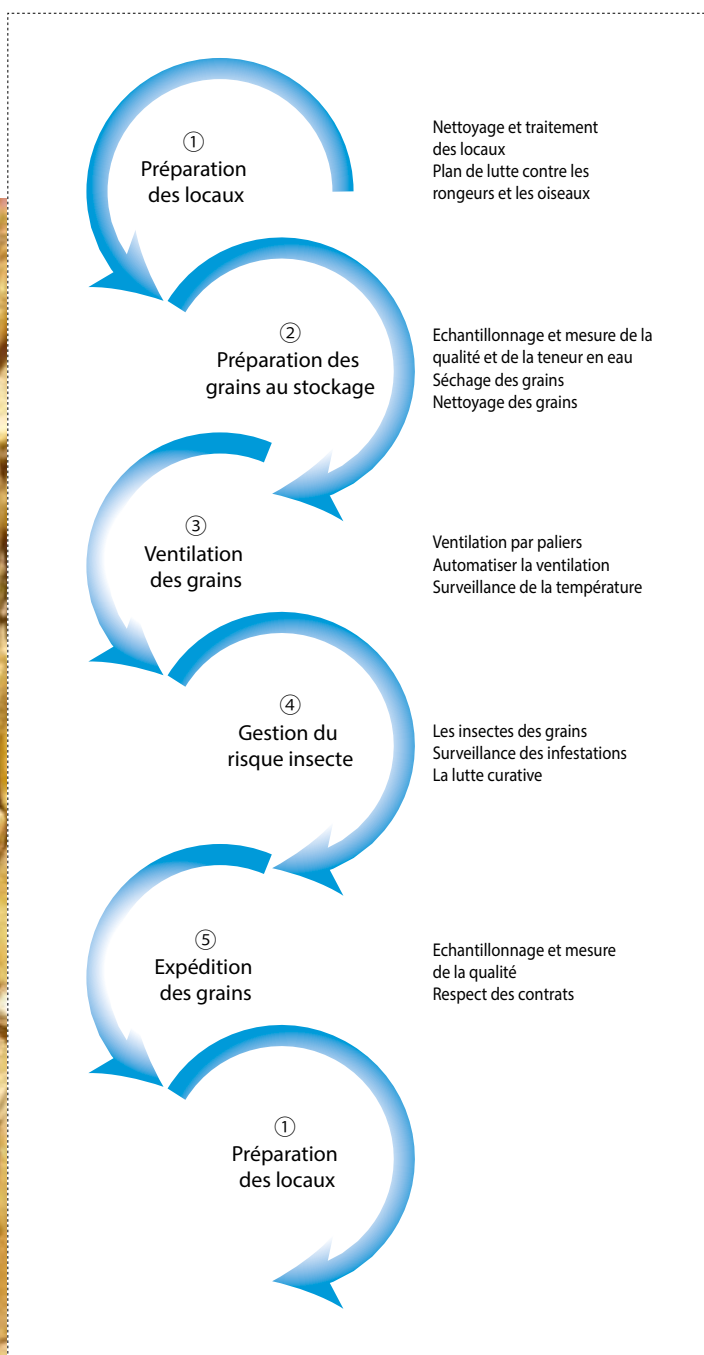
- La présence d'insectes
- Le développement de moisissures peut modifier l'aspect des grains (couleur) ou leur odeur (le flair), les rendant impropre à la commercialisation, ou, si ces moisissures sont productrices de mycotoxines (ochratoxine A), entraîner des dépassements de seuils réglementaires pouvant conduire à un déclassement de lots.
- Une reprise de l'activité biologique du grain et des réactions enzymatiques, entraînant échauffement, perte en matière sèche, baisse du pouvoir germinatif ou de la valeur technologique du grain.

Lorsque les grains sont stockés à une humidité relative inférieure à 70 % (soit une teneur en eau d'environ 14 % pour le blé dur), les microorganismes ne se développent pas. Par ailleurs, ramenés à une température inférieure à 10°C, les grains sont à l'abri d'une infestation par les insectes qui, à cette température, ne se reproduisent plus (figure ci-dessous).

Diagramme des risques de dégradation des grains en fonction de l'humidité et de la température ↴



Les étapes d'un stockage bien conduit →

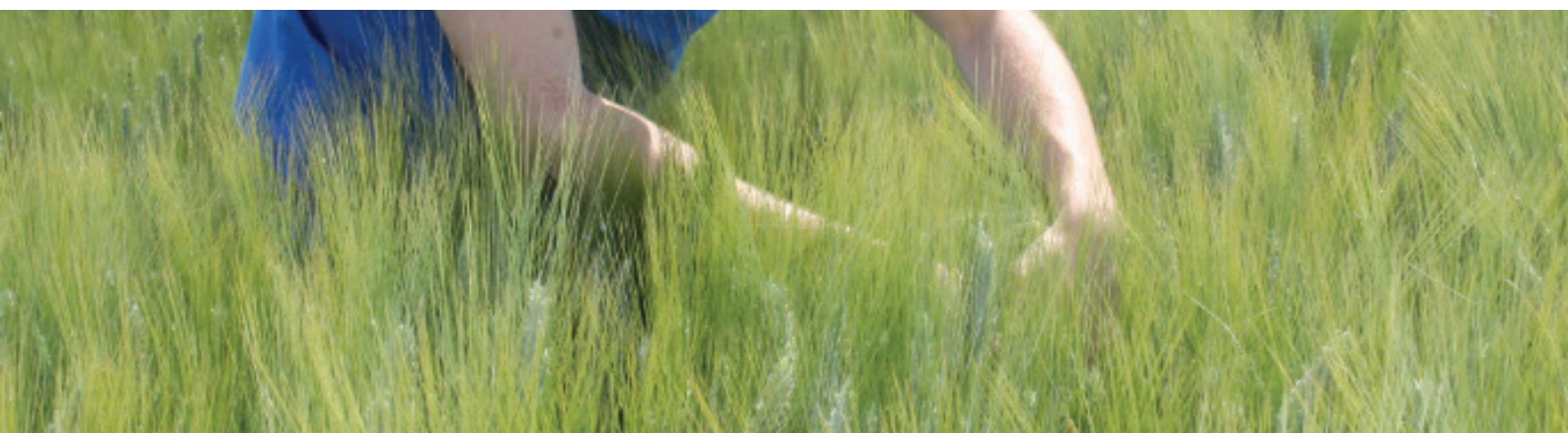


Pour en savoir +

- > Brochure « Stockage et conservation des grains à la ferme », ARVALIS - Institut du végétal - 2020
- > Brochure « Ventilation des grains : guide pratique », ARVALIS - Institut du végétal/COOP de France/FNA - 2008
- > Brochure « Séchage des grains en organisme stockeur : guide pratique », ARVALIS - Institut du végétal/COOP de France, 2003
- > Echantilis® : Échantillonneur de grains sur circuits de manutention <https://www.arvalis-infos.fr>
- > Sec-LIS® : outil d'aide au refroidissement des grains à la ferme <https://www.arvalis-infos.fr>

14

Intérêt du blé dur de printemps



Le blé dur de printemps a tout son intérêt dans une rotation qui veut introduire une céréale de printemps. Afin de maximiser ses performances, il faut le semer tôt et l'irriguer. Si l'évolution climatique se traduit dans les années qui viennent par des printemps chauds et secs, ses rendements pourraient devenir beaucoup plus aléatoires sans une irrigation adaptée.

Les écarts de potentiel de rendement entre blé dur d'hiver et de printemps sont en moyenne (références pluriannuelles) de 10 q/ha en sol profond irrigué, mais sont très variables (en fonction de l'année, des conditions de fin de cycle, la date de semis...).

Une culture de printemps supplémentaire dans la rotation permet de mieux gérer les graminées adventices (même si l'enherbement peut rester important dans les situations à forte infestation de ray-grass). On peut ajouter que le blé dur de printemps n'exprime que très rarement des symptômes de mosaïque et que les maladies racinaires s'y développent moins. Partager sa sole de blé dur entre des semis d'automne et des semis de printemps permet de répartir les risques agronomiques et les accidents de qualité.

Une conduite à adapter

Choix variétal : certaines variétés sont plus adaptées aux semis de printemps

Nulle nécessité d'adaptation variétale, le blé dur est fondamentalement une culture de printemps, c'est-à-dire qu'il n'a aucun besoin de vernalisation à l'inverse de la majorité des variétés de blé tendre. Toutes les variétés sont donc adaptées à cette conduite mais certaines sont plus performantes que d'autres en lien avec leur précocité à maturité et leur capacité à produire un nombre d'épis/m² suffisant (tallage). Dans notre région, nous pouvons constater les bons résultats d'ANVERGUR sur ce créneau.

Date et densité de semis

De par son cycle plus court, le blé dur de printemps possède moins de capacité de tallage. Afin d'obtenir un peuplement épis suffisant, la densité de semis devra être élevée. La date de semis est fonction de l'état de ressuyage des parcelles. Le plus tôt est le mieux, pourvu que l'implantation soit de qualité (optimale entre 1er et 25 février).

Nombre de grains à semer au m² selon la date de semis et le type de sol 🐦

Densités en grains semés	Blé dur de printemps	
	Avant le 1/03	Après le 1/03
Limons sains, limons argileux, argilo calcaires profonds Bonnes conditions, sol ressuyé, préparation fine Mauvaises conditions, sol humide, motteux, caillouteux	300 – 350	350
Limons battants, limons argilo-sableux Bonne préparation, sols sains Préparation difficile, sols sains	350 400	380 430
Argilo-calcaires superficiels, autres sols séchants Pierrosité faible, bonnes conditions, préparation fine Pierrosité forte, mauvaises conditions, préparation motteuse	380	430
Terre forte Bonnes conditions	380	430

Un itinéraire adapté

Le blé dur de printemps permet certaines économies par rapport au blé dur d'hiver ; en règle générale le régulateur de croissance est inutile. Cependant, en culture de printemps, le blé dur est généralement plus exposé aux attaques de rouille brune, le cycle étant décalé. Les stratégies de protection fongicide sont les mêmes. Les besoins en irrigation du blé dur de printemps peuvent être plus élevées (fin de cycle intervenant à une période généralement plus sèche).

La fertilisation azotée pourra se faire en trois apports, un premier (50U) entre le semis et 2 feuilles, le dernier apport adaptée à la variété (40 à 60 unités) au stade dernière feuille étalée et le complément au stade épi à 1cm. Le blé dur de printemps peut bien entendu être piloté grâce aux outils ouverts sur cette culture (N-Tester par exemple).



ARVALIS

Institut du végétal

3 rue Joseph & Marie Hackin
75116 PARIS

Membre de :



www.arvalisinstitutduvegetal.fr

Avec le soutien de :



Cette opération est cofinancée par l'Union Européenne. L'Europe investit dans les zones rurales.