

4 Désherbage du blé

Traiter avant de fertiliser

En sortie d'hiver, mieux vaut désherber son blé avant le premier apport d'azote. Non seulement les adventices sont moins développées - donc plus faciles à contrôler - mais elles ne concurrencent pas la culture dans l'absorption de l'engrais. Démonstration dans les essais ARVALIS – Institut du végétal conduits en 2010-2011.

Environ 70 % des surfaces de blé en France sont désherbées uniquement en sortie d'hiver. Et essentiellement entre le 15 mars et le 10 avril, donc après le premier apport d'azote, voire le deuxième.

Pourtant, un désherbage dès février avec les produits récents (les inhibiteurs de l'ALS notamment), même si les conditions climatiques ne sont pas optimales, s'avère plus efficace avant ou au moment du premier apport d'azote (figure 1).

C'est ce que trois essais conduits à Boigneville (91) et à Rots (14) en 2010 et 2011 ont montré.

Pour un semis durant la deuxième quinzaine d'octobre, trois doses d'azote (0, 40 et 80 unités) apportées au 3 ou 15 mars, ont été croisées avec trois dates de désherbage (à l'automne, au moment du premier apport et 30 jours après cet apport) à base d'Archipel 0,25 kg/ha + huile 1 l/ha. Les parcelles étaient infestées par du ray-grass à hauteur de 90 plantes/m².

➔ Un ray-grass peut consommer 40 unités d'azote en mars

Les études de la FNAMS (Fédération Nationale des agriculteurs multiplicateurs de semences) en ray-grass porte graine montrent que, si le cycle de la plante et ses besoins sont différents d'un blé, les périodes de demande azotée sont concomitantes. Les besoins en azote de cet adventice peuvent représenter jusqu'à 40 unités en mars.



ISSN n°1960 - 2049
Dépôt légal à la parution

Réf. 12101

Impression: Corlet Roto (53)

Ont collaboré à ce document:
les équipes d'ARVALIS-Institut du végétal et du CETIOM

Photo de couverture: J.Y. Maufras, ARVALIS-Institut du végétal
et N. Cornec

Avec la participation financière du Compte d'Affectation Spéciale pour le Développement Agricole et Rural (CASDAR), géré par le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du territoire.

Imprimé sur du papier 100 % recyclé
Document imprimé par une entreprise Imprim'Vert



Un désherbage moins efficace après le premier apport d'azote

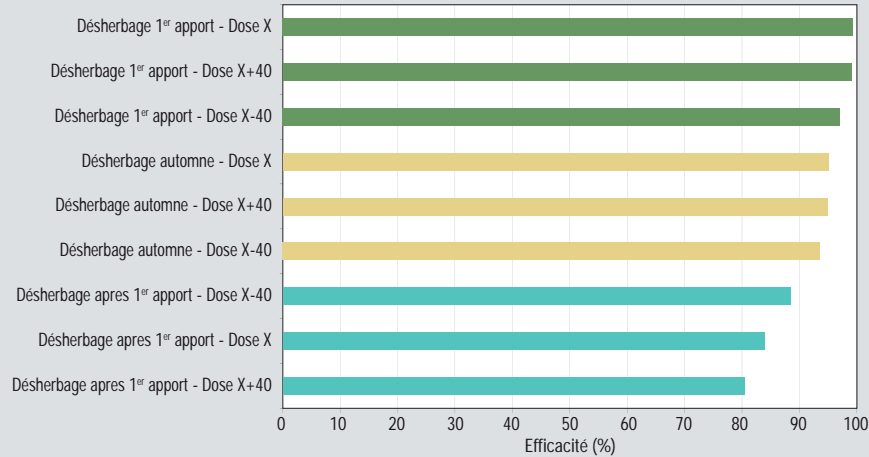


Figure 1 : Efficacité sur ray-grass de différentes dates de désherbage

Premier apport d'azote : un effet sur les adventices

Toutes les modalités avec un désherbage après l'apport d'azote sont désavantagées, d'un point de vue « efficacité ». Pour une même date de désherbage, plus la fertilisation est importante, plus le contrôle du ray-grass devient limité et ceci d'autant plus que le désherbage est tardif. Car il ne faut pas perdre de vue que les adventices réagissent positivement à l'azote et, en particulier, le ray-grass, le vulpin et même les bromes. En situation de forte densité, ces adventices sont capables d'absorber 20 à 40 unités en sortie d'hiver.

En situation de forte densité, ray-grass, vulpins voire bromes sont capables d'absorber 20 à 40 unités en sortie d'hiver.

Si l'apport est de 40 à 50 unités, cette dose sera bien évidemment à « partager » entre la culture et les adventices en absence de désherbage. Profitant de cet azote, les adventices se développent et leur contrôle en pâtit.

Des pertes d'épis et de quintaux à la clé

Le comptage des épis va dans le même sens. Leur nombre diminue d'environ 50 épis/m² lorsqu'il reste des ray-grass après le désherbage ou bien lorsque ceux-ci profitent de la fertilisation azotée. Cette perte a bien entendu des conséquences sur le rendement (figure 2). Les modalités désherbées après le premier apport obtiennent des rendements inférieurs de 16 q/ha, en moyenne, par rapport à celles désherbées au moment de l'apport azoté.

Pour une même époque de désherbage, le niveau de fertilisation n'est pas discriminant. Étonnamment, quel que soit le moment où le désherbage est effectué, les parcelles sur-fertilisées au premier apport ne sont pas plus productives. L'explication réside probablement dans l'analyse du contexte de l'année: en 2010 et 2011, la sortie d'hiver a été relativement sèche, ce qui a peut-être limité la valorisation de cet apport azoté supplémentaire. L'essai montre qu'à niveau équivalent de fertilisation, les parcelles les plus productives sont celles désherbées à l'automne ou au premier apport. À noter que le désherbage d'automne seul, qui n'atteint pas 100 % d'efficacité, laisse passer quelques ray-grass, finalement peu concurrentiels pour le rendement. Toute la difficulté consiste à évaluer l'intérêt de la ré-intervention de sortie d'hiver. Les essais ARVALIS-Institut du végétal réalisés depuis une

dizaine d'années montrent que le programme automne + sortie d'hiver sécurise l'efficacité et le rendement, contrairement à l'application unique de sortie d'hiver, plus aléatoire, et ce d'autant plus que la situation est infestée.

Piloter la fertilisation sans oublier le désherbage

Cet essai conforte toutes les études sur l'impact du désherbage précoce: des quintaux sont gagnés notamment en améliorant la conduite générale de la culture, et en particulier la fertilisation. Pour toutes les situations moyennement à fortement infestées, un désherbage précoce est impératif. En situations fortement infestées, le désherbage d'automne à l'aide de produits racinaires est obligatoire. Dans les autres cas, désherber tôt s'avère une option facultative. Néanmoins, au même titre que la fertilisation azotée doit être calée au plus juste des besoins de la culture, le désherbage est un facteur important du rendement qu'il ne faut surtout pas négliger. En ajustant au mieux sa fertilisation sans raisonner son désherbage, le risque est de se retrouver avec des apports azotés précoces pilotés au plus juste sur des parcelles non désherbées. Cela profite à la culture mais surtout aux adventices qui pourront ainsi concurrencer plus facilement le blé et seront plus difficiles à maîtriser. Il est donc important de désherber précocement en sortie d'hiver au moment du premier apport ou au plus tard quelques jours après. ■

Pour en savoir plus
 Perspectives Agricoles a consacré un article à ce sujet dans son n° 375 de février 2011.



Des rendements moins pénalisés par des désherbages précoces

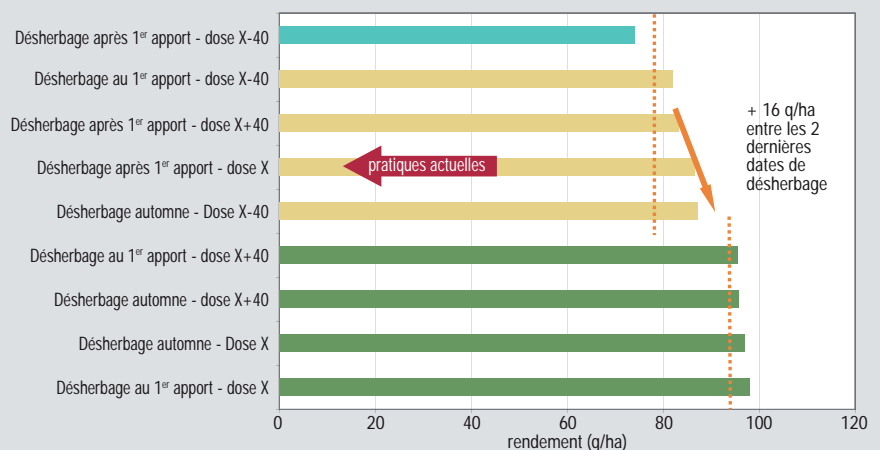


Figure 2 : Rendement du blé selon la date de désherbage par rapport au 1^{er} apport azoté. Le code couleur correspond à des groupes statistiques différents, au seuil de 5 %

6 Fertilisation du blé

Réussir l'apport d'azote à épi 1 cm

Le stade « Epi 1 cm » marque le début de la montaison du blé, qui coïncide avec le démarrage d'une forte croissance de la culture et de ses besoins en azote. Pour y répondre, un apport d'engrais azoté est généralement nécessaire en complément des fournitures du sol et d'éventuels épandages de produits organiques. Rappel des principaux éléments techniques pour optimiser l'efficacité de cet apport.



L'ammonitrate fait généralement l'objet de moins de pertes gazeuses que la solution azotée.

➤ Tolérance aux carences azotées : un lien avec la productivité

De nombreuses questions se font jour depuis plusieurs années concernant l'impact des variétés sur la capacité du blé à tolérer des carences azotées précoces. Dans une récente étude, les performances d'un panel de variétés représentatif des années 2005 à 2008 ont été testées selon deux conduites de fertilisation azotée : une conduite carencée précocement en azote et une autre a priori à l'optimum. À quelques exceptions près, le classement relatif des variétés entre elles n'est pas bouleversé en profondeur par le changement de conduite de fertilisation. En d'autres termes, une variété arrivant en tête dans des situations conduites à l'optimum présente de fortes probabilités de bonne performance en situation carencée. Les différences génétiques concernant la valorisation de l'azote s'expriment beaucoup plus dans la phase d'absorption tardive, soit en fin de cycle. Elles semblent liées aux performances des variétés plus ou moins capables de concentrer des quantités importantes de protéines dans le grain.

Afin d'assurer un maximum d'efficacité des apports d'engrais azotés, ceux-ci doivent être positionnés au mieux en fonction des besoins de la culture. Dans le cas du blé tendre d'hiver, l'apport effectué à la reprise de végétation au stade « Epi 1 cm » revêt une importance capitale. Il correspond à la période où les besoins du blé sont les plus importants (figure 1). Plutôt modestes au début de son cycle de développement, les besoins de la plante explosent en début de montaison pour s'atténuer progressivement jusqu'à la maturité, la fin de l'absorption s'effectuant quelques temps avant cette dernière. Soigner les conditions de cet apport apparaît donc d'une importance primordiale pour ne pas pénaliser précocement le potentiel de rendement.

Ajuster la dose

La méthode du bilan d'azote prévisionnel fournit la dose totale à apporter sur l'ensemble du

cycle. Outre l'apport au stade « Epi 1 cm », la stratégie « classique » de répartition de cette dose comprend un apport réduit au stade tallage, pas toujours systématique, et un apport en fin de montaison. Le premier apport ne dépasse pas 80 kg d'azote à l'hectare (N/ha) (à confronter avec la réglementation locale en vigueur) tandis qu'il faut généralement réserver 40 kg N/ha pour le dernier apport... voire 80 kg N/ha dans le cas des blés durs ou améliorants.

Le solde est donc à apporter proche du stade « Epi 1 cm », pour qu'il soit disponible en tout début de montaison. Dans de bonnes conditions d'apports, le blé est tout à fait capable de valoriser des doses importantes à ce stade. Néanmoins, si la dose à apporter dépasse 120 kg N/ha et que la forme d'engrais employée est sensible aux pertes par volatilisation, il peut être pertinent de la diviser en deux apports encadrant le stade « Epi 1 cm ».

➤ Pour en savoir plus

Perspectives Agricoles a consacré un article à ce sujet dans son n° 375 de février 2011.



8 Fertilisation des céréales à paille

Un minimum de pluies requis pour valoriser les engrais azotés

Si une quinzaine de millimètres d'eau tombent dans les 15 jours suivant un apport d'engrais, l'azote est généralement bien valorisé par la culture. Dans de nombreuses régions, ces conditions climatiques sont souvent au rendez-vous de mars à juin. Mais attention aux années sèches.

Qu'ils soient solides ou liquides, les engrais azotés ont besoin de pluies après leur apport pour être bien valorisés par les cultures. Peu importe que l'horizon de surface du sol soit sec ou humide au moment de l'intervention.

Il est nécessaire de cumuler environ 15 mm de pluie dans les 15 jours suivant l'apport pour assurer une valorisation correcte de l'engrais par la culture.

Plusieurs expérimentations, dont celles réalisées sur blé sous les serres mobiles de la station ARVALIS – Institut du végétal du Magneraud (17), ont montré qu'il est nécessaire de cumuler environ 15 mm de pluie dans les 15 jours suivant l'apport pour assurer une valorisation correcte de l'engrais par la culture. Rappelons que même si ce critère est respecté, d'autres paramètres peuvent pénaliser cette valorisation comme la volatilisation ammoniacale ou une dynamique de croissance réduite de la culture.

➔ Pour en savoir plus

Perspectives Agricoles a consacré un article à ce sujet dans son n° 364 de février 2010.



Quelle que soit la forme d'engrais, l'apport sera mal valorisé s'il ne pleut pas environ 15 mm dans les 15 jours suivants.

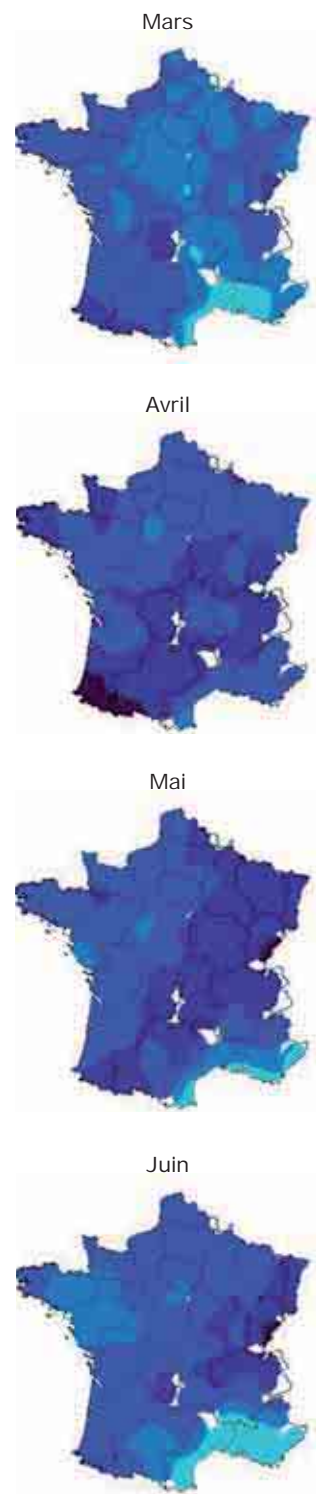


Des fenêtres d'intervention raccourcies en mars et juin

Sur la base d'un seuil de 15 mm de pluie dans les 15 jours suivant l'apport, il est possible de déterminer le nombre de jours par mois a priori propices pour réaliser un apport d'engrais azoté dans de bonnes conditions. Ce calcul a été réalisé pour deux scénarios pluviométriques (année « médiane » et année sèche) pour les quatre mois durant lesquels se déroule la majorité des apports d'engrais azotés sur grandes cultures: mars, avril, mai et juin. En année médiane, qui équivaut à la normale saisonnière, la valorisation des apports d'engrais par la pluie ne pose pas réellement de problème à l'échelle nationale, excepté en mars et juin dans certaines régions. En revanche, en années sèches, plusieurs zones du territoire français peuvent être confrontées à des difficultés (figure 1). Soulignons que les deux mois les plus à risques sur ce critère en années sèches sont mars et de juin. Rappelons enfin que ces cartes sont « tendanciennes » et ne permettent que des réflexions stratégiques *a priori* en termes de conception des itinéraires techniques. Consulter les prévisions météorologiques est un atout important avant de décider de l'opportunité d'un apport d'engrais azoté en cours de campagne. ■

Un risque accru en mars et juin en années sèches

Années sèches



Légende:



Figure 1 : Nombre de jours propices à une bonne valorisation d'un apport d'engrais azoté par la pluie en années sèches.

égén e onnées issues e étéo- rance

Plus la couleur de la zone est claire, et plus le risque d'une mauvaise utilisation de l'azote apporté est grand, car moins nombreux sont les jours permettant d'atteindre le cumul de 15 mm dans les 15 jours.

Profitez des carboxamides

De nouveaux fongicides à base de carboxamides de nouvelles génération sont disponibles pour cette campagne. Les essais menés par ARVALIS-Institut du végétal ont montré qu'ils apportaient un vrai « plus » en termes d'efficacité sur septoriose... Sachant qu'ils coûtent toutefois plus chers.

Relancée en 2007 avec la commercialisation de Bell sur céréales par BASF Agro, la famille des SDHI (inhibiteurs de la succinate déshydrogénase) ou carboxamides de nouvelle génération s'enrichit cette année de nouvelles spécialités. BASF Agro propose ainsi Bel Star, à base de boscalid et d'époxiconazole très proche de Bell mais reformulé. La dose de triazole par hectare y est renforcée (+25 %) et la formulation (OD pour Oil dispersible) optimise l'efficacité de chaque composant. La firme préconise un apport de 1,5 à 2 l/ha sur blé et orges, pour un coût de l'ordre de 49 et 65 €/ha. Les résultats des essais menés par ARVALIS - Institut du végétal sur septoriose situent Bel Star très clairement au-dessus de Bell. À demi-dose (1,25 l/ha) et pour 40 €, ce produit est comparable à l'association Opus New 0,9 + Pyros EW 0,7 (38 €). Au quart de dose, il se rapproche d'un mélange Opus New 0,6 + Pyros 0,7...

Sur rouille brune, les résultats des essais 2011 à demi-dose (1,25 l/ha) sont également comparables à ceux d'Opus New 0,9 + Pyros EW 0,7 et identiques à Opus New 1 l/ha. Vis-à-vis de l'helminthosporiose sur orge, Bel Star donne d'excellents résultats, très supérieurs à ceux de Bell. Au quart de dose, il obtient encore des résultats très honorables.

Différentes déclinaisons du fluxapyroxad

BASF Agro commercialise également sur cette campagne une série de spécialités à base de fluxapyroxad, matière active développée sous le nom de Xemium. Homologuée début octobre 2011 en solo sous le nom d'Imtrex, cette molécule systémique agit à la fois en préventif et en curatif. Son spectre s'étend sur céréales au piétin verse et aux maladies des feuilles. Seules les maladies des épis et la rouille jaune ne sont pas couvertes par l'autorisation de mise en marché (AMM), qui inclut une extension d'usage contre la ramulariose de l'orge. Autorisé en solo, le produit est commercialisé exclusivement en pack pour l'orge. Imtrex twin contient 5 litres d'Imtrex et 3 litres de Comet 200 (pyraclostrobine). Les doses pré-

Rouille brune : les nouveautés à base de carboxamides dépassent Fandango S I I



Figure 1 : 2 essais 2010/2011 menés par ARVALIS - Institut du végétal. Application au stade fin montaison. Efficacité : quantité témoin de 38 %, ETR de 5,6, P < 5 % ; Rendement : témoin à 73,2 q/ha, ETR de 2,4, P < 5 %.

La gamme de fongicides disponibles pour les pulvérisations 2012 va s'enrichir de nouveaux produits à base de fluxapyroxad et de bixafen.



conisées sont comprises entre 0,7 + 0,4 l/ha et 1 + 0,6 l/ha. Selon les estimations d'ARVALIS-Institut du végétal, un tel traitement coûte de l'ordre de 42 à 60 €/ha. Cette offre sans triazole trouve sa place plutôt en T2 avec un très haut niveau d'activité sur l'helminthosporiose et la rouille naine. Les résultats d'efficacité sur ramulariose et grillures font malheureusement défaut.

De l'époxiconazole avec l'Imtrex

L'Imtrex est également à la base d'Adexar, qui y associe de l'époxiconazole à 62,5 g/l. La firme préconise ce produit entre 1 et 1,33 l/ha sur blés et 0,9 à 1,2 l/ha sur orges. Les coûts indicatifs sont compris respectivement entre 52 et 69 €/ha et entre 47 et 63 €/ha. Sur rouille brune, Adexar présente, avec 81 % d'efficacité à demi-dose, des résultats supérieurs à la référence Opus à pleine dose. Il est également actif contre la rouille jaune du blé, des orges et du triticale. Malgré un nombre limité de données, Adexar est apparu extrêmement efficace sur septoriose. Les résultats reflètent certainement l'excellente activité intrinsèque du fluxapyroxad. Malgré un coût hectare de plus de 100 € à dose pleine, cette solution offre un excellent rapport qualité/prix : pour 25 €, elle surpasse non seulement la référence Opus, mais aussi des solutions du type Opus New 0,9 + Pyros EW 0,7, qui coûtent autour de 40 €/ha. Cette robustesse à la réduction de dose observée dans les essais peu attaqués menés par ARVALIS-Institut du végétal en 2011 mérite toutefois d'être confirmée avec une forte pression parasitaire. Plus performant et polyvalent que Bell ou même que Bell Star, Adexar devrait répondre aux besoins de protection les plus élevés. Bémol : son prix. Il s'oriente donc vers les situations à potentiels de rendement élevés, associés à une forte pression de maladie.

Aviator Xpro très efficace sur septoriose

Bayer mise de son côté sur le bixafen, membre de la nouvelle génération des SDHI. La firme développe cette matière active pour les applications foliaires sur céréales sous forme de deux associations Aviator Xpro et Skyway Xpro, proposées dans certains cas en pack avec du chlorothalonil ou de la trifloxystrobine. Aviator Xpro associe bixafen et prothioconazole. Il est préconisé entre 0,75 et 1 l/ha en blé et entre 0,7 et 0,9 l/ha sur orge, soit entre 53 et 70 €/ha pour le premier et 50 à 63 €/ha pour la seconde. Aviator Xpro a fourni en 2011 d'excellentes efficacités sur septoriose, conformes à celles de 2010. À 1,25 l, il apporte 188 g de prothioconazole. Il peut donc être comparé à Joao 0,8 l qui en apporte 200 g, or 22 points

Septoriose : les nouveautés très efficaces à pleine dose



Figure 2 : 2 essais 2010/2011 menés par ARVALIS-Institut du végétal. Quantité témoin : 12 %, ETR : 85 %, P : 0,06

BAS 702 F en 2013

Cette année, BASF Agro propose également Ordexo Twin et Xenco Twin, des packs associant Adexar et Comet 200. En 2013, la firme devrait proposer ce mélange qui associe une triazole et un carboxamide à une strobilurine, la pyraclastrobine, sous forme de préparation prête à l'emploi. Testé dans les essais ARVALIS-Institut du végétal sous le nom de code BAS 702 F, ce produit complet constitue incontestablement le très haut de gamme de chez BASF Agro, toutes céréales confondues.

d'efficacité séparent les deux formules. Ce résultat reflète l'intérêt majeur du bixafen sur cette cible. À demi-dose (0,625 l/ha), soit aux alentours de 44 €/ha, il offre des efficacités au moins égales à son équivalent prix, Opus New + Pyros Ew. Au quart de dose, soit pour un peu plus de 20 €, Aviator Xpro vaut un Opus 1 l. Des références sont attendues dans des situations à plus fortes pressions en septoriose.

De bons résultats en rouille brune

Côté rouille brune du blé, les résultats sont d'un bon niveau. À pleine dose (1,25 l/ha), Aviator Xpro fournit une efficacité de 84 %, supérieure de 10 points à la référence Opus à pleine dose. Il apporte en outre un gain de rendement remarquable de 5,9 q/ha. À demi-dose, ce produit se situe presque au niveau d'Opus 1 l, mais il décroche fortement au

quart de dose. Sur rouille brune et en conditions extrêmes de pression de maladie, il ne peut donc pas rivaliser sur le plan technico-économique avec les meilleures solutions associant triazole et SDHI ou triazole et strobilurine.

De vrais atouts sur orge

Sur orge, Aviator Xpro montre une excellente efficacité sur *H. teres*, sans doute l'un de ses atouts majeurs. Les résultats toutes doses confondues en font l'un des meilleurs rapports qualité/prix du moment. Sur rouille naine, l'action du prothioconazole renforcée par le bixafen donne d'excellents résultats. Skyway Xpro contient en plus du tébuconazole mais sur des concentrations différentes. Le produit est préconisé entre 0,75 et 1 l/ha sur blé et entre 0,7 et 0,9 l/ha sur orges, les coûts indicatifs étant respectivement de 53 à 70 €/ha et à 63 €/ha. Sur septoriose, rouille brune, helminthosporiose et rouille naine de l'orge, Skyway Xpro se classe dans les essais ARVALIS-Institut du végétal au même niveau qu'Aviator Xpro (figure 1). Ces produits ne sont pas strictement équivalents par leur composition, mais malgré tout très proches. Ce qui laisse peu de chance de voir s'exprimer entre eux des différences très significatives. ■

Pour en savoir plus

Perspectives Agricoles a consacré un dossier à ce sujet dans son n° 384 de décembre 2011.



Fongicides : investir plus peut valoir la peine

Pour augmenter les rendements, investir davantage dans la protection fongicide quand les prix du blé sont élevés peut se justifier. Une telle stratégie permet de faire face plus efficacement à une forte pression de maladie et d'intégrer plus facilement les nouvelles spécialités à base de SDHI tout en diversifiant les modes d'action.

En 2011, la dépense fongicide moyenne sur blé tendre s'est établie à 63 €/ha. Elle s'affiche ainsi en recul de 4 €/ha par rapport à 2010 (67 €/ha) et de respectivement 14 et 19 €/ha par rapport à 2009 et 2008, années à forte pression de maladies. En cas de pression moyenne sur 2012, une dépense de 63 €/ha apparaît comme un investissement nécessaire et suffisant. Compte tenu du cours élevé des céréales et toutes choses égales par ailleurs, cet investissement peut même progresser. Avec du blé à 18 € du quintal, la rentabilité

En dépensant 5 à 10 € de plus à l'hectare, il devient possible d'aller plus loin pour chercher un ou deux quintaux supplémentaires.

des intrants augmente. En dépensant 5 à 10 € de plus à l'hectare, il devient possible d'aller plus loin pour chercher un ou deux quintaux supplémentaires.

Des nouveautés plus chères que l'existant

C'est cette hypothèse de prix soutenus qu'ARVALIS-Institut du végétal a retenu pour établir les programmes 2011/2012. Ils évoluent donc sensiblement par rapport à la campagne précédente, où ils se fondaient sur un blé rémunéré de 13 à 15 €/q. Un tel choix permet notamment de profiter de l'arrivée sur le marché des SDHI de nouvelle génération. Plus chères que l'existant, ces molécules apportent néanmoins des progrès en termes d'efficacité. À pleine dose, ces produits surpassent largement les solutions disponibles, faisant progresser les rendements. Ils contribuent également à diversifier les modes d'action et participent à rendre la lutte contre les maladies plus durable. Reste que leurs prix étant plus élevés, il faut arbitrer entre solutions économiques moins performantes et solutions

plus efficaces mais plus chères. À la lumière des résultats certes fragiles acquis dans les essais de 2010 et 2011, les SDHI ont parfaitement leur place dans les programmes de traitement... à condition d'adapter les doses au niveau de pression des maladies et du potentiel de rendement.

Des SDHI plutôt en T2

A priori, ces nouveautés se positionnent naturellement en T2 dans le cadre d'un programme à deux ou trois traitements. Mais elles peuvent également être valorisées en traitement unique. Sans activité marquée contre la fusariose, ces molécules n'ont pas leur place en T3. Elles pourraient occuper le segment des T1, mais les associations à base de chlorothalonil méritent d'être conservées à cette place, au moins pour maintenir une certaine diversité des modes d'action. L'expérience a par ailleurs montré que le positionnement du boscalid, première génération de SDHI, était généralement plus favorable en T2. Autant de raisons qui incitent à positionner ces nouveautés à ce stade. Une seule nuance dans le cadre particulier de la lutte contre le piétin verse : l'association Unix Max + Bell compte parmi les solutions les plus performantes du marché sur cette cible.

Profiter de l'effet rendement

Si l'introduction d'un SDHI dans le programme est retenue, trois cas de figures se présentent. L'option la plus « pragmatique » consiste à substituer 1 € d'un fongicide classique par 1 € de SDHI. Sans risque et globalement gagnant, ce choix peut néanmoins s'avérer sans autre bénéfice majeur que la diversification des modes d'action. Une autre possibilité consiste à accompagner l'introduction de ces innovations d'une franche augmentation de l'investissement fongicide en misant sur le po-

➤ Trois règles pour diversifier les modes d'action

Comment diversifier les modes d'action afin de limiter l'apparition de résistances ? Trois règles.

- pas plus d'un prochloraze, d'une strobilurine et d'un carboxamide par campagne.
- alterner si possible les triazoles au cours de la saison en évitant d'utiliser deux fois la même matière active.
- ne pas hésiter à recourir aux multi-sites (chlorothalonil principalement) non concernés par les risques de résistance.



tentiel technique de ces nouvelles solutions. Un calcul plutôt risqué, à réserver exclusivement aux situations où l'importante pression de maladie et le fort potentiel de rendement justifient une augmentation significative de la dépense. La troisième solution revient à investir sur cette nouvelle famille de produits les 5 à 10 € supplémentaires permis par une embellie espérée durable du prix du blé. En T2, l'investissement peut alors être porté à 40-45 €/ha. À titre de repères, cela donne des doses de 0,8 à 0,9 l/ha pour Adexar, 0,6 à 0,65 l/ha pour Aviator Xpro et 1,25 à 1,4 l/ha pour Bell Star. Un choix qui se fonde sur un maintien des cours du blé à un niveau élevé.

Ne pas tout bouleverser

Si ces nouvelles molécules ont parfaitement leur place dans les programmes, les autres solutions ne sont pas pour autant disqualifiées. Certaines d'entre elles présentent certes une activité intrinsèque inférieure sur septoriose, mais leur rapport qualité/prix reste satisfaisant. Sur rouille brune, les strobilurines associées à des triazoles conservent tout leur intérêt, par exemple. Tout ne mérite donc pas d'être bouleversé, ni partout.

En T1 sur septoriose, c'est aux triazoles qu'il faut plutôt recourir. Elles sont proposées de préférence associées avec du chlorothalonil ou du prochloraze afin de renforcer leur efficacité contre la maladie. Le chlorothalonil étant

La dépense optimale fortement influencée par le prix du blé

Nuisibilité attendue	a	a	a	a	a	a	a	a
9	13	24	34	45	55	66	76	87
11	17	29	41	52	64	76	88	100
12	19	31	44	56	68	81	93	105
13	20	33	46	59	72	85	98	111
15	24	38	52	66	80	94	108	122
16	25	40	54	69	84	98	113	127
18	28	44	59	75	90	106	122	137
20	31	47	64	80	97	114	130	147
22	33	51	68	86	103	121	138	156

Tableau 1 : Dépense fongicide optimale théorique sur blé en fonction de la pression parasitaire attendue et sous neuf hypothèses du prix du quintal (150 essais 2005 à 2011).

ne n é end e de dé e e ng de dé e é e nne de e ne d e e en e e e en e e e nnée e de e e de e ee e ne d e de e nd e nne e ee é n e e d e de en e e e e en end e en ee e en é e dé e n e n né e n e

un fongicide multi-sites, il offre un risque de résistance limité. En cas de menace de piétin verse, la stratégie la plus efficace, rappelons-le, consiste à recourir aux variétés résistantes. À défaut, la métrafénone et le cyprodinil, de préférence associés à une autre molécule efficace, restent les meilleurs recours en cas de forte attaque.

Compléter les triazoles en T2

En T2, des stades « dernière feuille » à « épiai-

son », les SDHI et/ou les strobilurines trouvent leur place en complément des triazoles. Contre la septoriose, l'adjonction de prochloraze renforce généralement l'efficacité de ces dernières. Pour les régions et les variétés où la rouille brune est particulièrement difficile à contrôler, l'ajout d'une strobilurine est proposé de 0,2 à 0,3 l/ha. Ailleurs, il faudra rester vigilant, s'assurer de l'efficacité de son programme en particulier en T2, et peut être renforcer la protection si les risques rouille brune perçus cet automne devaient se confirmer.

En T3 à floraison, il est préférable d'éviter l'azoxystrobine et la picoxystrobine pour toutes les situations agronomiques où le risque fusariose est avéré et lorsque l'objectif de qualité sanitaire est prioritaire. Le mieux est alors d'utiliser un triazole anti-fusarium seul. La dimoxystrobine (Swing Gold) et la fluoxystrobine (Fandango S) peuvent néanmoins être utilisées associées respectivement dans Swing Gold et Fandango S. Les résultats acquis récemment ont montré que les effets négatifs observés sur la qualité sanitaire, du fait de l'utilisation des strobilurines à la floraison, étaient généralement absents ou peu marqués avec ces deux molécules et seulement celles-ci. ■

Les carboxamides ont leur place en T2, en complément des triazoles.

➔ Pour en savoir plus

Perspectives Agricoles a consacré un dossier à ce sujet dans son n° 384 de décembre 2011.



Phytos : prévenir les risques en se protégeant

La manipulation des produits phytosanitaires peut engendrer des risques pour la santé. Quelques précautions, en particulier une bonne organisation de chantier et le port d'équipements de protection, permettent de protéger correctement l'utilisateur.

Les produits phytosanitaires ne sont pas des substances anodines. Leur utilisation et leur manipulation peuvent engendrer des risques pour la santé. Au cours d'un chantier de traitement phytosanitaire, l'utilisateur peut être exposé à des projections, à la respiration de poussières ou à des contacts avec du matériel souillé. En grandes cultures, la peau est de loin la principale porte d'entrée des produits dans le corps humain. Viennent

ensuite les voies respiratoires par l'inhalation de vapeurs ou de poudres ainsi que le tube digestif, principalement via les mains contaminées portées à la bouche. Les yeux peuvent également constituer une voie d'entrée. Plus rare, elle est néanmoins grave car elle touche directement au système nerveux. Une bonne organisation des chantiers, un équipement approprié pour réaliser les préparations de bouillies et le port d'un équipement

de protection adapté peuvent fortement atténuer ces risques de contact. La vigilance doit donc être permanente.

Certaines étapes plus risquées

Lors des tâches de traitement, d'ensachage ou de stockage des semences et de nettoyage du matériel, les risques de projection de produits, d'inhalation de poussières et de contact avec du matériel souillé sont importants. Ces



Des précautions particulières pour les employés

Les agriculteurs employeurs doivent être vigilants quant à l'exposition de leurs salariés ou de toute autre personne travaillant sous leur responsabilité s'ils ont à manipuler les produits phytosanitaires. Concernant le local de stockage, quelques obligations supplémentaires sont à suivre en matière d'affichage sécurité, d'ouverture de porte vers l'extérieur... L'employeur doit établir un document unique pour l'évaluation des risques professionnels. Mis à jour chaque année, il comporte un inventaire des risques identifiés. L'employeur établit pour chaque travailleur une fiche d'exposition dont le double est transmis au médecin du travail. Tout travailleur exposé doit être formé sur les risques qu'il encourt ainsi que sur les moyens de les éviter. Il dispose d'un document écrit qui l'informe des risques et des précautions à prendre. L'employeur doit également veiller à ce que les travailleurs utilisent les équipements de protection individuelle adaptés (EPI) qu'il leur fournit. Il veille à leur entretien et assure leur remplacement périodique. Les travailleurs doivent être formés sur les conditions de leur utilisation.

Dès la préparation de la bouillie, l'utilisateur doit se protéger des projections de produit pur ou dilué, des vapeurs ou des poussières émanant des bidons.



La réglementation oblige l'utilisateur à séparer les produits les plus dangereux des autres produits dans le local de stockage. Cela nécessite de savoir les identifier.

Se protéger de la tête aux pieds

L'équipement complet comporte plusieurs éléments :

- des gants en nitrile épais réutilisables, de préférence à longues manchettes pour la protection de l'avant-bras. Des gants en nitrile plus fins, à usage unique, peuvent également être utilisés lors des interventions au champ.

- un masque ou demi-masque filtrant (avec un filtre A2P3 adapté au risque phytosanitaire), des lunettes compatibles dans le cas du port d'un demi-masque ou un écran facial. Ce dernier protège la peau contre les éclaboussures ou des gouttelettes mais pas les voies respiratoires.

- des bottes qui assurent une protection chimique et mécanique. Elles doivent être étanches, en nitrile, avec des semelles et des embouts de protection.

- une combinaison de protection spécifique. Ce peut être un vêtement durable imperméable au liquide et en matériau résistant aux produits chimiques, de classe de protection type 4 minimum. Ce type de vêtement doit être lavé à part. Il peut aussi s'agir d'une combinaison spécifique jetable. Celles à usages multiples offrent un compromis acceptable entre protection (type 4 minimum), résistance mécanique et confort de l'utilisateur.

- un tablier étanche peut également être utilisé pendant la phase de préparation de la bouillie.

chantiers doivent donc être réalisés avec une protection complète et spécifique : combinaison, gants, masque respiratoire et lunettes. Les chantiers de semis sont rarement identifiés à risque. Pourtant, la manipulation des semences traitées ou des insecticides microgranulés comporte des risques importants (respiration de poussières ou contact direct avec le produit). Il faut se protéger les mains (gants en nitrile épais pour une bonne résistance mécanique) et les voies respiratoires (masque à poussière P3). Pendant le semis, l'exposition aux poussières générées par la turbine d'un semoir pneumatique peut être diminuée en orientant le flux vers le sol, ce qui est obligatoire en semis de maïs, ou bien en l'équipant d'un filtre adapté.

Vigilance lors du remplissage

Le remplissage du pulvérisateur fait également partie des étapes à risque. Lors du dosage des produits et de la préparation de la bouillie, l'utilisateur doit se protéger des projections de produit pur ou dilué ainsi que des vapeurs ou des poussières émanant des bidons. La prévention des risques passe d'abord par un équipement adapté : plan de travail (paillasse) stable et à bonne hauteur, incorporateur sur le pulvérisateur, point d'eau annexe à proximité immédiate... La préparation des produits et le rinçage des bidons et ustensiles de préparation doivent se faire avec précaution et sans précipitation. Cette étape nécessite une protection complète et spécifique : combinaison, gants, masque respiratoire et lunettes. Pour éviter le port prolongé du masque respiratoire,

La manipulation des semences traitées ou des insecticides microgranulés comporte des risques importants.

il est possible d'adopter un demi-masque facile à ajuster et qui peut donc être porté juste au moment de l'ouverture du bidon.

Se protéger pendant la pulvérisation

Lors des traitements au champ, il existe deux niveaux de risque : l'exposition aux brouillards de pulvérisation d'une part et le contact avec la végétation traitée ou le matériel souillé d'autre part. Dans le premier cas, la meilleure protection est obtenue par des filtres à charbon actif posés sur une cabine pressurisée. À défaut, il est conseillé de porter un masque sur le tracteur, surtout lorsque les conditions sont défavorables (températures élevées, rampe

haute...). Quand l'utilisateur descend pour réparer un incident (buse bouchée, fuite...), il est au contact de la végétation traitée et du matériel souillé. Au champ, il faut donc avoir une combinaison de protection spécifique et une paire de gants toujours disponible (gants en nitrile fins jetables pour conserver une certaine dextérité). Une intervention pendant le chantier doit avoir lieu hors de la zone traitée en avançant le pulvérisateur de quelques mètres.

Une intervention pendant le chantier doit avoir lieu hors de la zone traitée en avançant le pulvérisateur de quelques mètres.

Durant les opérations de nettoyage du matériel, le port de protections spécifiques (combinaison, gants et lunettes) s'impose également. Il est par ailleurs fortement déconseillé de rentrer dans la cuve du pulvérisateur pour intervenir sur une pièce défectueuse en raison des forts risques d'inhalation. Lors de la manipulation des emballages vides, il vaut mieux porter une combinaison et des gants. ■

Toxicité aiguë ou chronique

La toxicité des produits est évaluée sous deux aspects : toxicité aiguë (risque en cas de contact accidentel à dose élevée) et chronique (risque d'accumulation de petites doses). Selon la MSA, la majorité des intoxications aiguës est liée à la préparation de la bouillie. Symptômes les plus fréquents : une irritation de la peau ou des yeux, des problèmes digestifs ou des maux de tête.

Pour en savoir plus

Perspectives Agricoles a consacré un article à ce sujet dans son n° 364 de février 2010.



Non labour: une technique à manier avec précaution

La réussite d'une culture de maïs passe par une implantation de qualité. La grande majorité des agriculteurs fait encore appel au labour pour atteindre cet objectif. Se passer de cette opération est possible mais nécessite une grande technicité.

En supprimant le labour avant maïs, la majorité des agriculteurs redoute de perdre une certaine « sécurité » vis-à-vis de la levée ou de l'enracinement de la plante. Car pour exprimer tout son potentiel, le maïs a besoin d'une structure de peuplement et d'un sol favorables à son enracinement, en particulier si les disponibilités en eau et en chaleur permettent d'atteindre de gros rendements. Atouts supplémentaires, le labour favorise le réchauffement du sol et accélère son ressuage en surface au printemps.

Des travaux plus rapides

Dans les situations où le maïs revient fréquemment dans la rotation, le labour constitue, au travers de ses effets sur les résidus de récolte, une forme de prophylaxie efficace dans la maîtrise des adventices, de l'helminthosporiose, des fusarioses des épis ou des foreurs. De son côté, le non labour permet de réduire les temps de travaux, les difficultés de

travail des terres argileuses ou caillouteuses mais aussi de diminuer les charges de mécanisation, d'améliorer la portance des sols, de réduire la battance et l'érosion. Pour mieux identifier les conséquences de cette technique sur maïs, ARVALIS-Institut du végétal a donc mené des essais dans différents contextes agronomiques et pédoclimatiques.

Les pailles de blé plus simples à gérer

C'est dans les rotations maïs-blé sans élevage, donc sans pailles ramassées ou apports d'engrais de ferme, que la simplification du travail du sol apparaît la plus opportune. Les pailles de blé s'avèrent plus simples à gérer que les résidus de maïs

grâce à la durée de l'interculture entre blé et maïs qui facilite leur décomposition naturelle. La structure du sol se situe quant à elle dans une dynamique favorable puisqu'il existe un délai de près d'un an et demi entre la récolte

C'est dans les rotations maïs-blé sans élevage, donc sans pailles ramassées ou apports d'engrais de ferme, que la simplification du travail du sol apparaît la plus opportune.

du maïs, principale période à risque vis-à-vis du tassement, et le semis du maïs suivant, culture la plus sensible à ce tassement. Ceci se vérifie tout particulièrement dans les sols contenant au moins 18 % d'argile: le dessèchement qui a lieu en été derrière le blé permet

leur fissuration, une forme de restructuration naturelle des zones du sol qui auraient pu être compactées. Ce phénomène peut expliquer les très bonnes performances du travail superficiel ou même du semis direct à long terme dans des rotations maïs-blé en sol limono-argileux (encadré).

Des sols potentiellement compactés en monoculture

En revanche, dans les successions maïs-maïs, les essais montrent globalement que l'implantation sur labour reste une référence. Selon les milieux et les itinéraires testés, les techniques sans labour donnent des résultats inférieurs ou égaux. En l'absence de retournement du sol, la quantité de résidus laissés par le précédent maïs constitue une difficulté majeure pour implanter le maïs suivant dans de bonnes conditions. Un broyage et une incorporation superficielle précoce d'automne peuvent toutefois permettre d'accélérer la

L'enfouissement des résidus de maïs dès l'automne facilite leur décomposition et permet de réduire les populations d'insectes foreurs.



décomposition de ces résidus et faciliter leur gestion au printemps. Enfin, la qualité structurale du sol, indispensable au développement du système racinaire, peut être dégradée à l'issue de récoltes tardives. Les successions maïs-maïs ne laissent pas assez de temps à la structure du sol pour se régénérer naturellement, en particulier en système irrigué. Les limons sont bien sûr plus sensibles que les sols très sableux ou de graviers. Les besoins en travail profond (labour, pseudo-labour, décompactage) sont alors souvent nécessaires.

Dans les successions maïs-maïs, les essais montrent globalement que l'implantation sur labour reste une référence.



En maïs sur maïs, les essais montrent que le labour sécurise l'implantation.

Attention aux précédents « prairies »

En système de polyculture élevage, le maïs peut aussi être confronté à la compaction des sols lors des récoltes (paille, ensilages...) ou des épandages. Un travail profond de type

décompactage peut alors être nécessaire en cas de suppression du labour. La gestion des résidus (cultures intermédiaires, fumier...) est aussi un point à surveiller. Ce sont sans doute les précédents prairies ou cultures fourragères dérobées qui créent le plus de contraintes. Si

les références en système de polyculture élevage sont peu nombreuses, elles montrent toutefois qu'en adaptant l'itinéraire à la structure du sol, aux débris végétaux en surface et au semoir, le non labour peut donner des résultats équivalents au labour. ■

➤ Sols limono-argileux derrière blé : peu de différence entre labour et non labour

Les sols limono-argileux du bassin parisien ont une bonne activité structurale favorable à leur régénération, notamment l'été à Boigneville (Essonne), en limon argileux (24 % d'argile) d'environ 75 cm d'épaisseur, l'essai mené en rotation maïs-blé a démarré à l'automne 1970. Après une période de mise au point des matériels et itinéraires, le travail superficiel ainsi que la technique du Rotasemis ont donné des résultats très proches du labour au niveau de la levée et des rendements. Utilisé de 2002 à 2010, le vrai semis direct a engendré une perte à la levée de 5 % en moyenne par rapport aux autres techniques, mais sans impact sur le rendement. Globalement, travail superficiel, semis direct et labour donnent des rendements très proches, que ce soit avec des potentiels faibles ou élevés. Lorsque les structures du peuplement et du sol sont correctes, le non labour peut aussi atteindre les hauts potentiels de rendement. En conditions difficiles, aucune technique n'affiche clairement une meilleure résistance à la sécheresse.

Attention toutefois : sans labour, le sol se réchauffe moins vite et le cycle du maïs peut prendre un léger retard, facteur d'une hausse de l'humidité à la récolte. Les essais montrent que ce retard est beaucoup plus visible en vrai semis direct qu'en travail superficiel ou limité à la ligne de semis.

	% de levée	Levée finale (pl/ha)	Rendement (q/ha)	Humidité récolte (%)
Labour	90,6	90 556	87,6	26,9
Travail superficiel	90,2	90 243	90,4	27,3
Semis direct	85,3	85 281	90,0	30,0

Tableau 1 : Résultats moyens obtenus à Boigneville (91) sur un précédent blé pour les campagnes 2002 à 2010.

➔ Pour en savoir plus

Perspectives Agricoles a consacré un dossier à ce sujet dans son n° 377 d'avril 2011.

