

ITADA PROJET N°1

RAPPORT DE SYNTHESE 1994 - 1995

STRATEGIES DE DESHERBAGE EN MAÏS - réduction de l'usage de matières actives et désherbage mécanique -

ORGANISMES REALISATEURS

CHEF DE PROJET : Hans Jörg IMGRABEN (RPFR) Freiburg
PARTENAIRE : F. JUNCKER-SCHWING / G.BALLON (AGPM) Colmar
ASSOCIES : Amt für Landwirtschaft Offenburg (ALLB OG)
Agrostat GmbH, Herrentierbach
SUAD 67, Schiltigheim
ITCF, Colmar
SRPV, Strasbourg / station Wiwersheim (1995)

DUREE DU PROJET : 1994-1995

POSITIONS DU PROBLEME

En Alsace et en pays de Bade, les mauvaises herbes estivales comme le panic pied de coq exercent souvent une forte concurrence sur les cultures de maïs. Puisque cette culture réagit de manière sensible à la concurrence des adventices, leur contrôle doit être sans faille. Les pratiques de désherbage doivent cependant satisfaire aux besoins de protection de la nappe phréatique.

Situation initiale en Allemagne et en France :

- en Allemagne, l'usage de matières actives qui ne nuisent pas à la nappe phréatique est déjà en application. Dans tous les périmètres de captage de l'eau, l'application d'herbicides non autorisés par la réglementation de protection des zones de captage est interdite. Depuis 1991, l'utilisation de l'atrazine est totalement interdite. De plus, la réglementation de protection et de compensations en vigueur dans les zones protégées du Bade-Wurtemberg (programme SchALVO) proscrit l'application de produits contenant du terbuthylazin.
- en France, l'atrazine est encore très utilisée dans les programmes de désherbage. L'étude de nouveaux produits sans atrazine fait toutefois l'objet d'une grande attention.
- Les producteurs de maïs disposent en France d'un choix important de nouveaux produits de protection des cultures contrairement à leurs homologues allemands. Une partie de ces matières actives se trouvent aussi en instance d'autorisation en Allemagne.
- Les expériences issues de projets pilotes en Bade-Wurtemberg montrent que la mise en oeuvre de nouvelles pratiques pour la maîtrise des mauvaises herbes, comme par exemple la combinaison de désherbage sur le rang et de binages, peut dans certaines conditions conduire à la réduction des doses d'herbicides utilisées à l'hectare.

BUTS DES ETUDES

L'étude des questions suivantes réclamait une approche en deux parties :

- **comparaison de pratiques de desherbage mécaniques (sarclage et binage) avec des applications chimiques localisées et en plein (projet 1.a).**

- avec l'arrivée de nouveaux produits qui permettent une lutte en post-levée contre les panics, se pose la question de savoir si le recours à la destruction mécanique des mauvaises herbes, qui peut être en cas de besoin complétée par un traitement chimique, peut aboutir à la réduction des doses d'herbicides.

- les efficacités de pratiques mécaniques et chimiques combinées sont testés dans les essais.

- **étude de nouvelles matières actives, de nouvelles associations de matières actives et de réductions de doses (projet 1.b).**

- Le test de nouvelles matières actives (M.A.), de combinaisons de M.A. et de réductions de doses sert au développement de stratégies de lutte contre les mauvaises herbes du maïs. L'étude de mélanges et de doses réduites est aussi rendue nécessaire par la selectivité étroite des produits contenant des sulfonylurées.

- Les agressivités des programmes de desherbage vis à vis d'un ray-grass semé sous couvert du maïs doivent également être observées.

EFFETS DIRECTS ET INDIRECTS DANS LA PRATIQUE

- sur le plan économique :

L'application de doses réduites peut conduire à des diminutions de charges dès lors que l'efficacité est conservée. L'intérêt et la rentabilité de pratiques combinant interventions mécaniques et chimiques seront mesurés à leur coût et à leur fiabilité par rapport à un traitement en plein.

- sur le plan environnemental :

La réduction des doses d'herbicides appliquées, le développement de nouvelles matières actives respectueuses de l'environnement en dehors de la réglementation des zones protégées de captage des eaux, et en tout cas la réduction des quantités de produits appliqués par hectare par la mise en oeuvre de techniques mécaniques de desherbage servent la protection de la nappe phréatique. Aussi, dans les zones de captage des eaux en Baden-Württemberg où des semis de mélanges de ray-grass sont réalisés sous les maïs, on observe avec une grande attention les effets des nouveaux herbicides sur le développement du couvert sous ensemencé.

Projet 1a:

Comparaison de pratiques de désherbage mécaniques avec des applications chimiques sur le rang et en plein

METHODES ET CONDUITE DES ESSAIS :

questions posées :- peut-on réduire les doses par ha grâce au désherbage mécanique et aux applications localisées ?

- quelles efficacités contre les panics et autres adventices?

Protocole 1994/1995

(1995 en plus Var. Nr. 9)¹⁾

Nr.	traitement	dose l, kg/ha	stade du maïs lors de l'application
1	♦ TEMOIN	-	-
2	♦ MECANIQUE - sarclage de pré-levée - sarclage de post-levée - binage avec buttage ♦ + TRAITEMENT LOCALISE (si nécessaire) - Titus + adjuvant + Bropry (evtl. avec le binage)	0.04 + 0.24 + 1.5 (Bande 30 cm)	Pré-levée 2 - 3 feuilles 5 - 6 feuilles Post-levée 6-8 Blatt
3	♦ MECANIQUE - sarclage de pré-levée - 1. binage - 2. binage avec buttage ♦ + TRAITEMENT LOCALISE (si nécessaire) - Titus + adjuvant + Bropry (evtl.avec le binage)	0.04 + 0.24 + 1.5 (Bande 30 cm)	2 - 4 feuilles 5 - 6 feuilles post-levée 6-8 feuilles
4	♦ TRAITEMENT LOCALISE + BINAGE - Indiana 2000 - 1. Binage - 2. Binage	5.0 (Bande 30cm)	pré-levée 2 - 4 feuilles 6 - 8 feuilles
5	♦ TRAITEMENT LOCALISE + BINAGE - Titus + adjuvant + Bropry (Bande) - 1. Binage - 2. Binage	0.04 + 0.25 + 1.5 (Bande 30 cm)	post-levée 2 - 6 feuilles 2 - 6 feuilles 6 - 8 feuilles
6	♦ TRAITEMENT LOCALISE + BINAGE - Lama* + Bropry (evtl. combiné avec le binage) - 1. Binage - 2. Binage	1.0 + 1.5 (Bande 30 cm)	Post-levée 2 - 6 feuilles 2 - 4 feuilles 6 - 8 feuilles
7	♦ TRAITEMENT EN PLEIN fractionné - Titus + adjuvant + Bropry - Titus + adjuvant + Bropry	0.03 + 0.3 + 1.0 0.02 + 0.2 + 0.5	Post-levée 2 - 4 feuilles Post-levée 5 - 6 feuilles
8	♦ TRAITEMENT EN PLEIN - Indiana 2000	5.0	Pré-levée
9 ¹⁾	♦ TRAITEMENT LOCALISE + BINAGE - Mikado + Lentagran (evtl. combiné avec binage) - 1. Binage - 2. Binage	1.5 + 1.5 (Bande 30 cm)	Post-levée 5 - 6 feuilles 2 - 4 feuilles 6 - 8 feuilles

Abjuvant en France = Trend

* : Lama n'est pas encore autorisé en Allemagne

correspondance des spécialités commerciales (D/F): Cato/Titus , Harpun /Indiana 2000/Akton , Duogranol/Bropry

Volume de boullie : 300 - 400l/ha Dispositif expérimental : Bloc à 4 répétitions Parcelles: 4 rangs , taille : env. 3 m x 10 m

1) Le protocole fut élargie car une homologation de l'association était attendue en 1996 en Allemagne

Mesures:

1. efficacité du programme (notation en %)
2. selectivité du programme (% dégats/éclaircissement sur le Mais)
3. populations des principales adventices /m²
4. rendement du maïs (q/ha)

Sites 1994:	Sites 1995:
- D -77966 Kappel - Grafenhausen	- D -77966 Kappel - Grafenhausen
- F- 67 Dambach-la-Ville	- F- 67230 Obenheim

RESULTATS DES ESSAIS 1994 - 1995 (PROJET 1 a)

• Sites en Allemagne (Kappel-GRAFENHAUSEN/1994 u. 1995/ ALLB OG, voir tableaux 1 et 2)

Les essais de ALLB Offenburg ont été installés à Grafenhausen en 1994 et 1995. Les conditions de desherbage mécanique ont été presque idéales pour les deux années: le salissement des parcelles fut faible à moyen en 1994 et moyen en 1995. Les peuplements en panis restèrent faibles. Les faibles enherbements sont sans doute à rapporter au précédent qui était à chaque fois un blé d'hiver suivi d'une culture intercalaire faite de moutarde. Les sols des essais étaient émiétés et donc bien appropriés à une destruction mécanique des adventices .

La réalisation du desherbage mécanique n'a pas provoqué de problèmes particuliers sauf pour le traitement 4 (Indiana 2000 + binage) en 1994 où la jonction entre le binage et le traitement sur le rang ne fut pas réussie. Malgré les mauvaises conditions climatiques de 1994, aucunes difficultés ne furent rencontrées pour l'usage des appareils.Par contre, les conditions pluvieuses du printemps 1995 furent défavorables au binages. Malgré de longues périodes humides, les binages furent réalisés à peu près aux bons stades dans les essais.

1. Efficacité (voir figures 1 et 2)

L'efficacité des différentes conduites testées fut estimée par des notations d'efficacités (en %). Les conduites mécaniques furent dans l'ensemble efficaces en présence d'enherbement faible à moyen et les applications complémentaires avec Titus + Bropyr ne furent pas nécessaires lors des 2 années d'expérimentations.

- Pour la lutte contre les panics, 2 sarclages et binages ne suffirent pas. Pour les 2 années, l'efficacité resta seulement voisine de 50 - 60 % ce qui est insuffisant. Le traitement 3 (sarclage de pré-levée + 2 binages) fut également insuffisant même si une efficacité d'environ 75 % fut observée.
- Le salissement en chénopodes a été par contre assez bien contrôlé par les interventions mécaniques (fig.2).
- Pour les programmes " traitement localisé + 2 binages" , une bonne efficacité fut observée contre l'ensemble des adventices et des panics. Le rang du maïs resta sans mauvaises herbes pour le traitement de pré-levée comme pour celui de post-levée.
- Les traitements en plein avec Titus + Bropyr ont aussi permis d'obtenir des parcelles très propres. Le traitement en plein avec Indiana 2000 donne les meilleurs résultats. Cet herbicide a montré une très bonne efficacité grâce aux conditions humides rencontrées après application sur les 2 années.

2. Sélectivité

- Le sarclage après la levée a conduit, pour les 2 années, à une légère réduction des peuplements du maïs. La réalisation du sarclage demande un réglage soigné des outils et une profondeur de semis régulier.

- En 1994, des symptômes d'agressivité légère furent fugitivement observés pour les parcelles avec du Titus (sulfonylurée). Par contre, le produit français Lama (matière active = nicosulfuron) occasionnait de surprenants violents jaunissements et une légère baisse de la croissance de la culture. Les manifestations de phytotoxicité disparurent après quelque temps. Dans des essais analogues conduits pour des études d'homologation de la même matière active, aucun dégât ne fut observé (ce qui laisse penser qu'il y a eu une erreur de dosage ou de remplissage ou encore une inversion accidentelle).

3. Rendements

Les différents traitements testés lors des 2 années ne conduisirent qu'à des gains de rendements très modestes. Des gros dégâts de pyrale (charges en trichogrammes insuffisantes) causèrent en 1994 des variations de rendements considérables entre les blocs des essais. En 1995 également, une forte variation entre les répétitions fut enregistrée pour des causes restées inconnues. En 1994 et 1995, aucunes différences statistiquement significatives ne ressortent des analyses des rendements des traitements comparés.

4. Rentabilité

La comparaison économique ne peut pas être réalisée du fait de l'absence de différences de rendements statistiquement significatifs.

• **Site en France** (DAMBACH 1994 ET OBENHEIM 1995/ S.U.A.D. 67 (voir Tableau 3)

- En **1994 à Dambach**, quelques problèmes techniques ont été rencontrés dans la conduite de l'essai. Plusieurs remarques ont été faites par les responsables de l'essai :
 - l'enherbement de la parcelle d'essai était très hétérogène et seuls les blocs 1 et 2 ont pu être notés.
 - contrairement au but du protocole d'essai, il n'y avait pas de panics sur la surface de l'essai.
 - une erreur de traitement conduisit à la destruction totale du maïs pour l'objet n° 2 (excepté pour le bloc 1)
 - les blocs 2 et 4 furent inondés du stade 5 à 7 feuilles suite à un incident de fonctionnement du dispositif d'irrigation
 - le premier binage prévu entre le stade 2 et 4 feuilles ne put pas être réalisé en mai 1994 à cause de pluies ininterrompues. Lors du second binage, le buttage des rangs fut abandonné à cause d'un sol trop motteux

En raison des différentes difficultés mentionnées et des notations incomplètes, l'essai n'est pas exploité dans la synthèse et ne figure pas dans les annexes.

Les observations suivantes ont été réalisées pour l'efficacité :

- les associations de sulfonylurée avec le produit de contact Bropry (objets 5 - 7) ont une meilleure efficacité sur amarantes que sur panics. La combinaison de Bropry avec Lama présente une meilleure efficacité que celle avec Titus.
- en raison de levées échelonnées des mauvaises herbes, l'efficacité des applications de post-levée ne fut pas satisfaisante, même pour deux applications. Les adventices avaient un stade trop développé lors des interventions.

- En **1995** , l'essai fut mis en place à **Obenheim**. Les responsables de l'essai modifièrent le protocole et renoncèrent au sarclage de pré-levée prévu dans les objets 2 et 3, car les adventices n'étaient pas encore levées et parceque le maïs ne se trouvait plus à stade favorable. Suite à l'abandon du protocole , le dispositif de l'essai fut transformé en grandes parcelles à 4 répétitions. Enfin, à cause d'une mauvaise efficacité, un binage non prévu dans le protocole fut réalisé dans l'objet 9 (Indiana 2000 en plein).

1. Efficacité (Tab. 3, 1, et 2)

- En raison de l'efficacité partielle des interventions mécaniques, une application supplémentaire de Titus + Bropryr fut faite dans les objets 2 et 3.
- L'absence de sarclage se fit particulièrement sentir pour l'efficacité sur panics dans l'objet 3.
- Parmi les applications localisées, Indiana 2000 montre la moins bonne performance à cause de sa mauvaise efficacité sur amarante et Lama + Bropryr s'avère le meilleur.
- La meilleure efficacité fut constatée pour les applications en plein de Titus et la variante binage puis Lama + Bropryr sur le rang.
- L'efficacité de Indiana 2000 sur amarante resta insuffisante.

2. Selectivité

Aucune agressivité des traitements ne fut constatée.

3. Rendement (voir 4. rentabilité ,Tab. 3 et. Fig..3)

Des gains de rendement relatifs allant de 22 % à 47 % par rapport au témoin (76,8 q/ha) furent constatés pour les différents programmes. Le gain de rendement le plus conséquent fut relevé pour le programme n° 7 Titus + Bropryr fractionné (113 q/ha). L'écart de rendement avec les parcelles desherbés localement, objets 3, 5 et 6, est modeste. La différence avec les parcelles avec Indiana 2000 est par contre très forte, surtout pour le programme en plein dont le rendement n'est que de 94 q/ha. Le programme Indiana sur le rang + binages décroche aussi (103 q/ha).

Pour l'analyse statistique des rendements de l'essai conduit en grandes parcelles (Tab.3), seuls 3 blocs ont été retenus car le quatrième n'était pas homogène.

4. Rentabilité (Site d' Obenheim)

Les résultats de la comparaison économique suivante sont obtenus en tenant compte des coûts d'interventions mécaniques ci-dessous :

Sarclage :	214 FF (60 DM) /ha
Binage :	257 FF (72 DM) /ha
Application d'un traitement :	100 FF (28 DM) /ha

Nr.	Traitement	Dose l, kg /ha	Coûts des interven- -tions FF (DM)	Rdt q/ha	Ecart / Témoin q/ha	Gain brut / ha in FF (DM) prix net mais: 84 FF (24 DM) /q	Gain net/ha FF (DM)
1	Témoin		0	76,78	0	0	0
2	Sarclage Binage Titus/Trend+Bropyr (sur le rang)	0 0 0,040/0,18+1,5	709 (198)	107,23	30,45	2557,80 (712,35)	1848,80 (514,90)
3	Binage Binage Titus/Trend+Bropyr (sur le rang)	0 0 0,040/0,18+1,5	752 (209)	111,81	35,03	2942,52 (819,49)	2190,52 (610)
4	Indiana 2000 (rang) Binage Binage	1,7 0 0	697 (194)	103,39	26,61	2235,24 (622,51)	1483,8 (413,20)
5	Titus/Trend+Bropyr (sur le rang) Binage Binage	0,040/0,18+1,5 0 0	752 (209)	109,23	32,45	2725,80 (759,14)	1973,80 (549,70)
6	Lama*+Bropyr (sur le rang) Binage Binage	1,0+1,5 0 0	762 (212)	109,55	32,77	2752,68 (766,62)	1990,68 (554,40)
7	Titus/Trend+Bropyr Titus/Trend+Bropyr (en plein)	0,030/0,18+1,0 0,020/0,18+0,5	665** (185)	113,09	36,31	3050,04 (849,44)	2385,04 (664,20)
8	Indiana 2000 (en plein) Binage	5,0 0	617 (172)	93,94	17,16	1441,44 (401,44)	824,44 (229,60)
9	Mikado+LentagranPM (sur le rang) Binage Binage	1,5+1,5 0 0	818 (228)	102,64	25,86	2172,24 (604,97)	1354,24 (377,2)

Titus(F)=Cato(D), Trend(F)= FHS(D), Bropyr(F)= Duogranol(D), Indiana 2000(F)= Harpun(D) ;

* Lama n'est pas encore autorisé en Allemagne !

** comprend les coûts de 2 passages

Les correspondances FF/D sont établies sur la base 1DM = 3.5 FF et figurent entre parenthèses.

Tous les traitements conduisent à des gains de marges par rapport au témoin. Le meilleur résultat tant sur le plan économique que technique est atteint par l'application en plein, mais fractionnée, de Titus+Bropyr (= Cato+Duogranol) avec un gain de 2.385 FF (664 DM) / ha.

La même association appliquée sur le rang avec 2 binages procure un gain assez proche de 2190 FF (610 DM).

Les traitements 2 et 3 comprenant une intervention herbicide sur le rang en complément au desherbage mécanique donnent des résultats comparables.

Le plus mauvais résultat est enregistré pour le traitement en plein avec Indiana avec seulement 824 FF (230 DM) / ha de gain de marge vis à vis du témoin. Bien que dans ce programme, le binage supplémentaire n'occasionne qu'un coût additionnel très modeste, le rendement et le résultat économique sont restés insatisfaisants. Une cause de ce mauvais résultat est l'absence de contrôle des amarantes.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES (ESSAIS PROJET 1a)

Les résultats des essais précisent les limites et les possibilités des interventions mécaniques. Les possibilités d'utilisation dépendent des conditions climatiques et locales. Même si en 1994 en France, le premier binage et le buttage sur des sols motteux n'ont pas pu être réalisés ; dans la plus part des cas il a été possible d'utiliser les outils de desherbage. Le succès des interventions dépend de l'état des sols (grumeleux, éclaté) ainsi que des espèces et densités de mauvaises herbes.

- Les interventions purement mécaniques, binage et sarclage donnèrent encore en Allemagne pour les deux années d'étude, une bonne efficacité contre les mauvaises herbes, avec toutefois des salissements limités. Les traitements herbicides prévus si besoin en complément n'ont d'ailleurs pas été nécessaires. Cela ne fut pas le cas en France à cause de forts enherbements.
- Il est démontré que même de faibles densités de panics ne peuvent être maîtrisées uniquement par des interventions mécaniques. D'après les résultats des essais, un desherbage sans produits herbicides n'est donc pas envisageable dans les secteurs de la plaine supérieure du Rhin infestés en panics.
- Il faudrait vérifier dans de prochains essais si les desherbages mécaniques (sarclage et binage) complétés par un traitement herbicide, en cas de besoin, sont une solution à développer.

Une réduction des quantités d'herbicides d'environ 60 % est possible dans des conditions favorables grâce à une application sur le rang et des binages entre les rangs. Cette pratique éprouvée est assurément efficace, économique et favorable sur le plan environnemental. Elle serait particulièrement conseillée pour les zones de captage des eaux où l'utilisation de produits phytosanitaires doit absolument rester limitée à l'indispensable.

- L'économie de produits chimiques et le semis sans problèmes de ray-grass sous couvert afin de retenir les nitrates sont les principaux avantages de cette pratique de desherbage. Un facteur limitant de la réduction de l'emploi de desherbants chimiques pour la lutte contre les mauvaises herbes reste l'augmentation des temps d'interventions en raison de la faible largeur de travail d'une bineuse par rapport à un pulvérisateur à rampes. Les possibilités de desherbage mixte mécanique-chimique dépendent aussi de la taille et de l'organisation des exploitations. Avec le desherbage sur le rang, on doit tenir compte d'une bande sans ou avec très peu de charge en herbicide (environ 30 cm de large) afin de pouvoir utiliser les outils de binage avec suffisamment de retrait vis à vis des rang de maïs.

Une base de 2 binages (2-4 feuilles et 6-8 feuilles du maïs) est à prévoir afin que les adventices ne puissent pas se développer ultérieurement.

- La combinaison d'une application localisée avec deux binages est bien compatible avec les nouveaux produits de post-levée, à condition que l'intervention ne soit pas effectuée trop tardivement. Les produits de post-levée permettent une utilisation très adaptée des desherbants. Par contre, avec des herbicides de pré-levée, il s'ensuit une plus grande souplesse dans le recours possible au sarclage et au binage en fonction de leur nécessité.

Projet 1b: Test de nouvelles matières actives, d'associations

et de de doses réduites

METHODES ET CONDUITES DES ESSAIS:

- questions :** - efficacité sur panics et autres adventices et sélectivité vis à vis du maïs en fonction de différentes doses et combinaisons de produits et différents stades d'application
- quelle incidence sur les semis sous couvert de ray-grass anglais ?

Protocole 1994/1995

(1995 : changements pour les objets. 3, 4, 13 ; objet. 15 nouveau)

Nr.	Traitement	dose (l, kg/ha)	époque d'application Stade du Maïs
1	- Témoin		
2	- Indiana 2000	5.0	pré-levée
3	- Frontière * + Mikado (1995) Frontière * + Bropryr (1994)	1.5 + 1,0 (1995) (1995: Frontière-forte dose) 1.3 + 1,5 (1994)	post-levée précoce 2 - 4 feuilles
4	- Frontière * - Bropryr (seulement 1995)	1.3 (1995 faible dose) / 1.6 (1994) 1.5 (1995:)	pré-levée post-levée 4 - 6 feuilles
5	- Titus + Trend - Bropryr	0.05 (forte dose) + 0.3 1.5	post-levée jusqu'à 6 feuilles (T1) post-levée (T2)
6	- Titus + Trend + Bropryr - Titus + Trend + Bropryr (fractionné)	0.03 + 0.18 + 1.0 0.02 + 0.12 + 0.5 (forte dose)	post-levée 1 - 4 feuilles (T1) post-levée 4 - 6 feuilles (T2)
7	- Titus + Trend + Bropryr	0.03 + 0.18 + 1.5 (Dose faible)	post-levée 4 - 6 feuilles
8	- Titus + Trend + Certrol B	0.03 + 0.18 + 0.75 (Dose faible)	post-levée 4 - 6 feuilles
9	- Titus + Trend + Banvel 4 S	0.03 + 0.18 + 0.5 (Dose faible)	post-levée 4 - 6 feuilles
10	- Titus + Trend + Bropryr	0.04 + 0.24 + 1.5 (Dose moyenne)	post-levée 4 - 6 feuilles
11	-Titus+Trend + Lentagran WP	0.04 + 0.24 + 1.5 (Dose moyenne)	post-levée 4 - 6 feuilles
12	- Mikado	1.5 (dose totale moy.)	post-levée 4 - 6 feuilles
13	- Lama * + Bropryr (seul. 1995)	1.5 + 1.5 (seulement 1995)	post-levée 4 - 6 feuilles
14	- Lama * + Mikado	0.75 + 1.0 (Mikado dose reduite en association)	post-levée 4 - 6 feuilles
15	- Mikado + Lentagran WP (seulement 1995)	1.5 + 1.5 (dose totale forte)	post-levée 4 - 6 feuilles

- FHS: adjuvant = Trend (F) 1) Dose variable. de Cato/Titus objets Nr. 5 - 11

* Lama (Nicosulfuron) et Frontière (Dimethenamid) ne sont pas encore autorisés en D!

correspondance des spécialités commerciales (D/F): Cato/Titus (F) , Harpun /Indiana 2000/Akton (F) , Duogranol/Bropryr (F)

-dose de bouillie: 300 - 400l/ha; -dispositif blocs a 4 répétitions;Parcelles : 4 rangs, surface : env.. 3m x 10-15m

Mesures :

1. efficacité (notation en %), dénombrement des principales adventices
2. sélectivité du programme (% dégâts/éclaircissement du Maïs)
3. rendement (q/ha)
4. couverture en ray-grass (notation en % dans une répétition)

Sites 1994:	Sites 1995:
- D-79189 Bad Krozingen-Biengen	- D-79189 Bad Krozingen-Biengen champs 1 et 2 (2 essais)
- F-68870 Illhaeusern	- F-68320 Riedwhir et F-68870 Illhaeusern

Une modification du protocole intervint en 1995 pour les objets 3, 4 et 13 car les herbicides français Frontière et Lama ne montrèrent pas d'efficacité vis à vis d'adventices à feuilles larges, et du Bropyf fut apporté en complément. Dans l'objet 3, Frontière fut associé avec Mikado. L'objet 15 "Mikado+Lentagran" fut nouvellement testé car cette combinaison sera autorisée en 1996 en Allemagne.

RESULTATS DES ESSAIS 1994 - 1995 (PARTIE 1 b)

• Sites en Allemagne: *BAD KROZINGEN-BIENGEN* 1994 et 1995 (cf Tab. 4 - 6 et Fig. 7 - 9)

Trois essais ont été conduits en Allemagne pour la partie 1 b (1994: 1 Site, 1995: 2 Sites) avec la participation d'. Agrostat GmbH.

En **1994**, l'essai a été fortement infesté de panics, amarantes, mercuriales et chénopodes.

En **1995**, la pression en panics a été moins forte dans l'essai 1 et inexistante dans l'essai 2.

Des repousses de pomme de terre, en forte quantité, causèrent des difficultés inattendues dans l'essai 1, si bien qu'un desherbage manuel dû être réalisé. Dans certaines parcelles, les repousses de pomme de terre persistent jusqu'au traitement (22 mai 1995) avec une couverture d'environ 20 %. On ne peut donc pas écarter la possibilité que les adventices et le maïs ne reçurent pas la pleine dose d'herbicide suite à la couverture des feuilles de pomme de terre.

Il faut aussi tenir compte dans l'exploitation des résultats, que dans l'objet 3, Frontière a été appliqué en post-levée précoce, et que dans l'objet 5, l'application de Titus n'est intervenue que tardivement (14 juin) au stade 9 feuilles du maïs.

1. Efficacité contre les adventices (cf. Fig. 4 à 9)

- La meilleure efficacité contre les panics est montrée par Indiana, suivis de Titus à forte dose (50g/ha) et Frontière+Mikado.
L'efficacité de Titus sur panics diminue rapidement avec les doses réduites à 40 et 30 g/ha.
Si les panics pied de coq furent encore maîtrisés correctement en 1994, ce ne fut pas le cas du millet des oiseaux, pour lequel les doses réduites ne procurèrent aucune efficacité.
L'efficacité chute particulièrement pour la dose de 30 g/ha dans les années d'études. Avec 72 et 79 % d'efficacité, les associations Titus+Certrol B et Titus+Bropyf n'apportèrent pas grande satisfaction. Il semble que l'on rencontre des antagonismes pour certains mélanges de produits de contacts et de Titus. Il est possible que cela soit dû à l'agressivité et à la formulation du bromoxynil que contiennent le Certrol B et le Bropyf. En comparaison, les associations avec le Lentagran et le Banvel 4 S se comportent mieux.
- L'efficacité de Mikado contre le millet des oiseaux s'est avérée très insatisfaisante (Abb. 7 - 8).
De manière non surprenante, l'addition de Lentagran ne procure pas d'amélioration d'efficacité. Le Mikado montre aussi une faiblesse prononcée vis à vis des amarantes (Fig. 7).
- Les sulfonylurées Lama, Titus et Frontière ne montrèrent pas des efficacités satisfaisantes en 1994 contre les chénopodes (Fig. 6). Le complément des ces herbicides avec un produit de contact est indispensable. Indiana et Mikado, ainsi que Titus+Bropyf (en apports fractionnés) et le mélange Lama+Mikado et Lama+Bropyf ont montré de bons résultats contre le chénopode blanc.
- En 1995, le chénopode blanc ne fut pas bien maîtrisé par Titus (petite dose) + Certrol B.
La dose moyenne de Titus dans les mélanges avec le Lentagran et le Bropyf, ainsi que l'association Frontière+Bropyf montrèrent des efficacités un peu justes. L'association Titus+Banvel 4S se comporta mieux sur chénopode blanc et légèrement moins bien sur amarantes et millet des oiseaux.

2. Sélectivité

En 1994, aucune agressivité des traitements ne fut constatée. Seules, quelques fugitives perturbations de la croissance furent observées pour les associations de Titus et de produits de contact.

Sur le champ de **BAD KROZINGEN 1**, des cas isolés de légère phytotoxicité ont été observés en 1995, sous forme de décolorations passagères des feuilles et de faible retard de la croissance de la culture. Par contre, sur le **champ n°2**, des décolorations temporaires du feuillage ont été relevées pour la majorité des programmes testés. Après les traitements de post-levée, qui pour des raisons météorologiques ne purent pas être effectuées avant le stade 8-9 feuilles, des effets dépressifs conséquents furent enregistrés sur la croissance, ces derniers s'estompant toutefois durant l'été. Les réductions de croissance ont été mesurées dans certains cas : 17 cm pour Titus+Certrol B et Lama+Mikado et environ 10 cm pour les objets 5 (Titus 50g), 9 (Titus 30g+Bropyr) et 10 (Titus 40g + Banvel 4S). Les dégâts restèrent inférieurs à 10 % en moyenne des répétitions.

3. Rendements (cf. Fig. 7 - 9 et. Tab. 4 - 6)

Des gains relatifs de rendement de l'ordre de 30 à 60 % ont été procurés dans les essais par la lutte contre le salissement des cultures.

Le gain le plus élevé en 1994 et 1995 (+34/+35 %) fut obtenu par Indiana 2000 (Fig.9).

La progression de rendement la plus modeste fut observé en 1994 pour le Lama (seul). Le mauvais résultat du Lama s'explique par un fort salissement en chénopode de la parcelle.

En **1995**, dans l'**essai 1**, il n'y eut pas de différences de rendement significatives entre les traitements. Dans l'**essai 2**. Titus+Lentagran, avec un rendement relatif de 142 %, procure le plus faible résultat en comparaison des autres traitemnts. Pour les différents programmes à base de Titus et Frontière+Bropyr, les rendements ont eu tendance à être plus faibles en 1994 et 1995 (essai 2, cf. Fig..9) que ceux d'Indiana et de Mikado+Lentagran.

4. Semis sous couvert de ray-grass

En 1994 et 1995, le ray-grass n'a pas réussi à s'installer dans les témoins à cause du fort salissement en adventices. Le mélange commercial Sedamix fut semé à 25 kg/ha (le 29.06 en 1995). En 1994, une faible couverture du sol par le ray-grass due au traitement herbicide ne fut observée que pour les parcelles ayant reçu du Mikado. En 1995, dans l'essai 1, une faible couverture fut observée pour le ray-grass dans les programmes Indiana et les traitements tardifs avec du Titus. Une végétation moins dense des graminées fut aussi constatée en 1994 et au départ aussi en 1995 dans les parcelles à fortes doses de Mikado.

Les notations de l'essai 2, trop hétérogènes, n'ont pas permis une image fidèle des comportements.

5. Performances économiques :

Calcul des gains (ou pertes) de marges des programmes de traitement à partir des bases suivantes :

- prix du Mais	: 25 DM/dt	- coûts des produits :prix moyen arrondi H.T
	= 87,5 F/q	(Liste de prix 1995)
- coût du passage (au semis)	: 20 DM/ha	(produits français) : prix moyen arrondi H.T (1995),
	= 70 F/ha	recalculé en DM
- coût du passage pré-/post-levée	: 30 DM/ha	
	105 F/ha	

Résultats économiques des programmes Bad Krozingen 1995, Essai 1 et 2:

Nr. traitement	dose l, kg /ha	<u>essai 1</u> et essai 2	Rdt q/ha 14 % H2O	gain / témoin en q	gain brut / témoin en FF/ha	Coûts produits +passage FF/ha	gain / témoin en FF/ha
1. témoin		1 2	86,08 66,26	0	0	0	0
2. Indiana 2000	5,0	1 2	116,44 102,38	30,36 36,12	2656 3160	512	<u>2145</u> 2649
3. Frontière + Mikado	1,5 + 1.0	1 2	112,27 103,61	26,19 37,35	2292 3269	598	<u>1693</u> 2670
4. Frontière + Bropyr	1.3 + 1.5	1 2	108,36 107,78	22,28 41.52	557 1038	191,81	<u>1278</u> 2962
5. Titus + FHS Bropyr	0.05 + 0.3 + 1.5	1 2	105,89 107,94	19,81 41,68	495,25 1042	164,02	<u>1158</u> 3072
6. Titus+FHS + Bropyrl Titus+FHS + Bropyrl	0.03+ 0.18 +1.0 0.02+ 0.12 +0.5	1 2	107,06 102,15	20,98 35,89	524,5 897,25	164,02	<u>1262</u> 2566
7. Titus+FHS + Bropyrl	0.03+ 0.18 + 1.5	1 2	108,12 108,88	22,03 42,62	550,75 1065,5	123,82	<u>1494</u> 3296
8. Titus+FHS + Certrol B	0.03+0.18 +0.75	1 2	115,60 106,36	29,52 40.10	738 1002,5	92,25	<u>2260</u> 3186
9. Titus+ FHS+ Banvel 4S	0.03+ 0.18 + 0.5	1 2	112,38 101,49	26,29 35,23	657,25 880,75	92,68	<u>1976</u> 2758
10. Titus+FHS+ Bropyr	0.04 +0.24 + 1.5	1 2	112,25 97,52	26,16 31,26	654 781,5	128,92	<u>1838</u> 2284
11. Titus+FHS + Lentagran	0.04 +0.24 + 1.5	1 2	110,00 93,76	23,92 27,49	598 687,25	140,55	<u>1601</u> 1917
12. Mikado	1.5	1 2	109,37 108,69	23,29 42,43	582,25 1060,75	140,35	<u>1547</u> 3221
13. Lama + Bropyr	1.5 + 1.5	1 2	113,04 107,30	26,96 41,04	674 1026	202,25	<u>1651</u> 2883
14. Lama + Mikado	0.75 + 1.0	1 2	111,50 102,56	25,41 36,30	635,25 907,5	150,43	<u>1697</u> 2650
15. Mikado+Lentagran WP	1.5 + 1.5	1 2	112,61 102,75	26,52 36,49	663 912,25	230,5	<u>1514</u> 2386

Tous les traitements conduisent sur les deux lieux à des gains de marges nettes d'environ. 1150 à 3300 FF/ha. Le meilleur résultat de **l'essai 1** est de 2260 FF avec Titus (30 g/ha) + Certrol B. Le second est de 2145 FF avec Indiana 2000. Suivent ensuite, Titus + Banvel 4 S avec 1976 FF. Le résultat le moins intéressant est procuré par la dose la plus forte de Titus (Objet. 5 : 1158 FF, Objet. 6 : 1262 FF).

Dans **l'essai 2.**, les programmes les plus intéressants ont été Titus (30 g) + Bropyr (3296 FF) à dose réduite et à nouveau Titus (30g) + Certrol B (3186 FF) en raison des prix bon marché de ces produits, suivi de Mikado avec 3221 FF.

- **Sites en France : *ILLHAEUSERN 1994* /ITCF,AGPM (Tab.7), *RIEDHWHIR 1995* /ITCF (Tab.8) et *ILLHAEUSERN 1995* /SRPV**

Pour l'essai d' **ILLHAEUSERN 1994**, il convient de tenir compte des remarques suivantes :

- le champ retenu pour l'essai n'était pas propice aux questions étudiées et a subi plusieurs avatars.
La population de mauvaises herbes qui couvrait la parcelle était très irrégulière, en particulier en panics et renouées.
- Une partie de l'essai a été inondée fin mai, au moment des premiers traitements de post-levée (stade 4 feuilles).
- Les notations ont été difficiles à cause de levées tardives et irrégulières des mauvaises herbes. En conséquence de quoi, les notations ne purent être réalisées qu'à 2 époques, ce qui est insuffisant pour évaluer en toute sécurité les efficacités des traitements.
- En raison de la forte irrégularité des résultats des notations, la récolte de l'essai a été abandonnée.

1. Efficacité sur adventices (cf. Tab.7)

- Vis à vis de la flore variée régnante dans l'essai : panics pied de coq, amarantes et renouées persicaires, seules 2 programmes se sont montrés satisfaisants : l'association Titus+Bropy (= Cato+Duogranol) à la forte dose et la même combinaison en apports fractionnés.
- Contre les renouées, difficiles à détruire, l'association Titus+Bropy à dose forte (50 g/ha, Obj. Nr. 6, 5) et le Mikado à la plus forte dose (1.5 kg/ha) se sont montrés efficaces.
- Frontière seul, même à forte dose, ne donnait pas satisfaction contre les adventices présentes. L'association Titus+Banvel 4 S procurait des résultats satisfaisants contre panics et amarantes.

2. Sélectivité

Aucune agressivité ne fut observée sur le maïs.

3. Semis sous couvert de ray-grass

Les couvertures les plus faibles furent relevées pour les traitements suivants : Indiana 2000 (= Harpun), Frontière (forte Dose), Titus (= Cato) 50 g + Bropy (= Duogranol) et Titus 30 g en mélange avec Certrol B ou Lentagran.

4. Rendement

essai non récolté.

5. Résultats économiques

pas de résultats suite à l'absence de récolte.

L'essai **ILLHAEUSERN 1995** n'est que partiellement exploitable car l'appréciation de l'efficacité sur adventices a été faite par des comptages des mauvaises herbes et non par des notes. En plus de cela, des problèmes techniques survinrent à la récolte lors de la mesure des rendements et le semis sous couvert échoua. Cet essai n'est donc pas présenté dans les tableaux.

1. Efficacité sur adventices :

Les traitements de post-levée avec des sulfonilurées ont obtenus globalement de mauvais résultats, en raison du fort salissement en panics (104 Hirsens/m²) et de levées en plusieurs vagues. Cela s'explique par l'absence d'effet persistant de ces produits à pénétration foliaire, et qui ne peuvent détruire des levées tardives.

La meilleure efficacité fut relevée pour l'association Frontière + Mikado à forte dose.

2. Sélectivité

Aucun dégâts d'herbicides.

Dans l'essai de **RIEDWHIR 1995** (Tab. 8 et. Fig. 10), les principales adventices étaient les amarantes (38 /m²), les panics (9/m²) et les chénopodes (8/m²).

1. Efficacité sur adventices (Fig. 10)

- Les amarantes furent correctement détruites par les associations contenant des sulfonilurées et des produits de contact ainsi que par Mikado+Lentagran, tandis que pour Indiana 2000 (= Harpun) et pour Mikado seuls, l'efficacité est restée insuffisante et inférieure à 60 %.
- Une efficacité insatisfaisante (66 %) fut constatée dans la parcelle de Mikado seulement à cause du trou de ce produit sur millet des oiseaux (ou sétaires glauques). Pour les autres traitements, les niveaux d'efficacité globale sur les panics oscillèrent entre 83 et 99 %. Indiana 2000 (= Harpun) se montra encore suffisamment efficace contre ces adventices dans cet essai. L'efficacité racinaire, conditionnée par la météorologie chaude et ensoleillée et pauvre en pluviométrie durant environ 1 semaine après l'intervention, ne fut pas optimale. Les chénopodes ne furent pas contrôlés de manière satisfaisante par Indiana 2000 (Harpun), à cause d'une humidité du sol insuffisante.

2. Selectivité

Des symptômes de phytotoxicité apparurent dans tous les programmes avec des sulfonilurées,, visibles au jaunissement des plantes, à la croissance retardée et parfois à l'enroulement des feuilles. Les dégâts les plus conséquents furent occasionnés par l'association Titus (= Cato) + Banvel 4 S.

Les doses élevées de Titus (40 g et 50 g) provoquèrent comparativement à la dose réduite (30 g) des dégâts plus forts et parfois des tassements des plantes. Les agressivités de Lama furent plus faibles, même si combiné avec Mikado, des colorations et des brûlures des feuilles furent enregistrées.

3. Rendement (cf. Fig. 8 et 10)

Les traitements herbicides permirent des gains de rendement élevés : jusqu'à plus de 300 % du témoin. (26 q/ha). Un effet des phytotoxicités sur le rendement ne peut pas être écarté étant donné la forte dispersion des résultats parcellaires. Une tendance au niveau des rendements se retrouve en faveur des programmes avec Lama et Mikado (Nr. 13 - 15) et pour Titus+Lentagran en comparaison avec les autres associations à base de Titus et bien que les efficacités soient analogues. Des différences de rendement statistiquement significatives se retrouvent entre les

objets 5 (Titus/Cato 50g + Bropyr/ Duogranol) avec 64,8 q/ha et 14 et 15 (Mikado+Lama ou Lentagran) avec chacun environ 82 q/ha.

4. Semis de ray-grass sous couvert

La couverture du sol après le semis sous couvert, notée en % de celle observée dans le témoin, ne dépassa pas 5 % pour l'objet. 2 (Indiana 2000/Harpun), et pour les objets 3 et 4 (Frontière) ainsi que 12 (Mikado) les 40 %. Les autres parcelles atteignirent une couverture de 60 - 80 %.

Les produits Indiana 2000, Frontière et Mikado contiennent des matières actives racinaires actives contre les graminées, et qui peuvent bloquer leur développement.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES (PARTIE 1B)

– Les essais confirment qu'une lutte contre les mauvaises herbes est possible sans usage de matières actives appartenant à la famille des triazines (atrazine, terbuthylazine) très sensibles au lessivage.

Le passage à de nouvelles matières actives (sans obligation) dans les périmètres protégés de captage des eaux, réclame localement une connaissance suffisante des mauvaises herbes présentes, l'adéquation du spectre d'efficacité du produit et la compatibilité des pratiques avec les conditions climatiques et de sol.

Le desherbage sans atrazine est plus honéreux et plus difficile. L'utilisation d'herbicides à base de sulfonilurées (par ex. Titus/Cato) est en particulier corrélée à un champ d'application plus étroit, dépendant des conditions météorologiques, du stade du maïs, de la variété, de l'état de la culture et du développement des adventices. Des agressivités sur le maïs ne sont également pas écartées en cas de conditions d'application défavorables. L'efficacité d'autres nouveaux herbicides racinaires reste dépendante de pluviométrie en quantité suffisante.

– La réduction des doses par association d'herbicides à base de sulfonilurées et de certains produits de contact peut conduire à des baisses d'efficacité sur les panics. L'efficacité sur les mauvaises herbes est en partie plus étroite pour les doses réduites. Les possibilités de réduction de doses de sulfonilurées associées à des produits de contact dépendent avant tout de l'espèce d'adventice, de sa date d'émergence et de sa vigueur. La réduction des doses pour le groupe d'herbicides cité ci-dessus peut être économiquement intéressant d'après les calculs faits sur les essais côté allemand. En général, les pratiques de lutte contre les mauvaises herbes ont toujours procuré des gains de rendement conséquents.

– Les essais ont montré que les chénopodes, mauvaises herbes très courantes, ne sont pas correctement combattues par le seul recours à Cato/Titus, Lama ou bien Frontière. Il est nécessaire de leur adjoindre un autre produit qui complète leur spectre d'efficacité. Les forces de ces produits reposent sur leur action graminicide.

Le Mikado, nouvellement autorisé en Allemagne, possède un trou dans son efficacité sur amarantes, millet des oiseaux et d'autres graminées. Ces faiblesses peuvent être compensées par l'association d'une sulfonilurée avec une dose réduite de Mikado. Des insuffisances sur amarantes ont été aussi mises en évidence pour Indiana 2000 / Harpun. Cet herbicide de pré-levée montre une bonne efficacité sur panics et chénopodes par des conditions de sol humides et des pertes d'efficacité notables par conditions sèches.

– Le semis sous couvert de ray-grass, afin de fixer l'azote présent dans le maïs, a été sévèrement contrarié par le traitement avec Indiana 2000 dans quelques essais, si bien, que la couverture du sol n'a pas pu se faire. Aussi, dans les parcelles qui doivent être sous-ensemencées de ray-grass, l'application d'Indiana 2000/Harpun ne doit s'envisager que sur le rang. Une croissance quelque peu freinée du ray-grass et une couverture du sol plus faible ont été aussi observées après application de Frontière et pour les doses élevées de Mikado ainsi que pour des interventions très tardives avec du Titus.

RESUME

- Le salissement en mauvaises herbes, fréquemment élevé dans les parcelles consacrées au maïs en Alsace et en Bade-Wurtemberg, nécessite la mise en oeuvre de pratiques de lutte fiables qui libèrent le maïs de toute concurrence à partir du stade 4 - 8 feuilles. Les pratiques devront correspondre aux attentes de protection de la nappe phréatique.
- Dans les essais présentés, l'efficacité de pratiques de desherbage associant lutte mécanique et chimique a été examinée et de nouvelles matières actives et (ou) associations testées, ainsi que des réductions de doses. Les effets négatifs sur les ray-grass installés sous couvert du maïs ont aussi été relevés.
- Les essais montrent que la lutte mécanique ne suffit pas à elle seule pour maîtriser correctement les infestations en panics.
- Une réduction de 60 % des doses d'herbicides par hectare est possible en conditions climatiques favorables et pour des sols appropriés grâce à la combinaison d'application chimique sur le rang et de desherbage mécanique par binage. Cette conduite de la lutte contre les mauvaises herbes, respectueuse de l'environnement et à la bonne efficacité, convient particulièrement bien pour les périmètres de captage des eaux.
- L'adaptation d'une pratique de desherbage mécanique par sarclage et binage et complétée en cas de besoin par un traitement chimique, doit continuer à être travaillée.
- Les résultats des essais confirment que le remplacement des matières actives appartenant aux triazines, par trop lessivables, par de nouveaux herbicides est possible sans recourir à l'obligation des zones de captage des eaux. Cependant, le desherbage sans atrazine reste plus coûteux et plus difficile à réussir.
- Les possibilités de réduction des doses dans le cas des applications chimiques en pleine surface restent limitées à cause des diminutions d'efficacité et ne peuvent s'envisager avec succès que dans le cas d'une bonne connaissance des adventices et de l'efficacité des produits
- La lutte mécanique, la réduction des doses et l'emploi de nouvelles matières actives réclament en grande partie une adaptation de la stratégie de desherbage à la parcelle et aux conditions climatiques.
- Il convient de tenir compte des dégâts qui peuvent être occasionnés sur les ray-grass semés sous couvert pour piéger les nitrates par les herbicides possédant une action graminicide. Le système mixte de traitement localisé sur le rang et de desherbage mécanique ne remet pas en question les semis de ray-grass sous couvert du maïs.

H.Imgraben

ANNEXES

Tableaux et Figures :

Tab. 1: Essai Theme 1a / D-Kappel-GRAFENHAUSEN 1994

Tab. 2: Essai Theme 1a / D-Kappel-GRAFENHAUSEN 1995

Tab. 3: Essai Theme 1 a / F-OBENHEIM 1995

Tab. 4: Essai Theme 1 b / D-Bad Krozingen-BIENGEN 1994

Tab. 5: Essai Theme 1 b/ D-Bad Krozingen-BIENGEN 1995, FELD 1

Tab. 6: Essai Theme 1 b/ D-Bad Krozingen-BIENGEN 1995, FELD 2

Tab. 7: Essai Theme 1 b / F-ILLHAEUSERN 1994

Tab. 8: Essai Theme 1 b/ F-RIEDWHIR 1995

Figure 1: efficacité sur panics sur 3 SÎTES en plaine du Rhin (1 a)

Figure 2: efficacité sur chénopodes sur 3 SÎTES en plaine du Rhin (1 a)

Figure 3: efficacité et rendement: F-OBENHEIM 1995 (1 a)

Figure 4: efficacité sur les panics 1994 - 1995 (Theme 1 b)

Figure 5: efficacité sur amarantes 1994 - 1995 (1 b)

Figure 6: efficacité sur chénopodes, 3 SÎTES, 1994-1995 (1 b)

Figure 7: rendement et efficacité, BAD KROZINGEN 1994 (1 b)

Figure 8: rendement et efficacité, BAD KROZINGEN 1995, essai 1 (1 b)

Figure 9: comparaison des rendements BAD KROZINGEN 1994 ET 1995 (1 b)

Figure 10: rendement et efficacité, RIEDWHIR 1995 (1 b)

