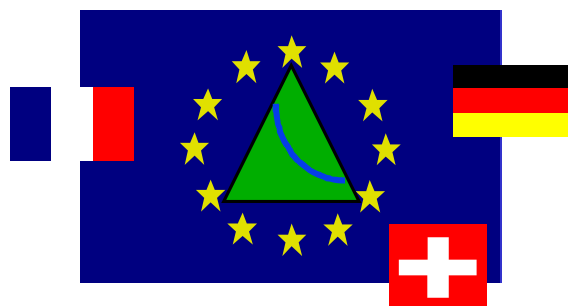


# ITADA

**Institut Transfrontalier  
d'Application et de Développement Agronomique  
Grenzüberschreitendes Institut  
zur rentablen umweltgerechten Landwirtschaft**



## **FAISABILITE DE LA PRODUCTION INTEGREE EN GRANDE CULTURE**

**RAPPORT FINAL DU PROJET A 4 (1996-1999)**

**Etude cofinancée par l'initiative communautaire  
INTERREG II "Rhin Supérieur Centre-Sud"**

# ITADA

Institut Transfrontalier d'Application et de Développement Agronomique  
Grenzüberschreitendes Institut zur rentablen umweltgerechten Landwirtschaft

Le programme d'actions de l'ITADA était placé sous la maîtrise d'ouvrage du Conseil Régional d'Alsace et cofinancé par :

- le Fonds Européen pour le Développement Régional (programme INTERREG),
- le Ministère de l'Agriculture du Land de Bade-Wurtemberg,
- les Cantons suisses de Bâle Ville, Bâle-Campagne, Argovie et Soleure ainsi que la Coop -Suisse,
- le Conseil Régional d'Alsace,
- l'Agence de l'Eau Rhin Meuse,
- l'Etat français via les Ministères de l'Agriculture et de l'Environnement,
- les Organisations Professionnelles Agricoles alsaciennes.

**Le projet A 4 :**

## « FAISABILITE DE LA PRODUCTION INTEGREE EN GRANDE CULTURE »

a été réalisé par :

C. Bockstaller (ARAA) :	Chef de projet
G. Hanson (IfuL) :	Partenaire
Organismes associés :	F : INRA, ITCF
	D : RPFR

---

Association pour la Relance Agronomique en Alsace, Schiltigheim (ARAA)  
Institut National pour la Recherche Agronomique, Colmar (INRA)  
Institut Technique des Céréales et des Fourrages, Colmar (ITCF)  
Institut für umweltgerechte Landwirtschaft, Müllheim (IfuL)  
Regierungspräsidium Freiburg (RPFR)

# SOMMAIRE DU PROJET A 4

Situation initiale et positionnement du problème	p 1
La production intégrée	p 2
Objectifs	p 3
Méthode et réalisation des travaux	p 4

## **1 ère partie : utilisation des indicateurs agro-écologiques**

1) Introduction	p 4
2) Démarche	p 4
3) Résultats	p 7
4) Discussion	p 7
5) Transposition pratique	p 9
6) Conclusions	p 10

## **2 ème partie : mise en œuvre de la P. I. sur deux exploitations de grande culture**

1) Introduction	p 11
2) Démarche	p 11
2.1 Choix des exploitations	p 11
2.2 Suivi des deux exploitations	p 12
2.3 Mesures effectuées dans le cadre de l'évaluation des itinéraires techniques	p 14
3) Résultats	p 14
3.1 Evaluation globale	p 14
3.1.1 Analyse du rendement	p 14
3.1.2 Efficacité du désherbage	p 16
3.1.3 Suivi de l'azote minéral dans le sol et risque de lessivage – Efficacité d'un sous semis de ray-grass dans le maïs	p 19
3.1.4 Suivi de la faune du sol	p 21
3.1.5 Estimation de la fertilité du sol	p 21
3.2 Evaluation analytique	p 23
3.2.1 Essai dose N	p 23
3.2.2 Absence d'insecticides et de fongicides du sol	p 23
3.2.3 Utilisation de désherbant post-levée présentant un risque de phytotoxicité	p 23
3.2.4 Essai bande fleurie	p 23
3.2.5 Effet d'un précédent blé	p 24
4) Discussion générale	p 24
5) Transposition dans la pratique	p 25
6) Conclusions	p 25

## **Sous-thème 1 : simplification du travail du sol et semis en bande dans un couvert de graminées ” Maiswiese ” en monoculture de maïs**

Situation initiale et position du problème, Objectif	p 27
Méthode et réalisation des travaux	p 28
1) Protocole	p 28
2) Résultats	p 28
3) Discussion	p 28
4) Transposition dans la pratique	p 29
5) Conclusion	p 30

## **Sous-thème 2 : utilisation d’un outil de pilotage de la fertilisation azotée sur blé**

Situation initiale et position du problème, Objectif	p 32
Méthode et réalisation des travaux	p 33
1) Présentation succincte de la méthode	p 33
2) Protocole	p 33
3) Résultats	p 33
4) Discussion	p 34
5) Transposition dans la pratique	p 34
6) Conclusion	p 34

## **Sous-thème 3 : amélioration de la stratégie fongicide – utilisation d’outils de pilotage**

Situation initiale et position du problème, Objectif	p 36
Méthode et réalisation des travaux	p 36
1) Comparaison des outils	p 36
2) Protocole	p 37
3) Résultats	p 38
4) Discussion	p 40
5) Transposition dans la pratique	p 42
6) Conclusion	p 42

<b>Résumé</b>	p 43
---------------	------

<b>Bibliographie</b>	p 52
----------------------	------

### **Annexes**

Annexe 1 : résultats détaillés par indicateurs	p 55
Annexe 2 : demandes d’utilisation satisfaites ou en cours	p 63
Annexe 3 : analyse de terres des parcelles suivies dans l’évaluation	p 64
Annexe 4 : programmes de désherbage	p 65
Annexe 5 : suivi de désherbage : résultats supplémentaires	p 67
Annexe 6 : suivi de l’azote minéral dans le sol	p 68
Annexe 7 : essai bande fleurie	p 71
Annexe 8 : sous-thème 1 : « Maiswiese » : interventions de l’agriculteur en 1997	p 74
Annexe 9 : sous-thème 2 : mise en œuvre de la méthode JUBIL	p 75
Annexe 10 : mise en œuvre de la méthode PRESEPT	p 77 à 82

## Liste des tableaux et des figures

### Tableaux

Tableau 1 :	mode de construction des indicateurs et type d'estimation de l'impact agronomique et environnemental sur le milieu.....	p 6
Tableau 2 :	présentation des deux exploitations étudiées (données 1996).....	p 13
Tableau 3 :	mesures effectuées sur des parcelles de maïs de deux exploitations.....	p 15
Tableau 4 :	analyse fréquentielle de l'atteinte de l'objectif du rendement .....	p 15
Tableau 5 :	niveau d'infestation des parcelles avant désherbage chimique .....	p 17
Tableau 6 :	efficacité sur mercuriale après le traitement chimique.....	p 17
Tableau 7 :	essai désherbage sur l'exploitation alsacienne .....	p 18
Tableau 8 :	matière sèche et azote prélevé par le sous-semis de ray-grass .....	p 20
Tableau 9 :	nombre d'espèces et indice Shannon obtenus par parcelles.....	p 22
Tableau 10 :	mesure de biomasse du sol C-b- $\mu$ (mg C biomasse kg <sup>-1</sup> sol sec).....	p 22
Tableau 11 :	essai de bilan économique des principales mesures étudiées.....	p 26
Tableau 12 :	résultats de l'essai.....	p 30
Tableau 13 :	mesures de reliquats azotés fin mai.....	p 31
Tableau 14 :	estimation de l'écart de marge entre les traitements Labour T1 et Maiswiese T3 .....	p 31
Tableau 15 :	application de la méthode JUBIL sur l'exploitation alsacienne en 1996 .....	p 35
Tableau 16 :	application de la méthode JUBIL sur l'exploitation allemande.....	p 35
Tableau 17 :	application de la méthode JUBIL sur l'exploitation alsacienne en 1997 .....	p 35
Tableau 18 :	avantages et inconvénients de PRESEPT par rapport à PRO_PLANT .....	p 37
Tableau A 4.2 :	nombre de plantes après désherbage sous couvert de maïs en juillet et septembre .....	p 67
Tableau A 6.1 :	Estimation du drainage (Drain.), du lessivage d'azote (Nless) et de la Concentration moyenne de nitrates dans l'eau de drainage ([NO <sub>3</sub> ]), à l'aide du modèle STICS .....	p 70
Tableau A 10.1 :	essais alsaciens en 1998 .....	p 80
Tableau A 10.2 :	essai allemand (Bad Krozingen) en 1998.....	p 81
Tableau A 10.3 :	résultats de l'essai de Schwindratzheim en 1997 .....	p 82

## Figures

Figure 1 :	articulation du projet A 4 en deux volets principaux (partie supérieure et trois sous-thèmes (partie inférieure).....	p 3
Figure 2 :	présentation des résultats issus du calcul des indicateurs agro-écologiques d'après Girardin et Bockstaller, 1997).....	p 6
Figure 3 :	valeur de l'indicateur <i>assolement</i> calculé sur le réseau d'exploitation.....	p.9
Figure 4 :	valeur de l'indicateur <i>azote</i> calculé sur le réseau d'exploitation.....	p.9
Figure 5 :	valeur de l'indicateur <i>pesticides</i> calculé sur le réseau d'exploitation.....	p.9
Figure 6 :	suiti de l'azote minéral dans le sol en 1998.....	p 20
Figure 7 :	rendement bruts des différentes stratégies étudiées.....	p 38
Figure 8 :	rendements nets des différentes stratégies étudiées.....	p 39
Figure 9 :	rendements bruts et nets des différentes stratégies étudiées.....	p 39
Figure A 1.1 :	assolement.....	p 56
Figure A 1.2 :	succession culturale.....	p 56
Figure A 1.3 :	Valeurs de l'indicateur <i>matière organique</i> calculé sur le réseau d'exploitation.....	p 58
Figure A 1.4 :	Valeurs de l'indicateur <i>phosphore</i> calculé sur le réseau de 14 exploitations pour la période 1994-98.....	p 58
Figure A 1.5 :	Valeurs de l'indicateur <i>azote</i> calculé sur de 14 exploitations pour la période 1994-98.....	p 60
Figure A 1.6 :	Valeurs de l'indicateur <i>pesticides</i> calculé sur le réseau de 14 exploitations pour la période 1994-98.....	p 60
Figure A 1.7 :	Valeurs de l'indicateur <i>irrigation</i> calculé sur le réseaud'exploitation pour la période 1995-1998.....	p 62
Figure A 7.1 :	nombre de limaces suivant la position par rapport à la bande fleurie en 1996.....	p 72
Figure A 7.2 :	nombre total de carabes capturés suivant la position par rapport à la Bande fleurie en 1996 et 1997 (parcelle 7). .....	p 72
Figure A 7.3 :	nombre total d'espèces de carabes capturés suivant la position par rapport à la bande fleurie en 1996 et 1997 (parcelle 7).....	p 73
Figure A 10.1 :	exemple de sortie de PRESEP.....	p 77
Figure A 10.2,3 et 4 :	exemples de sorties de PRO_PLANT.....	p 78

# ITADA

## RAPPORT DE SYNTHÈSE 1996-98

<b>PROJET N°:</b>	<b>A.4</b>
<b>THEME:</b>	<b>FAISABILITE DE LA PRODUCTION INTEGREE (PI) EN GRANDE CULTURE</b>
<b>CHEF DE PROJET:</b>	C. BOCKSTALLER (ARAA) Colmar F
<b>PARTENAIRES:</b>	G. HANSON (IfUL) Müllheim D
<b>ORGANISMES ASSOCIES:</b>	F: INRA (P. GIRARDIN), ITCF (D. LASSERRE) D: RPFR (H. HUGGER)
<b>DUREE DU PROJET:</b>	1996-1998

### SITUATION INITIALE ET POSITION DU PROBLEME

Durant cette dernière décennie un certain nombre de travaux ont montré l'intérêt de l'Agriculture Intégrée ou Production Intégrée (Encadré 1) en grande culture, pour faire face aux problèmes environnementaux qui ont accompagné les formidables progrès de productivité de l'agriculture européenne, ceci sans remettre en cause ses performances économiques (Holland et al., 1994 ; Viaux, 1997). A ce stade d'avancement des recherches, ces résultats doivent être confirmés pour des systèmes de culture différents comme ceux avec une forte proportion de maïs dans la rotation et les acquis doivent être transférés vers les exploitations agricoles.

Cependant, dans une région comme celle de la plaine du Rhin avec une proportion importante de monoculture de maïs, on peut s'interroger sur les possibilités d'application de la Production Intégrée (PI) dont un des fondements est une rotation diversifiée (Viaux, 1997). Néanmoins par rapport à d'autres cultures, le maïs présente une certaine « tolérance » à la monoculture (Hugger, 1997), ne nécessitant pas de traitement contre les maladies, et offre des alternatives à une lutte chimique (binage, trichogrammes, jusqu'au concept de « maiswiese » développé dans le sous-thème 1 de ce travail etc.). Ainsi, dans la suite de ce rapport nous ne nous appuyerons pas sur une définition stricte de la PI (i.e. le respect du cahier de charge officiel (encadré 1)) mais sur un ensemble de principes énoncés par Viaux (1997) qui doivent mener à la réalisation des objectifs de l'agriculture durable.

Par ailleurs, le passage volontaire et progressif des agriculteurs vers de tels systèmes de culture basés sur la PI ne pourra se faire que s'il est accompagné d'outils d'évaluation en complément de critères traditionnels (rendement, etc.) qui permettent aux agriculteurs de situer leurs pratiques par rapport aux objectifs agronomiques et environnementaux spécifiques à la PI (Ex : la fertilité des sols). L'évaluation ne doit pas être ici confondue avec la notion de contrôle qui consiste à vérifier si une réglementation est appliquée et qui nécessite des outils très faciles à mettre en œuvre à grande échelle, utilisant des données vérifiables. L'évaluation repose à la fois sur un diagnostic qui consiste à mesurer ou à estimer le degré d'atteinte d'un objectif que s'est fixé volontairement l'agriculteur, et sur une phase de conseil ou d'aide à la décision qui doit faire avancer l'agriculteur vers la réalisation des objectifs initiaux.

## Encadré 1

### La Production Intégrée (PI)

Dans les années 60, sont nés les concepts de lutte intégrée puis de protection intégrée, développés en arboriculture notamment, où la lutte chimique systématique se heurtait déjà à cette époque à des impasses. En grande culture, les travaux des agronomes ont abouti à une approche plus globale, de Production Intégrée ou d'Agriculture Intégrée englobant le raisonnement de toutes les pratiques agricoles.

Selon la définition officielle de l'Organisation Internationale de Lutte Biologique (OILB), la Production Intégrée (PI) est :

« La production intégrée est un système agricole de production d'aliments et des autres produits de haute qualité, système qui utilise des ressources et des mécanismes de régulation naturels pour remplacer des apports dommageable à l'environnement et qui assure à long terme une agriculture viable » (El Titi et al., 1993).

L'accent est mis sur la qualité de la production (plus accessoire en grandes cultures), sur le respect de l'environnement par combinaison de techniques s'appuyant sur « des ressources et des mécanismes de régulation naturels » (rotation, insectes auxiliaires etc.), des moyens biotechniques (modèle de prévision, méthodes non chimiques de lutte, etc.), et la viabilité de l'exploitation (rentabilité mais aussi acceptabilité sociale), ceci sur le long terme. Viaux (1997) a proposé une traduction agronomique de la définition générale de la PI. L'OILB a publié un cahier de charges pour plusieurs systèmes de production notamment en grande culture (Boller et al., 1997).

L'objectif de la PI est donc d'assurer une agriculture viable sur le long terme i.e. une agriculture durable. Les deux concepts de Production Intégrée et d'Agriculture durable se sont développés de manière parallèle et se rejoignent aujourd'hui. En effet la PI constitue en grande culture une traduction agronomique pour le développement de l'agriculture durable (Viaux, 1997), l'aspect social (Ex : maintien et animation du tissu social rural) se rajoutant dans le concept d'agriculture durable.

Par rapport au concept d'agriculture raisonnée, la PI se caractérise par une approche plus globale, prenant en compte les interactions entre interventions culturales, entre la parcelle et les bordures des champs, et ne repose pas seulement sur une optimisation des pratiques une à une (Bonny, 1997). Par ailleurs la démarche de la PI se veut pragmatique et ne refuse pas l'emploi des produits phytosanitaire ou des engrais chimique comme c'est le cas en agriculture biologique, mais insiste sur leur emploi limité et raisonné en association aux intrants non chimiques.



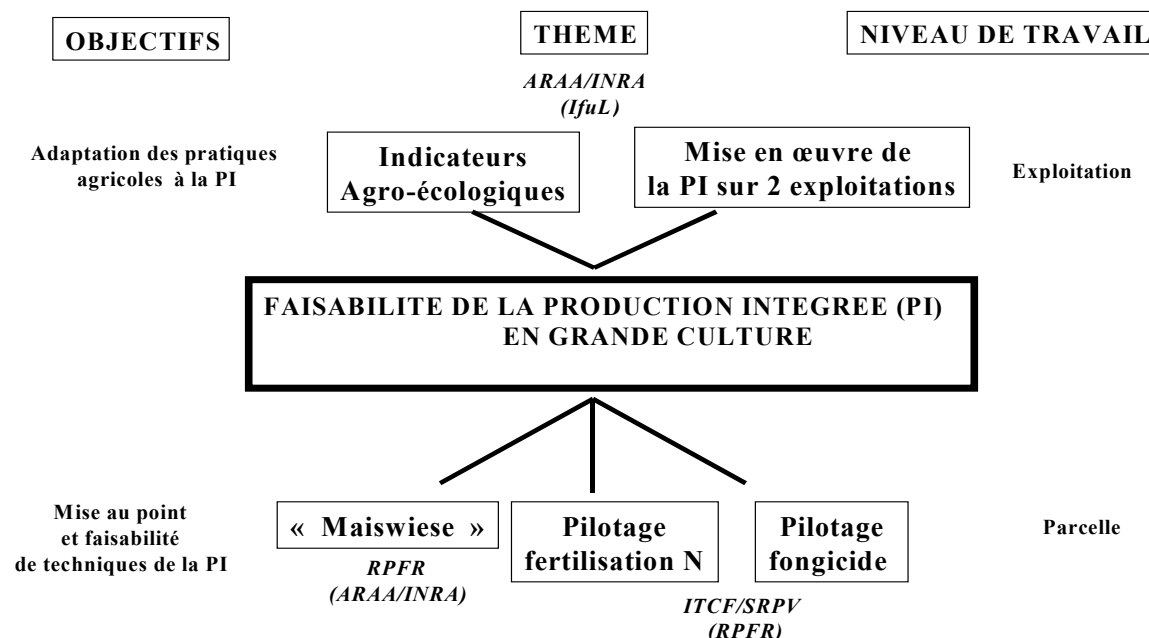
Ce constat a conduit P. Girardin de l'INRA de Colmar à proposer le développement d'indicateurs agro-écologiques dont la mise au point et la validation ont débuté dans le programme ITADA 1 en collaboration, avec l'ARAA (Girardin et al., 1997). Ce projet intitulé « faisabilité de la Production Intégrée (PI) grande culture » et réalisé dans le cadre du programme ITADA 2 s'est donc articulé en deux volets complémentaires par leur approche, auxquels trois sous-volets traitant de techniques particulières ont été greffés (Figure 1) :

1. Un suivi du réseau d'exploitations agricoles à l'aide d'indicateurs agro-écologiques.
2. La mise en œuvre de la PI sur deux exploitations de grande culture. A ce volet ont été associés les trois sous-thèmes portant sur des essais de techniques allant dans le sens de la PI.

En effet les indicateurs agro-écologiques ont été testés comme outils de diagnostic et de conseil, devant conduire les agriculteurs à progresser pas à pas vers les pratiques de la PI, ceci de manière volontaire. Le second volet porte sur l'application des techniques de PI au niveau de l'exploitation agricole en vue de fournir des références supplémentaires notamment en situation de système à forte proportion de maïs dans la rotation et à valider les conseils mis en œuvre dans le premier volet. Un troisième volet initialement prévu sur l'analyse de fonctionnement des exploitations agricoles pour mettre en évidence les obstacles au développement de la PI n'a pu pas être abordé.

## OBJECTIFS

- 1- Caractériser l'évolution des pratiques agricoles par rapport aux exigences de la PI à l'aide d'indicateurs agro-écologiques. Ceci permet de voir dans quelle mesure ces outils de diagnostic peuvent aider les agriculteurs à adapter leurs pratiques aux exigences de la PI.
- 2- Tester la faisabilité de la PI dans des exploitations en grande culture. La compatibilité de la PI avec la monoculture de maïs est abordée.



**Figure 1** – Articulation du projet A4 en deux volets principaux (partie supérieure) et trois sous-thèmes (partie inférieure).

## METHODE ET REALISATION DES TRAVAUX

### Première partie : Utilisation des indicateurs agro-écologiques

#### 1. Introduction

Un ensemble de sept indicateurs agro-écologiques (Encadré 2) ont été mis au point jusqu'à ce jour, dont une première version du mode de calcul a été présentée dans le cadre du programme ITADA. Dans le cadre de ce travail, les indicateurs ont été calculés pendant les 3 années pour un réseau de 14 exploitations (10 en Alsace et 4 dans le Bade-Wurtemberg) qui ont déjà servi dans l'étude du premier programme ITADA et sont présentées dans le rapport de synthèse (Girardin et al., 1997). Il est à noter qu'après ce premier programme, les 3 exploitations du Sud du Haut-Rhin se sont retirées du projet, désirant plutôt s'orienter vers des structures de conseil privées, et ne pas rester liées à un projet qui les mettaient en position inconfortable vis à vis de leurs collègues agriculteurs (sic). L'objectif de ce travail a été de tester ces indicateurs pour le suivi des pratiques agricoles et leur évolution par rapport à la PI, et comme outil servant de base à un conseil fondé sur les principes de la PI selon la définition que nous lui avons donnée dans la partie « situation initiale et position du problème ».

#### 2. Démarche

La mise en œuvre des indicateurs agro-écologiques a reposé sur les étapes suivantes :

- Recueil des données chez les agriculteurs : Cela a pris entre ½ h à 3 h en fonction de la manière de procéder de l'agriculteur. Il est clair qu'il faut toujours compter un temps de discussion d'autant plus que ce type d'outil doit amener à ces échanges par la suite. Il faut rajouter une première demi-journée pour la prise de contact, la description du parcellaire et l'historique (dans le cas du réseau cela avait été faite en 1994).
- Calcul des indicateurs sur un logiciel qui dans sa version la plus récente utilise Access 97 ®. Ce programme a été développé par des stagiaires informatiques à l'INRA de Colmar. Il faut compter une demi-journée de traitement en moyenne par exploitation en fonction du nombre de parcelles.
- Restitution des résultats : celle-ci s'est faite de manière collective lors d'une réunion annuelle et par une restitution individuelle où nous procédons en deux étapes qui sont résumées dans la Figure 2. Dans un premier temps un diagnostic global utilisant les valeurs moyennes des indicateurs sur l'exploitation est présenté sous forme de tableau de bord à l'aide d'une présentation en « radar ». Puis pour certains indicateurs, la variabilité interparcellaire est représentée et analysée. Ces deux phases de diagnostic sont accompagnées de conseils et de propositions basés sur les principes de la PI pour améliorer la valeur des indicateurs. Dans ces conseils, les coûts économiques sont évoqués mais sans chiffrage précis. En fait l'agriculteur s'en préoccupe toujours et la question est inévitablement abordée.

## Encadré 2

### Les indicateurs agro-écologiques

Le développement des indicateurs agro-écologiques repose sur les constats suivants (Girardin et Bockstaller, 1997) :

- Une nécessité d'outils opérationnels d'évaluation agronomique et environnemental des pratiques agricoles.
- Une absence de modèles scientifiques opérationnels qui permettent une prévision exacte de l'impact agronomique et environnemental des pratiques agricoles et qui puissent remplacer des mesures de terrain lourdes et coûteuses.
- L'intérêt du concept d'indicateur qui a été définie de la manière suivante :  
⇒ « Les indicateurs sont des variables [...] qui fournissent des renseignements sur d'autres variables plus difficiles d'accès [...] Les indicateurs servent aussi de repère pour prendre une décision ... » (Gras et al., 1989). « Ils fournissent des informations au sujet d'un système complexe en vue de faciliter sa compréhension [...] aux utilisateurs de sorte qu'ils puissent prendre des décisions appropriées qui mènent à la réalisation des objectifs » (Mitchell et al., 1995).

De cette définition il ressort que les indicateurs doivent présenter les qualités suivantes qui ont déterminé le cahier de charges à la base de l'élaboration des indicateurs agro-écologiques. Ceux-ci doivent être :

- opérationnels (données accessibles, calculs informatisés ...) :  
⇒ Ils sont calculés à partir des données techniques fournies par l'agriculteur et des données stables du milieu à la disposition de celui-ci (analyse de sol ...). Leur calcul ne fait pas appel à des données issues de mesures de terrain répétées.
- lisibles dans leur expression :  
⇒ Les indicateurs agro-écologiques sont présentés sous forme d'indices variant de 0 à 10 avec une valeur de référence fixée à 7 correspondant à une mise en œuvre des recommandations minimales de la PI.
- sensibles aux variations des pratiques :  
⇒ Calcul pour chaque parcelle (sauf pour l'assolement) pour la période récolte de la culture précédente-récolte de la culture de l'année considérée.
- reflétant la réalité du terrain.
- pertinents pour les utilisateurs :  
⇒ Valeur au niveau de l'exploitation : moyenne pondérée au prorata de la surface de chaque parcelle.

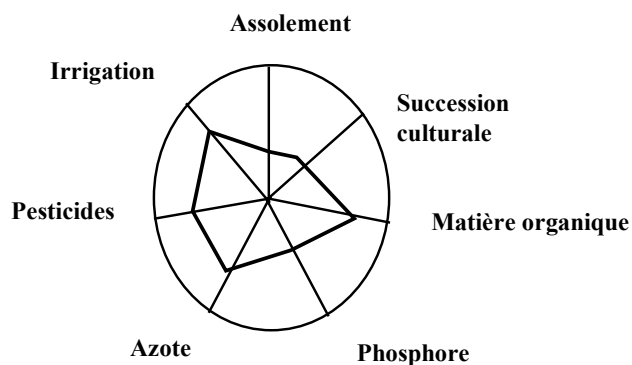
Six indicateurs « d'impact » sont aujourd'hui disponibles et s'ajoutent à l'indicateur *succession culturale* qui n'évalue pas directement un impact mais la cohérence du système (Bockstaller et Girardin, 1996) ; il s'agit des indicateurs : *assolement* (Girardin et Bockstaller, 1997), *azote* (Bockstaller et Girardin, 1999), *irrigation*, *matières organiques* (Bockstaller et al. 1997), *pesticides* (Van der Werf et Zimmer, 1998) et *phosphore* (Bockstaller et Girardin, 1998).

Un huitième vient d'être achevé mais n'a pas été utilisé dans ce travail : *couverture du sol* (Keichinger et Girardin, 1998). Deux indicateurs sont en cours d'élaboration : *énergie*, *structures écologiques*, et un autre est prévu : *travail du sol*.

Le mode de calcul des indicateurs dépend de l'état des connaissances et est basé dans certains cas sur une estimation quantitative à l'aide d'un modèle et dans d'autres cas reste qualitatif (Tableau 1).

### Etape 1 : Diagnostic exploitation

⇒ présenté sous forme  
d'un **tableau de bord**  
(figure en radar)

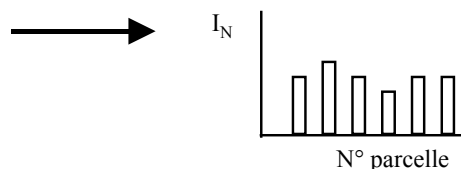


#### **Objectif**

⇒ *Diagnostic* : vue  
d'ensemble de l'exploitation  
⇒ *Aide à la décision* : mise  
en évidence des domaines à  
intervenir, confirmation de  
certains choix

### Etape 2 : Diagnostic parcellaire

⇒ Analyse des résultats parcellaire de  
certains indicateurs avec **histogrammes**  
des valeurs/parcelles



#### **Objectif**

⇒ *Diagnostic* : analyse des  
moyennes exploitation  
⇒ *Aide à la décision* : adaptation  
des pratiques aux cultures et  
conditions parcellaires

**Figure 2** - Présentation des résultats issus du calcul des indicateurs agro-écologiques (d'après Girardin et Bockstaller, 1997).

**Tableau 1** - Mode de construction des indicateurs et type d'estimation de l'impact agronomique et environnemental sur le milieu.

<b>Indicateur</b>	<b>Mode de construction</b>	<b>Type d'estimation de l'impact sur le milieu</b>
<i>Matière organique</i>	modèle simple <sup>1</sup>	<u>quantitative</u> , calcul par le modèle
<i>Irrigation, Azote</i>	modèle simple <sup>1</sup> + système de bonus-malus	<u>quantitative</u> , calcul par le modèle + estimations <u>semi-quantitatives</u>
<i>Phosphore</i>	système de bonus-malus	estimations <u>semi-quantitatives</u>
<i>Assolement, Succession culturale</i>	notation par mise en classes	<u>qualitative</u>
<i>Pesticides</i>	Système expert basé sur la logique floue	<u>qualitative</u>

<sup>1</sup> Le modèle de Hénin-Dupuis pour *Matière organique*, le modèle du bilan hydrique simplifié pour *l'irrigation*, un modèle spécifique incluant la formule de BURNS pour *l'azote* (Bockstaller et Girardin, 1999).

### 3. Résultats

Pour la plupart des sept indicateurs calculés (*assolement, azote, irrigation, matières organiques, pesticides, phosphore* et *succession culturale*), une version améliorée des indicateurs a servi au calcul. Pour donner plus de poids aux résultats en terme d'évolution, nous avons rajouté les valeurs recalculées des années 1994 et 1995

Des exemples pour les indicateurs *assolement, azote* et *pesticides* sont donnés dans les Figures 3, 4 et 5, l'ensemble des résultats est présenté et commenté en Annexe 1. Dans cette partie, nous nous limiterons à dégager les tendances lourdes sur l'ensemble des indicateurs :

- D'une manière générale, la majorité des résultats sont inférieurs à 7 donc en dessous des recommandations minimales de la Production Intégrée. Ceci est vrai en particulier pour les indicateurs *succession culturales, phosphore* et *azote*
- En terme d'évolution, il existe peu de variation si on excepte les progrès observés pour l'indicateur *phosphore*, ceux de l'agriculteur 5 pour l'*azote* et les diminutions des indicateurs *assolement* et *pesticides* bien qu'il faille nuancer pour ce dernier (cf. commentaires en annexe)

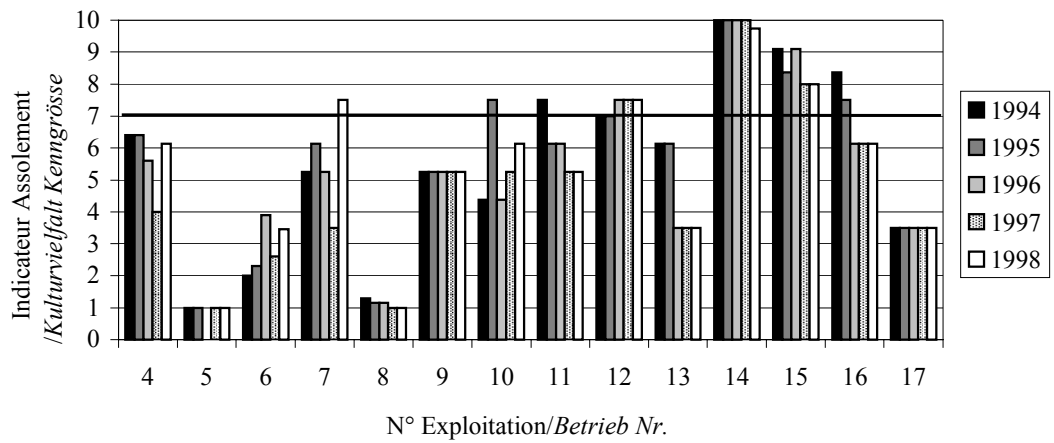
### 4. Discussion

En raison de la forte part de maïs dans ces exploitations, les résultats sont fortement liés à cette culture. La tendance à l'augmentation de la monoculture sous la pression des contraintes économiques permet d'expliquer les résultats négatifs de certains indicateurs comme l'*assolement, succession culturale*. De même, pour l'indicateur *azote*, l'utilisation de l'urée moins chère que d'autres engrais azotés, les problèmes de gestion d'interculture sont aussi des points faibles du maïs, bien que pour l'interculture, il existe aussi un risque pour d'autres cultures en l'absence de culture intermédiaire. En revanche, les résultats positifs pour l'indicateur *matière organique*, et dans certains cas pour *pesticides* et *irrigation* sont observés sur les exploitations avec une grande part de maïs. Tout n'est donc pas noir pour cette culture, pour laquelle il existe des marges de progrès.

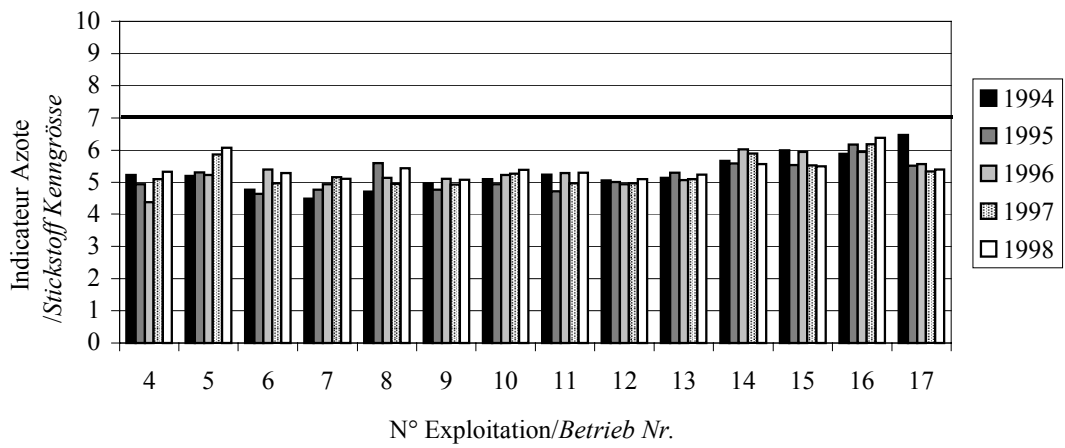
Cependant en termes d'évolution des pratiques, peu de progrès sont observés. Ceci montre en premier lieu le caractère volontaire de la participation de ces agriculteurs sans obligation de suivre les conseils délivrés sur la base du diagnostic effectué avec les indicateurs. Un certain nombre de propositions, telle la diversification de la rotation, se heurtent aux contraintes économiques évoqués en Annexe 1. Dans ce cas, l'agriculteur reste seul à choisir ses pratiques et en tant que chef d'entreprise il est tout à fait normal qu'il privilégie la rentabilité.

Mais tous les conseils ne vont pas à l'opposé des impératifs économiques : des réductions de charges sont possibles avec la suppression des traitements systématiques, la réduction des doses d'engrais ; d'autres techniques paraissent présenter un coût pour l'agriculteur mais ont aussi des effets agronomiques bénéfiques, si on s'y penche de près, sources d'économies ou favorables au rendement. Ceci est le cas des cultures intermédiaires (Noël, 1999, et témoignages des agriculteurs n°15 et 16).

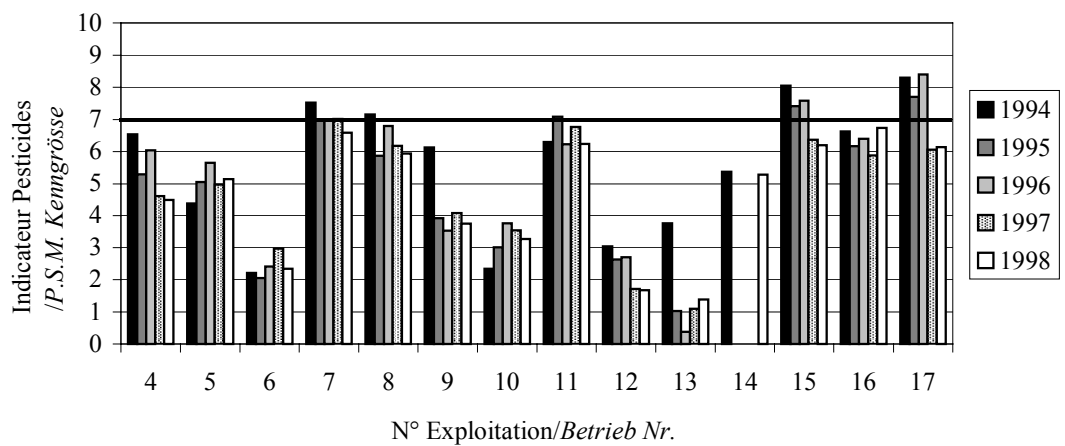
3)



4)



5)



Figures 3, 4, 5 – Valeurs de l'indicateur calculé sur le réseau d'exploitations (4-13 : expl. alsaciennes, 14-17 : expl. allemandes) pour la période 1994-98 : 3) assolement ; 4) azote ; 5) pesticides (Voir commentaires en Annexe 1).

Le peu de changements observés au niveau des pratiques s'explique donc aussi par d'autres éléments :

- Du côté des agriculteurs, il peut exister des problèmes de structure d'exploitation (parcellaire), d'organisation de travail (Exemple : l'agriculteur 10 ne peut pas désherber en post-levée à la fois son maïs et ses betteraves).
- Une autre explication se trouve aussi dans les conditions de mise en œuvre de la méthode. Tout d'abord, les agriculteurs participant à ce réseau n'ont pas été engagés au préalable dans une démarche personnelle ou de groupe tendant vers la PI. Leur intérêt pour ce type d'agriculture et pour une prise en compte de l'environnement n'était pas forcément accompagné d'une réelle motivation de changement. Par ailleurs, nos interventions se sont limitées à deux visites annuelles en hiver, sans action de conseil suivie comme dans la seconde partie de ce travail. Nous n'avons pas cherché à prendre la place des structures de conseil traditionnelles (chambre d'agriculture, coopératives, etc.). Ceci n'était pas l'objectif de départ, ni possible dans le cadre d'un travail de recherche. Enfin, le calendrier des visites est à reconsidérer. En effet, les enquêtes et surtout la restitution doivent être en phase avec les périodes où l'agriculteur décide de ses achats d'intrants, ce qui n'a pas été possible dans ce travail pour la visite de restitution. Pour préciser, ces points, nous avons confié un travail d'enquête auprès des agriculteurs du réseau, à une équipe de sociologues du laboratoire C3ED de l'Université de Versailles dirigée par Sylvie Faucheux.

## **5. Transposition pratique**

Des constats effectués dans le paragraphe précédent, il est possible de tirer quelques recommandations pour la mise en œuvre des indicateurs agro-écologiques :

- En premier lieu, la méthode repose sur une participation volontaire des agriculteurs qui doivent présenter une certaine motivation pour progresser vers la Production Intégrée.
- Ce ne sont pas des outils de contrôle servant à vérifier l'application d'un cahier de charge ou d'une réglementation qui décideraient de l'attribution de subvention ou de taxes en fonction des résultats des indicateurs.
- Dans le cas d'une utilisation par des conseillers, ces outils ne peuvent être utilisés que s'il existe une relation de confiance entre l'agriculteur et le technicien : En effet, ce dernier ne peut pas vérifier l'exactitude des informations fournies par l'agriculteur.
- Pour être efficaces et influencer sur les pratiques, les indicateurs doivent être utilisés comme des outils d'accompagnement dans une démarche de conseil qui doit aussi inclure des actions de formation et d'aide au pilotage des cultures.
- La restitution des résultats du calcul des indicateurs doit se faire en phase avec la période d'achat des intrants par l'agriculteur.

## **6. Conclusions**

Ce travail a permis de tester les indicateurs agro-écologiques comme outil d'évaluation et de conseil en situations réelles. Le cadre transfrontalier du travail nous a permis d'élargir la gamme des situations à notre disposition.

Les conditions de mise en œuvre n'ont pas été optimales ce qui peut expliquer en partie, à côté des contraintes économiques régionales et de structure d'exploitation, le faible impact de la méthode sur l'évolution des pratiques des agriculteurs vers la Production Intégrée. En fait, ces outils sont destinés à accompagner en parallèle des actions de conseil de pilotage des cultures (avertissements, visite de parcelles), des démarches personnelles ou de groupes d'agriculteurs qui désirent s'orienter vers la PI, comme cela a été le cas dans un certain nombre de diagnostics réalisé en dehors de la France à la demande (cf. Annexe 2). En tout cas, ce travail nous permis d'apporter un certain nombre d'améliorations à la méthode et à ses modalités d'application.



## **Deuxième partie : Mise en œuvre de la Production Intégrée sur deux exploitations de grande culture**

### **1. Introduction**

L'utilisation des indicateurs comme outil de conseil pour la Production Intégrée suppose que des références agronomiques soient disponibles. Or il existe peu de travaux portant sur la mise en œuvre de tels systèmes de culture dans des exploitations de grandes cultures présentant une forte proportion de maïs dans leurs rotations. Dans un second temps, une action de conseil, pour être plus efficace doit s'appuyer sur des essais pouvant avoir valeur de démonstration, effectués dans la région des agriculteurs visés, ce qui manquait dans la plaine du Rhin et en particulier en Alsace. Ce second volet du travail poursuit donc ces deux objectifs et vient s'inscrire en complément de la partie précédente.

Dans l'ensemble des travaux cités par Viaux (1997) ou Holland et al. (1994), on retrouve principalement deux types de démarche.

- Des essais contrôlés du type « conduite de culture » qui consistent à comparer différents systèmes de culture sur un site (Reau et al., 1996). Les travaux effectués par El Titi (1992) près de Stuttgart se sont appuyés sur ce type d'essai.
- Un travail sur « micro-ferme » qui peut se faire sur une exploitation mais de manière indépendante du reste de l'exploitation. Dans ce cas on travaille de manière séparée sur plusieurs lots de parcelles, chaque lot étant destiné à reproduire sur une surface limitée les conditions d'une exploitation avec un système donné, conventionnel ou PI (Massé et al., 1996).

Dans notre cas, nous avons opté pour un travail sur l'exploitation agricole même afin de nous rapprocher davantage encore des conditions de travail de l'agriculteur pour intégrer ses contraintes d'exploitation et donner plus de poids à la valeur de démonstration. Cette démarche a été adoptée en Suisse par Häni (1993). L'exploitation peut ainsi servir à la fois de site expérimental et de site de démonstration. Cette approche s'inscrit aussi dans la continuité de la partie précédente qui était centrée sur l'exploitation agricole.

### **2. Démarche**

#### **2.1. Choix des exploitations**

Deux exploitations parmi les 14 exploitations du réseau ont été choisies pour ce travail, en l'occurrence une exploitation alsacienne (n°5) et une allemande (n°15), ce qui a permis de respecter le cadre transfrontalier du travail. L'exploitation alsacienne est représentative de la Hardt avec de la monoculture de maïs irriguée tandis que sur l'exploitation allemande, l'agriculteur essaie de diversifier sa rotation dans la mesure du possible bien que le maïs garde une forte place (Tableau 2). Du diagnostic à l'aide des indicateurs, il ressortait que l'agriculteur raisonnait certaines de ses pratiques dans le sens de la PI : Mesures de reliquats pour ajuster la fertilisation azotée, culture intermédiaire, désherbage du maïs. L'agriculteur alsacien était moins avancé au départ du travail.

Ce nombre restreint d'exploitations peut paraître faible pour permettre des extrapolations. Néanmoins les investissements en mesures et en temps de travail ne nous permettaient pas de faire beaucoup plus. Häni (1993), dont nous nous sommes inspirés a aussi travaillé dans un premier temps sur deux

exploitations avant d'inclure une troisième exploitation. L'extrapolation peut s'envisager dans une deuxième étape de réseau de fermes pilotes sur lesquelles, le nombre de mesures sera réduit.

Par ailleurs, le choix même des exploitations n'a pas été fait avec l'objectif de trouver les exploitations « type » de la plaine du Rhin, si tant soit-il qu'elles existent. Il aurait été souhaitable de s'appuyer sur une typologie des exploitations. Nous avons préféré reprendre une des exploitations du réseau existant pour profiter du travail effectué dans le premier projet. L'exploitation alsacienne se rapproche cependant de l'exploitation type « Monsieur Hardt » utilisée par le Centre de Gestion du Ht-Rhin (exploitation de 87 ha en monoculture de maïs irrigué dont 50 % de maïs séché en cribs). La seule différence notable est l'absence de maïs séché en cribs sur l'exploitation 5.

## **2.2. Suivi des deux exploitations**

En travaillant dans les conditions réelles de l'exploitation, il n'était pas possible de changer radicalement du jour au lendemain des systèmes de culture pour des raisons économiques. Par ailleurs, l'agriculteur ne doit pas devenir un simple exécutant de station expérimentale mais doit continuer à gérer son exploitation selon ses convictions, à l'expérimentateur de le convaincre.

Notre démarche s'est donc appuyée sur plusieurs volets

- Le diagnostic effectué au moyen des indicateurs sert de base pour identifier les points forts et faibles par rapport à la PI.
- Une action de conseil plus rapproché durant la période de culture consistant en entretiens assez réguliers avec l'agriculteur pour aider au pilotage des cultures
- Des essais de démonstrations qui ont pour but de convaincre l'agriculteur de mettre en œuvre des pratiques de la PI. Ils peuvent prendre la forme d'essai « en bandes ».

### Exemples :

⇒ Essais : dose N en 1996, trichogrammes en 1996 et 1998, désherbage en 1998 pour l'exploitation 5

⇒ Essai « bande fleurie » en 1996-97 et 1998 pour l'exploitation 15

⇒ Essai 0N pour les deux exploitations en 1997 et 1998

- Une validation de certaines recommandations de la PI appliquée au contexte des rotations avec une forte proportion de maïs ou en monoculture de maïs. Celle-ci a reposé sur une évaluation expérimentale des itinéraires techniques incluant des pratiques de la PI que l'agriculteur a mis en place sur des parcelles à la suite de nos conseils ou de manière spontanée (encadré 3).

Nous insisterons sur cette dernière étape qui permet l'acquisition de références.

### Encadré 3

#### **Une démarche d'évaluation expérimentale des itinéraires techniques (Meynard et al., 1996)**

- Ce type d'évaluation expérimentale va plus que loin que le travail effectué avec les indicateurs et repose sur un ensemble de mesures qu'il n'est pas possible de mettre en œuvre sur un grand nombre d'exploitation. Elle comprend les étapes suivantes :
- L'évaluation globale de l'itinéraire qui consiste en la vérification de la réalisation des objectifs fixés à l'avance, en terme absolu ou en comparaison avec d'autres exploitations. Ex : atteinte l'objectif de rendement, limitation du risque de lessivage des nitrates, etc.
- L'évaluation agronomique permet d'apporter des éléments explicatifs à l'étape précédente. Ex : mesures des composantes de rendements
- L'évaluation analytique des règles de décision particulières a pour objectif de vérifier la pertinence de telles ou telles règles. Ex : l'absence d'insecticide du sol pour le maïs.

Dans les deux premières étapes, un ensemble de décisions est évalué en même temps. Par exemple, par rapport au problème du lessivage des nitrates, on s'interroge à la fois sur les dates des apports, le fractionnement, la dose totale de la fertilisation azotée. En revanche, la troisième étape ne concerne qu'une décision particulière.

**Tableau 2** – Présentation des deux exploitations étudiées (données 1996).

	Exploitation 5	Exploitation 15
Localité	Munchhouse (68)	Breisach Hochstetten (Allemagne)
SAU	67 ha	84 ha
Types de sol	Hardt superficielle (>50 %) Hardt profonde Plaine de l'III (5 %)	Sableux limoneux à argile limoneux sur sable de profondeur moyenne Sol humfère (10 %)
Parcellaire	groupé : 3 parcelles > 15 ha = 57 ha	Morcellé, ≈ 30 parcelles Taille max. 6 ha
Assolement 96	Maïs 60 ha (57 ha irrigués) Jachère graminée 7 ha	Maïs 48 ha (43 ha irrigués) Blé 7 ha, Orge p. brasserie 7 ha Betterave 3 ha Jachère 17 ha, Prairie 2ha
Pratiques de la PI mise en œuvre sur l'exploitation en 1996	absence d'insecticide du sol	désherbage post-levée +binage pilotage fertilisation N culture intermédiaire

### 2.3. Mesures effectuées dans le cadre de l'évaluation des itinéraires techniques

L'ensemble des mesures effectuées dans le cadre de l'évaluation des itinéraires techniques est donné dans le tableau 3 avec les objectifs économiques, agronomiques et environnementaux correspondant. Les parcelles étudiées, présentées en Annexe 3 sont en maïs irrigué, à haut potentiel (cf. § 3.1.1.). Pour l'exploitation 15, une parcelle avec précédent blé était ajoutée chaque année.

En ce qui concerne l'aspect économique, nous nous limiterons à analyser l'atteinte d'un objectif de rendement économiquement acceptable qui est légèrement supérieur ou égal au niveau cité en exemple dans les opérations Ferti-Mieux pour le type de sol donné. En partant du constat que dans ces opérations, les intervenants cherchent à concilier les impératifs de maintien du revenu et d'une fertilisation équilibrée pour limiter les pertes par lessivage, on peut faire l'hypothèse que de telles valeurs correspondent à un rendement économiquement acceptable et réaliste. Nous reviendrons sur le coût des mesures spécifiques à la PI dans la discussion générale.

Nous avons inclus dans ce chapitre les résultats des essais qui ont fait l'objet d'un suivi ; il s'agit des essais : dose d'azote en 1996 et désherbage en 1998 pour l'exploitation 5 de même que le suivi de la bande fleurie pour l'exploitation 15.

## 3. Résultats

### 3.1. Evaluation globale

#### 3.1.1. Analyse du rendement

Il s'agit de vérifier si l'objectif de rendement économiquement acceptable est atteint. Celui-ci a été fixé à 115 q/ha pour toutes les parcelles étudiées et correspond aux valeurs données en exemple dans les opérations Ferti-Mieux (cf. §2.3.). Un écart inférieur à 3 q/ha est considéré comme non significatif.

Dans 5 cas sur 6, l'objectif de rendement est atteint ou dépassé sur l'exploitation 5 alors que ce chiffre est ramené à 6 sur 12 pour l'exploitation 15 (Tableau 4).

L'ensemble des mesures et notations au champ (notation de dégâts d'oscinies, phytotoxicité, maladies du pied et charbon des inflorescence) et les observations des agriculteurs, montrent que **ce ne sont pas des mesures spécifiques à la PI** (absence d'insecticide du sol, désherbant post-levée, réduction de dose et binage) **qui sont responsables des pertes de rendement.**

Les causes identifiées sont respectivement en 1996 des problèmes de fusariose, en 1997 des problèmes de tassement du sol dus à un épandage de boue de station d'épuration dans de mauvaises conditions et en 1998, à des problèmes de qualité de semence pour une variété entraînant des manques à la levée (sur l'expl. 15).

**Tableau 3** - Mesures effectuées sur des parcelles de maïs des deux exploitations

Mesures effectuées	nombre de parcelles	
<b>Evaluation globale : vérification de l'objectif :</b>		
Rendement <sup>1</sup>	6	Niveau de production acceptable (économique)
Flore adventices <sup>2</sup>	6	Efficacité du désherbage (agronomique)
Nitrate dans le sol	6	Limitation risque lessivage NO <sub>3</sub> (environnemental)
Comptage faune du sol	5	Maintien d'une biodiversité (environnemental)
Biomasse microbienne	7	Maintien de la fertilité du sol (agronomique)
<b>Evaluation agronomique : éléments explicatifs pour :</b>		
Densité de peuplement <sup>3</sup>	6	le rendement
Composantes du rendement <sup>4</sup>	6	le rendement
Efficacité du sous-semis	4	la limitation du risque lessivage NO <sub>3</sub>
<b>Evaluation analytique : des décisions suivantes :</b>		
Essai dose N4	1	Comparaison recommandation/dose Agriculteur
Notation de		
- dégâts d'oscinies <sup>3</sup>	6	Absence d'insecticide du sol
- phytotoxicités <sup>3</sup>	6	Utilisation de désherbant post-levée
- charbon des inflorescence <sup>3</sup>	6	Absence de fongicide du sol, choix variétaux
Faune du sol, ravageurs <sup>3</sup>	1	Bande « fleurie »
Effet précédent blé		

<sup>1</sup> donnée de l'agriculteur

<sup>2</sup> s'ajoute un essai désherbage sur l'exploitation 5 en 1998 sur 2 parcelles

<sup>3</sup> en 1996 et 1997 seulement

<sup>4</sup> en 1996

**Tableau 4** - Analyse fréquentielle de l'atteinte de l'objectif de rendement (115 q/ha)

Exploitation	Parcelle	Objectif de rendement		
		atteint	dépassé	manqué
———— fréquence (année) ————				
5	1	<b>2/3</b>	<b>1/3</b>	0
	3	<b>2/3</b>	0	1/3
15	1	0	<b>2/2</b>	0
	3	0	<b>1/1</b>	0
	6	<b>1/3</b>	0	2/3
	7	<b>1/2</b>	0	1/2
	9	0	0	1/1
	19	0	<b>1/3</b>	2/3

### 3.1.2. Efficacité du désherbage

#### *Suivi de parcelles (Expl. 15, 1996-98)*

En raison de son interdiction en Allemagne l'agriculteur allemand n'utilise plus d'atrazine depuis 1991 et a adopté depuis 1993 une stratégie de désherbage en post-levée suivi d'un binage au profil environnemental plus favorable qu'un programme classique d'après l'indicateur *pesticide* (Annexe 4). Cette combinaison va dans le sens de la PI (cf. encadré 1) bien qu'il soit encore possible d'aller plus loin en associant les deux techniques dans le temps ce qui nous amène au désherbage « mixte ». Celui-ci a été testé dans le projet 1 du précédent programme ITADA mais a donné des résultats décevants.

Les programmes de désherbage sont décrits en Annexe 4. Depuis 1997, il pratique sur certaines parcelles un double traitement, le premier étant contre le liseron, ce qui renchérit le coût du désherbage et augmente le risque environnemental, mais est efficace contre le liseron. Les comptages sont effectués sur 6 placettes par parcelle (de 50 cm \* 75 cm centrées sur le rang), avant et juste après le traitement chimique, après le binage et plus tardivement (Annexe 5), au même endroit pour une année donnée.

Les résultats présentés en Tableaux 5 et 6 montrent que :

- Les densités observées avant traitement sur les parcelles sont de faible à moyenne. La flore est composée majoritairement de dicotylédones et de quelques graminées (toujours inférieure à 5 graminées/m<sup>2</sup>).
- Aucune « explosion » de la flore n'est observée. Les fluctuations s'expliquent par les conditions de l'année (tassement favorable à la levée en 1997, climat sec en 1998).
- Le traitement chimique est efficace, exceptée pour quelques vivaces et la mercuriale sur certaines parcelles (Tableau 6). Le binage qui suit permet de rattraper cette absence d'efficacité dans certain cas.
- Les comptages en juillet et en septembre montrent que des relevées surviennent après ces passages mais les plantules s'étiolent et n'arrivent souvent pas à floraison (Annexe 5).

Les résultats sont en tout cas encourageants en terme de faisabilité (par rapport à la météo) et d'efficacité, et meilleurs que ceux des essais sans atrazine en Bretagne (Méhats-Démazure, 1998). Des résultats récents obtenus en Alsace sur 5 ans confirment nos résultats (Junker Schwing, 1999). En fait le binage, dans notre étude, ressort comme une intervention complémentaire permettant de maîtriser certaines absences d'efficacité. L'introduction d'un premier traitement contre le liseron n'a semble-t-il pas apporté un gain d'efficacité sur les annuelles par rapport aux parcelles traitées une fois. Par ailleurs, les plantules levées ne semblent pas présenter un fort potentiel semencier de salissement bien que cela doive être confirmée par des tests adaptés.

Ces suivis sur trois ans font suite à trois années de programmes de désherbage de même type. Or les essais désherbage sans atrazine en Bretagne ont montré qu'après 3 années, un nouvel équilibre de la flore semblait déjà atteint (Méhats-Démazure, 1998). Nos résultats reposent donc sur une durée de suivi assez longue. Néanmoins, les bordures des parcelles sont dans l'ensemble moins propres avec des espèces spécifiques sur certaines parcelles (*potentille*, *véroniques*, *menthe*). La plus menaçante, la *potentille* a été bien maîtrisée en 1997 avec un traitement spécifique. Le liseron est un autre problème lié à la forte proportion de maïs dans la rotation, mais il est bien maîtrisé avec le double traitement. Il est possible que ces traitements puissent être réduits à l'avenir et localisés, comme cela a été déjà le cas sur la parcelle 6.

En tout cas, l'agriculteur est satisfait du résultat car il ne recherche pas une parcelle propre à 100%, bien qu'il admette que ce type de désherbage soit plus difficile. Le coût des programmes reste

cependant élevé non seulement à cause du traitement contre le liseron mais aussi en l'absence du premier traitement. Ce coût a été majoré en 1998 car l'agriculteur a augmenté ses doses. A notre avis, il serait possible de les diminuer à nouveau pour l'intérieur des parcelles et de les majorer juste sur les bordures.

**Tableau 5** - Niveau d'infestation des parcelles avant le désherbage chimique.

**a) total** (*chénopode*, *mercuriale* en majorité, et en plus *morelle* sur parcelles 1 et 3)

Parcelle	1	3	6	7	9	19
	<i>pl./m<sup>2</sup></i>					
1996	-	-	27	113	56	16
1997	87	-	68	166	-	20
1998	31	66	30	-	-	5

**b) mercuriale**

Parcelle	1	3	6	7	9	19
	<i>pl./m<sup>2</sup></i>					
1996	-	-	9	57	20	4
1997	34	-	26	94	-	4
1998	10	13	10	-	-	2

**Tableau 6** - Efficacité sur *mercuriale* après le traitement chimique et après le binage (exprimé par rapport à la densité observée avant traitement chimique).

Parcelle	1	3	6	7	9	19
	<i>%</i>					
1996 après tr. chim.	-	-	<b>95</b>	90	33	58
après binage	-	-	<b>98</b>	<b>96</b>	51	92
1997 après tr. chim.	53	-	<b>100</b>	27	-	73
après binage	93	-	<b>100</b>	69	-	<b>93</b>
1998 après tr. chim.	60	91	91	-	-	75
après binage	60	<b>100</b>	<b>100</b>	-	-	<b>100</b>

*Essai désherbage (Expl. 5, 1998)*

Cet essai a été effectué sur deux parcelles de 1 ha environ et est décrit en Annexes 4 et 5. Initialement il était prévu d'associer un anti-graminée à faible dose au produit contre les dicotylédones. Finalement en fonction des comptages, le programme a été fortement réduit pour se limiter à un binage sur la parcelle 1. En effet le travail du sol et le semis tardif après les pluies de fin avril et la période sèche qui a suivi, ont été à l'origine d'une faible levée des adventices (< 1 plantules/m<sup>2</sup>).

Sur la parcelle 1, nous nous sommes placés volontairement sur des placettes avec au moins une plantule. A part ce choix des placettes, les comptages sont effectués avec le même protocole que pour le suivi sur l'exploitation 15.

La flore à base de dicotylédones est bien maîtrisée. La grande majorité des adventices comptées au 18 juin après le binage provient de levées tardives. Une minorité de ces plantules présentaient des inflorescences lors de la notation en septembre.

Cet essai montre l'intérêt d'un programme post-levée qui permet d'adapter le programme à la flore. Néanmoins les conditions de 1998 ont été exceptionnelles et il n'est probablement pas possible de répéter les années suivantes l'intervention purement mécanique sur la parcelle 1. Le programme sur la parcelle 3 semble plus réaliste et aurait même pu être réduit à 1,5 kg/ha si l'intervention avait été effectuée plus tôt (Annexe 5). Ceci nous aurait amenés à un coût de 250 F/ha ce qui n'est pas excessif par rapport à un programme plus classique (Annexe 5).

Deux points peuvent nuancer les résultats positifs : le produit proposé malgré un profil environnemental favorable (absence de risque de lessivage notamment) et une formulation en sachet hydrosoluble peut poser des problèmes techniques au niveau du pulvérisateur (filtres qui se bouchent). Par ailleurs, les levées tardives peuvent monter à graine s'il y a des manques importants suite à des dégâts de sanglier, ce qui amène à une réelle question pour les malherbologistes : quel est le pouvoir de salissement de ces plantes levées tardivement (INRA Dijon, communication personnelle).

En tout cas, ce travail (entre autre) a conduit l'agriculteur à acheter une bineuse et à l'équiper d'un pulvérisateur en combiné pour un désherbage « mixte » bien qu'il ait décidé de rester pour 1999 avec des produits de prélevée (alachlore+atrazine à 1/3 dose).

**Tableau 7** – Essai désherbage sur l'exploitation alsacienne (Expl. 5) : Comptage d'adventices.

Parcelle	1		3	
	<i>pl./m<sup>2</sup></i>			
Avant traitement (25/5/98)	-		58 <sup>1</sup>	
Après traitement (2/6/98)	4 <sup>2</sup>		0	
Après binage (18/6/98)	3		10	
23/7/98	10		8	
02/09/98	10		7	

<sup>1</sup> *chénopode* et *amarante* en majorité, absence de graminées

<sup>2</sup> *amarante*, *chénopode*, *morelle* et *graminées* (1 pl. /m<sup>2</sup>).



### 3.1.3. Suivi de l'azote minéral dans le sol et risque de lessivage –Efficacité d'un sous-semis de ray-grass dans le maïs

Pour le suivi de l'azote minéral dans le sol, des prélèvements de sol ont été effectués aux dates clés (Machet et al., 1997) : à la récolte, entrée hiver et sortie hiver. A chaque date, les mesures sont répétées 4 fois par parcelle, chaque répétition résultant du regroupement de 4 prélèvements. La profondeur est de 90 cm pour les parcelles de l'exploitation 15 (60 cm pour la parcelle 3) et seulement 30 cm sur les parcelles de l'exploitation 5.

Les résultats présentés sur la Figure 6 et en Annexe 6 montrent que :

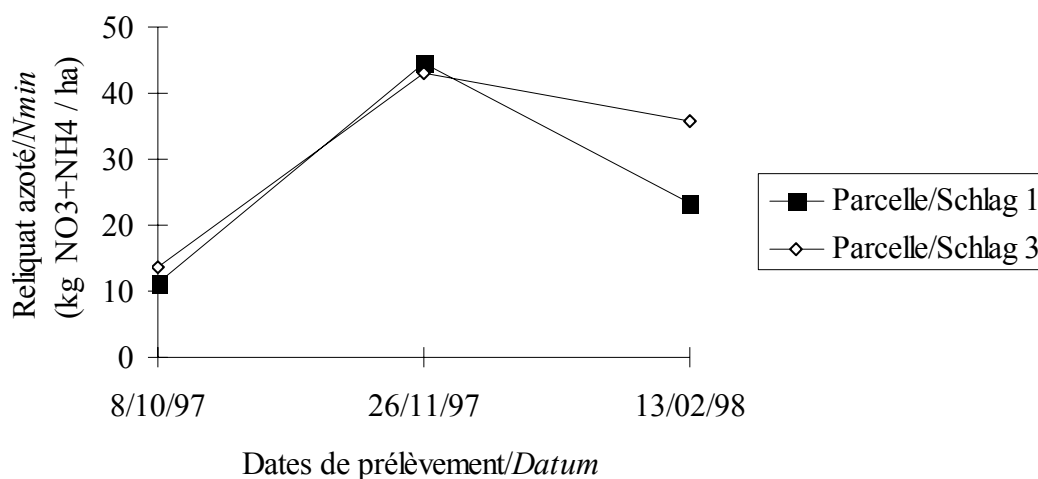
- Dans l'ensemble, les valeurs sont supérieures pour l'exploitation 15 par rapport à celles de l'exploitation 5.
- Les reliquats à la récolte de l'exploitation 5 sont plus faibles en 1998 que les années précédentes.
- En 1996, la comparaison en bande de la dose recommandée (3PI sur la Figure en Annexe 6) avec la pratique l'agriculteur (3C sur la Figure en Annexe 6) a révélé une légère différence au niveau des reliquats qui n'est pas sans conséquence sur les concentrations en nitrates dans les eaux de drainage (Tableau A6.1).
- En 1996 et 1997, la parcelle avec une culture précédente blé suivi d'une culture intermédiaire à base de radis oléifère, bien implantée présente un niveau de reliquat nettement supérieur aux autres parcelles.
- L'évolution des niveaux est variable selon les années et est à lier aux conditions de l'année.

Les sol superficiels et caillouteux des parcelles de l'exploitation 5 sont à l'origine des niveaux plus faibles sur cette exploitation que sur l'exploitation 15. Sur ces sols sensibles au lessivage, des simulations effectuées avec le modèle STICS (Brisson et al., 1998) montrent que les concentrations en nitrates sont effectivement élevées (Tableau A6.1 en Annexe 6). Ce lessivage peut déjà se produire dans la période suivant la récolte. Il serait intéressant de poursuivre cette étude avec les valeurs de reliquats de 1998 qui sont plus faibles que les années précédentes. Ceci peut venir de la réduction de la fertilisation à 215 kg N/ha au niveau de la recommandation de Ferti-Mieux et au rendement élevé obtenu en 1998. Néanmoins en automne humide comme en 1996, un lessivage notable peut se produire sur ces sols.

Sur l'exploitation 15, les résultats de lessivage sont plus faibles en raison de la profondeur de sol plus grande. L'implantation d'un sous-semis de ray-grass en juin n'a aucun effet sur l'évolution des reliquats. Les quantités d'azote prélevés sont très faibles voire nulle (Tableau 8). Le couvert n'a pas le temps de se développer en raison des dates de récolte trop tardive et ne survit pas dans le cas de variété à port végétatif très développé (Ex : Clarica, DK 300, DK 312). Des résultats décevants ont aussi été retrouvés dans le projet A1.2 de l'ITADA. Mais en cas de problème d'implantation du maïs, dans les zones de manques, le ray-grass peut se développer et vient prélever l'azote apporté inutilement dans ces zones.

Le cas des parcelles à forts reliquats sur l'exploitation 15 peut s'expliquer par la minéralisation du radis oléifère comme culture intermédiaire. L'agriculteur l'a confirmé par ses mesures Nmin en mai 1998. En revanche, la parcelle 3 avec une phacélie après le blé précédent au développement moins vigoureux n'a pas montré cette tendance.

a) 1998 Exploitation 5



b) 1998 Exploitation 15

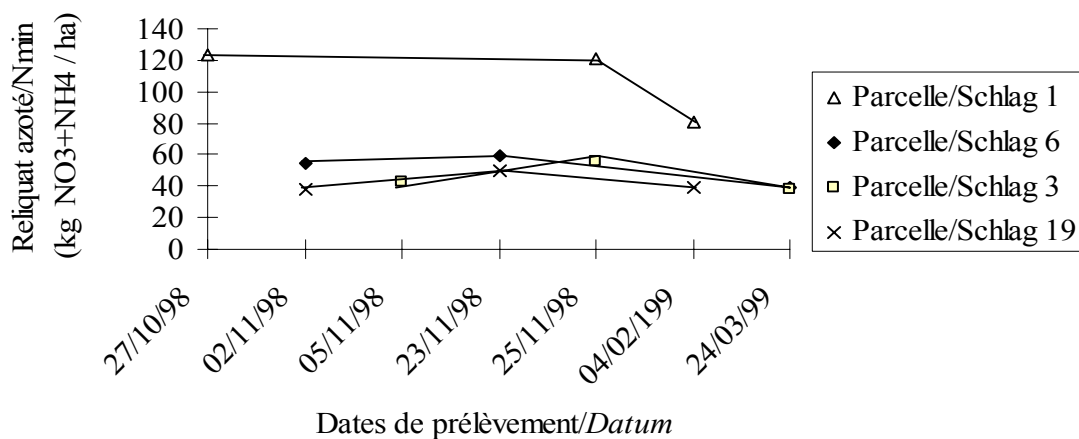


Figure 6 – Suivi d’azote minéral dans le sol en 1998

Tableau 8 – Matière sèche (MS) et azote prélevé par le sous-semis de ray-grass

Parcelle	1	3	6	7	9	19
<u>1996</u>						
MS RGA (t/ha)	-	-	0,14	≈ 0	0,15	≈ 0
N prélevé (kg N/ha) <sup>1</sup>	-	-	4,3	≈ 0	5,6	≈ 0
<u>1998<sup>2</sup></u>						
MS RGA (t/ha)	≈ 0	≈ 0	-	-	-	-
N prélevé (kg N/ha) <sup>1</sup>	≈ 0	≈ 0	-	-	-	-

<sup>1</sup> Racines comprises

<sup>2</sup> Négligeable sur toutes les parcelles en 1997

### **3.1.4. Suivi de la faune du sol**

Le maintien d'une diversité des espèces à l'intérieur des parcelles cultivées est un des fondements de la PI pour assurer un meilleur équilibre du système et favoriser les régulations naturelles.

Les carabes dont la majorité des espèces sont des prédateurs ont été choisis en raison de leur facilité de piégeage et ont été utilisés par de nombreux auteurs comme famille indicatrice (Houpert et Clement, 1994), bien que certains auteurs comme Duelli (1997) remettent en question ce choix. Les identifications ont été faites par Alain Clement de l'ENSAIA de Nancy. Les pièges utilisés sont analogues à ceux utilisés par Houpert et Clement, (1994) et quatre pièges ont été placés sur chaque parcelle. D'après Duelli et al. (1990) ce nombre est suffisant pour obtenir une bonne estimation de la diversité des espèces et leur importance relative. Il est à noter que cette technique ne permet pas d'estimer la densité des espèces. Les pièges sont relevés une fois par semaine de mai à juillet période où la diversité des carabes dans le maïs est maximale Duelli et al. (1990).

Le Tableau 9 donne une vue d'ensemble des résultats. Dans l'ensemble, la diversité est plus grande en 1996 que les années suivantes. Entre parcelles, les résultats sont assez proches. La plus grande diversité a été observée en 1996 sur une parcelle (n°9) de l'exploitation 15 avec un précédent blé. Néanmoins les années suivantes, on ne retrouve pas cet effet.

Les résultats plus faibles en 1997 et 1998 peuvent s'expliquer par les conditions météorologiques défavorables du printemps (Houpert et Clément, pers. Comm.). Il faut donc rester prudent sur l'interprétation des résultats. Si on compare les résultats de 1996 pour le nombre d'espèces comme pour l'indice de Shannon avec ceux d'autres auteurs (Matthey et al., 1990 ; Baguette et Hance, 1997 ; Duelli et al., 1990), il en ressort que la diversité des carabes est plutôt en dessous des valeurs de ces auteurs obtenues en parcelles de maïs ou en céréales à pailles. En l'absence d'insecticides du sol, le labour est probablement une des raisons majeure de cette appauvrissement en espèces (Baguette et Hance, 1997). L'environnement de la parcelle (présence de prairies et structures naturelles) pourrait aussi jouer un rôle (Duelli, 1990) et serait à l'origine de la diversité supérieure observée sur la parcelle 9 en 1996.

### **3.1.5. Estimation de la fertilité du sol**

Le maintien de la fertilité du sol et notamment de l'activité biologique du sol fait aussi parti des objectifs de la PI. Nous avons fourni des échantillons de sol prélevés en automne 1998 au laboratoire de la SADEF pour une mesure de la biomasse du sol selon la méthode de fumigation proposée par Chaussod de l'INRA de Dijon.

Les résultats donnés dans le tableau 10 laissent apparaître des valeurs supérieures pour l'exploitation 15. Dans tous les cas, les valeurs de l'exploitation 5 sont proches de celle observée sur un même type de sol en maïs irrigué avec insecticide du sol et celles de l'exploitation 15 sont proches de celles obtenus sur des parcelles avec maïs dans la rotation au sol différent (maïs aussi non caillouteux et non humifères), l'une étant labourée et les autres en non labour (Dutzi- travail profond).

**Tableau 9** – Nombre d'espèces et indice de Shannon obtenus par parcelle (issus du regroupement des quatre pièges par parcelle).

Parcelle	Exploitation 5		Exploitation 15			
	1	3	1 <sup>1</sup>	3 <sup>1</sup>	6	9 <sup>1</sup>
<u>Nombre d'espèces</u>						
1996	14	13	-	-	11	17
1997	9	13	10	-	7	-
1998	8	9		8	8	-
<u>Indice de Shannon<sup>2</sup></u>						
1996	2,11	1,84	-	-	2,21	2,26
1997	1,85	1,95	1,27	-	1,76	-
1998	1,61	1,63	-	1,48	1,81	-

<sup>1</sup> parcelle avec précédent blé

<sup>2</sup> indice de diversité du peuplement (Beisel et Moreteau, 1997) :

$S = \sum p_i \cdot \log(p_i)$  avec  $p_i$  : fréquence relative de l'espèce  $i$

**Tableau 10** – Mesure de la biomasse du sol C-b- $\mu$  (mg C biomasse kg<sup>-1</sup> sol sec) selon la méthode de fumigation proposée par Chaussod de l'INRA de Dijon.

Parcelle	Exploitation 5		Exploitation 15			
	1	3	1	3 <sup>1</sup>	6	19
C-b- $\mu$ <sup>1</sup> (mg C biomasse kg <sup>-1</sup> sol sec)	80	79	141	109	92	108

<sup>1</sup> Un écart type de  $\pm 13,0$  est donné par le laboratoire

## 3.2. Evaluation analytique

Il s'agit d'évaluer l'impact spécifique de certaines décisions. Nous avons inclus dans cette partie les résultats de deux essais, dose N et bande fleurie.

### 3.2.1. Essai dose N

L'essai en bandes mis en place en 1996 pour comparer la dose de l'agriculteur (250 N) et la recommandation (210 N) n'a révélé aucune différence de rendement significative (mesuré sur 4\*10 plantes). Les résultats sur l'azote du sol ont été présentés dans le paragraphe 3.1.3.

### 3.2.2. Absence d'insecticides et de fongicides du sol

L'insecticide du sol se justifie surtout en cas de risques d'attaques de taupins (après jachères, en sol riche en humus), ce qui n'est pas le cas sur les parcelles étudiées. Il peut aussi prévenir contre des attaques d'oscinies qui sont plus rares. Dans tous les cas, les comptages de 1996 et 1997 (sur 4\*10 m par parcelle) n'ont révélé **aucun dégât significatif** dû au taupin ni à l'oscinie. De même en 1998, nous n'avons rien remarqué de particulier. L'agriculteur alsacien nous a seulement signalé des problèmes d'implantation sur la parcelle 3, qui pourraient venir de nématodes. Mais ceci nécessite dans tous les cas une intervention spécifique.

Quasiment aucun symptôme de charbon des inflorescence n'a été observé ce qui valide l'absence de fongicide du sol. Il est vrai que l'exploitation allemande se situe dans une zone où les risques étaient relativement faibles et que d'une manière générale, les symptômes ont été peu observés en Alsace durant ces trois dernières années (ITCF et AGPM, 1999).

### 3.2.3. Utilisation de désherbant post-levée présentant un risque de phytotoxicité

Des symptômes de phytotoxicité légère sont observés dans certains cas après les traitements en post-levée sur l'exploitation 15 (Annexe 4) avec dans quatre cas sur huit plus de 10 % de plantes touchées **sans que la perte de rendement soit systématique et puisse être reliée à cette unique cause.**

### 3.2.4. Essai bande fleurie

L'objectif d'une bande fleurie est triple : assurer un réservoir pour les auxiliaires, maintenir quelques espèces de plantes (*bleuet ...*), aménager l'aspect paysager des parcelles de maïs, ce qui peut avoir des répercussions en terme d'image de l'agriculture vis-à-vis de la société.

Une bande a été implantée le 29 avril 1996 en bord de route de la parcelle 7 de l'exploitation allemande (15) sur toute la longueur de la parcelle (200 m environ) sur une largeur de 3 m. La composition du mélange, conseillé par un spécialiste suisse de la PI, F. HÄNI est donnée en Annexe 7

En première année, le sarrasin était l'espèce dominante du couvert. Des bleuets et coquelicots ont fleuri. En seconde année, les autres espèces ont bien pris le relais.

Aucune prolifération d'adventices ni de ravageurs (limaces) pouvant avoir des effets sur le rendement n'a été observée. Quelques adventices se sont développées et ont été broyées (fin juillet).

La bande semble avoir joué son rôle de zone refuge pour les carabes surtout en deuxième année (Annexe 7). L'agriculteur a par ailleurs reçu des remarques positives de la part de voisins.

Cette technique peut donc jouer un rôle positif tant au niveau écologique qu'en terme d'amélioration de l'image de l'agriculture intensive. Néanmoins à côté du coût des semences (4000 F/ha) et d'une perte de produit et de la prime jachère, l'implantation est une étape délicate (Annexe 7). Ainsi en

1998, l'implantation sur une autre parcelle s'est faite dans de mauvaises conditions et le couvert s'est mal développé. Dans les conditions actuelles, en l'absence de prime spécifique, une telle technique ne pourrait être mise que sur une surface réduite dans des zones peu fertiles (Ex : zones très caillouteuses et/ou mal irriguée).

### **3.2.5. Effet d'un précédent blé**

Les parcelles avec un précédent blé (9 en 1996, 1 en 1997 et 3 en 1998) sur l'exploitation 15 ne se différencient pas de manière nette par rapport aux autres parcelles : autant pour le rendement (Tableau 4), la densité d'adventices avant désherbage (Tableau 5), le suivi de la faune du sol (Tableau 9) ou la fertilité du sol (Tableau 10). Seul un effet sur les reliquats azoté (Figure 6) a été observé mais proviendrait davantage de la culture intermédiaire mise en place après le blé. Cette absence d'effet peut s'expliquer en partie par le fait que l'agriculteur ne pratique pas une véritable rotation sur ces parcelles mais intercale un blé de manière occasionnelle.

## **4. Discussion générale**

La démarche d'étude que nous avons mise en place a permis de se placer dans les conditions de l'exploitation agricole et d'y intégrer certaines contraintes, d'observer certains phénomènes qui n'ont que peu de chances de se produire en essais contrôlés. Citons comme exemple l'effet des manques de plantes causés par des problèmes d'implantation ou par les sangliers sur les relevés d'adventices ou la croissance d'un sous-semis de ray-grass, ou encore les problèmes d'adventices observés aux bordures de parcelle. Ceci donne un certain poids à certains résultats, en particulier à ceux concernant le désherbage sans atrazine de l'agriculteur allemand, pour lequel nous avons six années de recul, en incluant les trois années précédant notre étude.

Intégrer les contraintes de l'exploitation peut aussi s'avérer être un inconvénient puisque nous n'avons pas toutes la liberté d'innovation. Le problème du sous-semis de ray-grass sous maïs n'a pas été abordé sur l'exploitation alsacienne ; de même sur l'exploitation allemande, il aurait dû être traité plus à fond : les incidences des dates de semis du couvert, du choix variétal de maïs et des dates de récoltes devraient être revues.

Sur le fond, nous sommes restés dans le contexte de la monoculture du maïs avec donc ses limites : les problèmes de maîtrise de l'azote dans l'interculture, un désherbage chimique assez poussé en raison des graminées et du liseron, la faible diversité de la faune du sol, même si tout n'est pas noir. Des marges de progrès ont été mises en évidence notamment dans le désherbage avec les produits de post-levée qui demande une certaine technicité. Ce travail a encouragé l'agriculteur alsacien à progresser dans sa gestion de l'azote et du désherbage. L'agriculteur allemand a pu être conforté dans certains de ces choix. Il est à noter qu'en 1999, il a augmenté sa part de culture d'hiver en introduisant du colza et en augmentant la surface de blé à la suite d'une augmentation de la surface concernée par la prime MEKA. Il a ainsi mis du blé sur la parcelle 19, une parcelle sur laquelle il percevait des problèmes de structure de sol, qui est aussi une limite de la monoculture.

## 5. Transposition dans la pratique

Ce travail a montré que certaines techniques de la PI étaient techniquement faisables et intéressantes du point de vue agronomique ou environnementale. Il reste le problème de coût économique de certaines mesures. Dans le Tableau 11, nous avons essayé de dresser un bilan économique de l'ensemble des mesures spécifiques à la PI. Nous y avons rajouté l'ajustement de la fertilisation P et K (estimation des économies possibles sur sol bien pourvu à partir des recommandations du COMIFER (1994)), celui des densités de semis, pour lesquelles d'après nos observations chez l'agriculteur allemand, il existe aussi quelques possibilités d'économie, et le traitement contre la pyrale pour lequel nous proposons d'utiliser les trichogrammes. En l'absence de changement de culture, le surcoût est de l'ordre de 370 F/ha, en raison d'une compensation de certaines mesures coûteuses par les économies réalisées sur d'autres interventions. En se basant sur les résultats de ce travail, nous avons émis l'hypothèse d'une absence d'effet négatif sur le rendement.

Ce chiffrage mérite quelques remarques supplémentaires :

- Les possibilités d'économies de fertilisants sont des estimations grossières.
- Nous avons « gonflé » le désherbage d'un antigraminée (217 F/ha), ce qui d'après l'essai désherbage (§3.1.2) n'est pas forcément obligatoire.
- Le coût d'introduction d'une culture intermédiaire mériterait d'être précisé : pour obtenir une meilleure efficacité, il faudrait augmenter la précocité des variétés pour avancer la date de récolte d'où une possible perte de rendement. En contrepartie cet avancement peut permettre une récolte dans de meilleures conditions et diminuer le risque de tassement et permettre un gain en terme de structure du sol en raison du bon développement du sous-semis (Noël, 1999), ce qui ne se chiffre pas facilement.
- L'utilisation des trichogrammes reste d'un coût élevé malgré les améliorations techniques (application en un passage). Une alternative chimique serait l'utilisation d'un insecticide d'une nouvelle famille chimique plus respectueuse, l'Axor (matière active lufénuron) d'un surcoût de 100 F/ha seulement.
- Enfin en raison du niveau de primes actuel, l'introduction d'une céréale est économiquement défavorable, bien qu'il ne faille pas seulement raisonner en comparaison de marges brutes mais introduire dans le calcul d'éventuels effets rotationnels. Ceci est vrai en particulier pour le soja qui permet une économie d'azote et permettrait d'introduire une culture intermédiaire (Reau et al., 1997) et améliore aussi la structure du sol d'après le témoignage de certains agriculteurs.

## 6. Conclusions

Dans ce travail, nous avons adopté une démarche originale par rapport aux expérimentations agronomiques classiques en utilisant l'exploitation agricole comme champ d'expérimentation et d'observation en grandeur nature. Le contexte transfrontalier a permis de disposer de parcelles agricoles où des techniques allant dans le sens de la PI étaient appliquées (culture intermédiaire, désherbage post-levée sans atrazine). Ainsi, l'intérêt agronomique et environnemental de certaines techniques ou décisions allant dans le sens de la PI et les limites d'autres ont pu être montrés, ceci dans le contexte de la monoculture de maïs. Nous avons pu acquérir des références techniques qui pourront être réutilisées dans des travaux ultérieurs en particulier dans le conseil fourni aux agriculteurs sur la base du diagnostic établi avec les indicateurs.

Un chiffrage économique plus précis est cependant nécessaire en tenant compte des effets rotationnels en cas d'introduction d'autres cultures. Enfin, un choix en fonction des avantages et inconvénients de chaque possibilité pourra se faire à l'aide de techniques multicritères (Loyce, 1998). Ceci est aussi vrai lorsqu'on dispose d'un ensemble d'indicateurs et que l'on désire comparer des exploitations agricoles ou plus simplement des itinéraires techniques.

**Tableau 11** – Essai de bilan économique des principales mesures étudiées.

Mesure	Coût supplémentaire	Gain	Remarque
	<i>F /ha</i>	<i>F/ha</i>	
Ajustement fertilisation P		73	- 25 unités <sup>1</sup>
Ajustement fertilisation K		44	- 30 unités <sup>1</sup>
Ajustement fertilisation N		105	- 35 unités
Ajustement de la densité de semis		50	- 10 %
Absence de carbofuran		200	/ dose = 10 kg/ha
Désherbage post-levée sans atrazine <sup>2</sup>	113		/programme classique (Annexe 4)
Binage	70		
Sous-semis maïs	250		Coût semence semé avec autre intervention
Bande fleurie	227 <sup>3</sup>		sur 2% de la surface
Trichogramme	180		Traitement chimique = 100 F
<b>Total</b>	<b>840</b>	<b>472</b>	
<b>Solde</b>	<b>368</b>		

<sup>1</sup> estimation des réductions possibles en appliquant les recommandations du COMIFER (1994) en sol bien pourvu

<sup>2</sup> 1,5 kg Bropyr (renommé Instant en 1998)+ 0,7 l /ha Milagro

<sup>3</sup> Ce coût inclut le prix de la semence (4000 F/ha) tous les 3 ans et 10000 F de perte de produit sur 2 % de la surface.

**NB.** Ce chiffrage est fondé sur la comparaison d'une proposition d'itinéraire « PI » avec un itinéraire intensif basé sur des traitements d'assurance et sur une fertilisation comprenant une marge de sécurité par rapport aux recommandations de la fertilisation raisonnée. L'itinéraire « PI » ne représente en aucune manière une référence applicable en toutes situations et nécessite une certaine technicité pour ce qui est du désherbage. D'autres solutions peuvent être proposées. Il est à noter que les temps de travaux supplémentaires dus à des observations ne sont pas pris en compte. Ceux-ci peuvent aussi être partiellement compensés par des passages supplémentaires en itinéraire intensif (notamment pour le désherbage, cf. Annexe 4).



**SOUS-THEME 1: SIMPLIFICATION DU TRAVAIL DU SOL ET SEMIS EN BANDE DANS UN COUVERT DE GRAMINEES « MAISWIESE » EN MONOCULTURE DE MAIS**

**CHEF DE PROJET:** C. BOCKSTALLER (ARAA) F  
**PARTENAIRES:** Herr HUGGER (RPFR) D  
**ORGANISMES ASSOCIES:** P. GIRARDIN (INRA) F

**DUREE DU PROJET:** 1996-1998

**SITUATION INITIALE ET POSITION DU PROBLEME**

La « maiswiese » ou traduit littéralement « maïs-prairie » est une technique développée en Suisse, associant non-labour et semis du maïs dans une bande fraisée dans un couvert de graminées (ou en association avec une légumineuse) qui a été mis en place l'année précédente (Bigler et al., 1995a). Cette méthode s'insère totalement dans les principes de la Production Intégrée (PI) au travers des deux éléments qu'elle associe :

- Le non-labour qui est préconisé en (PI) pour les économies en temps de travaux et d'énergie qu'il peut permettre, pour son effet positif sur l'activité biologique et la faune du sol, et dans la lutte anti-érosive (Viaux, 1997).
- Une couverture végétale qui est maintenue durant tout l'hiver et qui joue donc un rôle de culture piège à nitrates maïs aussi de protection contre l'érosion en situation de pente. Par ailleurs cette association des deux techniques peut être bénéfique pour la fertilité, la structure du sol, ainsi que pour la faune du sol qui limiterait la pression de la pyrale, qui est sinon favorisée en non-labour (Bigler et al., 1995b). Il s'agit donc là d'un exemple intéressant d'une technique qui favorise les mécanismes de régulation naturelle préconisés en PI (cf. encadré 1 dans le volet principal).

Un ensemble de travaux en Suisse a démontré l'intérêt écologique de cette technique et sa faisabilité économique (Ammon et al., 1995 ; Bigler et al., 1995c), ceci en zone de maïs ensilage dans des régions aux niveaux de précipitations bien plus élevé que ceux de la plaine du Rhin. Il était donc intéressant de tester cette méthode dans le contexte de la plaine du Rhin et du maïs grain. Dans ce cas, le terme de « maiswiese » est un abus de langage car le couvert de graminées ne sert pas de prairie pour le fourrage mais se limite à un rôle écologique de culture piège à nitrates ou de couvert anti-érosif.

Ce travail s'inscrit donc en complément de la partie précédente comme une recherche d'alternatives nouvelles plus poussées pour ce qui est des objectifs environnementaux pris en compte.

**OBJECTIF**

Tester la faisabilité du non-labour et de la « maiswiese » en monoculture de maïs grain.

## METHODE ET REALISATION DES TRAVAUX

### 1. Protocole

Sur une parcelle labourée de l'exploitation allemande 15 du volet précédent du projet, quatre traitements, avec deux répétitions, ont été comparés sur des parcelles de 72 m\* 9 m (12 rangs) pendant trois années, chaque traitement ayant été maintenu au même emplacement :

T1 : Labour et préparation du sol conventionnelle.

T2 : Non-labour sous couvert de graminées (chisel en automne plus herse alternative au printemps).

T3 : « Maiswiese 1 » avec destruction du couvert de graminées au semis (3,5 l glyphosate).

T4 : « Maiswiese 2 » sans destruction du couvert de graminées au semis  
(destruction avec sulfonilurée fin mai-début juin).

Les interventions de l'agriculteur et les mesures effectuées sont présentées en Annexe 8. La parcelle n'a pas été irriguée. Le suivi de l'essai a été confié par le RPFR à une société privée (MARTIN).

### 2. Résultats

#### 1996

La mise en place de cet essai s'est faite dans des conditions difficiles en raison du retard pris dans le lancement du deuxième programme ITADA. Le couvert de graminées a été mis en place au printemps 1996 sur parcelles labourées si bien que les traitements n'étaient pas en non-labour. A ceci s'est joint un problème de différence de peuplement qui fait que les résultats ne pouvaient être interprétés correctement. Nous ne les présenterons donc pas.

#### 1997 et 1998

D'une année à l'autre, le classement entre traitements et les différences en valeur absolue sont à peu près identiques : Le témoin labouré vient en tête devant le traitement en non labour de 11 q/ha et le traitement « Maiswiese » traité précocement avec glyphosate de 18 à 20 /ha et le dernier de 25 q/ha en 1997 et de 90 q/ha en 1998 (Tableau 12).

L'analyse des composantes du rendement révèle que les différences s'expliquent surtout par le nombre de grains par épis en 1997 et en 1998 pour les trois premiers traitements tandis que le traitement T4 décroche fortement en 1998 à tous les niveaux en commençant par le peuplement.

Les reliquats à la récolte ne sont pas différents tandis que les mesures de reliquats en mai avant l'apport d'azote révèlent des valeurs plus faibles sous le traitement T4 chaque année, en particulier en 1998 (Tableau 13). En 1997, le traitement T3 prend une valeur intermédiaire entre T1 et T2 d'une part, et T4 de l'autre.

### 3. Discussion

D'une manière générale, un bilan bibliographique de nombreux articles sur le sujet révèle des résultats très variables dans les études comparatives du rendement entre le labour et le non-labour en culture de maïs (Cannell et Hawes, 1994). L'implantation est souvent considérée comme une phase délicate et source de perte à la récolte en non-labour. Dans notre cas, les chutes de rendement observées deux années de suite en non labour sans couvert de graminées ne s'expliquent pas par des différences de peuplement lié à des problèmes d'implantation. La composante qui décroche est le nombre de grain par épis ce qui révèle un stress précoce avant floraison ou à la floraison, comme pour les deux traitements avec couverts. Pour ces derniers, ce stress s'explique beaucoup mieux par la concurrence du couvert de graminées, notamment dans le traitement T4 où il est maintenu jusque

début juin dans les deux années. En 1998, ce couvert a profité d'un mois d'avril pluvieux pour se développer vigoureusement et être très concurrentiel. Ceci s'est aussi traduit par de faibles valeurs d'azote dans le sol fin mai en raison d'une forte absorption d'azote. D'autre part, les adventices ont été mal maîtrisées, en particulier sur le rang dans les deux traitements avec couvert en 1997 et ont concurrencé le maïs.

Cet effet sur le rendement dans les traitements « maiswiese » a aussi été observé sur maïs ensilage dans de nombreuses situations en Suisse (Ammon et al., 1995 ; Garibay et al., 1997). Mais en ajoutant la production de matière sèche du couvert de graminées, on arrivait à des valeurs équivalentes. Pour l'éleveur, ceci reste acceptable puisqu'il utilise aussi cette source de fourrage. En maïs grain et dans un système sans élevage, les pertes de rendements sont lourdes et deviennent problématiques.

Il est à noter que malgré cet effet concurrentiel du couvert de graminées, celui-ci a été assez irrégulier pour les mêmes problèmes que ceux évoqués dans la partie précédente (§3.1.3). Les mesures de rendement ont été effectuées dans des zones à couvert de graminées bien développé.

Nous n'avons pas effectué de calcul économique précis. Néanmoins en se basant sur la différence de rendement moyenne (19 q/ha) entre T1 (labour) et T3 (« Maiswiese », cas le plus favorable) et en prenant des chiffres suisses pour les charges, on arrive à une différence de marge nette de 1700 FF (Tableau 14). Le coût de la machine pour fraiser et planter le maïs reste élevé et ne permet pas des économies par rapport à un système traditionnel. Dans ce calcul nous avons pris en compte la différence de charges variables en faveur du traitement « Maiswiese » donnée par les auteurs qui ne se justifie pas forcément dans notre cas (cf. Annexe 8) et qui limite l'écart de marge.

#### **4. Transposition dans la pratique**

Dans l'état actuel, il n'est pas possible de transposer cette technique dans la plaine du Rhin.

#### **5. Conclusion**

Bien qu'il soit toujours difficile extrapoler un résultat obtenu sur un site à toute une région, il nous semble que la concurrence du couvert de graminées est un problème fondamental qui entraîne des pertes de rendement inacceptables dans la plaine du Rhin au climat plus sec. La maîtrise de ce couvert est donc une étape fondamentale. Plusieurs pistes peuvent être proposées :

- L'irrigation mais celle-ci a un coût et devrait être précoce et élevée pour lever la concurrence d'où des risques de lessivage.
- Une destruction plus précoce du couvert avant le semis. Garibay et al. (1997) montre l'intérêt de cette technique dans le cas d'un labour de printemps ce qui n'est pas forcément faisable en plaine du Rhin et amoindrit l'intérêt écologique sur la vie et faune du sol (Bigler et al., 1995b). En revanche, on pourrait envisager une destruction complète au Roundup quelques semaines avant le semis ce qui serait à tester.
- Utiliser une espèce moins vigoureuse que le Ray-grass tel le paturin commun, (Garibay et al., 1997)
- Enfin pour résoudre les problèmes de croissance de sous-semis en maïs grain avec variété tardive, on pourrait envisager de resserrer un rang sur deux. Cette alternative est actuellement expérimentée par l'équipe de P. Girardin de l'INRA de Colmar dans le cadre d'un travail sur l'amélioration de la valeur cynégétique (d'Aranda, 1998).

**Tableau 12 - Résultats de l'essai****a) 1997**

Traitement	Peuplement ( <i>pl./ha</i> )	Peuplement épis ( <i>épi/ha</i> )	Nombre de rang/épi	Nombre de Grain/épis	Poids de 1000 gr. <sup>1</sup> ( <i>g</i> )	Rendement <sup>1</sup> ( <i>q/ha</i> )	NO <sub>3</sub> récolte ( <i>kg N/ha</i> )
T1	85000	88000	15,4	376	357	117,9	41
T2	85000	88000	14,8	350	346	106,5	41
T3	88000	88000	13,8	337	336	99,9	31
T4	87000	85000	13,9	320	335	91,2	47

<sup>1</sup> exprimé à 14 % d'humidité**b) 1998**

Traitement	Peuplement ( <i>pl./ha</i> )	Peuplement épis ( <i>épi/ha</i> )	Nombre de rang/épi	Nombre de Grain/épis	Poids de 1000 gr. <sup>1</sup> ( <i>g</i> )	Rendement <sup>1</sup> ( <i>q/ha</i> )	NO <sub>3</sub> récolte ( <i>kg N/ha</i> )
T1	88000	88000	15,4	454	313	124,8	
T2	85000	85000	14,6	413	323	113,5	
T3	82000	88000	15,2	415	309	104,3	
T4	60000	57000	12,4	223	271	34,3	

<sup>1</sup> exprimé à 14 % d'humidité

**Tableau 13** – Mesures de reliquats azotés fin mai (respectivement le 27/5/97 et 2/6/98).

Traitement	1997	1998
	<i>— kg N- NO<sub>3</sub> /ha —</i>	
T1	80	71
T2	85	66
T3	61	59
T4	47	18

**Tableau 14** – Estimation de l'écart de marge entre les traitements Labour (T1) et « Maiswiese » T3.

Traitement	Labour (T1)	« Maiswiese » T3
	<i>— FF / ha —</i>	
Produit	P <sup>1</sup>	P-1330 <sup>2</sup>
Charges variables <sup>3</sup>	C <sup>1</sup>	C-740
Charges mécanisation <sup>3</sup>	1420	3040
Main d'oeuvre <sup>3</sup>	1000	510
<b>Différence du résultat net</b>		<b>-1720</b>

<sup>1</sup> pas précisés car ce sont les différences qui comptent<sup>2</sup> 19 q/ha de différence en moyenne (à 70 FF/q)<sup>3</sup> chiffres arrondis donnés par Bigler et al. (1995c)

**PROJET N°:** A4

**SOUS-THEME 2:** UTILISATION D'UN OUTIL DE PILOTAGE  
DE LA FERTILISATION AZOTEE SUR BLE

**CHEF DE PROJET:** C. BOCKSTALLER (ARAA) F  
**PARTENAIRES:** Herr HUGGER (RPFR) D  
**ORGANISMES ASSOCIES:** D. LASSERRE (ITCF), P. GIRARDIN (INRA) F

**DUREE DU PROJET:** 1996-1998

### **SITUATION INITIALE ET POSITION DU PROBLEME**

Doses et dates d'apport doivent être raisonnées au plus juste pour éviter les pratiques de surfertilisation, source de reliquats élevés après la récolte. L'outil de pilotage JUBIL<sup>®</sup> mis au point par l'INRA et l'ITCF permet d'affiner le calcul de la dose d'apport sur blé d'hiver (Laurent et al., 1996). Cette technique repose sur la combinaison du calcul de la dose d'azote par la méthode des bilans et des mesures de la teneur en nitrates du jus de base de tige (Justes, 1994). Le raisonnement de la fertilisation azotée peut être ainsi amélioré, en permettant à la fois de détecter des carences azotées et d'éviter les surfertilisations et donc des risques de perte d'azote suite à une imprécision du calcul de la dose par la seule méthode du bilan (Laurent et al., 1996).

Cette technique entre donc tout à fait dans les outils de la Production Intégrée (PI) et il était donc intéressant de la tester dans notre région aux conditions climatiques différentes du Bassin Parisien où elle a été mise au point. Ce travail s'inscrit dans la continuité du volet principal en ayant pour objectif de tester de nouvelles techniques allant dans le sens de la PI, ceci pour une culture qui occupe une place non négligeable dans la plaine du Rhin.

### **OBJECTIFS**

Tester la faisabilité de cette technique en situation réelle.

Comparer avec d'autres techniques (NID et appareil de mesure de la chlorophylle).

*Ce second objectif initialement proposé n'a pas été poursuivi dans les travaux, faute de disponibilité des différents partenaires.*

## METHODE ET REALISATION DES TRAVAUX

### 1. Présentation succincte de la méthode

- La méthode repose sur le calcul d'une dose X avec la méthode du bilan, dose qui se sera réduite de 40 kg N/ha et apportée aux stades habituels du blé (plein tallage et épis 1 cm).
- C'est après ces deux apports que la méthode JUBIL est mise en œuvre au stade 1 nœud avec une première mesure de la teneur en nitrates du jus de bas de tige.
- En fonction de la valeur par rapport à un seuil fonction de la variété, le conseil sera soit d'ajouter ces 40 kg d'azote mis en réserve (ou plus si la carence est grave) ou d'aller au stade suivant et ainsi de suite pour les deux rendez-vous ultérieurs.
- Si au troisième rendez-vous, la valeur mesurée est encore supérieure au seuil, l'agriculteur n'apportera pas les 40 kg/ha car la plante a assez d'azote à sa disposition.

Les détails de la mise en œuvre de la méthode peuvent être trouvés dans Laurent et al. (1996)

### 2. Protocole

#### 1996

Cette technique a été testée sur l'exploitation allemande 15 du volet précédent du projet et sur une exploitation (n°3) appartenant initialement au réseau d'exploitations du volet « indicateurs agro-écologiques ». Cette dernière est située au Sud de l'Alsace au pied des Vosges.

La mise en œuvre de cette technique a été suivie d'une mesure du rendement et de la teneur en protéines sur les deux parcelles de l'exploitation 3.

Sur l'exploitation allemande, nous avons mis en place un essai en « bandes » pour comparer le conseil JUBIL avec la stratégie initiale de l'agriculteur avec les trois traitements suivants :

La stratégie de l'agriculteur, 80 + 0 + 66 (kg N/ha)

La stratégie basée sur JUBIL®, 80 + 50 + 0 (kg N/ha)

La stratégie basée sur JUBIL® + la stratégie de l'agriculteur, 80 + 50 + 66 (kg N/ha)

Le rendement et ses composantes ainsi que les reliquats azotés ont été mesurés.

#### 1997

Cette technique a été testée sur une parcelle de l'exploitation alsacienne (n°7) du réseau d'exploitations du volet « indicateur agro-écologiques ». Cette exploitation se situe près de Colmar et la parcelle concernée présente un sol assez lourd.

Sur l'exploitation allemande 15 du volet principal, la technique devait être de nouveau testée en 1997. Mais en raison des conditions sèches du printemps, les prélèvements n'ont pas pu être effectués à temps et l'agriculteur n'a pas attendu pour apporter son dernier apport d'azote.

#### 1998

*Le projet n'a pas pu être poursuivi en 1998 pour des raisons de disponibilité des partenaires.*

### 3. Résultats

Dans trois cas sur quatre, la mise en œuvre de la méthode a été perturbée par la sécheresse, et dans un cas même il a été trop tard pour faire les mesures, en l'occurrence sur l'exploitation 15 en 1997. Dans les deux autres cas, il a été possible de faire une mesure au troisième rendez-vous (Annexe 9).

Les résultats comparatifs sont malheureusement incomplets. En 1996, il manque le résultat du témoin pour le rendement et des reliquats sur l'exploitation alsacienne (3). Néanmoins l'agriculteur a été satisfait de la méthode et du rendement obtenu. L'augmentation du taux de protéines par rapport au témoin est à remarquer (Tableau 15).

Pour les deux autres exploitations, les résultats disponibles ne sont pas convaincants. La stratégie de l'agriculteur allemand (traitement 1 dans le Tableau 16) semble avoir été payante bien que les résultats de rendement ne soient pas significativement différents. Les reliquats à la récolte sont restés faibles.

Sur l'exploitation alsacienne (N° 7), le conseil d'apporter 40 unités a été suivi par l'agriculteur, mais il n'a pas jugé bon de le faire sur les autres parcelles de blé et par ailleurs le reliquat à la récolte est très élevé (Tableau 17).

#### **4. Discussion**

Il ressort de ce projet comme d'autres études menées dans d'autres régions qu'une sécheresse printanière perturbe la mise en œuvre de la méthode par le fait que l'assimilation de l'azote apporté par les engrais est perturbée (Gilet, 1997). Il n'est pas possible dans ces conditions de conclure sur les mesures de teneur en nitrates dans le jus de bas de tige.

Les deux résultats défavorables à la méthode (Tableaux 16 et 17) méritent d'être commentés :

- En 1996 le mois de juin humide a été favorable au blé après les conditions sèches du début du printemps et il se peut qu'un apport tardif ait été mieux assimilé que le premier et ait pu permettre de compenser une carence momentanée ce qui a dû se répercuter sur le poids de 1000 grains. (Tableau 16). Une dose supérieure dans le traitement 3 n'a rien apporté au niveau du rendement mais a pu se traduire en un gain en protéines, ce qui n'a pas été vérifié.
- Sur la parcelle de l'exploitation alsacienne en 1997, la densité de peuplement du blé semblait un peu faible en raison des conditions sèches qui ont perturbé l'assimilation d'azote. Malgré l'apport de 40 kg/ha, le blé n'a pas pu compenser par la suite le retard en raison de conditions moins favorables qu'en 1996. Ces deux éléments peuvent expliquer le niveau de reliquats élevé observé à la récolte.

#### **5. Transposition dans la pratique**

La mise en œuvre de la méthode JUBIL® nécessite de tenir compte des conditions climatiques qui viennent influencer sur l'assimilation d'azote.

#### **6. Conclusions**

Il a manqué suffisamment de mesures pour arriver à des conclusions définitives. Il est vrai que le projet se voulait modeste dans sa conception et que les réalisateurs en raison d'une surcharge de travail n'ont pas pu mener ce travail comme il se devait.

Nous avons pu mettre en évidence l'importance des conditions climatiques avant l'application de la méthode qui trouve ses limites lorsque le début du printemps est sec et que l'azote des deux premiers apports est mal assimilé. Il serait intéressant de voir la fréquence d'apparition d'une telle situation.



**Tableau 15** - Application de la méthode JUBIL<sup>®</sup> sur l'exploitation alsacienne (n°3) en 1996.

	Parcelle		
	Fridolin	Hohnacker	
Dose des deux premiers apports	120 kg N/ha	80 kg N/ha	
Mise en œuvre 24/4/96 6/5/96 13/5/96	Aux deux premiers stades il n'a pas été possible de conclure à cause des conditions sèches 3 <sup>ème</sup> stade : conseil JUBIL apporter 40 kg N/ha		
15/5/96 3ème apport	30 kg N/ha	0	30 kg N/ha
Dose totale	150	120	110
Rendement (q/ha)	87	-	91
Teneur protéine (%)	12.4	11.9	-

**Tableau 16** - Application de la méthode JUBIL<sup>®</sup> sur l'exploitation allemande : résultats de l'essai en bandes en 1996.

Traitement	Nbre d'épis /m <sup>2</sup> (4) <sup>1</sup>	Nbre de grains /m <sup>2</sup> (6)	Poids 1000 grains (2)	Rendement (q/ha) (6)	Reliquat récolte (kg NO <sub>3</sub> +NH <sub>4</sub> /ha)
1 : (80+0+66 N)	794	22352	41,3	95,1	30
2 : (80+50+0 N)	801	24575	35.9	90.3	28
3 : (80+50+66 N)	762	24722	36.2	89.2	41
Analyse de variance (p <0,05)	NS	NS	S	NS	-

<sup>1</sup> nombre de répétitions**Tableau 17** - Application de la méthode JUBIL<sup>®</sup> sur une exploitation alsacienne (n°7) en 1997.

Dose totale (kg N/ha)	207	(67 + 100+ Conseil JUBIL = 40)
Rendement (q/ha)	68,2	moyenne exploitation
Reliquat récolte (kg N (NO <sub>3</sub> + NH <sub>4</sub> )/ha)	132	

## **PROJET N°: A4**

**SOUS-THEME 3: AMELIORATION DE LA STRATEGIE FONGICIDE  
UTILISATION D'OUTILS DE PILOTAGE**

**CHEF DE PROJET:** C. BOCKSTALLER (ARAA) F  
**PARTENAIRES:** Herr HUGGER (RPFR) D  
**ORGANISMES ASSOCIES:** F: ITCF (D. LASSERRE), INRA (P. GIRARDIN)

**DUREE DU PROJET:** 1996-1998

### **SITUATION INITIALE ET POSITION DU PROBLEME**

La stratégie actuelle de lutte contre les maladies du blé d'hiver repose sur la prise en compte des risques « a priori » d'apparition de celles-ci ainsi que sur l'observation des symptômes, donc de dégâts avancés. Depuis peu, il existe des outils de diagnostic précoce des maladies tels que des modèles de prévision. De tels outils permettent d'une part de limiter le nombre de traitements et d'autre part de mieux les positionner dans le temps, ce qui entre dans les deux cas dans les méthodes de la Production Intégrée (PI), (cf. encadré 1 du volet principal). Deux modèles de prévision ont été étudiés et comparés : du côté français PRESEPT (Couleaud, 1995) modèle de prévision de la septoriose, la principale maladie dans la plaine du Rhin, et du côté allemand PRO\_PLANT un outil de prévision et aide à la décision pour le choix des traitements (Meinert et Dolz, 1996).

### **OBJECTIFS**

Comparer les deux outils, en particulier dans le contexte de l'utilisation des nouveaux fongicides de la famille des strobilurines.

Tester la faisabilité de ces techniques en situation réelle.

### **METHODE ET REALISATION DES TRAVAUX**

#### **1. Comparaison des deux outils**

Les possibilités et les limites ainsi que les spécificités de chaque outil ont été identifiées lors d'une réunion d'échange entre les différents partenaires (Tableau 18). Les points suivants résument ce travail de comparaison :

- PRESEPT est un modèle de prévision avec le seul objectif de prévoir la date du premier traitement contre la septoriose et ne donne aucune information sur le choix du produit.
- PRO\_PLANT est un système expert traitant : des principales maladies et des aspects portant sur l'utilisation de régulateurs de croissance, sur blé, des ravageurs sur colza, de la lutte contre les mauvaises herbes dans le maïs et des maladies du feuillage sur betterave. Il donne un conseil de traitement (date, produit et dose).
- PRESEPT nécessite peu de données en comparaison de PRO\_PLANT.
- PRESEPT donne une courbe de risque cumulé ce que ne donne pas PRO\_PLANT
- PRESEPT permet d'établir facilement des simulations sur plusieurs jours à partir des prévisions météo.

- PRO\_PLANT calcule un risque journalier d'infection lié aux conditions météorologiques pour les principales maladies du blé.
- PRO\_PLANT fournit un conseil de traitement à la parcelle
- PRO\_PLANT tient compte des pratiques culturales, des résistances variétales, des caractéristiques des matières actives, des mélanges de fongicides et des coûts des produits.

Des exemples de sorties des deux méthodes sont donnés en Annexe 10 (Figures A.10.1 à A10.4).

**Tableau 18** - Avantages et inconvénients de PRESEPT par rapport à PRO\_PLANT

	PRESEPT	PRO_PLANT
Type d'outil	modèle de prévision	système expert
Maladie étudiée	septoriose <sup>1</sup>	maladies des céréales
Echelle d'utilisation	Petite région	Parcelle
Données nécessaires	<u>météo</u> : T°C, précipitations	+ Rayonnement global Vitesse du vent + hygrométrie
	<u>culture</u> : Stades clé de la culture	+ historique Notations de maladies
Sortie du modèle	Niveau de contamination quotidienne uniquement Courbe de risque cumulé Date du premier traitement	Contamination quotidienne Conseil rapide et à la parcelle Dates des traitements + choix des produits
Possibilité de Simulation	oui	inférieure à celle de PRESEPT

<sup>1</sup>PRESEPT est en fait un module du programme CLEAN qui comprend d'autres modules traitant d'autres maladies

## 2. Protocole

A côté d'une utilisation chez l'agriculteur allemand (n°15) dans le cadre du travail de mise en œuvre de la PI du volet principal, des essais de comparaison des conseils de traitement des deux méthodes ont été mis en place.

En 1996 du côté allemand, et en 1997 en Alsace, à Schwindratzheim (67) et chez l'agriculteur 16 du réseau servant au travail sur les indicateurs, une modalité conseil PRESEPT et une modalité avec le conseil PRO\_PLANT ont été inclus dans des essais en microparcelles à 4 répétitions comparant un certain nombre de stratégies de traitement fongicides.

En 1998, ce travail a été poursuivi avec deux essais en Alsace Obernai et Rouffach, et un essai en Allemagne près de Bad-Krozingen (Tableaux A10.1 et A10.2). A la différence de 1996 et 1997 où les deux modalités n'étaient que comparées par rapport à une référence allemande ou française selon la localisation de l'essai, les deux références allemandes et françaises et les

deux variantes PRESEPT ou PRO\_PLANT avec strobilurines se retrouvaient dans tous les essais en 1998.

Les essais alsaciens et la mise en œuvre de PRESEPT ont été assurées par A. Weissenberger du SRPV en Alsace. Les essais allemands ainsi que la mise en œuvre de Pro-Plant ont été assurés par le service de la protection des plantes de Freiburg.

### **3. Résultats**

#### 1996

L'essai n'a pas pu être valorisé en raison d'une averse de grêle le 18 mai 1996.

#### 1997

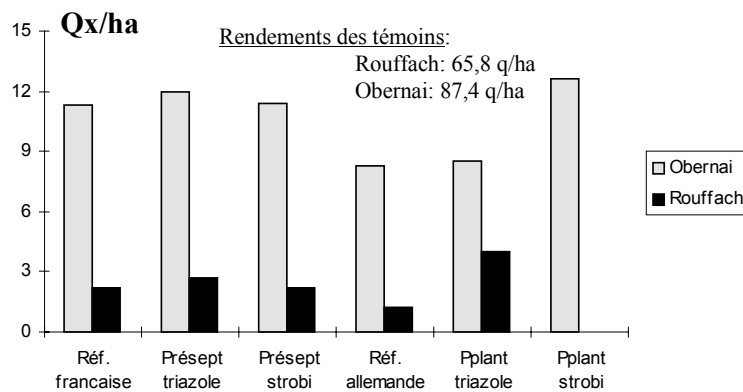
Sur l'essai allemand en 1997 des notations de maladies n'ont pas permis de distinguer les traitements. Les résultats de rendements n'ont pas pu être valorisés en raison d'une trop grande hétérogénéité de la parcelle probablement due à l'absence de labour.

Sur l'essai alsacien réalisé avec deux variétés, PRESEPT a préconisé une date de traitement le 13 mai alors que PRO\_PLANT a préconisé une dose réduite d'Ogam, 6 jours avant. Le rendement brut et le rendement net (rendement – charge fongicides) des modalités PRESEPT et PRO\_PLANT ne diffèrent pas statistiquement de la référence alsacienne 2\*N et des autres modalités dont celles avec strobilurines (Tableau A10.3). PRO\_PLANT semble avoir permis un gain de rendement net bien qu'il ne soit pas confirmé statistiquement.

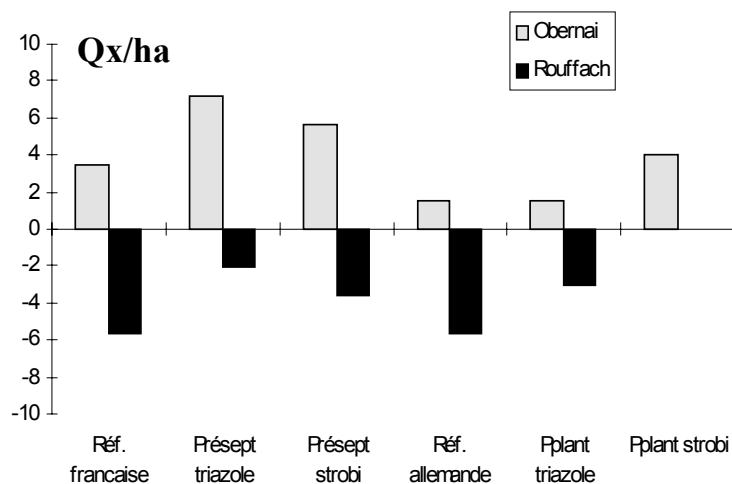
#### 1998

Du côté français, les dates de traitements préconisées par les deux méthodes ont été identiques à Rouffach (à l'épiaison), tandis qu'à Obernai, PRO\_PLANT avait 7 jours d'avance (stade EC 37) sur PRESEPT (à l'épiaison). Sur les deux essais aucune différence statistique n'a été mise en évidence entre les traitements (Figures 7 et 8) même si en moyenne, au niveau du rendement net, les modalités PRESEPT et la modalité PRO\_PLANT avec triazoles à Rouffach s'en sortent mieux.

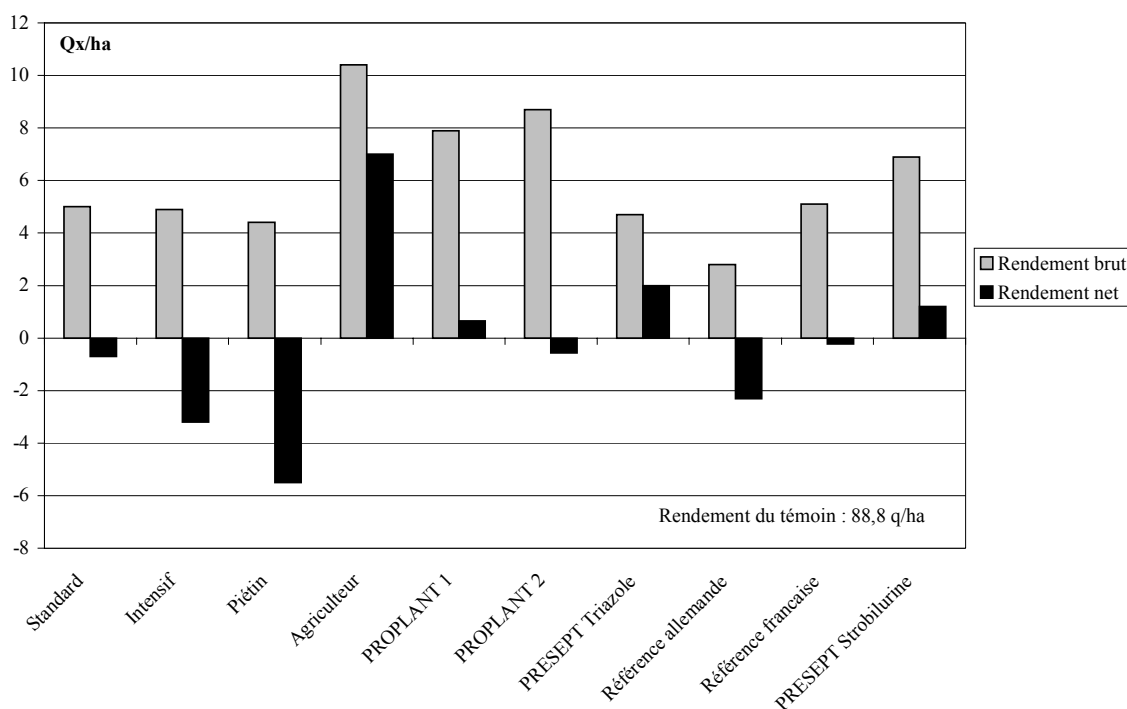
Du côté allemand, PRO\_PLANT a aussi déclenché avec 11 jours d'avance sur PRESEPT. Pour le rendement, le traitement de l'agriculteur vient en tête et se détache encore plus nettement pour le rendement net bien que les différences ne soient pas statistiquement significatives (Figure 9). La modalité PRESEPT avec triazoles vient en seconde position et dépasse à la fois les références allemandes et françaises sans que cela soit significatif. Dans cet essai, les modalités PRO\_PLANT ont conduit à deux traitements à dose réduite sans que cela amène un gain au niveau du rendement net.



**Figure 7** - Rendements bruts des différentes stratégies étudiées (exprimés en différence par rapport au témoin), sur les essais alsaciens en 1998 (détails des traitements dans le Tableau A10.1 en Annexe 10).



**Figure 8** - Rendements nets des différentes stratégies étudiées (exprimés en différence par rapport au témoin), sur les essais alsaciens en 1998 (Prix du blé : 70 F/q et prix du passage : 60 F).



**Figure 9** - Rendements bruts et nets des différentes stratégies étudiées (exprimés en différence par rapport au témoin), (Prix du blé : 79 F/q) de l'essai allemand en 1998 (détails des traitements dans le Tableau A10.2 en Annexe 10).

#### 4. Discussion

Dans ce travail de comparaison, de nombreuses données météo ont dû être échangées et un effort d'harmonisation des notations de stades a dû être effectuées, ce qui n'a pas été évident au départ. Sur les deux années prises en compte, aucune différence systématique n'a pu être mise en évidence entre les deux méthodes en termes de rendement bien que les dates de traitement préconisées ne soient pas totalement identiques.

En revanche, dans les 5 essais (double essai en 1997 à Schwindratzheim), les modalités avec un traitement préconisé par PRO\_PLANT ou PRESEPT n'ont pas entraîné de pertes de rendement notamment par rapport à la référence alsacienne du double traitement qui se retrouvait dans les 5 essais. Ces outils de pilotage permettent donc une réduction des traitements, intéressante en terme environnemental et pour l'image de l'agriculteur. De même, au niveau économique, le pilotage des traitements peut permettre un gain et en tout cas, n'occasionne pas de perte.

La référence allemande (Opus top, 1,5l) consiste en un seul traitement avec deux matières actives (dont une volatile d'après l'indicateur *pesticides*) par rapport au conseil alsacien avec PRESEPT basé sur Opus avec une seule matière active (non volatile). Cette modalité n'a été incluse dans les essais alsaciens qu'en 1998 mais n'a apporté aucun avantage par rapport aux modalités basées sur les conseils des outils de pilotage.

La seule fausse note est l'excellent résultat du traitement de l'agriculteur sur l'essai allemand de 1998 avec un traitement à base de 1l d'Opus top qui dépasse toutes les modalités dont celles basées sur PRESEPT et PRO\_PLANT et la référence allemande avec le même produit à

un traitement à 1,5 l. L'agriculteur a traité plus précocement. Il est probable que ce résultat ne se retrouve pas chaque année, la date de traitement ayant été avancée dans ce cas de manière empirique. Ainsi, ces résultats confirment l'intérêt de ces outils même dans des situations où un traitement unique est une pratique courante. En effet les écarts observés entre les deux modalités à traitement unique citées précédemment montrent l'importance de la date de traitement qui peut être mieux positionnée à l'aide des outils comme PRESEPT et PRO\_PLANT.

Ces résultats ont été obtenus pendant deux années à faible pression de maladies. Néanmoins des simulations avec PRESEPT ont été refaites depuis 1982, et dans un seul cas, la date de déclenchement du premier apport a été précoce au stade 2 nœuds ce qui justifie un second traitement par la suite (Weissenberger, com pers.). Par ailleurs, pour PRESEPT, nos résultats sont confirmés par d'autres essais alsaciens menés depuis plusieurs années qui n'ont pas révélé de perte de rendement pour le traitement unique conseillé par PRESEPT par rapport à la double application (Weissenberger, com pers.). Les travaux lorrains de 1998 et une synthèse française de 13 essais en France en 1998 avec la moitié au moins dans des sites à forte pression de septoriose ont confirmé un avantage de l'application unique conseillée par PRESEPT par rapport à la double application en terme de rendement net et donc au niveau économique (SRPV Lorraine, 1999).

## **5. Transposition dans la pratique**

L'utilisation de PRESEPT se fait par le SRPV qui fournit des avertissements par petite région. Il est donc conseillé aux agriculteurs de s'abonner à ces avertissements. Mais ceci nécessite une observation des stades de la parcelle pour pouvoir recalculer le conseil par rapport à la situation de chaque parcelle. Ce type d'observation ne nécessite pas un surplus de temps important et correspond au minimum que chaque agriculteur devrait faire.

L'utilisation de PRO\_PLANT est encore plus lourde que celle de PRESEPT bien qu'elle soit prévue pour l'agriculteur. Il est probablement aussi plus réaliste d'envisager son application dans le même cadre que PRESEPT. Au Bade-Wurtemberg PRO\_PLANT est ainsi utilisé par les services de l'agriculture depuis 3 ans avec succès comme outil d'avertissement pour les agriculteurs.

## **6. Conclusions**

Ce travail a permis de réunir des intervenants des deux côtés du Rhin impliqués dans le conseil en matière de lutte contre les maladies et a fait l'objet d'une bonne coopération transfrontalière, bien que la transmission des informations de part et d'autre pour faire fonctionner les outils n'a pas toujours été facile. L'intérêt des deux outils de pilotage a été confirmé pour aider l'agriculteur à mieux placer son premier traitement fongicide et à réduire sa stratégie de lutte du côté alsacien de deux à un traitement, ceci probablement dans de nombreux cas de figure, ce qui va à la fois dans le sens de l'environnement et de l'intérêt économique avec une amélioration du rendement net. Un minimum d'observation de chaque parcelle est cependant nécessaire.

Entre les deux outils, PRESEPT offre beaucoup moins de possibilités que PRO\_PLANT mais est plus facile à mettre en œuvre en étant « spécialisé » sur la prévision de la date du premier traitement contre la septoriose. Pour cette tâche, PRESEPT est aussi bien adapté que PRO\_PLANT. En revanche, PRESEPT ne donne aucun conseil en matière de choix de produit et de dose. Ainsi, le SRPV envisage d'étudier les possibilités de réduire la dose des traitements dont la date est donnée par PRESEPT, ceci en année à faible pression comme nous les avons connues ces dernières années, afin d'affiner le raisonnement de la stratégie fongicide.



# ITADA

## RESUME DU RAPPORT DE SYNTHESE 1996-99

<b>PROJET N°:</b>	A4		
<b>THEME:</b>	<b>FAISABILITE DE LA PRODUCTION INTEGREE (PI) EN GRANDE CULTURE</b>		
<b>CHEF DE PROJET:</b>	C. BOCKSTALLER (ARAA)	Colmar	F
<b>PARTENAIRES:</b>	M. HANSON (IfUL)	Müllheim	D
<b>ORGANISMES ASSOCIES:</b>	F:INRA (P. GIRARDIN), ITCF (D. LASSERRE) D: RPFR (H. HUGGER)		
<b>DUREE DU PROJET:</b>	1996-1998		

### SITUATION INITIALE ET POSITION DU PROBLEME

L'Agriculture Intégrée ou Production Intégrée fait partie des solutions proposées par les agronomes pour faire face aux problèmes environnementaux qui ont accompagné les formidables progrès de productivité de l'agriculture européenne, ceci sans remettre en cause ses performances économiques. Issue de la lutte intégrée, le concept de Production Intégrée repose sur un raisonnement de toutes les pratiques culturales en tenant compte de leurs interactions et en incluant les possibilités de lutte non chimique (rotation, travail du sol, lutte biologique, désherbage mécanique, etc.).

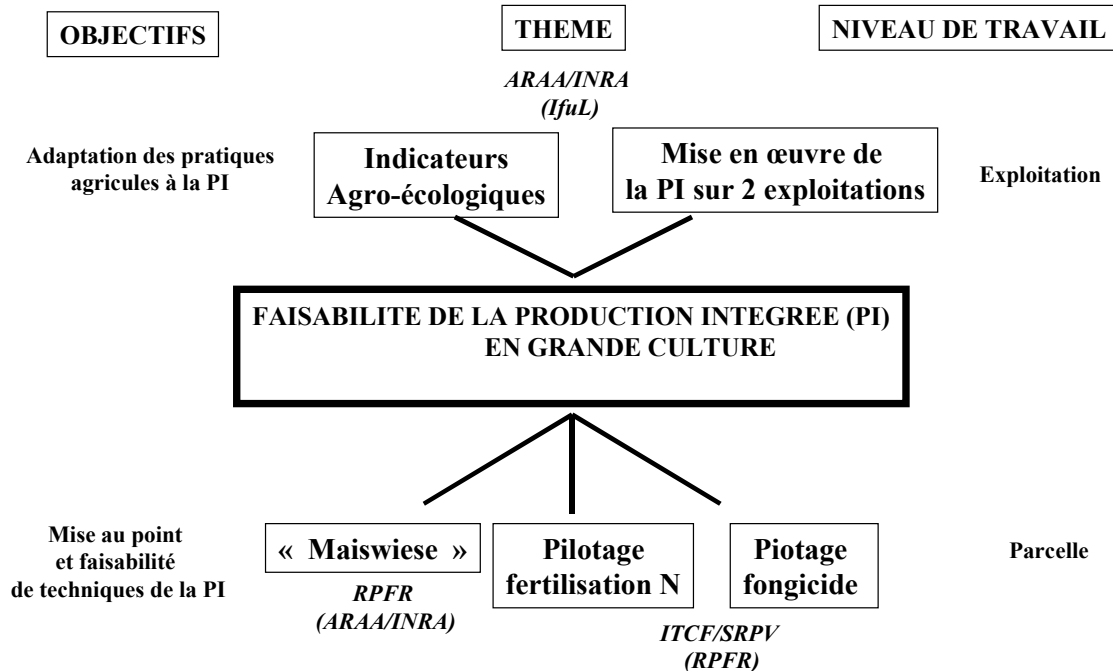
Les résultats positifs d'un ensemble de travaux depuis les années 80 ont confirmé l'intérêt de la PI. Ils doivent être néanmoins confirmés pour des systèmes de culture différents comme ceux avec une forte proportion de maïs dans la rotation, cas fréquent dans la plaine du Rhin. Par ailleurs, les acquis de ces travaux doivent être transférés vers les exploitations agricoles.

Par ailleurs, le passage volontaire et progressif des agriculteurs vers de tels systèmes de culture basés sur la PI ne pourra se faire que s'il est accompagné d'outils d'évaluation en complément de critères traditionnels (rendement, etc.) qui permettent aux agriculteurs de situer leurs pratiques par rapport aux objectifs agronomiques et environnementaux spécifiques à la PI (Ex : la fertilité des sols). L'évaluation ne doit pas être ici confondue avec la notion de contrôle qui consiste à vérifier si une réglementation est appliquée. L'évaluation repose à la fois sur un diagnostic qui consiste à mesurer ou à estimer le degré d'atteinte d'un objectif que s'est fixé volontairement l'agriculteur, et sur une phase de conseil ou d'aide à la décision qui doit faire avancer l'agriculteur vers la réalisation des objectifs initiaux.

Ce constat a conduit P. Girardin de l'INRA de Colmar à proposer le développement d'indicateurs agro-écologiques dont la mise au point et la validation ont débuté dans le programme ITADA 1 en collaboration, avec l'ARAA. Le présent travail s'est articulé en deux volets complémentaires par leur approche auxquels trois sous-volets traitant de techniques particulières ont été greffés. La Figure 1 en donne une vue d'ensemble.

## OBJECTIFS

- 2- Caractériser l'évolution des pratiques agricoles par rapport aux exigences de la PI à l'aide d'indicateurs agro-écologiques. Ceci permettra de voir dans quelle mesure ces outils de diagnostic peuvent aider les agriculteurs à adapter leurs pratiques aux exigences de la PI.
- 3- Tester de la faisabilité de la PI dans des exploitations en grande culture. La compatibilité de la PI avec la monoculture de maïs sera abordée.



**Figure 1** – Articulation du projet A4 en deux volets principaux (partie supérieure) et trois sous-thèmes (partie inférieure).

## Première partie : Utilisation des indicateurs agro-écologiques

### 1. Introduction

Un ensemble de sept indicateurs agro-écologiques ont été mis au point, dont une première version du mode de calcul a été présentée dans le cadre du premier programme ITADA. Il s'agit de six indicateurs « d'impact » : *assolement*, *azote*, *irrigation*, *matières organiques*, *pesticides* et *phosphore* auxquels s'ajoute l'indicateur *succession culturale* qui n'évalue pas directement un impact mais la cohérence du système. Les indicateurs se présentent sous forme d'indice noté de 0 à 10 avec une valeur 7 correspondant aux exigences minimales de la PI

Dans le cadre de ce travail, les indicateurs ont été calculés pendant les 3 années pour un réseau de 14 exploitations (10 en Alsace et 4 en Allemagne) qui avait déjà servi dans l'étude du premier programme ITADA.

## 2. Démarche

La mise en œuvre des indicateurs agro-écologiques a reposé sur les étapes suivantes :

- Recueil des données chez les agriculteurs qui prend, en fonction de la manière de procéder de l'agriculteur, entre ½ h à 3 h, auxquelles il faut rajouter une première demi-journée pour la prise de contact, la description du parcellaire et l'historique.
- Calcul des indicateurs sur un logiciel qui dans sa version la plus récente utilise Access 97. Cette phase de traitement dure environ une demi-journée en moyenne, en fonction du nombre de parcelles.
- Restitution des résultats : celle-ci s'est faite de manière collective lors d'une réunion annuelle et par une restitution individuelle où nous procédons en deux étapes : dans un premier temps un diagnostic global utilisant les valeurs moyennes des indicateurs sur l'exploitation est présenté sous forme de tableau de bord à l'aide d'une présentation en « radar ». Puis pour certains indicateurs, la variabilité inter-parcellaire est représentée et analysée. Ces deux phases de diagnostic sont accompagnées de conseils et de propositions basés sur les principes de la PI pour améliorer la valeur des indicateurs. Dans ces conseils, les coûts économiques sont évoqués mais sans chiffrage précis.

## 3. Résultats

Pour donner plus de poids aux résultats en terme d'évolution, nous avons rajouté les valeurs recalculées des années 1994 et 1995

- D'une manière générale, la majorité des résultats sont inférieurs à 7, et donc en dessous des recommandations minimales de la Production Intégrée. Ceci est vrai en particulier pour les indicateurs *succession culturale*, *phosphore* et *azote*.
- En terme d'évolution, il existe peu de variations si on excepte les progrès observés pour l'indicateur *phosphore*, ceux de l'agriculteur 5 pour l'*azote* et les diminutions des indicateurs *assolement* et *pesticides*.

## 4. Discussion

En raison de la forte part de maïs dans ces exploitations, les résultats sont fortement liés à cette culture. La tendance à l'augmentation de la monoculture sous la pression des contraintes économiques permet d'expliquer les résultats négatifs de certains indicateurs comme l'*assolement* et la *succession culturale*. En revanche, les résultats positifs pour l'indicateur *matière organique*, et dans certains cas pour *pesticides* et *irrigation* sont observés sur les exploitations avec une grande part de maïs. Tout n'est donc pas noir pour cette culture, pour laquelle il existe donc des marges de progrès.

Cependant en termes d'évolution des pratiques, peu de progrès sont observés. Ceci montre en premier lieu le caractère volontaire de la participation de ces agriculteurs sans obligation de suivre les conseils délivrés sur la base du diagnostic effectué avec les indicateurs. Un certain nombre de propositions telle la diversification de la rotation se heurtent aux contraintes économiques.

Par ailleurs, à partir de ce travail, il est possible de tirer quelques recommandations pour la mise en œuvre des indicateurs agro-écologiques :

- En premier lieu, la méthode repose sur une participation volontaire des agriculteurs qui doivent présenter une certaine motivation pour progresser vers la Production Intégrée.
- Ce ne sont pas des outils de contrôle servant à vérifier l'application d'un cahier de charges ou d'une réglementation qui décideraient de l'attribution de subvention ou de taxes en fonction des résultats des indicateurs.
- Dans le cas d'une utilisation par des conseillers, ces outils ne peuvent être utilisés que s'il existe une relation de confiance entre l'agriculteur et le technicien : en effet, ce dernier ne peut pas vérifier l'exactitude des informations fournies par l'agriculteur.
- Pour être efficaces et influencer sur les pratiques, les indicateurs doivent être utilisés comme des outils d'accompagnement dans une démarche de conseil qui doit aussi inclure des actions de formation et d'aide au pilotage des cultures.
- La restitution des résultats du calcul des indicateurs doit se faire en phase avec la période d'achat des intrants par l'agriculteur.

## **5. Conclusions**

Ce travail a permis de tester les indicateurs agro-écologiques comme outil d'évaluation et de conseil en situations réelles. Le cadre transfrontalier du travail nous a permis d'élargir la gamme des situations à notre disposition.

Les conditions de mise en œuvre n'ont pas été optimales ce qui peut expliquer en partie, à côté des contraintes économiques régionales et de structure d'exploitation, le faible impact de la méthode sur l'évolution des pratiques des agriculteurs vers la Production Intégrée. En tout cas, ce travail nous a permis d'apporter un certain nombre d'améliorations à la méthode et à ses modalités d'application.

## **Deuxième partie : Mise en œuvre de la Production Intégrée sur deux exploitations de grande culture**

### **1. Introduction**

L'utilisation des indicateurs comme outils de conseil pour la Production Intégrée suppose que des références agronomiques soient disponibles. D'autre part, une action de conseil, pour être plus efficace doit s'appuyer sur des essais pouvant avoir valeur de démonstration, effectués dans la région des agriculteurs visés, ce qui manquait dans la plaine du Rhin et en particulier en Alsace. Ce second volet du travail poursuit donc ces deux objectifs et vient s'inscrire en complément de la partie précédente. Ces considérations nous ont amenés à travailler sur deux exploitations agricoles plutôt que de mener des essais comparant différents systèmes.

## 2. Démarche

### 2.1. Choix des exploitations

Deux exploitations parmi les 14 exploitations du réseau ont été choisies pour ce travail, en l'occurrence une exploitation alsacienne (n°5) et une allemande (n°15). Du diagnostic à l'aide des indicateurs, il ressortait que l'agriculteur raisonnait certaines de ses pratiques dans le sens de la PI : mesures de reliquats pour ajuster la fertilisation azotée, culture intermédiaire, désherbage du maïs. L'agriculteur alsacien était moins avancé au départ du travail.

### 2.2. Suivi des deux exploitations

Notre démarche s'est appuyée sur plusieurs volets :

- Le diagnostic effectué au moyen des indicateurs sert de base pour identifier les points forts et faibles par rapport à la PI.
- Une action de conseil plus rapprochée durant la période de culture consistant en entretiens assez réguliers avec l'agriculteur pour aider au pilotage des cultures
- Des essais de démonstrations qui ont pour but de convaincre l'agriculteur de mettre en œuvre des pratiques de la PI. Ils peuvent prendre la forme d'essai « en bandes ».

#### Exemples :

⇒ Essais : dose N en 1996, trichogrammes en 1996 et 1998, désherbage en 1998 pour l'exploitation 5

⇒ Essai « bande fleurie » en 1996-97 et 1998 pour l'exploitation 15

- Une validation de certaines recommandations de la PI appliquée au contexte des rotations avec une forte proportion de maïs ou en monoculture de maïs. Celle-ci a reposé sur une évaluation expérimentale avec des mesures de terrain. Les résultats proviennent donc surtout de cette dernière étape qui permet l'acquisition de références.

## 3. Résultats

### 3.1. Analyse du rendement

Dans 5 cas sur 6, l'objectif de rendement fixé à 115 q/ha est atteint ou dépassé sur l'exploitation 5 alors que ce chiffre est ramené à 6 sur 12 pour l'exploitation 15. L'ensemble des mesures et notations au champ et les observations des agriculteurs, montrent que ce ne sont pas des mesures spécifiques à la PI (absence d'insecticide du sol, désherbant post-levée, etc.) qui sont responsables des pertes de rendement.

### 3.2. Efficacité du désherbage

En raison de son interdiction en Allemagne, l'agriculteur allemand n'utilise plus d'atrazine depuis 1991 et a adopté depuis 1993 une stratégie de désherbage en post-levée suivi d'un binage, au profil environnemental plus favorable qu'un programme classique d'après l'indicateur *pesticide*. Le suivi de 4 parcelles chaque année a montré que :

- Aucune « explosion » de la flore n'est observée
- Le traitement chimique est efficace, excepté pour quelques vivaces et la mercuriale sur certaines parcelles. Le binage qui suit permet de rattraper cette absence d'efficacité dans certains cas.

- Les comptages en juillet et en septembre montrent que de nouvelles levées surviennent après ces passages mais les plantules s'étiolent et n'arrivent souvent pas à floraison.

Les résultats sont en tout cas encourageants en terme de faisabilité (par rapport à la météo) et d'efficacité, et meilleurs que ceux des essais sans atrazine en Bretagne et confirmés par des résultats récents d'essais sans atrazine obtenus en Alsace sur 5 ans par l'AGPM.

### **3.3. Suivi de l'azote minéral dans le sol et risque de lessivage – Efficacité d'un sous-semis de ray-grass dans le maïs**

L'évolution des niveaux est variable selon les années et est à lier aux conditions de l'année. Des valeurs élevées ont été trouvées sur certaines parcelles et sont dues à la minéralisation du radis oléifère implanté en culture intermédiaire l'année précédente.

Sur les parcelles de l'exploitation allemande, l'implantation d'un sous-semis de ray-grass en juin a donné des résultats décevants (comme dans le programme A1.2 de l'ITADA).

### **3.4. Suivi de la faune du sol**

Les carabes dont la majorité des espèces sont des prédateurs ont été choisis en raison de leur facilité de piégeage et ont été utilisés par de nombreux auteurs comme famille indicatrice.

La diversité des espèces observée sur 4 parcelles de deux exploitations est faible si on la compare avec celle trouvée par d'autres auteurs en parcelles de maïs ou en céréales à pailles. En l'absence d'insecticides du sol, le labour est probablement une des raisons majeure de cette appauvrissement en espèces. L'environnement de la parcelle (présence de prairies et structures naturelles) joue aussi un rôle.

### **3.5. Essai bande fleurie**

Une bande fleurie a été implantée en bord de route sur une parcelle de l'exploitation allemande (15) en 1996 et conservée en 1997.

Aucune prolifération d'adventices ni de ravageurs (limaces) pouvant avoir des effets sur le rendement n'a été observée.

Il ressort de cette technique qu'elle peut donc jouer un rôle positif, tant au niveau écologique qu'en terme d'amélioration de l'image de l'agriculture intensive (qui a eu quelques remarques positives de voisins). Néanmoins à côté du coût des semences (4 000 F/ha) et d'une perte de produit et de la prime jachère, l'implantation est une étape délicate.

## **4. Discussion générale**

La démarche d'étude que nous avons mise en place a permis de se placer dans les conditions de l'exploitation agricole et d'y intégrer certaines contraintes, d'observer certains phénomènes qui n'ont que peu de chances de se produire en essais contrôlés. Ceci donne un certain poids à certains résultats, en particulier à ceux concernant le désherbage sans atrazine de l'agriculteur allemand, pour lequel nous avons six années de recul, en incluant les trois années précédant notre étude.

Ce travail a montré que certaines techniques de la PI étaient techniquement faisables et intéressantes du point de vue agronomique ou environnementale. Nous avons essayé de dresser un bilan économique de l'ensemble des mesures. En l'absence de changement de culture, le surcoût d'un itinéraire « PI » pour le maïs est de l'ordre de 370 F/ha en émettant l'hypothèse

d'une absence d'effet négatif sur le rendement et en « gonflant » certains postes comme le désherbage.

## **5. Conclusions**

Dans ce travail, nous avons adopté une démarche originale par rapport aux expérimentations agronomiques classiques en utilisant l'exploitation agricole comme champ d'expérimentation et d'observation en grandeur nature. Le contexte transfrontalier a permis de disposer de parcelles agricoles où des techniques allant dans le sens de la PI étaient appliquées. Ce travail a permis d'acquérir des références techniques qui pourront être réutilisées dans des travaux ultérieurs en particulier dans le conseil fourni aux agriculteurs sur la base du diagnostic établi avec les indicateurs.

### **Troisième partie : Mise au point et faisabilité de techniques de la Production Intégrée**

#### **Sous-thème 1 : Simplification du travail du sol et semis en bande dans un couvert de graminées « maiswiese » en monoculture de maïs (RPFR/ARAA-INRA)**

La « maiswiese » ou traduit littéralement « maïs-prairie » est une technique développée en Suisse, associant non-labour et semis du maïs dans une bande fraisée dans un couvert de graminées (ou en association avec une légumineuse) qui a été mis en place l'année précédente

Un ensemble de travaux en Suisse a démontré l'intérêt écologique de cette technique et sa faisabilité économique ceci en zone de maïs ensilage dans des régions aux niveaux de précipitations bien plus élevés que ceux de la plaine du Rhin. Il était donc intéressant de tester cette méthode dans le contexte de la plaine du Rhin et du maïs grain. Dans ce cas, le terme de « maiswiese » est un abus de langage car le couvert de graminées ne sert pas de prairie pour le fourrage mais se limite à un rôle écologique de culture piège à nitrates ou de couvert anti-érosif.

Le travail a consisté en un essai classique à deux répétitions comparant sur des parcelles de 72 m\* 9 m (12 rangs) pendant trois années quatre traitements ayant été maintenus au même emplacement.

En 1997 et 1998, années de résultats exploitables, le classement entre traitements et les différences en valeur absolue sont à peu près identiques. Le témoin labouré vient en tête devant le traitement en non labour de 11 q/ha et le traitement « Maiswiese » traité précocement avec du glyphosate de 18 à 20 q /ha et le dernier de 25 q/ha en 1997 et de 90 q/ha en 1998

Bien qu'il soit toujours difficile extrapoler un résultat obtenu sur un site à toute une région, il nous semble que la concurrence du couvert de graminées est un problème fondamental qui entraîne des pertes de rendement inacceptables dans la plaine du Rhin au climat plus sec. La maîtrise de ce couvert est donc une étape fondamentale. Une des possibilités serait une destruction complète au Roundup quelques semaines avant le semis ou d'utiliser une espèce moins vigoureuse que le ray-grass tel le pâturin commun.

## **Sous-thème 2 : Utilisation d'un outil de pilotage de la fertilisation azotée sur blé (ITCF-SRPV/RPFR)**

Doses et dates d'apport doivent être raisonnées au plus juste pour éviter les pratiques de surfertilisation, source de reliquats élevés après la récolte. L'outil de pilotage JUBIL<sup>®</sup> mis au point par l'INRA et l'ITCF permet d'affiner le calcul de la dose d'apport sur blé d'hiver. Cette technique repose sur la combinaison du calcul de la dose d'azote par la méthode des bilans et des mesures de la teneur en nitrates du jus de base de tige. Le raisonnement de la fertilisation azotée peut être ainsi amélioré, en permettant à la fois de détecter des carences azotées et d'éviter les surfertilisations et donc des risques de perte d'azote suite à une imprécision du calcul de la dose par la seule méthode du bilan. Cette technique entre donc tout à fait dans les outils de la Production Intégrée (PI)

Il a manqué de mesures dans ce projet pour arriver à des conclusions définitives. Il est vrai que le projet se voulait modeste dans sa conception et que les réalisateurs en raison d'une surcharge de travail n'ont pas pu mener ce travail comme il se devait.

Nous avons pu mettre en évidence l'importance des conditions climatiques avant l'application de la méthode qui trouve ses limites lorsque le début du printemps est sec et que l'azote des deux premiers apports est mal assimilé. Il serait intéressant de voir la fréquence d'apparition d'une telle situation.

## **Sous-thème 3 : Amélioration de la stratégie fongicide – utilisation d'outils de pilotage sur blé (ITCF-SRPV/RPFR)**

Depuis peu, il existe des outils de diagnostic précoce des maladies tels que des modèles de prévision qui permettent d'une part de limiter le nombre de traitements et d'autre part de mieux les positionner dans le temps, ce qui entre dans les deux cas dans les méthodes de la Production Intégrée (PI). Deux modèles de prévision ont été étudiés et comparés : du côté français PRESEPT, modèle de prévision de la septoriose, principale maladie dans la plaine du Rhin, et du côté allemand PRO\_PLANT, un outil de prévision et aide à la décision pour le choix des traitements.

### **6. Comparaison des deux outils**

Les possibilités et les limites ainsi que les spécificités de chaque outil ont été identifiées lors d'une réunion d'échanges entre les différents partenaires

Entre les deux outils, PRESEPT offre beaucoup moins de possibilités que PRO\_PLANT mais est plus facile à mettre en œuvre en étant « spécialisé » sur la prévision de la date du premier traitement contre la septoriose. Pour cette tâche, PRESEPT est probablement plus adapté que PRO\_PLANT. En revanche, PRESEPT ne donne aucun conseil en matière de choix de produit et de dose. Ainsi, le SRPV envisage d'étudier les possibilités de réduire la dose des traitements dont la date est donnée par PRESEPT, ceci en année à faible pression afin d'affiner le raisonnement de la stratégie fongicide.

### **7. Essais comparatifs**

Des essais en microparcelles de comparaison des conseils de traitement des deux méthodes ont été mis en place en Alsace et en Allemagne.



Sur les deux années prises en compte, aucune différence systématique n'a pu être mise en évidence entre les deux méthodes en termes de rendement bien que les dates de traitement préconisées ne soient pas totalement identiques.

En revanche, dans les 5 essais pris en compte, les modalités avec un traitement préconisé par PRO\_PLANT ou PRESEPT n'ont pas entraîné de pertes de rendement notamment par rapport à la référence alsacienne du double traitement qui se retrouvait dans les 5 essais. Ces outils de pilotage permettent donc une réduction des traitements, intéressante en terme environnemental et pour l'image de l'agriculteur. De même, au niveau économique, le pilotage des traitements peut permettre un gain et en tout cas, n'occasionne pas de perte. Il reste à confirmer ces résultats en années à forte pression parasitaire.

## Publications sur les indicateurs

Bockstaller, C. et Girardin, P. 1996. The crop sequence indicator; a tool to evaluate crop rotations in relation to the requirement of Integrated Arable Farming Systems. *Aspects of Applied Biology* 47, Rotations and cropping systems, pp 405-408.

Bockstaller, C. et Girardin, P. 1998. Assessing the P fertilization by means of an agro-ecological indicator: the « phosphorus indicator ». Book of abstracts (vol.1); Zima, M.;Bartosova,M.L.; European Society for Agronomy (FRA); 5th. ESA Congress; Nitra (SLK) 28 June-2 July 1998, 33-34

Bockstaller, C. et Girardin, P. 1999. Agro-ecological indicators – instruments to assess sustainability in agriculture. *In* Proceeding of Intern. Conf. « Sustainability in agriculture - tension between ecology, economics and social sciences »; Stuttgart (GER), 28-30 oct. 1998; (*in preparation*).

Bockstaller, C., Girardin, P. et Van der Werf, H.M.G. 1997. Use of agroecological indicators for the evaluation of farming systems. *European Journal of Agronomy*, 7: 261-270.

Girardin, P. et Bockstaller, C. 1997. Les indicateurs agro-écologiques, outils pour évaluer les systèmes de culture. *Oléagineux Corps gras Lipides*, 4 : 418-426.

Girardin, P., Bockstaller, C. et Van der Werf, H.M.G. 1999. Indicators : A tool to evaluate the environmental impact of farming systems. *Journal of Sustainable Agriculture* 13: 5-21.

Keichinger, O. et Girardin, P. 1998 Example of evaluation of the impact of agricultural practices on wild fauna/ the « soil cover indicator ». Book of abstracts (vol.1); Zima, M.;Bartosova,M.L.; European Society for Agronomy (FRA); 5th. ESA Congress; Nitra (SLK); 28 June-2 July 1998, 19-20

Van der Werf, H.M.G. et Zimmer, C. 1998. An indicator of pesticide environmental impact based on a fuzzy expert system. *Chemosphere*, 36: 2225-2249.

## Autres références citées dans le rapport

- Ammon, H. U., Bohren, C., Scherrer, C. et Wadldburger, M. 1995. Erträge mit mechanisch oder chemisch regulierter Begrünung. *Agrarforschung*, 2: 389-392.
- Baguette, M. and Hance, T. 1997. Carabid beetles and agricultural practices: Influence of soil ploughing. *Biological Agriculture and Horticulture*, 15: 185-190.
- Beisel, J.N. and Moreteau, J.C. 1997. A simple formula for calculating the lower limit of Shannon's diversity index. *Ecological Modelling*, 99: 289-292.
- Bigler, F., Wadldburger, M. et Frei, G. 1995a. Krankheiten und Schädlinge. *Agrarforschung*, 2: 380-382.
- Bigler, F., Wadldburger, M. et Frei, G. 1995b. Insekten und Spinnen als Nützlinge. *Agrarforschung*, 2: 383-386.
- Bigler, F. et al.. 1995c. Ökologie und ökonomie in den Verfahren – eine Bilanz. *Agrarforschung*, 2: 389-392.
- Boller, E.F., Malavolta, C. et Jörg, E. 1997. Guidelines for integrated production of arable crops in Europe. Technical guidelines III. *IOBC/WPRS Bull.*, 20: 5-19.
- Bonny, S., 1997. L'agriculture raisonnée, l'agriculture intégrée et FARRE -Forum de l'Agriculture Raisonnée Respectueuse de l'Environnement. *Natures Sciences Sociétés*, 5: 64-71.
- Brisson, N., et al. 1998. STICS: a generic model for the simulation of crops and their water and nitrogen balances. I. Theory and parameterization applied to wheat and corn. *Agronomie*, 18: 311-346.
- Cannel, R.Q. et Hawes, J.D. 1994. Trends in tillage practices in relation to sustainable crop production with special reference to temperate climates. *Soil Tillage Research*, 30: 245-282.
- Couleaud, G. 1995. Que peut-on attendre des outils de pilotage ? *Perspectives Agricoles n°199*, p. 20-26.
- D'Aranda, B. 1998. Du couvert dans le maïs, c'est presque gagné ! *La Chasse en Alsace 3/98*, p. 14-15
- Duelli, P. 1997. - Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: An approach at two different scales. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 62: 81-91.
- Duelli, P., Studer, M. et Katz, E. 1990a. Minimalprogramme für die Erhebung und Aufbereitung zooökologischer Daten als Fachbeiträge zu Planungen am Beispiel ausgewählter Arthropodengruppen. *Schr.-R. f. Landschaftspflege u. Naturschutz*: 211-222.
- Duelli, P., Studer, M., Marchand, I. and Jakob, S. 1990b. Population movement of arthropods between natural and cultivated area. *Biological Conservation*, 54 : 193-207.
- El Titi, A. 1992. Integrated Farming : an ecological farming approach in European agriculture. *Outlook on Agriculture*, 21: 33-39.
- El Titi, A., Boller, E.F. et Gendrier, J.P. 1993. Integrated production. Principles and technical guidelines. *IOBC/WPRS Bull.*, 16: 13-38.
- Garibay, S. Y., Stamp, P., Ammon, H. U., et Feil, B. 1997. Yield and quality components of silage maize in killed and live cover crop sods. *European Journal of Agronomy*, 6: 179-190.
- Gilet, A. 1997. Que s'est-il passé depuis le 2<sup>ème</sup> apport ? *Cultivar n°442 1-15 mai 1997*, p. 24-25.
- Girardin, P., Hanson, M. et Bockstaller, C. 1997. Mise au point et validation d'indices agro-écologiques pour le diagnostic des exploitations de grande culture s'orientant vers la Production Intégrée. *Rapport de Synthèse 1994-95 du Projet 14 ITADA*, 16 p.
- Gras, R., Benoit, M., Deffontaines, J.P., Duru, M., Lafarge, M., Langlet, A., et Osty, P.L., 1989. *Le fait technique en agronomie. Activité agricole, concepts et méthodes d'étude*. Paris, Institut National de la Recherche Agronomique, L'Hamarttan, 184 p.
- Häni, F. 1993. Weiterentwicklung umweltschonender Bewirtschaftungssysteme - Projekt "dritter Weg". *Recherche agronomique en Suisse*, 32: 341-364.
- Holland, J.M., Frampton, G.K., Çilgi, T. et Wratten, S.D. 1994. Arable acronyms analysed - a review of integrated arable farming systems research in Western Europe. *Annals of applied Biology*, 125: 399-438.
- Houpert G. et Clement A., 1994. - Contribution à la connaissance des Coléoptères Carabidae des prairies et friches des Vosges du Nord. *Ann. Scientifiques de la Réserve de la Biosphère des Vosges du Nord*, 3: 113-125.

- Hugger, H. 1997. Körnermais in monokultur. *Mais*, 25: 57-59.
- ITCF et AGPM. 1999 Le maïs en Alsace : résultats et préconisations. 67 p.
- Junker Schwing, F. 1999 Evolution de la flore d'une parcelle de maïs en l'absence d'atrazine dans le programme de désherbage. Synthèse des expérimentations de 1994 à 1998 au Lycée de Rouffach. Rapport AGPM, 7 p.
- Justes, E. 1994. Nutrition azotée du blé : un nouvel outil de diagnostic. *Perspectives Agricoles* n°188, p. 17-21.
- Laurent, F., Justes, E. et Gate, P. 1996. JUBIL® 1996 la méthode s'affine. *Perspectives Agricoles* n°214, p. 63-74.
- Loyce, C. (1998). Mise au point d'itinéraires techniques pour un cahier de charges multicritères : Le cas de la production de blé éthanol en champagne crayeuse. Thèse Institut National Agronomique, Paris Grignon, 242 p.
- Maba, B. et Gendrin, M. 1995. Maïs, azote et eau : peut-on les accorder ? Rapport de stage deuxième année, Département biologie appliquée, IUT Colmar, 26 p. + annexes.
- Machet, J.M., Laurent, F., Chapot, J.Y., Dore, T. et Dulout, A., 1997. Maîtrise de l'azote dans les intercultures et les jachères. *dans* : Maîtrise de l'azote dans les agrosystèmes. INRA. Lemaire, G. et Nicolardot, B. (Editeurs), Les Colloques de l'INRA 83, Versailles, INRA Editions, p. 271-288.
- Masse, J., Viaux, P., Verjux, N., Retaureau, P. et Cottet, C. 1996. Expérimentation au niveau de l'exploitation agricole : micro-fermes et fermes pilotes. *dans* Expérimenter sur les conduites de cultures : Un nouveau savoir-faire au service d'une agriculture en mutation, 10 janvier 1996, Paris, DERF, ACTA Paris. p. 99-114.
- Matthey, W., Zettel, J. et Bieri, M. (1990). Invertébrés bioindicateur de la qualité de sols agricoles. Liebefeld-Berne, Programme national de recherche "Sol" 141 p.
- Méhats-Démazure, B. 1998. Programmes herbicides, 7 ans d'observation sur l'évolution de la flore. *Références Maïs*, n°2 – Décembre 1998, p. 88-90
- Mengel, K., 1997. Agronomic measures for better utilization of soil and fertilizer phosphates. *European Journal of Agronomy* 7: 221-233.
- Meinert, G. et Dölz, A. 1996. Der PC hilft beim Pflanzenschutz. Ab 1996 PRO\_PLANT in Baden-Württemberg. *LW BW* 23/96: 15-18.
- Meynard, J.M., Reau, R., Robert, D. et Saulas, P. 1996. Evaluation expérimentale des itinéraires techniques, *dans* Expérimenter sur les conduites de cultures : Un nouveau savoir-faire au service d'une agriculture en mutation, 10 janvier 1996, Paris, DERF, ACTA Paris. p. 63-72.
- Mitchell, G., May, A. et Mc Donald, A. 1995. PICABUE: a methodological framework for the development of indicators of sustainable development. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 2: 104-123.
- Noël, J. M. 1999. En limon battant des engrais verts pour améliorer structure et rendements. *La France Agricole*, 16 avril 1999, p. 27
- Reau, R., Meynard, J.M., Robert, D. et Gitton, C. 1996. Des essais factoriels aux essais « conduite de cultures », *dans* Expérimenter sur les conduites de cultures : Un nouveau savoir-faire au service d'une agriculture en mutation, 10 janvier 1996, Paris, DERF, ACTA Paris. p. 63-72.
- Reau, R., Cristante, P., Estragnat, A. et Jouffret, P. 1997. La culture intermédiaire après soja : une solution pour piéger les nitrates. *Les rencontres annuelles du CETIOM-Soja*, Toulouse, 12 décembre 1997, p. 23-31
- SRPV Lorraine 1999. Grandes cultures, bilan de campagne 1998. p.10-20.
- Taupin, P. 1996. Prévention et lutte curative, gérer le risque limace. *La France Agricole*, 6 septembre 1996 n°2655, p. 32
- Viaux, P., 1997. Les systèmes de production intégrés. *Oléagineux Corps gras Lipide (OCL)*, 4 : 430-441.

## ANNEXE 1

### RESULTATS DETAILLES PAR INDICATEUR

#### 1. Assolement (Figure A1.1)

- Entre exploitations, il existe une très grande variabilité de 1 à 10
- Sur quelques exploitations, l'indicateur présente diminution importante d'environ 2 points sur la période 1994 à 1998 (3 exploitations). D'autres présentent une variabilité aussi marquée mais de manière aléatoire (3 exploitations), tandis que les autres ont un indicateur stable.

#### *Commentaire*

Les écarts sont très importants entre exploitations. Les valeurs extrêmes, 1 et 10 correspondent respectivement à une exploitation avec monoculture de maïs pure (plus la jachère semée) avec grandes parcelles (> 10 ha), et à une exploitation située en Forêt-Noire avec une grande diversité de culture (maïs pas de maïs et des parcelles de taille moyenne).

La chute de l'indicateur pour certaines exploitation est due notamment à l'abandon du tournesol après 1994. Cependant, d'autres agriculteurs essayent de diversifier leur assolement en fonction des opportunités de prix, le plus souvent sur la jachère et ou la partie non irriguée. A noter la réintroduction du soja sur l'exploitation 7 qui a rapporté la meilleure marge brute en 1998. Les rendements de maïs plafonnent cependant à 100 q chez cet exploitant en raison de structures défavorables à l'irrigation

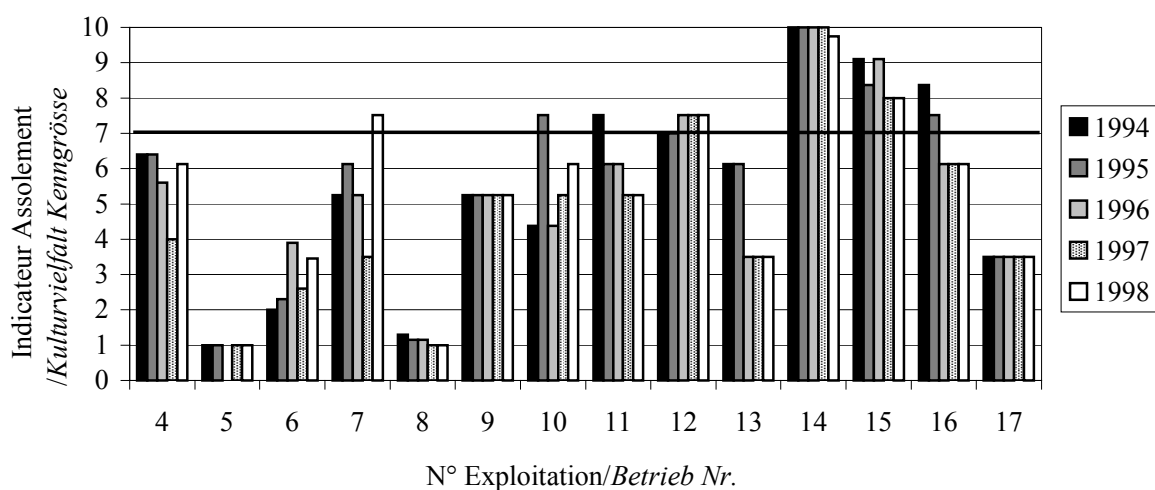
#### 2. Succession culturale (Figure A1.2)

- Dans l'ensemble la valeur de l'indicateur est assez faible et varie entre 2 et 4, exception faite de deux exploitations allemandes où l'indicateur est respectivement à 6 et à 7.
- On observe très peu d'évolution sur la période prise en compte sauf pour une exploitation (n°13).

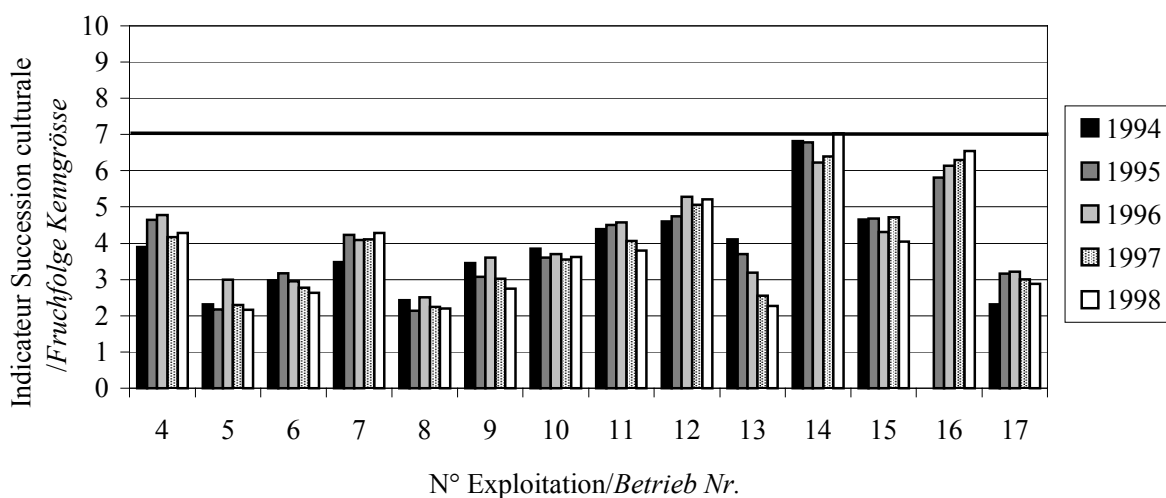
#### *Commentaire*

Ces résultats ne sont pas étonnants en raison de la prépondérance du maïs dans la rotation ou de la monoculture qui s'est encore développée durant la période étudiée. Ceci s'explique par le contexte de la plaine du Rhin très favorable à la culture du maïs. Il est à remarquer que l'exploitation ayant la meilleure valeur est la même que celle pour l'indicateur *assolement* mais elle n'appartient pas à la plaine du Rhin.

La faible évolution reflète la faible marge de manœuvre économique pour diversifier les rotations. En fait, nous avons toujours nuancé ce conseil de revenir à une rotation variée par les considérations économiques. Néanmoins le fait d'aborder le sujet permet de sensibiliser les agriculteurs sur le sujet et de les préparer à saisir d'éventuelles opportunités, comme certains l'ont fait.



**Figure A1.1** – Valeurs de l'indicateur *assolément* calculé sur le réseau d'exploitations (4-13 : expl. alsaciennes, 14-17 : expl. allemandes) pour la période 1994-98.



**Figure A1.2** – Valeurs de l'indicateur *succession culturale* calculé sur le réseau d'exploitations (4-13 : expl. alsaciennes, 14-17 : expl. allemandes) pour la période 1994-98.

### 3. Matière organique (Figure A1.3)

- Les valeurs sont autour de 7 ou plus pour six exploitations et autour de 5 pour quatre exploitations.
- Quelques variations de l'ordre de 1 point sont observées, en progrès pour les exploitations 4, 11 et 16, en chute pour les exploitations 7 et 17.

#### *Commentaire*

Les valeurs élevées proviennent pour la plupart du temps du maïs qui laisse une forte quantité de résidus à la récolte et des rendements élevés ou encore pour l'exploitation 14 du semis direct qui favorise l'accumulation de la matière organique. Le type de sol (exploitations 4 et 16) et l'exportation des pailles de blé (exploitations 7, 12 et 16) expliquent les faibles valeurs de l'indicateur.

Des changements de rotation (augmentation respective du maïs sur l'exploitation 11 et du blé sur les exploitations 7 et 16), de mode travail du sol (passage au non labour pour l'exploitation 16 en 1994) ou de bon rendement depuis 1996 sont des explication aux variations observées. La forte diminution sur l'exploitation 17 entre 1994 et 1996 pourrait s'expliquer par l'imprécision des données de rendement pour les années antérieures à 1994, qui auraient été surestimées et auraient augmenté l'indicateur en 1994 et 1995.

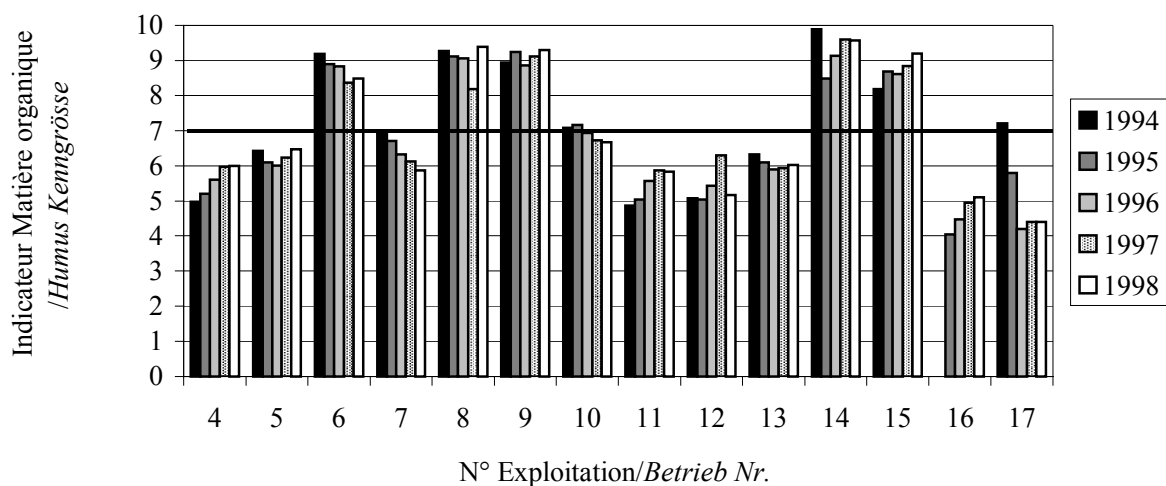
### 4. Phosphore (Figure A1.4)

- Cinq exploitations se rapprochent de la valeur recommandée et ont un indicateur autour de 6.
- Les fluctuations sont plus importantes que pour les indicateurs précédents et se traduisent par des augmentations significatives de l'indicateur durant la période considérée et pour deux par un « pic » à 7 et une « rechute ».

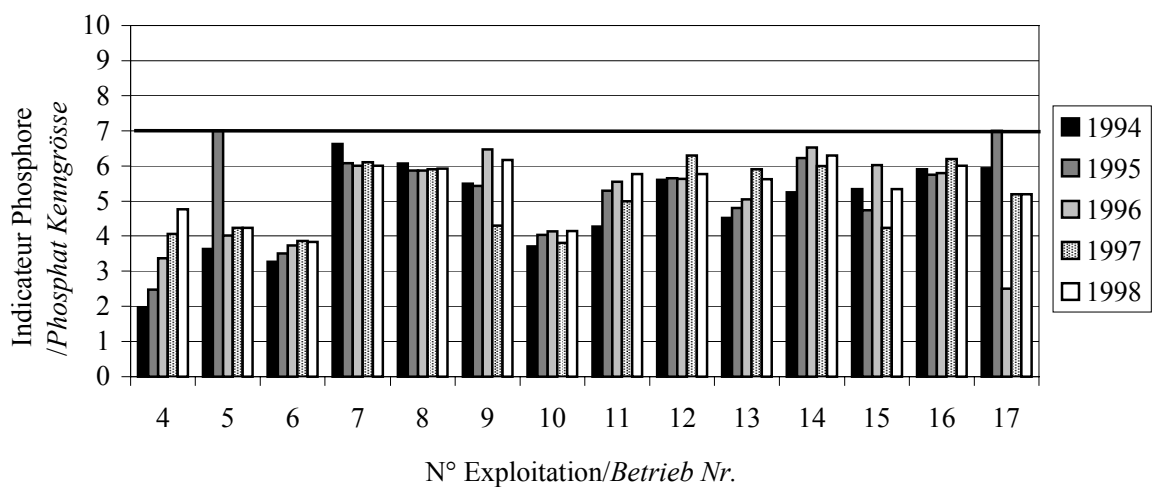
#### *Commentaire*

Un écart d'un point à la référence 7, se traduit quantitativement pour cet indicateur par un excès ou un manque de fertilisation de 30 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> /ha. On considère que l'agriculteur ne doit ni gaspiller les engrais phosphatés ni appauvrir excessivement son sol. Le calcul se base sur une comparaison de la dose apportée par l'agriculteur avec la dose recommandée obtenue avec la méthode française du COMIFER (1994).

Les écarts à la valeur de 7 proviennent dans la grande majorité des cas d'une surfertilisation qui entraîne avant tout un gaspillage d'une ressource non renouvelable dont les stocks sont limités (Mengel, 1997), et un coût économique. Les agriculteurs sont prêts à évoluer mais restent réticents à « aller jusqu'au bout », i.e. appliquer des impasses pendant 2 ans sur les parcelles très bien pourvue avec une culture peu exigeante (blé, maïs). Ceci explique les 2 pics à 7 traduisant l'application d'une impasse une année seulement et la progression limitée de l'indicateur pour d'autres exploitations où on reste loin de la référence. Dans ce cas, les agriculteurs ont diminué leur dose de fumure phosphorique mais de manière insuffisante par rapport aux recommandations.



**Figure A1.3** – Valeurs de l'indicateur *matière organique* calculé sur le réseau d'exploitations (4-13 : expl. alsaciennes, 14-17 : expl. allemandes) pour la période 1994-98.



**Figure A1.4** – Valeurs de l'indicateur *phosphore* calculé sur le réseau de 14 exploitations (4-13 : expl. alsaciennes, 14-17 : expl. allemandes) pour la période 1994-98.



## 5. Azote (Figure A1.5)

- Les exploitations alsaciennes se retrouvent pour la plupart autour de la valeur de 5. Les exploitations allemandes ont des valeurs supérieures notamment pour les exploitations 14 et 16 qui sont proches de 6.
- Peu de variations sont observées, excepté une augmentation pour l'exploitation 5 et une forte diminution pour l'exploitation 17, d'environ 1 point.

### *Commentaire*

L'écart de 2 points par rapport à la référence de 7 expriment un risque de perte potentielle de 60 kg N/ha d'après la construction de l'indicateur. La construction de l'indicateur nous permet d'expliquer les raisons à de ces pertes.

Les raisons principales portent :

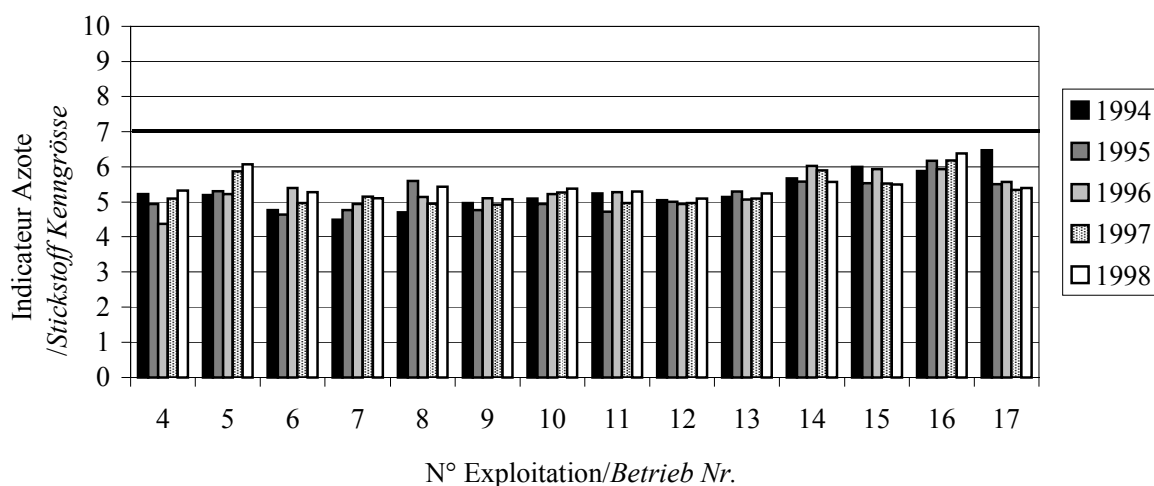
- sur la volatilisation de l'ammoniac venant de l'urée (pertes comprises entre 1 et 20 kg N/ha dans 50% des cas) ;
- la surfertilisation (pertes comprises entre 1 et 19 kg N/ha dans 50% des cas) ;
- l'absence d'interculture (pertes comprises entre 21 et 54 kg N/ha dans 50% des cas) ;.

Les meilleurs résultats des exploitations allemandes 14 et 16 s'expliquent par la présence de culture intermédiaire après blé, encouragée par le programme MEKA. Sur l'exploitation 15, le sous-semis de ray-grass dans le maïs n'est pas considéré comme efficace en raison d'une date de récolte trop tardive. Nos observations de terrain l'ont confirmé par ailleurs (cf. deuxième partie).

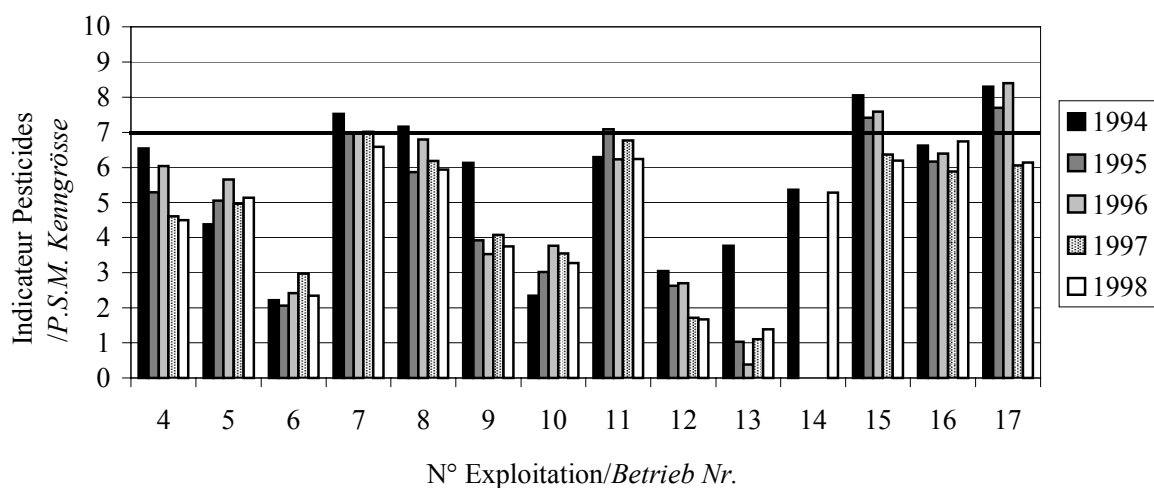
Sur l'exploitation 17, l'agriculteur n'a pas poursuivi en 1995, la mise en place des cultures intermédiaires en raison d'un problème de limaces, ce qui s'est traduit par cette diminution significative de l'indicateur. Les progrès de l'exploitation 5 s'explique par une diminution de la dose d'azote pour arriver aux recommandations et par un fractionnement en 3 apports suite à un changement du type d'engrais et du mode d'apport (passage de l'ammoniac anhydre apporté par entrepreneur aux engrais solides).

## 6. Pesticides (Figure A1.6)

- La variabilité entre exploitation est grande. Six exploitations ont un indicateur proche de 7 et même supérieur du moins pour 1994 et 1995. D'autres présentent de faibles valeurs.
- Dans l'ensemble on observe plutôt une tendance à la baisse sans que cela remette fondamentalement en question le classement des exploitations et les plages de valeur où elles se situent, proche de 7 ou dans la plage inférieure. L'exception de l'exploitation 9 qui enregistre une diminution nette après 1994, est à noter.



**Figure A1.5** – Valeurs de l'indicateur *azote* calculé sur le réseau de 14 exploitations (4-13 : expl. alsaciennes, 14-17 : expl. allemandes) pour la période 1994-98.



**Figure A1.6** – Valeurs de l'indicateur *pesticides* calculé sur le réseau de 14 exploitations (4-13 : expl. alsaciennes, 14-17 : expl. allemandes) pour la période 1994-98.

## Commentaire

Les valeurs élevées pour cet indicateur peuvent être reliées à une pratique de désherbage du maïs basé sur l'utilisation de produits de post-levée avec une dose réduite d'atrazine ou sans atrazine pour les exploitations allemandes, suivie d'un binage. Les exploitations concernées présentent des rendements dans la moyenne (7, 11) ou même élevés (8, 15). Le binage peut être considéré entre autre comme un moyen de rattrapage des adventices levées tardivement. L'agriculteur 16 et 17 ne pratiquent pas le binage pour des raisons de structure d'exploitation et de parcelles en pentes pour le premier.

La diminution de l'indicateur pour ces exploitation de tête s'explique principalement par l'introduction du *MIKADO* dans les programmes de traitements qui d'après l'indicateur présentant un risque de lessivage vers les eaux souterraines. Cependant nous sommes toujours restés prudents dans l'interprétation de la valeur de l'indicateur pour cette matière active en raison du peu de bases de données renseignant sur les variables physico-chimiques de la matière. Ainsi des données toutes récentes sur les variables physico-chimiques laissent à penser que le risque de lessivage n'est pas fondé. Il ne nous a plus été possible de modifier les résultats.

Les faibles valeurs de l'indicateur sont liés aux programmes de désherbage du maïs en prélevée avec anti-graminées et atrazine suivi de rattrapage et dans certain cas d'un anti-liseron. Le cas de l'exploitation 9 est exemplaire où un tel programme a été introduit en 1995, ceci avec l'augmentation de la monoculture de maïs. Des petites différences existent entre ces programmes. L'utilisation d'une matière active comme la *pendiméthaline* aggrave le risque de perte vers l'atmosphère. En association avec le *métolachlore* et l'*atrazine* on arrive aux valeurs minimales. Les nouveaux anti-graminées comme le *FRONTIERE* ou le *LAGON* présentent des risques de lessivage réduits.

Nous nous sommes centrés sur le désherbage du maïs car il s'agit du poste principal pour la culture et en termes de surface cultivée. Si les traitements anti-pyrales ne présentent pas des risques importants en termes de perte vers le milieu (sauf en cas de dérive avec hélicoptère), les insecticides du sol, tel le *carbofuran* sont à risque en terme de lessivage comme de toxicité. Ceci nous a conduit à préconiser une utilisation raisonnée en situation à risque seulement (cf. ). Pour les autres cultures, les risques sont plus faibles en raison des traitements plus fréquents sur couvert. On peut citer les risques moyens de lessivage lié à la *metamitron* (*GOLTIX*) sur betterave ou de volatilisation pour certain fongicides : *fluzilasole* (*PUNCH*) ou *fenpropimorphe*.

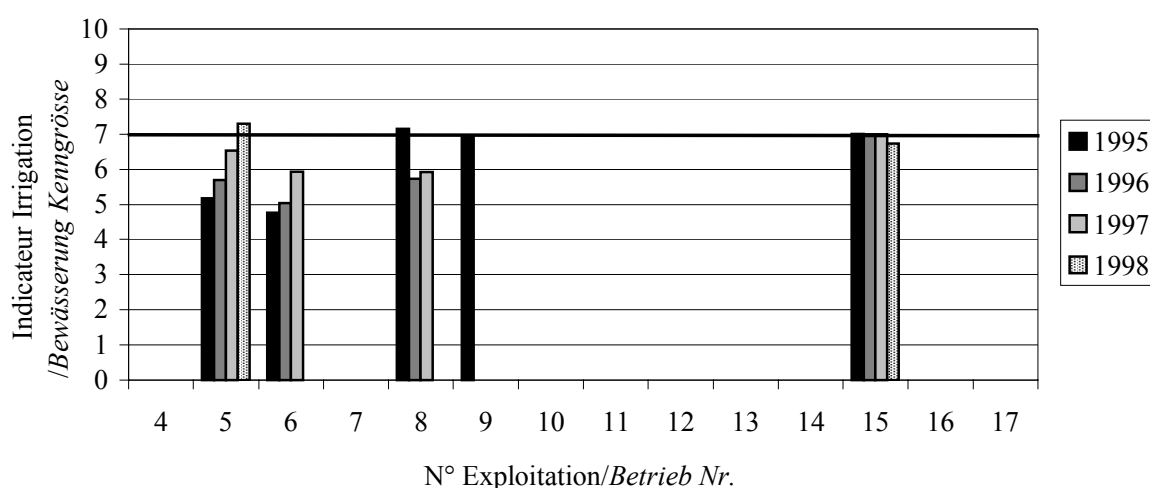
Cet indicateur a fortement intéressé les agriculteurs bien qu'il ne réponde pas à leur préoccupation majeure qu'est la santé humaine. En effet, il se centre sur les risques de propagation vers le milieu (eaux, air) et tient compte des conditions d'application (dose, incorporation ou non, existence d'un couvert. Le nombre de molécules à « risque » dans le sens restreint reste limité d'après les résultats de cet indicateur.

## 7. Irrigation (Figure A1.7)

- Pour cet indicateur, les résultats sont partiels. Les agriculteurs 7 et 9 (exception 1994) n'ont pas noté leurs irrigations raison de la charge de travail. Il ressort de l'ensemble que certains irriguants sont proches de 7. Les valeurs les plus faibles sont autour de 5.
- L'évolution des exploitations 5 et 6 est à noter.

### Commentaire

Puisque cet indicateur repose sur un calcul de bilan (cf. Tableau 1), les écarts à la valeur 7 expriment un excès ou un drainage théorique d'irrigation sur l'ensemble des tours d'eau qui est de 40 mm pour un indicateur à 5. Un tel bilan ne présente pas forcément de risque élevé en termes de lessivage des nitrates, les valeurs dans le sol en période estivales étant assez faible (Maba et Gendrin, 1995).



**Figure A1.7** – Valeurs de l'indicateur *irrigation* calculé sur le réseau de 14 exploitations (4-13 : expl. alsaciennes, 14-17 : expl. allemandes) pour la période 1995-98.

## ANNEXE 2

### DEMANDES D'UTILISATION SATISFAITES OU EN COURS ( )

#### AGRICULTEURS OU GROUPEMENTS D'AGRICULTEURS

- Indre	1 agriculteur	<i>application</i>
- Marne	Valeco =3 agric. + (1 agriculteur)	<i>application</i>
- (CETA Marne)		

#### CHAMBRES D'AGRICULTURE

- Eure	Programme PDD	<i>application</i>
- Gers	CREAB essai agri-bio	<i>application</i>
- Indre	groupe « Coccinelle » + GDA	<i>application</i>
- Indre et Loire	programme MAE	<i>test</i>
- Bas-Rhin	Diagnostic avant opér. Ferti Mieux Kochesberg	<i>test</i>
- Bas-Rhin	Evaluation opér. Ferti Mieux Piémont 67	<i>application</i>
- Moselle	Exploitations du réseau « Gestion de Parcelles »	<i>test</i>
- Yonne/Côte d'Or	6 fermes de références	<i>application</i>

#### ORGANISMES DE RECHERCHE OU DE DEVELOPPEMENT

- ITCF	Projet de production intégrée (Eure)	<i>application</i>
- Fond. p. le Progrès de l'Homme)	Ferme de la Bergerie	<i>application</i>
- CIVC	Évaluation régionale « pesticides »	<i>application</i>
- Institut de l'élevage Région Bretagne		<i>application</i>
- (Agrotransfert	Test régional (Picardie) )	<i>test</i>
- (CEMAGREF	Midi-Pyrénées)	<i>test</i>
- (Ecocert	Organisme de certification Agriculture Biol.)	<i>application</i>

#### LYCEES AGRICOLES

- Rouffach 68		<i>application</i>
- Château-Salins 57		<i>application</i>

#### REGIONS

- Rhône-Alpes	Programme régional + ISARA	<i>test</i>
- (Champagne-Ardenne	Programme <i>Interreg</i> Ardenne – Wallonie)	

#### ORGANISME COLLECTE-APPRO

- (LORCA (57)	Evaluation de la gamme phyto)	<i>application</i>
---------------	-------------------------------	--------------------

#### CENTRES DE RECHERCHE ETRANGERS (ALLEMAGNE)

- (Institut Agrartechnik Bornime. V. de Potsdam)		<i>contact</i>
- (Institut of ecological chemistry de Berlin-Dahlem)		<i>contact</i>
- (Universität Göttingen)		<i>contact</i>

### ANNEXE 3

#### Analyse de terre des parcelles suivies dans l'évaluation des itinéraires techniques

Expl.	Parcelle	Surface (ha)	Argile (%)	Limon (%)	Sable (%)	M. O. (%)	pH (%)	Calcaire (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>1</sup> (‰)	K <sub>2</sub> O (‰)
5	1	22,5	28,3	32,2	36,9	2,5	8,1	2,8	0,11	0,33
	3	24,0	16,2	22,6	59,9	1,4	7,4	0,2	0,10	0,22
15	1	6,2	30,2	48,4	18,0	3,4	8,2	19,9	0,10	0,16
	3	2,5	26,0	36,2	35,5	2,2	8,2	10,9	0,09	0,48
	6	3,6	18,3	39,2	40,7	1,8	8,3	22,2	0,05	0,20
	7	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-
	9	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-
	19	5,6	30,6	53,1	13,7	2,6	8,2	22,8	0,06	0,24

<sup>1</sup> Méthode Olsen

## ANNEXE 4

### Programmes de désherbage sur les parcelles suivies

#### 1996

Toutes les parcelles			
29-30/5/96	Titus/Cato	33g	166 F
	Trend	0,25 l	12 F
	Sabre <sup>1</sup>	1l	77 F
	Banvel	0,5l	156 F
15-16/6/96	Binage		35 F <sup>2</sup>
<b>Total</b>			<b>444 F</b>
<b>Sans le Banvel</b>			<b>288 F</b>

**Indicateur pesticide/programme** **9,9**

<sup>1</sup> bromoxynil phenol

<sup>2</sup> Le coût du binage a été divisé par 2 (car aussi utilisé pour enfouir l'azote)

#### 1997

Parcelles	Coût	1	6	7	19
<u>15/5/97</u>					
Titus	33g	166 F		O	O
Trend	0,25 l	12 F		O	O
Banvel	0,4 l	125 F		O	O
<u>20/5/97</u>					
Titus	30g	149 F	O		
Trend	0,25 l	12 F	O		
Banvel	0,5 l	156 F	O		
<u>23/5/97</u>					
Mikado	0,75 l	190 F	O <sup>1</sup>	O <sup>1</sup>	O
Milagro	0,60 l	186 F			O
Banvel	0,2 l	63 F	O <sup>1</sup>	O <sup>1</sup>	O
Bropyr	0,75	80 F		O1	
<u>7/6/97</u>					
Binage		35 F <sup>2</sup>	O	O	O
<b>Total</b>			<b>605 F</b>	<b>737 F</b>	<b>417 F</b>
Total (sans le 1 <sup>er</sup> traitement anti-liseron)			288 F	435 F	417 F
<b>Indicateur pesticide/programme</b>			<b>6,5</b>	<b>5,7</b>	<b>7,0</b>
<b>Indicateur pesticide/programme</b>				<b>5,9</b>	

<sup>1</sup> date : 4/6/97

<sup>2</sup> Le coût du binage a été divisé par 2 (car aussi utilisé pour enfouir l'azote)

## 1998

Parcelles	Coût	1	3	6	19
<u>13/5/98</u>					
Titus	25g	126 F	O		O <sup>1</sup>
Trend	0,25 l	12 F	O		O <sup>1</sup>
Banvel	0,4 l	125 F	O		
Banvel	0,5 l	156 F			O <sup>1</sup>
<u>25/5/98</u>					
Mikado	1 l	253 F	O	O	O
Milagro	0,75 l	233 F	O	O	O
Banvel	0,2 l	63 F	O	O	O
<u>1/6/98</u>					
Binage	35 F <sup>2</sup>	O	O	O	O
Total		484 F	747 F	484 F	778 F
Total (sans le 1 <sup>er</sup> traitement anti-liseron)		484 F	484 F	484 F	484 F
<b>Indicateur pesticide/programme</b>		<b>6,9</b>	<b>5,8</b>	<b>6,9</b>	<b>5,6</b>

<sup>1</sup> date : 18/5/98

<sup>2</sup> Le coût du binage a été divisé par 2 (car aussi utilisé pour enfouir l'azote)

## **Programmes de désherbage sur l'essai de l'exploitation 5 en 1998**

Parcelle	1	3	Indic. pesticide
Traitement	-	26/5/98 Bropry 2 kg <sup>1</sup>	240 F
Binage	2/6/98		70 F
<b>Total</b>	<b>70 F</b>	<b>310 F</b>	<b>8,9</b>

<sup>1</sup> Pour des raisons liées aux contraintes expérimentales, il n'a pas été possible d'intervenir plus tôt sinon il aurait été possible de réduire la dose à 1,5 kg voire 1 kg. Le bropry a été renommé Instant en 1998.

## **Coût d'un programme classique et évaluation environnementale**

	Coût	Indic. pesticide
Atrazine 1l	21 F	
Alachlore 5l	92 F	
Atrazine 0,5l	11 F	
Lentagran 1l	160 F	
<b>Total</b>	<b>284 F</b>	<b>4,5</b>



## ANNEXE 5

### Suivi du désherbage : résultats supplémentaires

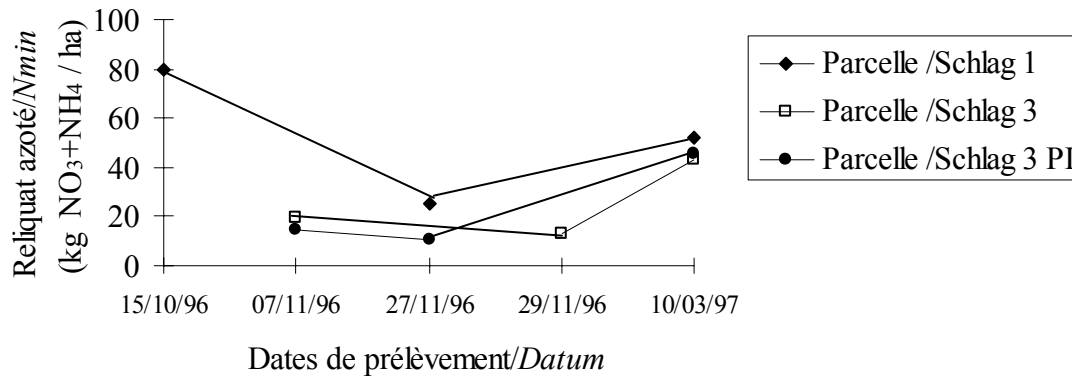
**Tableau A4.2** - Nombres de plantes après désherbage sous couvert de maïs en juillet et septembre.  
(Les mercuriales représentent environ 50 % des plantes)

Parcelle	1	3	6	7	9	19
	<i>pl./m<sup>2</sup></i>					
<u>1997</u>						
21/7/97	6	-	2	15	-	3
<u>1998</u>						
23/7/97	4	7	9	-	-	5
2/9/98	4	7	9	-	-	3

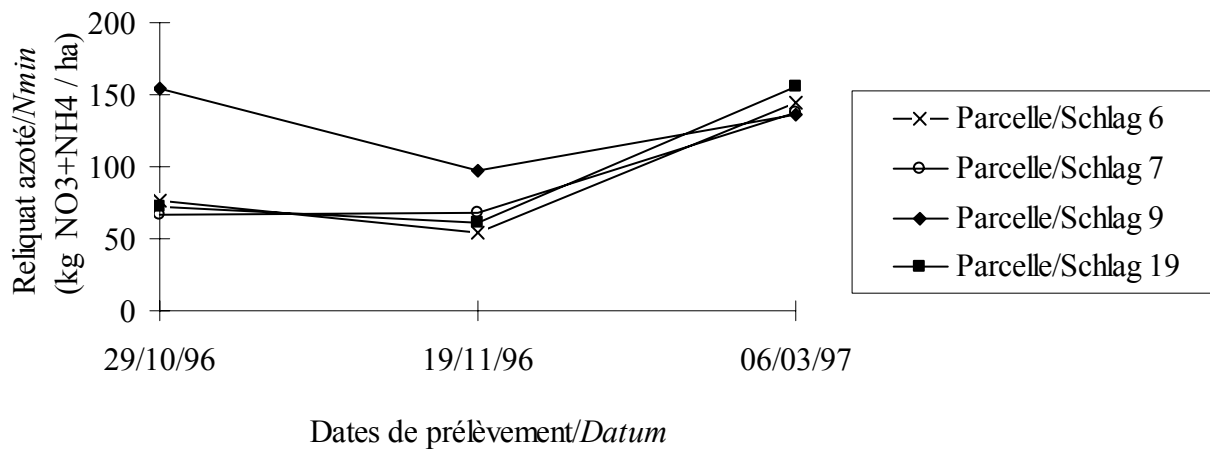
## ANNEXE 6

### Suivi d'azote minéral dans le sol

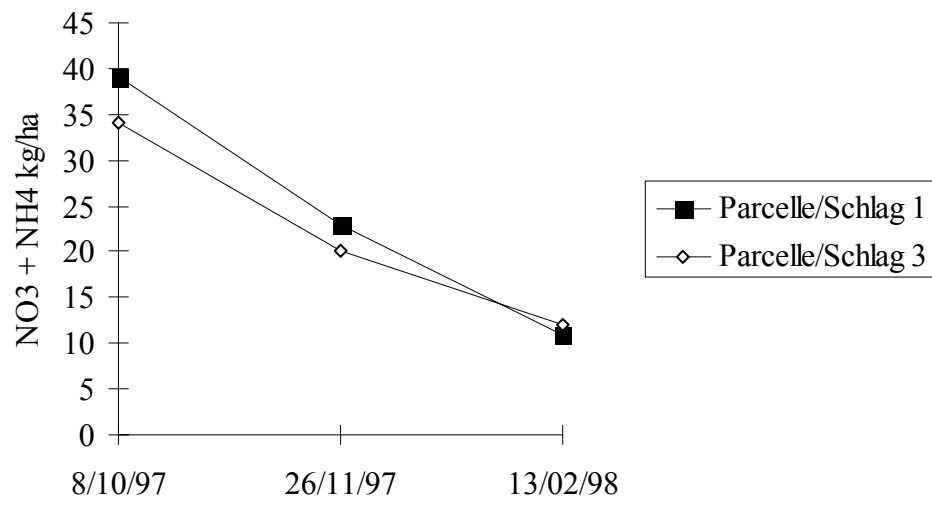
#### a) 1996 Exploitation 5



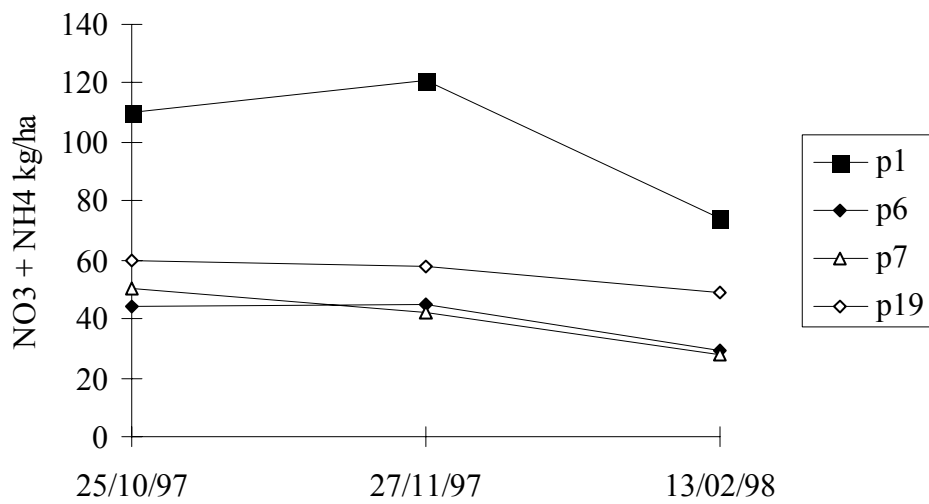
#### b) 1996 Exploitation 15



**c) 1997 Exploitation 5**



**d) 1997 Exploitation 15**



**Tableau A6.1** – Estimation du drainage (Drain.), du lessivage d'azote (Nless) et de la concentration moyenne de nitrates dans l'eau de drainage([NO3]), à l'aide du modèle STICS.

Exploitation	Parcelles	Récolte-entrée hiver			Hiver		
		Drain.	Nless	[NO3]	Drain.	Nless	[NO3]
		<i>mm</i>	<i>kg/ha</i>	<i>mg/l</i>	<i>mm</i>	<i>kg/ha</i>	<i>mg/l</i>
<u>1996</u>							
5	3 (C) <sup>1</sup>	73	19	115	- <sup>2</sup>	-	-
5	3 (PI) <sup>1</sup>	78	14	79	-	-	-
15	7	63	3	21	-	-	-
<u>1997</u>							
5	1	0	0	0	-	-	-
5	3 (C) <sup>1</sup>	51	42	364	-	-	-
15	1	0	0	0	91	10	49
15	6	33	1	13	-	-	-

<sup>1</sup> 3 (C) : parcelle 3 avec fertilisation de l'agriculteur ; 3 (PI) : parcelle 3 avec fertilisation selon recommandation PI.

<sup>2</sup> Résultats non pris en compte car le modèle effectue une mauvaise prédiction du reliquat azoté

## ANNEXE 7

### Essai « bande fleurie »

**Composition du mélange** (conseillé par un spécialiste suisse de la PI, F. Häni) :

84 % de Sarrasin comestible, 7 % de Luzerne, 4 % de Trèfle hybride, 2 % de Bleuet, 1 % de Nielle, 0,6 % de Carotte sauvage, 0,4 % de Chicorée amère, 0,4 % de Marguerite, 0,2 % de Grand coquelicot et 0,4 % d'Anthémis des teinturiers.

#### **Implantation**

Le semis s'est fait en deux temps : Le sarrasin a été semé en combiné herse alternative semoir. Les autres espèces en raison de la taille des graines plus petites ont été semées à la main pour ne pas prendre de risque de répartition hétérogène. Une solution devra être trouvée. Le temps de travail a été de 1 heure pour deux personnes et le prix de la semence de 250 F environ pour la surface (4000 F/ha).

Un épisode pluvieux mi-mai a provoqué une prolifération de limaces au sein de la bande. Il a fallu traiter la bande en urgence avec du MESUROL faute d'avoir pu trouver du METAREX respectueux de la faune utile du sol.

#### **Protocole des mesures effectuées**

Des pièges à limaces et à carabes ont été posés sur 4 transecs à la bande végétative, respectivement au milieu de la bande, à la limite entre la bande et la parcelle cultivée, à 15 m environ de la bande et à 30 m. En 1997, seuls des pièges à carabes ont été placés au milieu de la bande, à la limite entre la bande et la parcelle, à 20 m et 40 m de la bande.

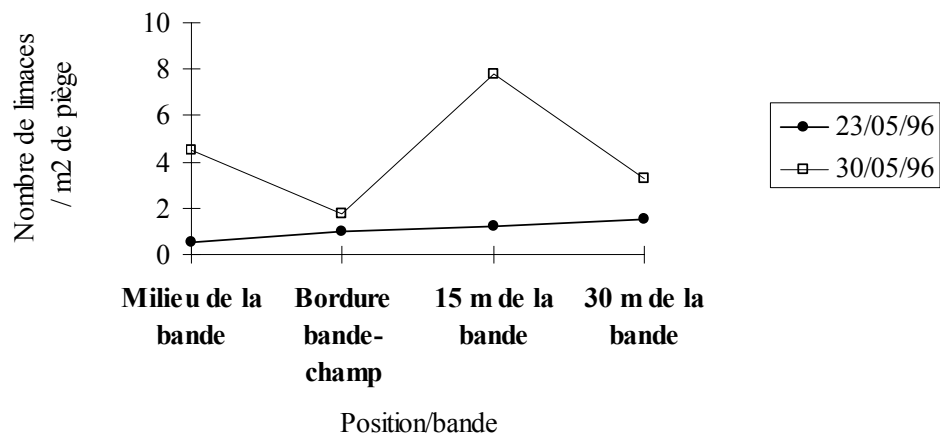
#### **Résultats**

##### ***Limaces***

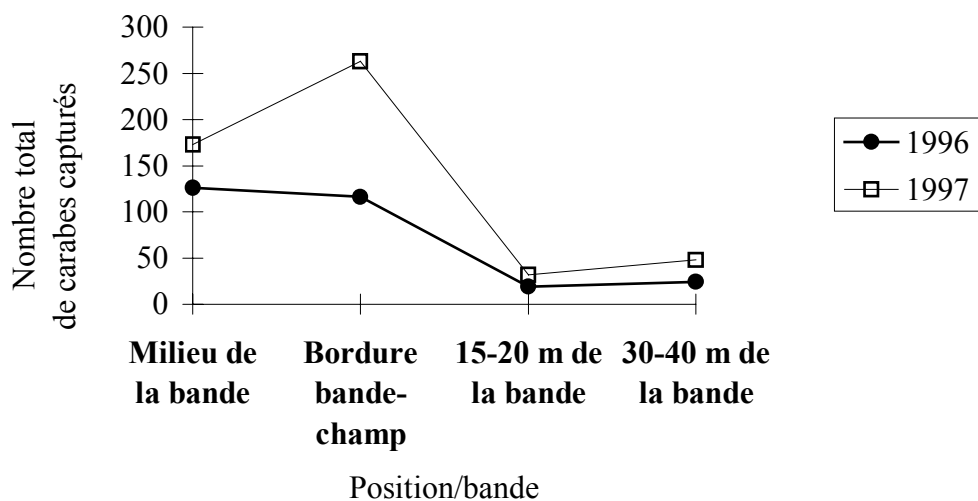
A la première date (23 mai 1996), la population de limaces était faible (moins de 5 limaces par m<sup>2</sup> de piège, d'après seuils donnés par Taupin (1996)). Une semaine plus tard le niveau était plus élevé (Figure A7.1) mais à un stade où le maïs n'est plus si sensible aux attaques. Par ailleurs on n'observe aucune augmentation de la population près et à l'intérieur de la bande.

##### ***Carabes***

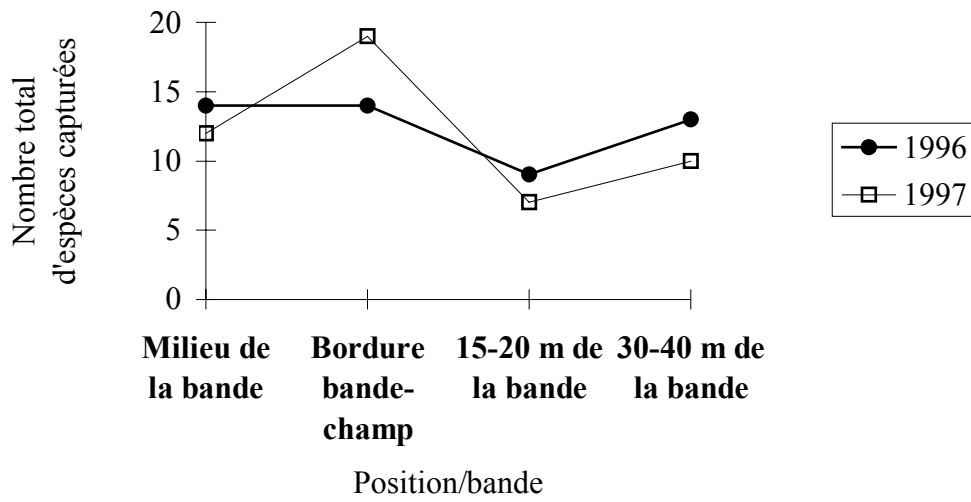
Le piégeage des carabes s'est effectué dans les mêmes conditions que dans l'étude de la faune du sol sur les parcelles (cf. §3.1.4). Le nombre d'individus surtout est plus élevé dans la bande fleurie et à la limite qu'à l'intérieur de la parcelle. L'effet est moins net pour le nombre d'espèces en 1996 mais l'est nettement en 1997. Ceci est aussi vrai si on compare ces valeurs à celles obtenues en 1997 sur les parcelles du suivi de la faune du sol. La bande fleurie a donc joué un rôle de refuge notamment en 1997, en deuxième année où elle était pleinement développée. Il est à noter que seule une espèce observée au milieu de la parcelle cultivée n'a pas été retrouvée dans la bande alors que plusieurs espèces piégées dans la bande ne l'ont pas été dans la parcelle.



**Figure A7.1** - Nombre de limaces suivant la position par rapport à la bande fleurie en 1996.



**Figure A7.2** - Nombre total de carabes capturés suivant la position par rapport à la bande fleurie en 1996 et 1997 (parcelle 7).



**Figure A7.3** - Nombre total d'espèces de carabes capturés suivant la position par rapport à la bande fleurie en 1996 et 1997 (parcelle 7).

## ANNEXE 8

### Sous-thème 1 : « Maiswiese » : Interventions de l'agriculteur en 1997

Date	Intervention	Mesures
05/05/97	Semis +18 kg N / 46 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> en localisé	
27/05/97		NO <sub>3</sub> dans le sol
27/05/97	Désherbage traitements 4 <u>sur le rang</u> (30 cm) 30 g TITUS <sup>1</sup> 1 l MIKADO (50 % avec 2 l SAILOR PACK <sup>2</sup> )	
30/05/97	Désherbage traitements 1 et 2 30 g TITUS <sup>1</sup> 1 l MIKADO	
20/06/97	Apport N selon la mesure Nmin fin mai Traitement 1 : 85 kg N/ha Traitement 2 : 90 kg N/ha Traitement 3 : 100 kg N/ha Traitement 4 : 100 kg N/ha	
25/06/97	Traitement pyrale : 0,5 l DECIS	
28/06/97	Désherbage traitements 3 et 4 3 l DUOGRANOL (BROPYR)	
25/10/97	Récolte	Peuplement Composantes du rendement Rendement
27/11/97		Reliquat NO <sub>3</sub> récolte

<sup>1</sup> + 0,18 l FHS (mouillant)

<sup>2</sup> 1 l MIKADO + 1 l LENTAGRAN

En 1998, les interventions sont à peu près identiques et aux mêmes dates

- Semis le 6 mai.
- Désherbage identique sur tous les traitements : 1 l MIKADO + 1 l MILAGRO en plein. Le traitement a été effectué le 27 mai 1998 sur T1 et T2, et le 3 juin 1998 sur T3 et T4 .
- La fertilisation azotée a été quasiment du même niveau qu'en 1997 et apportée le 16 juin 1998 (91 sur T1 et 95 kg sur T2, 100 kg N sur T3 et T4 comme en 1997).



## ANNEXE 9

### Sous-thème 2 : Mise en œuvre de la méthode JUBIL ®

#### Exploitation alsacienne (n°3) en 1996

	Parcelle			Commentaire
	Fridolin	Hohnacker		
Surface	15,7 ha	12,7 ha		Surfaces relativement importante pour la méthode JUBIL
Précédent	Colza	Colza		Bonne implantation
Objectif rendement	80 q/ha	75q/ha		
Densité plante	350 pl./m <sup>2</sup>	340 pl./m <sup>2</sup>		
1 <sup>er</sup> apport azote	23/2/96 50 kg N/ha	23/2/96 50 kg N/ha		
2 <sup>ème</sup> apport azote	15/4/96 70 kg N/ha	15/4/96 30 kg N/ha		
1 <sup>er</sup> RDV JUBIL	29/4/96	29/4/97		L'azote du 2 <sup>ème</sup> apport n'a pas été assimilé (période sèche)
Stade	1 noeud	idem		
Résultat	[NO <sub>3</sub> ]=870 mg/l			
<b>Conseil</b>	<b>Aller au 2<sup>ème</sup> RDV Jubil®</b>			
2 <sup>ème</sup> RDV JUBIL	6/5/96	6/5/96		La concentration en nitrates augmente mais toujours pas de pluie
Stade	2 noeuds	idem		
Résultat	[NO <sub>3</sub> ]=1150 mg/l	[NO <sub>3</sub> ]=1990 mg/l		
<b>Conseil</b>	<b>Aller au 3<sup>ème</sup> RDV Jubil®</b>			
3 <sup>ème</sup> RDV JUBIL	13/5/96	13/5/96		La pluie a permis l'absorption de l'azote. Résultats < seuils
Stade	denière feuille	idem		
Résultat	[NO <sub>3</sub> ]=900 mg/l	[NO <sub>3</sub> ]=1180 mg/l		
<b>Conseil</b>	<b>Apport 40 kg N</b>			
3 <sup>ème</sup> apport azote	15/5/96 30 kg	0(bande) 30 kg		
Nombre d'apports	3	2	3	
Dose totale	150	120	110	
Rendement (q/ha)	87	-	91	
Teneur protéine (%)	12.4	11.9	-	

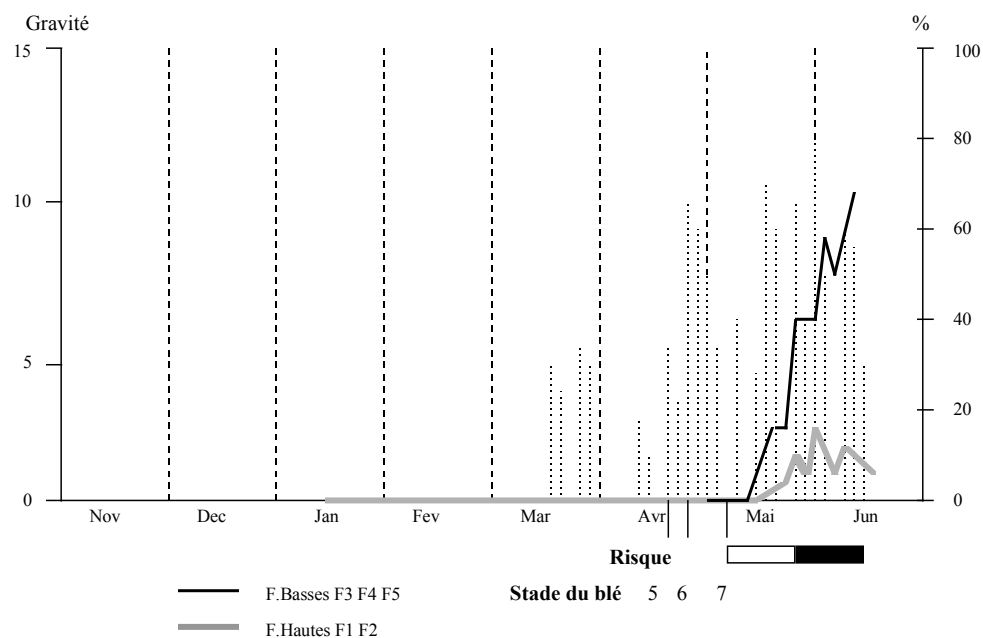
## Exploitation alsacienne (n°7) en 1997

	Parcelle	Commentaire
Nom	Bélanger	
Surface	2,19 ha	
Précédent	Mais	
Objectif rendement	70 q/ha	
Densité plante	?	Blé un peu clair
1 <sup>er</sup> apport azote	3/3/97 67 kg N/ha	
2 <sup>ème</sup> apport azote	14/4/96 100 kg N/ha	
1 <sup>er</sup> RDV JUBIL	pas réalisé à cause de la sécheresse	
2 <sup>ème</sup> RDV JUBIL	pas réalisé à cause de la sécheresse	
3 <sup>ème</sup> RDV JUBIL	13/5/96	
<b>Conseil</b>	<b>Apport 40 kg N</b>	
3 <sup>ème</sup> apport azote	14/5/96 40 kg	
Nombre d'apports	3	
Dose totale	207	
Rendement (q/ha)	68,2	moyenne exploitation
Reliquat récolte	132 kg N (NO <sub>3</sub> + NH <sub>4</sub> )/ ha	élevé

## ANNEXE 10

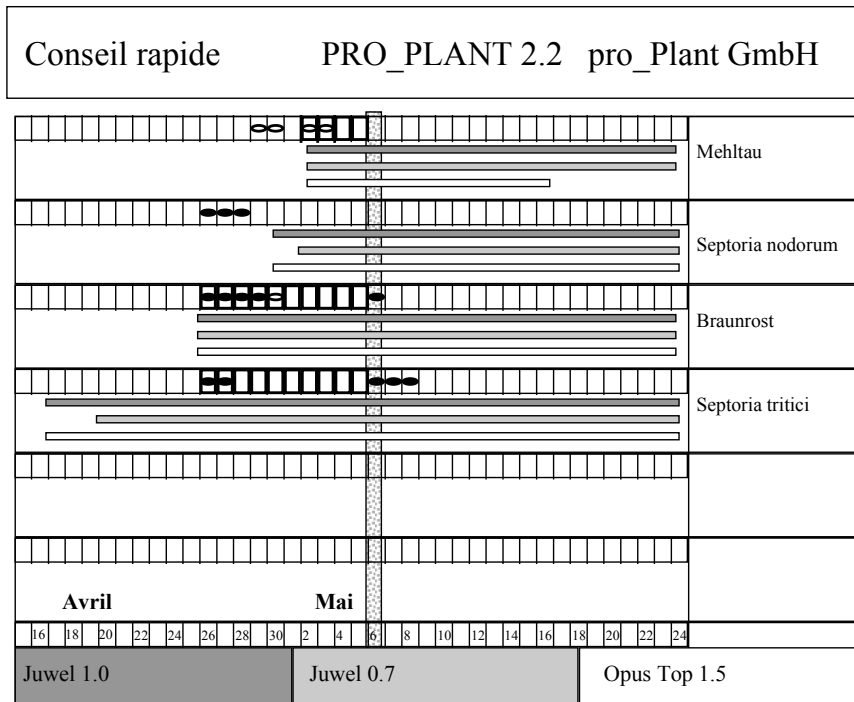
### Sous-thème 3 : Mise en œuvre de la méthode PRESEPT

#### EXPLOITATION 15 1995/1996

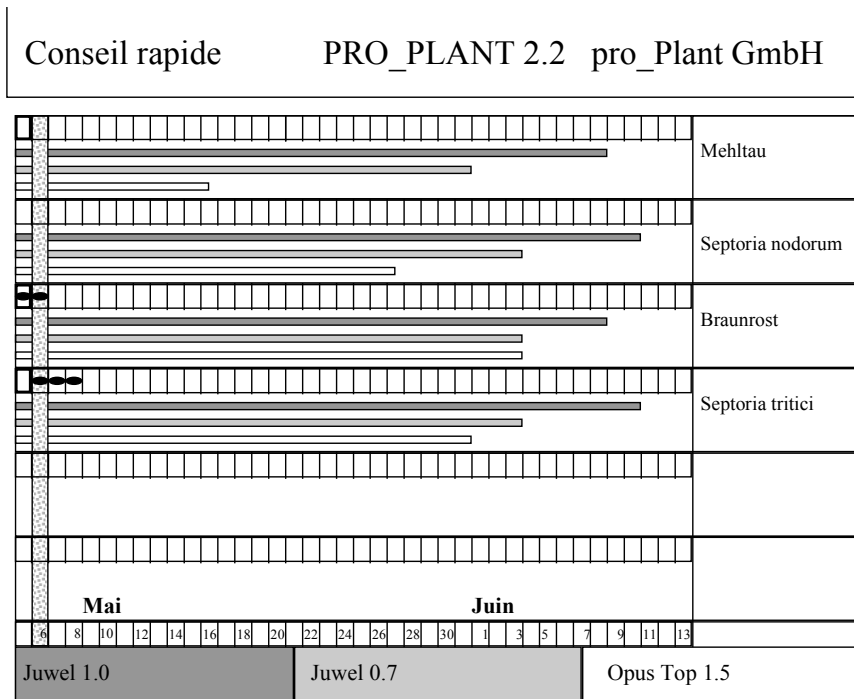


**Figure A10.1** - Exemple de sortie de PRESEPT pour l'exploitation allemande : les barres verticales (avec les petits points) représentent les contaminations journalières ; les deux courbes donnent le risque cumulé sur les feuilles du bas et du haut (en % de surface touchée) ; les stades sont indiqués avec l'échelle de Feekes (5 : épi 1 cm , 6 : stade 1 noeud ; 7 : stade 2 noeuds) un risque global est donné par les barres en dessous de l'axe des abscisses (en sombre risque important, il faut traiter).

(a)



(b)



**Figure A.10.2** : Exemples de sorties de PRO\_PLANT : les points noirs représentent les jours de contamination importante ; les barres représentent pour différents produits (a) la durée de l'effet curatif (b) la persistance d'action du produit en fonction du temps pour une estimation au 6 mai dans l'exemple de 1996.



**Tableau A10.1 : Essais alsaciens en 1998**

**a) Caractéristiques des essais alsaciens**

	Obernai	Rouffach
<b>Variété</b>	Trémie	Cadenza
<b>Précédent</b>	Betteraves	Maïs grain
<b>Date de semis</b>	16/10/97	27/10/97
<b>Date de récolte</b>	23/07/98	20/07/98

**b) Modalités (en plus du témoin non traité)**

	Obernai			Rouffach		
	Date	Stade EC	Produit	Date	Stade EC	Produit
<b>Référence française</b>	T1 : 28/04	32 59	Diapazon 0,75l/ha	T1 : 29/04	32 60	Diapazon 0,75 l/ha
	T2 : 25/05		Opus 0,75 l/ha	T2 : 25/05		Opus 0,75 l/ha
<b>PRESEPT Triazole</b>	25/05	59	Opus 1 l/ha	25/05	60	Opus 1 l/ha
<b>PRESEPT Strobilurine</b>	25/05	59	Amistar 1 l/ha	25/05	60	Amistar 1 l/ha
<b>Référence allemande</b>	25/05	59	Opus Top 1,5 l/ha	25/05	60	Opus Top 1,5 l/ha
<b>PROPLANT Triazole</b>	14/05	37	Ogam 1 l/ha			Pas d'information
<b>PROPLANT Strobilurine</b>	14/05	37	Opus Top 1,5 l/ha	25/05	60	Ogam 1 l/ha

**Tableau A10.2 : Essai allemand (Bad Krozingen) en 1998**

**a) Caractéristiques de l'essai**

Bad Krozingen	
<b>Variété</b>	Tilbury
<b>Précédent</b>	Maïs ensilage
<b>Date de semis</b>	22/10/97
<b>Date de récolte</b>	07/08/98

**b) Modalités (en plus du témoin)**

	<b>Date</b>	<b>Stade EC</b>	<b>Produit</b>
<b>Standard</b>	20/5	39-49	Pronto 0,6 l/ha +Amistar 0,6 l/ha
<b>Intensif</b>	20/4	32	Ogam 0,5 l/ha
	20/5	39-49	Ogam 0,8 l/ha
<b>Piétin</b>	20/4	32	Unix 1 l/ha
	20/5	39-49	Amistar 0,6 l/ha + Gladio 0,5 l/ha
<b>Agriculteur</b>	11/5	37	Opus top 1 l/ha
<b>Référence française</b>	T1 : 20/04	32	Diapazon (Gladio)
	T2 : 25/05	51	0,75l/ha Opus 0,75 l/ha
<b>PRESEPT Triazole</b>	25/05	51	Opus 1 l/ha
<b>PRESEPT Strobilurine</b>	14/05	37	Amistar 1 l/ha
<b>Référence allemande</b>	25/05	59	Opus Top 1,5 l/ha
<b>PROPLANT 1</b>	11/05	37	Alto 0,8 l/ha
	28/5	51-55	Ogam 0,7 l/ha
<b>PROPLANT 2 (protection intensive)</b>	11/05	37	Juwel/ Ogam 1 l/ha
	28/5	51-55	Juwel /Ogam 0,5 l/ha

**Tableau A10.3** - Résultats de l'essai de Schwindratzheim en 1997 pour deux variétés (Trémie et Sidéral). Les traitements PRESEPT et PRO\_PLANT sont en gras.

Code	Traitements	Trémie		Sidéral	
		Rendement <sup>1</sup> net 85 F	Rendement brut	Rendement net 85 F	Rendement brut
-----q / ha -----					
---					
Te	Témoin	93,7	93,7b <sup>2</sup>	84,6b	84,6b
2*N	1 l Diapazon puis 1 l Opus	101,3	108,2a	97,7a	104,4a
2*0,75N	0,75 l Diapazon puis 0,75 l Opus	96,3	101,4ab	96,8a	101,9a
2*0,5N	0,5 l Diapazon puis 0,5 l Opus	101,8	105,3a	95,9a	99,4a
Az1	Amistar <sup>3</sup> 1 l (7/5) <sup>4</sup>	101,3	105,3a	94,1a	98,1a
Az2	Amistar 1 l (13/5)	102,9	106,9a	93,6a	97,6a
Ke1	Ogam <sup>3</sup> 1 l (7/5)	99,0	104,1a	96,4a	101,6a
Ke2	Ogam 1 l (13/5)	104,7	109,8a	98,4a	103,6a
<b>PRE</b>	<b>Opus 1 l (13/5) Avec PRESEPT</b>	<b>99,8</b>	<b>103,2a</b>	<b>96,5a</b>	<b>99,9a</b>
PREst	Opus 1 l (7/5) Avec PRESEPT-6jours	98,4	101,9ab	100,7a	104,1a
<b>PRO_PLANT</b>	<b>Ogam 0,7 l (7/5)</b>	<b>105,3</b>	<b>108,9a</b>	<b>99,9a</b>	<b>103,4a</b>

<sup>1</sup> = Rendement (85 F/q) – charge fongicide

<sup>2</sup> Les valeurs suivies d'une même lettre au sein d'une colonne ne sont pas significativement différentes (test de Newman-Keuls p=0,05)

<sup>3</sup> Strobilurines (Ogam = Jewel en Allemagne)

<sup>4</sup> 7/5 97 : stade ligule visible (EC 39); 13/5/97 : éclatement de la gaine (EC 45)



**SECRETARIAT ITADA :**  
**BATIMENT EUROPE, 2 ALLEE DE HERRLISHEIM,**  
**F – 68000 COLMAR**  
**TEL : 0(0.33)3.89.22.95.50 FAX : 0(0.33)3.89.22.95.59**  
**E-MAIL : ITADA@WANADOO.FR**