

Institut de Biologie et d'Ecologie Appliquée  
UCO  
44 rue Rabelais  
BP 10808  
49008 ANGERS cedex 01

Tréfléan  
56160 Ploërdut

Gestion écologique des cultures :  
Essai d'utilisation d'un compost jeune de déchets végétaux  
pour initier la lutte intégrée sur le blé

Soutenu par  
Camille Gillard



Mémoire de Licence Professionnelle  
Protection de l'environnement  
Option : Gestion et Traitement des Sols et des Eaux  
Session 2005

## Avant-propos

Je remercie, pour toute son aide, mon maître de stage, Mr Konrad SCHREIBER, qui m'a permis d'intégrer ce projet. Je remercie également Mr André JOUANOLLE de l'ETA JOUANOLLE, Mr Francis LEVREL de TMCE, et Mr Emmanuel GALLAND d'ECOSYS, qui ont accepté de m'aider dans les domaines les concernant. Enfin je remercie Mme Hanane PERREIN mon professeur tuteur et Mr Mohammed MOULOUD mon professeur principal pour leur présence et leurs réponses, ainsi que Mr Enrique ALARCON-GUTIERREZ pour la relecture.

## **PARTIE 1 : PRÉSENTATION DES ORGANISMES ET CONTEXTE DE L'ÉTUDE.....2**

<b>11. ORGANISMES PARTICIPANT AU PROJET.....</b>	<b>2</b>
111. ETA JOUANOLLE.....	2
112. ECOSYS : COMPOSTAGE DE DÉCHETS VERTS.....	2
113. BASE : BRETAGNE AGRICULTURE SOLS ET ENVIRONNEMENT.....	3
114. TMCE : TECHNIQUE MINÉRALE CULTURE ET ÉLEVAGE.....	5
<b>12. HYPOTHÈSE DE L'ESSAI.....</b>	<b>5</b>
<b>13. MÉTHODOLOGIE DE L'EXPÉRIENCE.....</b>	<b>6</b>

## **PARTIE 2 : DISPOSITIF ET PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL.....8**

<b>21. DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL.....</b>	<b>8</b>
211. PRÉSENTATION DES PARCELLES.....	8
<b>22. PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL.....</b>	<b>12</b>
221. SUIVI DES FACTEURS CLIMATIQUES.....	12
222. SUIVIS DU SOL.....	12
223. SUIVI ÉPIDÉMIOLOGIQUE.....	12

## **PARTIE 3 : ANALYSE DES RÉSULTATS.....14**

<b>31. ÉTAT DU SOL ET PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES.....</b>	<b>14</b>
311. TEST PH.....	14
312. TEST AZOTE.....	15
313. TEST DE POROSITÉ.....	15
314. TEST D'INFILTRATION.....	16
315. OBSERVATION DES CHAMPIGNONS DU SOL.....	16
<b>32. MALADIES CRYPTOGAMIQUES .....</b>	<b>17</b>
321. L'ŒDIUM .....	17
322. LE PIÉTIN-VERSE.....	18
323. LA FUSARIOSE SUR TIGE.....	20
324. LA SEPTORIOSE.....	21
325. LA ROUILLE BRUNE.....	23
326. LA FUSARIOSE SUR ÉPI ET MYCOTOXINES.....	24
327. MOYENNE 5 MALADIES.....	26
<b>33. RÉSISTANCE DES VARIÉTÉS ET RENDEMENT .....</b>	<b>27</b>
331. RÉSISTANCES VARIÉTALES.....	27
332. RÉSISTANCES VARIÉTALES ET RENDEMENTS.....	29
<b>34. DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES.....</b>	<b>30</b>
<b>35. RENDEMENT.....</b>	<b>30</b>
<b>36. RAVAGEURS.....</b>	<b>34</b>
<b>37. AUXILIAIRES.....</b>	<b>34</b>
<b>38. RÉPONSE AUX OBJECTIFS.....</b>	<b>34</b>

## **PARTIE 4 : AUTOCRITIQUE.....36**



## Introduction

Au cœur des débats environnementaux actuels, l'agriculture reconnaît sa part de responsabilités et se donne les moyens de les corriger progressivement au fur et à mesure que se développe la connaissance. Plusieurs mesures destinées à limiter ses impacts environnementaux existent déjà, notamment sur la ressource en eau. De nombreuses études sont en cours afin de trouver de nouvelles techniques plus respectueuses de l'environnement.

Cependant, l'agriculture constate qu'elle est de plus en plus souvent sujette à des problèmes tels que l'érosion, l'épuisement des sols, la pénurie d'eau liée à des sécheresses répétitives, la gestion des problèmes phytosanitaires et la baisse de ses revenus.

Face à ces problèmes, l'utilisation des déchets végétaux urbains en épandage ouvre des pistes de protection des végétaux par le développement d'un système mycorhizien symbiotique associé à des techniques de gestion des sols adaptées.

Une gestion spécifique conservatoire des sols, associée à une source carbonée fraîche fournie par les déchets végétaux régénère les sols, favorise le développement mycorhizien et améliore le statut sanitaire.

Dans un processus de lutte contre les maladies des cultures, le premier objectif du projet est de déterminer le potentiel de lutte intégrée induit par l'utilisation d'un compost jeune de déchets végétaux par épandage sur un sol géré avec des techniques conservatoires. Le second objectif est la sensibilisation des décideurs pour construire un protocole expérimental ouvrant un programme de recherche sur le potentiel de lutte intégrée en grandes cultures se développant sur des sols en gestion conservatoire, naturels et vivants.

L'essai est conduit sur des parcelles à Bourgarré au sud de Rennes (Ille-et-Vilaine).

## **Partie 1 : Présentation des organismes et contexte de l'étude**

Face au faible potentiel agronomique des composts de déchets végétaux classiques (Chambre d'Agriculture du Maine-et-Loire, 1999) et à la présence d'une importante ressource issue de la Communauté d'Agglomération de Rennes, l'idée est venue d'adapter les techniques de compostage des déchets végétaux afin d'alimenter en carbone frais un sol vivant géré en techniques de conservation. Plusieurs organismes décident la création d'une expérience afin de déterminer si les adaptations envisagées sur les process de compostage améliorent effectivement la valorisation agronomique des composts urbains.

### **11. Organismes participant au projet**

Plusieurs organismes se sont intégrés au projet : l'Entreprise de Travaux Agricoles d'André JOUANOLLE, la société de compostage de déchets végétaux ECOSYS, l'association BASE et la société Technique Minérale Culture et Elevage (TMCE).

#### **111. ETA JOUANOLLE**

C'est une Entreprise de Travaux Agricoles gérée par André JOUANOLLE. Cette entreprise permet la fourniture des parcelles d'essai et d'une partie des outils (semis sous mulch), sur la commune de Bourgbarré (sud de Rennes). Membre de l'association BASE, il répond dès l'année 2003 à la sollicitation de la société de compostage ECOSYS pour écouler du compost végétal tout en se demandant si le produit est adapté à ses techniques de gestion de sols. Dans cette exploitation agricole, les sols sont gérés en semis sous mulch qui est une des variantes des techniques de l'agriculture de conservation.

#### **112. ECOSYS : Compostage de déchets verts**

La liaison avec ECOSYS s'est faite grâce à Mr Emmanuel GALLAND (Directeur Régional, Ingénieur en agriculture), en charge de la prestation sur la Communauté d'agglomération de Rennes Métropole.

ECOSYS assure la fourniture des composts urbains de déchets végétaux faiblement compostés (1<sup>ère</sup> fermentation) servant pour l'expérience, provenant de la plateforme d'Orgères.

ECOSYS a traité 300 000 tonnes de déchets verts en 2002 et a valorisé 90 000 tonnes de produits finis. Elle compte aujourd'hui 4 agences en France qui couvrent une grande moitié Ouest de Lille à Perpignan. L'effectif total est à ce jour de 55 personnes pour un CA de 5,5 M€ en 2002.

La référence de moins d'un an pour Rennes Métropole est de 25 000 tonnes de déchets verts répartis sur les opérations de broyage, collecte, traitement et valorisation.

La plateforme d'Orgères a une capacité de compostage de 15 000 tonnes de déchets verts.

Tous les produits de la station, y compris le compost frais respecte la norme NFU 44051 sur le compostage de la matière organique (texte de décembre 1981).

*Fig.1 : Tableau de comparaison des analyses de compost frais et de compost stabilisé*

(sur produit brut)	Analyse ECOSYS	
	Compost frais	Compost stabilisé
Humidité (%)	52.4	51.9
Matière sèche (%)	47.7	48.1
Matière organique (g/kg)	242.97	220.35
Matière minérale (g/kg)	233.53	260.45
pH eau	7.3	8.1
Azote total (g/kg)	4.94	7.49
Raport C/N	24.6	14.9
Anhydride phosphorique P2O5 (g/kg)	2.2	2.5
Oxyde de calcium CaO (g/kg)	9	11.3
Oxyde de magnésium MgO (g/kg)	3.4	2.9
Oxyde de potassium K2O (g/kg)	7.1	6.8

Légende :  > 

On constate que le compost frais est plus riche en nutriments, notamment en carbone (*Fig. 1*). Le compost frais doit être favorable car on augmente effectivement la quantité de nourriture pour la vie biologique du sol. De plus cette expérience peut montrer qu'on aurait intérêt à composter le moins possible les déchets végétaux pour réduire les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES), une partie du carbone et de l'azote, la plus labile, étant perdue durant la fermentation.

### 113. BASE : Bretagne Agriculture Sols et Environnement

#### 113.1 L'agriculture de conservation

L'agriculture de conservation recouvre un ensemble extrêmement riche de techniques et de pratiques agricoles développées ces soixante dix dernières années dans différentes régions du monde : semis sur mulch, techniques culturales simplifiées, semis direct, « agro-écologie », recours aux couvertures végétales et plantes de couverture, etc...

Les versions abouties de toutes ces méthodes ont pour effet de préserver à long terme les sols et d'y restaurer ou d'y créer un ensemble de conditions physiques, chimiques et biologiques favorables pour en faire un véritable outil de production agricole équilibré et pérenne ; l'agriculture devient ainsi un outil majeur de la préservation des milieux et des ressources et l'agriculteur, un gestionnaire des ressources et de la nature.

L'agriculture de conservation englobe donc la notion de gestion raisonnée des sols et le recours à une série de techniques "allégées" de travail des sols dont la version ultime est le semis direct sur couverture végétale, et l'usage de plantes de couverture. Développées dans un but de protection des sols, ces techniques débouchent maintenant sur des systèmes intégrés de gestion et de conservation de la fertilité considérée comme un capital à préserver.

L'agriculture de conservation contribue à la préservation de l'environnement global en permettant aux sols de séquestrer durablement des quantités importantes de carbone sous forme de matière organique (les « puits de carbone ») et en réduisant notablement les émissions de gaz à effet de serre liées aux pratiques agricoles classiques. (BASE (a))

### **113.2 L'association**

BASE (Bretagne, Agriculture, Sol et Environnement) est une association qui a vocation à développer une agriculture durable en assurant l'équilibre des 3 piliers de la durabilité que sont l'économie, l'environnement et le social.

Elle est l'antenne régionale de l'APAD, Association pour la Promotion d'une Agriculture Durable. L'APAD est une association nationale d'agronomes oeuvrant pour l'étude et la promotion de l'agriculture de conservation car ils reconnaissent en celle-ci l'un des moyens de faire évoluer l'agriculture vers des techniques plus durables.

L'agronomie semble être une solution aux enjeux environnementaux et économiques : le développement d'une production de qualité, rentable et respectueuse de l'environnement, doit suivre une logique agronomique, centrée sur les techniques de conservation des sols, associant couverts végétaux, couverture permanente des sols, techniques culturales simplifiées et/ou semis direct. Cette logique rend l'approche environnementale attractive pour les agriculteurs et la met à leur portée, en leur fournissant des avantages technico-économiques directs, moteur d'un développement durable pour le plus grand nombre.

Les actions de BASE s'axent autour de :

- ✓ La communication :  
BASE fait connaître en Bretagne les techniques validées par l'APAD ou d'autres organismes régionaux, nationaux et internationaux :
  - journées techniques périodiques à thèmes : résultats d'essais, visites de parcelles, démonstrations, témoignages d'agriculteurs, communications techniques et scientifiques,
  - communication : presse, bulletin, évènements, forums régionaux.
- ✓ Le développement technique :  
En collaboration avec les acteurs locaux, BASE contribue à mettre au point, affiner et adapter sur le terrain les techniques allant dans le sens des objectifs poursuivis. Elle soutient la mise en place d'un groupe d'étude régional sur les techniques de conservation des sols rassemblant les principaux organismes de la recherche et du développement régional. [1]

Mr Konrad SCHREIBER (maître de stage) est agriculteur, et ingénieur développement pour BASE.

### **113.3 Le projet**

Le développement des techniques de lutte contre l'érosion par la protection des sols a été un sujet mis en application de manière approfondie par BASE et de nombreux collaborateurs sous l'égide de l'APAD. A la suite des résultats satisfaisants obtenus sur les essais de couverts végétaux, l'exécution des techniques culturales simplifiées et de semis direct, il paraît intéressant d'orienter les expériences de terrain vers le domaine de la gestion phytosanitaire intégrée, sujet d'importance capitale dans la gestion des cultures et répondant à une demande sociétale forte (polémique autour des produits chimiques).

Il s'agit d'identifier les méthodes de gestion des sols et des résidus végétaux capables de contrer les dégâts phytosanitaires aux cultures. Grâce à la pratique de l'agriculture de conservation, il faut créer une expérience qui, par l'ajout de compost jeune de déchets verts urbains, permet l'amélioration du sol entraînant le développement d'auxiliaires (faune, flore) autorisant une protection naturelle des plantes.

L'obtention de résultats probants, induisant une baisse conséquente des apports de pesticides sur les parcelles, constituerait un nouvel élément incontournable dans la gestion de systèmes de culture plus respectueux de l'environnement.

BASE propose ce projet en s'y inscrivant comme porteur du concept de l'expérience, responsable de la coordination et du suivi du dossier. Elle assurera le suivi des parcelles en expérimentation et la publication des résultats, ainsi que l'élaboration des arguments introduisant une recherche plus approfondie vers des méthodes de lutte intégrée en collaboration avec les autres partenaires.

#### **114. TMCE : Technique Minérale Culture et Elevage**

La liaison avec TMCE s'est faite grâce à Mr Francis LEVREL, directeur technique.

La société TMCE, créée en 1993, est aujourd'hui située à St-Gonnery dans le Morbihan, et compte 106 collaborateurs.

TMCE oriente ses activités sur l'importance de l'activité biologique des sols, qu'elle reconnaît comme primordiale dans toutes les étapes de la production. Son but est de contrôler au mieux l'équilibre minéral du sol, qui assure avant tout un rôle de catalyseur. Elle produit dans cette optique des apports minéraux équilibrés, notamment en améliorant l'évolution de la matière organique, la structure du sol, et par voie de conséquences sa fertilité. TMCE propose également des formules de nutrition des plantes, qui acquièrent un meilleur taux de matière sèche, profitable à leur maturité et à leur conservation. Les animaux peuvent également recevoir une nutrition minérale TMCE, qui favorise leur état sanitaire et leur qualité de production.

La société fournit plus de 6.000 agriculteurs en France, en Belgique, en Suisse, en Allemagne et en Italie.

## **12. Hypothèse de l'essai**

On attribue l'effet phytosanitaire positif des apports en matières organiques compostées à la compétition pour les nutriments entre les micro-organismes pathogènes et les autres microorganismes rendus plus nombreux, à la production d'antibiotiques par certains microorganismes, et à l'accroissement de la prédation et du parasitisme des agents pathogènes eux-mêmes. On a aussi pu montrer que certains composts induisaient l'activation de gène de résistance chez la plante [2].

L'essai agronomique réalisé par la chambre d'agriculture du Maine-et-Loire de 1991 à 1999, qui visait à déterminer l'intérêt agronomique d'un compost de déchets végétaux (matière organique et éléments fertilisants), a montré une contribution significative à l'issue de 7 années d'apports organiques cumulés et conséquents. On peut penser ensuite que le compost utilisé pour cet essai étant un composé carboné très stable, le délai d'efficacité peut être raccourci par l'utilisation d'un compost jeune. De plus, ce compost jeune fournira une véritable source carbonée (tous les être vivants mangent du carbone), favorisant le

développement rapide des microorganismes du sol. Cette réflexion ouvre une perspective de lutte intégrée.

Les champignons du sol interviennent dans la dégradation de la matière organique et dans la solubilisation des roches minérales. Ils produisent des hormones, des antibiotiques, y compris la pénicilline, et combattent efficacement les nématodes, parasites des plantes. Ainsi, des souches de *Pseudomonas fluorescens* ont été sélectionnées et sont capables de protéger le tabac contre *Chalara elegans* (Radou, 1997). De plus, la stérilisation d'un sol résistant à *Fusarium oxysporum* montre que cette résistance est due à la présence d'un champignon : la température qui stoppe la résistance est de 35°C, température d'élimination des champignons (Davet, 1996).

Les mycorhizes sont des champignons qui s'associent aux racines des plantes pour étendre la zone de prospection racinaire. Ils favorisent l'alimentation en eau et en nutriments des plantes, notamment dans les sols pauvres. L'association racine mycorhize protège la plante d'attaques de parasites, notamment les nématodes. De même cette association est capable de fournir des hormones, des antibiotiques et des hydrates de carbonés (sucres assimilables) aux plantes, ce qui favorise leur protection contre les différentes maladies.

Les champignons et les mycorhizes se développent de préférence sur les supports ligneux en décomposition. Dans un contexte d'utilisation de compost de déchets végétaux, il apparaît indispensable de favoriser le retour au sol de résidus le plus frais possible.

La gestion organique des sols avec des produits riches en lignine et cellulose entraîne une amélioration de la vie biologique des sols, notamment le développement des mycorhizes et des champignons, êtres vivants clés dans la protection des plantes. Les mycorhizes et les champignons ne peuvent prospérer que dans des sols non perturbés gérés en mulchage ou en semis direct et fertilisés avec du compost frais de déchets verts.

Un sol vivant développe un écosystème biologique spécifique performant capable d'améliorer la protection naturelle des plantes. Sur de tels sols, il devient possible de réfléchir à une stratégie de lutte intégrée des cultures, dont l'objectif est la suppression des traitements fongicides et insecticides.

L'expérience tente de démontrer l'hypothèse suivante : **l'utilisation d'un compost frais de déchets végétaux, source carbonée riche en cellulose, en lignine, et fraîche, est capable d'accélérer le développement des microorganismes du sol (champignons, mycorhizes ...) et l'installation des auxiliaires des plantes pour une introduction vers la lutte biologique contre les maladies cryptogamiques.** Tout cela ne peut être obtenu que dans un système organique vivant, structuré et organisé.

### 13. Méthodologie de l'expérience

Le projet consiste à déterminer la capacité d'un compost frais de déchets végétaux à protéger des cultures de blé contre les problèmes phytosanitaires. L'essai est disposé sur trois parcelles de blé semées de la variété ORVANTIS, CHARGER, et du mélange variétal ALLISTER + DINGHY. Différents traitements ont été appliqués, correspondant aux différentes modalités : épandage de compost frais de déchets végétaux, épandage de Technique Minérale Solide (TMS), pulvérisation de fongicide à dose réduite. Des notations d'intensité d'attaque de maladie ont eu lieu régulièrement du mois d'avril à moisson. Des tests ont aussi été réalisés sur des échantillons de sol. Enfin, l'analyse des résultats a consisté

en une comparaison des différents paramètres mesurés entre les modalités (différents traitements).

## Partie 2 : Dispositif et protocole expérimental

Afin de pouvoir réaliser les mesures des paramètres que l'on cherche à évaluer, il faut déterminer :

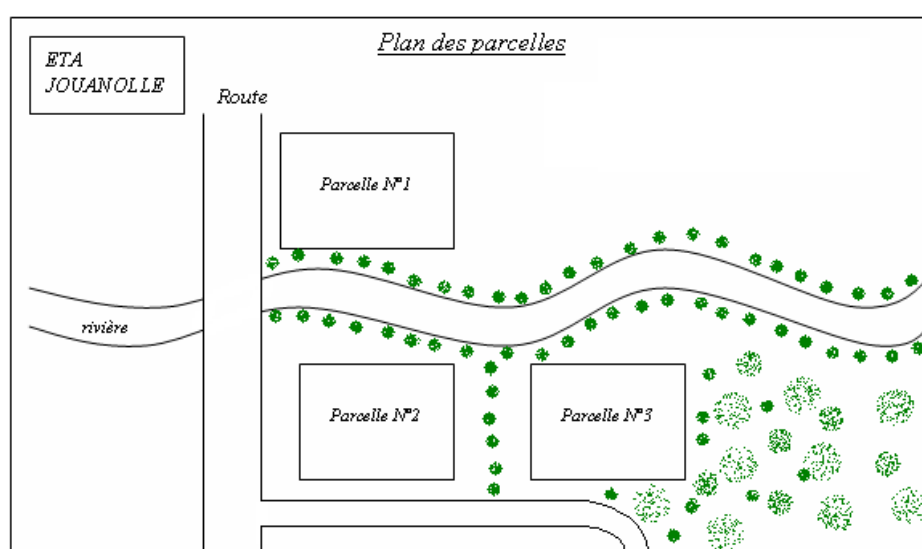
- quels sont les moyens dont on dispose, c'est le dispositif expérimental,
- quelle stratégie de mesure on compte exécuter, c'est le protocole expérimental.

### 21. Dispositif expérimental

Il s'agit principalement des parcelles, de leurs caractéristiques, et de leur itinéraire cultural, c'est-à-dire de l'ensemble chronologique des opérations qu'elles subissent.

#### 211. Présentation des parcelles

Les parcelles utilisées pour l'essai sont au nombre de trois (Fig. 2).

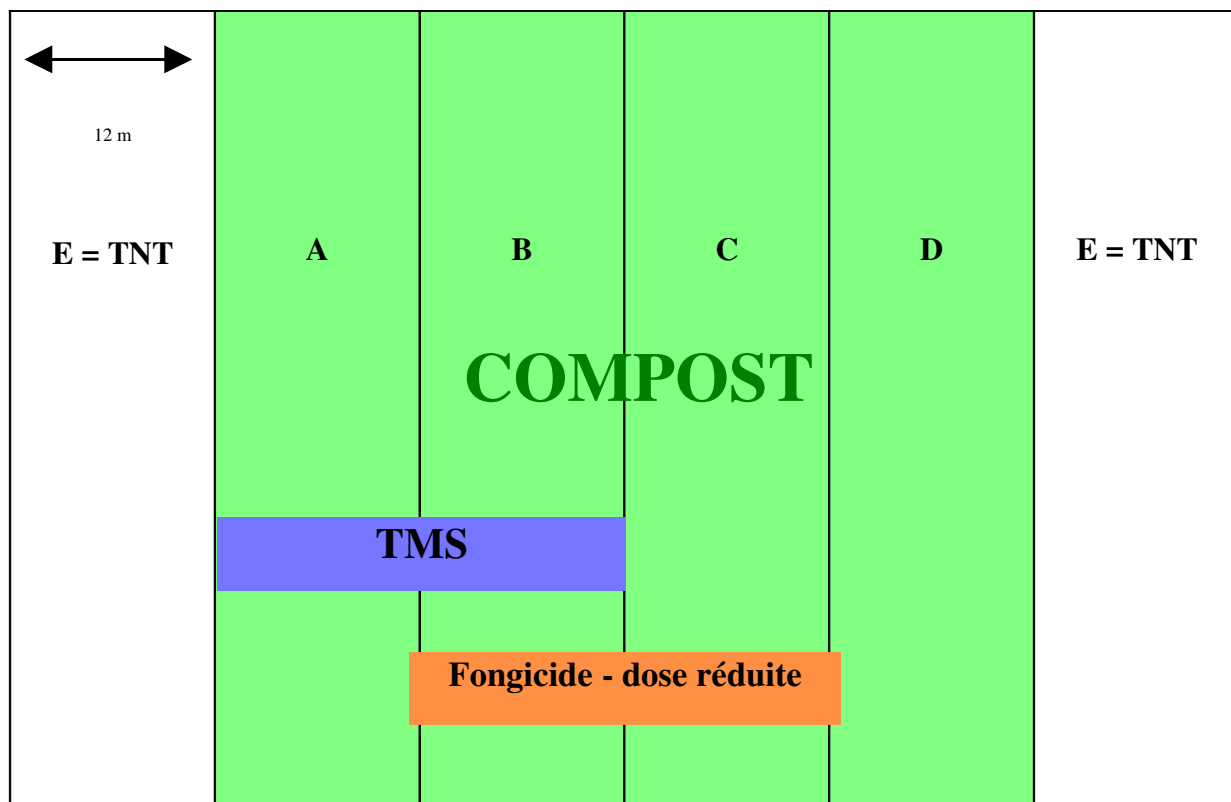


*Fig. 2 : Plan des 3 parcelles d'essai*

- Parcelle N°1 « Champ Jouanolle » : semée d'un mélange de 2 variétés de blé (ALLISTER + DINGHY) sur précédent maïs grain.
- Parcelle N°2 « Champ des Landes » : semée de la variété CHARGER sur précédent colza.
- Parcelle N°3 « Champ du Petit Etang » : semée de la variété ORVANTIS sur précédent lin.

#### 211.1 Mise en place de l'essai

Chacune des 3 parcelles correspond à une répétition. Chaque répétition est constituée de six bandes de 12 m de large (une demi rampe de pulvérisateur et d'épandeur), sur environ 150 m de long.



*Fig. 3 : Plan des modalités*

Les modalités sont les suivantes (*Fig. 3*) :

- A : compost, TMS, sans fongicide
- B : compost, TMS, fongicide réduit
- C : compost, sans TMS, fongicide réduit
- D : compost, sans TMS, sans fongicide
- 2 x E = TNT (Témoin Non Traité) : sans compost, sans TMS, sans fongicide

### **211.2 Semis**

Le mulchage de surface est une technique qui est développée depuis de nombreuses années en Bretagne, notamment à l'aide des fraises à axes horizontaux. Il s'agit de scalper la surface du sol couverte de résidus végétaux, de poser les graines sur le sol ferme non déstructuré et de recouvrir les semences avec le mélange terre résidus. Cette technique permet un réchauffement rapide de la surface du sol et un développement important du système microbien tout en limitant les pertes d'eau. Le mulch de surface est un véritable écran protecteur régulant la température et l'humidité du sol.

La variété CHARGER a été semée le 18 octobre, et les variétés ALLISTER+DINGHY et ORVANTIS ont été semées le 5 novembre.

Le matériel utilisé pour cette intervention est le Sème-Exact Horsch, cultivateur rotatif à axe horizontal. Il est destiné exclusivement à l'implantation des cultures sans labour (céréales, colza, pois, ...). [3]

### **211.3 Désherbage**

Un premier passage a eu lieu le 26 novembre, contenant 1 L/ha d'isoproturon, 0,15 L/ha de FIRST (diflufenicanil + ioxynil + bromoxynil), 0,1 L/ha de STARANE (fluroxypyr), 60 g/ha d'ARCHIPEL et 0,5 L/ha d'ACTIROB (huile).

Un second passage désherbant a eu lieu le 20 mars avec 1 L/ha de C5 (limitation de la croissance des organes aériens) et 0,1 L/ha de STARANE.

Enfin, le dernier passage désherbant a été réalisé le 7 avril avec 60 g/ha d'ARCHIPEL, 0,2 L/ha de PUMA ENERGIE et 0,75 L/ha d'ACTIROB.

André JOUANOLLE est un agriculteur à très bon niveau de technicité pratiquant la réduction de dose. Cependant, la technique qui consiste à réduire volontairement les doses homologuées de produits phytosanitaires s'accompagne d'un nombre de passage qui peut être plus important (notamment sur céréales).

### **211.4 Lutte chimique contre les ravageurs**

Un passage insecticide a été réalisé le 27 novembre avec 0,2 L/ha de cyperméthrine, contre les pucerons des épis et du feuillage, et contre les tordeuses (*Cnephasia*). Les pucerons présents à l'automne sont vecteurs du virus de la jaunisse nanisante, qui peut être la cause directe de la perte de 50% des rendements.

### **211.5 Lutte chimique contre les maladies**

Le premier passage fongicide a été réalisé le 27 avril avec 0,18 L/ha d'OPUS (époxyconazole) et 0,6 L/ha de chlorothalonyl. L'agriculteur procède à des pulvérisations à dose réduite car la dose homologuée est de 1 L/ha d'OPUS seul, et de 2,2 L/ha de chlorothalonyl seul.

Le second passage a eu lieu le 12 mai avec 0,3 L/ha d'OPÉRA (époxyconazole + pyraclostrobine, dose homologuée 1,5 L/ha) et 0,5 L/ha d'ACTIROB. Ce fongicide lutte contre la fusariose sur tige, l'oïdium, la rouille brune, la rouille jaune ainsi que contre la septoriose.

Le dernier passage fongicide a été réalisé le 29 mai. Le mélange variétal ALLISTER + DINGHY (précédent cultural maïs grain, donc risque de fusariose des épis élevé) a reçu 0,7 L/ha d'HORIZON (tébuconazole) : 0,4 L/ha dans un sens et 0,3 L/ha dans l'autre sens, afin de protéger tout l'épi. La dose autorisée est de 1 L/ha. Il est utilisé contre la fusariose sur épis, l'oïdium, la rouille brune, la rouille jaune et la septoriose. [4]

### **211.6 Amendement organique**

La société Ecosys basée à Orgères (35) au sud de Rennes collecte et composte les résidus végétaux de la communauté urbaine. Ces résidus, riches en celluloses et lignines, sont majoritairement composés de débris de tonte, de branches et de tailles des haies.

Une fermentation trop poussée lors du compostage stérilise le produit et le stabilise en le transformant en « charbon », véritable produit carboné à dégradation lente. Un produit trop stabilisé ne permet pas la réintroduction bénéfique du carbone dans la chaîne alimentaire du sol, la minéralisation se faisant à un rythme de 3 à 5 % par an. Un tel produit ne présente donc pas d'intérêt agricole particulier, le carbone stabilisé ne pouvant servir de nourriture aux communautés biologiques du sol.

Les sols ont besoin d'un produit carboné frais qui se dégrade lentement et alimente la vie biologique qui structure et organise le sol, permettant le développement d'écosystèmes du sol. Les lignines et les celluloses sont les supports privilégiés de développement des champignons et des mycorhizes.

Le compost frais est un produit issu de résidus végétaux composés de tailles, de tontes de pelouse, de branches d'élagage, et de feuilles, riche en cellulose et en lignine. Il fait l'objet d'un contrôle qualité portant notamment sur le tri des diamètres supérieurs à 12 cm et sur l'élimination du plastique, de la ferraille, des pierres... Le produit est ensuite broyé-défilé pour une bonne homogénéisation et pour faciliter la dégradation de la fraction ligneuse. Le produit est ensuite « hygiénisé » par un « effet masse » pendant plusieurs jours afin de permettre une montée en température suffisante pour annihiler le pouvoir germinatif des adventices. Cette phase est appelée fermentation thermophile. Elle dure environ 2 mois. Il ne s'agit donc pas d'un compost mûr et stable, mais d'un produit riche en cellulose et lignine.

L'utilisation de compost frais, qui par conséquent n'a pas subi toutes les réactions de fermentation possibles, améliore la réorganisation des éléments dans le recyclage de la matière organique, et diminue les rejets de gaz à effet de serre. Un faible compostage conserve les propriétés de la matière tout en réduisant en partie le volume des déchets verts (homogénéisation de la matière organique).

Le compost frais de déchets verts a été épandu fin décembre en un seul passage. Différentes doses ont été épandues afin de déterminer la quantité idéale. Le mélange variétal ALLISTER + DINGHY a reçu 40 t/ha de compost (voire 50 t par endroit), CHARGER en a reçu 30 t/ha et ORVANTIS en a reçu 20 t/ha.

### **211.7 Fumure azotée**

*Fig. 4 : Tableau de fumure azotée pour ALLISTER + DINGHY*

<b>Date</b>	<b>Dose (U d'N/ha)</b>
5 mars	84
15 avril	70
<b>TOTAL :</b>	<b>154</b>

*Fig. 5 : Tableau de fumure azotée pour CHARGER*

<b>Date</b>	<b>Dose (U d'N/ha)</b>
5 mars	77
15 avril	100
<b>TOTAL :</b>	<b>177</b>

*Fig. 6 : Tableau de fumure azotée pour ORVANTIS*

<b>Date</b>	<b>Dose (U d'N/ha)</b>
5 mars	77
15 avril	100
<b>TOTAL :</b>	<b>177</b>

--	--

Le mélange variétal ALLISTER+DINGHY a reçu moins d'ammonitrate. Cette pratique issue du raisonnement réglementaire de la fumure azotée s'avérera être une erreur et aura des conséquences négatives sur le rendement. C'est aussi la parcelle qui a reçu le plus de compost (Fig. 4 à 6).

### **211.8 TMS : Technique Minérale Solide**

Cet amendement a été épandu le 1<sup>er</sup> avril à 100 kg/ha. Il s'agit d'un complexe de sels minéraux fixés sur une base calcaire.

Le TMS permet de réguler la flore microbienne du sol et d'accompagner l'évolution de la matière organique. Il joue le rôle d'un catalyseur, notamment lors de la minéralisation de l'humus. Les échanges entre le Complexe Argilo-Humique (CAH) et les racines sont facilités du fait de la moindre acidification du milieu.

En l'occurrence, son utilisation paraît intéressante pour la gestion de la matière organique (compost frais de déchets végétaux)

## **22. Protocole expérimental**

Le protocole expérimental précise la manière avec laquelle vont être réalisés les suivis des différents paramètres : climat, sol, et maladies.

### **221. Suivi des facteurs climatiques**

Les données météorologiques sont enregistrées par la station de Rennes – Saint Jacques (aéroport de Rennes) de Météo-France, station la plus proche et donc la plus adaptée.

### **222. Suivis du sol**

Le suivi de l'état du sol est réalisé à l'aide du SOIL QUALITY TEST KIT (les obtenteurs sont John DORAN et ses associés de l'Agricultural Research Service, Lincoln, NE), outil validé aux U.S.A. (USDA, 1998). Des mesures de pH, de porosité, d'azote et de capacité d'infiltration ont été réalisées sur le sol des parcelles de l'essai, et sur des parcelles en labour contiguës d'un agriculteur voisin pour avoir un regard sur les pratiques conventionnelles afin de mieux interpréter les résultats.

### **223. Suivi épidémiologique**

Le suivi épidémiologique est réalisé à travers des notations régulières de l'état sanitaire des cultures. Les notations sont ensuite converties en % d'attaque.

Les notations ont concerné 10 maîtres-brins par point de notation, soit 50 maîtres-brins par bande de 12 mètres, et 150 maîtres-brins par modalité.

Elles ont eu lieu aux dates suivantes :

*Fig. 7 : Calendrier des dates de notations*

AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET
12	2	2	5
13	3	3	6

19	11	13	21 Moisson
20		14	
	13		
26		28	
27	23	29	
	24		

Les maladies qui ont été observées et notées sont l'oïdium, le piétin-verse, la septoriose, la fusariose sur tige et la rouille brune. La fusariose sur épi a été évaluée par un test de mycotoxines. Les ravageurs et auxiliaires ont aussi été répertoriés.

L'oïdium et la septoriose ont été notés sur la base d'une échelle de 1 à 5 correspondant à un degré d'infestation. Le piétin-verse, la fusariose sur tige et la rouille brune ont été notés selon le critère absence / présence.

## Partie 3 : Analyse des résultats

L'analyse des résultats porte sur les paramètres mesurés relatifs au sol, aux maladies, au climat et sur les rendements.

Il ne faut pas perdre de vue que l'essai mis en place est une expérience non-officielle, bien que réalisé avec le maximum de rigueur. Le but de cette analyse des résultats consiste à dégager les pistes de réflexion pour l'élaboration d'une stratégie de lutte intégrée en grande culture gérée avec des techniques de l'agriculture de conservation des sols.

### 31. Etat du sol et paramètres physico-chimiques

La dose idéale de compost s'est avérée être de 30 t/ha, car la dose de 40 t/ha est localement à l'origine un manque à la levée. La parcelle n°1 semée du mélange variétal ALLISTER + DINGHY est la parcelle qui a servi à caler la dose optimale de compost frais de déchets végétaux à épandre.

L'objectif de la gestion du sol est de le rendre résilient. Il doit acquérir une capacité de restructuration rapide et efficiente (aux moindres frais, voire gratuitement) après une agression extérieure liée au climat ou/et aux pratiques culturales défectueuses. Les tests pratiqués avec le SOIL QUALITY TEST KIT permettent d'évaluer l'état du sol et son comportement in-situ instantanément.

Un regard sur un sol différent d'une parcelle voisine (avec un autre mode de management : le labour) a aussi été réalisé afin de garder une vue sur les techniques conventionnelles, de comprendre la dynamique des sols en gestion conservatoire, et d'avoir un indicateur de comparaison pertinent.

#### 311. Test pH

La mesure de pH a été réalisée avec un pH-mètre électronique.

*Fig. 8 : Tableau de mesure des pH de l'essai*

	Parcelle 1	Parcelle 2	Parcelle 3	Moyenne
Dose compost (t/ha)	40	30	20	
Sans compost	6,9	6,9	6,6	<b>6,8</b>
Compost	7,6	7,2	7,0	<b>7,2</b>

*Fig. 9 : Tableau de mesure des pH en parcelle de labour contiguë*

<u>Sol</u>	<u>pH</u>
Labour blé	6,6
Labour maïs	5,5

Le pH est très dépendant des modes de gestion (apport de calcium, amendement humique, nature des engrais minéraux, enfouissement trop profond de la matière organique qui acidifie). La vie biologique augmente car on ne diminue plus le pH.

L'apport de compost frais de déchets végétaux montre une capacité à augmenter le pH dès 20 t/ha, limitant ainsi le besoin d'amendement calcique (*Fig. 8 et 9*).

Cette augmentation du pH est liée directement au développement de l'activité biologique aérobie de surface non acidifiante et à la quantité de d'oxyde de calcium apportée par le compost frais.

### 312. Test azote

Le test azote a été réalisé avec des bandelettes de papier-azote.

*Fig. 10 : Tableau de mesure de l'azote ( $10^{-3}$ g/ha)*

	Parcelle 1	Parcelle 2	Parcelle 3	Moyenne
Dose compost (t/ha)	40	30	20	
Sans compost	1,5	3,5	1,5	<b>2,2</b>
Compost	1,0	3,0	1,0	<b>1,7</b>

Labour blé :  $5,4 \cdot 10^{-3}$  g/ha

L'apport de compost frais de déchets végétaux montre une capacité à réorganiser de l'azote dès 20 t/ha, limitant ainsi le risque de lessivage (*Fig. 10*).

En moyenne, d'après Reicosky, « 10 kg de carbone fixent 1 kg d'azote » (BASE (b)). Il est intéressant d'enrichir le sol en compost frais (qui sert à la réorganisation du sol) pour éviter le lessivage de l'azote. Ceci tendrait à confirmer qu'un compost stabilisé (moins de compost) serait beaucoup moins efficace (pour éviter le lessivage de l'azote et pour stocker le carbone).

### 313. Test de porosité

Le test de porosité permet de déterminer quel est l'espace poral utile à l'eau, c'est-à-dire la capacité de rétention d'eau du sol. Le calcul prend en compte le poids humide et le poids sec d'un volume de terre.

*Fig. 11 : Tableau de mesure de l'espace poral utile à l'eau (%)*

	Parcelle 1	Parcelle 2	Parcelle 3	Moyenne
Dose compost (t/ha)	40	30	20	
Sans compost	31,6	37,3	39,3	<b>36,1</b>
Compost	38,3	39,4	37,2	<b>38,3</b>

*Fig. 12 : Tableau de mesure de l'espace poral utile à l'eau (%)  
en parcelle de labour contiguë*

<u>Sol</u>	<u>Espace poral utile à l'eau</u>
Labour blé	17
Labour maïs	19

L'apport de compost frais de déchets végétaux montre une capacité à favoriser la rétention d'eau à partir de 30 t/ha, diminuant ainsi le risque de stress hydrique - les techniques d'agriculture de conservation améliorent déjà la situation (*Fig. 11 et 12*). Le résultat de la parcelle 3 ne s'améliore pas avec le compost frais épandu à 20 t/ha. Ce test indique que la dose idéale est d'environ 30 t/ha de compost frais.

### 314. Test d'infiltration

Le test d'infiltration est réalisé en chronométrant le temps que met une certaine quantité d'eau pour s'infiltrer sur une certaine surface de sol.

*Fig. 13 : Tableau de mesure de la vitesse d'infiltration*

	Période	Parcelle 1	Parcelle 2	Parcelle 3
Dose compost (t/ha)		40	30	20
Sans compost	début mai	moy. rapide	<b>très rapide</b>	<b>très rapide</b>
Compost		moy. rapide	<b>rapide</b>	<b>rapide</b>
Sans compost	mi-juin	rapide	<b>très rapide</b>	très rapide
Compost		rapide	<b>rapide</b>	très rapide

La capacité d'infiltration de l'eau dans le sol est globalement très bonne (*Fig. 13*). Le risque de ruissellement est quasi-nul. Cependant la parcelle n°1 (précédent maïs et dose de compost trop élevée) montre qu'une trop forte quantité de résidus et de compost diminue la capacité d'infiltration. L'importante couche de résidus est hydrophobe (sécheresse de printemps). La capacité d'infiltration augmente avec la dégradation des résidus. Cette observation confirme que la dose de compost frais sera à moduler selon la nature du précédent cultural et selon la qualité (lignieux,...) et la quantité du résidu présent.

### 315. Observation des champignons du sol

Grâce à l'amendement organique, on observe un développement de champignons du sol et de décomposition de la matière organique (présence de mycélium sur les résidus maïs pas d'analyse de laboratoire). On peut supposer que ce développement est dû à la présence de compost frais riche en cellulose et en lignine.

Voici les principaux champignons observés visuellement sur le compost (la sécheresse n'ayant pas favorisé le développement des cryptogames) :



*Fig. 14 : Photos de Pezizes vésiculeuses (+ un indéterminé) (photo personnelle)*



*Fig. 15 : Photos de Marasmes spp.(photo personnelle)*

Les champignons observés l'ont été en début de printemps, l'humidité étant suffisante. L'arrivée de la sécheresse a rendu ces observations visuelles plus difficiles par la suite.

Cette forme de caractérisation de l'état du sol a été accompagnée de la notation des maladies cryptogamiques du blé.

### 32. Maladies cryptogamiques

L'observation des maladies cryptogamiques va aider à déterminer si l'on assiste à une activation de la vie biologique du sol (champignons et mycorhizes) capable d'améliorer la lutte biologique contre ces maladies, et donc d'évaluer le potentiel de lutte intégrée du compost frais.

Pour des raisons pratiques (comparaison des % d'attaque entre les différentes modalités), les échelles ont été modulées pour chaque maladie.

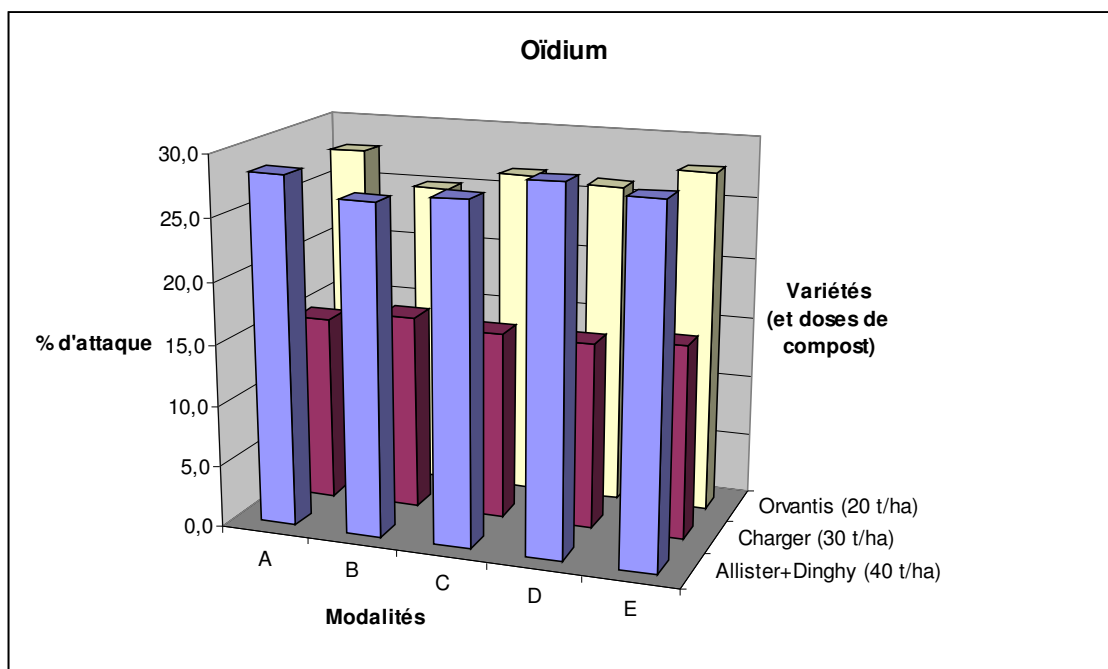
#### 321. L'oïdium

L'oïdium apparaît sous forme de taches feutrées blanches. Les symptômes peuvent disparaître après la pluie mais le champignon reste présent dans la plante.

La pluie lui est défavorable car elle empêche la germination des spores et les entraîne au sol, c'est pourquoi les conditions de sécheresse de cette année lui sont très favorables d'autant plus qu'il a pu s'installer avec la pluie d'avril.

*Légende des modalités :*

Modalités	A	B	C	D	E
Traitements	Compost TMS	Compost TMS Fongicide	Compost Fongicide	Compost	Témoin



*Fig. 16 : Histogramme de mesure de l'attaque d'oïdium par variété (% d'attaque)*

Les résultats confirment la non-virulence de cette maladie, toujours spectaculaire, mais qui n'est pas considérée comme grave dans le milieu professionnel (Fig. 16). L'oïdium est peu combattu : il n'est pas toujours pris en compte dans les programmes fongicides.

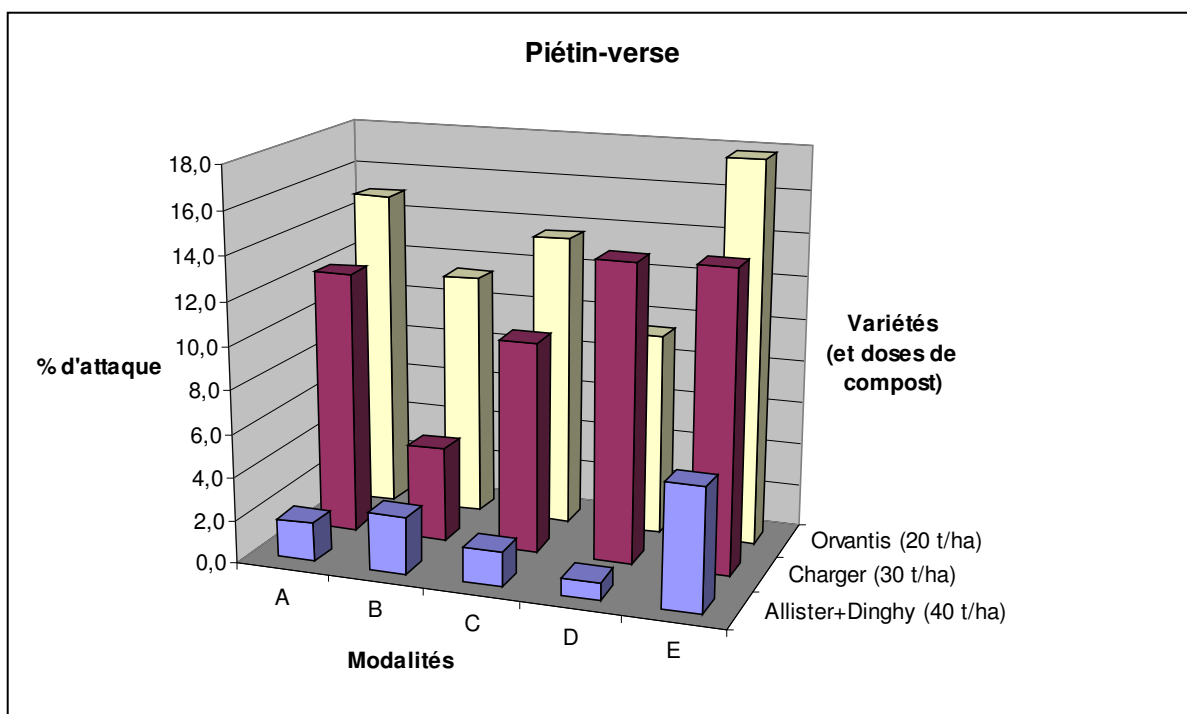
La variété CHARGER est moins attaquée, il s'agit d'un phénomène variétal : cette variété est à cycle long, c'est donc une variété tardive possédant une physiologie de développement plus adaptée aux conditions pédoclimatiques, elle est donc plus résistante. La différence variétale est très supérieure aux différences entre les traitements.

### 322. Le piétin-verse

Le piétin-verse est responsable de la verse. Il est observé à la base de la tige sous l'apparence d'une tache losangique brune.

*Légende des modalités :*

Modalités	A	B	C	D	E
Traitements	Compost TMS	Compost TMS Fongicide	Compost Fongicide	Compost	Témoin



*Fig. 17 : Histogramme de mesure de l'attaque de piétin-verse par variété (% d'attaque)*

Le programme fongicide n'est pas destiné à lutter contre cette maladie. En règle générale, le travail de surface (TCS) lutte efficacement contre le piétin-verse par activation de la vie biologique du sol.

#### ALLISTER+DINGHY

Le bon résultat obtenu par le compost seul (D) montre que le compost frais est actif sur cette maladie (Fig. 17). L'hypothèse d'une dynamisation de la vie biologique du sol est possible.

#### CHARGER

Cette variété a un comportement différent vis-à-vis des deux autres : le programme fongicide (B et C) est plus efficace que sur les deux autres variétés.

Le piétin-verse est présent dans cette variété. On constate une influence positive du TMS puisque la modalité A (compost + TMS) est plus efficace que la modalité D (compost seul) mais les rendements de ces deux modalités sont identiques.

#### ORVANTIS

Le compost frais contrôle bien le niveau d'infestation (le témoin E est plus infesté). Ce résultat est déjà apparu avec le mélange variétal ALLISTER+DINGHY. Le compost frais agit donc en priorité sur les propriétés biologiques du sol qui influent ensuite sur la résistance de la plante.

Cette maladie semble bien contrôlée par le compost frais. Les observations menées dans le réseau Agriculture de Conservation montrent que cette maladie est en très forte régression lorsque la vie biologique des sols augmente. Ceci laisse supposer que l'ajout de compost frais active le système biologique du sol. Nous pouvons alors espérer, à l'analyse des tendances

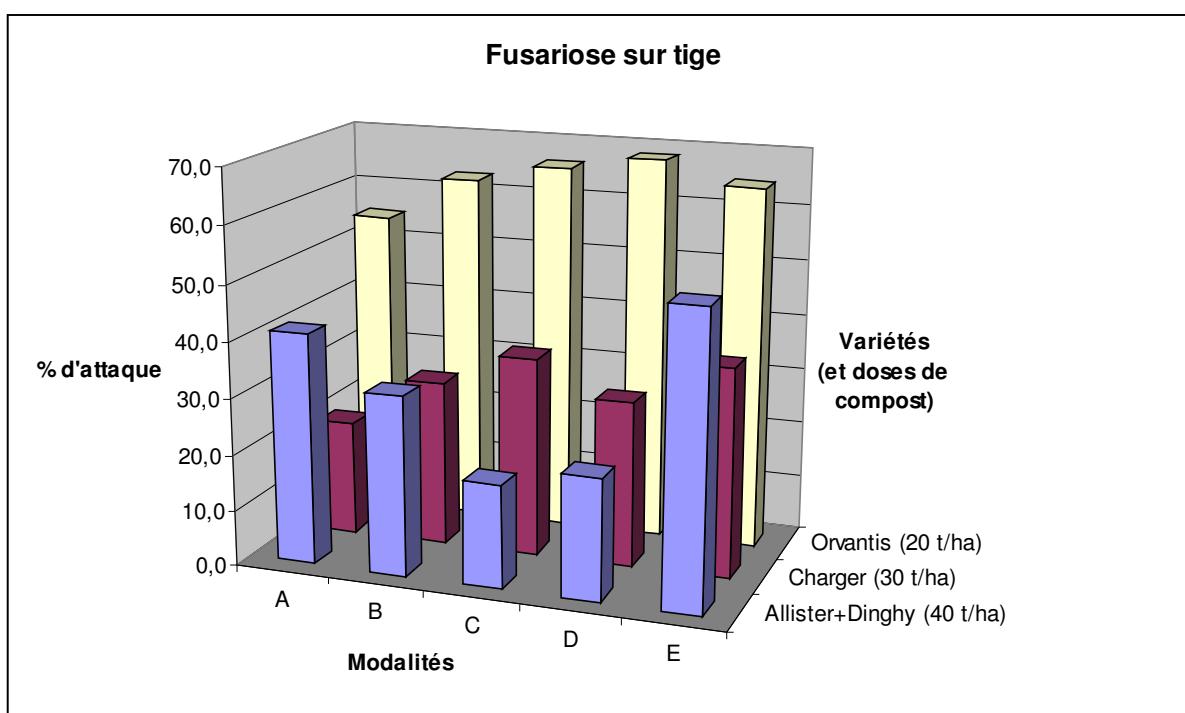
positives sur les autres maladies que la progression vers la lutte biologique sera rapide par l'installation du système de protection à base de microorganismes dans le sol (champignons, mycorhizes...).

### 323. La fusariose sur tige

La fusariose sur tige s'observe à la base de la tige sous forme de brunissement présentant des stries plus foncées.

#### Légende des modalités :

Modalités	A	B	C	D	E
Traitements	Compost TMS	Compost TMS Fongicide	Compost Fongicide	Compost	Témoin



*Fig. 18 : Histogramme de mesure de l'attaque de fusariose sur tige par variété (% d'attaque)*

Le programme fongicide lutte bien contre cette maladie (Fig. 18), sauf sur ORVANTIS (dont l'explication sera la tolérance variétale à cette maladie). Cependant, la modalité B (compost + TMS + fongicide) est en contre performance. La performance du compost frais (D) est remarquable car le niveau de contamination reste très faible.

#### ALLISTER + DINGHY

Ce mélange variétal confirme l'efficacité du fongicide (B et C), ainsi que l'importante performance du compost seul (D).

## CHARGER

Les modalités A (compost + TMS) et D (compost) semblent efficaces. Il semble que le TMS sans traitement fongicide soit plus efficace que le programme fongicide sans TMS. A noter la bonne position du compost seul (D) qui résiste à la pression de la maladie. La tolérance variétale doit être bonne. L'action du compost frais est meilleure que le programme fongicide. Le témoin est infesté mais en rendement il ne lui manquera que 8 q/ha.

## ORVANTIS

Cette variété est très attaquée par la fusariose tige. Il sera cependant remarquable que les rendements restent à un très bon niveau et que la forte attaque n'influe pratiquement pas sur le résultat final. La tolérance variétale est donc très bonne. La modalité D (compost seul) ne contrôle pas suffisamment la fusariose des tiges. C'est le TMS qui semble avoir un impact, notamment à travers la position de la modalité A (compost + TMS). Le programme fongicide n'a pas l'air efficace pour cette maladie et cette variété. La dose de 20 t/ha de compost frais est pénalisante pour avoir une action positive. C'est ce que suggère le résultat de la modalité A.

Pour cette maladie, les programmes fongicides sont globalement inefficaces. Le TMS semble avoir une action positive, de même que le compost frais.

Une économie de produits phytopharmaceutiques peut donc être réalisée facilement grâce au choix d'une variété tolérante ou résistante et à l'épandage de TMS et/ou de compost frais de déchets végétaux.

### 324. La Septoriose

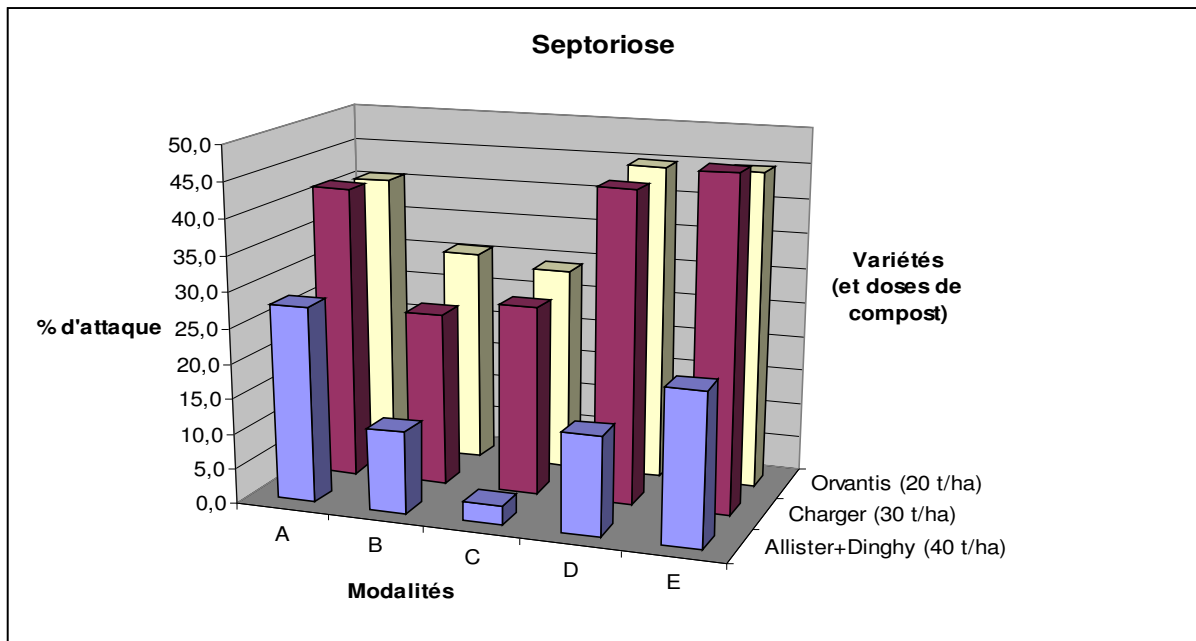
La septoriose se présente majoritairement sous forme de taches sur les feuilles (*Fig. 19*), dont la progression est très rapide.



*Fig. 19 : Photo de symptômes de septoriose sur feuille (photo personnelle)*

#### Légende des modalités :

Modalités	A	B	C	D	E
Traitements	Compost TMS	Compost TMS Fongicide	Compost Fongicide	Compost	Témoin



*Fig. 20 : Histogramme de mesure de l'attaque de septoriose par variété (% d'attaque)*

Le programme fongicide est calé sur cette maladie pénalisante sur le rendement.

#### ALLISTER+DINGHY

Le programme fongicide à l'air efficace sur cette maladie (B) de même que l'action du compost frais (D) qui se trouve pratiquement au même niveau d'action que les fongicides (Fig. 20).

Comparé aux deux autres variétés, le bon résultat est peut-être dû au mélange variétal : la variété peu sensible freine la propagation de la maladie sur la variété sensible. Cette observation est intéressante dans la progression du raisonnement sur la lutte intégrée mais peut-être aussi à la forte dose de compost frais (40 voire 50 t/ha).

#### CHARGER

Le programme fongicide fonctionne bien (B et C). Le compost frais est peu efficace (D). Cette variété semble très productive et très tolérante aux maladies. Il est curieux de constater que le TMS fonctionne plutôt bien, puisqu'il apparaît induire une amélioration des résultats (A) par rapport à la modalité D. La septoriose sera pénalisante pour le rendement. C'est cette maladie qui semble avoir le plus fort impact.

#### ORVANTIS

Le compost frais à l'air peu actif sur la septoriose (D). Le choix d'une variété tolérante ou résistante pour entrer dans les raisonnements de lutte intégrée est donc indispensable pour cette maladie. Seule la couverture phytopharmaceutique (B et C) semble donner de bons résultats même si l'écart type autour de la moyenne des rendements ne justifiera pas la lutte chimique. La résistance variétale est donc un point fondamental d'approche.

C'est la maladie qui influencera le plus le rendement final. La protection phytosanitaire chimique se justifie donc uniquement pour lutter contre cette maladie. Cependant, d'excellents rendements sont atteints par les modalités A et D, toujours supérieures au témoin. Ainsi, le TMS aurait une action positive. Le compost frais aussi, mais légèrement plus faible. Ainsi,

le couplage entre une variété tolérante ou résistante avec un abandon des fongicides est envisageable. Reste à calculer le coût d'intérêt des différentes modalités.

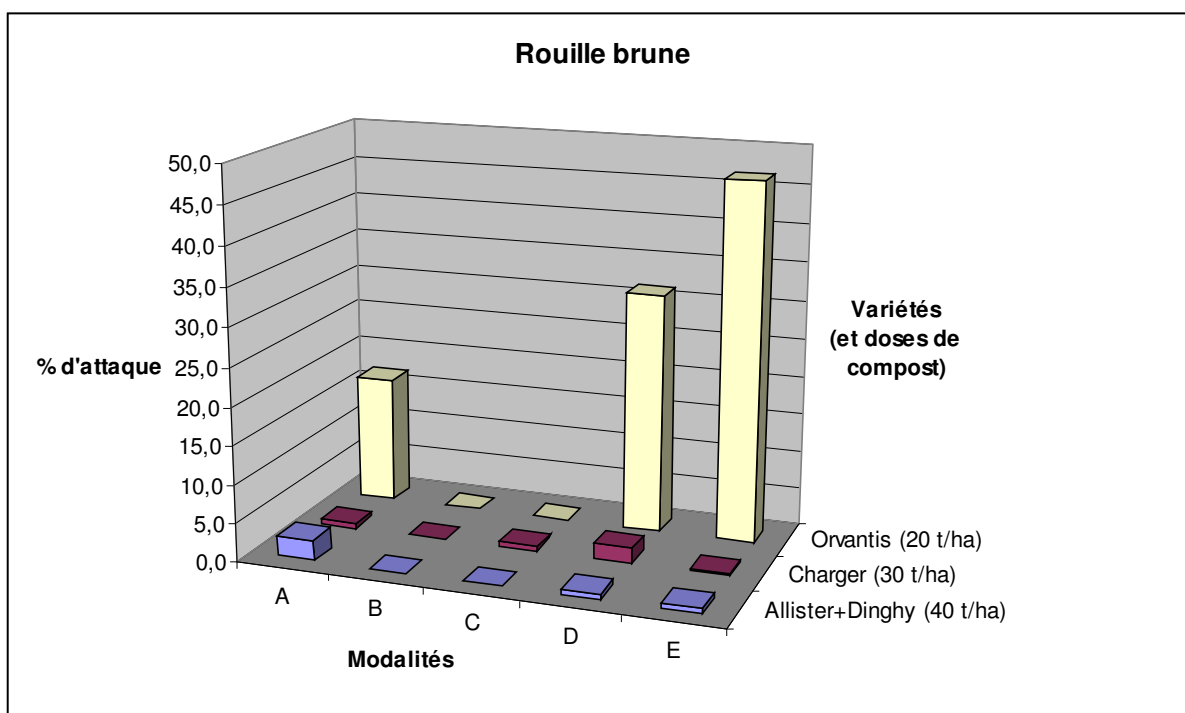
### 325. La rouille brune

La rouille brune apparaît sous forme de pustules oranges à brunes éparses.

Cette maladie est peu présente.

*Légende des modalités :*

Modalités	A	B	C	D	E
Traitements	Compost TMS	Compost TMS Fongicide	Compost Fongicide	Compost	Témoin



*Fig. 21 : Histogramme de mesure de l'attaque de rouille brune par variété (% d'attaque)*

Le programme fongicide cible aussi cette maladie.

#### ALLISTER+DINGHY

Le programme fongicide est efficace sur cette maladie (B et C). Il en est de même pour le compost frais (A et D) qui permet de contrer l'apparition de cette maladie, généralement peu présente au nord de la Loire (Fig. 21).

#### CHARGER

Pour cette variété, il n'existe qu'une faible infestation de rouille brune, et la modalité D (compost seul) est la moins efficace. Le compost frais n'est vraisemblablement pas si efficace. En théorie la résistance variétale est relativement bonne.

### ORVANTIS

Le compost frais seul ne contrôle que faiblement cette maladie (D). Cette modalité se classe derrière A (compost + TMS) mais devant E (témoin). Il existe donc un effet positif du compost frais de déchets verts. La mise en place d'un système de microorganismes au niveau du sol s'élabore alors rapidement mais ne donne pas pleinement satisfaction en l'espace de 6 mois. Il est probable que le temps d'installation du système de *Fungi* au niveau du sol nécessite des apports réguliers sur une plus grande durée. La dose d'apport de compost frais n'est que de 20 t/ha (activation moindre de la vie biologique du sol par le compost frais) et un délai d'installation supérieur à 6 mois semble nécessaire dans le cas de ce faible apport (faire des apports réguliers).

Cependant, le même constat que pour la fusariose tige peut être fait. Le TMS à l'air plus efficace que le compost frais : il améliore l'efficacité du compost frais à faible dose. L'action du TMS (activation de la vie biologique du sol) semble très favorable.

Le compost seul (D) est plus performant en mélange variétal car la progression de la contamination est ralentie (proche des modalités B et C, avec fongicide).

La présence du témoin (E) étalonne l'efficacité des autres modalités.

Les programmes de protection phytosanitaire fonctionnent bien. Cependant, cela influencera peu la différence finale de rendement.

### 326. La fusariose sur épi et mycotoxines

La fusariose sur épi apparaît sous forme de taches brunes sur certains épis, et l'épi prend une teinte rose lorsqu'il s'agit de *Fusarium roseum*.

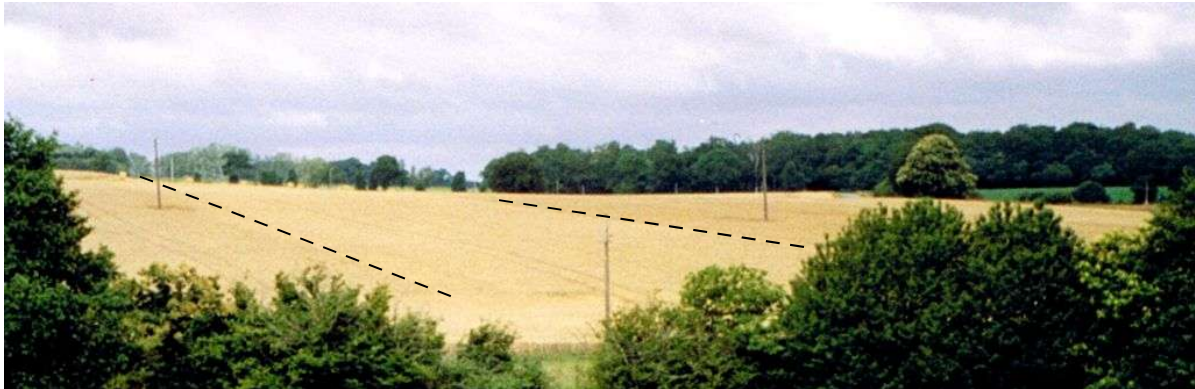
La présence de mycotoxines est un problème sanitaire grave dû à la présence de champignons responsables de la fusariose et naturellement présents dans les sols. Le champignon émet ces substances toxiques à l'intérieur du grain. Les mycotoxines ne sont altérées par aucun processus industriel. Elles sont invisibles, sans odeur et sans goût. Il existe plusieurs mycotoxines, dont la trichothécène, appelée DON, responsable de graves symptômes.

Le type d'effet visuel qui induit la polémique est le suivant :



Fig. 22 : Photo de la parcelle d'ALLISTER+DINGHY avant moisson (photo personnelle)

On distingue bien les bandes non traitées au fongicide : E/A et D/E, entre lesquelles se trouvent les bandes traitées B/C.



*Fig. 23 : Photo de la parcelle de CHARGER avant moisson (photo personnelle)*

On distingue une fois de plus les bandes non traitées au fongicide : E/A et D/E, entre lesquelles se trouvent les bandes traitées B/C.

Une analyse des mycotoxines a été réalisée à partir d'un kit récolte présenté par la société BASF. Ce kit mesure uniquement la teneur en DON et s'intéresse à la présence ou l'absence de DON au seuil 1250 ppm (norme alimentaire humaine).

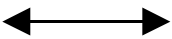
La récolte est réalisée le jeudi 21 juillet 2005.

Ont été mesurés les rendements (Rdt) en t/ha, l'humidité (H) en % et les poids spécifiques (PS) en kg/100L, et c'est à ce moment qu'ont été prélevés les échantillons pour l'analyse de mycotoxines (Fig. 24).

Le kit s'intitule RIDA QUICK DON « r-biopharm » diffusé par le laboratoire R-Biopharm (R-Biopharm AG, LandwehrstraBe 54, D 64293 Darmstadt <http://www.r-biopharm.com> ).

On introduit les bandes test dans le surnageant de farine. Lorsque deux traits apparaissent, le test est négatif.

*Fig. 24 : Tableau sur plan des mesures réalisées à la récolte*

 12 m	<b>COMPOST</b>				<b>ALLISTER +DINGHY</b>
	<b>TMS</b>				
<b>E = TNT</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E = TNT</b>
	<b>Fongicide - dose réduite</b>				
7,42	7,57	7,59	7,89	7,54	7,42
13,3	13,3	13,3	13,1	13,2	13,3
76,8	76,0	77,8	78,4	78,0	76,8
					Rdt H PS DON

N	N	N	N	N	N	CHARGER
8,07	8,40	8,94	8,64	8,42	8,07	
12,85	13	12,60	12,60	12,80	12,85	H
75,5	77,0	76,3	73,7	75,6	75,5	PS
N	N ~~	N	N	N	N	DON
						ORVANTIS
6,68	5,90	6,49	6,27	5,90	6,68	Rdt
12,4	12,3	12,6	12,4	12,5	12,4	H
73,4	68,40	75,00	73,30	73,25	73,4	PS
N ~~	N ~~	N ~~	N ~~	N	N ~~	DON

N : test négatif = absence de DON    N ~~ : test moins marqué mais négatif = absence de DON

Les valeurs indiquées dans les deux bandes témoins sont la moyenne des deux bandes.

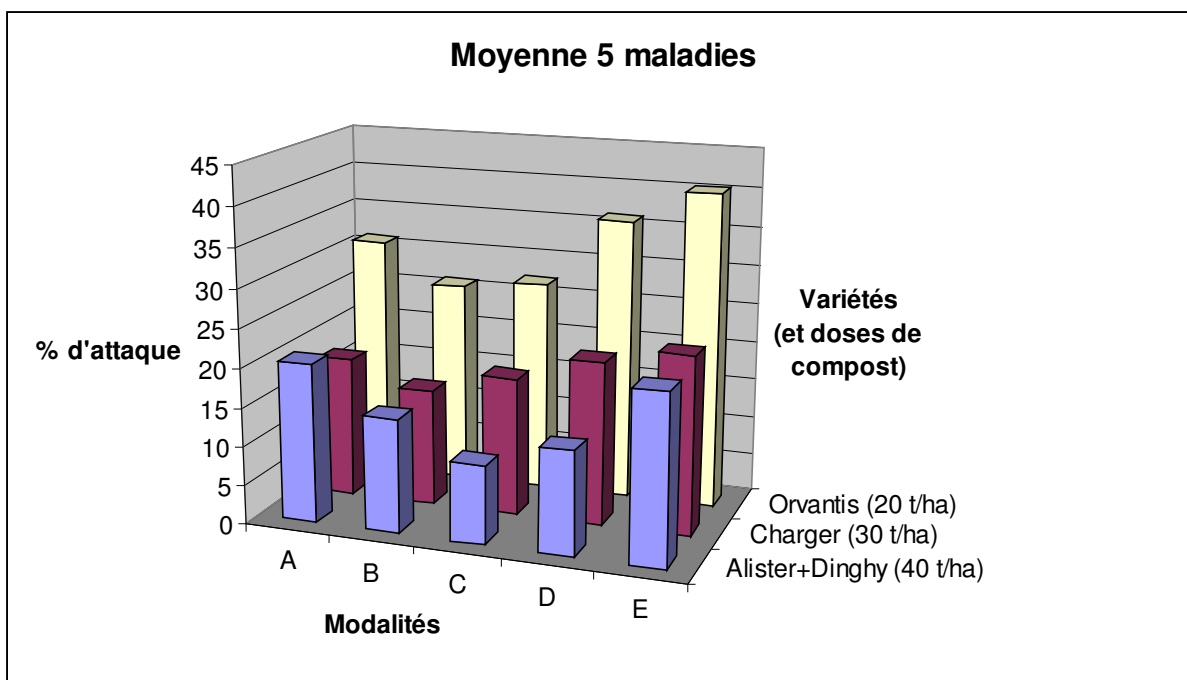
NB : Le maïs grain est considéré comme un précédent favorisant les risques de fusariose sur épi (parcelle ALLISTER + DINGHY).

### 327. Moyenne 5 maladies

Si l'on fait la moyenne de 5 problèmes phytosanitaires observés et mesurés précédemment (sauf fusariose sur épi et mycotoxines), on obtient la tendance suivante :

*Légende des modalités :*

Modalités	A	B	C	D	E
Traitements	Compost TMS	Compost TMS Fongicide	Compost Fongicide	Compost	Témoin



*Fig. 25 : Histogramme de mesure de la moyenne d'attaque des 5 maladies par variété (% d'attaque)*

Il semblerait que l'accélération des processus biologiques dans les sols améliore la lutte biologique. En effet il est remarquable de constater que le compost seul (D) sur ALLISTER + DINGHY procure la meilleure performance technique (Fig. 25). Ceci est confirmé par la variété ORVANTIS où la dose de compost frais est insuffisante et où l'on n'observe pas ce phénomène.

Le TMS améliore la performance du compost frais lorsque la dose de celui-ci diminue.

L'activation de la vie biologique du sol est donc la clé de la lutte biologique.

Ces observations obligent à regarder les réponses des différentes variétés aux maladies. Il est donc intéressant de recouper les résistances variétales théoriques à celles dégagées sur l'essai.

### 33. Résistance des variétés et rendement

#### 331. Résistances variétales

Les résistances variétales de référence n'ont pas été trouvées pour la septoriose, maladie pourtant préjudiciable car elle influence le rendement (Fig. 26) : le programme fongicide permet de gagner 5 à 6 q/ha.

*Fig. 26 : Tableau des résistances variétales théoriques (ARVALIS, 2004)*

Résistance (source ARVALIS)		ALLISTER+DINGHY	CHARGER	ORVANTIS
Rouille brune	note/9	7	6	5
	Classement	1	2	3
Oïdium	note/9	6	8	5
	Classement	2	1	3

Piétin-verse	note/9	5	3	2
	Classement	1	2	3
Fusariose	note/9	4	3	3
	Classement	1	2	2

*Fig. 27 : Tableau des résistances variétales de l'essai*

Résistance (essai)		ALLISTER+DINGHY	CHARGER	ORVANTIS
Rouille brune	% ataq moy	0.8	0.7	18.9
	Classement	2	1	3
Oïdium	% ataq moy	28	15.5	26.7
	Classement	3	1	2
Piétin-verse	% ataq moy	2.5	10.8	13.4
	Classement	1	2	3
Fusariose	% ataq moy	33	30.5	63.3
	Classement	2	1	3

*Fig. 28 : Tableau de comparaison des résistances variétales théoriques et de l'essai*

		ALLISTER+DINGHY	CHARGER	ORVANTIS
Rouille brune	Classement ARVALIS	1	2	3
	Classement essai	2	1	3
Oïdium	Classement ARVALIS	2	1	3
	Classement essai	3	1	2
Piétin-verse	Classement ARVALIS	1	2	3
	Classement essai	1	2	3
		ALLISTER+DINGHY	CHARGER	ORVANTIS
Fusariose	Classement ARVALIS	1	2	2
	Classement essai	2	1	3
<b>TOTAL</b>	Classement ARVALIS	1	2	3
	Classement essai	2	1	3

Comme on peut le constater, ORVANTIS est la variété la plus sensible au complexe 4 maladies (Fig. 26 à 28). Le mélange ALLISTER+DINGHY est le système le moins sensible en théorie, mais l'essai le place derrière CHARGER, bien que DINGHY seul vaille théoriquement CHARGER.

Le classement officiel donne une assez bonne indication, et ce peut être un outil de travail intéressant.

### **332. Résistances variétales et rendements**

Les résistances variétales donnent une indication qualitative sur les variétés, or parfois des attaques de maladies qui peuvent être visuellement très importantes ne sont pas forcément pénalisantes sur l'aspect quantitatif (le rendement). C'est pourquoi il est intéressant de comparer les résistances avec les rendements de l'expérience.

*Fig. 29 : Tableau des moyennes des rendements par modalité (t/ha) à 12% d'humidité et classement des variétés par rendements*

	Rendement (t/ha) à 12% d'humidité	Classement
Allister +Dinghy	6.25	<b>3</b>
Charger	8.50	<b>1</b>
Orvantis	7.60	<b>2</b>

Il apparaît une hiérarchie dans les rendements avec des variations allant jusqu'à 26 % entre les extrêmes, soit plus d'un quart de rendement en plus (Fig. 29).

L'objectif est de comparer les résistances variétales aux rendements :

*Fig. 30 : Tableau de comparaison entre les résistances variétales et les rendements*

	classement Résistance	classement rendement
Allister +Dinghy	2	3
Charger	1	1
Orvantis	3	2

La comparaison entre la sensibilité des variétés aux maladies et le rendement laisse supposer qu'une attaque de maladie n'a pas forcément d'influence néfaste sur le rendement (Fig. 30).

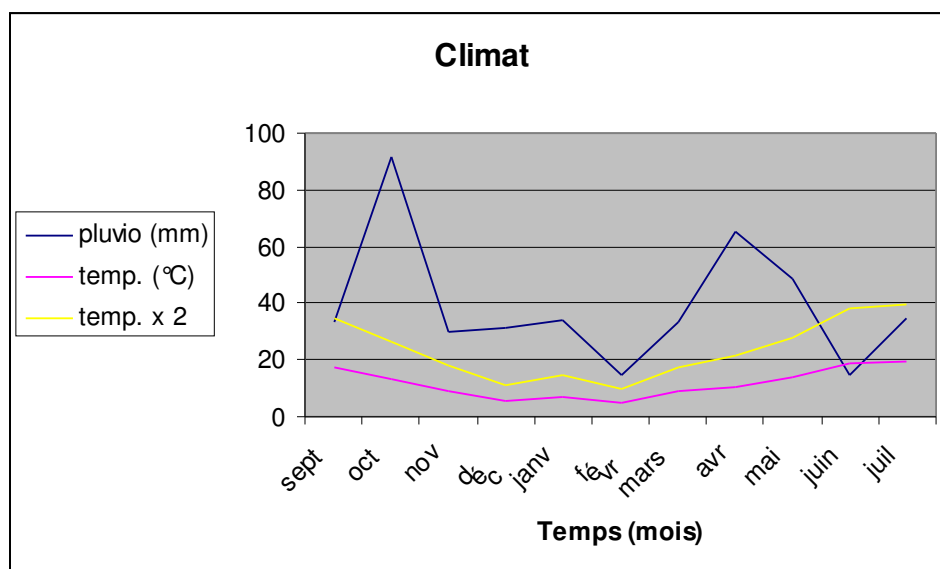
La parcelle n°1, semée du mélange variétal ALLISTER + DINGHY a reçu une dose plus faible d'ammonitrate du fait du précédent maïs et des préconisations réglementaires pour la fumure (le maïs est considéré comme une plante polluante, laissant théoriquement beaucoup de reliquats azotés, donc on fertilise moins la culture suivante). Elle a également reçu la plus forte dose de compost frais (40 t/ha). Le rendement du témoin qui dépasse celui des modalités A et D (sans fongicide) confirme que la parcelle n°1 a été sous-fertilisée en ammonitrate. Aussi, ayant reçu la plus forte dose de compost, elle a subi des problèmes de levée. De plus, son précédent est maïs grain, réputé favorable au développement de la fusariose des épis sur le blé suivant.

Cette approche montre qu'un traitement fongicide n'est peut-être pas si déterminant que ça (sachant que la septoriose n'a pu être prise en compte alors qu'elle est pénalisante pour le rendement). C'est bien la dose d'azote qui est limitante.

Enfin, le classement vaut pour cette année 2005, mais de nombreux paramètres, notamment météorologiques varient d'une année à l'autre. Il serait intéressant de réaliser le suivi sur plusieurs années, spécialement lors d'années pluvieuses, car l'humidité associée à des températures élevées favorise le développement des maladies cryptogamiques.

### 34. Données météorologiques

Le climat est un ensemble de paramètres aléatoires et non maîtrisables.



*Fig. 31 : Courbes pluviométrique et de température*

Lorsque la pluviométrie (courbe bleue) est inférieure à deux fois la température (courbe jaune), on se trouve en situation de sécheresse.

L'oïdium a nettement été favorisé par l'humidité d'avril où il s'est installé. La sécheresse, qui diminue les problèmes phytosanitaires cryptogamiques en général (Fig. 31), n'a pas contré cette maladie déjà installée.

Le climat du sud de Rennes peut être considéré comme bien adapté aux cultures de blé de manière générale. La variété CHARGER montre que ce sont celles qui ont un cycle long qui y sont le mieux adaptées. La stabilité climatique de fin de printemps (temps sec en juin) favorise les plantes tardives, car leur cycle photosynthétique est plus long que celui des plantes précoces. Cette situation évite les stress et une trop forte pression cryptogamique si le sol est en bon état et la fumure suffisante. La structuration du sol est bonne car nous avons vu que la réserve en eau du sol est élevée (40% d'espace poral utile à l'eau sur la parcelle de CHARGER, soit 2,4 fois plus d'eau dans le sol que dans la parcelle de labour qui n'atteint que 17%). La variété CHARGER se trouve donc dans une situation idéale : le sol est bien structuré après un précédent colza. Elle a reçu du compost jeune et a une vie biologique développée, sa réserve utile est excellente, et la fin du printemps est sèche.

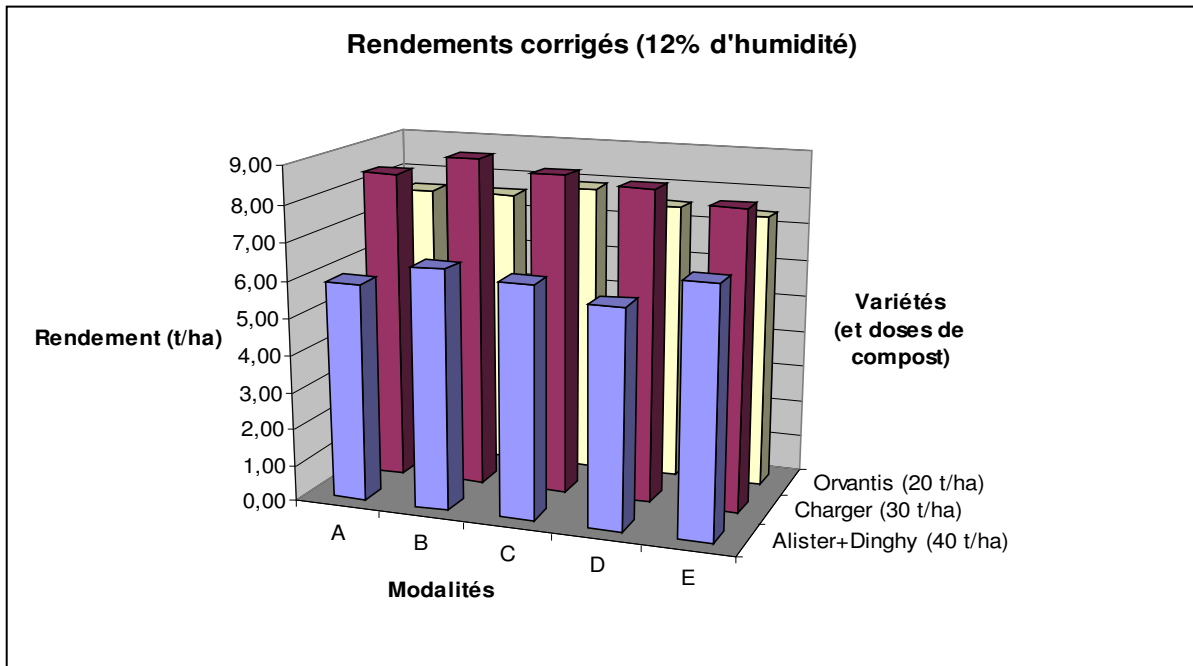
### 35. Rendement

Les rendements se comparent à un taux d'humidité constant, ce que l'on n'obtient pas en pratique. On étudie donc les « rendements corrigés ». Le seuil non pénalisant d'un blé

standard est de 15% d'humidité. L'humidité retenue pour le rendement corrigé de l'essai est de 12% car c'est le taux d'humidité le plus représentatif (taux moyen à la récolte).

Légende des modalités :

Modalités	A	B	C	D	E
Traitements	Compost TMS	Compost TMS Fongicide	Compost Fongicide	Compost	Témoin



*Fig. 32 : Histogramme des rendements corrigés (t/ha) à 12% d'humidité par variété*

*Fig. 33 : Tableau de classement des variétés par rendement*

rendements corrigés (t/ha à 12% d'humidité)							
	classement	moyenne	Modalités				
			A	B	C	D	E
Allister +Dinghy	3	6,25	5,90	6,49	6,27	5,90	6,68
Charger	1	8,50	8,40	8,94	8,64	8,42	8,07
Orvantis	2	7,60	7,57	7,59	7,89	7,54	7,42

ALLISTER+DINGHY

Le classement de rendement final démontre que pour cette variété c'est la dose d'azote qui est limitante car une partie de celle ci a été mobilisée pour dégrader la trop forte dose de compost (Fig 32 et 33). Ceci se voit sur le témoin E qui a un bon rendement, ce qui montre également que le fongicide n'est pas efficace. Le premier facteur de pénalisation du rendement est bien l'azote, ce que confirme le plan de fumure d'André JOUANOLLE. Il est probable qu'avec 50 kg d'azote on aurait atteint les autres rendements (il faut 2,5 à 3 kg d'azote pour faire un quintal de blé).

Les variétés des autres parcelles ne sont pas soumises à ce phénomène car les apports de compost sont plus faibles.

De manière générale, les problèmes de levée dans la parcelle 1 sont dus à l'état du sol parfois rappuyé, à la dose de compost trop élevée et à la présence de rongeurs (mulots).

### CHARGER

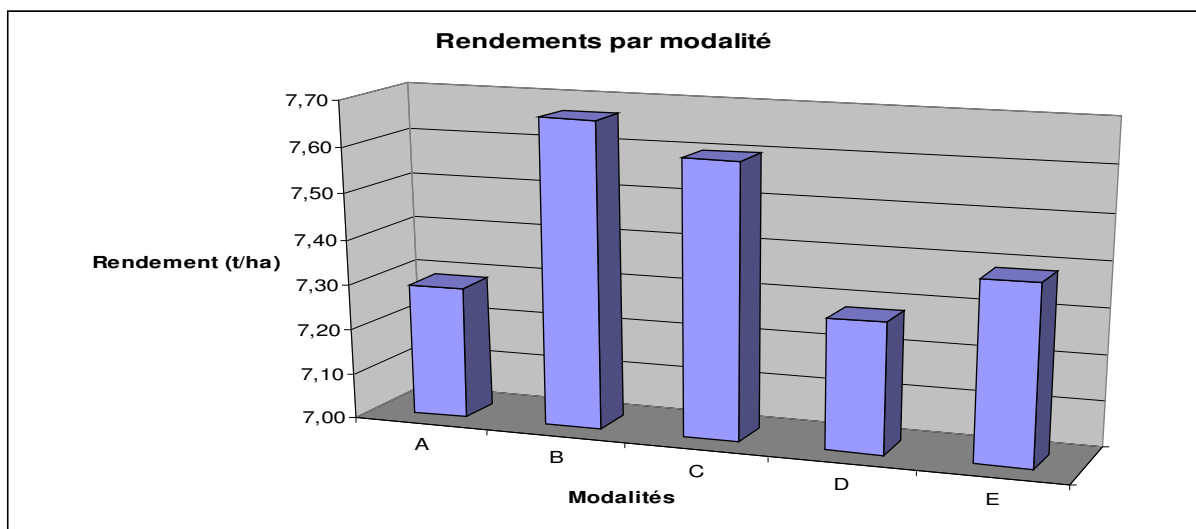
C'est la variété qui se montre la plus adaptée à la combinaison des facteurs sol, climat, et pression phytosanitaire en présence. Son précédent cultural est favorable (colza), et c'est une variété tardive qui a donc pu profiter pleinement du bon facteur sol (porosité donc eau, et par conséquent remplissage du grain).

### ORVANTIS

Malgré un état sanitaire visuellement assez inquiétant, le rendement atteint est correct et montre bien que l'intervention chimique suite à une surveillance visuelle des maladies peut être remise en cause. ORVANTIS se comporte comme une variété très tolérante, ce qui est peut-être un atout. Ceci mérite confirmation. Une variété tolérante permet aussi une installation durable des maladies, ce qui n'est pas souhaitable.

#### Légende des modalités :

Modalités	A	B	C	D	E
Traitements	Compost TMS	Compost TMS Fongicide	Compost Fongicide	Compost	Témoin



*Fig. 34 : Histogramme des rendements (t/ha) par modalité*

Un regard sur les différentes modalités (Fig. 34) montre que « A=D » (sans fongicide) et « B=C » avec fongicide. L'impact positif du TMS sur le % d'attaque (piétin-verse, fusariose sur tige, septoriose et rouille brune) ne se traduit pas par un gain de rendement. Si l'on prête attention à l'échelle, on observe que les gains de rendement générés par le traitement fongicide ne justifient pas ce dernier. Le témoin E est mieux positionné que A et D car la sous-fertilisation en azote de la parcelle 1 affecte la moyenne des trois parcelles.

Légende des modalités :

Modalités	A	B	C	D	E
Traitements	Compost TMS	Compost TMS Fongicide	Compost Fongicide	Compost	Témoin

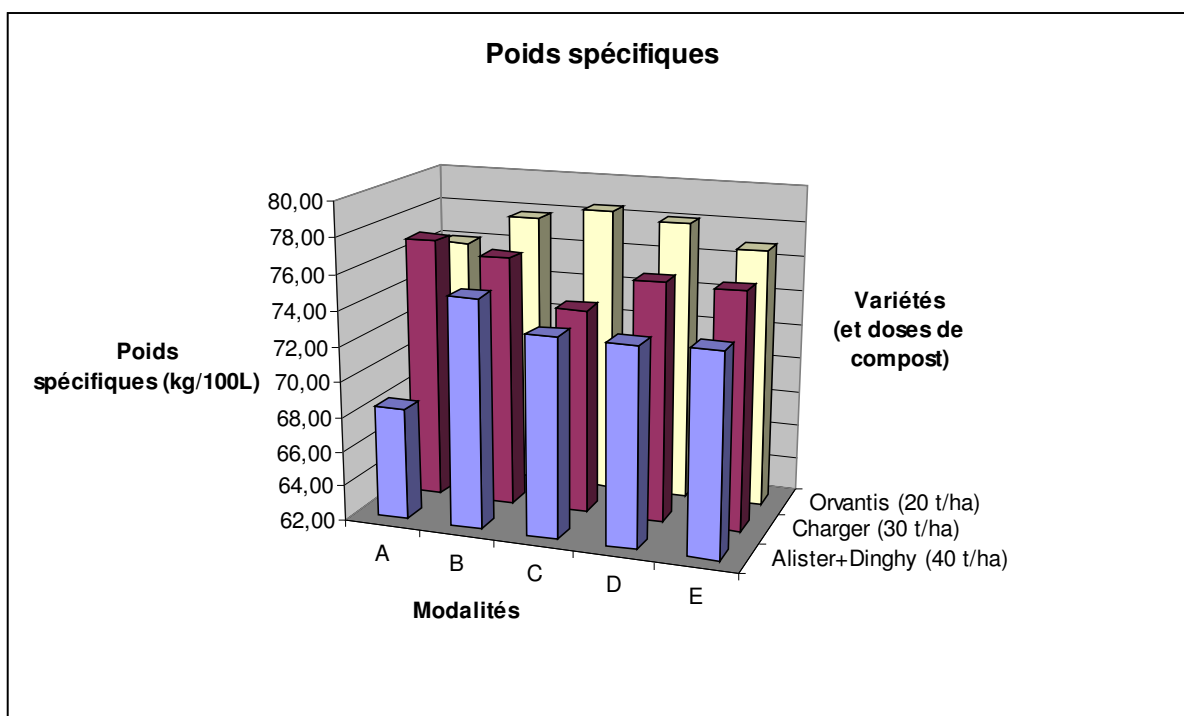


Fig. 35 : Histogramme des poids spécifiques (kg/100L) par variété

Les poids spécifiques sont stables pour une variété donnée et peu de différences existent entre les modalités, sauf pour la modalité A avec ALLISTER+DINGHY mais qui peut être un problème d'échantillonnage (Fig. 35). Nous avons les mêmes résultats pour les poids spécifiques que pour les rendements. Les modalités A et D sont comparables ainsi que B et C. Il n'y a que 4 q d'écart entre C et D pour ORVANTIS (40 € environ égal au coût du programme phytosanitaire) et 5,2 q d'écart pour CHARGER (52 €). La différence entre les variétés est plus importante que la différence entre les modalités : CHARGER atteint 85 q de moyenne, ORVANTIS atteint 76 q et ALLISTER+DINGHY atteignent 62 q. Le choix de la variété est donc déterminant de même que le pilotage de l'azote. L'influence du précédent et la dose de compost frais aussi.

Les principales différences mises en exergue sont les différences variétales. Le choix de la variété est donc un élément clé pour atteindre un rendement élevé dans une stratégie de lutte intégrée (supprimer fongicides et insecticides).

Dans le cadre d'une agriculture rentable pour l'agriculteur et durable pour la société (il faudra nourrir 9 milliards d'êtres humains en 2040), l'obtention d'un rendement élevé reste d'actualité.

### 36. Ravageurs

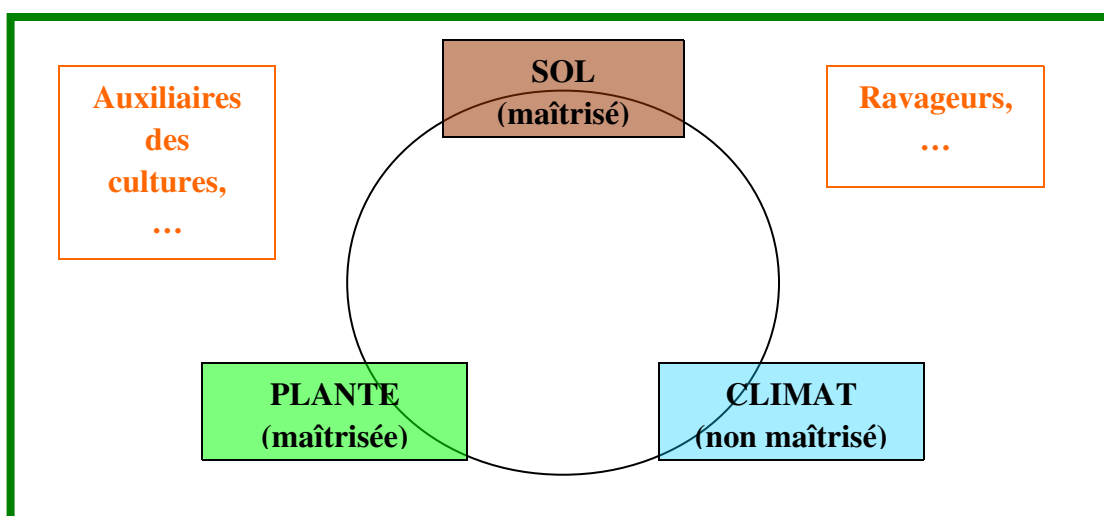
Tout un cortège de ravageurs a été relevé, les principaux dégâts ayant été causés par les limaces. Les pucerons ont été maîtrisés par un insecticide à l'automne mais quelques symptômes du virus de la jaunisse, dont ils sont les vecteurs, ont été relevés. Ont aussi été présents des lapins, mulots, chevreuils, tordeuses, mouches grises, cécidomyies, mineuses, criocères (ou lémas) et des thrips.

### 37. Auxiliaires

Certains ravageurs ont été partiellement maîtrisés par la présence naturelle d'auxiliaires des cultures tels que les coccinelles (contre les pucerons), les oiseaux (contre les insectes et les chenilles), les rapaces (les buses et les faucons contre les mulots), ainsi que les araignées contre les insectes.

### 38. Réponse aux objectifs

L'objectif de l'essai est de déceler si la modification des processus de compostage est favorable au développement des microorganismes du sol, afin de développer un concept de lutte biologique intégrée sur des sols gérés en techniques conservatoires (Fig. 36). Une réflexion a été de regarder le comportement de différentes variétés afin de déterminer les plus résistantes. Le calibrage des critères relatifs au sol a été réalisé grâce à l'utilisation du SOIL QUALITY TEST KIT ; ces deux points étant destinés à pallier aux aléas du climat, qui peuvent être brutaux et extrêmes.



*Fig. 36 : Schéma des éléments en interaction dans les agrosystèmes*

- L'obtention d'un sol vivant et bien structuré se confirme : à partir d'une situation initiale bonne, la porosité est améliorée (meilleure rétention d'eau et circulation de la phase gazeuse), le pH a augmenté, le développement de champignons a été observé, la réorganisation d'azote est vérifiée, la capacité d'infiltration est améliorée entre les deux dates des tests (résidus dégradés rapidement). Nous avons donc un sol performant.

- L'ajout de compost jeune de déchets végétaux est favorable et différentes doses ont été testées : 40, 30 et 20 t/ha. La dose optimale est de 30 t/ha. Cette dose est adaptée à la lutte biologique. L'emploi de fongicide n'y fait gagner que 5 q de blé, ce qui ne rentabilise pas le traitement.
- Le choix variétal est déterminant. Les variétés tardives sont adaptées aux conditions pédoclimatiques du Sud de Rennes, et notamment au type de sol (réserve utile élevée). Les résistances des maladies qui figurent dans les parutions officielles sont des outils valables.
- Le témoin E est la modalité la plus attaquée. Il confirme l'impact positif du compost frais obtenu sur les autres modalités.
- On observe aussi un impact positif du TMS, qui diminue lorsque la dose de compost frais augmente. Par conséquent, l'emploi de TMS se justifie sur du compost frais à faible dose. **L'équilibre de la vie biologique du sol associé à une plante performante et résistante sont donc la clé de la lutte intégrée.**
- Concernant le climat, la sécheresse de printemps favorise un meilleur état sanitaire des cultures en limitant le développement des maladies cryptogamiques. Un sol bien structuré et vivant et une plante performante sont aptes à supporter les aléas climatiques.
- Les éléments du milieu tels que les ravageurs et les auxiliaires ne semblent pas avoir eu d'impact sur l'essai. Ce ne sont donc pas des éléments clés d'introduction vers la lutte intégrée.

L'expérience réalisée chez André JOUANOLLE montre que le compost jeune de déchets végétaux développe la vie biologique du sol par l'apport de matière organique fraîche riche en cellulose et en lignine, nourriture des microorganismes du sol. Ce constat va dans le sens des travaux réalisés sur les Bois Raméaux Fragmentés (BRF) [2].

L'utilisation de BRF (Bois Raméaux Fragmentés) sur une culture de fraises a permis d'observer que les pucerons épargnaient systématiquement les parcelles traitées aux BRF, mais pas le témoin. De même, ils protègent efficacement la tomate amère *Solanum aethiopicum* contre les nématodes *Meloidogyne* [2].

Il serait intéressant de vérifier si le compost jeune de déchets végétaux épandu à l'automne contrarie la prolifération des pucerons virulifères (porteurs de la jaunisse nanisante) comme observé dans les travaux ci-dessus, en vue de supprimer l'insecticide d'automne.

## **Partie 4 : Autocritique**

L'expérience donne des indications très positives et mérite d'être poursuivie.

Le premier point particulièrement discutable est l'absence de répétition. Chaque modalité (hormis les témoins qui étaient doubles) a été testée trois fois, mais il s'agissait de 3 variétés différentes, et sur trois parcelles différentes, alors qu'un essai agronomique officiel aurait compté 3 répétitions minimum et des surfaces plus petites sans changement des paramètres. Mais le but de cet essai était de dégager des pistes de réflexion, et d'être réalisable en conditions naturelles de plein champ et en collaboration avec les moyens de l'agriculteur.

Ensuite, les variétés choisies l'ont été parmi d'autres nombreuses variétés existantes. Il est difficile de déterminer si les variétés choisies pour cet essai expriment correctement le potentiel de l'agrosystème. Ce choix dépend de l'agriculteur, de son expérience et de ce qu'il connaît de sa microrégion. Les résultats obtenus pour la variété CHARGER prouvent que le choix a été bon pour cette variété. Nous avons donc obtenu des pistes de réflexion et il s'agit désormais de progresser sur la détermination des variétés.

Les choix techniques de l'essai étaient de le réaliser délibérément sur sol vivant, et donc sur des sols gérés par des techniques conservatoires. Mais pour une essai officiel, l'absence de témoin basé sur les pratiques d'agriculture conventionnelle (labour) avec les mêmes variétés que les autres modalités pourrait être critiquable.

## Partie 5 : Prolongements de l'étude

L'étude s'est articulée autour du système sol-plante-climat et éléments extérieurs (ravageurs, auxiliaires). Les prolongements de cette expérience se déclinent en plusieurs idées.

**L'ETA JOUANOLLE** pratique une gestion globale de l'agrosystème :

- 1) rotation adaptée (colza précédent le blé)
- 2) épandage de compost jeune et stabilisé de déchets végétaux

Il faudrait avancer dans la démarche en suivant les points suivants :

3) tri et repérage des variétés (semier 10 variétés à conduire sans fongicide et sur compost frais pour obtenir les poids spécifiques et les rendements)

4) semer un blé classique comme témoin

5) faire varier les précédents culturaux

6) préparation de semis suivante : déterminer les précédents favorables (lin, colza, féverole, couverts végétaux à biomasse) et épandre du compost frais en été-début automne (dégradation par l'activité biologique du sol)

7) garder le traitement de semence

8) semer. Surveiller les pucerons à l'automne (vecteurs du virus de la jaunisse nanisante pouvant être la cause directe d'une perte de 50% des rendements)

9) mener la culture sans protection insecticide (la plus toxique) ni fongicide

10) un essai devrait être reconduit pour surveiller l'évolution d'une telle stratégie

11) il semble aussi intéressant de conserver une modalité TMS

Au final, 4 modalités sont à conserver : témoin, compost frais, compost frais + fongicide, compost frais + TMS. Mais l'outil chimique (fongicide et insecticide) doit rester un outil « pompier », c'est-à-dire qu'il ne doit être utilisé que si aucun autre recours n'existe. Et il est évident qu'il est souhaitable de s'efforcer à changer les molécules, et surtout les modes d'action (contre le développement de résistances).

Il serait intéressant de continuer sur du moyen ou long terme, notamment pour voir jusqu'où l'on peut valider l'effet du TMS. Le TMS paraît vraiment très intéressant à des doses de compost jeune inférieures ou égales à 20 t/ha. Il faudrait garder une répétition à 30 t/ha et une à 20 t/ha de compost frais lors de la reconduction de l'essai.

L'expérience montre que le fongicide n'est pas vraiment utile dans les conditions de l'expérience, donc atteindre l'objectif de lutte intégrée est rapidement et facilement envisageable.

L'intervention d'acteurs officiels est souhaitable afin de mieux préciser l'expérience. Il serait souhaitable que les services Recherche et Développement ouvrent correctement ces

nouveaux dossiers avec les acteurs compétents (associations, sociétés de compostage, agriculteurs).

De plus, continuer l'essai permet de savoir si on obtient les mêmes résultats sous un autre climat (effet année).

**Un autre axe de prolongement concerne la composition des composts de déchets verts :** des associations différentes d'essences ne doivent pas présenter les mêmes effets phytosanitaires, et il serait intéressant de déterminer quelles essences sont les plus favorables à la lutte intégrée, sachant que cet axe de travail est très ambitieux.

### **Le semis direct**

Cette technique est plus récente que le mulchage en Bretagne. Elle se vulgarise activement depuis les années 2000. L'utilisation d'un semoir spécialisé permet d'ouvrir un sillon, de poser la graine et de refermer le sol. Ainsi, seul 15 % de la surface est « touchée », préservant l'intégralité de l'organisation biologique du sol. On peut supposer que sur les 80% restant on puisse assister à un développement actif de mycélium et de mycorhizes. Ceci mérite d'être vérifié chez des agriculteurs pratiquant le semis direct.

L'utilisation de cette méthode de semis associée au mulchage ouvre de nouvelles perspectives dans la gestion microbiologique des sols et permet de réfléchir différemment la gestion des cultures. En effet, il devient possible de construire de véritables écosystèmes sols avec un développement important de la vie biologique. Cette vie biologique devrait permettre d'améliorer la protection naturelle des plantes de cultures grâce à la complémentarité des communautés vivantes présentes dans et sur le sol.

**Il serait intéressant d'étudier l'effet du compost jeune de déchets végétaux sur les adventices (herbes indésirables).** Par l'amélioration de la vie biologique du sol, on peut s'attendre à voir diminuer l'apparition d'adventices réparatrices (« mauvaises herbes » qui sont favorisées par un certain état du sol et qui apparaissent pour « corriger » ces sols).

### **Protocole de Kyoto**

A l'horizon 2050 il faudra diviser par 4 les émissions de Gaz à Effet de Serre (Radanne, 2004), et les associations BASE et APAD (Association de Promotion pour une Agriculture Durable) ont maintes fois démontré que la séquestration de carbone par les systèmes agronomiques est possible. Cette thématique est développée par Socolow dans *Sciences* en 2005, dans le cadre des projets pouvant lutter contre les émissions de GES.

De plus, on constate que la participation d'un compost jeune vaut mieux que celle d'un compost stabilisé : moins d'opérations de retournement (consommation d'énergie) et moins d'émissions gazeuses. En quantifiant le bilan énergétique de l'utilisation de compost jeune de déchets végétaux en agriculture, on peut envisager la vente de crédits carbone auprès du secteur industriel en général.

**La favorisation des auxiliaires des cultures** est importante et peut s'effectuer par divers moyens (Chaubet, 1994) :

- ✓ Assolement
- ✓ Choix variétal
- ✓ Cultures mixtes ou associées
- ✓ Bandes incultes
- ✓ Plantes nectarifères de bordure
- ✓ Fauchage de végétaux spontanés (dont les repousses favorisent certains auxiliaires)
- ✓ Création d'abris (ex : tronçons de tiges à moelle sèche, carton alvéolé, textile)
- ✓ Haie fonctionnelle et choix des associations végétales : relais inter-cultures (spatial et temporel)
- ✓ Réduire l'utilisation des herbicides qui détruisent les plantes hôtes
- ✓ Protection des auxiliaires contre leurs antagonistes (ex : barrière de glue)

Cette liste d'actions mène petit à petit vers la réduction des doses d'herbicides par l'amélioration des conditions de l'agrosystème.

## Conclusion

L'épandage de compost jeune de déchets végétaux comme apport d'une source carbonée fraîche destinée à améliorer la vie microbologique des sols a permis d'atteindre de nombreux objectifs.

L'obtention d'un sol performant est possible. L'amélioration du pH, la réorganisation d'azote, la séquestration du carbone, l'amélioration de la porosité (meilleure circulation de la phase gazeuse et meilleure rétention d'eau), la hausse de la capacité d'infiltration de l'eau et la présence d'un système à base de mycélium ont été obtenus.

Concernant le développement des maladies cryptogamiques, il semblerait que l'accélération des processus biologiques dans les sols améliore la lutte biologique. En effet il est remarquable de constater que le compost seul (D) sur ALLISTER + DINGHY procure la meilleure performance technique. Ceci est confirmé par la variété ORVANTIS où la dose de compost frais est insuffisante et où l'on n'observe pas ce phénomène. Le TMS (activateur biologique) améliore la performance du compost frais lorsque la dose de celui-ci diminue. **L'activation de la vie biologique du sol est donc la clé de la lutte intégrée.**

Concernant la comparaison entre la sensibilité des variétés aux maladies et le rendement, elle laisse supposer qu'une attaque de maladie n'a pas forcément d'influence néfaste sur le rendement. Dans la parcelle n°1, semée du mélange variétal ALLISTER+DINGHY, le rendement du témoin dépasse celui des modalités A et D (sans fongicide et avec compost frais). Ceci témoigne du fait qu'une plus faible dose d'azote liée au plan de fumure et qu'une dose trop importante de compost frais (40 t/ha) sont pénalisantes. La parcelle n°1 est donc sous-fertilisée. Ceci montre qu'une grande quantité de résidus et de compost frais réorganisent l'azote du sol et évitent le lessivage. Cette parcelle a aussi dû faire face à des problèmes de levée. De plus, son précédent est du maïs grain, réputé favorable au développement de la fusariose des épis sur le blé suivant. Cette parcelle montre qu'un traitement fongicide n'est peut-être pas si déterminant que cela (sachant que la septoriose n'a pu être prise en compte alors qu'elle est pénalisante pour le rendement).

La lutte intégrée est donc possible. L'obtention de rendements élevés aussi. Il semble se dessiner une tendance. Les programmes de protection phytosanitaires sont inutiles face au faible gain de rendement vis-à-vis du coût engagé (temps de travail, préparation de la bouillie, prix du produit, amortissement du matériel, gasoil, traction, technicité). L'utilisation d'une variété tolérante aux maladies associée à une bonne gestion des sols semble efficace (niveau de rendements des témoins).

Un sol originel est natif de la forêt, tout du moins en Bretagne. Il est donc apte à fonctionner selon des processus où la matière organique originelle est ligneuse et cellulosique. L'utilisation de compost jeune va dans ce sens. Il est probable que l'amélioration des performances agronomiques des sols soit conséquente. Il est curieux que ce raisonnement n'ait pas été initié en France comme le développement de l'utilisation de BRF (Bois Raméaux Fragmentés) dans d'autres pays.



## Liste bibliographique

ARVALIS, 2004. *Choisir – Variétés et Traitements d'automne des céréales – Région Bretagne, Pays de la Loire*. Paris, ARVALIS, 153 p. ISBN 2.86492.633.4

BASE (Bretagne Agriculture Sol Environnement) (a), *Rapport expérimentation parcelle en non labour – Le sol, un ensemble complexe : état des lieux*. Bretagne Agriculture Sol Environnement, 28 p. Rapport Bretagne Agriculture Sol Environnement

BASE (Bretagne Agriculture Sol Environnement) (b), *Qualité et fertilité des sols – La gestion de la couverture des sols par les TCS et le semis direct au secours de l'environnement*. Bretagne Agriculture Sol Environnement, 21 p. Rapport Bretagne Agriculture Sol Environnement

Chambre d'Agriculture du Maine-et-Loire, 1999. *Essai agronomique de plein champ d'un compost de déchets verts*. 61 p. ADEME

Chaubet B., 1994. Diversité écologique, aménagement des agro-écosystèmes et favorisation des ennemis naturels des ravageurs : cas de aphidiphages. *Les dossiers de la cellule environnement - Lutte biologique (INRA)*. n°5, p 199-217.

Davet P., 1996. *Vie microbienne du sol et production végétale*. INRA Editions, 383 p. ISBN 2-7380-0648-5

Radanne P., 2004. *La division par 4 des émissions de dioxyde de carbone en France d'ici 2050*. 32 p. Rapport de Mission Interministérielle de l'Effet de Serre adressée au Premier Ministre et au Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable.

Radou B., 1997. *Les microorganismes de la rhizosphère*. Mémoire de Licence, UCO-IBEA, Angers, 21 p.

Socolow, 2005. Quinze idées pour sauver le monde. *Courrier International*. n°779, p. 38-41.

USDA (United States of Department of Agriculture), 1998. *Soil Quality Test Guide*. USDA, 82 p.

### Sites Internet :

[1] Bretagne Agriculture Sol Environnement (BASE), 2005. [En ligne]. <http://pageperso.aol.fr/baseagrisol/mapage/associations.html> (Page consultée le 8 avril 2005)

[2] AGGRA, 2005. [En ligne]. <http://www.aggra.org/> (Page consultée le 3 mai 2005)

[3] Perspectives agricoles, 1996. *Perspectives agricoles n°209 paru le 1<sup>er</sup> janvier 1996 article page 27 Résumé*. [http://www.perspectives-agricoles.com/pa/archive\\_2.asp?idArc=292](http://www.perspectives-agricoles.com/pa/archive_2.asp?idArc=292) (Page consultée le 1<sup>er</sup> août 2005)

[4] e-phy, 2005. <http://e-phy.agriculture.gouv.fr/spe/> (Pages consultées le 1<sup>er</sup> août 2005)

## Résumé

L'association Bretagne Agriculture Sol Environnement (BASE), l'Entreprise de Travaux Agricoles JOUANOLLE, la société de compostage de déchets végétaux ECOSYS et la société Technique Minérale Culture et Elevage (TMCE) ont entrepris une expérimentation agronomique en conditions naturelles de plein champ.

Les parcelles de l'essai sont situées à Bourgbarré au sud de Rennes. Le but est de déterminer quel est le potentiel de lutte intégrée de la combinaison de différentes pratiques : gestion de conservation des sols par le semis sous mulch, épandage de compost jeune de déchets verts sensé développer un film protecteur à base de mycélium et de mycorhizes à la surface du sol, épandage de Technique Minérale Solide (TMS : oligo-éléments, activateur biologique), hiérarchisation de la résistance variétale, hiérarchisation des précédents culturaux, combinaison de ces paramètres avec l'utilisation partielle de fongicide.

Les variétés de blé testées sont le mélange variétal ALLISTER+DINGHY, CHARGER et ORVANTIS.

L'objet majeur du stage a été de réaliser les notations phytosanitaires d'avril jusqu'à la moisson, d'effectuer les tests sur la qualité des sols et d'interpréter les résultats.

La variété la plus résistante est CHARGER. Le mélange variétal ALLISTER + DINGHY suit CHARGER d'un point de vue sanitaire, mais il est devancé par ORVANTIS d'un point de vue quantitatif. Les résultats montrent un effet positif de l'utilisation de compost frais de déchets végétaux par le développement attendu de systèmes à base de mycélium et de mycorhizes et par l'activation de l'équilibre biologique du sol, de même que par l'amélioration de paramètres physico-chimiques. Le TMS améliore sensiblement la récolte quantitativement et qualitativement dès cette première année. Il s'avère que l'utilisation de fongicide n'est pas remboursée par le nombre de quintaux gagnés.

MOTS CLES : blé, Bretagne, compost, déchets végétaux, essai, sol