



Harouna Coulibaly

**Le SCV (Semis direct sous Couverture Végétale), un élément
stratégique de gestion durable des terres agricoles : une
expérience française comme base de réflexion pour le Mali**

Mémoire présenté

à l'université internationale de langue française au service
du développement africain

Université Senghor

pour l'obtention du Diplôme d'Etudes Professionnelles Approfondies (DEPA)

DÉPARTEMENT GESTION DE L'ENVIRONNEMENT

Directeurs de stage : Francis FOREST et Jacques GIGOU, CIRAD-GEC/Montpellier

Jury : Michel Bouchard, Université de Montréal/Canada
Michel Damian, Université Senghor/Egypte (président)
Guy Matejka, Université de Limoges/France

Alexandrie
Egypte

2005

Dédicace

Je dédie ce mémoire à :

Mon père Sina

Feue, ma mère Sitan SANOGO qui par leur amour et leur affection m'ont toujours soutenu.

Ma chère épouse Korotoumou dite Perny SOGODOGO

Nos enfants Adama et Lassina qui ont enduré des souffrances pendant mon absence.

Avant-propos

Le présent mémoire fait suite au stage effectué en France et est une partie intégrante du cursus de formation en Gestion de l'Environnement de l'Université Senghor.

Il est réalisé pour l'obtention du DEPA (Diplôme d'Etude Professionnelle Approfondie). Dans ce travail, il s'agit de mettre en pratique les enseignements reçus à l'Université et dans un organisme expérimenté afin de mener une réflexion pour l'adaptation aux réalités maliennes.

Notre stage s'est déroulé à Montpellier au CIRAD (Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement). L'essentiel de ce travail était de réfléchir sur des stratégies de gestion durables mises en œuvre par cet organisme et susceptibles d'être appliquées au contexte malien.

Cette expérience est riche d'enseignements et nous espérons la faire partager une fois de retour au pays avec les institutions, les organismes opérant dans le secteur agricole en particulier et tout ce qui œuvre pour la promotion du développement rural en général.

Remerciements

Je remercie le rectorat, les directeurs de département ainsi que les professeurs associés de l'Université Senghor qui ont bien voulu me permettre d'échanger avec des personnes ressources dans divers domaines de connaissances.

Je remercie le personnel du secteur TIC (Technologie de l'Information et de la communication) ainsi que le service de l'intérieur de l'Université Senghor pour leur soutien et leur disponibilité.

Mes remerciements à la direction de l'Institut d'Economie Rurale pour avoir accepté ma mise en congé de formation.

Je tiens à remercier tout le personnel du programme GEC (Gestion des Ecosystèmes Cultivés) du CIRAD pour leur excellent accueil, pour la qualité du stage offert et enfin pour tous les éléments qui ont rendu le déroulement de ce travail très agréable.

Je remercie tout particulièrement Francis FOREST, pour son aide constante, ses conseils avisés et sa grande disponibilité en réunissant les conditions optimales pour la réussite du stage.

Je remercie Jacques GIGOU pour m'avoir apporté de nombreux éclaircissements concernant les systèmes agricoles français et africains.

J'envoie un grand merci à Michel RAUNET et Pascal MARNOTTE pour leurs qualités pédagogiques en pédologie et malherbologie.

Mes remerciements à la famille de Jean Claude QUILLET en Touraine pour leur accueil et leur sympathie pendant mon séjour.

Je n'oublie pas MM. Odette PUARD, Christine CASINO et Brigitte MAYOR pour leur gentillesse et leur courtoisie.

J'adresse ma considération à l'Organisation Internationale de la Francophonie qui m'a offert la possibilité de faire cette formation à l'Université Senghor d'Alexandrie en Egypte.

Je remercie les familles Hamady et Modibo COULIBALY à Paris pour leur soutien inlassable et leur accueil.

J'adresse également mes vifs remerciements à tous les auditeurs et auditrices de la promotion 2003-2005 de l'Université Senghor pour leur collaboration et sympathie.

En fin merci à Mamourou SIDIBE pour sa disponibilité à faire les courses de ma famille pendant mon absence.

Résumé

Le semis direct sous couverture végétale, est basé sur un non-labour du sol, la conservation des résidus de récolte et l'implantation de couverts végétaux entre deux cycles de culture. Certains agriculteurs français, dans la région de Tours, ont adopté les TCS (Techniques Culturelles Simplifiées) en début des années 1990, pour réduire leurs coûts de production. A cette période, des sessions de formation sur le SCV (Semis direct sous Couverture Végétale) furent organisées au niveau départemental et animées par des microbiologistes du sol. Au cours de ces ateliers, les biologistes ont expliqué le fonctionnement du sol en non-labour dans lequel la macrofaune maintient une bonne porosité du sol en creusant de nombreuses galeries.

Dans son exploitation notre agriculteur, l'un des pionniers des SCV, a essayé la méthode en utilisant le seigle comme plante de couverture. Après deux années d'essai il a abandonné le seigle au profit de l'avoine qui lui avait été conseillée par un chercheur expérimenté du CIRAD, à partir des recherches de celui-ci sur le semis direct au Brésil. Convaincu de l'intérêt des méthodes SCV pour son exploitation, il a entrepris une série de voyages d'étude dans des pays ayant une expérience en SCV (Etats-Unis, Brésil, Argentine, Australie et Chili) pour améliorer ses pratiques.

Le présent mémoire a pour objectif de caractériser les systèmes de culture sans labour avec couverture végétale et leurs conditions d'intégration au sein des exploitations agricoles. La méthodologie de recherche a consisté en une revue bibliographique sur le SCV, des rencontres avec des personnes ressources et une enquête auprès d'agriculteurs.

Depuis 2000, la totalité de l'exploitation du paysan enquêté est en SCV avec couverture morte. Selon lui il s'agit de protéger et dynamiser les activités biologiques sur la structure et la matière organique de ses terres. L'adoption de la technique lui a imposé des adaptations de systèmes de culture à différentes échelles, de la parcelle à l'exploitation. Selon l'agriculteur, les quantités d'herbicides ont diminué et le glyphosate avec les rotations est maintenant l'élément essentiel du contrôle des mauvaises herbes. La technique du SCV a un intérêt particulier dans cette exploitation car elle permet l'accès aux parcelles mouillantes (situées dans la vallée du Cher) pendant de très longues périodes, ce qui permet de semer et apporter les engrais aux dates optimales.

Les principales cultures sur les coteaux sont le colza, l'orge, le sorgho/millet et la vigne, tandis que celles de la vallée du Cher comprennent le blé, le maïs, le sorgho/millet. Les rendements sont stables et la marge brute est importante. Selon les années, la meilleure marge est réalisée avec le blé ou le maïs soutenue par la prime PAC (qui varie suivant les cultures et les régions).

Les itinéraires techniques en SCV se raisonnent à la parcelle, en fonction des observations de l'agriculteur sur les mauvaises herbes et les parasites.

Le parc de matériels agricoles a été adapté pour le travail sous couvert végétal.

Au cœur donc de l'agriculture « durable » ou de « conservation », le SCV connaît cependant des formes et des succès variables selon les contextes biophysiques et socio-économiques.

Mots clés : TCS, SCV, couverture végétale, adventices, glyphosate, rotations, itinéraires techniques, PAC

Table des matières

| | |
|---|------------|
| DEDICACE..... | I |
| AVANT-PROPOS | II |
| REMERCIEMENTS..... | III |
| RESUME..... | IV |
| TABLE DES MATIERES | V |
| LISTE DES ANNEXES | IX |
| ABREVIATIONS ET SIGLES | X |
| INTRODUCTION GENERALE..... | 1 |
| CHAPITRE 1 : LA POLITIQUE AGRICOLE COMMUNE ET LE DEVELOPPEMENT DURABLE EN FRANCE | 4 |
| 1.1 L'EVOLUTION DE LA POLITIQUE AGRICOLE COMMUNE..... | 4 |
| 1.1.1 La Politique Agricole Commune dans les années 1980 | 4 |
| 1.1.2 Les réformes des années 1990 | 5 |
| 1.2 LES ENJEUX ACTUELS..... | 7 |
| 1.2.1 Les équilibres de marché | 7 |
| 1.2.2 La prise en compte de l'environnement dans la PAC | 7 |
| 1.3 CONCLUSION DU CHAPITRE 1 | 8 |
| CHAPITRE 2 : LES CARACTERISTIQUES DE LA CONTAMINATION DU MILIEU AGRICOLE | 9 |
| 2.1 DEFINITION : POLLUTION, CONTAMINATION | 9 |
| 2.1.1 La qualité de l'eau | 9 |
| 2.1.2 La qualité des sols | 10 |
| 2.2 LES SOURCES MAJEURES DE LA CONTAMINATION DE L'ENVIRONNEMENT AGRICOLE :..... | 10 |
| 2.3 LES VOIES DE CONTAMINATION..... | 11 |
| 2.3.1 L'érosion..... | 11 |
| 2.3.2 Le drainage | 11 |
| 2.3.3 Le lessivage..... | 11 |
| 2.4 LES REPERCUSSIONS DES EXCES D'INTRANTS DANS L'ENVIRONNEMENT AGRICOLE | 12 |
| 2.4.1 La pollution organique ou inorganique | 12 |
| 2.4.2 La pollution microbienne..... | 12 |
| 2.4.3 La pollution toxique | 12 |
| 2.4.5 L'exposition involontaire aux résidus de pesticides | 13 |
| 2.5 LES HERBICIDES..... | 13 |
| 2.5.1 La définition..... | 13 |
| 2.5.2 La composition..... | 14 |
| 2.5.3 La formulation..... | 14 |
| 2.5.4 Les caractéristiques | 14 |
| 2.5.5 Les modes d'action des herbicides..... | 15 |
| 2.5.6 La sélectivité | 15 |
| 2.5.7 Les facteurs du milieu et le comportement des herbicides | 16 |
| 2.5.7.1 Le climat | 17 |
| 2.5.7.2 Le sol | 18 |

| | |
|---|-----------|
| 2.5.7.3 La plante | 18 |
| 2.5.8 Les conditions d'application..... | 19 |
| 2.5.9 Le devenir des herbicides dans le milieu..... | 20 |
| 2.5.10 Le choix des herbicides | 20 |
| 2.5.11 La rotation des herbicides | 21 |
| 2.6 LES VARIETES GENETIQUEMENT MODIFIEES RESISTANTES A UN HERBICIDE | 21 |
| 2.7 LES MAUVAISES HERBES | 22 |
| 2.7.1 Définition..... | 22 |
| 2.7.2 La concurrence (ou nuisibilité directe)..... | 22 |
| 2.7.2.1 La compétition | 22 |
| 2.7.2.2 L'allélopathie | 23 |
| 2.7.3 La nuisibilité indirecte..... | 25 |
| 2.8 CONCLUSION DU CHAPITRE 2 | 26 |
| CHAPITRE 3 : L'HISTOIRE DU SCV (SEMIS SOUS COUVERTURE VEGETALE) | 27 |
| 3.1 DEFINITION | 27 |
| 3.2 ORIGINE ET PRINCIPES DU SCV..... | 27 |
| 3.3 LES PAYS LEADERS DANS LE SCV..... | 28 |
| 3.3.1 Etats-Unis..... | 29 |
| 3.3.2 Australie..... | 31 |
| 3.3.3 Argentine | 33 |
| 3.3.4 Brésil..... | 34 |
| 3.4 LE SCV EN FRANCE : | 36 |
| 3.4.1 Les pratiques du non-labour en France | 36 |
| 3.4.2 La longue tradition du labour dans l'agriculture française..... | 37 |
| 3.4.3 La dynamique productiviste de l'agriculture française de 1945 à 1990..... | 38 |
| 3.4.4 Un changement du contexte économique, environnemental et politique..... | 38 |
| 3.4.5 Le rôle des agriculteurs pionniers et du CIRAD dans le SCV..... | 40 |
| 3.5 CONCLUSION DU CHAPITRE 3 | 41 |
| CHAPITRE 4 : LA SOCIETE CIVILE D'EXPLOITATION AGRICOLE (SCEA) JEAN-CLAUDE QUILLET..... | 42 |
| 4.1 LA ZONE D'ETUDE : INDRE - ET -LOIRE EN TOURAINNE | 42 |
| 4.1.1 Présentation..... | 42 |
| 4.1.2 Les types de sols..... | 42 |
| 4.1.3 Le climat | 43 |
| 4.1.4 Les données agricoles..... | 44 |
| 4.2 L'EXPERTISE DE J.C. QUILLET :..... | 45 |
| 4.2.1 Les activités de J.C. Quillet | 45 |
| 4.2.2 L'historique de l'expertise de J.C. QUILLET : | 45 |
| 4.2.3 La présentation de l'exploitation : | 47 |
| 4.2.4 Le parc de matériels | 48 |
| 4.2.4.1 Les tracteurs..... | 48 |
| 4.2.4.2 Les semoirs | 48 |
| 4.2.4.3 Les autres équipements :..... | 48 |
| 4.2.5 Les pratiques agricoles de J.C. Quillet | 49 |
| 4.2.5.1 L'assolement, les rotations | 49 |
| 4.2.5.2 L'utilisation des plantes de couverture..... | 49 |
| 4.2.5.3 La gestion des dates de semis : | 50 |

| | |
|---|-----------|
| 4.2.5.4 La gestion des pailles | 52 |
| 4.2.5.5 La gestion des mauvaises herbes | 52 |
| 4.2.5.6 La gestion des parasites et des maladies des cultures | 53 |
| 4.2.6 Les impacts des pratiques | 54 |
| 4.2.6.1 Le volet irrigation..... | 54 |
| 4.2.6.2 Les conséquences sur la fertilisation..... | 55 |
| 4.2.6.3 Les impacts sur l'eau dans le sol et l'importance de la vie du sol..... | 57 |
| 4.2.6.4 L'adaptation du matériel agricole | 59 |
| 4.2.6.5 Les impacts sur le temps de travail | 59 |
| 4.2.6.6 Les effets sur le rendement des cultures..... | 61 |
| 4.2.6.7 Les impacts économiques..... | 62 |
| 4.2.6.8 Les impacts environnementaux..... | 63 |
| 4.3 CONCLUSION DU CHAPITRE 4 | 64 |
| CHAPITRE 5 : LES ENJEUX AGRO-ENVIRONNEMENTAUX DE LA ZONE | |
| COTONNIERE DU MALI | 66 |
| 5.1 L'ETAT DU DEVELOPPEMENT DU SECTEUR AGRICOLE AU MALI | 66 |
| 5.2 LA POLITIQUE DE DEVELOPPEMENT RURAL DU MALI-SUD DE 1960 A 1991..... | 67 |
| 5.2.1 Présentation de la zone cotonnière | 67 |
| 5.2.2 L'état de la culture du cotonnier | 68 |
| 5.2.3 Le mode de vulgarisation agricole | 68 |
| 5.2.4 L'état des ressources naturelles..... | 69 |
| 5.3 LES NOUVELLES STRATEGIES ET LES CHANGEMENTS INSTITUTIONNELS | 70 |
| 5.4 CONCLUSION DU CHAPITRE 5 | 72 |
| CONCLUSION GENERALE..... | 73 |
| BIBLIOGRAPHIE :..... | 76 |
| ANNEXES..... | XI |

Liste des Tableaux et Figures

| | |
|--|----|
| Tableau n°1 : Les définitions générales des différents types de couverts végétaux (source : Bonnin, 2002)..... | 37 |
| Tableau n°2 : Les différents types de tracteur de la SCEA Quillet..... | 48 |
| Tableau n°3 : Les différents semoirs de la SCEA Quillet..... | 48 |
| Tableau n°4 : La liste des herbicides utilisés, et leurs doses..... | 53 |
| Tableau n°5 : Les résultats d'analyse de boues d'épuration. Source SEDE environnement de Tours décembre 2003 - E.mail: sede.idf@sede.fr..... | 56 |
| Tableau n°5 suite : Les résultats d'analyse de boues d'épuration. Source SEDE environnement de Tours décembre 2003 - E.mail: sede.idf@sede.fr..... | 57 |
| Tableau n°6 : Le temps des travaux en labour..... | 59 |
| Tableau n°7 : Le temps des travaux en TCS..... | 60 |
| Tableau n°8 : Le temps des travaux en SCV..... | 60 |
| | |
| Figure n°1 : La moyenne climatique 1971-2000, station Parçay-Meslay. Météo France..... | 44 |
| Figure n°2 : La carte zonale de la SCEA Quillet..... | 47 |
| Figure n°3 : L'évolution de l'activité biologique du sol en fonction de son mode de gestion du sol..... | 58 |
| Figure n°4 : L'évolution des rendements du blé et du maïs en fonction du mode de gestion du sol..... | 61 |
| Figure n°5 : L'évolution des charges opérationnelles pour le blé et le maïs en fonction du mode de gestion du sol..... | 62 |
| Figure n°6 : La séquestration du carbone en fonction du type de sol en SCV..... | 63 |
| Figure n°7 : La comparaison des propriétés physico-chimiques d'un sol sableux en Touraine..... | 64 |
| Figure n°8 : La carte de la zone CMDT..... | 67 |

Liste des Annexes

| | |
|--|-------|
| Annexe 1- La fiche d'enquête..... | xi |
| Annexe 2- Quelques photos d'illustrations..... | xiii |
| Photo n°1 : Le mélange avoine + vesce velue..... | xiii |
| Photo n°2 : Le mélange avoine + vesce velue..... | xiii |
| Photo n°3 : Le semis du blé sur résidus de maïs..... | xiv |
| Photo n°4 : Le semis du sorgho sur résidus de récolte..... | xiv |
| Photo n°5 : Le semis du maïs sur couverture d'avoine | xv |
| Photo n°6 : Le semis du sorgho sur herbacées naturelles..... | xv |
| Photo n°7 : Le traitement d'herbicide au pulvérisateur automoteur dans une parcelle de maïs..... | xvi |
| Photo n°8 : La lutte biologique avec le trichogramme contre la pyrale du maïs..... | xvi |
| Photo n°9 : Une parcelle d'orge en semis sous couvert végétal..... | xvii |
| Photo n°10 : Une parcelle de blé en semis sous couvert végétal..... | xvii |
| Photo n°11 : Une séance de formation d'agriculteurs sur le SCV dans une parcelle de sorgho | xviii |
| Photo n°12 : La visite d'une parcelle d'orge conduite en SCV..... | xviii |
| Photo n°13 : La moisson d'orge en bordure d'une parcelle de vigne..... | xix |

Abréviations et Sigles

AFD : Agence Française pour le Développement

AV : Association Villageoise

CAMOPA : Cellule d'Appui à la Mise en Œuvre du Plan d'Action

CEE : Communauté Economique Européenne

CIPAN : Culture Intermédiaire Piège à Nitrates

CIRAD-CA : Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement/ Cultures Annuelles

CTIC : Conservation Technology Information Center

CUMA : Coopérative d'Utilisateurs de Matériels Agricoles

CMDT : Compagnie Malienne pour le Développement des Textiles

DRS : Défense et Restauration des Sols

FEOGA : Fonds Européen d'Orientation et de Garantie Agricole

FNACS : Fondation Nationale pour une Agriculture de Conservation des Sols

GATT : General Agreement on Tariffs and Trade

ICI : Imperial Chemical Industry

IFEN : Institut Français pour l'Environnement

INTA : Institut National de Technologie Agricole

MEC : Machinery Evaluation Committee

OCM : Organisation Commune de Marché

OGM-RR : Organisme Génétiquement Modifié Résistant au Round-up

OHVN : Office de la Haute Vallée du Niger

ON : Office du Niger

ONG : Organisation Non Gouvernementale

ORS : Opération Riz Ségou

PAC : Politique Agricole Commune

PIB : Produit Intérieur Brut

SAU : Surface Agricole Utilisée

SCB : Soil Conservation Branch

SCEA : Société Civile d'Exploitation Agricole

SCV : Semis direct sous Couverture Végétale

TCS : Techniques Culturelles Simplifiées

UE : Union Européenne

USDA: United States Department of Agriculture

WANTFA: Western Australian No-Tillage Farmers Association

Introduction Générale

L'agriculture n'est pas un phénomène naturel. La mise en culture entraîne inévitablement des modifications du sol. Il faut chercher à profiter des modifications favorables et éviter les changements défavorables pour maintenir la capacité productive et la durabilité de l'activité agricole.

La notion d'agriculture durable est apparue dans le discours anglo-saxon au début des années 1970. Avant cette date, l'économie de la production était concentrée sur l'analyse des mécanismes de satisfaction des besoins et désirs humains. Depuis, plusieurs définitions ont tenté d'expliquer les composantes d'une agriculture durable.

Le rapport Brundtland « Notre avenir à tous en 1987 » mettait l'humanité face à des défis nouveaux : penser à une stratégie commune pour arrêter la dégradation de la planète Terre, due à l'effet cumulatif de nos activités quotidiennes. La qualité des sols, des eaux et de l'air se dégrade inexorablement, et menace les fondements même de nos systèmes de production.

La planète se réchauffe à cause de l'accumulation de gaz à effet de serre, et les superficies occupées par les forêts se rétrécissent sous l'effet d'un déboisement sauvage. En 1992, le « Sommet Terre » à Rio de Janeiro a instauré la durabilité en tant que modèle politique et nouvelle dimension dans les questions de développement. Sous le nom d'Action 21, la communauté internationale a adopté un plan stratégique global qui propose aux gouvernements et institutions, aux organismes publics et parapublics, aux organismes des Nations Unies et groupes privés, des orientations dans tous les secteurs d'activité, dans un esprit de durabilité et d'équité.

Au sommet mondial pour le développement durable qui s'est tenu en 2002 à Johannesburg, en Afrique du Sud, les défis posés par le développement durable sont clairement inscrits à l'ordre du jour de la politique mondiale. L'enjeu écologique, économique et social est immense. Malgré l'intérêt international pour donner une définition universelle à la notion de durabilité, celle-ci reste très vaste, multifactorielle et soumise à des approches différentes d'un groupe à l'autre, d'un pays à l'autre. On trouve des approches très économiques chez certains, d'autres au contraire développent une approche beaucoup plus sociale, en ajoutant à la définition une dimension éthique ou un objectif politique.

Il découle de ce bref historique que la prise de décision en matière de développement, ne peut se faire sur la seule base économique. Il faut désormais intégrer les dimensions sociales et environnementales. L'engagement des états signataires devra s'opérer par un changement de

paradigme économique, par des programmes de protection de l'intégrité écologique et culturelle, par l'implication et la participation effective des populations aux prises de décision, par l'équité intra et inter-générationnelle dans la répartition des ressources.

Les bonnes pratiques agricoles reposent sur le concept de l'application des connaissances disponibles à l'utilisation de la base de ressources naturelles de manière durable afin d'obtenir des produits alimentaires et non alimentaires sûrs et sains, de manière humaine, tout en parvenant à la viabilité économique et à la stabilité sociale. Le thème directeur est celui de connaître, de comprendre, de planifier, de mesurer, d'enregistrer et de gérer afin d'atteindre des objectifs déterminés sur le plan des intérêts de la collectivité, de l'environnement et de la production. Il faut pour cela une stratégie de gestion rationnelle et exhaustive et la capacité de procéder à des ajustements tactiques en fonction des circonstances. La réussite repose sur le développement des bases de compétences et de connaissances, l'enregistrement et l'analyse continue des performances (FAO, 2002).

Pour répondre aux multiples enjeux de développement durable, l'agriculture dans le contexte actuel doit miser sur la durabilité des systèmes de culture en s'intéressant au triptyque : environnement, économie et social.

C'est ainsi que notre thème « Le SCV (Semis direct sous Couverture Végétale), un élément stratégique de gestion durable des terres agricoles : une expérience française comme base de réflexion pour le Mali » s'articule principalement sur ces aspects en rapport avec les pratiques des agriculteurs. Ce stage a été effectué au CIRAD (Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement) qui est un organisme scientifique français spécialisé en agronomie tropicale. Le CIRAD est composé de sept départements : cultures annuelles, cultures pérennes, production fruitière et horticole, élevage et médecine vétérinaire, forêts, territoires environnement et acteurs et enfin de l'amélioration des méthodes pour l'innovation scientifique. Cet organisme a pour mission de contribuer au développement économique et social des régions tropicales et subtropicales par des recherches, des réalisations expérimentales, des actions de formation, en France et à l'étranger, et par la diffusion de l'information scientifique et technique.

Le département du CIRAD-CA au sein duquel nous avons effectué notre stage regroupe les compétences de scientifiques qui mettent au point des systèmes de production durables et respectueux de l'environnement, répondant aux besoins des producteurs et des marchés.

Dans ce travail nous analysons la notion de durabilité en prenant des indicateurs d'ordre environnemental (non travail du sol, emploi des herbicides, les mauvaises herbes, les rotations) et agro-économique (rendement, marge de l'agriculteur).

D'abord nous étudierons l'impact de la Politique Agricole Commune sur le développement durable, et sur l'intérêt des techniques sans labour dans le secteur agricole français (chapitre 1), les caractéristiques de la contamination en milieu agricole (chapitre 2) et l'histoire du semis sous couverture végétale (chapitre 3). A partir du cas d'une exploitation agricole (SCEA Jean-Claude QUILLET), nous ferons ressortir, à l'aide d'enquêtes et d'analyses, les enseignements susceptibles de guider notre réflexion sur les conditions d'adoption du SCV au Mali (chapitre 4).

Ensuite nous traiterons de la problématique agro-environnementale de la zone cotonnière du Mali en faisant l'état des lieux des actions du gouvernement et les nouvelles stratégies et changements majeurs (chapitre 5).

En fin une conclusion relevant les points essentiels du SCV nous permettra d'analyser les conditions de sa promotion au Mali en vue d'une agriculture durable.

Chapitre 1 :

La Politique Agricole Commune et le développement durable en France

La PAC est la politique agricole commune de l'Union Européenne, qui a été mise en place dès les années 1960 et qu'elle a obtenu de grand succès en terme d'augmentation de la production agricole : auparavant fortement déficitaire, l'Europe est devenue exportatrice nette de produits agricoles.

1.1 L'évolution de la Politique Agricole Commune

1.1.1 La Politique Agricole Commune dans les années 1980

Le succès de la Politique Agricole Commune (PAC) dans le développement spectaculaire de la production agricole, a provoqué le début de sa crise (Aumand A., et al, 2002). Le soutien des prix à un niveau élevé, tel qu'il a fonctionné depuis l'origine de la PAC, conjugué avec un progrès technique rapide, a permis une augmentation importante de la productivité (par travailleur et à l'hectare) et de la production agricole. A la fin des années 1970, l'UE accède au rang de second exportateur mondial de produits agro-alimentaires et les problèmes commencent à apparaître. Au début des années 1980, la situation sur les marchés mondiaux change radicalement : la baisse de la demande des pays de l'Est et des pays en voie de développement marque l'entrée dans une période de stagnation de la demande solvable. Sur les marchés internationaux, une guerre commerciale commence entre les exportateurs pour maintenir ou conquérir des parts de marché. Cette guerre se polarise entre les Etats Unis et la CEE et se traduit par une multiplication des subventions aux exportations et d'aides de diverses natures. Elles ont une double conséquences : d'une part un coût budgétaire d'écoulement de la production de plus en plus élevé, d'autre part un accroissement de l'instabilité et une baisse des prix sur les marchés mondiaux.

Entre 1980 et 1984, le budget du Fonds européen d'orientation et de garantie agricole (FEOGA) double presque, passant de 10 milliards d'écus à près de 20 milliards d'écus. Cette augmentation est due à la croissance des restitutions à l'exportation qui représentent avec les coûts de stockage, la presque totalité des dépenses du FEOGA. Au début des années 1980, les secteurs qui coûtent le plus cher sont : le secteur laitier qui concentre 32% du budget du FEOGA-Garantie, puis les céréales (17%) et la viande bovine (13%). Les excédents du secteur laitier se sont accrus régulièrement depuis le milieu des années 1970 et ont entraîné l'accroissement des stocks. En ce qui concerne les céréales, la CEE devient excédentaire au

début des années 1980 et les exportations nécessitent des restitutions importantes. A partir de 1984/1985, on observe une augmentation importante des stocks d'intervention.

A partir de ce moment, la CEE annonce sa volonté de changer d'orientation. D'abord elle reconnaît l'inadaptation de son système de prix garanti à un niveau élevé avec sa situation d'exportateur. Comme l'ont fait les Etats Unis dans les années 1960, la CEE envisage de transférer le soutien du revenu des producteurs d'un soutien par les prix vers un soutien par des aides au revenu. Ensuite, les effets négatifs sur l'environnement du modèle agricole productiviste basé sur l'intensification en intrants par unité de terre commencent à être soulignés (Livre Vert, Commission 1985).

Dès le milieu des années 1980 une série de mesures "réformatrices" se développe. En 1984, l'instauration des quotas laitiers et des seuils de garantie pour les autres produits, paraît contradictoire avec la volonté de laisser plus de place aux "forces du marché". Elle provient de la gestion pragmatique de la Commission qui souhaite des mesures proposant des changements réalisables au plan politique et destinés à résoudre des problèmes immédiats.

Au début des années 1990, la nécessité d'une réforme beaucoup plus radicale devient évidente et les modalités de cette réforme sont en grande partie dictées par la pression libérale des Etats Unis lors de l'Uruguay Round du GATT entre 1986-1994. L'accord agricole signé à Marrakech en avril 1994, désigné sous le nom de l' « Accord Agricole de l'Uruguay Round (AAUR) » prévoit, sur la base de références historiques (1986-1990) et pour la période 1995-2001, une baisse du soutien interne, des droits de douane et des restitutions aux exportations.

1.1.2 Les réformes des années 1990

La réforme de 1991 marque un tournant dans l'histoire de la PAC : elle annonce vouloir rompre avec la logique productiviste et elle intègre des objectifs de protection de l'environnement.

Les termes par lesquels cette réforme est annoncée sont très différents de ceux qui commandaient jusque là la Politique Agricole Commune (développement de la productivité, sécurité d'approvisionnement et bas prix des produits pour les consommateurs, stabilisation et soutien du revenu des producteurs).

Désormais, de nouveaux objectifs apparaissent : d'une part ceux qui procèdent à la reconnaissance de la situation d'exportateur de l'UE (augmenter la compétitivité de l'agriculture européenne sur les marchés internationaux) ; d'autre part ceux qui visent à encourager les «autres» fonctions de l'agriculture. Le terme de «multifonctionnalité» n'est pas

encore employé mais l'idée est déjà là : on déclare en effet vouloir «encourager la double fonction de l'agriculture : une activité de production mais également une activité de protection de l'environnement et de développement rural» (Aumand A., et al, 2002).

Un des éléments du débat concernant ces nouvelles orientations de la PAC est la question de la séparation ou non des types d'agricultures correspondants à ces deux catégories d'objectifs. On parle, particulièrement dans les pays d'Europe du Sud, de l'accroissement de la dualité de l'agriculture : d'un côté les exploitations céréalières et laitières des zones favorables continuent à produire de manière intensive, compétitive et souvent orientées vers le marché mondial ; de l'autre côté les exploitations des zones défavorisées où l'activité agricole (élevage bovin, ovins, certains types d'arboriculture fruitière) est souvent associée à d'autres activités non agricoles et auxquelles on demande de contribuer au développement des zones rurales en déclin, ainsi qu'à la production d'aménités, notamment paysagères.

Cependant, à partir de 1992, on distingue deux piliers dans la PAC : le premier est constitué par les interventions des Organisations Communes de Marché, qui regroupe les mécanismes de gestion des marchés et de soutiens des revenus par produit. Le second pilier comprend les programmes agro-environnementaux et de développement rural.

Concernant le « premier pilier », la réforme porte avant tout sur les grandes cultures (céréales et oléo-protéagineux) et la viande bovine. Des changements importants ont lieu dans les organisations communes de marché (OCM) de ces deux secteurs. Le système de soutien des prix à un niveau élevé est abandonné et remplacé par un système conjuguant prix intérieurs bas, aides directes à l'hectare en céréales et par tête d'animal d'élevage bovin viande, gel des terres et primes à l'extensification de l'élevage bovin.

En 1999, une nouvelle réforme a lieu qui approfondit et renforce les mécanismes mis en place en 1992 par des mesures d'accompagnement comprenant principalement des aides agro-environnementales. Il s'agit d'incitations financières données directement aux agriculteurs pour rémunérer des surcoûts liés à un changement de techniques permettant un effet environnemental positif, qu'il s'agisse d'actions visant à augmenter les externalités positives ou à diminuer les externalités négatives : programmes de réductions des intrants, de conversion à l'agriculture biologique et de protection de la biodiversité.

Les Etats sont encouragés à mettre en place des dispositifs d'éco-conditionnalité permettant de s'assurer que les agriculteurs qui bénéficient des aides directes ont des pratiques respectueuses de l'environnement.

1.2 Les enjeux actuels

1.2.1 Les équilibres de marché

L'une des principales causes du processus de réforme entamé au milieu des années 1980 était la crise de surproduction à laquelle l'Europe s'est trouvée confrontée. L'impact des réformes de ces quinze dernières années a été remarquablement efficace en terme d'équilibres de marchés. On a observé un dégonflement des stocks publics de céréales sous l'effet conjoint du gel des terres et de l'utilisation accrue en alimentation animale ; les stocks de viande bovine ont également diminué tandis qu'en production laitière, le maintien du système des quotas a permis là aussi de maîtriser la production.

L'état des marchés avait fortement conditionné les décisions prises en 1992 et en 1999. Il s'agissait avant tout de diminuer les stocks difficiles à écouler par une croissance des débouchés et une maîtrise de l'offre. La baisse des prix devait permettre d'une part, de relancer la consommation et de rendre l'accès aux marchés d'exportation plus facile et d'autre part, d'encourager l'extensification de la production.

1.2.2 La prise en compte de l'environnement dans la PAC

Tant que les prix étaient garantis, personne ne s'émouvait de l'importance des soutiens publics au secteur agricole, seuls les économistes ruraux spécialisés étaient au courant des effets secondaires de cette croissance réussie. Le passage au système d'aides directes a fait de cette question de spécialistes une question « citoyenne ». Les citoyens ont ainsi découvert que les agriculteurs étaient subventionnés et pour certains, de manière importante. Le couplage des aides, à l'hectare pour les céréaliers et à l'animal pour les éleveurs, a pour conséquence que ce sont les plus gros agriculteurs qui reçoivent le plus d'aides (80% du budget du FEOGA sont destinés à 20% des agriculteurs de l'UE).

Cette « découverte » de l'importance des subventions à l'agriculture coïncide avec une série de crises sanitaires alimentaires (vache folle, dioxine) et avec le développement de préoccupations environnementales (en raison peut-être avant tout d'impacts sur la santé : eau polluée par les nitrates, pollution atmosphérique par les pesticides). De ce fait, un débat s'est engagé sur les fonctions de l'agriculture et sur le rôle de la politique agricole : celle-ci se devait d'inciter l'agriculture à produire des produits de qualité et à contribuer à la préservation de l'environnement et au développement rural.

Derrière cette nouvelle demande sociale, c'est bien le problème du type d'agriculture à encourager qui se pose actuellement à l'Union européenne. Quelle politique agricole mettre en place pour inciter les agriculteurs à produire des produits de qualité avec des techniques plus respectueuses de l'environnement ?

Les instruments mis en place en 1992 et 1999 n'ont visiblement pas suffi à inverser les tendances à la dégradation de l'environnement que le productivisme avait entraîné. En Grandes Cultures, les aides directes ont été calculées en 1992 (mécanisme reconduit en 1999) en distinguant les superficies en sec et les superficies en irrigué. Les aides directes étant bien supérieures pour les superficies en irrigué, il y a eu un développement de celles-ci avec des effets préoccupants, notamment dans les régions méditerranéennes de l'Europe. Au nord de l'Europe, les problèmes sont surtout liés à des consommations d'intrants azotés et phytosanitaires qui restent élevés en Grandes Cultures, l'incitation à l'extensification que représente la baisse des prix n'ayant pas été accompagnée de la mise à disposition aux agriculteurs des variétés et itinéraires techniques permettant d'en profiter, même si sur le plan économique elle pouvait être rentable.

Dans le secteur laitier si la production laitière est stabilisée, en revanche l'intensification de la production s'est poursuivie en partie à cause d'une augmentation des céréales et du maïs fourrage dans l'alimentation, la productivité par vache augmentant régulièrement ainsi que la concentration des exploitations. Cependant le système de quotas qui a été mis en place, répartissant les droits à produire sur des bases historiques, a permis de garantir une répartition territoriale équilibrée des élevages et de ce fait, a limité les effets négatifs que leur concentration géographique aurait entraînés pour l'environnement (Aumand A., et al, 2002). Le principe d'éco-conditionnalité inscrit dans le « règlement horizontal » pourrait en être le levier.

1.3 Conclusion du chapitre 1

Créée depuis 1962, la PAC est entrée dans une période de réforme au début des années 1990. En 1992, puis en 1999, des changements ont eu lieu dans les orientations de la PAC ; ils ont été suffisamment importants pour ébranler le modèle de politique agricole européen adopté jusque-là. Actuellement, le processus de réforme majeur porte sur la libéralisation des marchés agricoles, la montée des préoccupations environnementales et de sécurité des aliments au sein de l'Union.

Chapitre 2 :

Les caractéristiques de la contamination du milieu agricole

2.1 Définition : Pollution, contamination

Dans le dictionnaire « le petit Robert » 1996, la pollution est définie comme la dégradation d'un milieu par l'introduction d'un polluant (agent physique, chimique ou biologique). Quant à la contamination, la même source donne le contenu suivant : souillure résultant d'un contact impur. Et d'une façon générale un envahissement d'un objet, d'un milieu, d'un organisme vivant par des microorganismes pathogènes. Ces définitions à allure clinique, ont un contenu qui varie selon les substances, les milieux.

2.1.1 La qualité de l'eau

La qualité de l'eau n'est pas un concept absolu. Il est relatif aux fonctions de l'eau impliquées par des aptitudes considérées, et par les usages qu'on en fait. Cette qualité est basée sur trois critères : des critères narratifs qui fournissent des règles générales pour protéger les eaux de toutes dégradations grossières ; des critères numériques qui spécifient les seuils sans effet pour les contaminants considérés un à un, et des critères de toxicité globale qui permettent d'évaluer la toxicité d'un mélange de substances. Un critère est défini comme une concentration seuil basée sur les effets nuisibles des substances (toxicité, organoleptique, dégradation esthétique...) qui si elle est dépassée, risque d'entraîner la perte complète ou partielle de l'usage pour lequel le critère est défini. Ces critères sont la mesure des descripteurs conventionnels de la qualité de l'eau relativement à des usages.

Les indicateurs de la qualité de l'eau en environnement agricole sont regroupés en descripteurs physiques (la turbidité, les matières en suspension, le pH, la conductivité, la couleur...), biologiques (la DBO demande biologique en oxygène, streptocoques totaux...) et chimiques (les nitrates, le carbone organique dissous, le phosphore dissous, les sulfates, le cadmium, le chrome, le nickel, le plomb...).

Les principaux usages de l'eau en milieu agricole sont : l'eau potable, l'abreuvement des animaux, l'irrigation et le maraîchage, la pêche et les baignades.

Les indicateurs de qualité de l'eau servent de base à l'évaluation de la qualité des eaux de surface et au calcul d'objectifs environnementaux de rejets (OER). Ils sont établis pour chacun des usages de l'eau et proviennent d'organismes reconnus tels que l'IFEN (Institut Français pour l'Environnement), l'OMS (Organisation Mondiale pour la Santé) etc.

2.1.2 La qualité des sols

Les problèmes de dégradation des sols liés à l'intensification des productions et les impératifs de développement durable de l'agriculture ont sensibilisé l'opinion internationale à l'importance de la qualité des sols.

L'Institut Rodale de Pennsylvanie (1991), aux Etats-Unis, définit la qualité d'un sol en référence à son aptitude à être un milieu propice à la croissance optimale des plantes et des organismes bénéfiques à sa capacité à réduire l'érosion et la pollution, et à minimiser les contraintes imposées aux plantes. Larson et Perce (cité dans Njiki 1995), avancent qu'il s'agit de l'aptitude d'un sol à exercer trois fonctions : être un milieu de croissance des plantes ; effectuer la régulation et la partition du mouvement de l'eau dans l'environnement et servir comme filtre environnemental (centre de recyclage naturel). De ces deux définitions se dégagent trois concepts principaux :

- La productivité qui sous-entend le rendement et la qualité de la récolte et ramène à la notion de la fertilité du sol. La fertilité d'un sol est son aptitude à produire des récoltes et est appréciée à l'aide de propriétés comme la capacité de rétention en minéraux et en eau, le pH, la porosité et la toxicité.
- La durabilité ou la conservation de la ressource réfère à la notion de résistance à la dégradation. La dégradation physique (érosion, compaction et battance) est influencée par la texture, la matière organique et la stabilité structurale du sol. La sensibilité à l'acidification est contrôlée par la capacité d'échange cationique, la saturation en bases et la teneur en carbonates.
- La capacité du sol à servir de centre de recyclage naturel. Elle dépend surtout des propriétés de rétention, de transformation et de transfert des composés chimiques comme les éléments nutritifs, les pesticides, les métaux et autres polluants.

2.2 Les sources majeures de la contamination de l'environnement agricole :

La contamination de l'environnement agricole relève autant d'activités agricoles que non agricoles. Lorsque les rejets sont localisés, on parle de source ponctuelle ; exemples : les industries, les ateliers, les déchets domestiques.

Quant aux rejets répandus dans toutes les directions, on parle de sources diffuses. Ces rejets diffus sont l'apanage des activités agricoles (épandage de produits phytosanitaires et de fertilisants).

2.3 Les voies de contamination :

2.3.1 L'érosion

L'érosion du sol est l'entraînement de particules altérées de terre par l'eau ou le vent. C'est un phénomène naturel qui peut cependant augmenter dans d'énormes proportions sous l'effet d'interventions humaines. Les conséquences de ce phénomène sont l'appauvrissement des sols, la baisse de leur fertilité, une baisse des rendements des cultures et un risque de pollution des eaux.

Les propriétés physiques du sol sont affectées de diverses façons par l'érosion et ses effets sont la perte du sol et de matières organiques, la détérioration de la structure, une percolation moins efficace, un ruissellement plus abondant, une réduction de la capacité de rétention en eau et en éléments nutritifs. Lorsque des fertilisants et des résidus de pesticides collent aux particules de sol décapées, des pollutions de toutes sortes : organique, biologique, ou microbienne de l'eau s'en suivent. Le sol érodé se trouve incapable de remplir ses fonctions de filtre et rétention d'eau. Les minéraux en suspension finissent par se déposer au fond du cours d'eau, modifiant alors le profil et la texture du lit ainsi que la composition physico-chimique de l'eau de surface.

2.3.2 Le drainage

Le drainage est un dispositif de collecte et d'évacuation des eaux d'infiltration. Le système de drainage se compose d'une tranchée, une canalisation et un exutoire. Le drainage de surface est la suppression ordonnée des excès d'eau à la surface du sol grâce à des canaux d'évacuation et au modelage du terrain.

La stagnation des eaux dans les champs oblige les producteurs à faire le drainage, pour évacuer les eaux excédentaires. Le drainage de surface ou souterrain participe au départ d'intrants des champs vers les eaux de surface et à travers le sol vers les ressources en eaux profondes.

2.3.3 Le lessivage

Le lessivage est l'entraînement en profondeur par l'eau des sels solubles, des colloïdes du sol. En particulier les nitrates et certains produits phytosanitaires (ou leurs produits de dégradation) peuvent atteindre les nappes d'eau et en altérer la qualité, jusqu'à rendre l'eau impropre à la consommation.

Le lessivage contribue à l'augmentation du phosphore dans les cours d'eau et à une turbidité élevée des rivières en matières en suspension et d'azote total.

2.4 Les répercussions des excès d'intrants dans l'environnement agricole

2.4.1 La pollution organique ou inorganique

La pollution organique est l'introduction de nutriments dans les eaux (azote, phosphore), lesquels entraînent une évolution des systèmes aquatiques du stade dit oligotrophe (soit à faible présence de nutriments) vers le stade eutrophe (riche en nutriments).

C'est aussi bien le fait de la matière organique d'origine animale, humaine qu'industrielle (agroalimentaire). La pollution organique entraîne une diminution de la concentration d'oxygène dans l'eau, provoquant la disparition de certaines espèces de poissons. Dans les cas de rejets significatifs, elle engendre de fortes odeurs nauséabondes. Dans les plans d'eau les concentrations élevées de fertilisants agricoles, notamment l'azote, favorisent la prolifération des algues dont la respiration nocturne et la décomposition réduisent la quantité d'oxygène dans l'eau.

2.4.2 La pollution microbienne

Cette forme de pollution est due à la présence dans l'eau de germes pathogènes (bactéries, virus) provenant de rejets d'origine humaine et animale. Les maladies infectieuses qu'elle génère sont incompatibles avec la baignade et la consommation de l'eau. La pollution microbienne rend obligatoire le traitement des eaux destinées à la consommation.

2.4.3 La pollution toxique

Elle est surtout le fait de l'activité industrielle et des ménages. L'agriculture y participe du fait de l'usage des pesticides notamment les organochlorés, dont les résidus sont composés de métaux lourds. Ces derniers, non essentiels aux plantes sont le chrome (Cr) et le cobalt (Co) nécessaires en nutrition animale et humaine. Le plomb (Pb) et le cadmium (Cd) sans utilité connue pour l'alimentation animale et végétale, sont considérés toxiques. Leur augmentation significative dans le sol est un signe de contamination tandis que les excès des ions majeurs sont qualifiés de surfertilisation.

Les émissions de méthane (CH₄) ont surtout pour origine les élevages (50%) et la mise en décharge d'ordures ménagères (25%); puis les émissions des zones humides (9%), l'exploitation des mines de charbon (4%), le transport et la distribution du gaz naturel (2%). Les émissions de protoxyde d'azote (N₂O) sont pour 69% liées aux phénomènes de nitrification/dénitrification des sols amendés avec des engrais azotés, ou à la gestion des déjections animales et 14% proviennent de certaines productions chimiques (IFEN, 2000).

2.4.4 La pollution par les odeurs

Les bâtiments d'élevage, notamment de production porcine, les entrepôts à lisier et principalement les épandages du lisier sont à l'origine des odeurs qui affectent la qualité de l'air dans l'environnement agricole.

2.4.5 L'exposition involontaire aux résidus de pesticides

Malgré les avantages qu'ils procurent, l'emploi inconsidéré des pesticides a de graves répercussions sur des organismes non visés. Les organismes vivants (êtres humains, végétaux, animaux) exposés aux pesticides subissent les effets toxiques de la grande majorité de ces produits. Les effets secondaires des pesticides sont de trois ordres :

- L'intoxication directe par ingestion ou par contact de personnes procédant aux traitements, des personnes consommateurs des denrées contaminées, de plantes et d'animaux non visés par l'épandage mais touchés par mégarde ou par négligence.
- L'intoxication de l'environnement par les importantes quantités de pesticides comprenant des métaux lourds ou des organochlorés répandus à grande échelle durant des décennies. Ces substances ont une capacité de bio-accumulation et de rémanence. Leurs effets sont alors présents dans la chaîne alimentaire et dans les écosystèmes pendant de nombreuses années.
- L'apparition de résistances auprès des organismes visés par le traitement. Les cibles, finissent par s'adapter à la nouvelle ambiance. Ils deviennent résistants aux pesticides.

Nous focaliserons nos propos sur les herbicides utilisés dans le SCV pour la gestion de l'enherbement sur les exploitations.

2.5 Les herbicides

2.5.1 La définition

Les herbicides sont appelés parfois désherbants, notamment en horticulture. Ce sont des matières actives ou des produits formulés ayant la propriété de tuer les végétaux.

2.5.2 La composition

Comme tous les autres pesticides, un produit herbicide correspond d'abord au nom commercial du produit commercialisé par un distributeur ou un fabricant. Ce produit commercial ou spécialité commerciale se compose de deux types de constituants : les matières actives qui lui confèrent son activité herbicide et les formulants qui complètent la formulation. Les formulants sont soit des charges ou des solvants qui n'ont qu'un rôle de dilution des matières actives, soit des produits qui améliorent la préparation pour sa qualité : la stabilité (émulsifiant, dispersif, etc.), la présentation (colorant, parfum, répulsif, etc.), la facilité d'emploi (vomitif, etc.), pour son comportement physique lors de la pulvérisation : mouillant (tendance relative d'un fluide à s'étendre ou à adhérer à une surface solide en présence d'un autre fluide immiscible), adhésif, etc, pour son activité biochimique : surfactant (matière qui forme un film mince à la surface des organes), phytoprotecteur (*safener*).

2.5.3 La formulation

La formulation correspond à la forme physique sous laquelle le produit phytopharmaceutique est mis sur le marché. Obtenue par le mélange des matières actives et des formulants, elle se présente sous une multitude de formes, solides ou liquides. Les plus couramment répandues sont les suivantes :

- pour les formulations solides : les granulés solubles (abréviations : SG), les poudres mouillables (WG) ;
- pour les formulations liquides : les concentrés solubles (SL), composés de produits solubles dans l'eau, les concentrés émulsionnables (EC), composés de produits liquides en émulsion dans le produit, les suspensions concentrées (SC), appelées (parfois *flow* de l'anglais *flowable*), composées de particules solides dispersées dans le produit.

Le type de formulation a une grande importance dans la manipulation des produits : fabrication, transport, stockage, préparation des bouillies. Par exemple, les suspensions concentrées auront tendance à sédimenter au cours du temps et il sera indispensable de les agiter avant l'emploi.

2.5.4 Les caractéristiques

Les caractéristiques d'un produit herbicide portent sur la désignation de la (ou des) matière(s) active(s), le nom du produit commercial, le fabricant et éventuellement du distributeur local,

la teneur de la (ou des) matière(s) active(s) dans le produit, le type de formulation, le mode d'emploi, la dose d'emploi et la culture cible.

La teneur en matière(s) active(s) s'exprime en g/l pour les formulations liquides et en pourcentage (%) pour les formulations solides.

La dose d'emploi en produit commercial s'exprime en l/ha pour les formulations liquides et en kg/ha (ou parfois en g/ha) pour les formulations solides. La dose d'emploi en matière active s'exprime toujours en g/ha.

2.5.5 Les modes d'action des herbicides

Les herbicides se distinguent par leur voie de pénétration dans les végétaux et leur déplacement dans la plante :

- herbicides à pénétration racinaire : appliqués sur le sol, ils pénètrent par les organes souterrains des végétaux (racines, graines, plantules) ; ce sont les traitements herbicides de pré-levée, effectués avant la levée de la plante considérée (culture ou mauvaise herbe).
- herbicides à pénétration foliaire : appliqués sur le feuillage, ils pénètrent par les organes aériens des végétaux (feuilles, pétioles, tiges) ; ce sont les traitements herbicides de post-levée, effectués après la levée de la plante considérée (culture ou mauvaise herbe) ;
- herbicides de contact : herbicides qui agissent après pénétration plus ou moins profonde dans les tissus, sans aucune migration d'un organe à un autre de la plante traitée ;
- herbicides systémiques : herbicides capables d'agir après pénétration et migration d'un organe à un autre de la plante traitée.

Les herbicides agissent sur différents processus de croissance et de développement des plantes : ils perturbent le fonctionnement de

- la physiologie de la plante : la photosynthèse ou la perméabilité membranaire ;
 - la croissance : la division cellulaire, l'élongation, etc. ;
 - la bio-synthèse des constituants cellulaires : lipides, pigments caroténoïdes, acides aminés,
- L'efficacité d'un herbicide dépend de la dose épanchée : on définit une dose limite d'efficacité qui peut varier en fonction de la plante ciblée et de la période d'application. Le *spectre d'efficacité* correspond à l'ensemble des espèces maîtrisées par un produit à une dose donnée.

2.5.6 La sélectivité

D'après sa définition, l'herbicide est un produit qui a la propriété de tuer les végétaux. Cependant, en milieu cultivé, on veut détruire les mauvaises herbes, mais conserver la culture

traitée. Les herbicides sont dits sélectifs quand, utilisés dans des conditions normales, ils épargnent certaines cultures et permettent de lutter contre certaines mauvaises herbes de ces cultures. Ils sont dits totaux quand, utilisés aux doses conseillées pour cet usage, ils sont susceptibles de détruire ou d'empêcher le développement de toute la végétation avec des persistances d'action variables.

La sélectivité des herbicides correspond à une modification d'au moins une des phases de l'action des produits dans la plante : mise en contact du produit avec la cible, pénétration, transport éventuel, site d'activité et métabolisme de dégradation. On distingue divers types de sélectivité :

- sélectivité de position : l'herbicide de pré-levée, appliqué en surface, ne se répartit que dans la couche superficielle du sol à quelques centimètres de profondeur. C'est dans cette zone que germe la plupart des espèces de mauvaises herbes, dont les graines sont de petites tailles : au contact du produit, elles subiront son activité herbicide. Au contraire, les semences des cultures sont positionnées plus profondément et échappent au contact du produit qui n'aura pas d'action sur leur germination.
- sélectivité d'application : il s'agit d'éviter le contact du produit avec la plante cultivée lors de la pulvérisation. L'herbicide est appliqué seulement sur les mauvaises herbes de l'inter-rang en prenant soin de ne pas atteindre la ligne de culture. Cette technique est employée surtout avec des herbicides totaux dans des cultures à grand écartement.
- sélectivité anatomique : ces types de sélectivité concernent principalement les produits de post-levée : la pénétration par les feuilles peut être gênée par la présence de poils ou par l'épaisseur de la cuticule de l'épiderme. Le port des feuilles modifie également l'adhérence de la pulvérisation à leur surface : les feuilles de graminées, dressées et étroites, retiennent moins bien les gouttelettes que celles des dicotylédones, souvent larges et étalées.
- sélectivité physiologique : la sélectivité peut être obtenue par des différences de comportement physiologique entre les végétaux : la sélectivité de l'atrazine pour le maïs tient en partie à son moins bon transport dans cette plante que dans les espèces sensibles et surtout à la présence d'enzymes qui dégradent la molécule d'atrazine, avant qu'elle ne parvienne à son site d'action, le chloroplaste.

2.5.7 Les facteurs du milieu et le comportement des herbicides

Les facteurs du milieu influencent l'efficacité des herbicides et la réussite des pulvérisations, mais également leur sélectivité : tout facteur qui améliorera l'efficacité d'un produit ou d'une

pulvérisation, en réduira du même coup la sélectivité. Quatre éléments peuvent être pris en considération : le climat, le sol, la plante traitée et les techniques d'application.

2.5.7.1 Le climat

L'action des facteurs climatiques sur le comportement des herbicides se situe aussi bien avant la pulvérisation, que pendant ou après celle-ci.

- Avant l'application :

Si la plante traitée subit une période de sécheresse, la cuticule des feuilles aura tendance à s'épaissir : dans ce cas, les produits de post-levée pénétreront moins facilement dans les feuilles.

Une pluie avant l'application augmente l'humidité du sol, ce qui favorise la diffusion et la disponibilité des produits à pénétration racinaire,

- Pendant l'application :

Si la température est élevée ou si l'air est sec, les gouttelettes de bouillie risquent de s'évaporer avant d'avoir atteint leur cible ; ce phénomène est encore plus accentué dans le cas des pulvérisations en bas-volume.

La rosée : l'influence de la rosée sur les pulvérisations de post-levée dépend de son intensité. Si la rosée est légère, c'est-à-dire si les gouttes ne tombent pas quand on touche les plantes, elle améliore la dilution du produit et facilite sa pénétration dans les feuilles. Au contraire, si la rosée est importante, c'est-à-dire si les gouttes tombent quand on touche les plantes, la pulvérisation sera captée par la rosée, entraînée sur le sol et perdue.

Le vent : il est déconseillé d'effectuer une application d'herbicide, si le vent est trop fort à cause du risque de dérive de la pulvérisation, qui n'est plus positionnée correctement et qui peut même causer des dégâts sur une parcelle voisine.

- Après l'application :

Pour les herbicides à pénétration racinaire (produits de pré-levée), épandus sur sol nu : une pluie après l'application améliore la disponibilité du produit à la surface du sol. Cependant, une pluie érosive qui survient après l'application risque d'entraîner le produit par ruissellement.

Pour les herbicides à pénétration foliaire (produits de post-levée), épandus sur le feuillage : la pluie diminue l'efficacité des produits par entraînement du dépôt ; le délai nécessaire entre la pulvérisation et la pluie dépend du produit et de l'intensité de la pluie.

2.5.7.2 Le sol

Les herbicides de pré-levée sont très dépendants de l'état physique du sol :

- Les applications seront peu régulières sur un sol trop motteux et la détérioration des mottes laissera apparaître du sol qui n'aura pas reçu de produit.
- Si le sol est couvert par un paillis dense, la pulvérisation sera captée et n'atteindra pas la zone racinaire.
- Leur disponibilité dans la solution du sol dépend de la texture : le produit est adsorbé par les feuillets d'argile ou les colloïdes de la matière organique. Dans un sol riche en argile ou en matière organique, la dose d'emploi doit être augmentée. Avec les argiles, le produit retenu sera restitué progressivement dans la solution du sol et la persistance du produit sera augmentée. Inversement, la rémanence sera faible dans les sols riches en matière organiques, car les micro-organismes qu'ils contiennent, vont dégrader rapidement les produits. En sol sableux, les risques de phytotoxicité sont accrus, puisque tout le produit apporté est disponible.
- Ces pulvérisations ne diffusent convenablement en surface que si l'humidité du sol est suffisante.

2.5.7.3 La plante

L'efficacité des herbicides dépend de deux facteurs liés à leur cible, son espèce et son stade de développement :

- La spécificité des produits herbicides est un élément primordial du choix du produit, tant par rapport aux mauvaises herbes à détruire que pour la culture à protéger. Elle se définit par le spectre d'efficacité et la sélectivité des produits.
- La destruction d'une mauvaise herbe au stade plantule demandera moins de produit qu'une plante adulte. De plus, la pulvérisation de produits de post-levée atteint difficilement les parties basses des végétaux trop développés à cause d'un effet "parapluie".

La sensibilité d'une plante dépend de son stade de développement : par exemple, la cuticule des feuilles de maïs s'amincit à partir de la sixième feuille ; à ce stade, les risques de phytotoxicité des produits de post-levée sont plus élevés pour le maïs.

2.5.8 Les conditions d'application

La réussite d'une application d'herbicide est conditionnée par les règles suivantes :

- Le produit employé est choisi en fonction de la flore des mauvaises herbes à maîtriser et de l'itinéraire technique de la culture. Les mélanges de produits lors d'une même application, ainsi que les programmes de traitements sur l'ensemble du cycle cultural, sont raisonnés en tenant compte des caractéristiques de chacune des matières actives employées, pour éviter les assemblages inutiles et pour adapter les doses à épandre.
- Les doses d'application sont respectées. Souvent, on constate que les agriculteurs ont tendance à réduire les doses de produits, pour diminuer les coûts et éviter les risques de phytotoxicité et que les traitements ne sont pas réalisés régulièrement en ligne : ces épandages de mauvaise qualité ne permettent pas une bonne répartition du produit sur la parcelle et créent des zones où le produit est sous-dosé, donc inefficace, et des zones où le produit est surdosé, donc phytotoxique.
- Le produit est appliqué à l'époque d'intervention préconisée ; par exemple, les produits de pré-levée ne doivent pas être appliqués sur des plantes déjà levées ; les herbicides de post-levée sont épandus en fonction du stade de développement des mauvaises herbes, en particulier s'ils ont une action de contact. Ils seront d'autant plus efficaces que les cibles visées sont jeunes. Par exemple, en riziculture, une application de propanil trop tardive se traduit par une mauvaise efficacité sur *Poaceae*. Le propanil qui agit par contact, doit être appliqué sur des plantes très jeunes (stade 3-4 feuilles) pour être efficace sur *Poaceae*.
- L'utilisation d'appareils adaptés aux pulvérisations d'herbicides, équipés de buses à jet plat (obtenu avec des buses pinceau ou miroir), alors que l'on rencontre fréquemment des agriculteurs utilisant des appareils prévus pour les pulvérisations d'insecticides (pulvérisateurs équipés de buses à jet conique à turbulence, voire atomiseurs à moteur). De plus, un soin particulier doit être demandé aux opérateurs pour le réglage des appareils et pour leur entretien après usage (rinçage, nettoyage, ...).
- L'étalonnage des appareils doit faire l'objet d'une vérification régulière, afin de corriger les défauts des appareils (usure des buses) ou les défaillances des opérateurs ; la quantité de bouillie épandue par hectare doit être déterminée, pour faire les calculs de dilution de la bouillie.
- La préparation de la bouillie est également un élément important de la pulvérisation : afin d'éviter le bouchage des buses, il est indispensable d'employer une eau de bonne qualité pour la préparation des bouillies, d'utiliser un filtre et de s'assurer de l'homogénéité du mélange.

- La technique d'application doit être bien maîtrisée ; il est indispensable que la répartition sur la surface traitée soit parfaitement homogène, ce qui impose la régularité du débit de l'appareil et de la vitesse d'avancement.
- Les précautions d'emploi et les risques de toxicité ne doivent pas être négligés.
- L'emploi d'herbicides de pré-levée a des conséquences sur la suite de l'itinéraire technique : par exemple, l'impossibilité de travailler le sol après l'épandage d'un herbicide de pré-levée.

2.5.9 Le devenir des herbicides dans le milieu

Comme les autres pesticides, les herbicides se dégradent plus ou moins rapidement après leur application dans le milieu : ils participent en partie au métabolisme dans la plante cible ; d'après les études réalisées en milieu tempéré, une faible part est exportée par volatilisation dans l'air, par ruissellement par les pluies ou par lessivage dans les couches inférieures du sol ; une part est adsorbée par les argiles et les matières organiques du sol avant de subir une dégradation biochimique et microbiologique.

La rémanence ou persistance d'action correspond à la durée pendant laquelle un produit herbicide manifeste son activité. Il est toujours nécessaire de s'assurer de l'absence d'arrière-effet d'un produit sur la culture suivante.

2.5.10 Le choix des herbicides

La mise en œuvre d'une technique de lutte ne peut pas répondre à un schéma unique de désherbage, mais constitue une prise de décision complexe qui dépend : de l'état d'enherbement présent ou potentiel (espèces des mauvaises herbes, stade de développement), de la culture (pure ou associée), de l'itinéraire technique pratiqué, des contraintes du calendrier cultural, de l'état de surface de la parcelle (type de sol, mode de travail du sol, humidité), de l'équipement disponible, des aspects économiques (rentabilité de l'opération, disponibilité monétaire), des possibilités d'approvisionnement pour les herbicides.

Dans le cas de cultures associées, le facteur essentiel est la sélectivité des herbicides employés par rapport à toutes les cultures en présence dans l'association. Il faudra donc, parmi les herbicides utilisables sur l'une ou l'autre des cultures, vérifier qu'il en existe au moins un qui soit bien sélectif de chacune des cultures à la dose employée en fonction des époques d'application et des stades de développement des plantes cultivées.

2.5.11 La rotation des herbicides

L'emploi continu des mêmes produits herbicides conduit inévitablement à des sélections de flore, c'est-à-dire des peuplements souvent monospécifiques, constitués des espèces sur lesquelles ces matières actives ne sont pas efficaces. On parle parfois d'inversion de flore. Ces nouvelles populations ne peuvent être maîtrisées que si l'on modifie les techniques de désherbage ou du moins si l'on diversifie les produits utilisés en choisissant d'autres familles chimiques qui auront d'autres sites d'action sur les plantes.

Dans les inversions de flores, il faut distinguer deux types de comportement :

- soit l'espèce ne fait pas partie du spectre d'efficacité du produit employé et sa sélection par le traitement herbicide est tout à fait prévisible. Il y a alors simplement inefficacité de l'herbicide sur cette espèce, dite tolérante ;
- soit il s'agit d'une population sur laquelle le produit est normalement actif, mais il peut arriver que certains individus ne soient pas touchés par le produit. Ces plantes non détruites vont se développer et se multiplier, créant ainsi une nouvelle population, que l'on qualifie alors de résistante.

2.6 Les variétés génétiquement modifiées résistantes à un herbicide

La sélection de variétés résistantes ou l'introduction de gènes de résistance à un herbicide dans des variétés cultivées ouvre une nouvelle voie dans la maîtrise de l'enherbement. C'est le cas par exemple de la lutte contre les riz adventices. Le produit, généralement un herbicide total mais parfaitement sélectif de la variété génétiquement modifiée, pourrait être appliqué avec une grande efficacité sur les mauvaises herbes et sans risque pour la culture.

Toutefois, se pose le problème de la fuite du gène de résistance à un herbicide dans le cas d'espèces de mauvaises herbes très proches de la culture, comme les riz adventices. Une pollinisation croisée serait possible entre riz adventice et riz cultivé. Il pourrait alors y avoir invasion par des riz adventices résistants d'autant plus rapide qu'une forte pression herbicide serait appliquée sur plusieurs cycles successifs. Ainsi, il peut y avoir un risque éventuel de pollution génétique, si des variétés de riz dérivées de transformations génétiques sont développées.

2.7 Les mauvaises herbes

2.7.1 Définition

Une plante ne prend le statut de mauvaise herbe que par rapport à une activité humaine. En dehors de l'agriculture, on peut avoir à faire face à des problèmes d'enherbement dans de nombreuses situations : les sociétés de chemin de fer consomment de grandes quantités d'herbicides pour l'entretien des voies ferrées, comme les municipalités pour le nettoyage des trottoirs et des espaces publics.

On peut définir une mauvaise herbe comme une plante qui pousse là où l'on ne la désire pas. Même en agriculture, aucune plante ne peut être définie à priori comme une mauvaise herbe :

- une plante cultivée devient mauvaise herbe quand ses repousses se développent dans la culture suivante de la rotation (par exemple, des repousses de pomme de terre dans du maïs) ;
- dans les systèmes traditionnels des zones tropicales, les agriculteurs, n'éliminent pas toutes les plantes spontanées qui ont poussé dans leurs cultures : ils conservent certaines espèces qui pourront être employées par la suite pour les préparations culinaires ou comme plantes médicinales ; cela n'est possible que si le désherbage est fait manuellement.

Le terme d'adventice, fréquemment employé pour désigner une mauvaise herbe, correspond, en fait au sens botanique, à une plante introduite dans un milieu dont elle n'est pas originaire ; le dictionnaire en donne actuellement la définition suivante : « plante qui croît sur un terrain cultivé sans y avoir été semée ».

2.7.2 La concurrence (ou nuisibilité directe)

La concurrence que les mauvaises herbes exercent sur la culture, se décompose en deux éléments : la compétition et l'allélopathie (appelée aussi télétoxicité).

2.7.2.1 La compétition

Les mauvaises herbes entrent en compétition avec les plantes cultivées pour l'exploitation des ressources du milieu : lumière, eau, éléments nutritifs, espace.

La lumière est un facteur essentiel de la croissance des végétaux. Quand les mauvaises herbes se développent plus vite que la culture, sa production est limitée par leur ombrage, qui réduit sa synthèse chlorophyllienne.

L'eau constitue souvent un facteur limitant de la production, en particulier dans les zones sèches. Les éléments nutritifs sont largement consommés par les mauvaises herbes, qui ont une croissance rapide et vigoureuse, au détriment de la plante cultivée.

L'espace, aussi bien pour les parties aériennes que pour le système souterrain, est aussi limité ; la place occupée par les mauvaises herbes n'est pas disponible pour la plante cultivée.

2.7.2.2 L'allélopathie

Caussanel (1975) définit l'allélopathie comme l'ensemble des phénomènes qui sont dus à l'émission ou à la libération de substances organiques par divers organes végétaux, vivants ou morts et qui s'expriment par l'inhibition ou la stimulation de la croissance des plantes se développant au voisinage de ces espèces ou leur succédant sur le même terrain. Les substances allélopathiques peuvent être émises par quatre voies :

- volatilisation, notamment pour les plantes des régions arides ;
- lessivage des parties aériennes : le lessivage des feuilles d'*Abutilon theophrasti* Medik. inhibe le développement du soja ;
- décomposition des organes morts : les résidus de récolte ou les paillis peuvent poser des problèmes pour la culture suivante ;
- exsudats racinaires : il peut y avoir émission par les racines vivantes ou libération par les racines mortes.

Dans les situations naturelles, il est difficile de différencier l'importance relative de ces deux aspects. Les composés allélopathiques sont en majeure partie des métabolites secondaires, qui ne jouent aucun rôle dans le métabolisme de base de la plante émettrice :

- gaz toxiques : le cyanure ou l'ammoniac inhibe la germination et la croissance des plantes, alors que l'éthylène stimule la germination.
- acides organiques : l'acide citrique inhibe la germination à [0,1%] ; les acides oxalique ou acétique, quand ils sont très abondants, peuvent inhiber la germination.
- composés aromatiques : acides phénoliques, coumarines (parmi les composés naturels les plus phytotoxiques) ; alcaloïdes (caféine et nicotine) ; flavonoïdes ; tannins, quinone, terpénoïdes (camphre).

Les effets des substances allélopathiques sur la germination ou sur la croissance des plantes cibles ne sont que les signes secondaires de modifications primaires. En fait, peu d'effets spécifiques sont attribuables à ces produits, qui ont aussi bien des actions inhibitrices que des actions stimulantes. Il est important de remarquer que les doses efficaces sont la plupart du temps très faibles et qu'on observe de fortes variations (inhibition ou stimulation) en fonction de la dose.

En situation naturelle, il semble que l'allélopathie contribue à la répartition spatiale des espèces et à l'organisation des successions végétales. Les phénomènes allélopathiques trouvent également de nombreuses applications dans le domaine de l'agriculture :

- concurrence des mauvaises herbes sur la culture : les propriétés allélopathiques ont été mises en évidence pour plus de 90 espèces de mauvaises herbes ;
- lutte contre les mauvaises herbes : on envisage la sélection de variétés ayant un pouvoir allélopathique, par exemple pour le riz ; des substances allélopathiques peuvent servir à l'élaboration d'herbicides, comme la cynméthylène développée par Shell à partir de cinéol (composé terpénique de l'eucalyptus) pour le désherbage des cultures de soja, d'arachide et de cotonnier ;
- gestion des rotations culturales : on observe des effets d'une culture sur la suivante, soit à cause de phénomènes d'autotoxicité (le sorgho ou le riz pluvial peut subir un effet dépressif s'il est implanté après un précédent de la même culture, avec de fortes variations suivant les variétés, les sols et le climat), soit à travers des successions nettoyantes (dans le cas de la culture de tournesol). Les associations de cultures peuvent être perturbées par des substances allélopathiques (par exemple, leur action sur la fixation de l'azote peut gêner l'établissement des légumineuses dans les prairies).
- itinéraires techniques : la présence de résidus de récolte constitue, actuellement, un problème qui prend de l'importance avec le développement des techniques de travail minimum. L'enfouissement des résidus de récolte permet de diluer les composés allélopathiques libérés par leur décomposition et de limiter leurs effets sur la culture suivante. Les phénomènes d'allélopathie sont pris en compte dans la gestion des plantes de couverture.
- Seuil et période critique de nuisibilité : le seuil de nuisibilité correspond au niveau de population de mauvaises herbes (densité, biomasse) qui entraîne une baisse de production déterminée (cette baisse peut être fixée par rapport à un coût de désherbage). Les expérimentations sur la nuisibilité des mauvaises herbes comparent différentes modalités d'entretien pour estimer l'effet d'un retard de nettoyage (l'entretien de la culture commence de plus en plus tard après l'implantation) ou d'un arrêt de nettoyage (l'entretien qui commence dès l'implantation, s'arrête de plus en plus tôt).

Pour les cultures annuelles à cycle court, comme le cotonnier, le maïs ou le riz, l'agressivité des mauvaises herbes se fait sentir dès 10 à 15 jours après le semis, alors qu'à partir de 45 à 60 jours après le semis, la plante cultivée n'en subit plus la concurrence, si le feuillage a recouvert l'inter-rang. La période critique de nuisibilité se situe donc entre 15 et 45 jours après le semis.

Pour les cultures à cycle long, comme l'igname, le manioc ou la canne à sucre, cette période de grande sensibilité est doublée et se situe entre 30 et 90 jours après la plantation. Par exemple, d'après les tests de nuisibilité conduit sur canne à sucre, on peut estimer que si aucune intervention de désherbage n'est effectuée après le premier mois de culture, la production de canne chute chaque jour de 300 à 500 kg/ha.

2.7.3 La nuisibilité indirecte

A cette nuisibilité directe sur les quantités produites, il faut ajouter également la nuisibilité indirecte des mauvaises herbes, par exemple :

- la qualité des récoltes est dépréciée : en récolte mécanique, les mauvaises herbes ramassées en même temps que les tiges de canne, perturbent la fabrication du sucre ; la présence de quelques graines de *Rottboellia cochinchinensis* déprécie un lot de semences de riz ; les espèces qui fleurissent en fin de cycle (*Pennisetum spp*, *Eragrostis spp*, *Blumea aurita*, *Laggera pterodonta*, etc...) salissent les fibres de coton lors de la récolte ;
- les travaux agricoles sont rendus plus difficiles, si la circulation dans les parcelles est gênée ;
- de nombreuses espèces de mauvaises herbes sont des hôtes secondaires pour les maladies ou les ravageurs des cultures ; la graminée, *Setaria barbata*, est une plante-hôte réservoir du virus de la striure chlorotique ou Maize Streak Virus (MSV) transmis sur la canne à sucre par une ciccadelle (*Ciccadulina mbila*) ; la culture de canne à sucre, qui est insensible au flétrissement bactérien, est un moyen de lutte contre cette maladie, à condition que la parcelle soit parfaitement désherbée, car de nombreuses mauvaises herbes hébergent cette bactérie, *Ralstonia solanacearum* (syn. *Pseudomonas solanacearum*) et permettraient le maintien de l'infestation pour la culture suivante ; les pucerons ou les aleurodes (*Bemisia spp.*) sont plus abondants quand les parcelles de cotonnier sont mal désherbées.

A contrario, la canne à sucre est plus sensible aux dégâts de ver blanc (*Hoplochelus marginalis*) quand le champ est très propre, car les larves du parasite se répartissent sur l'ensemble des racines disponibles dans le sol, aussi bien celles des mauvaises herbes que celles de la canne.

2.8 Conclusion du chapitre 2

L'enrichissement en fertilisants et résidus de pesticides des différentes ressources du milieu est le fait de la grande disponibilité des intrants chimique et organique. Il est également le reflet des différentes régies de production et surtout du comportement des producteurs. Les dépassements des normes de qualité sont reliés à une mauvaise gestion des fumiers, des engrais chimiques, et des pesticides. Ce n'est donc pas l'usage qui porte principalement préjudice mais les excès dans l'utilisation. Des études ont montré que les effets combinés des pesticides peuvent avoir des effets additifs (66%), antagonistes (24%) et 10% synergiques (effet supérieur à l'effet additif prévu) (Faust cité par Njiki 1995).

Ainsi les réflexions du développement durable conciliant l'économique, le social et l'environnemental, constituent aujourd'hui le cadre général dans lequel toute réflexion sur les activités agricoles doit se replacer. Les pratiques sans labour qui bénéficient actuellement d'une image positive intègrent-elles tous ces aspects ? Une question préoccupante du SCV concerne l'emploi des herbicides pour le contrôle des adventices.

Le chapitre suivant donne un historique des techniques sans labour et leur amélioration pour une réduction des effets des intrants agricoles sur l'environnement.

Chapitre 3 :

L'histoire du SCV (Semis sous couverture végétale)

3.1 Définition

Le semis direct sous couverture végétale est un système conservatoire de gestion des sols et des cultures, dans lequel la semence est placée directement dans le sol qui n'est jamais travaillé. Seul un petit trou ou un sillon est ouvert, de profondeur et de largeur suffisantes, avec des outils spécialement conçus à cet effet, pour garantir une bonne couverture et un bon contact de la semence avec le sol. Aucune autre préparation du sol n'est effectuée et l'élimination des mauvaises herbes avant et après le semis est faite avec des herbicides les moins polluants possibles pour le sol qui doit toujours rester couvert (Séguy 1996).

3.2 Origine et principes du SCV

Les systèmes de culture utilisant une couverture végétale permanente et le non-labour constituent des pratiques traditionnelles dans certains pays de la zone intertropicale, essentiellement dans les parties les plus humides où il est difficile de réaliser un brûlis après la défriche ; c'est le cas du système frijol-tapado en Amérique centrale, ou encore du semis au bâton fousseur sur défriche en Afrique équatoriale (Thurston, 1997).

Mais le SCV « moderne » tel qu'il a été mis au point en agriculture motorisée et tel qu'il est pratiqué aujourd'hui un peu partout dans le monde et dans différents types d'agriculture, a bien entendu évolué par rapport à ces pratiques traditionnelles. On qualifie les SCV de « moderne », qu'ils soient manuels ou motorisés, à partir du moment l'on a au moins un des trois éléments suivants (Dounias, 2001) : un outil de semis de technologie récente, des intrants chimiques spécifiques comme les herbicides, et l'implantation d'une couverture végétale spécifique.

Les systèmes de culture à base de SCV, malgré certaines variations, répondent tous aux critères suivants (Raunet et al, 1998) :

- Remaniement minimal du sol à l'endroit du semis. En agriculture motorisée et mécanisée, cette opération est rendue possible grâce à l'utilisation de semoirs à disques qui permettent d'effectuer un semis localisé en profondeur, sans travail préalable du sol.
- Semis direct dans un couvert végétal. Ce couvert est soit mort (résidus de récolte), soit vivant avec la présence sur la parcelle d'un couvert végétal pendant la période d'interculture

et parfois même en association (l'interculture étant la période s'écoulant entre la récolte d'une culture et le semis de la culture suivante sur une même parcelle). Ce couvert végétal peut être semé par l'agriculteur, mais normalement pas récolté en tant que tel : il est soit détruit avant le semis de la culture suivante, mécaniquement ou plus souvent chimiquement à l'aide d'herbicides, soit contrôlé et conduit en association avec la culture qui suit.

- Jamais de sol nu, et pas de brûlis des résidus de récolte ou de la jachère. Le sol est donc couvert en permanence hors des périodes où est présente une culture commerciale, par la présence des résidus de récolte et/ou d'un couvert implanté.

Il existe bien entendu des variantes à travers le mode des systèmes de culture à base de SCV, mais il s'agit d'être précis sur la définition de ce que l'on nomme SCV. La simple utilisation d'un semoir à disques pour effectuer un semis direct alors que les résidus de récolte ont été brûlés et qu'il n'y a pas de couvert végétal vivant, pratique rencontrée au Mexique, est différente du SCV (Goulet, 2002 cité par Goulet 2004) ; on parle dans ce cas simplement de semis direct. De même, si un travail du sol, même très superficiel, est effectué avant un semis réalisé avec un semoir à disques et ce même si un couvert végétal mort ou vivant a été entretenu pendant la période d'interculture, nous ne sommes plus dans le cas d'un SCV ; on parlera plutôt de TCS (Techniques Culturelles Simplifiées).

3.3 Les pays leaders dans le SCV

Le développement de la culture sans labour a eu pour principal objectif de lutter contre l'érosion : c'est pour la conservation des sols que les techniques de semis direct ont diffusé dans les grandes plaines américaines {Dust Bowl (nuages de poussière)} dans les années quarante pour ensuite atteindre d'autres pays.

Au centre du concept d'agriculture de conservation se trouve le SCV, que de nombreux programmes de recherche-développement cherchent actuellement à diffuser dans les zones intertropicales écologiquement fragilisées par la pression démographique et la surexploitation du milieu. Cependant, bien avant que la recherche agronomique ne s'intéresse au SCV « moderne » et à ses enjeux, sa mise au point s'est faite sur l'initiative d'une poignée d'agriculteurs, épaulés par des agronomes « atypiques », sur le continent américain.

Raunet, 2004 évoque quelques facteurs déterminants qui ont permis l'émergence du semis direct dans ces pays leaders : la prise de conscience individuelle et collective, des processus d'érosion ; les progrès en matière de machinisme et d'herbicides (le rôle du secteur privé) ; les rôles d'entraînement des agriculteurs pionniers et chercheurs « atypiques » ou dissidents ;

l'importance des groupements d'agriculteurs (associations, coopératives, fondations...) : communication, lobbying et diffusion ; le rôle des recherches agronomiques multiformes, et le contexte politico-économique.

3.3.1 Etats-Unis

Aux Etats-Unis, le cas le plus connu de dégradation de l'environnement est celui des phénomènes de « Dust Bowl » (nuages de poussière) dans les Grandes Plaines semi-arides (300 – 600 mm de pluie), survenus dans les années 20, 30 et 40, à la suite de la pratique excessive du « dry-farming ». Ces champs, étaient travaillés plusieurs fois pour éviter la croissance des mauvaises herbes sur des parcelles totalement sans arbres en rotation biennale « céréales-jachère travaillée » (dite « jachère d'été »). Ces pratiques ont fini par provoquer sur ces sols riches de lœss une érosion éolienne exacerbée qui a surpris par sa violence. Les nuages de poussière noire atteignaient la côte Est. De sorte que les « Dust bowls » ont constitué un fléau national qui est devenu récurrent jusqu'à la fin des années 40. Parallèlement, dans les zones plus humides de l'Est du pays sont survenus des processus d'érosion hydrique de grande ampleur, provoqués, eux aussi, par le travail excessif des sols sur des surfaces énormes.

Le phénomène d'érosion a conduit à une prise de conscience du public et des hommes politiques, à la lutte et aux mesures qui ont été prises par la suite. Sous l'impulsion de H. H. Bennett, pédologue, l'USDA (Ministère de l'Agriculture) créa alors le fameux « Soil Conservation Service » (SCS) qui, dans la Corn Belt et les Etats Appalachiens de l'Est, a mis en œuvre un programme de grande ampleur de mesures anti-érosives, à base de banquettes, bandes alternées et cultures en courbes de niveau. Ces ouvrages furent, plus tard, remplacés avantageusement par le travail sous mulch (« mulch tillage ») et le semis direct.

C'est surtout dans les régions de dry-farming (Grandes Plaines Centrales) que le labour commença à être mis en cause à partir des années 30. Les agriculteurs, la recherche (Universités du Nebraska, du Kansas, de l'Oklahoma, du Texas) et l'USDA mirent alors en branle dans les années 40 un vaste programme de « stubble mulch farming » (on parle maintenant aux USA plutôt de « mulch tillage ») c'est à dire de la gestion des résidus de récolte de façon qu'ils protègent les sols pendant les jachères.

Un pas décisif dans l'agriculture de conservation a été franchi par l'apparition des chisels et des outils (blades, sweeps, rod-weeders...) de travail superficiel des sols, pour gérer

les résidus de récolte (« Crop Residue Management », CRM), pailles de céréales essentiellement, en surface afin de protéger les champs des vents et des pluies.

Des semoirs combinés (semis + « sweep » ou cultivateur léger ou herse) permettaient encore de maintenir suffisamment de pailles. La descente et l'injection des engrais ont été conçues parallèlement par les équipes de l'USDA et de l'Université du Nebraska (Lincoln) avec C.R. Fenster.

Une percée très importante vers le semis direct a été l'apparition sur le marché, en 1960, des herbicides totaux, de contact et non rémanents, composés de molécules de type « bipyridyls », paraquat et diquat, fabriqués par la firme britannique ICI (Imperial Chemical Industry).

Dans les années 60, les associations séquentielles, séparées et parfois combinées, de 2,4-D, de paraquat et d'atrazine ont permis d'avancer dans les modalités plus pratiques de semis direct que l'on appelait alors « labour chimique ». L'année 1961 en marque la naissance réelle sur maïs grâce à deux pionniers, l'agriculteur H. M. Young et le chercheur S. H. Phillips de l'Université de Lexington, dans le Kentucky.

Puis les progrès constants des herbicides (moins dangereux que le paraquat) et des machines ont permis le développement, plus ou moins rapide, selon les Etats, du semis direct aux USA.

Une autre étape majeure qui a provoqué un saut quantitatif du semis direct a été la sortie du glyphosate (« round-up »), herbicide systémique très efficace, par la firme Monsanto. Cet herbicide est apparu en 1978 aux Etats-Unis, en 1980 en Australie, au Brésil et en Argentine. Le glyphosate est passé dans le domaine public en 1990. Son prix a alors considérablement chuté puisque à 40 \$/l en 1980, il est passé à 10 \$ en 1990 et à 4 \$ en 2000. Il s'en est suivi, pour les agriculteurs, un moindre besoin de se regrouper en associations spécifiques de semis direct. L'organisme principal et fédérateur de « conservation tillage » aux USA est le CTIC, « Conservation Technology (ex Tillage) Information Center », dont le siège est à West-Lafayette dans l'Indiana (Corn Belt). Le CTIC est un organe fondamental d'informations agrotechniques, de recueils et de publications de données et statistiques annuelles par Etats, Districts et Comités.

Donc des expérimentations menées conjointement à partir des années 60 par la recherche agronomique publique, les secteurs de l'agrochimie et de l'équipement, et une poignée d'agriculteurs expérimentateurs dont le plus célèbre fut Harry Young du Kentucky sont à la base de l'avancée du semis direct. Les systèmes mis en place, l'outillage et les connaissances s'affinent ; à la fin des années 60, l'idée de mettre en place une couverture vivante dans laquelle on sèmerait directement un maïs commence à émerger aux Etats-Unis.

Les succès agronomiques et environnementaux du semis direct aboutissement à une diffusion rapide de ces nouveaux systèmes de culture dans les grandes plaines Nord-américaines, et ce pour un grand nombre de cultures. Cette diffusion fut facilitée par un fort soutien politique et un effort de communication très important (Dounias, 2001) : organisation de nombreuses conférences, rédaction d'un journal de vulgarisation agricole, création d'associations, ouverture d'un centre d'informations destiné aux agriculteurs, nombreuses publications scientifiques.

3.3.2 Australie

En Australie méridionale (à climat semi-aride méditerranéen), des étapes comparables à celles observées aux USA ont précédé le début du semis direct. Dans les domaines de l'agriculture de conservation, les USA sont devenus un modèle permanent pour l'Australie. L'extension, à partir de 1900, des frontières agricoles céréalières provoquèrent de gigantesques phénomènes d'érosion éolienne et hydrique. Les fermiers australiens, prenant exemple sur leurs collègues américains des Grandes Plaines, ont pratiqué systématiquement le dry-farming (céréales en monoculture une année sur deux, avec une longue jachère nue travaillée pour emmagasiner plus d'eau). La motorisation, arrivée à partir de 1925, sur des sols à dominance sableuse (sols de « mallee » et sols « duplex ») a amplifié le phénomène. La menace généralisée affecta la conscience nationale à partir de 1933. Les vents de sable et de poussière affectèrent les villes, les infrastructures (routes, voies ferrées, retenues) et recouvrirent les terrains agricoles avec abandon des fermiers. Tout cela a été aggravé par la dépression économique de l'époque. Et les autorités se dirent, comme aux USA, qu'il « fallait faire quelque chose ». On créa, au niveau fédéral, le « Soil Conservation Board » qui se divisa en services autonomes par Etats à partir de 1940.

De grands débats « académiques » eurent lieu entre les Facultés d'agronomie, les services de l'Agriculture, et les agriculteurs sur la question relative au maintien ou non, des avantages ou contraintes, du dry-farming. La recherche (en particulier l'Université d'Adelaïde avec son « Roseworthy College ») a maintenu pendant très longtemps (jusque dans les années 60) que la jachère travaillée était, dans tous les cas, indispensable pour les zones semi-arides (c'était devenu un dogme). Les agriculteurs, eux, penchaient vers le « mulch farming » c'est à dire le maintien en surface des résidus, rendu possible par les outils américains (blades, sweeps, chisels...). Avec la progression des outils de semis et l'apparition de nouveaux

herbicides on est passé progressivement, à partir de 1980, pour une partie des exploitations, au semis direct.

Dans le Queensland (semi-aride sub-tropical), les travaux de DRS ont été pendant un temps une réponse unique à l'érosion des sols. Puis les tenants d'une agriculture de couverture et du moindre travail du sol ont pris le dessus comme dans l'Est des USA.

Les Australiens ont profité des avancées des Etats-Unis concernant les techniques mécaniques de DRS, puis l'utilisation des résidus de récoltes et les outils spécialisés superficiels. C'est pourquoi il y a peu de grands noms attachés à ces « préliminaires », exceptés quand même dans les années 60, J. Jones et L. Ward « agronomes/techniciens » de la Soil Conservation Branch (SCB) du Ministère de l'Agriculture du Queensland. Ce furent les pionniers de la gestion des résidus alors que la SCB (créée en 1962) prônait jusqu'alors le traitement de l'érosion exclusivement par les techniques de DRS (Défense et Restauration des Sols).

Parmi les agriculteurs pionniers du semis direct il faut citer H.H. Tod (1974) et N. Ronnefield (1980).

H.H. Tod fit, en 1969, un voyage aux Etats-Unis où, il a appris une nouvelle méthode de gérer les résidus de récolte qui lui a semblé adapté à son propre problème. D'autres voyages d'études aux USA furent réalisés, spécialement dans les Grandes Plaines semi-arides rappelant l'Australie, qui permirent de transférer mode de gestion des pailles, machines et utilisation des herbicides. Suite à cela un gros travail sur les semoirs a été réalisé, incitant le secteur privé du machinisme agricole australien à s'impliquer.

Dans le Sud-Ouest australien, deux noms sont à citer en tant qu'agriculteurs pionniers ayant débuté le semis direct en 1980 : Geoffrey Marshall et Neil Young qui ont eu la fonction, l'un après l'autre, de président de la WANTA (Western Australian No-Tillage Association). Un autre personnage « clé » est l'agronome Bill Crabtree, créateur et cheville ouvrière (responsable scientifique de 1996 à 2002) de WANTA.

Tous ces « leaders » d'opinion, bons communicants (surtout Bill Crabtree), ou agriculteurs innovants et passionnés ont eu un rôle majeur d'entraînement pour la conversion au semis direct dont la progression en Australie a été foudroyante : 380 000 ha en 1980, 800 000 ha en 1990, 10 millions d'hectares en 2002.

Ce développement exponentiel ces dernières années (1996-2003) n'a été rendu possible que via les associations d'agriculteurs et de techniciens « officiels » mais atypiques et relativement isolés dans leurs administrations. C'est ainsi que nous assistons dans l'Est de l'Australie à la création des « Machinery Evaluation Committee » (MEC), groupements semi-formels et souples, travaillant sur la gestion mécanique (chimique plus tard) des résidus et les

outils avec le soutien du secteur privé (la firme ICI et certains constructeurs). Fleurirent alors un certain nombre d'associations d'agriculteurs supportées souvent par un ensemble de projets, firmes publiques ou privées, en particulier la « Conservation Farmers Inc » (CFI) fondée en 1985, créée par les agriculteurs Neville Heard et Peter Wylie, avec sa revue intitulée « The Conservation Farmer ».

Dans le Sud-ouest, WANTFA (« Western Australian No-tillage Farmers Association ») a été créée en 1992 pour le renforcement des acquis sur le semis direct à travers des échanges.

3.3.3 Argentine

L'agriculture des Pampas (sols « tempérés » (loess à chernoziums), au départ à base de maïs, de blé et de pâturages est restée en traction attelée, donc assez peu « dangereuse », jusqu'à la fin des années 50. La grande agriculture motorisée démarra vers 1963, avec des rotations de 7 ans intégrant la moitié en pâturages pluriannuels de luzerne. L'érosion, sans être encore catastrophique débuta néanmoins et devint visible. Mais le changement brutal fut, l'introduction puis le développement extraordinaire de la culture du soja qui devint carrément une monoculture pratiquée aux engins à disques. Sans être aussi violente qu'aux USA et au Brésil, les deux types d'érosion, éolienne (dust bowl dans la moitié Sud, semi-aride, des Pampas) et hydrique (ravinelements) se développaient dangereusement. Ceci incita quelques agriculteurs pionniers et quelques chercheurs « atypiques » de l'INTA (Institut National de Technologie Agricole), après des voyages d'étude aux USA, à passer directement au semis direct au début des années 90.

En Argentine, le facteur « machinisme » a également été un facteur déterminant pour passer au semis direct. Les échanges ont été intenses avec les Etats du Sud du Brésil, spécialement le Rio Grande do Sul à partir de 1975. Les agriculteurs pionniers en semis direct et les fabricants argentins de machines agricoles (Schiarre, Migra, Bertini ...) ont été très influencés par le fabricant brésilien Semeato (lui même par Allis Chalmers). Les « Semeato » ont été importés en Argentine dans les années 80 et vendus aux agriculteurs à coûts marginaux, avant que plusieurs firmes du pays n'en fabriquent. Et aussi la nécessité pour les agriculteurs de réduire drastiquement leurs coûts de production s'ils veulent rester compétitifs vis à vis des pays qui subventionnent (USA, Europe ...).

Parmi les agriculteurs « pionniers » il faut citer Hugo Ghio et Heri Rosso (1975), Jorge Cazenave et Carlos Baumer (1977) puis chez les chercheurs Miguel Peretti et Rogelio Fogante (1975) et Eduardo Lopez Mondo (1983).

Le facteur explicatif peut être le plus important du développement du semis direct à partir de 1990 a été la création puis les nombreuses activités de l'Association Argentin des Producteurs en Semis Direct (AAPRESID). Cette association a été sponsorisée par la firme Monsanto (sous l'impulsion de Eduardo Lopez Mondo). Sa dépendance par rapport à Monsanto se fait encore sentir, en tant qu'agent de diffusion du glyphosate et des OGM-RR (round-up Ready) en particulier le soja.

3.3.4 Brésil

Au Brésil, ce sont essentiellement les processus d'érosion hydrique qui, par leur intensité, ont surpris les agriculteurs, avec une prise de conscience brutale de la catastrophe, les ayant contraints à trouver impérativement et rapidement des alternatives aux pratiques culturales antérieures. Cela s'est passé au début des années 70 dans l'Etat du Parana, au Sud du Brésil, à climat sub-tropical humide. Le « boom » du soja en culture mécanisée était commencé depuis la fin des années 60 après déforestation brutale, transformant rapidement les paysages boisés en grandes fazendas cultivées en soja-blé (2 cultures par an) par des fermiers d'origine européenne. L'emploi des engins à disques (charrues à disques et cover crops) sur pentes longues (3 à 20 %) et sols rouges à kaolinite, s'est montré désastreux. Cette mécanisation s'est faite à partir de celle des Etats-Unis et des pays d'Europe. En quelques années (fin des années 60, début des années 70) l'érosion, en nappe, en rigoles et en ravinements généralisés, « décolla » les sols de leur semelle, les balaya et les creusa, pour les entraîner vers les rivières. Beaucoup d'agriculteurs furent ruinés. A partir de 1968, les services agricoles mirent en place, à l'image des USA, un réseau généralisé de plusieurs types de banquettes en courbes de niveau, dont les dimensionnements étaient dérivés de la fameuse formule de Ramser et théorisés par « l'équation universelle de perte en terre » de Wischmeier. Ces ouvrages, financés en partie par la Banque Mondiale, ne s'avéraient pas efficaces dès que les intensités dépassaient 80 mm/h. Les banquettes se perçaient et canalisait les eaux, accentuant le creusement des ravins.

A partir de là, quelques agriculteurs pionniers tels Herbert Bartz et Manoel Henrique Pereira, pris à la gorge, franchirent d'un coup le cap du semis direct (après des voyages aux USA et en Grande Bretagne), sans passer cette fois par l'étape du « mulch farming » comme cela avait été le cas aux USA et en Australie. Bien qu'avec difficulté (outils de semis bricolés, gamme herbicides réduite ...) ces agriculteurs audacieux réussirent à sauver leurs exploitations et déclenchèrent ainsi, le début de l'histoire du semis direct au Brésil. Ces « pionniers » sont, pour la plupart, originaires du Parana, au Sud du pays, où la culture du soja

avait démarré en 1970. Le premier à s'être lancé dans le semis direct, en 1972, a été Herbert Bartz, agriculteur d'origine allemande, sur sa Fazenda Renânia près de la ville de Rolândia, au Nord du Parana. Ses terres étaient balayées par l'érosion avec une telle intensité que son exploitation paraissait condamnée. H. Bartz s'associa alors à un chercheur du Parana, un autre grand nom du semis direct, Rolf Derpsch pour faire une année d'essais sur sa propriété en même temps que sur la station expérimentale de l'IPEAME (à l'époque, Institut Fédéral de Recherche Agronomique Méridional).

R. Derpsch et H. Bartz, tous deux des passionnés, décidèrent de se lancer à fond dans cette grande aventure du semis direct deviennent alors en quelques sortes l'équivalent du célèbre binôme américain pionnier, Shirley Phillips (agronome) et Harry Young (agriculteur). Herbert Bartz effectue en 1972, des voyages en Allemagne, en Grande Bretagne et aux Etats-Unis pour rencontrer les fabricants d'herbicides, les machinistes, les agriculteurs pratiquant déjà le SCV ainsi que MM. Young et Phillips. Herbert Bartz commanda lors de ces voyages deux semoirs : l'un de la marque américaine Allis-Chalmers, à disques semeurs et couteur circulaire et l'autre de la marque anglaise Howard.

Suite à ces acquisitions, H. Bartz mit immédiatement en pratique, sur sa propriété de Rolândia, ce qu'il avait vu, entendu et retenu. Ainsi en octobre 1972, il sema, en semis direct, 200 hectares de soja sur pailles de blé. « L'Allemand fou », tel qu'il fut surnommé à l'époque par les autres agriculteurs de la région, fut ainsi le premier agriculteur d'Amérique Latine à pratiquer le SCV mécanisé en grandes cultures.

A partir de 1975, Herbert Bartz fut suivi par d'autres agriculteurs pionniers du Parana, célèbres au Brésil: Manoel Henrique Pereira (« Nonô »), Franke Dijkstra et Hans Peeten dans la région des Campos Gerais, près de Ponta Grossa, Centre-est du Parana. Ces agriculteurs seront plus tard à l'origine de la fameuse Fondation ABC. Ils furent aussi, avec quelques autres, les créateurs des premiers « clubs » de semis direct, le « club du ver de terre » (Club de Minhoca), puis le premier « club des amis de la terre » (Club Amigos da Terra).

Un peu plus tard dans les « Cerrados » (savanes tropicales) du Centre Brésil, deux autres « pionniers : d'une part John Landers, anglo-brésilien, agriculteur et agronome indépendant, en partie à l'origine de la diffusion extraordinaire du semis direct à partir de 1988 dans l'Etat du Goiás. J. Landers a été le créateur de l'Association de semis direct des Cerrados (APDC) et de sa revue « cerrado direto ». D'autre part, à partir de 1990, Lucien Séguéy, agronome français du CIRAD, associé à Serge Bouzinac, dans l'Etat du Mato Grosso et dans l'ensemble des Cerrados sont à l'origine de la diversification de la gamme des plantes de couverture et des systèmes de cultures base de riz pluvial, du coton et du soja.

Les grands pays leaders en 2003, en matière de semis direct sont les Etats-Unis (22 millions d'ha, soit 20% de la surface semée), le Brésil (18 millions d'ha, 45%), l'Argentine (13 millions d'ha, 50%), l'Australie (9 millions d'ha, 35%) (Raunet 2004). Ces quatre pays cumulent 62 millions d'hectares en semis direct pour un total, en 2003, de 70 millions dans le monde.

3.4 Le SCV en France :

3.4.1 Les pratiques du non-labour en France

Avant d'aborder l'histoire du SCV et plus généralement du non-labour en France, il est important de faire la distinction entre le SCV et les TCS (Techniques Culturelles Simplifiées). Alors qu'en SCV, aucun travail du sol n'est pratiqué, plusieurs types de travaux du sol sont possibles en TCS :

- Un travail superficiel pendant l'interculture, effectué à l'aide d'outils à disques (déchaumeurs), ou à dents (canadien, chisel, vibroculteur, herse rotative). Certains semoirs de type rotavator (Semavator, Horsch, Semflex ou Howard) permettent d'effectuer un travail superficiel en même temps que le semis, projetant les semences dans un flux de terre ou semis dans le flux.
- Un travail profond de décompactage (pseudo-labour) avec un outil à dents qui permet de décompacter le sol en profondeur sans mélanger les horizons. Il est accompagné souvent d'un travail superficiel.

Peu d'études existent aujourd'hui pour évaluer les surfaces cultivées en non-labour en France, et encore moins en différenciant les grands courants SCV, semis direct et TCS. Il semble cependant que les TCS dominent largement, le SCV ne représentant lui que 20 000 à 30 000 ha en France, soit 200 à 300 exploitations à travers tout le territoire (Lagourge, 2002). Ceci nous amène à considérer la taille importante des exploitations pratiquant le SCV en France. Lagourge (2002), dans une enquête réalisée auprès de 70 agriculteurs pratiquant le semis direct répartis sur le territoire national, établissait en effet que la SAU moyenne des exploitations concernées était de 220 ha, contre 42 ha de moyenne nationale.

Même en TCS, des couverts végétaux sont souvent implantés pendant la période d'interculture. Il existe cependant une grande diversité de termes pour qualifier les couverts végétaux, et le tableau ci-dessous permet d'y voir plus clair :

| | |
|---|---|
| Couverts végétaux | Terme très général faisant référence à la protection du sol par un végétal en particulier contre les effets du climat (battance, érosion) |
| Culture intermédiaire | Met en avant le positionnement dans le temps d'une culture entre deux cultures principales |
| Culture intermédiaire piège à nitrates (CIPAN) | En plus de qualifier le positionnement de la culture, on insiste sur son rôle premier : la lutte contre le lessivage des nitrates. |
| Culture dérobée | Culture de courte durée intercalée entre deux cultures principales , soit en vue d'être récoltée ou pâturée, soit en vue d'être utilisée comme engrais vert |
| Engrais vert | Se place du point de vue de l'apport d'une culture intermédiaire non exportée au niveau de la fertilité physique et biologique du sol . Il peut s'agir d'une jachère améliorée |

Tableau n°1 : Les définitions générales des différents types de couverts végétaux (source : Bonnin, 2002)

Les espèces implantées les plus employées sont des crucifères (radis, moutarde, navettes), des graminées (seigle, avoine), des légumineuses (vesce, trèfle), des phacélies (hydrophyllacées), le sarrasin (polygonacées), mais aussi les repousses de la culture précédente.

Mais si l'érosion des terres agricoles en France est un phénomène réel, ce sujet n'est cependant pas aussi polémique aujourd'hui qu'il l'a été aux Etats-Unis ou au Brésil. Néanmoins nous allons reconstituer l'histoire de l'introduction de ces techniques en France et leurs principaux enjeux.

3.4.2 La longue tradition du labour dans l'agriculture française

En France, deuxième pays exportateur de produits agro-alimentaires au monde, la charrue a toujours été l'outil symbolique de l'agriculture. Goudet, 2003 suggère que l'agriculteur français a toujours été un « laboureur », et l'abandon de la charrue constitue en somme une véritable révolution culturelle.

Le labour a très souvent été assimilé à un acte d'appropriation mais aussi à la procréation, à la fertilité. Il est le lien qui fait la vie entre l'homme, la terre et la culture qui va le nourrir.

Depuis des temps reculés, la charrue a été directement impliquée dans l'alimentation de l'être humain et son utilisation est tellement liée à l'idiosyncrasie des agriculteurs qu'ils persistent à

s'en servir (Crovetto 2000). Pour beaucoup d'entre eux, cet outil est la fierté et le symbole de leur travail, et contribue à leur identité de paysans.

L'histoire agricole française des 50 dernières années nous permet de comprendre comment le non-labour (SCV et TCS) a conquis certains agriculteurs.

3.4.3 La dynamique productiviste de l'agriculture française de 1945 à 1990

De 1945 à nos jours, l'agriculture française a connu une véritable révolution, dominée par une volonté productiviste :

- Une productivité agricole multipliée par 2,5 de 1945 à 1990, et un passage des rendements moyens de blé de 18q/ha à 72q/ha entre 1939 et 1986.
- Une diminution du nombre des actifs de 75% et une augmentation des surfaces des exploitations grâce à la mécanisation.

Dans ce contexte la simplification du travail du sol n'avait pas beaucoup d'intérêts pour les agriculteurs, sinon pour résoudre ponctuellement des pointes de travail (Cassan, 1998).

En fait, au début des années 70, les agriculteurs et les techniciens ont remis en cause la nécessité du labour pour l'implantation de blé après maïs afin de soulager les calendriers de travaux, et accessoirement réduire les coûts de production. L'arrivée du semoir Semavator au début des années 60 a permis concrètement de mettre en place des itinéraires alternatifs et de donner le point de départ à des travaux scientifiques et techniques.

Mais au début des années 80 l'intérêt pour la simplification de travail du sol retombe pour les raisons suivantes : la régression des surfaces emblavées en maïs grain dans les grandes zones céréalières ; un contexte économique favorable, n'incitant pas à la réduction des charges de mécanisation ou à l'augmentation de la productivité du travail, et le désherbage chimique, indispensable en culture sans labour, encore assez coûteux à l'époque, ainsi qu'un matériel limité.

3.4.4 Un changement du contexte économique, environnemental et politique

Au début des années 90, un changement du contexte économique, environnemental et politique s'impose. La réforme de la PAC (politique agricole commune) intervient dans les années 90, et vise à réduire les excédents de production. Des règlements agro-environnementaux, nationaux et européens, apparaissent cherchant à diminuer les conduites intensives, pour lutter contre des problèmes tels que le lessivage des nitrates. Des subventions

fortes sont maintenues pour l'irrigation et des financements pour les gels de terre et jachères pour limiter la production. Enfin, le contexte économique international avec les négociations du GATT (General Agreement on Tariffs and Trade) et la mondialisation du commerce des produits agricoles fait entrer la production agricole française dans une incertitude économique et de concurrence. La culture sans labour, avec un travail du sol simplifié ou littéralement supprimé revient dès lors sur la scène des pratiques agricoles, associée le plus souvent à une couverture végétale du sol, morte (résidus) ou vive (plantes de couverture, CIPAN).

L'association de ces procédés permet en effet de répondre aux nouvelles problématiques posées par ces transformations dans le contexte agricole :

- Elles permettent de réduire les coûts de production, principalement par la diminution des charges de mécanisation (capital, entretien, énergie).
- Elles constituent un moyen de réponse à nombre de problématiques environnementales : réduction du lessivage des nitrates, réduction de l'érosion des sols, etc. Elles sont pour cela subventionnées sous forme d'aides diverses (Contrat Territorial d'Exploitation).

Ces techniques, de par leurs avantages multiples, intéressent alors un nombre croissant d'agriculteurs à partir du milieu des années 90, et sont développées selon différentes modalités techniques. Le passage du glyphosate dans le domaine du public en 1990 entraîne par ailleurs une baisse de son prix d'achat, tandis que l'offre de matériel de semis en non-labour et de travail superficiel du sol se diversifie. Surtout, ces outils se perfectionnent, permettant peu à peu des opérations de semis de plus en plus précises avec des couvertures végétales importantes (Jean-Robert, 1999).

D'un point de vue politique, l'Union Européenne encourage aujourd'hui de plus en plus les Etats à promouvoir les techniques de conservation des sols et basées sur la réduction ou l'abandon du travail du sol, la protection de l'environnement étant devenu l'un des axes phares des nouvelles politiques européennes. L'une des constations majeures de l'Agence Européenne de l'Environnement est que le problème de dégradation et d'érosion des sols est un problème environnemental clé en Europe. Ainsi, l'une des directives émanant du 5^{ème} programme de la Communauté Européenne d'action environnementale stipulait : « Les autorités publiques des Etats membres ainsi que les groupements d'agriculteurs, d'industrie des pesticides et les ONG devraient mettre en place des campagnes de sensibilisation aux pratiques de l'agriculture durable : ces actions obtiennent le soutien des instances européennes ». De même, l'article 22 du projet de règlement sur le développement rural au titre de l'Agroenvironnement mentionne que le soutien de l'Europe est destiné à encourager le

« maintien et la promotion de méthodes d'exploitation à faibles consommations intermédiaires » (ECAAF, APAD, 1999).

3.4.5 Le rôle des agriculteurs pionniers et du CIRAD dans le SCV

Malgré l'intérêt tardif des institutions agricoles françaises pour le non-labour, des agriculteurs « précurseurs » ont commencé à mettre en pratique sur leurs exploitations les TCS. Certains par exemple ont abandonné le labour il y a 20 ans : ils se sont construit leurs propres référentiels techniques, et ont bien souvent conçu ou amélioré eux-mêmes leurs outils. Mais le véritable mouvement d'intérêt pour les techniques simplifiées, puis le SCV se situe au milieu des années 90. Ce sont le plus souvent des réflexions de groupes d'agriculteurs, seuls ou avec un technicien, qui les ont amené à s'intéresser au TCS pour réduire leurs charges en premier lieu. C'est ainsi que quelques agriculteurs du département d'Indre-et-Loire ont décidé d'aller à la rencontre d'agriculteurs étrangers pratiquant déjà le SCV, 1994 en Angleterre, 1996 aux USA puis 1997 en Australie. Ils rencontrent lors de cette période, comme d'autres agriculteurs ou groupes d'agriculteurs français, Claude Bourguignon, biologiste des sols et directeur du laboratoire d'analyses microbiologiste des sols (LAMS) qui les sensibilise à l'activité biologique des sols, aux conditions favorables que crée le SCV ainsi qu'à l'intérêt agronomique dégagé. C. Bourguignon, de même que d'autres techniciens ou autres professionnels du monde agricole, fournit aux agriculteurs de nouvelles clés de compréhension et d'appréhension du semis direct. Ainsi le groupe d'Indre-et-Loire et d'autres agriculteurs français intéressés par le SCV effectuent en sa compagnie en 1998 un voyage en Argentine et au Brésil, à la rencontre de L. Séguy et du SCV tel qu'il est pratiqué par les grandes exploitations mécanisées brésiliennes. Les agriculteurs découvrent alors le SCV, et c'est le début d'une coopération toujours d'actualité : visites d'agriculteurs français qui se sont succédées au Brésil, conférences données par L. Séguy auprès des agriculteurs français sur le fonctionnement du SCV et ses adaptations possibles en conditions tempérées.

En 2001 se crée, à partir de ces agriculteurs « passionnés » par le non-labour et surtout le SCV, la FNACS (Fondation Nationale pour l'Agriculture de Conservation des Sols). Au sein de cette structure, l'accent est mis non plus sur les réductions des charges rendues possibles par la simplification ou le non travail du sol, mais sur les questions de vie du sol et des échanges d'expériences.

3.5 Conclusion du chapitre 3

La naissance et le développement du SCV dans les pays leaders a été un moyen de réponse à de graves problèmes de dégradation des sols mettant en péril la pérennité de l'agriculture. Dans ces situations, des agriculteurs pionniers ont commencé par développer ces techniques chez eux, marginalisés de fait au regard des autres agriculteurs (exemple de « l'Allemand fou »). Hormis le cas des Etats-Unis, ces précurseurs ont voyagé à travers le monde pour observer la mise en pratique de ces systèmes, et les ont ensuite adaptés sur leurs propres exploitations, le plus souvent au début avec du matériel conventionnel adapté artisanalement. Ils ont ensuite créé des fondations ou associations pour la promotion et le développement du semis direct, au sein desquelles ils s'échangent des informations et des expériences techniques.

La recherche, qu'elle soit publique ou privée, n'était en effet initialement que très peu compétente sur ces techniques. Mais elle s'est jointe par la suite aux associations d'agriculteurs et aux organismes de développement pour la mise en place d'expérimentations, la création d'outils ou d'herbicides adaptés et la diffusion d'informations.

Alors que dans les pays leaders le SCV s'est développé en réponse à de graves problèmes d'érosion, la technique a fait son entrée en France essentiellement pour des questions de réduction des charges de production. Ce sont d'abord les TCS qui ont fait leur apparition, le SCV n'étant arrivé que par la suite, « importé » des pays leaders par un groupe d'agriculteurs pionniers. Les couverts végétaux sont eux aussi apparus dans une logique différente que sur le continent américain, promus en France pour limiter les problèmes de lessivages d'éléments minéraux et de pollution des nappes (CIPAN).

Mais comme dans les pays leaders, la mise en pratique du SCV est partie d'une poignée d'agriculteurs pionniers, avec peu ou pas d'encadrement « officiel ». Ils sont en effet allés, dans les pays où ces techniques étaient déjà mises en pratique et ont créé la FNACS pour pouvoir s'échanger des informations, et des expériences.

Après cet historique général de l'introduction des techniques de non-labour en France, nous allons nous pencher de plus près sur la Société Civile d'Exploitation Agricole (SCEA) de Jean-Claude QUILLET, qui est probablement un des cas pilote en présentant tout d'abord les caractéristiques physiques, climatiques, et les données agricoles de la zone d'étude. Ensuite, nous allons étudier les pratiques agricoles de Jean-Claude Quillet et en évaluer leurs impacts.

Chapitre 4 :

La Société Civile d'Exploitation Agricole (SCEA) Jean-Claude QUILLET

4.1 La zone d'étude : Indre - et -Loire en Touraine

4.1.1 Présentation

La zone d'étude se situe près des vallées du Cher et de la Loire, à 15 Km environ de Tours. L'Indre-et-Loire, situé dans la région Centre, se compose de deux grandes régions naturelles : la Touraine des vallées et la Touraine des plateaux. C'est à mi-chemin entre ces deux régions qu'est localisée l'exploitation que nous avons étudiée, dans la région naturelle de Champeigne, plateau argilo-calcaire situé entre le Cher et l'Indre dans le long de la vallée du Cher.

4.1.2 Les types de sols

Dans la zone d'étude la majorité des grands types de sols du département sont les suivants (Chambre d'Agriculture 37, 2002) :

- ◆ Les limons de plateaux, autrement nommés Bournais. Ces sols sont constitués essentiellement de limons (autour de 50%). Il existe un certain nombre de sous-types de Bournais, mais on en rencontre seulement deux dans l'exploitation étudiée :

- Les Bournais francs (sols bruns lessivés) sur calcaires lacustres, situés sur les plateaux (Champeigne). Ce sont des sols sains, très proches des limons argileux de Beauce, avec environ 25% d'argiles et donc peu de problèmes de battance. Ils ont de très bons potentiels, et sont cultivés généralement en céréales.

- Les petits Bournais, ou Bournais pisseux. Ce sont des sols lessivés sur argiles à silex, avec un horizon de surface à texture limoneuse (12% d'argiles, 60% de limons, 25 à 30% de sables). Leur structure est donc moins cohérente que celle des précédents et ils sont plus sensibles à la battance. Du fait de la faible cohésion du limon, la période pendant laquelle il est possible de travailler dans de bonnes conditions est courte. Ils sont de plus relativement imperméables.

- ◆ Les sols argilo-calcaires sur calcaires. Ils sont issus de la décomposition du calcaire, sont sains et possèdent une bonne structure. Leur réserve en eau varie selon la dureté du calcaire et leur profondeur est variable. Le taux d'argile peut être compris entre 25 et 45%, avec des

proportions de cailloux variables. Ils sont le plus souvent valorisés en céréales, sans culture de printemps pour les moins profonds.

◆ Les terres de vallées, ou Varennes. Ce sont des sols alluviaux, formant le lit du Cher et donc souvent inondés en hiver. Ce sont en majorité des varennes sablo-argileuses, avec 10 à 30% d'argiles, une proportion importante de sable et donc relativement séchantes. Elles sont mises en valeur avec des céréales ou du maraîchage.

◆ Les perruches. Ces terres proviennent de l'érosion des Bournais au flanc des coteaux. Du fait de la pente, ils se ressuient rapidement, sont légers et faciles à travailler mais usants avec une argile à silex à faible profondeur (40 cm environ). Ces sols conviennent aux céréales d'hiver, mais sont par contre trop séchantes pour des cultures de printemps comme le maïs.

Les terres avec les meilleurs potentiels sont celles dites de vallées, car profondes et riches en alluvions. Ce sont le plus souvent les terres irriguées, mais on retrouve aussi de l'irrigation dans les Bournais francs et les argilo-calcaires profonds. Les terres cultivées exclusivement en pluvial sont celles de coteaux et du plateau de Mont-louis, terres superficielles et sableuses donc à très faible rétention d'eau.

4.1.3 Le climat

Les masses d'air traversant le département sont principalement d'origine océanique, mais évoluent lentement au fur et à mesure qu'elles pénètrent sur le continent. Le climat est ainsi un climat océanique dégradé, caractérisé à Tours par :

- Des températures douces (11,1°C de moyenne sur l'année).
- Une pluviométrie annuelle moyenne de 679 mm, avec 69 jours/an de précipitations supérieures à 2,5 mm.

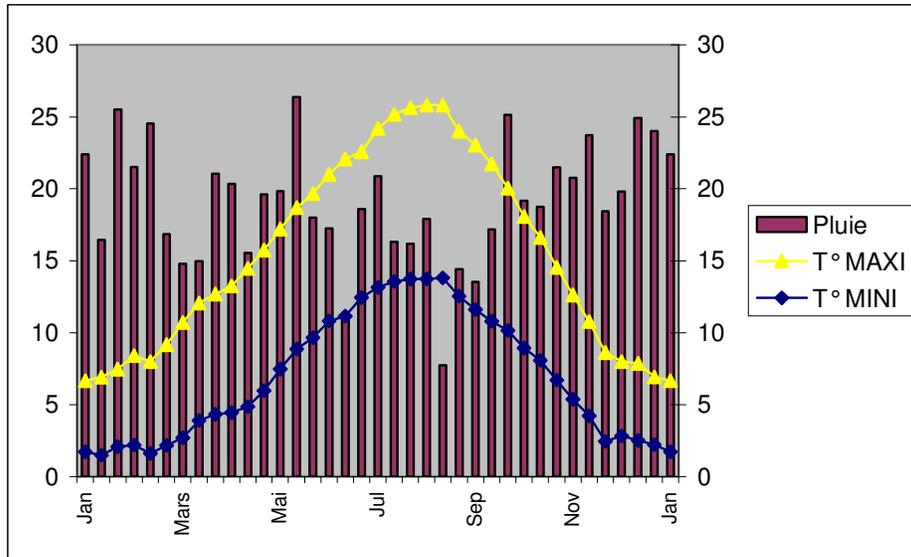


Figure n°1 : La moyenne climatique 1971-2000, station Parçay-Meslay. Météo France.

Le régime des précipitations ne connaît pas de fortes fluctuations au cours de l'année, mais avec tout de même quelques pics en février, mai, octobre et en décembre. Les températures maximales sévissent en août, pouvant atteindre 25°C, et les minimales en janvier, passant sous la barre des 2°C pour la moyenne des minimales. On a dénombré entre 1986 et 2000 une moyenne de 25 jours de gelées blanches par an.

4.1.4 Les données agricoles

La superficie du département d'Indre-et-Loire est de 6.127 km² avec une surface agricole utile (SAU) de 341.151 ha. Comme sur l'ensemble du territoire français depuis plusieurs décennies maintenant, la déprise agricole a profondément transformé la structure agraire du département de l'Indre-et-Loire (37).

Les exploitations agricoles sont essentiellement tournées vers les grandes cultures, avec 41% des exploitations, suivies des exploitations en production viticole (19%) et élevage d'herbivores (19%). L'élevage des granivores est totalement absent de la zone.

Les productions végétales cultivées à l'échelle du département sont largement dominées par les grandes cultures, céréales et oléo-protéagineux qui totalisent à eux deux presque 80% des surfaces en productions végétales hors-jachères.

Concernant les surfaces irriguées, les exploitations irriguent des proportions de leur SAU encore supérieure à la moyenne du département. L'accès à l'irrigation relève essentiellement de forages individuels, ou de pompage électrique dans la rivière.

4.2 L'expertise de J.C. QUILLET :

4.2.1 Les activités de J.C. Quillet

Monsieur Quillet est l'une des grandes références nationales sur le semis direct. Toute son exploitation est menée en effet en SCV, et il a à son actif deux passages télévisés sur la chaîne ARTE pour des documentaires scientifiques. Il vient d'ouvrir un site Internet présentant son exploitation (<http://www.agridura.com>).

Monsieur Quillet fait par ailleurs partie des membres créateurs de la FNACS (Fondation Nationale pour l'Agriculture de Conservation des Sols), et y tient aujourd'hui le rôle de vice-président national. Il est clair que pour la FNACS, Quillet est un gage de sérieux, une référence à conserver du fait de l'intérêt que porte la recherche agronomique à ses résultats. Au sein du groupe local de la FNACS dénommé « Toujours Mieux », Quillet est tête de réseau et est aussi responsable d'une CUMA (Coopérative d'Utilisateurs de Matériels Agricoles) de semoirs John Deere.

Il est consultant pour AFD (Agence Française pour le Développement) sur les projets de diffusion du semis direct dans les pays du sud.

Il est donc au cœur des relations et de la communication interne, mais est aussi une interface majeure avec l'extérieur dans le sens où il importe des connaissances et constitue une vitrine du groupe.

En marge de ce rôle important de pont avec l'extérieur pour l'export et surtout l'import de connaissances techniques Quillet tient un deuxième rôle majeur au sein du groupe, certes moins formel mais tout aussi important : celui d'expérimentateur et de référence technique en SCV. Au sein du groupe, tous adaptent les techniques de non-labour selon leurs conditions propres, et sont pour cela tous également des expérimentateurs mais Quillet se distingue d'eux sur différents points : il a commencé plus tôt à faire du non-labour, et mis beaucoup de temps et d'argent sur les essais pratiqués en conditions réelles sur son exploitation. Il est donc, d'une façon supplémentaire, une banque d'informations techniques grâce à son expérience et son audace.

4.2.2 L'historique de l'expertise de J.C. QUILLET :

Avant 1981, monsieur Quillet pratiquait le labour sur ses parcelles. A partir de cette date, il tente sa première expérience de simplification du travail du sol avec l'acquisition d'une machine à bêcher. Il semait à la volée dans le flux de terre. En 1985, il pratique le semis

du blé au Sémautor sur sorgho en terre superficielle. Entre 1992 - 94, il achète deux semoirs John Deere 750 A de trois mètres à la CUMA, et agrandit ses surfaces en travail superficiel aux cultures de printemps.

En 1995, il fit son premier contact avec le SCV lors d'une session de formation organisée au niveau départemental par les agriculteurs. Au cours de cet atelier, Monsieur Claude Bouguignon, directeur du Laboratoire d'Analyse Microbiologique des Sols, sensibilisa les agriculteurs à l'impact bénéfique du non travail du sol, sur son fonctionnement et sa structure.

En 1996, il effectua son premier voyage d'étude aux Etats-Unis sur le semis direct. En 1997, il achète un semoir 750A de six mètres en copropriété et installe un couvert de seigle qu'il détruit trop précocement. En 1998, il utilise à nouveau le couvert de seigle et rencontre d'autres difficultés car cette fois la plante de couverture est détruite tardivement et il y a une pullulation de limaces. La même année, J.C. Quillet effectue un autre voyage d'étude en Argentine et au Brésil. Là, il rencontre L. SEGUY, chercheur du CIRAD, qui lui conseilla la couverture d'avoine.

En 1999, il installe le couvert d'avoine sur son exploitation et obtient de bons résultats. En 2000, il achète un semoir Séméato 420, et expérimente une association d'avoine-vesce comme couvert. Il poursuit ses voyages d'étude en Australie et adopte le SCV sous couverture morte sur toutes ses parcelles.

En 2003, il fait un voyage au Chili, et visite l'exploitation de Carlos Crovetto l'un des grands spécialistes du SCV en Amérique du sud et auteur d'un livre « Les fondements d'une agriculture durable ».

4.2.3 La présentation de l'exploitation :

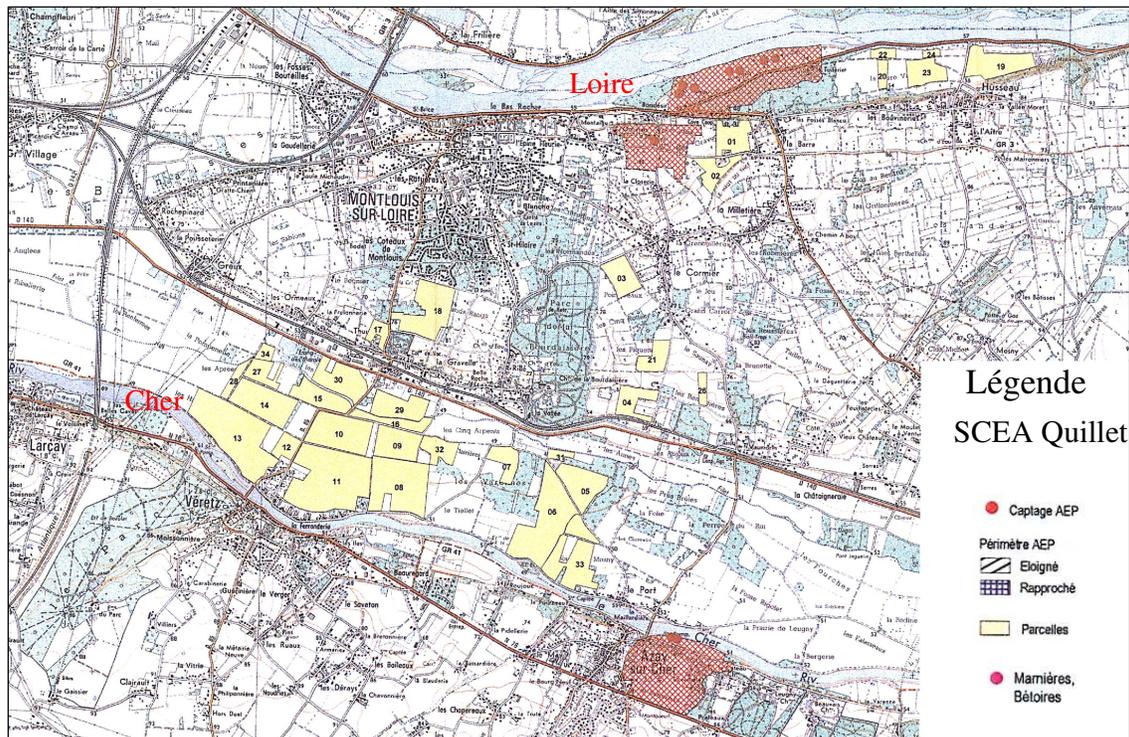


Figure n°2 : La carte zonale de la SCEA Quillet

La Société Civile d'Exploitation Agricole (SCEA) Jean-Claude QUILLET est composée de trois associés, deux salariés et un saisonnier. L'entreprise possède six cents hectares de terres sur six communes en deux exploitations dont 100 ha en propriété et le reste en fermage, un système d'irrigation en station de pompage électrique par enrouleurs. Le pompage se fait dans le Cher et dans un étang. Il y a quarante hectares de terre avec un système de drainage.

La société a un silo de stockage d'une capacité de 2.500 tonnes et un séchoir de 80 tonne/jour. Les principales cultures et leurs taux de superficies sont respectivement : céréales d'hiver (blé, orge) 55% ; le maïs 15% ; le sorgho ou le millet 10% et le colza 9%, vigne 1% et 10% de jachères.

Les dates de semis des différentes cultures sont :

Colza (mi-août), blé/orge (début octobre), maïs (fin avril), sorgho ou millet (début mai).

4.2.4 Le parc de matériels

4.2.4.1 Les tracteurs : Au nombre de huit

| Types | Années d'achat | Nombre | Puissance(chevaux-vapeur) |
|-------|----------------|--------|---------------------------|
| 4020 | 1970 | 02 | 100 |
| 3120 | 1972 | 01 | 85 |
| 2030 | 1975 | 01 | 65 |
| 4040 | 1980 | 02 | 110 |
| 4255 | 1990 | 01 | 150 |
| 7710 | 2002 | 01 | 160 |

Tableau n°2 : Les différents types de tracteur de la SCEA Quillet

4.2.4.2 Les semoirs : Trois au total

| Nom | Année d'achat | Nombre | Largeur de travail (m) |
|-------------------------------------|---------------|--------|------------------------|
| Semoir céréale John Deere | 1997 | 01 | 6 |
| Semoir monograine (maïs, tournesol) | 1992 | 01 | 4,80 |
| Semoir Séméato | 2000 | 01 | 4,40 |

Tableau n°3 : Les différents semoirs de la SCEA Quillet

4.2.4.3 Les autres équipements :

Il s'agit de :

01 épandeur d'engrais DPA (débit proportionnel à la vitesse d'avancement) en 2000 avec une largeur de travail de 24 mètres.

01 pulvérisateur automoteur en 1998 avec 24 mètres de largeur de travail.

02 moissonneuses en 1995 et 2000 de 7,30 mètres de largeur de travail.

01 chargeur télescopique en 2003 avec une capacité de 2,5 tonnes.

03 camions-bennes en 80, 90 et 2000 avec respectivement 12, 14 et 16 tonnes de capacité.

03 véhicules.

4.2.5 Les pratiques agricoles de J.C. Quillet

4.2.5.1 L'assolement, les rotations

Les rotations sont très importantes pour la lutte contre les adventices. En effet, il s'agit d'alterner les cycles culturaux (printemps-été) ; puisque à chaque saison correspond une certaine flore d'adventice (Labrenche 2001).

Le retour tous les ans d'une même flore peut entraîner une explosion du stock semencier, une difficulté croissante à contrôler certaines espèces et un risque de résistance aux herbicides. D'où l'importance des rotations comme pilier de la mise en pratique du SCV.

Voici les rotations effectuées sur l'exploitation J.C. Quillet :

En hiver : colza-orge-couvert d'avoine-sorgho- orge- avoine sur les parcelles des coteaux où le colza n'intervient que tous les 3-4 ans sur la même parcelle. Le colza permet aussi d'éviter le retour un an sur deux des sorghos et des PSD (Panic, Settaire, Digitaire) qui y sont associées. Cela permet de lutter contre les adventices par une longue rotation et pour une restructuration du sol avec une alternance des systèmes racinaires.

Au printemps : blé-colza-blé-sorgho ou millet sur les perruches ou les bournais.

maïs-blé sous couvert d'avoine dans les varennes.

L'assolement rotation a un peu changé avec l'introduction du couvert car l'agriculteur pense que l'orge ou l'avoine constituent de mauvais précédents pour une autre céréale à paille. Selon lui le SCV a conduit à une tendance de rallongement et de diversification des rotations.

Selon les années la marge nette la plus importante est observée chez le blé ou colza ou le maïs

4.2.5.2 L'utilisation des plantes de couverture

4.2.5.2.1 Le choix des espèces et le semis du couvert :

Les semences de plantes de couverture sont des semences fermières, pour éviter d'engendrer un coût supplémentaire. Le choix du couvert dépend du système racinaire, de l'appétence par les limaces ainsi que la culture suivante. Il y a principalement deux espèces qu'on retrouve sur l'exploitation : avoine à 80 kg/ha, vesce à 40 kg/ha ou un mélange avoine/vesce avec respectivement 80 et 30 hg/ha. Cependant l'avoine domine largement pour son action néfaste sur les adventices : fort pouvoir couvrant et étouffant au niveau du sol et effets allélopathiques. Elle procure de plus une bonne coupure phytosanitaire après un blé,

meilleure par exemple que le seigle dont les caractéristiques se rapprochent plus de celles du blé.

Le semis du couvert est effectué durant la deuxième quinzaine du mois d'août avec des semoirs directs à céréales au travers des chaumes de blé ou d'orge. Plusieurs critères motivent le choix de cette période :

- Sol trop sec ou risque de gel d'hiver entraînant une mauvaise germination ou une destruction précoce du couvert.
- Plus tard on a un risque de pluies importantes et de ne plus pouvoir entrer dans les parcelles à cause de la boue, ou même de rentrer en compétition avec la récolte d'autres cultures telles que le millet ou la vigne.

4.2.5.2.2 Le désherbage initial :

Une pulvérisation de glyphosate (1,5 à 2l/ha) est effectuée quelques jours avant l'implantation du couvert pour détruire les adventices présentes.

4.2.5.2.3 La destruction du couvert végétal

Le couvert est détruit par une pulvérisation de glyphosate (1,5 à 2 l/ha) trente à quarante cinq jours avant le semis de la culture de printemps. L'objectif d'une destruction anticipée est d'éviter des phénomènes de concurrence hydrique entre le couvert et la culture suivante. Par exemple si le mois précédant est humide, l'avoine est détruite tard pour qu'elle assainisse le profil. Au contraire si le temps est sec, il préfère détruire le couvert 45 jours avant le semis pour éviter qu'il assèche trop le profil.

Pour ce qui est de l'interculture entre colza et blé, aucun travail n'est effectué, mais un léger désherbage à faible dose peut être effectué un peu après la récolte du colza pour affaiblir les adventices présentes sans pour autant détruire irréversiblement le colza. Les repousses du colza sont alors en place jusqu'à leur destruction au glyphosate un peu avant le semis du blé. Ces repousses sont appréciées par l'agriculteur car elles constituent un couvert « gratuit » mais aussi un bon précédent pour le blé.

4.2.5.3 La gestion des dates de semis :

Le semis constitue une des étapes décisives en SCV, car de sa conduite dépend la réussite de la culture commerciale.

4.2.5.3.1 Les semis d'automne : Précoce

L'agriculteur préconise de semer le plus tôt possible à l'automne pour éviter les pluies, et surtout après la récolte du maïs en fin octobre. Le semis du blé a été avancé en SCV d'au moins une semaine par rapport au labour et au TCS, passant d'un intervalle compris entre le 20/10 et le 11/11 à une tranche se situant entre le 12 et le 25/10. Selon lui, le démarrage du blé en semis direct est plus lent qu'en labour ou TCS. Il est donc nécessaire d'après lui de semer plus tôt pour que la plante s'enracine mieux et puisse anticiper un retard. Une levée précoce permet aussi à la plante d'être déjà développée à l'arrivée des fortes pluies, la rendant moins sensible aux attaques de limaces. Le SCV facilite ce semis précoce, notamment car il est plus rapide : cela s'explique par une économie de temps de préparation du sol et le déclenchement du semis, si l'état de la parcelle le permet ; et aussi l'augmentation de la vitesse de ressuyage des terres permet d'entrer plus rapidement dans les parcelles après une pluie. Ainsi le nombre de jours disponibles augmente en SCV, mais il s'agit aussi pour l'agriculteur d'être vigilant pour déterminer le moment optimal d'entrée dans la parcelle.

Un semis précoce peut avoir un inconvénient majeur, celui d'augmenter le risque d'attaque de pucerons et de cicadelles sur la plante d'automne et le risque de gel au printemps. L'agriculteur préfère encourir ce risque et faire des traitements si nécessaire, plutôt que de semer tardivement.

Il récolte tôt les cultures de printemps. Cela lui permet d'éviter les périodes de pluies au moment du semis d'automne et d'implanter une culture précoce.

4.2.5.3.2 Les semis du printemps : Tardif

Le semis des cultures de printemps se fait majoritairement à l'issue d'intercultures longues. L'agriculteur sème tardivement en SCV (10 à 15 jours environ) amenant la date idéale à la 2^{ème} quinzaine de mai. En effet, à la sortie de l'hiver, le sol a besoin de se réchauffer pour permettre une germination des semences. Or ce réchauffement des premiers centimètres du sol est lent en SCV, ce qui influence beaucoup les cultures de printemps, qui ont besoin, pour leur germination, d'un sol relativement chaud.

De même, il ne recommande pas de semer dans un sol trop sec, mais plutôt d'attendre si possible qu'une pluie arrive pour semer juste après. Selon lui si le sol est trop sec le sillon de semis se referme mal, se dessèche et peut permettre l'entrée des limaces.

4.2.5.4 La gestion des pailles

L'intégralité des résidus de récolte est conservée. Après la moisson, l'agriculteur effectue un passage de herse étrille pour homogénéiser la répartition des pailles en surface, et ainsi de faciliter la découpe du mulch par les disques du semoir. Ce léger remaniement des pailles permet aussi selon l'agriculteur de faire un léger peignage du sol en surface facilitant ainsi la levée des graines d'adventices.

4.2.5.5 La gestion des mauvaises herbes :

4.2.5.5.1 La lutte préventive :

En SCV, l'agriculteur met en place des dispositifs pour prévenir le développement des adventices sur ses parcelles par des rotations longues et diversifiées pour rompre les cycles des adventices. La période d'interculture joue un rôle primordial dans cette gestion stratégique, avec l'implantation des couverts qui vont concurrencer les levées des adventices. Par exemple cela est très efficace dans la lutte contre le brome, difficile à contrôler dans la culture avec des herbicides spécifiques coûteux.

La gestion des bordures des parcelles pendant l'interculture est aussi importante dans ce dispositif préventif, car les adventices de ces endroits doivent être contrôlées afin d'éviter la contamination des champs. Là l'agriculteur fait attention de ne pas les détruire chimiquement mais plus tôt par girobroyages.

4.2.5.5.2 La lutte chimique :

En prélude à cette partie, nous avons fait une liste des adventices les plus fréquemment rencontrés dans les parcelles. Elles sont composées de : la prêle (*Equisetum maximum*), les repousses de céréales, le ray-grass (*Lolium spp*), le brome (*Bromus mollis*), le géranium (*Geranium rotundifolium*), le gaillet (*Galium aparine*), la folle avoine (*Avena sterilis*).

En dépit des différents moyens de prévention, l'utilisation d'herbicides reste indispensable en SCV. Mais l'un des changements majeurs induits par la pratique est la neutralisation de l'efficacité des herbicides de prélevée. En effet, ces produits agissent au contact de la semence ou des racines des plantules, et doivent donc être en contact avec la terre ; la présence de couverture végétale en surface et le non-travail du sol, empêchent alors leur action. Cette perte d'efficacité a été mise en évidence, de même que leur sélectivité par Bordeset en

2001(Cité dans Goulet 2004). La lutte herbicide en SCV est donc effectuée exclusivement avec des herbicides post-levée, à pénétration foliaire.

En SCV les désherbages sont ponctuels et effectués au moment opportun : gestion tactique. Les observations doivent être précises, l'agriculteur doit y consacrer une bonne partie de son temps. En outre, l'agriculteur effectue de plus en plus des désherbages à faible dose (la moitié ou le quart des doses prescrites). Mais ces actions à base d'herbicides foliaires de post-levée à faible dose amènent au risque de résistance des adventices (ray-grass et vulpin par exemple). C'est pourquoi il est important de mettre en place des rotations longues et d'alterner les matières actives.

| Dates de traitement | Herbicides | Doses (g/l/kg/ha) |
|---------------------|------------|-------------------|
| 05/03/2004 | Glyphosate | 1,50 |
| | LI 700 | 0,10 |
| | Col surf | 0,30 |
| 25/05/2004 | Glyphosate | 2,00 |
| | LI 700 | 0,10 |
| | Col surf | 0,30 |
| 04/06/2004 | Mikado | 0,30 |
| | Milagro | 0,30 |
| | Banvel | 0,20 |
| | Col surf | 0,30 |
| | Silwet | 0,03 |

Tableau n°4 : La liste des herbicides utilisés, et leurs doses

4.2.5.6 La gestion des parasites et des maladies des cultures :

4.2.5.6.1 Les Limaces

La limace est un animal très nuisible en agriculture. Les deux espèces susceptibles de provoquer le plus de dégâts en France sont la grise et la noire. Les limaces prolifèrent dans des conditions humides, et les attaques se font beaucoup plus en présence d'une couverture végétale qui maintient l'humidité en surface. En effet, certaines cultures telles que le maïs et le colza sont particulièrement appétentes pour ces petits mollusques. Selon le paysan, ce phénomène existait auparavant en labour ou TCS, mais de façon épisodique et avec une moindre intensité.

En SCV, deux moyens de lutte sont aujourd'hui utilisés par l'agriculteur :

- Le passage de la herse étrille qui expose les œufs de limaces au soleil.
- La lutte chimique, avec des produits à base de métaldéhyde (clartex pour la prévention et le mesurool pour la lutte curative).

L'agriculteur fait une veille des populations, et un raisonnement tactique. Il effectue dans les terres argileuses des apports systématiques au semis pour le blé et l'orge, car ces terres entretiennent plus longtemps l'humidité superficielle et donnent refuges aux limaces avec les fentes de retrait créées pendant l'été. De même dans la rotation blé-maïs, ou le maïs est irrigué tout l'été, l'humidité superficielle est entretenue et il a tendance à faire des applications systématiques.

Par ailleurs, l'agriculteur a observé une baisse des populations de limaces au fil des ans en SCV. Il attribue ce phénomène au retour progressif grâce au SCV, des carabes qui sont les principaux prédateurs naturels des limaces.

4.2.5.6.2 Les autres parasites et maladies :

Le SCV, impose un semis précoce en automne pour le blé, qui est plus souvent exposé aux pucerons et cicadelles. Là l'agriculteur fait des traitements insecticides quand il n'observe pas de coccinelles (ennemi naturel des pucerons).

Sur le maïs, il traite au trichogramme pour lutter contre la pyrale. Le trichogramme est un insecte minuscule (< 1 mm) conditionné dans un petit sachet qu'on accroche à des pieds de maïs. De ces sachets au bout d'une semaine sortent des individus qui pondent leurs œufs dans ceux du ravageur. De ces œufs sortent de nouveaux de trichogrammes qui vont parasiter à leur tour, d'autres pontes de la pyrale. Cela constitue une protection biologique du maïs contre la pyrale.

L'agriculteur affirme l'arrêt des traitements contre le piétin verse, car il y a moins d'oïdium grâce selon lui à un certain rétablissement de l'équilibre des champignons du sol. Pour lui la vie du sol prend une grande importance, contribuant ainsi à une lutte intégrée.

4.2.6 Les impacts des pratiques

4.2.6.1 Le volet irrigation

L'irrigation se fait sur 270 ha soit 45% de la SAU et concerne les cultures suivantes : maïs, blé, colza et sorgho.

Dans la zone les agriculteurs y accèdent en adressant une demande au service navigation du département qui autorise l'implantation de la pompe. L'agence du bassin Loire Bretagne s'occupe de la redevance eau. L'entreprise Quillet possède 03 pompes dont 02 sur le Cher et la 3^{ème} dans un étang et celles-ci irriguent par l'intermédiaire de 07 enrrouleurs.

Selon l'agriculteur, en SCV les cultures supportent mieux les stress hydriques grâce à plusieurs facteurs :

- Un enracinement en profondeur des cultures est permis par l'absence de semelle de labour.
- Un enrichissement en matière organique du sol grâce à la présence du mulch dégradé par les vers de terre et les microorganismes, et reconstitué en permanence par l'apport au sol de biomasse. L'accroissement du taux de matière organique dans un sol donné permet un accroissement de l'humidité pour un sol caractérisé par un potentiel hydrique (pF) donné (Bourgeois, 1996).
- La présence de mulch en surface permet de limiter les pertes par évaporation d'eau du sol. Ainsi selon J.C. Quillet, les blés ne reçoivent parfois pas d'irrigation auxiliaire avec un sursis pour irriguer de 8–15 jours gagnés par rapport au labour. Sur le maïs, il gagne en général au moins un tour d'arrosage sur la campagne par rapport aux voisins en TCS. En plus, il observe moins de fente de retrait en terres argileuses que du temps labour.

4.2.6.2 Les conséquences sur la fertilisation :

Le passage au SCV a occasionné quelques changements sur les pratiques de fertilisation et aussi sur les doses apportées chez l'agriculteur.

Ainsi l'apport de fond (P et K) est réalisé entre la récolte du blé et la culture de printemps, et non plus en août comme auparavant. Il avance plusieurs raisons pour ce changement : tout d'abord auparavant l'apport était réalisé en août car c'était l'époque du labour après une récolte de blé. Actuellement, le labour n'étant plus pratiqué, le printemps est préféré car c'est à cette époque que débutent les travaux en SCV, et les doses ont diminué de moitié (environ 40 unités/ha/an de P et K contre 80 par le passé). Un apport de boues d'épuration par parcelle est effectué tous les deux ans à raison de 12 tonnes/ha dont la composition est donnée dans le tableau n°5.

Dans les blés semés après les cultures de printemps du type millet/sorgho ou maïs, le 1^{er} apport d'azote est souvent majoré de 10 à 20 unités pour satisfaire la « faim d'azote » provoquée par la décomposition en surface des résidus de récolte.

Il apporte souvent de l'azote sur le couvert d'avoine afin que celui-ci se développe mieux.

Les doses appliquées sont les suivantes :

Blé : 160 U d'azote en 4 apports + 40 U en Phosphore + 40 U de potassium.

Colza : 180 U d'azote + 70 U de soufre en 3 apports.

Maïs : 180 U d'azote en 2 apports.

| Quantités apportées en kg/ha | | |
|-------------------------------------|--------------|-------------------------------------|
| Eléments | Total | Disponible la première année |
| Azote total NTK | 166 | 58 |
| Phosphore total en P2O5 P2O5 | 235 | 188 |
| Potassium total en K2O K2O | 4 | 4 |
| Calcium total en CaO CaO | 219 | 219 |
| Magnésium total en MgO MgO | 11 | 11 |

Tableau n°5 : Les résultats d'analyse de boues d'épuration. Source SEDE environnement de Tours décembre 2003 - E.mail: sede.idf@sede.fr

| Teneur dans le produit et coefficient de disponibilité | | |
|---|--------------------------------|--------------------------------|
| Eléments | Composition en kg/Tonne | Coeff. de disponibilité |
| Matières sèches MS | 250,0 | |
| Matières organiques MO | 152,2 | |
| pH pH | 7,6 | |
| Rapport C/N C/N | 6,1 | |
| Azote total NTK | 13,8 | 0,35 |
| Phosphore total en P ₂ O ₅ P ₂ O ₅ | 19,6 | 0,80 |
| Potassium total en K ₂ O K ₂ O | 0,4 | 1,00 |
| Calcium total en CaO CaO | 18,2 | 1,00 |
| Magnésium total en MgO MgO | 0,9 | 1,00 |

Tableau n° 5 suite : Les résultats d'analyse de boues d'épuration. Source SEDE environnement de Tours décembre 2003 - E.mail : sede.idf@sede.fr

4.2.6.3 Les impacts sur l'eau dans le sol et l'importance de la vie du sol

L'agriculteur pense que ses terres sont plus portantes et plus drainantes qu'au temps du labour. Cette évolution lui permet de gagner des jours disponibles, surtout dans les terres lourdes. Il attribue cette augmentation du drainage aux galeries de vers de terre et à l'action des racines qui descendent plus profondément, créant ainsi une macroporosité favorable à l'infiltration de l'eau dans le profil. Il souligne une diminution de la battance, et de l'érosion dans les terres en pente. Il observe également que ses sols ont progressivement pris une teinte plus foncée, significative d'une augmentation du taux de matière organique et la présence d'insectes du sol comme les carabes.

Ainsi le SCV, permet de sécuriser le résultat de la récolte dans des conditions climatiques extrêmes : meilleure résistance à la sécheresse, et meilleur ressuyage en conditions très humides. Aussi les critères d'évaluation des performances des systèmes de culture ont évolué dans l'esprit de notre agriculteur. Du temps du labour et des traitements à pleines doses, c'était les quintaux à l'hectare qui comptaient avant tout, aujourd'hui il s'agit d'obtenir une marge brute la plus importante possible et de s'assurer un sol « vivant ».

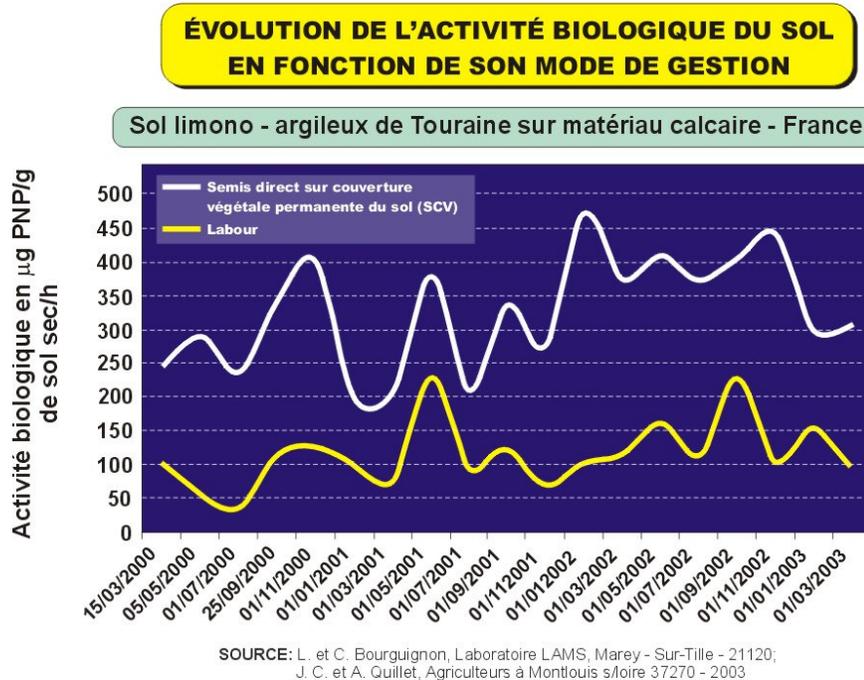
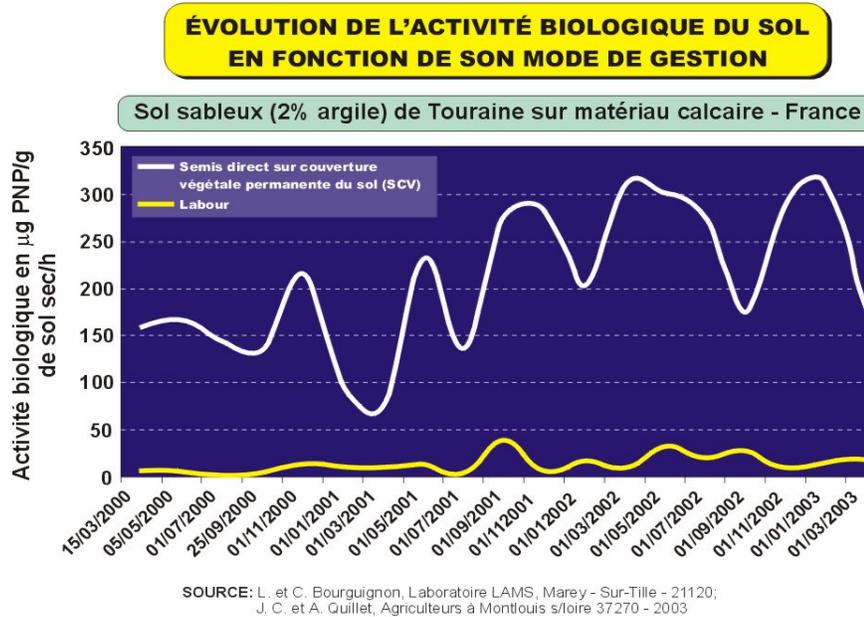


Figure n°3 : L'évolution de l'activité biologique du sol en fonction de son mode de gestion du sol

4.2.6.4 L'adaptation du matériel agricole:

Dans les agricultures occidentales fortement motorisées, pour pratiquer le SCV, un accès à des semoirs spécifiques est nécessaire, tout en sachant que les semoirs sont différents selon la taille des graines (fines ou grosses) et la marque ou le modèle.

Notre agriculteur y a investi en copropriété et individuellement. Le prix des semoirs à disques varie de 20.000 à 35.000 euros selon les marques et les modèles.

De plus, pour éviter de tasser le sol, il est recommandé en SCV d'équiper les engins de pneus basse-pression. Il a revendu ses charrues tout en gardant une en souvenir et a modifié ou adapté les anciens semoirs.

Le parc de matériels ayant diminué, les charges d'entretien baissent, et l'usure des semoirs à disques est moindre que celle des outils de travail du sol.

Selon l'agriculteur l'installation des enrouleurs d'arrosage est facilitée et ils s'abîment moins qu'au temps du travail du sol.

4.2.6.5 Les impacts sur le temps de travail

Notre agriculteur fait des prestations de service chez d'autres agriculteurs moins équipés pendant les temps libres pour les semis et les moissons. Le tableau suivant illustre la variation des temps de travail selon les itinéraires chez J.C. Quillet.

Système avec labour

| Opération | Matériel | Temps en mn/ha |
|-----------------------|--------------------------|----------------|
| Déchaumage | Cover-crop | 30 |
| Déchaumage | Cover-crop | 30 |
| Labour | Charrue 6corps (145 chv) | 75 |
| Ramassage des pierres | Manuel | 80 |
| Reprise | Vibroculteur | 30 |
| Semis + roulage | Riboulot | 35 |
| Total | | 3 h 50 |

Tableau n°6 : Les temps des travaux en labour

Système TCS

| Opération | Matériel | Temps en mn/ha |
|------------|--------------|----------------|
| Déchaumage | Cover-crop | 30 |
| Déchaumage | Cover-crop | 30 |
| Désherbage | Glyphosate | 6 |
| Reprise | Vibroculteur | 30 |
| Semis | Séméato | 35 |
| Total | | 2 h 10 |

Tableau n°7 : Les temps des travaux en TCS

Système SCV

| Opération | Matériel | Temps en mn/ha |
|------------------|---------------|----------------|
| Eparpillage | Herse étrille | 6 |
| Désherbage | Glyphosate | 6 |
| Semis du couvert | Séméato | 30 |
| Semis | Séméato | 30 |
| Total | | 1 h 15 |

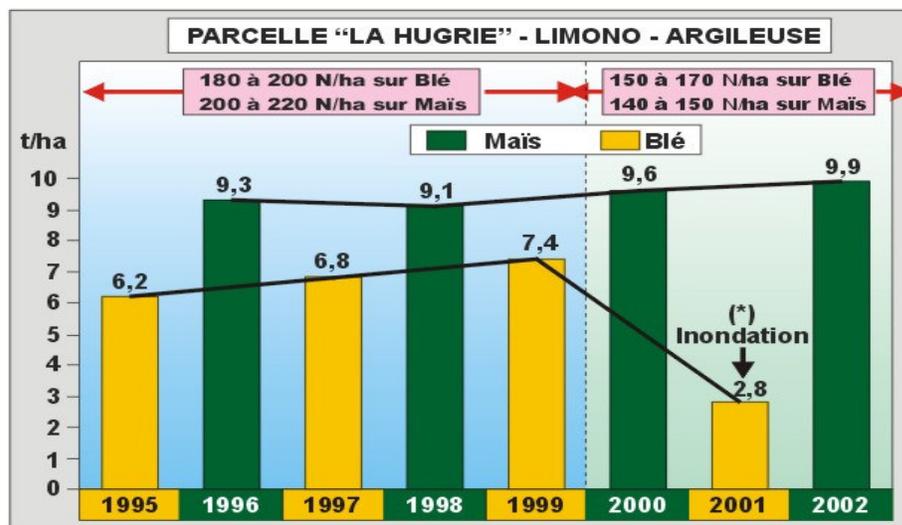
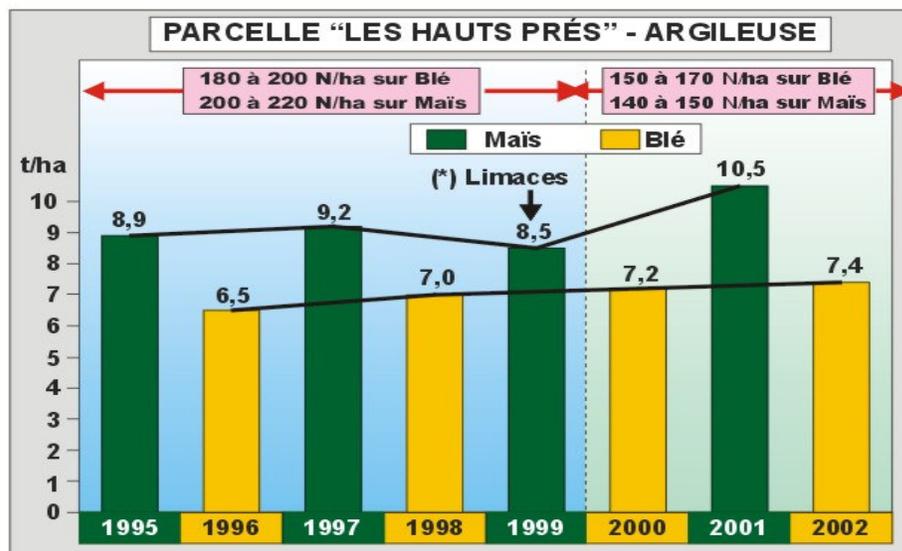
Tableau n° 8: Les temps de travaux en SCV

A la lumière de ce tableau nous remarquons que le temps de travail double entre le SCV et le TCS, et triple entre le SCV et le labour.

4.2.6.6 Les effets sur le rendement des cultures :

L'agriculteur déclare une baisse des rendements d'environ 20% toutes cultures confondues, les 2 ou 3 premières années, suivi d'une stabilisation au niveau initial dans les bonnes terres. Par contre sur les sols de coteaux, une augmentation d'environ 1t/ha des rendements est observée. Selon lui la baisse initiale de rendement est due au temps de recolonisation de la semelle de labour par les activités biologiques.

Productivité du Blé et du Maïs irrigué dans les systèmes de semis direct sur couverture permanente¹ (SCV)



1 - Couverture d'hiver = Avoine

SOURCE: J. C. et A. Quillet, Agriculteurs à Montlouis s/loire - Touraine, France - 2003

Figure n° 4 : L'évolution des rendements du blé et du maïs en fonction du mode de gestion du sol

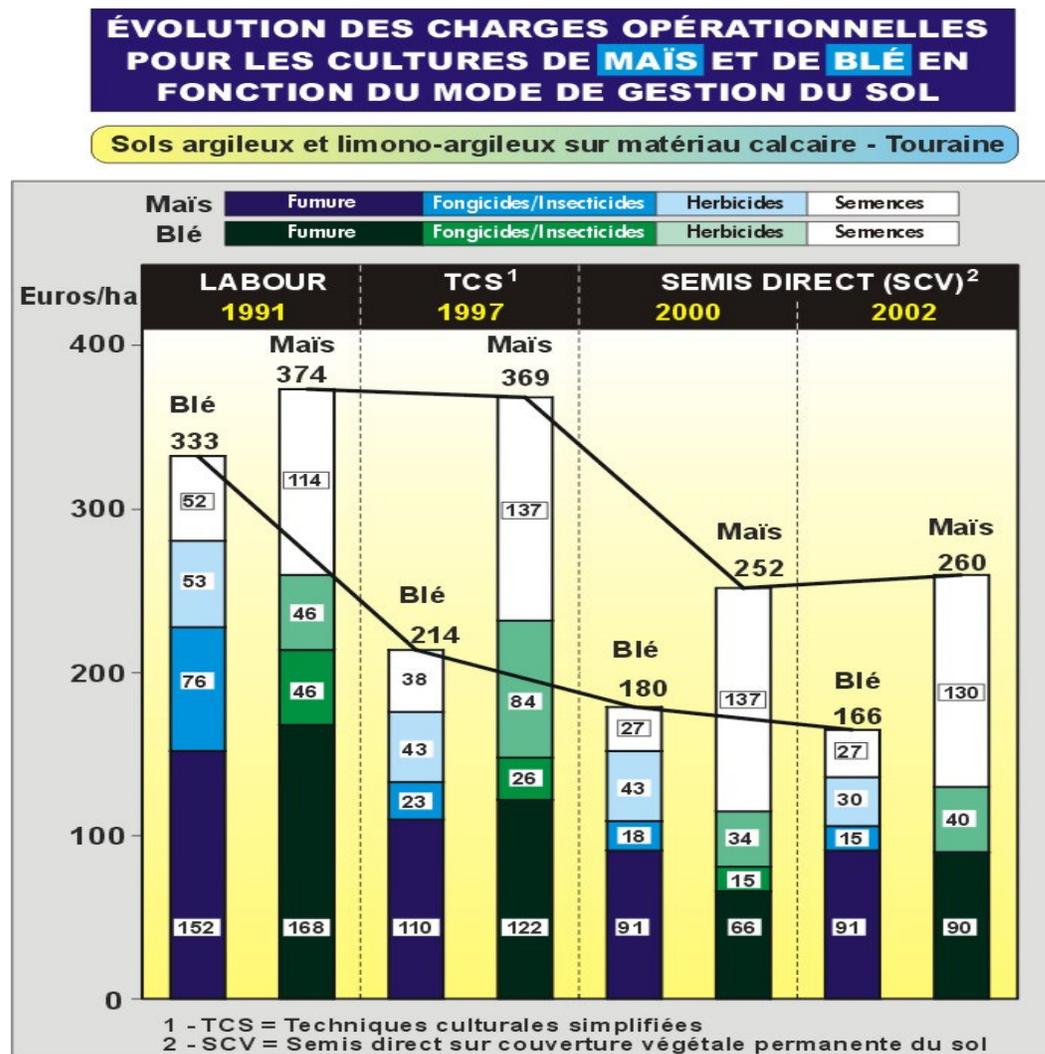
4.2.6.7 Les impacts économiques :

Calcul des indicateurs économiques :

Marge brute hors fuel (/ha) = Produit (rendement x Prix de vente + subvention PAC à l'hectare) – Charges en intrants (engrais, semences, produits phytosanitaires).

Charges de mécanisation = Amortissement technique + Charges de main d'œuvre + Consommation fuel + Entretien + Réparation + Location matériel + Frais financier + Autres (assurances...).

Marge directe = Marge brute - Charges de mécanisation



SOURCE: J. C. et A. Quillet, agriculteurs à Montlouis s/Loire, 37270 - France - 2003

Figure n°5 : L'évolution des charges opérationnelles pour le blé et le maïs en fonction du mode de gestion du sol

A partir des rendements des cultures nous remarquons que le début du SCV constitue un véritable risque pour l'agriculteur. Mais une fois le système stabilisé il dégage les points suivants :

- un investissement important en semoirs qui se rentabilise plus rapidement (usure et frais d'entretien moindres).
- Une diminution du nombre d'opérations culturales entraînant une baisse du nombre d'heures d'utilisation du tracteur et la chute de la consommation de fuel.
- L'abaissement des charges conjugué à une récolte sécurisée voire augmentée en terres faibles abouti globalement à une augmentation des marges.

4.2.6.8 Les impacts environnementaux :

- **Réduction des émissions de dioxyde de carbone :**

Une moindre consommation et dépense énergétique en SCV. Les opérations de travail du sol représentent une part importante de la consommation de carburant sur l'itinéraire technique. La réduction est de 18 à 30 l/ha en SCV.

La consommation de fuel est moindre, une dépense énergétique globale plus faible, une réduction de la minéralisation de la matière organique avec un potentiel de stockage de carbone sont constatées.

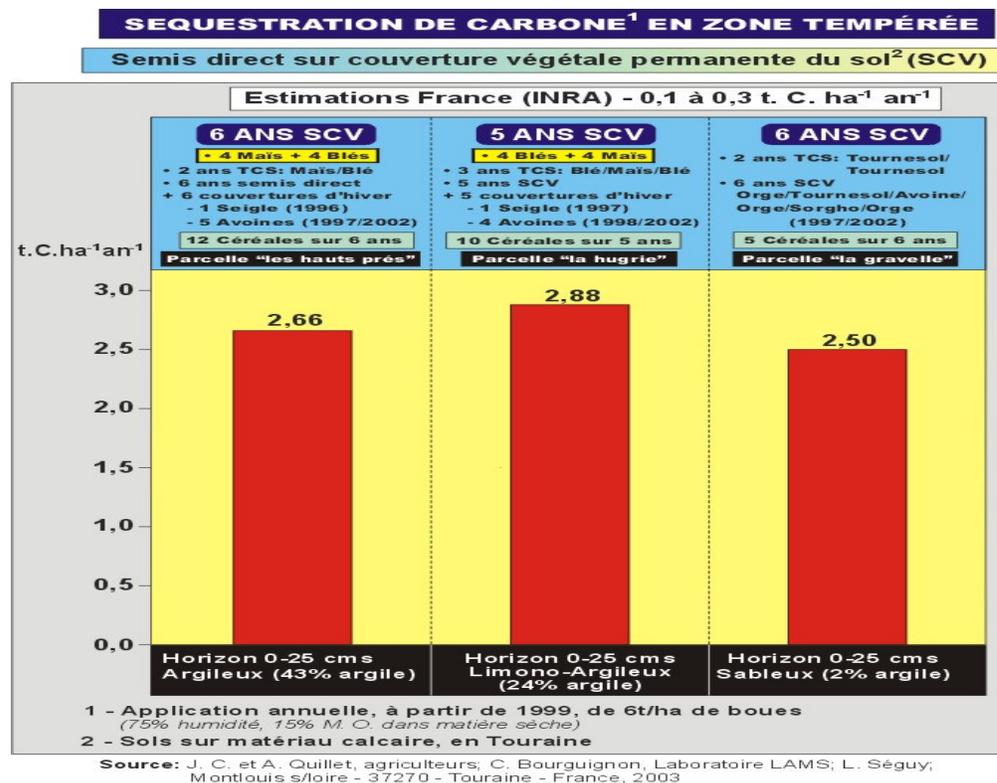


Figure n°6 : La Séquestration du carbone en fonction du type de sol en SCV

- **Indicateur matière organique** : Selon l’agriculteur le taux de matière organique est supérieur en SCV qu’aux TCS ou labour. Ceci est principalement dû au travail du sol avec une plus faible minéralisation de l’humus. En SCV la couverture de résidus et plantes de couverture se décompose progressivement et enrichit la couche superficielle du sol en matière organique.

COMPARAISON DES PROPRIÉTÉS PHYSICO-CHIMIQUES D’UN SOL SABLEUX¹ DE TOURAINE ET DE SES PERFORMANCES AGRICOLES, EN FONCTION DE SON MODE DE GESTION, SUR LES 7 DERNIÈRES ANNÉES (1996/2002)

| Labour continu x Rotations 1996/2002 | | | | | | |
|--------------------------------------|---------|-----------|--------|-----------|---------|---------|
| 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 |
| Blé t. | Orge h. | Tournesol | Blé t. | Triticale | Luzerne | Luzerne |

| Semis direct x Rotations 1996/2002 | | | | | | |
|------------------------------------|---------|--------------------------------------|--------|---------|-----------------|---------|
| 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 |
| Tournesol | Orge h. | Tournesol | Avoine | Orge h. | Avoine + Sorgho | Orge h. |
| TCS² | | Semis direct sur couverture végétale | | | | |

| 1 - Analyses physico-chimiques horizon 0-25 cms -2003 | |
|---|-------------------|
| • Matière organique (%) | 1,0 2,4 |
| • CEC (meq/100g) | 2,6 4,1 |
| • Phosphore Joret-Hebert (% P ₂ O ₅) | 0,023 0,953 |
| • Potassium assimilable (% K ₂ O) | 0,093 0,124 |
| • Azote total (%) | 0,64 1,01 |
| • C/N | 8,6 13,6 |
| • Indice de battance | 2,64 1,76 |

| Productivité en t/ha | 2 - Performances agricoles | Productivité en t/ha |
|--------------------------|----------------------------|--|
| • 1996 Blé t. 3,5 | • 1996 Tournesol 1,0 | Techniques culturales simplifiées (TCS) Semis direct sur couverture végétale permanente |
| • 1997 Orge h. 3,2 | • 1997 Orge h. 3,4 | |
| • 1998 Tournesol 1,0 | • 1998 Tournesol 1,5 | |
| • 1999 Blé t. 3,2 | • 1999 Avoine 5,0 | |
| • 2000 Triticale 3,1 | • 2000 Orge h. 4,5 | |
| • 2001 Luzerne 1,5 à 2,0 | • 2001 Sorgho 6,5 | |
| • 2002 Luzerne 1,3 à 2,0 | • 2002 Orge 4,7 | |

1 - 2 à 5% argile, 85 à 90% sables - matériau calcaire; 2 - TCS = Techniques culturales simplifiées

SOURCE: J. C. et A. Quillet; J. B. Habert, Agriculteurs à Montlouis s/loire; Laboratoire de Touraine - 37082 Tours cedex 02 - France, 2003

Figure n°7 : La Comparaison des propriétés physico-chimiques d’un sol sableux en Touraine

4.3 Conclusion du chapitre 4

La pratique du SCV constitue une innovation majeure, non seulement en terme de choix de la plante de couverture mais aussi en terme de gestion du système de cultures sur l’exploitation. La conduite d’un couvert requiert de la part de l’agriculteur une bonne connaissance du milieu (sol, plante) et une capacité à observer les phénomènes climatiques de la localité.

Au début les rendements des cultures sont plus faibles en SCV par rapport au labour, mais ceux-ci augmentent régulièrement au fil des ans pour atteindre des niveaux supérieurs au travail du sol une fois le système stabilisé.

La gestion des adventices et des parasites est purement tactique et repose sur des rotations longues et la lutte chimique. Cette orientation n'est pas moins productiviste, mais replace la vie du sol au centre des préoccupations agronomiques.

Ainsi les critères d'évaluation des performances des systèmes de cultures ont évolué dans son esprit. Pour lui il s'agit plutôt de réaliser une marge brute la plus importante possible et de s'assurer un sol vivant. Le chapitre suivant présente le secteur agricole Malien en général et en fait ressortir les enjeux agro-environnementaux de la zone cotonnière.

Chapitre 5 :

Les enjeux agro-environnementaux de la zone cotonnière du Mali

5.1 L'état du développement du secteur agricole au Mali

L'agriculture du Mali est confrontée à de nombreuses contraintes dont la plus importante à l'échelle du pays est liée aux aléas climatiques à laquelle s'ajoute le sous-équipement agricole des agriculteurs. L'exploitation non rationnelle des ressources naturelles conduit à la dégradation progressive des terroirs. Les solutions appropriées à l'exploitation judicieuse des terres par le développement de la recherche participative à travers les différents réseaux des services de vulgarisation dont les plus importants sont ceux de la CMDT (Compagnie Malienne pour le Développement des Textiles), de l'ON (Office du Niger), de l'ORS (Opération Riz Ségou) et de l'OHVN (Office de la Haute Vallée du Niger).

Dans leurs démarches ces différents réseaux ont évolué d'une approche directrice où on amenait au paysan un paquet technique "prêt à l'emploi" vers une démarche participative du paysan dans la résolution des problèmes rencontrés non seulement au niveau de l'exploitation mais du terroir. La nouvelle approche nécessite la levée de certaines contraintes d'ordre méthodologique et organisationnel. Ces objectifs généraux sont : la croissance équilibrée des secteurs de l'économie, la sécurité alimentaire, la durabilité du système, etc. Tout ceci devant aboutir à l'amélioration des conditions de vie des populations rurales. Les objectifs spécifiques visent à mieux valoriser les secteurs pour lesquels le pays est naturellement le mieux pourvu : exploitations minières et artisanales etc. La Stratégie est basée sur la durabilité des systèmes de production et le maintien du potentiel productif. Cela nécessite un environnement adéquat et des mesures législatives appropriées prenant en compte les facteurs physiques, biologiques, technologiques, socioculturelles, économiques et politiques.

5.2 La politique de développement rural du Mali-Sud de 1960 à 1991

5.2.1 Présentation de la zone cotonnière

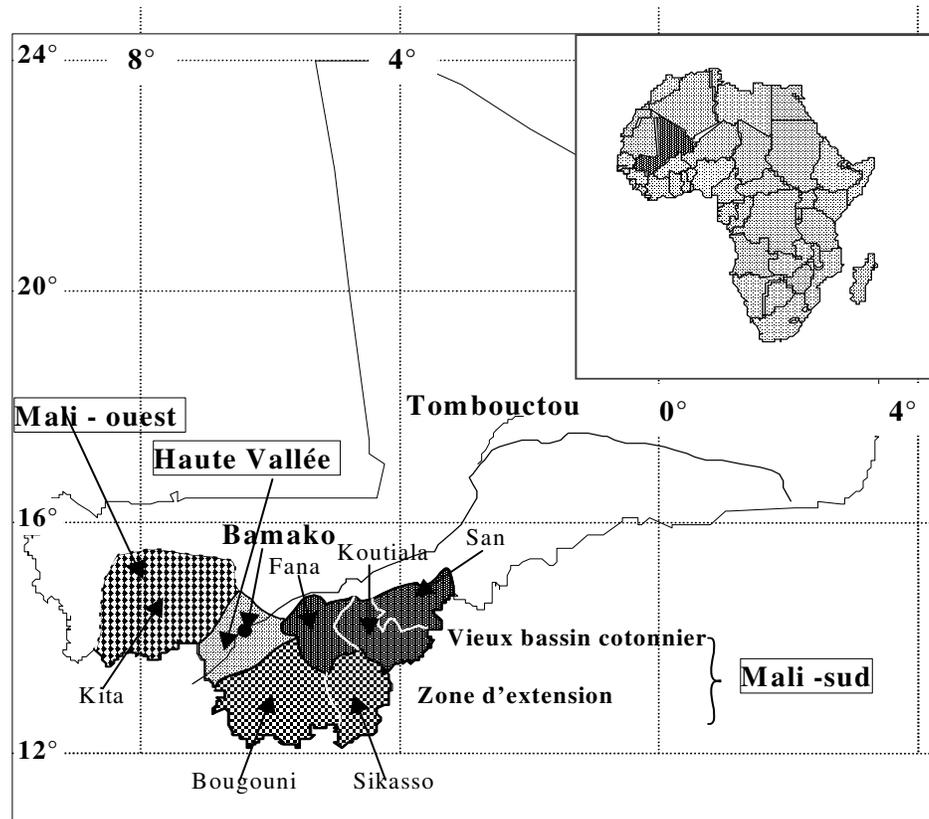


Figure n°8 : La carte de la zone CMDT (source Kanté, 2001).

La zone Mali sud est caractérisée par une saison des pluies de 5 – 6 mois, période de culture ; et le droit de vaine pâture en saison sèche dans tous les terroirs.

Le coton est essentiellement cultivé dans les zones à pluviométrie comprise entre 700 et 1.200 mm/an. La situation pluviométrique est caractérisée par une forte variabilité : cumul annuel, date de démarrage de la saison, durée et répartition en cours de campagne. Ces limitations placent les paysans et éleveurs sahéliens dans une situation de risque quasi permanent face à la sécheresse du début jusqu'à la fin de l'hivernage.

En zone cotonnière, environ 70 – 80 % des superficies cultivées se trouvent sur les bas glacis qui sont des terres basses, profondes, sans ou avec très peu d'éléments grossiers, et 20 à 30 % sont situées sur les plateaux et les versants gravillonnaires (Kanté, 2001).

Le coton qui occupe près du tiers des superficies cultivées, est en rotation avec le maïs, le sorgho, le mil, l'arachide et autres légumineuses.

5.2.2 L'état de la culture du cotonnier

L'introduction de la culture cotonnière dans le Mali-Sud sous sa forme industrielle date d'une quarantaine d'années. Les exigences de l'intensification ont fait progressivement passer de l'agriculture itinérante à un système plus ou moins stabilisé lié à l'utilisation de la culture attelée bovine et les technologies nouvelles (apport d'intrants importés, adoption des rotations du coton avec les céréales, etc.). On est passé d'une agriculture de subsistance à une agriculture ouverte sur le marché. Ce nouveau système d'exploitation a eu des conséquences sur les conditions de préservation de l'écosystème.

La recherche agronomique malienne s'est investie dans la recherche de schémas d'exploitation des terres permettant la pérennité de l'agriculture dans la zone cotonnière à travers les rotations des cultures, l'agroforesterie, la sélection et les activités de liaison agriculture-élevage. Suivant l'ancienneté de la culture cotonnière et le degré d'équipement, on distingue deux zones :

- Les zones intensives (le vieux bassin cotonnier) où les disponibilités et réserves en terres cultivables ont une tendance à la saturation.
- Les zones d'extension où des disponibilités en terre existent encore. La pression démographique y est faible. La culture sur brûlis y est encore pratiquée, l'équipement agricole est moins dense.

5.2.3 Le mode de vulgarisation agricole

Le mode de vulgarisation de la CMDT fut au départ un « encadrement » serré constitué essentiellement de personnel ayant un statut de « conventionnel » alors que la majorité des employés des autres sociétés ou opérations de développement rural étaient des fonctionnaires.

Dès 1970, la CMDT a adopté une politique de développement rural intégré. En même temps, elle s'occupait de la formation, de l'organisation et de la promotion du monde rural dans sa zone d'intervention. Ainsi furent créées les associations villageoises (AV) qui vont prendre en charge certaines activités auparavant exercées par le personnel de la CMDT : classement du coton sur les marchés, chargement du coton dans les camions. Ces activités leur seront payées et avec l'argent ainsi gagné certains villageois montent et alimentent les pharmacies rurales.

La CMDT organise par ailleurs les forgerons ruraux pour l'entretien des outils des paysans. Elle les équipe de ferrailles à partir des récupérations de ses garages et usines.

Certains forgerons bénéficieront d'équipement comprenant un poste de soudure. Le matériel agricole (charrues, semoirs, charrettes etc.) est confectionné et placé par un réseau de forgerons. Il en est de même de l'installation et de la réparation des pompes d'hydraulique villageoise dont la gestion est confiée à un comité de gestion de village, ou de la collectivité.

La dynamique créée conduit l'Etat à considérer les associations villageoises comme un élément important de développement : il lui fait une légitimité. Leurs statuts sont reconnus et ils ont accès au crédit bancaire avec comme garantie la caution solidaire de l'association.

5.2.4 L'état des ressources naturelles

La zone CMDT présente un potentiel en ressources très important. Elle bénéficie d'un climat favorable aux cultures annuelles. Les itinéraires techniques appliqués sur coton sont caractérisés par une grande diversité de pratiques paysannes. Dans les systèmes actuels, les dates de semis sont étalées en raison d'un sous-équipement en matériel de labour, et les premiers sarclages et les apports d'engrais sont souvent trop tardifs. La fertilisation conseillée combine des engrais minéraux et de la fumure organique. Il est conseillé de recycler tous les résidus organiques disponibles : fumiers, « poudrette » de parcs, ordures ménagères, etc. Les engrais minéraux sont habituellement utilisés sur le cotonnier et le maïs, aux doses à l'hectare de 150 kg de NPKSB plus 50 kg d'urée pour le cotonnier et 100 kg de NPK plus 100 kg d'urée pour le maïs.

Le cotonnier est une culture importante en république du Mali. En quarante ans, il est devenu la première culture et dans les années 90, il assurait jusqu'à 45 % des exportations maliennes. Il occupe près du tiers des superficies cultivées dans la région Mali sud avec une bonne production (rendement autour de 1 tonne/ha). La surface en coton a triplé et le rendement s'est tassé depuis dix ans. La croissance actuelle s'est faite par augmentation des surfaces cultivées depuis qu'on est passé à la culture permanente. Au rythme des augmentations des superficies (2 à 5 %/an) on atteindra rapidement la saturation foncière et donc il faudra des techniques alternatives pour élargir la gamme des possibilités. Dans les zones agricoles, l'enherbement constitue une préoccupation majeure des producteurs.

La nouvelle organisation administrative du pays en communes rurales responsabilisées dans la gestion de leurs terroirs paraît être la voie la plus indiquée pour que les populations résidentes accordent plus d'attention à la gestion leurs ressources.

5.3 Les nouvelles stratégies et les changements institutionnels

Les changements institutionnels intervenus dans la gestion des ressources naturelles. Suite aux événements de 1991, les autorités de la République du Mali ont éprouvé le besoin de laisser s'exprimer les différentes couches de la population. Le premier forum a été "La Conférence Nationale" où ont été débattus les grands problèmes du pays. Mais à cause de sa dimension ce forum ne pouvait pas aborder les problèmes spécifiques à certains domaines.

Aussi, dans le domaine du développement rural, il fut organisé une conférence plus ciblée appelée "Etats Généraux du Monde Rural", au cours de laquelle les problèmes spécifiques à l'agriculture ont été approfondis. Il est apparu clairement que le monde rural a très souvent subi et n'a pas réellement participé à l'élaboration des programmes qui lui étaient proposés et qui étaient censés améliorer ses conditions de vie. Les conclusions tirées de ces Etats généraux ont été d'impliquer les futurs bénéficiaires au processus d'élaboration des différents programmes dès leur initiation. Le monde rural a exprimé avec force son désir d'être un acteur à part entière, et pas seulement un bénéficiaire passif, dans le développement agricole. Les mots-clés issus de ces Etats généraux ont été la responsabilisation des différentes couches du monde rural dans la gestion de ses affaires, qui ne pourrait être effective qu'avec un transfert de tâches et de fonctions à son niveau. Les structures politiques, administratives et d'encadrement existantes se sont vite trouvées inadaptées d'où la nécessité de les changer.

Dans le domaine politique et administratif, seul le chef de village était issu de la population résidente et choisi par elle. Les représentants des structures supérieures, Arrondissement, Cercle, Région, venaient de l'administration centrale. La population administrée n'avait aucun droit de regard dans leur choix. Le changement envisagé a été une réorganisation territoriale basée sur le village, la commune (rurale ou urbaine) avec des représentants élus ; la commune rurale étant un regroupement de plusieurs villages. Au niveau Cercle et Région, il a été décidé que les affaires courantes seront gérées par les responsables issus des élus communaux ; le rôle du représentant de l'Etat a été réduit, mais il reste important, car il contrôle la régularité et la légalité des actes pratiqués par les élus.

Une telle restructuration a nécessité la mise en place d'une structure, la cellule de décentralisation, composée d'une équipe pluridisciplinaire et placée auprès du Premier Ministre. Cette cellule devait définir la taille de la commune, les fonctions à lui confier, son domaine d'intervention, sa viabilité etc. Ce travail a pris beaucoup de temps en raison de l'importance des enjeux. Le découpage territorial est actuellement déterminé et les textes législatifs votés. La mise en place effective des communes rurales a été réalisée en 1999/2000.

Au niveau du département chargé du développement agricole et de la gestion des ressources naturelles, les résolutions issues des Etats Généraux du Monde Rural ont conduit à l'élaboration d'un Schéma Directeur du développement rural dont l'axe principal est le désengagement progressif de l'Etat de toutes les activités qui peuvent être conduites par les collectivités décentralisées ou par des partenaires privés. Les représentants de l'Etat apportent leur appui technique et veillent à la régularité et à la légalité des actes. Pour mener à bien cette tâche un Plan d'Action (restructuration des structures d'encadrement) a été élaboré et le suivi d'exécution confié à une structure spécifique : la Cellule d'Appui à la Mise en Oeuvre du Plan d'Action (CAMOPA). L'ancien Ministère du Développement Rural et de l'Environnement est devenu Ministère du Développement Rural et de l'Eau. Ses directions sont ramenées de six à trois :

- La Direction Nationale d'Appui au Monde Rural composée de cinq divisions : Division Promotion des Filières ; Division Prévention, Risque et Protection Animale ; Division Appui aux Organisations du Monde Rural ; Division Conseil Rural et Vulgarisation ; Division Formation.
- La Direction Nationale de l'Aménagement et de l'Equipement Rural comprenant trois divisions : Division Etude et Planification ; Division Aménagement et Gestion des Ressources naturelles ; Division Infrastructures et Equipement.
- La Direction Générale de la Réglementation et du Contrôle. Elle comprend 5 divisions : Division Contrôle de la Législation Forestière ; Division Législation et Normes ; Division Législation Sanitaire ; Division Phytosanitaire et Conditionnement ; Division Contrôle des Sociétés Coopératives.

Un Ministère de l'Environnement a été créé et comprend deux directions nationales composées chacune de 4 divisions :

- Direction Nationale de la Conservation de la Nature : Division Etudes et Planification ; Division Aménagement Forêts Parcs et Réserves ; Division Réglementation et Protection ; Division Formation et Communication ;
- Direction Nationale de l'Assainissement et du Contrôle des Pollutions et Nuisances : Division Etudes et Planification ; Division Assainissement ; Division Contrôle Pollutions et Nuisances ; Division Formation et Communication.

Pour que cette réforme, soit fonctionnelle, il faudrait que les trois acteurs (Etat, partenaires privés et collectivités décentralisées) soient opérationnels. Par ailleurs le nombre de partenaires privés crédibles est largement insuffisant, alors que la sensibilisation et la

formation des agents des collectivités décentralisées est une œuvre de longue haleine de même que le changement de mentalité des agents de l'Etat.

Le domaine de la gestion du foncier laisse présager quelques difficultés liées à la situation antérieure où l'Etat officiellement seul propriétaire des terres les laissait en gérance aux ruraux, alors que ceux-ci possèdent leur propre régime foncier basé sur un système coutumier et ignorent le plus souvent celui de l'Etat. Ceci rend la gestion du terroir très difficile quand des conflits apparaissent entre ces deux systèmes de droits. Cependant, certaines actions de gestion de terroirs ont été anticipées sous forme de projets en partenariat avec les ONG. Les paysans apprécient cette nouvelle approche du développement rural qui s'appuie sur leurs préoccupations et les aide à s'organiser.

5.4 Conclusion du chapitre 5

La nouvelle approche de l'administration, responsabilisation et décentralisation, est encore récente. Les communes rurales sont encore jeunes. Cependant, on peut déjà constater que les villageois se sentent davantage concernés par la gestion de leurs ressources naturelles. Les paysans ont participé à l'élaboration des nouveaux textes forestiers, ils contrôlent les marchés du bois et du charbon et ils en tirent des avantages financiers appréciables. Les opérateurs privés sont de plus en plus nombreux à faire des plantations d'arbres dans leur domaine. Tous souhaitent une redéfinition du code domanial dans le cadre d'un schéma d'aménagement du territoire. Les villageois arrivent à définir leurs besoins et leurs priorités avec l'aide d'une assistance technique limitée.

Les différentes interventions pour le développement doivent être intégrées dans des programmes au sein desquels toutes les actions seront coordonnées (ONG, Assistances étrangères, Services nationaux, groupement de réflexion des villages). L'assistance technique devrait intervenir dans la formulation des programmes et dans la formation des paysans et de l'encadrement surtout par des échanges d'expertise et par la prise en compte des usages coutumiers.

Dans le cadre de la préservation du potentiel sol et de la fertilité, une attention particulière doit être accordée aux techniques des cultures en courbes de niveau et à des alternatives de pratiques culturales tel que le SCV.

L'élevage est très présent dans la plupart des zones de production cotonnière, et toute solution, en particulier qui repose sur le SCV, devra prendre en compte les différentes modalités de cet élevage.

Conclusion Générale

En région tropicale, les pratiques agricoles ne sauraient être calquées sans risques sur l'agriculture intensive des régions tempérées car les contextes naturels et humains sont totalement différents.

Le choix des techniques culturales dans une exploitation agricole ou sur un territoire résulte de nombreux facteurs et entraîne de nombreuses conséquences sur les plans agronomique, environnemental et socio-économique.

La problématique de ce choix se pose en termes d'enjeux par rapport aux objectifs que l'on veut atteindre, sur les moyens à mettre en œuvre pour y parvenir, mais aussi sur les démarches qui permettront d'apprécier les avantages et les inconvénients escomptés au regard des objectifs.

Les techniques culturales évoluent de manière plus ou moins continue sous l'influence des innovations et des contraintes qu'elles permettent de contourner. Les systèmes de culture sous couvertures végétales associent la suppression complète du travail du sol à la mise en place d'une plante de couvert au travers de laquelle est réalisé le semis direct des cultures commerciales.

Dans la majorité des cas, cette plante de couverture est détruite à l'aide d'un herbicide au moment du semis de la culture commerciale pour éviter que les relations de compétition ne pénalisent le rendement. Une autre option est de conserver ce couvert végétal vivant et de semer directement la culture commerciale dans ce couvert.

Les principaux avantages du SCV sont :

- Aspects agronomiques : L'absence de travail du sol limite les phénomènes de compaction et permet d'éviter la formation de semelles de labour. La biomasse produite par les plantes de couverture permet une augmentation du taux de matière organique dans le sol qui se traduit par une amélioration de la structure du sol (Séguy et al 2001).
- Aspects environnementaux : Le SCV favorise une forte activité biologique, l'infiltration complète de l'eau des pluies, la suppression de l'érosion, la limitation des pertes par lixiviation et la séquestration du carbone dans le sol. La présence du mulch et le non-labour du sol entraînent une stimulation de l'activité biologique dans le sol (Raunet et al 1998).
- Aspects techniques : La réduction du temps de travail avant le semis, une plus grande facilité d'accès aux parcelles en période très humide sont rendues possibles.

- Aspects socio-économiques : Une réduction des coûts de production par diminution des charges de mécanisation avec moins de passages d'engins et d'outils et éventuellement une moindre consommation de carburant sont observées.

Mais le SCV peut avoir des inconvénients : emploi d'herbicide pour lutter contre les adventices, une compétition possible entre différents usages du couvert (alimentation animale), prolifération possible de serpents, de rongeurs sous les couverts.

De cette étude, il ressort que le SCV a une image respectueuse de l'environnement et son développement actuel en France semble répondre à des motifs d'ordre agronomique, économique et environnemental.

L'objectif de notre travail était de partir de l'expérience Tourangelle en SCV pour dégager des pistes de réflexion pour le Mali, tout ayant à l'esprit, les différences de contexte. Nous avons donc essayé de comprendre l'expérience de Jean Claude Quillet à travers ses essais-erreurs et réussites en SCV pour cerner le fonctionnement de son exploitation.

Nous retiendrons les principaux points suivants :

1- L'existence d'un groupe d'agriculteurs pionniers en France pour promouvoir le SCV, avec la collaboration du CIRAD. Il y a une forte mécanisation et intensification de la production agricole, mais aussi la volonté des agriculteurs français d'accroître la productivité du travail.

2 - La conduite du SCV requiert de la part de l'agriculteur, une bonne connaissance du milieu physique (sol, plante), et également une bonne capacité à gérer le risque climatique.

3 - Pour la conception du SCV, une question essentielle est de savoir comment favoriser, au sein de l'agrosystème, les régulations biologiques bénéfiques pour la production et l'environnement. Et du fait des profonds changements induits par ces systèmes sur le fonctionnement du champ cultivé se pose le problème majeur de la révision complète de l'itinéraire, du système de culture, avec ce que cela suppose en terme de création de références, d'outils et de méthodes pour raisonner les décisions à prendre.

4 - L'évaluation du SCV ne peut se faire qu'en combinant une approche globale et une approche analytique pour produire des connaissances à l'interface entre plusieurs disciplines (agronomie, science du sol, économie, écologie, écophysiologie...)

5 - Une réglementation dans le secteur agricole au niveau européen (PAC) qui encourage les états à promouvoir les techniques de conservation des sols basés sur la réduction ou l'abandon du travail du sol.

A la lumière de ces points sus-cités, nous allons formuler notre réflexion autour des aspects suivants :

A – Le droit traditionnel qui régit le foncier agricole au Mali reconnaît le droit de vaine pâture en saison sèche.

B – La croissance actuelle des productions agricoles depuis le passage à la culture permanente s’est faite essentiellement par l’augmentation des superficies emblavées permise par la culture attelée (labour et sarclages) et pourrait poser le problème de saturation foncière.

C - La caractérisation des itinéraires techniques par une diversité de pratiques paysannes et le problème majeur de la gestion de l’enherbement.

D - Le faible niveau d’équipement des agriculteurs maliens et la difficulté d’accès aux crédits agricoles constituent des contraintes majeures.

E - L’intérêt des méthodes de culture sous couverture végétale dans les conditions du Mali sud doit être précisé, en partenariat avec les paysans et dans les conditions de leurs exploitations.

Actuellement, le Mali initie des programmes de recherche en partenariat avec le CIRAD sur le SCV. Dans cette optique, il est judicieux de faire une étude exploratoire sur les avantages et les inconvénients ainsi que les conditions d’adoption de cette technique.

La technique du SCV est aujourd’hui un lieu de créativité, d’innovation et d’enthousiasme dans lequel l’approche systémique doit avoir une place centrale. Cela nécessite pour la recherche, de combiner plusieurs approches de l’agrosystème, à l’interface de beaucoup de disciplines, pour produire des connaissances, des références, des outils et des méthodes capables d’aider à concevoir et à évaluer ces systèmes de culture. On ne peut donc proposer des solutions adaptées qu’à partir d’une bonne connaissance des liens entre maîtrise technique et fonctionnement de l’écosystème. Il ne suffit donc pas de raisonner « juste » à un instant donné, il faut en permanence réexaminer les choix qui ont été faits et leurs conséquences.

Cet enjeu n’est pas spécifique au SCV, mais touche tous les systèmes de culture fondés sur une diminution des actions anthropiques sur le champ cultivé.

« L’humanité, à la recherche de l’essor économique et de la jouissance des richesses naturelles, doit se rendre compte que les ressources sont limitées et les écosystèmes fragiles. Elle doit garder à l’esprit les besoins des générations futures » (Crovetto Lamarca, 2000).

Bibliographie :

ACTA, 2004. La gestion des mauvaises herbes en non-labour. In : Colloque, Comité d'Orientation pour des pratiques agricoles respectueuses de l'Environnement, 59-65.

AUMAND A., JACQUET F., 2002. « Les réformes des OCM : vers un renforcement des contraintes sur les choix techniques des agriculteurs ? » communication au CERI-FNSP, colloque Nouvelles questions sur l'avenir de la PAC et rôle de la multifonctionnalité.

BONNIN E., 2002. Maîtrise de l'implantation des cultures en non-labour derrière des couverts végétaux. Mémoire de fin d'études ISARA-ITCF, Lyon. 97 p.

BOURGEOIS A., 1997. Cours d'Agronomie, le milieu physique, ESA, Angers, 225 p.

Chambre d'Agriculture d'Indre-et-Loire, 2002. Panorama des sols d'Indre-et-Loire, 14 p.

CAPILLON A., SEGUY L., 2002. Ecosystèmes cultivés et stockage du carbone. Cas des systèmes de culture en semis direct avec couverture végétale C.R ; Acad. Agric.fr., 63-70.

CASSAN J.J., 1998. Déterminants de la diffusion de l'innovation en agriculture. Le développement du non-labour en Indre-et-Loire. Mémoire de fin d'études ESAP PURPAN, Toulouse, 135 p.

CROVETTO LAMARCA C., 2000. Les fondements d'une agriculture durable. PANAM, France, 315 p.

DOUNIAS I., 2001. Systèmes de culture à base de couverture végétale et semis direct en zones tropicales. Synthèses bibliographiques, collection Etudes et Travaux n°19, CNEARC, CIRAD-CA, 139 p.

ECAF, APAD, 1999. Agriculture durable et conservation des sols : Enjeux et perspectives en Europe, 23 p.

FNACS, 2003. Les cahiers de la FNACS, n°3, 42 p.

GARRAC L. et al. 2004. Les techniques culturales sans labour (TCSL) : un référentiel d'évaluations environnementale et économique à l'aide de la marge directe et des indicateurs

Deltameq et Indigo, Techniques Culturelles sans labour : Impacts économiques et environnementaux 31 mars CORPEN, Paris, 71-81.

GOULET F., 2004. Dynamiques techniques et apprentissages en non-labour et couverture végétale : une approche intégrant agronomie et sociologie dans deux petites régions françaises (Touraine et Drôme). Mémoire de fin d'études CNEARC, Montpellier, 176 P.

ITCF, 2002. Les interculturelles. Recueil de communications. Colloques au champ 2002, 163 p.

JEAN-ROBERT F., 1999. Inventaire et synthèse des références françaises sur les effets du non-labour associé aux techniques simplifiées de semis. Mémoire de fin d'études ISAB-INRA, Beauvais, 59 p.

KANTE S., 2001. Gestion de la fertilité des sols par classes d'exploitation au Mali-Sud. PhD Thèse, Wageningen Université, 218 p.

LAGOURGUE L., 2002. Le semis direct en France : ses conditions d'adoption et de diffusion, ses réussites et ses échecs. Mémoire de DESS « Développement Rural » ; Université Lumière Lyon 2, 79 p.

LABREUCHE G., 2001. Désherbage et non-labour : bien gérer l'interculture pour compenser l'absence de labour. Perspectives agricoles n° 271, 68-74.

NJIKI NJIKI D. S., 1995. Intégration des politiques environnementales aux politiques agricoles : cas du plan d'action Baie Missisquoi au Québec et essai d'applicabilité au Cameroun. Mémoire de stage, Université Senghor d'Alexandrie, 113p

PIERI C., 1989. Fertilité des terres de savanes. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricoles au sud du Sahara. Ministère de la coopération et CIRAD-IRAT, 444p

RAUNET M., 2004. Les deuxièmes rencontres méditerranéennes sur le semis direct. Quelques facteurs déterminants de l'émergence et du développement des « systèmes semis direct » dans quelques grands pays leaders (Etats-Unis, Brésil, Argentine, Australie), 32 p.

RAUNET M., 2003. L'histoire du semis direct au Brésil. CIRAD-CA Montpellier, France, 69 p.

RAUNET M., SEGUY L., FOVET RABOTS C., 1998. « Semis direct sur couverture végétale permanente du sol : de la technique au concept » In : *Gestion agrobiologique des sols et des systèmes de culture*. RASOLO F., RAUNET M. (éd.). Actes de l'atelier international, Antsirabe, Madagascar, 23-18 mars 1998. CIRAD, Collection colloques, Montpellier, 41-52.

ROBERT M., et al., 2004. « Les techniques culturales sans labour : historique et enjeux » In : *Comité d'Orientation pour les pratiques agricoles respectueuses de l'environnement. Colloque Techniques Culturales sans labour : Impacts économiques et environnementaux* CORPEN, Paris, 2-10.

SEBILLOTTE M., MEYNARD J.C., 2004. « Enjeux agronomiques, économiques et environnementaux des techniques sans labour ». In : *Comité d'Orientation pour les pratiques agricoles respectueuses de l'environnement. Colloque Techniques Culturales sans labour : Impacts économiques et environnementaux*, CORPEN, Paris, 35-47.

SEGUY L., BOUZINAC S., 1995. Les systèmes de culture du soja au Brésil. Oliagineux, Corps gras, Lipides 2 (3), 218-222.

SEGUY L., BOUSIGNAC S., 2003. Nouveaux concepts pour une gestion durable des sols cultivés avec les systèmes de semis direct sur couvertures végétales permanentes du sol : l'expérience du CIRAD, les partenariats et les réseaux, CIRAD-CA Montpellier, France, 24 p.

SEGUY L., BOUZINAC S., MARONEZZI A. C., SCOPEL E., BELOT J.L. MARTIN, J., 2003. D'une agriculture destructive avec labour vers une agriculture durable avec les systèmes de semis direct sur couverture végétale permanente du sol : 20 ans de recherches du CIRAD et des ses partenaires Brésiliens dans les régions des Cerrados au Brésil CIRAD-CA Montpellier, France, 74 p.

THURSTON H D., 1997. Slash/Mulch systems, Sustainable methods for tropical agriculture. Westview Press, London, United Kingdom, 196 p.

TOURDONNET S., SAULAS P., 2004. « Conception et évaluation des systèmes de cultures sous couvert végétal vivant » In : *Comité d'Orientation pour les pratiques agricoles respectueuses de l'environnement. Colloque Techniques Culturales sans labour : Impacts économiques et environnementaux*, CORPEN, Paris, 67-70.

Sites Internet :

Agreste@gouv.fr. 2001. Mémento Agricole et Rural Indre-et-Loire. Données 2001, 4 p.

AgriDura@fao.org. 2002. Bonnes pratiques agricoles, seconde version, 7 p.

Amatrop@cirad.fr. 2001, Malherbologie, 75 p

Annexes

Annexe 1- La fiche d'enquête

A) Histoire du non-labour

Motivations :

Quand, comment et avec qui a-t-il eu les premiers contacts avec la technique.....?

Quelles plantes de couverture utilise-t-il.....?

Sur quelles parcelles a-t-il commencé et avec quelles cultures principales

Histoire du matériel agricole : les outils, les étapes et les adaptations... ..?

B) Parcellaire de l'entreprise

Quelle est la superficie agricole utile.....?

Carte du parcellaire et les rendements des cultures.....?

Quelle est l'évolution de la surface depuis l'adoption du non -labour.....?

Volet irrigation

Combien d'hectares sont-ils irrigués

Quelles sont les cultures et les parcelles pour l'irrigation.....?

Quel est le mode d'accès à l'eau et quelles sont les règles d'attribution.....?

C) Main d'œuvre

Statut : Permanente ou temporaire.....?

 Quelles sont les autres activités de l'entreprise.....?

Qui fait les choix stratégiques et tactiques au sein de l'entreprise.....?

D) Production de l'exploitation

Expérience de semis

1-Cultures

Quels itinéraires sur quelles parcelles et quelles rotations.....?

L'assolement-rotation actuel est -il le même qu'avant ? sinon pourquoi.....?

Quelles sont les cultures les plus importantes et leurs marges nettes.....?

Ces observations sont-elles les mêmes pour toutes les parcelles.....?

2- Cultures intermédiaires et plantes de couverture

Pour chaque succession identifiée, implante-t-il une culture intermédiaire ? si oui depuis quand.....?

Sur les parcelles comment choisit-il les plantes de couverture

Comment se fait l'approvisionnement en semences de plantes de couverture.....?

Quelles sont les avantages et les contraintes spécifiques, selon le paysan de l'utilisation des couverts : fertilisation, allélopathie ou compétition.....?

La plante de couverture pose-t-elle des problèmes de refuge aux ravageurs ? la question des limaces, la levée, problème de réchauffement de la terre

La destruction des couverts pose-t-elle un problème ? Comment se choisit la date de l'intervention.....?

Quels sont les autres usages du couvert.....?

Quelles sont les dates de semis des cultures ? y a-t-il une différence avec le système conventionnel.....?

3- Fertilisation et activités biologiques

Comment sont définis les apports les apports de fertilisants appliqués aux cultures.....?

Variation selon les années ou les parcelles ? pourquoi

Comment ont-ils évolué en non labour ? dates, doses et types de produits

4-Herbicides et enherbement

Quelles sont les différentes rencontres sur les parcelles

Quelles sont les pratiques de gestion des mauvaises herbes (Quels outils, produits et doses)..?

Quel est le rôle des couverts pour l'élimination des adventices.....?

Y a-t-il les mêmes problèmes tous les ans ou occasionnellement ? Quelles solutions.....?

5- Comportement des sols, l'humidité et l'irrigation

Ressuyage des parcelles ? amélioré ou non.....?

Nombre d'irrigation : volume, fréquence.....?

Profil cultural : compaction, infiltration, présence de galeries, taux de matière organique.....?

6- Gestions des résidus de récolte

La gestion des résidus varie-t-elle selon les successions ? les années ou les parcelles.....?

Comment a-t-elle évolué depuis l'abandon du labour.....?

Rapport entre systèmes de culture et élevage, surtout la paille et le fumier

7- Temps de travail

Le Semis direct permet-il de gagner beaucoup de temps de travail ? Si oui comment avez-vous mis ce temps à profit ? évaluer

L'implantation et la gestion des couvertures vous prend t-elle beaucoup de temps

8- Bilan des expériences et les problèmes actuels

Quels sont les principaux problèmes techniques rencontrés depuis le début du non-labour et l'adoption des SCV

Identifier les solutions trouvées ? les sources d'informations

Faire l'inventaire des problèmes actuels.....?

Annexe 2- Quelques photos d'illustrations (Source : COULIBALY H. 2004)



Photo n°1 : Le mélange avoine + vesce velue



Photo n°2 : Le mélange avoine + vesce velue



Photo n°3 : Le semis du blé sur résidus de maïs



Photo n°4 : Le semis du sorgho sur résidus de récolte



Photo n°5 : Le semis du maïs sur couverture d'avoine



Photo n°6 : Le semis du sorgho sur herbacées naturelles



Photo n°7 : Le traitement d'herbicide au pulvérisateur automoteur dans une parcelle de maïs



Photo n°8 : La lutte biologique avec le trichogramme contre la pyrale du maïs



Photo n°9 : Une parcelle d'orge en semis sous couvert végétal



Photo n°10 : Une parcelle de blé en semis sous couvert végétal



Photo n°11 : Une séance de formation d'agriculteurs sur le SCV dans une parcelle de sorgho



Photo n°12 : La visite d'une parcelle d'orge conduite en SCV



Photo n°13 : La moisson d'orge en bordure d'une parcelle de vigne