

*L'histoire du semis direct
au Brésil*

*Michel Raunet
Juillet 2003*

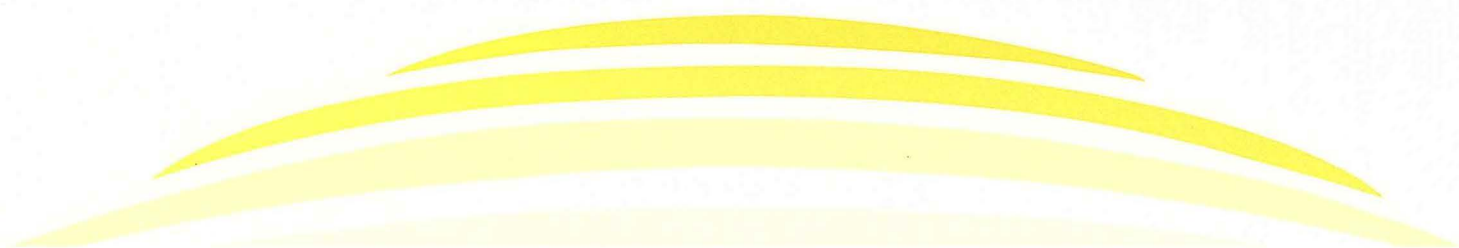


TABLE DES MATIERES

ACRONYMES CITES	1
AVANT PROPOS	3
RESUMÉ ET CONCLUSIONS GENERALES	4
I. INTRODUCTION : CONDITIONS GENERALES DU BRESIL	8
II – LA REGION SUB-TROPICALE DU SUD BRESIL	9
2.1. Conditions générales	9
2.2. Historique rapide du semis direct	11
2.3. L'Etat du Parana	15
2.4. L'Etat de Santa Catarina	30
2.5. L'Etat du Rio Grande do Sul	38
III – L'ETAT DE SAO PAULO	42
IV – LA REGION DE « CERRADOS » OU SAVANES TROPICALES	45
4.1. Conditions générales	45
4.2. L'Etat du Goiás	51
4.3. L'Etat du Mato Grosso do Sul	55
4.4. L'Etat du Minas Gerais	57
4.5. L'Etat de Bahia	60
4.6. Les Etats du Maranhão, du Piauí et du Tocantins	60
4.7. L'Etat du Mato Grosso	61
V – EVOLUTION DES SURFACES EN SEMIS DIRECT	68

ACRONYMES CITES

ABAPA :	<i>Associação Baiana dos Produtores de Algodão</i>
ABEAS :	<i>Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior</i>
ACARESC :	<i>Associação de Crédito e Assistência Rural de Santa Catarina</i>
ACARPA :	<i>Associação de Crédito e Assistência Rural do Paraná</i>
ACPG :	<i>Associação Conservacionista de Ponta Grossa</i>
AGRU :	<i>Associação dos Engenheiros Agrônomos de Uberaba</i>
AIBA :	<i>Associação dos Agricultores e Irrigantes do Oeste da Bahia</i>
APASA :	<i>Associação de Pequenos Agricultores de Serra-Abaixo</i>
APDC :	<i>Associação de Plantio Direto dos Cerrados</i>
APG :	<i>Associação do Produtores do Grãos</i>
AS-PTA :	<i>Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa</i>
CAAF :	<i>Centro de Apoio à Agricultura Familiar</i>
CAAPAS :	<i>Confederación de Asociaciones Americana para la Agricultura Sostenible</i>
CAPUN :	<i>Cooperativa Agropecuária de Unai</i>
CAROL :	<i>Cooperativa dos Agricultores da Região de Orlândia</i>
CAT :	<i>Clubes Amigos da Terra</i>
CATI :	<i>Coordenadoria de Assistência Técnica Integral</i>
CCLPL :	<i>Cooperativa Central de Laticínios do Paraná Ltda</i>
CETREC :	<i>Centro de Trainamento da Epagri de Chapecó</i>
CIDA :	<i>Canadian International Developpement Agency</i>
CIRAD :	<i>Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement</i>
CMNP :	<i>Companhia Melhoramentos Norte do Paraná</i>
CNPAF :	<i>Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão</i>
CNPMS :	<i>Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo</i>
CNPT :	<i>Centro Nacional de Pesquisa de Trigo</i>
CNPSO :	<i>Centro Nacional de Pesquisa de Soja</i>
COAGRI :	<i>Cooperativa dos Trabalhadores Rurais e Reforma Agrária do Centro-Oeste do Paraná</i>
COMIGO :	<i>Cooperativa Mista dos Produtores Rurais do Sudoeste Goiano Ltda</i>
COODETEC :	<i>Cooperativa Central Agropecuária de Desenvolvimento Tecnológico e Econômico Ltda</i>
COOPERLUCAS :	<i>Cooperativa Agropecuária Lucas Rio Verde Ltda</i>
COOPLANTIO :	<i>Cooperativa dos agricultores de plantio direto</i>
COTREL :	<i>Cooperativa Triticola Erechim Ltda</i>
COTRICRUZ :	<i>Cooperativa triticola de Produtores Cruzaltenses Ltda</i>
COTRIJAL :	<i>Cooperativa Triticola Mista Alto Jacuá Ltda</i>
COTRIJUI :	<i>Cooperativa triticola Serrana Ltda</i>
COTRIPAL :	<i>Cooperativa triticola de Panambi Ltda</i>
COTRISA :	<i>Cooperativa triticola de Santo Ângelo</i>
CPAC :	<i>Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado</i>
CPACT :	<i>Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado</i>
CPAO :	<i>Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste</i>
CPPP :	<i>Centro de Pesquisa por Pequenas Propriedades</i>
CVRD :	<i>Companhia Vale do Rio Doce</i>
DED :	<i>Deutscher Entwicklungsdienst</i>
DRS :	<i>Défense et Restauration des Sols</i>
EBDA :	<i>Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola</i>
EMAPA :	<i>Empresa Maranhense de Pesquisa Agropecuária</i>
EMATER :	<i>Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural</i>
EMBRAPA :	<i>Empresa Brasileira e Experimentação Agropecuária</i>
EMBRATER :	<i>Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural</i>
EMPAER :	<i>Empresa Mato Grossense de Pesquisa, Assistência Agropecuária et Extensão Rural</i>
EMPASC :	<i>Empresa de Pesquisa Agropecuária de Santa Catarina</i>
EPAGRI :	<i>Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina</i>
EPAMIG :	<i>Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais</i>
ESAL :	<i>Escuela Superior de Agricultura de Lavras</i>
ESALQ :	<i>Escuela Superior de Agricultura « Luiz de Queiroz »</i>
ESUCARV :	<i>Escuela Superior de Ciências Agrárias de Rio Verde</i>
FACTU :	<i>Faculdade de Ciências e Tecnologia de Unai</i>
FAEP :	<i>Fundação de Apoio ao Ensino e Pesquisa</i>
FAESC :	<i>Federação da Agricultura do Estado de Santa Catarina</i>
FAESP :	<i>Faculdade da Agricultura do Estado de São Paulo</i>
FAO :	<i>Food and Agricultura Organisation</i>
FAPCEN :	<i>Fundação de Apoio a Pesquisa do Corredor de Exportação Norte</i>
FAPEMIG :	<i>Fundação de Amparo e Pesquisa do Estado de Minas Gerais</i>
FATESP :	<i>Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo</i>
FAZU :	<i>Faculdade de Agronomia e Zootecnia de Uberaba</i>
FEALQ :	<i>Fundação Empresas Agrárias Luis de Queiroz</i>
FEAP :	<i>Fundo de Expansão de Agropecuária e da Pesca</i>
FEBRAPDP :	<i>Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha</i>
FECOAGRO :	<i>Federação do Cooperativas Agrárias de Brasil</i>

FECOTRIGO :	<i>Federação das Cooperativas de Trigo e Soja do Rio Grande do Sul</i>
FETAESC :	<i>Federação dos Trabalhadores Rurais de Santa Catarina</i>
FETRAFESC :	<i>Federação dos Trabalhadores na Agricultura Familiar de Santa Catarina</i>
FNI :	<i>Fábrica Nacional de Implementos</i>
FUNAP :	<i>Fundação de Apoio a Pesquisa do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba</i>
FUNAPE :	<i>Fundação de Apoio a Pesquisa de Goiás</i>
FUNDACEP :	<i>Fundação Centro de Experimentação et Pesquisa</i>
GPD :	<i>Grupo Plantio Direto</i>
GPDP :	<i>Grupo de Plantio Direto de Pirassununga</i>
GPP :	<i>Grupo Plantio na Palha</i>
GTZ :	<i>Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit</i>
IAC :	<i>Instituto Agrônomico de Campinas</i>
IAPAR :	<i>Instituto Agronomica do Parana</i>
ICI :	<i>Imperial Chemical Industry</i>
IICA :	<i>Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura</i>
INCRA :	<i>Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária</i>
IPEAME :	<i>Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuária Meridional</i>
MIPD :	<i>Manejo Integrado de Plantas Daninhas</i>
NeDIP :	<i>Núcleo de Desenvolvimento Integrado de Productos</i>
OCEPAR :	<i>Organização de Cooperativas do Estado do Parana</i>
OCESC :	<i>Organização de Cooperativas do Estado do Santa Catarina</i>
PADAP :	<i>Programa de Assentamento Dirigido ao Alta Paranaíba</i>
PEMBH :	<i>Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas</i>
POLOCENTRO :	<i>Programa de Desenvolvimento dos Cerrados</i>
PPDP :	<i>Plantio Direto na palha</i>
PROALCOOL :	<i>Programa Nacional do Alcool</i>
PRODECER :	<i>Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados</i>
PROSOLO :	<i>Programa Nacional de Conservação de Solos</i>
SCV :	<i>Système de culture sur Couverture Végétale</i>
SEAB :	<i>Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná</i>
SENAR :	<i>Servicio Nacional de Emprendedores Rurales</i>
SINDIFUMO :	<i>Sindicato das Indústrias do Fumo</i>
UCA :	<i>Universidad de Cruz Alta</i>
UDESC :	<i>Universidad do Estado de Santa Catarina</i>
UEPAE :	<i>Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual</i>
UFG :	<i>Universidad Federal de Goiás</i>
UFLA :	<i>Universidad Federal de Lavras</i>
UFMS :	<i>Universidad Federal de Mato Grosso do Sul</i>
UFFel :	<i>Universidad Federal de Pelotas</i>
UFRGS :	<i>Universidad Federal de Rio Grande do Sul</i>
UFSC :	<i>Universidad Federal do Santo Catarina</i>
UFSM :	<i>Universidad Federal de Santa Maria</i>
UFU :	<i>Universidad Federal de Uberlândia</i>
UFV :	<i>Universidad Federal de Viçosa</i>
UNESP :	<i>Universidad Estadual de São Paulo</i>
UNICAMP :	<i>Universidad Estadual de Campinas</i>
UPF :	<i>Universidad de Passo Fundo</i>
USAID :	<i>United States Agency for International Development</i>
USCL :	<i>Universidad Estadual de Santa Cruz do Sul</i>
UTD :	<i>Unidade de Treinamento e de Demonstração</i>
UTV :	<i>Unidade de Test y Validación</i>

AVANT-PROPOS

Les informations, « retraduites », recoupées, compilées, regroupées, utilisées pour réaliser cette synthèse proviennent de multiples sources parmi lesquelles des publications officielles, de la littérature grise, des informations accessibles sur internet, en provenance :

- des institutions de recherche : IAPAR, EPAGRI, EMBRAPA ...,
- des agences de développement : EMATERs, CATI, EPAGRI,
- des associations brésiliennes de semis direct et d'ONG : APDC, FEBRAPDP, AS-PTA ...,
- des revues de semis direct : Plantio Direto, Direto Cerrado,
- d'auteurs « clé », en particulier : Rolf Derpsch, John Landers, Fatima Ribeiro, Lucien Séguy.

Nous remercions ces institutions et personnalités.

RESUME ET CONCLUSIONS GENERALES

En matière de développement du semis direct le Brésil peut-il être un modèle pour le reste du Monde ?

Le semis direct au Brésil a plus de 30 ans en 2003. S'il est au monde un endroit où l'expression « système semis direct » prend un sens, c'est bien dans ce pays. Système au sens agronomique bien sûr (rotations, associations, gestions intégrées, élevage ...) mais aussi, et c'est sur quoi nous voulons insister ici, au sens de communauté d'acteurs impliqués, complémentaires et oeuvrant tous, à leurs façons, vers une même finalité, c'est à dire la progression de ces technologies.

C'est le fonctionnement de cet « environnement » dans son ensemble (mû bien sûr par la nécessité économique, en particulier une agriculture sans subventions, et la dégradation catastrophique des terres) qui fait que les surfaces en semis direct au Brésil augmentent actuellement de plus de 1 million d'hectares par an sur un total de 17 millions en 2001 (35 % de la surface semée). Ce qui est considérable ! mais ça ne se fait pas tout seul. Les « frontières agricoles » (Cerrados) offrent encore un terrain de colonisation de 50 millions d'hectares, le champ est donc vaste.

Bien sûr les débuts (à partir de 1972 dans les Etats du Sud) ont été difficiles, les pionniers ayant « essuyé les plâtres » ; mais assez vite et de mieux en mieux, les suivants ont été « portés » par un système d'intervenants qui s'est mis en construction. La dynamique s'est accélérée à mesure des apports, services, innovations, expériences et quelquefois échecs riches d'enseignements, des uns et des autres, médiatisés et discutés dans les séminaires spécialisés et immédiatement testés en vraie grandeur. Les nouvelles molécules herbicides et les progrès des semoirs ont également permis de franchir des étapes. La philosophie du système est : « tout problème a sa solution ». Les écueils sont franchis ou contournés les uns après les autres, il n'y a pas de retour en arrière.

Quels sont ces acteurs ?

- il y a bien sûr et avant tout, **les agriculteurs**, qui, très vite, se sont regroupés en communautés (basées souvent au départ sur les nationalités d'origine des migrants), **associations**, clubs, **coopératives**, elles-mêmes fédérées parfois en **fondations** d'appui à la recherche et au développement. Ces organisations jouent un rôle primordial dans la dynamique du système.

Peu d'agriculteurs au Brésil n'appartiennent pas à un club, une association ou une coopérative. Les coopératives sont souvent liées aux filières de production (blé, soja, riz, maïs, coton ...) dans une optique de compétitivité sur le marché. Les fondations privées, à objectifs agronomiques appliqués, sont très nombreuses au Brésil et sont alimentées par les fonds des sociétaires (coopératives le plus souvent) et de « sponsors » ; elles servent à appuyer la recherche et la diffusion des systèmes en semis direct. Lorsque la recherche publique (d'Etat ou Fédérale) est absente ou insuffisante, les Fondations s'en chargent, et jouent alors un rôle considérable. Certaines sont célèbres (fondation ABC, FUNDACEP ...).

Les agriculteurs « semis direct » s'organisent en « Clubs des Amis de la Terre » (CAT) dans les municipalités les plus dynamiques. Il y en aurait une bonne quarantaine actuellement au Brésil qui sont très actifs. Au sommet, se trouve l'Association de Semis Direct des Cerrados (APDC), et la Fédération Brésilienne de Semis Direct dans la Paille (FEBRAPDP). On peut donc dire, qu'au Brésil, à divers niveaux d'échelles, les agriculteurs se sont pris en main par eux-mêmes.

- **les techniciens de la vulgarisation** « officielle » (EMATER, EMPAER, CATI ...) des Secrétariats à l'Agriculture des Etats, ont, actuellement, intégré la diffusion du semis direct. L'EMATER, organisme public, s'y est mis très tardivement (comme la recherche officielle) et se préoccupe plus spécialement des petits et moyens agriculteurs. Pour les « gros », les coopératives et fondations font souvent leurs propres diffusion et assistance technique.

En fait la diffusion auprès des agriculteurs n'est pas l'œuvre d'un organisme unique mais le résultat d'un environnement « porteur » et du jeu de tous ses acteurs. Le phénomène de « tâche d'huile » existe, mais il n'est pas suffisant en soi pour expliquer une diffusion aussi rapide. Il faut rappeler quand même que les premières raisons d'adoption des SCV au Brésil sont les avantages socio-économiques qu'ils procurent aux agriculteurs : diminution de moitié des coûts de production, rendements supérieurs et plus stables, réduction du travail, plus grande souplesse des chantiers, marges nettes augmentées.

- **la recherche agricole publique**, qu'elle soit spécifique à l'Etat (IAPAR, IAC, EPAGRI, EPAMIG ...) ou bien Fédérale (EMBRAPA) est multiple (il existe 30 centres EMBRAPA au Brésil !) et actuellement assez active, travaillant en liaison plus ou moins étroite avec les agriculteurs et l'agro-industrie. Certains centres se sont mis très vite à l'agronomie des SCV (IAPAR au Parana, EMBRAPA-blé au Rio Grande do Sul), les autres (la plupart des Centres de l'EMBRAPA) plus difficilement et tardivement. Ils n'ont commencé à se manifester qu'au début des années 90, alors qu'il y avait déjà plusieurs millions d'hectares de SCV dans le Sud du pays. A partir de 1995, la recherche officielle sur instruction gouvernementale, a été invitée à agir avec l'ambition de prendre le leadership du mouvement.

La diversité de la recherche agricole au Brésil et surtout l'existence d'une recherche appliquée privée sont actuellement une garantie de diversité des approches, grâce à l'émulation qu'elle suscite et à une saine compétition. En fait, les centres sont généralement complémentaires en fonction de leur spécialisation par filière (blé, soja, riz-haricot, coton ...), thématique (chaque centre a un ou plusieurs thèmes de prédilection), du public visé (petite ou grande agriculture, parfois les deux) et de l'écologie où ils oeuvrent (Cerrados, Sub-tropical, Ouest, Climat Tempéré).

Lorsqu'un Etat n'a pas de recherche publique propre (Mato Grosso) et même si il y en a une mais peu efficace, une fondation ou des contrats directs des coopératives avec des institutions extérieures (CIRAD, par exemple ...) peuvent en assurer la fonction. Cependant ces fondations privées d'aide à la recherche, véritables Instituts Techniques, peuvent coexister avec les institutions publiques. Elles sont généralement plus proches des agriculteurs, plus pragmatiques et à temps de réponse plus courts. Les innovations sont mises en application et affinées rapidement. Disons, globalement, que la recherche publique (excepté IAPAR) a été le maillon faible du système. Sans elle, le développement des SCV aurait quand même eu lieu.

- les organismes d'enseignement et de formation

Ils sont également multiples. Les formations diplômantes sont assurées par les Facultés d'agronomie des Universités (Fédérales ou d'Etat), dont certaines sont réputées (Londrina, Ponta Grossa, Uberlândia, São Paulo, Rio Grande do Sul ...).

Les techniciens de la diffusion et les agriculteurs qui le souhaitent peuvent bénéficier de cycles de formation pratique et théorique très nombreux, dispensés par les organismes officiels de vulgarisation (EMATER ...), les Fondations, les coopératives et les associations d'agriculteurs (CAT, APDC, FEBRAPDP ...). Ces cycles sont très nombreux, dans la plupart des pôles de développement du semis direct du Brésil. Apportent leurs concours des praticiens reconnus, des chercheurs, des professeurs d'université, d'autres agriculteurs. Les financements sont assurés par différents sponsors privés.

Concernant les techniciens ou les agriculteurs eux-mêmes, leur formation pratique est assurée par les organes de vulgarisation, les coopératives et les fondations. Les associations de semis direct (CAT) aussi très actives, organisent souvent leurs cycles de formation et proposent des jours de champs et des stages.

- les agro-industries et les fabricants de matériel

Les firmes agro-chimiques, sociétés productrices de semences et fabricants de matériel, s'affichent et sont acceptées sans complexe, en tant que sponsors pour différentes manifestations (séminaires, formation, expérimentation ...). La plupart ont compris leur intérêt à long terme et beaucoup sont là depuis le début du développement du semis direct (Zeneca puis Monsanto, BASF, Manah ...). Il s'est même formé un « groupement semis direct » (GPD) composé d'une douzaine de firmes privées qui sponsorisent globalement un certain nombre d'évènements et d'expérimentations. Les « agrishows » (foires agricoles), avec une multitude d'exposants, ont beaucoup de succès au Brésil.

Les firmes Zeneca (ex ICI et actuellement Syngentia) et Monsanto ont même été des acteurs directs du système semis direct car leurs molécules et les expérimentations sur la façon de les utiliser ont permis de débloquent certaines situations. Elles financent et contractualisent des essais avec des organismes de recherche.

Quant aux fabricants de matériels, semoirs en particulier, une vingtaine ont sorti des semoirs de semis direct motorisés, qui accompagnent de près l'avancement de l'art, parfois en le devançant, c'est à dire qu'ils sont des facteurs de progrès. Les modèles font l'objet de nombreux essais comparatifs dans certains instituts de recherche, des facultés et des coopératives. Le « Semeato » à coute circulaire et doubles disques décentrés semeurs est le semoir qui a le plus d'efficacité pour traverser la paille et semer « proprement ». La même dynamique a lieu pour les « petits » agriculteurs ; une vingtaine de PME sont spécialisées dans le matériel de traction attelée et restent au plus près des attentes des agriculteurs, avec lesquels ils sont en interaction étroite.

- **l'aide publique** joue bien sûr un rôle très important dans la mesure où elle peut susciter, mettre en œuvre et coordonner de grands programmes fédérateurs avec aide financière (crédits), institutionnelle et technique et qu'elle mobilise des financements extérieurs (Banque Mondiale). Le cas de l'Etat de São Paulo est très intéressant à ce titre. Cet Etat est resté à la

traîne pour le semis direct jusqu'en 1997. Cette année là le Gouvernement de l'Etat a « mis le paquet » avec lancement d'un « grand projet semis direct », en mobilisant le « réseau » avec les forces vives et les acteurs potentiels précédents. On est passé, dans cet Etat, entre 1997 et 2001 de 40 000 ha à 600 000 hectares et ça continue. La coordination des moyens et des compétences a atteint un rendement maximum.

Par ailleurs, le « système semis direct » au Brésil a lui-même créé un **système multiforme d'information et de communication** prodigieux, à l'échelle nationale mais surtout décentralisé dans les Etats : presse écrite, radio, TV, colloques et ateliers très nombreux aux niveaux national, régional ou local, journaux spécialisés édités par les Associations de Semis Direct (APDC, FEBRAPDP), jours de champs. Les séminaires avec des publics de 500 à 2 000 personnes sont un lieu de brassage extraordinaire des membres du « réseau », ainsi régulièrement confortés : agriculteurs, techniciens, chercheurs, agro-industries, politiques. C'est une composante essentielle du système qui en active la dynamique.

Enfin, il y a au Brésil un culte des pionniers du semis direct qui fait que les précurseurs sont vénérés comme des héros, (Herbert Bartz, « Nonô » Pereira, Frank Dijkstra, ...) qu'on invite à tous les séminaires pour qu'ils témoignent et auxquels on se réfère sans arrêt. Le semis direct, au départ, au Brésil comme aux Etats Unis, a été davantage une histoire d'hommes, égarés par la nécessité, entreprenants, à l'esprit pionnier, imaginatifs et parfois géniaux, qui tracent le chemin que le résultat de la programmation des institutions de recherche et de développement, réticentes à changer de paradigme et donc lente à se mettre en branle. Le système semis direct au Brésil est bien ancré dans la réalité mais possède sa mythologie fondatrice.

Le cas du Brésil est donc particulièrement intéressant à décortiquer. S'il n'est pas transférable tel quel ailleurs, il doit être un modèle incontournable d'inspiration et de réflexion. La Banque Mondiale, tous les ans, y organise des voyages d'études pour les responsables, agronomes et techniciens des pays du Sud. Des groupes d'agriculteurs des pays « avancés » viennent voir cette nouvelle agriculture (qui évolue et progresse tous les ans) et en reviennent « transformés », remettant en cause des habitudes et des connaissances, pleins de nouvelles idées pour leurs exploitations.

I. - INTRODUCTION : CONDITIONS GENERALES DU BRESIL

Le Brésil est un véritable continent. En superficie (8,51 millions de km²), il est le cinquième pays au monde. Il s'étend entre 5°N et 33°S. L'équateur et le Tropique du Capricorne le traversent. Les distances y sont énormes, avec environ 4 300 km du Nord au Sud ainsi que d'Est en Ouest. Il y a 163 millions d'habitants (2002) avec un accroissement de 1,4 % par an. Le Brésil est un Etat Fédéral composé de 27 Etats (dont le « Distrito Federal » de Brasília) et 5 grandes régions (fig. 1).

C'est le plus gros producteur agricole du Groupe de Cairns », à agriculture non subventionnée. C'est le premier « pays émergent » de la zone intertropicale, malgré de très fortes disparités spatiales et sociales.

Le Sud et le Sud-Est constituent le cœur agricole et économique du pays, historiquement les plus densément peuplés. Le Nord Amazonien (encore en économie de cueillette) et le Centre-Ouest sont des espaces pionniers. Dans ce dernier, le soja, le riz et le coton se développent rapidement associés à un élevage encore extensif. Le Nord-Est, avec son « sertão », quant à lui, reste la région la plus pauvre et la moins arrosée, avec des problèmes sociaux.

La superficie cultivée était de 42 millions d'hectares en 1996, soit 5 % du territoire. Il y aurait 5 000 exploitations dont la superficie moyenne de 73 ha n'a pas grand sens, sachant qu'il y a de nombreux agriculteurs sans terre, que la superficie de la ferme se range entre 99 hectares et plusieurs milliers ou même dizaine de milliers d'hectares.

Le Brésil, globalement, est un géant agricole bien que les produits agricoles bruts ne représentent que 12 % des exportations (mais 30 % pour les produits de l'agro-industrie).

Le Brésil est au premier rang mondial pour le soja et les bovins, au 2^e rang pour le maïs, au 4^e rang pour le cacao, seulement au 10^e rang pour le riz et le coton (mais ces 2 productions sont en augmentation rapide).

Le Brésil, malgré tout, a beaucoup d'espaces vides et représente une immense « frontière agricole », en particulier avec les « Cerrados » (savanes tropicales) du Centre du pays.

Du point de vue géologique (fig. 2), le Brésil est composé de « boucliers » précambriens (restants du vieux « Gondwana ») rabotés, les principaux étant le « bouclier Guyanais », au Nord et surtout le « bouclier Central » (ou bouclier brésilien) au Centre et à l'Est, séparés par le bassin amazonien. Entre ou sur ces boucliers s'étendent des bassins sédimentaires, sub-horizontaux, généralement gréseux, du crétacé et du tertiaire. Le crétacé supérieur a vu l'émission de grandes quantités de nappes basaltiques (Etats du Sud surtout). Grès et basaltes sont souvent en position de reliefs inversés, formant des plateaux (« chapadas ») à escarpements. D'autres sédiments, tels ceux du bassin amazonien, sont en position de grands synclinaux. Toutes ces roches, lorsqu'elles sont ante-quaternaires, sont coiffées de sols ferrallitiques (« latossolos ») aussi bien en Amazonie que dans les Etats sub-tropicaux du Sud.

Le climat (fig. 3) est tropical humide au Nord et au Centre (1 400 à plus de 2 500 mm de pluies annuelles), tropical sub-humide (1 000-1 400 mm) au Centre Sud, tropical sec (500 à

1000 mm) à l'Est. Dans ces régions tropicales, il y a partout une saison sèche de 4 mois (Est) à 8 mois (Amazonie).

Le climat du Sud (Etats du Parana, du Santa Catarina et du Rio Grande do Sul) est de type sub-tropical, c'est à dire à hiver frais et sans saison sèche. La pluviométrie y est de 1 200 à 1 800 mm. La température annuelle y est de 16°, avec des gels en hiver, jusqu'à 25 jours par an pour les basses latitudes et les hautes altitudes (plus de 1 000 mètres).

II. - LA REGION DU SUD BRESIL, SUBTROPICALE

2.1. - CONDITIONS GENERALES

Le développement du semis direct en climat sub-tropical (pluies réparties toute l'année), concerne les trois Etats du Sud-Brésil, à savoir le Parana, le Santa Catarina et le Rio Grande do Sul (fig. 4). Le Parana et le Rio Grande do Sul sont de gros producteurs de blé et de soja (souvent 2 cultures par an) en fazendas motorisées, cotoyant des petits agriculteurs qui, eux, cultivent essentiellement maïs, haricot et tabac. Le Santa Catarina quant à lui, très accidenté, est essentiellement en « petite agriculture ».

Ces trois Etats sont restés longtemps très peu peuplés. Excepté une plus ancienne colonisation européenne au Rio Grande do Sul (« campos » avec leurs troupeaux), ces Etats sont restés, jusque vers 1930, quasiment vides et couverts de forêts (Araucaria).

Aux 18^{ème} et 19^{ème} siècle, ils ont été l'objet, de la part des « Caboclos » (descendance portugaise et croisements indiens), de « collectes », à partir de la Côte Atlantique, d'abord pour l'or, puis pour l'erva-maté (*Ilex paraguariensis*) et pour l'exploitation ponctuelle de la forêt.

Le 19^{ème} siècle, à partir de 1830, a vu l'arrivée dispersée de vagues d'immigrants européens formant quelques noyaux de colonisation, essentiellement des familles Allemandes, Polonaises, Ukrainiennes et Italiennes. Ces foyers de fixation, pratiquant polyculture et petit élevage de subsistance, étaient traversés par les forestiers et les convois d'éleveurs du Sud, qui allaient vendre leurs bêtes à São Paulo.

Le 20^{ème} siècle a été le témoin de changements, en particulier au Nord du Parana, avec l'introduction puis le boom du café (qui avait commencé dès 1860 dans l'Etat de São Paulo).

Entre les deux guerres, surtout autour de 1930, sont arrivés au Sud et au Sud-Est du Brésil de gros contingents d'européens (Hollandais, Allemands, Polonais, Ukrainiens, Italiens) et de Japonais. Les immigrants européens, de tradition agricole, ont amené avec eux la traction animale (équine surtout) et la charrue. Ils se sont, pour la plupart, regroupés en communautés linguistiques. Par la suite, les agriculteurs de descendance austro-allemande ont été des pionniers et le fer de lance du développement du semis direct au Parana.

Le Nord Parana est devenu une excroissance caféière de l'Etat de São Paulo. Le front pionnier forestier se déplaçait vers le Sud (sans dépasser le 24^{ème} parallèle) et vers l'Ouest.

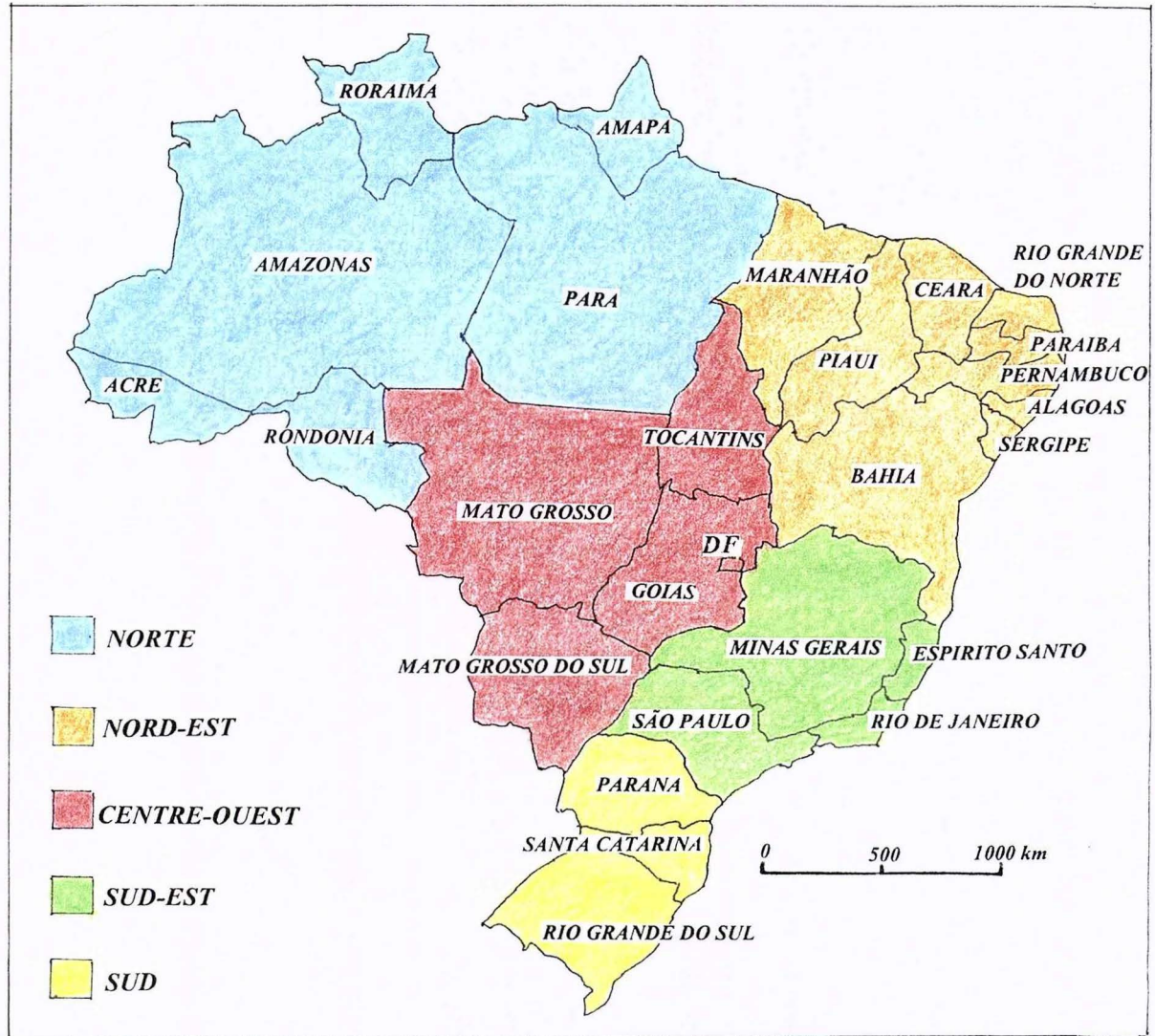
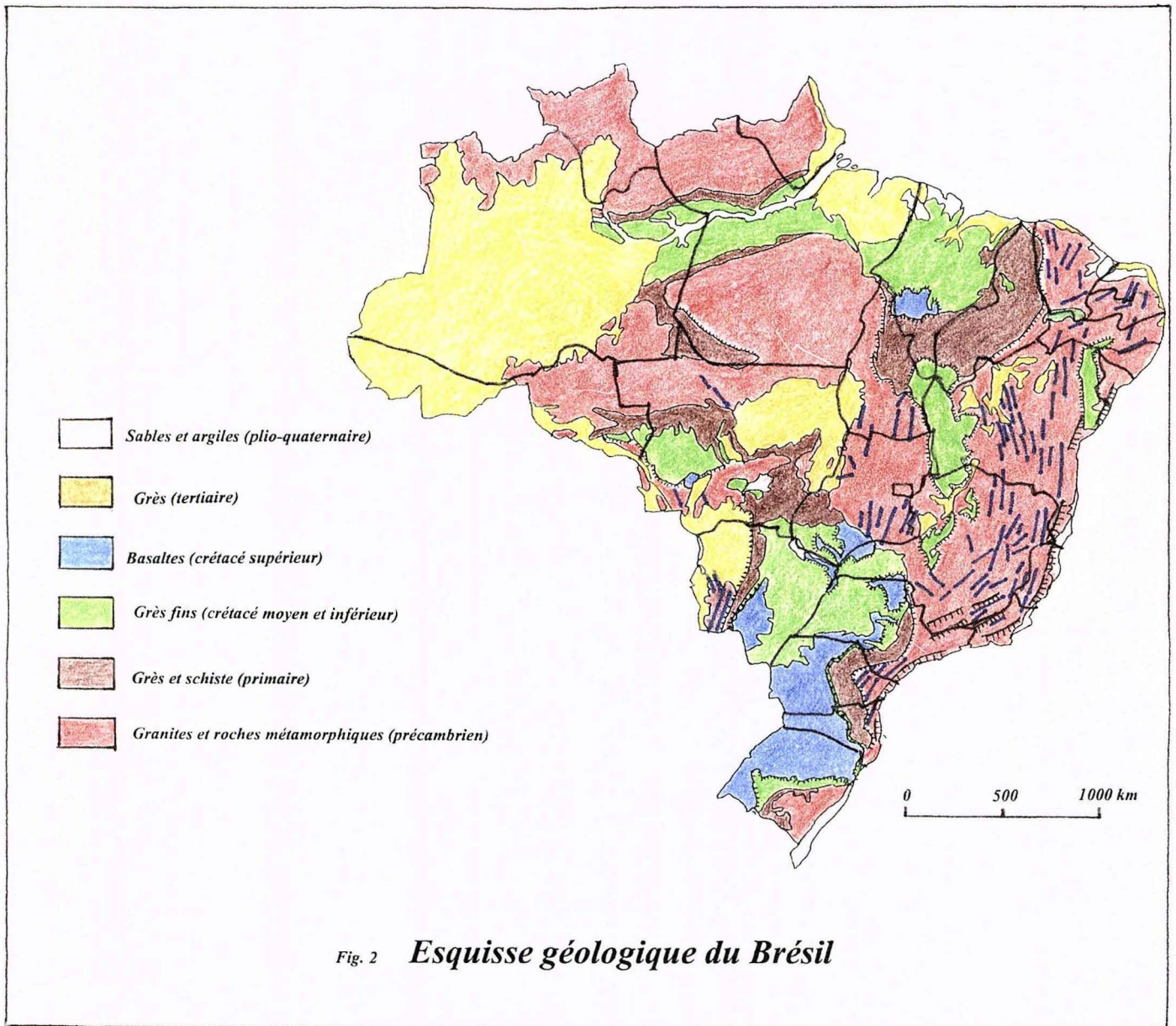
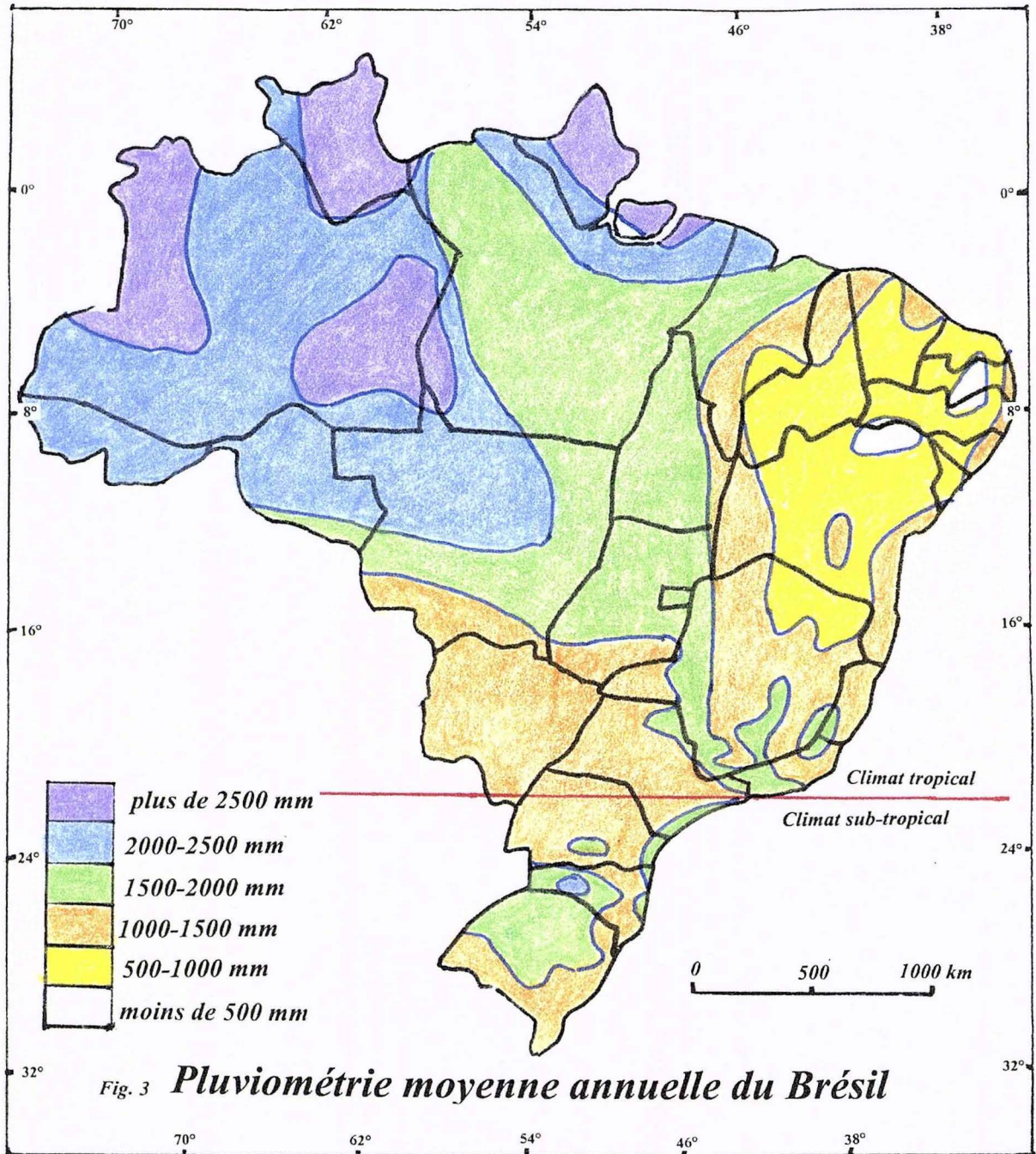


Fig. 1 *ETATS ET REGIONS DU BRESIL*





Par ailleurs, en 1924 une mission économique anglaise acquiert d'immenses concessions forestières (12 500 km²) dans le Nord du Parana. Ces concessions ont été revendues (par une société devenue la CMNP) à des Paulistes en 1948. Cette CMNP a elle-même revendu à des particuliers en lots de 30-35 hectares disposés en lanières, des sommets (« Espigãos ») aux rivières donc dans le sens des pentes, qui allaient jusqu'à 35 %. Cette structure foncière du Nord Parana sera bien sûr favorable à l'érosion lorsqu'on y fera des cultures annuelles. La redistribution des terres a accéléré l'immigration en provenance de São Paulo et du Minas Gerais.

A partir de 1960, on observe un lent déclin du café dans le Parana, pour des raisons économiques (surproduction) et climatiques (gelées récurrentes). Les caféiers ont commencé à être arrachés. La grande gelée de 1975 en a marqué la fin. C'est ainsi qu'à partir de 1965, on a vu le paysage agraire du Nord et du Centre-Ouest Parana se transformer, avec installation de moyennes et grandes propriétés de 50 à 300 hectares où étaient cultivés maïs, blé et, de plus en plus, soja qui connut un boom à partir de 1968-1970. Ces exploitations étaient réparties essentiellement dans les zones relativement peu accidentées, sur les bonnes terres « violettes » basaltiques (« latossolos roxos » et « terras roxas ») destinées en général au soja, plutôt au système annuel avoine ou blé d'hiver – soja ou maïs d'été, aussi bien au Parana qu'au Rio Grande do Sul (le Santa Catarina, avec une majorité de petits agriculteurs, a été peu touché par ces grandes cultures).

Ailleurs, dans le Parana (Centre Sud dit « Parana traditionnel », Sud-Ouest, Est) les reliefs, plus prononcés, sont occupés par de « petits » agriculteurs (moins de 50 ha dont 5 à 20 ha cultivés annuellement) la plupart du temps sur des sols sableux peu fertiles (« latossolos vermelho-escuro » et « podzólicos vermelho-amarelo ») ou caillouteux issus de roches gréseuses : région de Ponta Grossa, Irati, Pato Branco ... Au Sud du Parana, l'Etat de Santa Catarina et le planalto (Nord) du Rio Grande do Sul, restaient également le domaine des petits agriculteurs.

Certaines régions sont exclusivement en énergie manuelle compte tenu du relief ; les paysans sèment alors à la « matraca » (« tico-tico »). Mais beaucoup sont en traction animale équine (chevaux, mulets, ânes). En général, les trois situations (manuel, traction attelée et motorisation) cohabitent dans une même région, seules les proportions changent en fonction de l'histoire de la colonisation pionnière et de la topographie.

Dans le Santa Catarina, à relief vallonné ou montagneux, les petits agriculteurs occupent essentiellement les 2/3 ouest sur basalte.

Dans le Rio Grande do Sul, la région de petite agriculture est le Nord, le Planalto medio et le Alto Uruguai (Cruz Alta, Passo Fundo, Erechim) située encore sur substratum basaltique à « terras roxas » et à relief plus ou moins accentué. Avant 1950, le Rio Grande do Sul était constitué de grandes propriétés, en pâturages extensifs. Avec l'introduction du blé, puis du soja en 1970, la structure agraire s'est modifiée, avec juxtaposition de grandes propriétés motorisées et de petites fermes familiales en énergie manuelle ou animale.

Les petits agriculteurs font du maïs, du haricot, du tabac, de l'oignon, du soja et, plus rarement, du blé (surtout dans le Rio Grande do Sul), souvent de l'avoine noire en hiver. L'élevage est essentiellement constitué de porcs et de volailles.

2.2. - HISTORIQUE RAPIDE DU SEMIS DIRECT

Le développement du semis direct au Brésil commença en 1972 dans les Etats du Sud (Parana, Santa Catarina, Rio Grande do Sul) en agriculture mécanisée à base de soja, sous climat sub-tropical permettant 2 cultures par an.

La toute première tentative de semis direct date de 1969. La Faculté d'Agronomie de l'Université Fédérale du Rio Grande do Sul importa cette année là, avec l'aide de l'USAID, un semoir Américain de marque Buffalo, un des premiers conçus pour le semis direct aux Etats-Unis. A la station de recherche du Ministère de l'agriculture située à Não-Me-Toque (région du Planalto Medio), un hectare fut ainsi semé en sorgho (dans les pailles de blé de l'hiver précédent) cette même année. Malheureusement le semoir fut détruit par un incendie, mettant fin prématurément à ces essais.

En 1971, toujours au Rio Grande do Sul, la fondation FUNDACEP/FECOTRIGO et l'EMBRAPA-Trigo (CNPT) mirent en place, à Passo Fundo, des essais de semis direct de soja sur paille de blé.

Mais, c'est au Parana, en avril 1971 que les choses sérieuses commencèrent. Des essais démarrèrent à Londrina, à l'Institut Fédéral de Recherche Agronomique Méridional, l'IPEAME (futur EMBRAPA-CNPSO), avec l'aide de la Coopération Technique Allemande (à l'époque D.E.D., actuellement GTZ), plus précisément l'agronome Rolf Derpsch. Au même moment, un agriculteur brésilien, également d'origine allemande, Herbert Bartz, qui se demandait comment protéger ses sols régulièrement balayés par l'érosion, accueillit des essais en vraie grandeur de l'IPEAME dans sa propriété, la Fazenda Renânia à Rolândia, au Nord du Parana.

R. Derpsch et H. Bartz, tous deux des passionnés, décidèrent de se lancer à fond dans cette grande aventure du semis direct. On peut alors dire qu'ils furent l'équivalent (mais 10 ans plus tard) du célèbre binôme américain pionnier, Shirley Phillips (agronome) et Harry Young (agriculteur), qui, dès 1961, dans le Kentucky, joignèrent leurs efforts. D'ailleurs, très vite nos deux pionniers brésiliens prirent des contacts avec leurs homologues américains, dont ils connaissaient les travaux.

Ainsi, durant le premier trimestre 1972, au vu des résultats encourageants de Londrina, Herbert Bartz, fit un voyage qu'on peut rétrospectivement qualifier « d'initiatique », en Allemagne, en Grande Bretagne et aux Etats Unis. Il visita la station expérimentale de Fernhurst en Angleterre, où l'entreprise agrochimique ICI (Imperial Chemical Industry, devenu plus tard zeneca, actuellement regroupé avec Novartis en syngentia) avec son département de machinisme, testait les meilleurs usages en semis direct de ses herbicides totaux desséchants, paraquat et diquat (qui avaient depuis 10 ans déjà permis de débloquer le processus de développement du semis direct aux Etats Unis) et des méthodes et matériels de semis.

A l'époque, la houe rotative anglaise de marque Howard Rotacaster semblait adaptée pour semer, et H. Bartz en commanda une. Puis, dans la foulée, il alla au Kentucky (Université de Lexington) à l'époque « la Mecque » du semis direct, avec le « couple » H. Young/S. Phillips. Herbert Bartz commanda immédiatement un semoir américain Allis-Chalmers, le premier à disques semeurs et coudre circulaire capable de couper correctement les pailles et semer

régulièrement et qui, au même titre que le Paraquat, avait contribué au lancement du semis direct aux Etats Unis.

Suite à ces acquisitions, H. Bartz mit immédiatement en pratique, sur sa propriété de Rolandia, 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. C'est ainsi que Herbert Bartz fut le premier agriculteur du Brésil et d'Amérique Latine à se lancer dans le semis direct (on l'appelait alors « l'Allemand fou ») puis à le pratiquer, en l'améliorant, jusqu'à aujourd'hui. A ce titre, il est très vénéré au Brésil et invité à tous les congrès pour témoigner.

A Andirá, toujours au nord du Parana, un deuxième agriculteur, qui, en 1972, avait importé un semoir Allis-Chalmers comme H. Bartz, abandonna le système quelques années après, faute de pouvoir dominer les mauvaises herbes. A cette époque (le round up n'apparut au Brésil qu'à partir de 1981), il fallait se débrouiller avec le paraquat et le 2-4 D. De sorte que, souvent, même en grande propriété, le désherbage manuel était encore requis pour sauver des récoltes.

En 1972, la firme ICI, avec l'agronome Terry Wiles, démarra une recherche appliquée, en collaboration avec l'IPEAME à Londrina et Ponta Grossa, mais aussi chez H. Bartz à Rolandia et chez d'autres agriculteurs pionniers (une dizaine en 1973). Dans le Rio Grande do Sul ICI initia également en 1973 des travaux de recherche-développement avec les agriculteurs de la région du Planalto medio.

Deux autres noms à retenir, de ICI : les agronomes Milton Ramos et Werner Winche.

De 1972 à 1975, les agriculteurs se débrouillèrent en transformant leurs semoirs « conventionnels ». Il y avait 1 000 ha de semis direct en 1973/74 et 25 000 en 1975 toujours au nord du Parana (le Rio Grande do Sul commençait à peine, avec un millier d'hectares, autour de Passo Fundo).

Les gros problèmes des agriculteurs étaient la gestion des mauvaises herbes et, faute de semoirs efficaces, la traversée des paillis pour semer.

En 1975, les premiers semoirs construits au Brésil par la Fábrica Nacional de Implementos (FNI), basés sur la houe rotative anglaise (Howard Rotacaster) se trouvèrent sur le marché. Ces appareils, lents, n'étaient pas vraiment satisfaisants et les semoirs d'importation, fortement taxés, coûtaient trop cher. Devant ces difficultés, les agronomes de la fondation ABC (Franke Dijkstra, Bernard Von Aragon, Hans Peeten ...) eurent l'idée géniale, en 1976, d'adjoindre à un semoir classique, un kit de semis direct à double disque décentré coupant bien les pailles de maïs et de blé et qui, en même temps, ne bourrait pas. Le rotacaster fut alors abandonné au profit de ces kits adaptables qui furent plus tard (1981) intégrés par l'entreprise Semeato dans un vrai semoir de semis direct. Les premiers outils, à triple disques, plus rapides, inspirés du semoir américain Allis Chalmers, qui apparurent sur le marché local en 1976 eurent du succès entraînant un premier décollage au Parana et au Rio Grande do Sul. A partir de 1975, Herbert Bartz fut suivi par d'autres agriculteurs pionniers du Parana, célèbres au Brésil et que l'on cite et vénère tout le temps : 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.

En 1976, à Londrina, l'Institut Agronomique de l'Etat du Parana (IAPAR) fut créé (à partir de l'ex Institut du café) alors que la précédente recherche fédérale de l'IPEAME, devenait lui-même l'EMBRAPA-CNPSO (soja). L'IAPAR joua alors – et joue encore - un rôle majeur, concernant la poursuite des recherches sur le semis direct, les couvertures végétales et les rotations appropriées.

La firme ICI s'y associa en recherche coopérative. Un autre accord de coopération fut signé en 1977 avec la GTZ (coopération allemande) où Rolf Derpsch, encore lui, continua à jouer un grand rôle. Il s'agissait alors de gestion intégrée et de conservation des sols, destinées à lutter contre l'érosion par la voie agronomique (rotations, plantes de couverture, semis direct) dans l'Etat du Parana, en alternative aux aménagements anti-érosifs « classiques » (banquettes et terrasses) jugés insuffisants.

Par ailleurs, en 1978, dans le Rio Grande do Sul, à Passo Fundo, la firme ICI et l'EMBRAPA-Trigo (recherche fédérale sur le blé) signèrent également un accord pour travailler sur le semis direct. Le même EMBRAPA-Trigo, avec Herbert Bartz qui en était devenu conseiller technique, entreprit en 1980 avec l'aide canadienne, le CIDA, un travail sur le machinisme contribuant à la mise au point avec les agriculteurs, dès 1981, d'un nouveau kit de semis direct fabriqué au Brésil, à base de triple disques dont un double disque décentré, principe sur lequel s'appuieront ensuite des fabricants, dont SEMEATO.

Au niveau des superficies en semis direct, un deuxième décollage s'est produit en 1985 grâce à la conjonction des efforts auprès des agriculteurs et de leurs associations avec la recherche, le développement (EMATER) et le secteur privé (pesticides et matériel) qui ont progressivement affiné leurs offres techniques, permettant un déblocage progressif des contraintes. L'apparition du round-up sur le marché brésilien à partir de 1982 y a certainement été pour quelque chose.

Un troisième décollage très « relevé » cette fois est intervenu en 1993. La synergie du partenariat « recherche développement-services du privé-coopératives et organisations d'agriculteurs » s'ajuste et s'optimise. Bien entendu, ces augmentations de surfaces sont dues essentiellement à l'appropriation par les grandes exploitations (fazendas). L'augmentation globale des surfaces en petite agriculture non motorisée reste faible (environ 70 000 ha en 2001) par rapport à ces dernières. Pour apprécier le résultat, il faut alors raisonner en nombre d'agriculteurs touchés.

Un exemple de cette synergie semble avoir été le projet « METAS » au Rio Grande do Sul, qui associait, sous la conduite de l'EMBRAPA-Trigo (recherche), l'EMATER-RS (vulgarisation), les municipalités, les coopératives et les organisations d'agriculteurs (les CAT, Clubs des Amis de la Terre), les industries agricoles privées : pesticides (Monsanto), matériels (semeato), semences (Agrocères), engrais (Adubos Trevo S.A.). Ce projet, qui a duré 5 ans, de 1993 à 1998, a touché 70 000 producteurs, petits, moyens et gros, formé près de 300 techniciens. Le module unitaire, géographique est le micro-bassin versant, le module de développement et de formation est l'UTD (Unidade de Treinamento e de Demonstração). Dans la zone du projet (planalto médio et Alto Uruguay), la superficie en semis direct est ainsi passée de 150 000 ha en 1993 (sur 320 000 dans tout l'Etat) à 1 000 000 d'ha en 1998 (sur 3 800 000 dans l'Etat) ce qui est le résultat d'une dynamique remarquable.

Le rôle prépondérant des Associations, Coopératives et Fondations

A côté de la recherche et des offres du secteur privé, la réussite du semis direct, a surtout été rendue possible par le développement, au sein de la communauté des agriculteurs de nombreuses coopératives et associations très dynamiques pour la promotion du semis direct, créant un contexte d'émulation et de motivation entretenue, avec rencontres d'informations, échanges d'expériences, jours de champs, etc...

Parmi ces associations d'agriculteurs, il faut citer comme pionner en 1979 dans les Campos Gerais du Parana le « club du vers de terre » (clube da Minhoca) qui a évolué plus tard en la Fondation ABC et ensuite les « Clubs des Amis de la Terre » (CAT, Clubes Amigos da Terra) à l'échelle de une ou deux « municipales ».

Les CAT se sont par la suite développés d'abord dans le Rio Grande do Sul à partir de 1982. Il y en avait en 2001 une quarantaine dans cet Etat. Dans le Sud des Cerrados (Goias, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, ...) ils ont été créés à partir de 1992 et ils sont actuellement une vingtaine.

Au dessus des CAT, furent créées deux grandes associations de semis direct :

- la FEBRAPDP (Fédération Brésilienne de semis direct dans la paille), fondée en 1992 et dont le Président, en 2001 était Herbert Bartz, qui a succédé en 1999 à M.H. Pereira qui lui-même est devenu Président de la CAAPAS (Confédération Américaine des Associations de Semis Direct),
- l'APDC (Association de Semis Direct des Cerrados), créée également en 1992, grâce à l'activisme de John Landers (secrétaire exécutif), son Président en 2001 (et depuis le début) étant Helvecio Mattana Saturnino. Cette association est affiliée à la FEBRAPDP.

A un autre niveau, financier et commercial entre autres, et pas centrées à l'origine sur le semis direct, se sont créées, à l'initiative des agriculteurs, des « fondations » qui ont servi de supports importants d'appui aux Coopératives pour la recherche très appliquée. Ces fondations sont financées par les coopératives affiliées.

La plus connue et la plus ancienne de ces fondations, fondée par trois grosses coopératives (Arapoti, Batavo et Castrolândia), est la fondation ABC, basée à Castro, au Parana. Elle met en oeuvre des programmes de recherche, d'assistance technique et de formation, cette dernière ayant été appuyée par la Banque Mondiale. Une des plus grosses des coopératives de ABC est la « Colonia Castrolândia » fondée par des immigrants hollandais. En effet, les coopératives du Brésil ont souvent pour origine le regroupement « naturel » d'agriculteurs de même origine nationale (allemands, hollandais, polonais, japonais ...). A elle seule la Fondation ABC avec ses coopératives représente 300 000 hectares de semis direct. La fondation ABC a vu émerger trois « agriculteurs-agronomes » bien connus au Brésil, Hans Peeten, Josué Nelson Pavei et Franck Dijkstra (ex président). La fondation ABC éditait la revue « Batavo »..

Parmi les coopératives, il convient également de citer l'OCEPAR (Organisation des Coopératives de l'Etat du Parana) située à Cascavel (Est du Parana), avec son centre de recherche « Eloy Gomez ».

Signalons aussi la COTREL (Cooperativa Triticola de Erechim Ltda) située à Erechim dans le Nord du Rio Grande do Sul pour les petits agriculteurs, et COOPLANTIO (Coopérative des agriculteurs en semis direct située à Gramado, Rio Grande do Sul).

Parmi les autres fondations qui « hébergent » des programmes semis direct de recherche et de formation, il faut citer : la fondation MS (à Maracaju dans le Mato Grosso do Sul), la fondation MT (à Rondonópolis, dans le Mato Grosso), la fondation Fundacep/Fecotrigo (à Cruz Alta, dans le Rio Grande do Sul), le Club de semis direct du riz irrigué (à Porto Alegre, Rio Grande do Sul), la Fondation Fundagro (Santa Catarina), la Fondation Maronna (à Alegrete, Rio Grande do Sul), la Fondation d'études rurales Luis de Queiroz (FEALQ a São Paulo), la très récente (2000) Fondation AGRI-SUS (São Paulo).

2.3. – L'ETAT DU PARANA

Le Parana (capitale : Curitiba) a une superficie de 200 000 km², dont 75 000 km² à usage agricole, et une population (2000) de 9 millions d'habitants. Il est situé entre les latitudes 22° 30' et 26° 20'. La forêt représentait en 2000 environ 5 % du territoire (contre 24 % en 1965).

Le relief est sub-montagneux dans la moitié Sud et dans l'Est. Ailleurs il est largement ondulé à collinaire. Le réseau hydrographique draine majoritairement vers le Parana à l'Ouest, avec les rios Paranapanama, Piquiré, Ivaí et Iguacu.

Globalement, d'Est en Ouest, on peut y distinguer (fig. 4) les ensembles géomorphologiques et géologiques suivants :

- une zone littorale, étroite, constituée de basses collines et de reliefs granitiques,
- une zone montagneuse, à dominance granitique, en rides orientées SSW-NNE, appelée la Serra do mar, généralement forestière (mata Atlantica). Le sommet en est le Pico Paraná, à 1 922 mètres d'altitude,
- un premier « plateau » où est située la capitale de l'Etat, Curitiba. Ce plateau ondulé, à 950 mètres d'altitude en moyenne, est sous-tendu par des roches précambriennes (schistes métamorphiques et granito-gneiss). Il est dominé à l'Ouest par un escarpement (« cuesta ») disséqué, montagneux, appelé la serrinha, constitué de roches primaires reposant en discordance sur le socle (formations « furmas » et « Ponta Grossa ») à base de schistes et de grès fins,
- un deuxième « plateau », vallonné, également vers 950 mètres d'altitude, qui s'appuie sur des roches sédimentaires primaires essentiellement gréseuses (formations « passadois », « tubarão », « fumas » et « punta grossa »). Le Sud de ce 2^{ème} plateau (Ponta Grossa) est plus accidenté que le Nord (Campos Gerais) où dominent les grandes exploitations.
- une zone montagneuse, la Serra Geral, qui correspond au rebord disséqué de l'épaisse nappe de basaltes créacés qui couvre l'Ouest du Parana, avec un pendage descendant d'Est en Ouest. Cette chaîne atteint 1 200 mètres dans le Sud,
- un troisième « plateau » sur les basaltes créacés, constituant quasiment toute la moitié Ouest du Parana et qui descend en pente générale douce de 900 à 200 mètres d'altitude jusqu'à la rivière Parana (frontière avec le Paraguay) et dont le site le plus spectaculaire est constitué des chutes d'Iguaçu. Ce plateau présente d'amples et molles ondulations au Nord, au Centre et dans l'Ouest où sont d'ailleurs situées la majorité des grandes exploitations. Il est davantage découpé, en collines accidentées, au Sud et au Sud-Ouest

où dominent les petites fermes. La partie Nord-Ouest de ce plateau est constitué de grès fins (grès de Caiuá).

Concernant les sols, on trouve, schématiquement, deux vastes ensembles :

- **les sols développés sur basaltes** (la moitié de l'Etat) : ce sont généralement des sols ferrallitiques rouges foncés profonds (la roche peut être altérée jusqu'à 20 mètres). C'est ce que les brésiliens appellent les sols « violets » (solos roxos) subdivisés en « latossolos roxos », LR (oxisols dans la classification américaine) sur les zones peu inclinées (pente inférieure à 6 %) et en « terras roxas estruturadas », TRE (alfisols de la classification US) sur les pentes supérieures à 6 %.

Ces sols sur basalte, bien que pauvres chimiquement, sont les plus recherchés car ils présentent d'excellentes propriétés physiques et hydriques, ils sont bien structurés, poreux et perméables. Leur taux d'argile est élevé (60 à 80 %). Les latossolos roxos sont généralement plus acides (pH 5,1 de 0 à 20 cm et 4,7 en dessous) que les terras roxas estruturadas (pH 6 de 0 à 20 cm et 5,3 – 5,4 en dessous), capacité d'échange de 12 à 17 mé % pour les premiers, de 7 à 12 mé % pour les seconds.

- **les sols développés sur grès** (un tiers à la moitié de l'Etat) : ce sont encore des sols ferrallitiques rouges et jaunes/rouges. Les brésiliens les appellent les « terres blanches » ou « terres mixtes » (terras mixtas) même si elles sont encore rouges, par opposition aux « terres violettes ». Au Brésil ces sols sur grès sont subdivisés en deux catégories selon leur couleur et leur degré de lessivage : les « latossolos vermelho escuro », LVE, rouges (encore des oxysols dans la classification US), sur les zones peu accidentées et les plateaux, et les « podzolicos vermelho amarelo » PVA, de couleur jaune/rouge sur les versants.

Les sols sur grès sont généralement riches en sable (fin à grossier), ils sont moins bien structurés et plus sensibles à la sécheresse et à l'érosion que les sols sur basalte. C'est pourquoi ils sont beaucoup moins recherchés.

Concernant le climat, le Parana est situé dans la zone sub-tropicale humide (exceptée la bande littorale tropicale), à étés chauds et hivers frais, gelées (surtout nocturnes) de juin-juillet, peu nombreuses dans la moitié Nord-Nord Ouest, nombreuses dans la moitié Centre Sud (fig. 5). Il n'y a pas de saison sèche.

La pluviométrie moyenne annuelle, suivant les endroits, varie de 1 200 mm à l'extrême Nord à 1 900 mm à l'extrême Sud. La majeure partie de l'Etat est arrosée, toute l'année, par 1 300 à 1 800 mm, avec une saison « moins humide » d'avril à août.

La température moyenne annuelle est de 15° au Sud et augmente régulièrement jusqu'à 22° au Nord. Ceci est le fait à la fois de la latitude et de l'altitude qui augmente du Nord-Nord Ouest (300 mètres) au Sud-Sud Est (1 800 mètres). Il y a 10 à 25 jours de gel par an dans la moitié Sud et le Centre-Sud, 5 à 10 jours par an au Centre et 1,5 à 5 jours au Nord.

L'agriculture

Il y a 450 000 exploitations agricoles au Parana (sur 75 000 km² à usage agricole), dont 90 % ont moins de 50 hectares et 66 % ont moins de 20 hectares. On peut parler de grandes

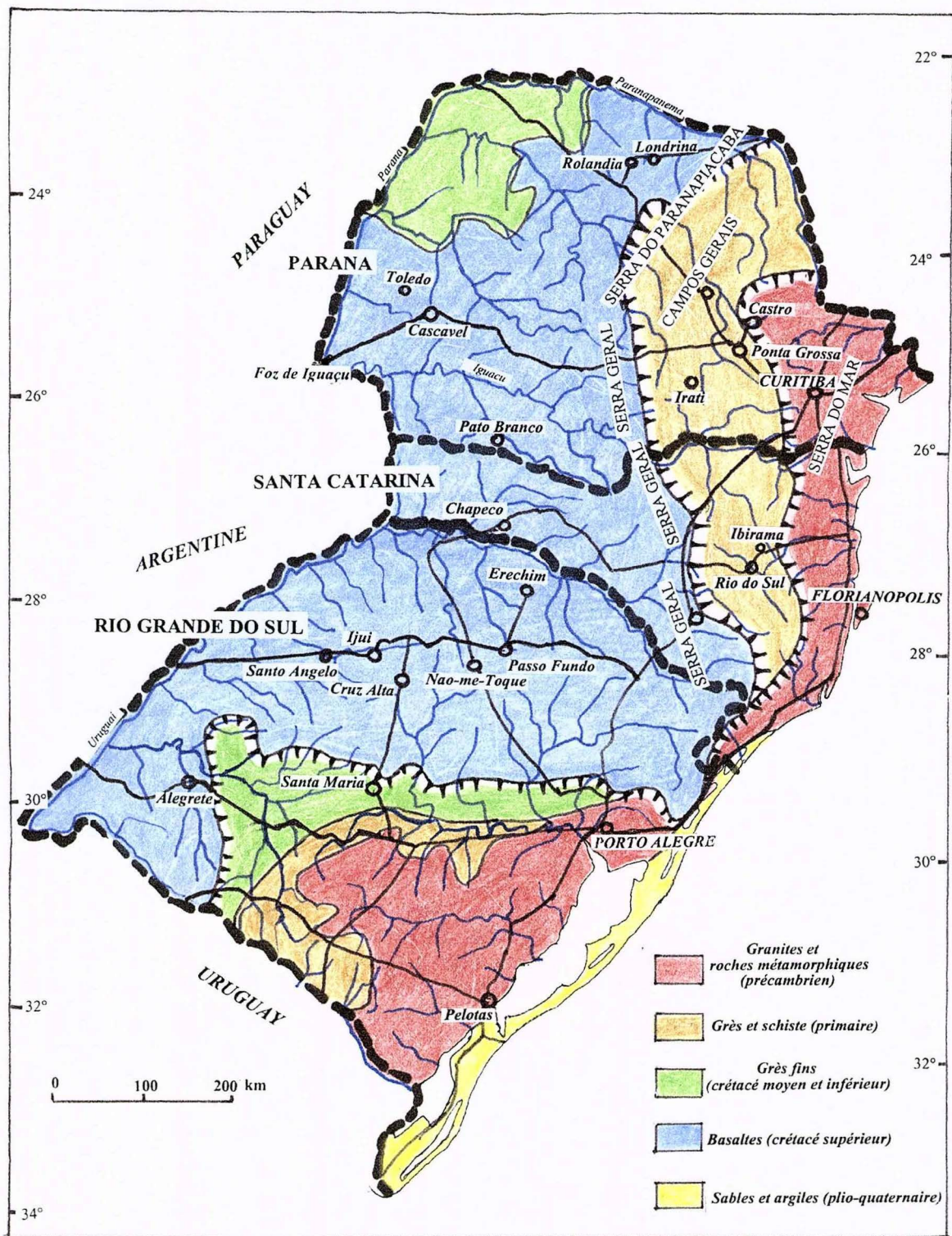


Fig. 4 Les trois Etats du Sud Brésil
(Principales provinces géologiques)

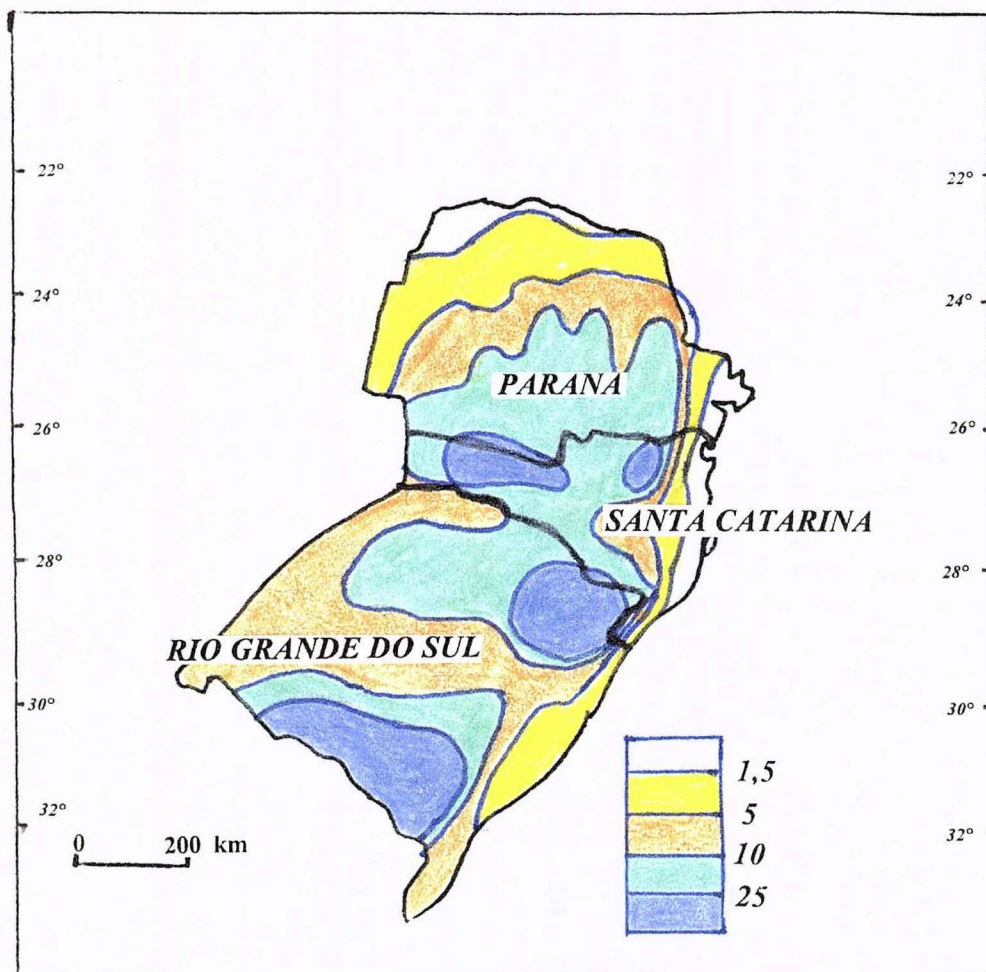


Fig. 5 ETATS DU SUD DU BRESIL

Nombre de jours de gel par an

exploitations au dessus de 50 hectares (10 %) ces dernières, généralement motorisées, représentant 60 % des surfaces cultivées.

La figure 6 nous montre que la grande agriculture motorisée, la plus productive, est majoritaire dans une large bande orientée NE-SW dans le Nord-Ouest, sur un bon tiers de l'Etat. Les propriétaires d'origine allemande sont majoritaires pour les plus grandes. Il s'agit de la région la moins accidentée et qui est située exclusivement sur basaltes (« terres violettes »). Ailleurs, spécialement dans le Centre, le Centre-Sud et le Sud-Ouest sur collines accentuées et petite montagne, à sols le plus souvent sableux et peu fertiles, les « petites » exploitations (30 hectares en moyenne), dont une dizaine d'hectares sont cultivés (le reste est en pâturage, friche ou forêt), sont dominantes, et sont travaillées soit en manuel (matraca ...), soit en traction animale (essentiellement équine mais aussi bovine). Un certain nombre de ces petites exploitations, lorsque le relief le permet, peuvent être motorisées, par location ou achat de matériel (la surface cultivée peut alors atteindre 25 ha). C'est une agriculture familiale, d'origine européenne (polonais, ukrainiens, italiens, allemands ...), à production de subsistance ou de marché, à faible degré de capitalisation, pratiquant une polyculture diversifiée. Les cultures, par ordre d'importance spatiale, sont : maïs (essentiellement pour le bétail), haricot, soja. On trouve aussi tabac, blé, coton, oignon, pomme de terre, manioc, riz, canne à sucre ... Le tabac est souvent la seule source de revenus.

Ces fermes pratiquent toutes un peu d'élevage surtout porcs, volailles et animaux de trait. Souvent, en hiver, les terres sont semées en avoine et/ou vesce, rarement en blé.

Les « grands » agriculteurs, au dessus de 50 hectares (limite plus ou moins arbitraire), peuvent atteindre 500 à 1 000 hectares dont une grande partie est alors en pâturages extensifs (pour la viande) souvent dégradés. Les fazendas, généralement entièrement motorisées, utilisent de la main d'œuvre salariée, et leur production est destinée, le plus souvent, à la commercialisation. Ces exploitations pratiquent maïs ou soja en été (ou en « safrinha c'est à dire à l'automne »), blé ou avoine (fauchée ou ensilée) en hiver. Le système en succession annuelle soja-blé est très fréquent. Celui à deux cultures annuelles d'été et automne (« safra » et « safrinha ») avec maïs-maïs ou soja-maïs, est également fréquent. Il reste, par endroit des parcelles de café et de canne à sucre (sur les versants pentus souvent). On voit encore du coton, bien qu'il soit très en déclin.

L'hiver, on peut avoir blé ou avoine, mais autrefois le sol était laissé nu avec, bien sûr, forts risques érosifs.

Les pâturages, toujours présents (10 à 50 % de l'exploitation), retournés tous les 5 à 15 ans sont à base de *Brachiaria* (*brizantha*, *humidicola* ou *decubens*) et de *Cynodon sp.* (et *dactylon*).

En « conventionnel », ces exploitations motorisées, avec 2 cultures par an, utilisent beaucoup de passages de tracteurs et d'engins à disques, lourds ou légers (charrues à disques, déchaumeuses, pulvérisateurs « off-set ») qui, le plus souvent passés en sols trop humides, aboutissent très rapidement à une dégradation (destruction et tassement) ou à une érosion généralisée des sols, hydrique et éolienne.

Le Parana est « l'Etat du semis direct » par excellence. Il a été et est encore le creuset expérimental et opérationnel du développement du semis direct en région sub-tropicale,

d'abord en grande agriculture motorisée à partir de 1970, puis en petite agriculture à traction animale à partir de 1984.

Avant 1969, il n'y avait pratiquement pas d'agriculture motorisée au Parana, et même au Brésil (sauf peut être au Sud du Rio Grande do Sul, en quasi monoculture du blé). Ainsi de 1950 à 1980 la superficie agricole du Brésil a été multipliée par 5, passant de 1,2 à 6 millions d'hectares, avec une contribution très importante du Parana (et du Rio Grande do Sul).

C'est au Parana, dans les années 1970, que de grands agriculteurs pionniers ont osé se lancer dans le semis direct, qui a ensuite progressé dans les années 80 et 90, de façon exponentielle.

C'est suite à une politique favorable du Gouvernement, d'incitations (subventions, crédits) et d'encouragement à l'arrachage des caféiers (depuis le début des années 60) que cette région Nord, Nord-Ouest et Centre-Est (Campos Gerais) du Parana c'est à dire sa partie la moins accidentée a vu démarrer l'agriculture motorisée à base de soja (début du boom du soja) sur de grandes exploitations (50 à 500 hectares).

Lutte contre l'érosion : banquettes ou semis direct ?

Des terres à sols ferrallitiques (donc « fragiles » par nature, par rapport aux sols tempérés), qui, avant 1968, n'avaient jamais été travaillés aux tracteurs et engins lourds, et qui étaient donc en état correct de fertilité, ont alors été brutalement défrichés (feux, bulls, arrachage des caféiers ...), puis labourés à la charrue à disques, repris plusieurs fois aux pulvérisateurs à disques. Et ceci, deux fois par an, puisque le climat sub-tropical à pluies toute l'année permettait deux cultures, soja et blé et parfois trois : « safra », « safrinha » et hiver.

Compte tenu par ailleurs, des pentes non négligeables (3 à 20 % le plus souvent, la pente « moyenne » du Parana étant de 9 %, ce qui est élevé) et des fortes intensités de pluies tombant sur des sols souvent découverts, en peu de temps l'érosion fait des dégâts considérables sur des sols multitravaillés et préparés après les passages des engins à disques à se « décoller » dans les 20 premiers centimètres, au dessus de la semelle de labour.

Effectivement, en quelques années, parfois même dès la première année le sol pouvait perdre son horizon organique.

De nombreuses mesures de départ de terre ont été réalisées, spécialement par l'IAPAR aidé par la GTZ (R. Derpsch). Les pertes en terre, en gestion conventionnelle à 2 cultures par an étaient de l'ordre de 50 à 100 t/ha/an, suivant la pente et le fait qu'on était sur des sols argileux (« latossolos roxos ») ou bien sableux (« latossolos vermelhos escuros »), ces derniers étant les plus fragiles. Des pertes de 200 t/ha/an ont été mesurées sur ces derniers sols, signifiant concrètement et globalement une perte annuelle de 1 à 2 cm de sol « fertile » (plus ou moins riche en matière organique). On a même observé, avec de très grandes intensités de pluie, sur certaines pentes, juste après labour, un départ de 700 t/ha/an !

Selon Lombardi (1975) la perte « tolérée » (compatible en principe avec un renouvellement du sol), serait, sur ces sols du Parana, de l'ordre de 11 t/ha/an. On a mesuré qu'un sol géré en « bon » semis direct, jamais découvert, même sur pente, ne perdait pas plus de 1 à 4 t/ha/an.

Avant de le constater de visu, personne, en tout cas pas un agriculteur, ne pouvait imaginer de tels dégâts. Ces grands agriculteurs, de traditions européennes, d'origine hollandaise,

allemande, italienne (ou japonaise) pensaient en toute bonne conscience, pouvoir transférer les techniques culturales européennes en ces milieux sub-tropicaux où en fait érosivité des pluies et érodibilité des sols se sont trouvées démultipliées et où, en 2 ou 3 années, un agriculteur pouvait perdre la quasi totalité de sa couche organique et donc une partie importante de son patrimoine. A moins d'une fuite en avant consistant à apporter toujours plus, d'une campagne à une autre, de fertilisants et d'herbicides. Lorsque le départ de terre n'était pas total dès les premières années, c'est la dégradation des sols par compactage qui se passait, accompagnée d'un envahissement par les adventices.

On comprend, dans ces conditions, que le semis direct, même non maîtrisé et plein d'incertitudes, puisse apparaître comme la seule planche de salut à nombre d'agriculteurs, qui, en quelque sorte n'avaient pas le choix.

C'était ça ou disparaître ruiné. C'est le choix qu'ont effectué quelques pionniers, tels Herbert Bartz, Manoel Henrique Pereira, Frank Dijkstra et Hans Peeten.

Beaucoup d'autres agriculteurs (en fait, au début, la majorité) avaient opté pour les « solutions » proposées par le Gouvernement et l'ACARPA (vulgarisation) en partie subventionnées c'est à dire les ouvrages mécaniques à base de banquettes en courbes de niveau.

A partir de 1973, pour l'Etat et le Gouvernement, l'érosion est apparue comme l'ennemi numéro un de l'agriculture du Parana. Le Gouvernement, le Secrétariat d'Etat à l'Agriculture et l'ACARPA (Associação de Crédito e Assistência Rural do Parana), devenu en 1984 l'EMATER (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural), ont proposé et mis en oeuvre un certain nombre de programmes de lutte contre l'érosion :

- 1973-1975 : projet « conservation des sols »
- 1975-1984 : « Programme National de Conservation des Sols » (« PRO-SOLO »).

Pour le Parana, ce programme s'appelait « PARANA-RURAL ».

- 1984-1986 : « Programme de Gestion Intégrée des Sols », qui a commencé à prendre en compte la dimension micro-bassins versants et l'alternative semis direct.
- 1986-1997 : programme national de micro-bassins versants, avec un ensemble de partenaires : instituts de recherche, EMATER, coopératives ... financement Banque Mondiale.

Dans les premiers temps, c'est à dire dans les années 70, alors que le semis direct était encore relativement confidentiel et leurs partisans, répartis au départ dans les régions de Castro (Campos Gerais) et de Londrina, considérés plus ou moins comme fous, les solutions, sous l'égide de la Banque Mondiale, étaient basées exclusivement sur les techniques Nord-Américaines de DRS, issues de la « période H.H. Bennett » (années 30), c'est à dire la confection mécanique de banquettes en terre dont l'espacement vertical, fonction de la pente, était commandé (pour les sols tempérés) par la formule de Ramser (ou formules dérivées) et où le taux d'érosion théorique était expliqué par la fameuse équation universelle de perte en terre de Wischmeier.

Les organismes de développement, une partie de la recherche (y compris une partie des chercheurs de l'IAPAR) et même beaucoup de coopératives étaient imprégnées de ces méthodes politiquement correctes qui étaient constituées des ouvrages suivants, construits, à grands frais, sur des milliers de kilomètres :

- *pent*es inférieures à 4 % : **banquettes de base large** (emprise totale de 6 à 12 mètres), de 40 à 60 cm de haut, strictement en courbes de niveau, et pour cela appelées banquettes d'**absorption totale** (pas d'écoulement d'eau prévu à l'amont des banquettes). Suivant les sols, argileux ou sableux, l'espacement vertical est de 90 à 40 cm et l'espacement longitudinal est de 21 à 50 mètres.
- *pent*es de 4 à 6 % : **banquettes de base large**, dites de **diversion** car avec une très légère pente (0,5 %) pour permettre l'écoulement latéral des eaux de ruissellement. Espacement vertical : 84 à 155 cm, espacement longitudinal : 18 à 30 mètres
- *pent*es de 6 à 8 % : **banquettes de base moyenne** (emprise totale de 3 à 6 mètres) de **diversion**. Espacement vertical : 100 à 183 cm, écartement longitudinal : 15 à 26 mètres.
- *pent*es de 8 à 12 % : **banquettes de base étroite** (2 à 3 mètres d'emprise) de **diversion**. Espacement vertical : 126 à 232 cm, espacement longitudinal : 13 à 23 mètres.

Les banquettes à base large sont cultivées (travaillées et semées) comme les parcelles.

Ces ouvrages étaient réalisés par un engin à disques appelé « terraceador », tiré par un tracteur de 70 à 80 CV, composé de 2 rangées de disques travaillant en sens inverse et regroupant la terre sur un cordon central.

Des variantes ont existé, tels les « murundus », mis au point par l'EMATER dans la région de Toledo (Ouest du Parana), et qui constituent un renforcement du système précédent ; il s'agit d'un cordon de terre à section triangulaire de 1,5 à 2,5 mètres de haut et à fortes pentes, construits au bulldozer, intercalés entre des banquettes de base large, entre 3 et 12 % de pente, seuls et rapprochés si la pente est supérieure.

Tous ces ouvrages étaient réalisés au « terraceador » ou à la charrue à disques, soit par une entreprise, soit par les agriculteurs eux-mêmes sans aide technique. En réalité, les dimensionnements théoriques précédents n'étaient, la plupart du temps, pas respectés : pour des raisons d'économie, les largeurs des banquettes étaient rétrécies, les écartements trop espacés, les dénivelées trop grandes par rapport aux courbes de niveaux qui n'étaient pas bien respectées. Par ailleurs, ces ouvrages n'étaient pas entretenus régulièrement. Les zones rapées à l'amont de la banquette en kaolinite fragile non tassée, souvent larges, en creux, et alors imperméables, accumulent l'eau rapidement au delà de certaines intensités de pluie. A un moment ou à un autre, soit alors la banquette déborde, soit la pression, trop forte, la fait céder en plusieurs endroits provoquant des chasses d'eau ravinentes (2 mètres de profondeur en une journée !) dévastatrices sur l'ensemble du versant dont tous les ouvrages se brisent les uns après les autres en cascade. D'un ruissellement laminaire ou en filets, on aboutit à un ruissellement hyper concentré catastrophique. Des banquettes mal faites et mal entretenues, cas général par la force des choses, sont donc au moins aussi dangereuses pour l'érosion que leur absence.

Par ailleurs, les banquettes n'empêchent pas la couche supérieure du sol pulvérisée et fragilisée par les disques au dessus d'une semelle compacte, de glisser par décollement en planches entières, pour aller colmater l'amont de la banquette aval et accélérer ainsi son débordement et sa rupture. Dans la plupart des cas, dans les conditions extrêmes du Sud Brésil, les banquettes en travail « conventionnel » des sols sont donc non seulement inopérantes, mais dangereuses. Quant les parcelles sont gérées en semis direct elles cessent d'être dangereuses mais deviennent alors inutiles !

Pour ralentir un peu cette dynamique, les pistes secondaires qui descendent les versants, à leur croisement amont (en dos d'âne) avec les banquettes, sont jalonnées de cuvettes surcreusées, appelées « yeux » ou « caisses de rétention » pouvant stocker, un moment, l'excès d'eau.

Au début des années 80, les tenants et pratiquants de méthodes alternatives comme le semis direct sur résidus de récolte, commencèrent à se regrouper en « contre-lobbystes » des aménagements en banquettes. Pour cela des agriculteurs et des agronomes de la région des Campos Gerais (Castro - Ponta Grossa), en particulier des coopératives d'origine hollandaises et de la Fondation ABC, avec l'appui de la « Banco do Brasil » (qui voulait avoir certaines garanties avant de prêter), s'organisèrent en 1982 en une « Association Conservationniste de Ponta Grossa » (ACPG). Les « mousquetaires » de cette association (Franke Dijkstra, Manoel Henrique Pereira, Maury Sade, Hans Peeten, José Nelson Pavei ...) firent beaucoup de démonstrations, d'appuis techniques et de prosélytisme pour faire changer les mentalités auprès des agriculteurs mais aussi, avec un certain décalage, des institutions officielles comme la recherche, le développement et les instances concernées du Secrétariat d'Etat à l'Agriculture. Un autre élément très important a été le projet de recherche conjoint GTZ-IAPAR sur le contrôle de l'érosion au Parana qui a duré de 1978 à 1985. Les moteurs en ont été les agronomes allemands R. Derpsch, N. Sidiras et C.H. Roth.

La 3^{ème} rencontre nationale de semis direct, début 1985, à Ponta Grossa, organisée par la Fondation ABC et la « Cooperativa Central de Laticínios do Parana Ltda » (CCLPL), marqua un tournant important dans ce qui ressemble bien, toutes proportions gardées, à un changement de paradigme.

Le projet « PARANA-RURAL » du programme national « PRO-SOLO » arrivait à sa fin et le programme « Gestion Intégrée des sols » venait à peine de commencer. Le mot nouveau était « intégré » ce qui voulait dire que les pratiques agronomiques (scarification et préparation du sol, rotations, engrais verts, amendements ...), en particulier les « systèmes semis direct », rentraient dans la gamme reconnue des mesures de conservation des sols, en plus des aménagements en banquettes de niveau. Celles-ci, bien sûr, n'étaient pas abandonnées, mais elles n'étaient plus les seules promues. Beaucoup d'intervenants lors de cette 3^{ème} rencontre sur le semis direct, même les autorités « officielles » (SEAB, EMATER, ...), sans toutefois critiquer ouvertement les travaux mécaniques, ne les ont plus défendus systématiquement, et ont souligné qu'ils n'étaient plus suffisants et qu'il fallait aussi des solutions agronomiques. On passait en douceur du paradigme « banquettes » au paradigme « semis direct » et ceci, avant tout, grâce à ceux qui avaient organisé la rencontre c'est à dire les agriculteurs eux-mêmes via leurs coopératives qui ont été le moteur du changement. L'administration (ACARPA/EMATER) n'a fait que suivre avec retard.

Le lancement, en 1984, du programme « gestion intégrée des sols », en plus de faire rentrer de plein droit le semis direct, a introduit le micro-bassin versant comme unité de raisonnement et de gestion de l'espace, aussi bien concernant les constructions de banquettes (non officiellement abandonnées) que les pratiques agronomiques.

En réalité, la politique des banquettes a survécu jusqu'en 1993 dans le programme national « micro-bassin » ; au delà, on n'en a plus beaucoup parlé, les agriculteurs « semis direct » qui les avaient construites autrefois, ne les entretiennent plus et, pour beaucoup, ne sèment même plus selon des courbes de niveau. Une époque est révolue. Il est intéressant de constater que quelque chose d'à peu près identique s'est passé aux USA dans les années 70.

Rotations et plantes de couverture

Pour un bon système de semis direct il faut examiner avec soin ces deux composantes des systèmes de culture. Dans les grandes exploitations du Parana, c'est la succession annuelle « soja-blé » qui domine les rotations.

Mais on peut aussi trouver, dans une moindre mesure, du maïs, du haricot, du coton et de l'avoine. Les premiers temps du semis direct (1973-1988), à l'instar de ce que pratiquent les fermiers Nord-Américains en zone tempérée et qui ont servi un peu de modèle, les couvertures étaient constituées exclusivement des résidus de récolte de la culture précédente.

Il est apparu que le système était assez pauvre, que la couverture de mulch était souvent insuffisante, entraînant encore une forte contrainte « adventices » donc des coûts élevés en herbicides. Une compaction de la partie supérieure des sols était observée, rendant nécessaire un scarifiage ou un sous-solage régulier.

A partir de la fin des années 80, le IAPAR (R. Derpsch, A. Calegari ...) a investi dans les recherches sur la diversification des rotations et successions ainsi que sur l'introduction, dans ces séquences, de plantes de couverture d'hiver (surtout) ou d'été, parmi lesquelles :

- Pour l'hiver

. Graminées : Avoine noire (*Avena strigosa*), seigle (*Secale cereale*), ray-grass (*Lolium multiflorum*), triticales.

. Légumineuses : lupins, blanc, bleu, jaune (*Lupinus albus*, *angustifolius*, *luteus*), vesces (*Villosa*, *sativa*), pois chiche (*Lathyrus sativus*), pois fourrager (*Pisum sativum*), serradelle (*Ornithopus sativus*).

. Autres : choux fourrager (*Raphanus sativus*), colza (*Brassica napus*), tournesol (*Helianthus annuus*).

- Pour l'été

. Légumineuses : Mucuna (*Stizolobium aterrimum*, *pruriens*, *deeringiana*), crotalaires (*crotalaria juncea*, *mucronata*, *spectabilis*, *breviflora*, *grantiana*, *paulina*), Canavalia (*C. ensiformis*, *C. brasiliensis*), *Cajanus cajan*, vignas (*vigna unguiculata*, *radiata*), *Pueraria phaseoloides*, *Macroptilium atropurpureum*, *Centrosema pubescens*, *Calopogonium mucunoides*, *Indigofera sp.*, *Arachis perenne* (*Arachis prostata*), *Arachis pintoi*, *Dolichos lab lab*.

Un certain nombre de rotations « améliorées » ont ainsi été proposées pour enrichir la succession soja-blé revenant tous les ans sur elle-même. Les nouvelles rotations proposées restent à base de soja et de blé mais contiennent des possibilités de placement, du maïs, du haricot, du soja et du coton en été ou en fin d'été-automne (safrinha), ainsi que les plantes de couvertures précédentes. Les possibilités de rotation deviennent alors innombrables en théorie. La pratique réaliste est plus restrictive puisqu'elle demande à l'agriculteur de rendre compatible et d'optimiser les effets économiques (coûts de production, temps de travaux, rendements), les effets sur le sol (érosion, matière organique, activité biologique et structuration, dynamique de l'azote, recyclage des nutriments ...), les effets sur la gestion des adventices, des maladies et prédateurs, les effets allélopathiques d'une plante sur la suivante,

les effets sur la nutrition des animaux, les effets sur les conditions de semis à travers les mulchs induits et la praticabilité des chantiers en fonction des équipements disponibles, etc ...

Par ailleurs, des recherches originales très intéressantes sont effectuées à l'IAPAR (M.A. Pavan) pour comprendre les effets des acides organiques libérés par la décomposition des mulch de plantes de couverture, sur le déplacement des cations dans le sol, en particulier l'aluminium (complexes organo-métalliques solubles), remontant localement le pH du sol. Ces effets sont particulièrement nets avec les résidus d'avoine et de chou fourrager.

Le problème de la compaction en grande culture

Il est très discuté, et en termes différents par les agronomes ou les agriculteurs. Beaucoup de chercheurs parlent d'effets néfastes du semis direct en terme de compaction des sols, mesurée par l'évolution de la densité apparente qui semble effectivement augmenter dans les 20 premiers centimètres du sol. En fait, les agriculteurs qui utilisent régulièrement de bonnes couvertures mortes parlent peu de compaction en terme de contrainte et d'évolution défavorable, puisque leurs rendements continuent à augmenter ou ont abouti à une bonne stabilité en semis direct. L'essentiel pour l'agriculteur est que les éléments semeurs de son semoir continuent à rentrer correctement dans le sol. Les pionniers du semis direct, H. Bartz (26 ans de pratique), Nono Pereira (22 ans) et Frank Dijkstra (22 ans) sur des sols ayant 80 % d'argile ou 80 % de sable, ne parlent pas de la compaction comme étant un problème agronomique dans leurs exploitations, du moins quand il y a suffisamment d'alimentation en couvert végétal qui maintient une certaine humidité.

Il semble en fait que la redistribution des classes de porosité (moins de macropores ?) qui survient avec la suppression des labours après plusieurs années de semis direct, soit davantage bénéfique aux systèmes racinaires que la faible baisse de la porosité totale en découlant et qui elle n'aurait pas d'effets défavorables.

La gestion des adventices

L'IAPAR (F.S. de Almeida et B.N. Rodrigues) a également beaucoup travaillé sur ce thème très important en semis direct. La fonction d'enterrage des graines de mauvaises herbes par le labour étant supprimée, il s'est avéré que souvent, en semis direct, il fallait compenser cette action par l'utilisation de davantage d'herbicides (en particulier totaux) qu'en gestion conventionnelle. Cette situation est souvent vraie lorsque la couverture morte ne couvre pas toute la surface du sol.

Parmi les principales mauvaises herbes du Sud Brésil il faut noter les suivantes par ordre d'importance décroissante : *Euphorbia heterophylla*, *Bidens pilosa*, *Brachiaria plantaginea*, *Sida rhombifolia*, *Ipomea spp*, *Digitaria horizontalis*, *Cardiospermum halicacabum*, *Raphanus spp*, *Amaranthus spp*, *Xanthium strumarium*, *Cenchrus echinatus*.

L'alternative au « tout et toujours plus d'herbicide » est, en semis direct, essentiellement la gestion dite intégrée c'est à dire les rotations adéquates et l'utilisation des plantes de couverture afin de renforcer la biomasse au dessus du sol. Une couverture épaisse a, comme effets potentiels pour inhiber la germination des graines de mauvaises herbes :

- d'une part l'obscurité qui est un facteur de dormance de la graine grâce au phytochrome, protéine inhibitrice de germination, qui sinon, se dégrade,

- d'autre part, les processus allélopathiques de la couverture sur les adventices qui pourraient suivre. Ainsi les recherches ont montré que l'allélopathie sur les graminées adventices du soja était maxima avec l'avoine, le seigle et le ray-grass. Le chou fourrager, le lupin et encore l'avoine seraient très efficaces sur les adventices à feuilles larges. Donc certaines couvertures peuvent exercer des allélopathies sélectives sur telles ou telles adventices. Il y aurait des « couples antagonistes » dont la connaissance peut guider le choix de la couverture.

Les espèces de couverture ont des effets qui dépendent de leur biomasse. Les espèces d'hiver peuvent ainsi être classées dans l'ordre décroissant suivant : avoine, seigle, ray grass, lupin, serradelle, vesce, blé, orge, tournesol, chou, colza.

On voit que, là encore, l'avoine est une des meilleures plantes de couverture (et parmi celles qui se décomposent le moins vite), en tout cas en précédent du soja.

En pratique, un bon SCV (en agriculture motorisée) devrait pouvoir, sinon supprimer tout apport d'herbicide, du moins en réduire les apports et les coûts par une gestion différente des herbicides totaux foliaires (paraquat, sulfosate, glyphosate et 2-4-D) par rapport au système conventionnel, en utilisant des biomasses complémentaires de couverture et en optimisant les différents effets précédents. Normalement quand la plante cultivée couvre bien le sol le mulch et la culture devraient rendre moins nécessaire l'utilisation des herbicides sélectifs post-levée ou des totaux en localisé. Quant aux herbicides de pré-levée à action racinaire ils ne sont efficaces que s'ils passent à travers le mulch ou le long de la bande de semis si elle est découverte.

La gestion des adventices, à faible coût d'herbicides, reste donc au Sud Brésil peut être plus qu'ailleurs (puisque'il pleut toute l'année et que s'ajoutent les mauvaises herbes d'été et celles d'hiver) l'une des choses les plus difficiles et techniques. Mais à l'opposé les conditions climatiques du Sud Brésil sont particulièrement favorables à la production de fortes biomasses de plantes de couverture très diversifiées permettant de lutter contre ces mêmes adventices !

A ce titre, le climat sub-tropical humide du Sud Brésil constitue un véritable laboratoire permettant de voir jusqu'où on peut aller en terme de gestion intégrée des mauvaises herbes. Un autre « laboratoire », nous le verrons, est l'Australie sub-tropicale (orientale), plus sèche que le Parana.

Les semoirs

Il existe au Sud Brésil une bonne quinzaine de constructeurs de semoirs de semis direct pour l'agriculture motorisée (Semeato, Fankhauser, Vence Tudo, Planticenter, Paulo Rohr, Imasa, Morgenstern, Baldan, Tatú-Marchesan, Tumil, Jacto, Kulzer et Kliemann, Sfil ...), plus quelques marques étrangères (Massey, John Deere, New Holland ...).

Pratiquement tous les semoirs brésiliens sont à disques et possèdent les éléments suivants : disques ouvreurs, disques semeurs, disques ou dents de placement des engrais, roues de réglage de profondeur, roues plumbeuses. Ce qui peut distinguer ces semoirs, en plus de la présence ou de l'absence de dents pour les engrais, est le système de réglage de la profondeur et la présence ou non de doubles disques semeurs, centrés ou décentrés.

Pour le réglage de profondeur 3 situations principales peuvent exister :

- une seule roue d'environ 10 cm de large, assez loin des disques semeurs, qui assure à la fois le réglage de profondeur (pas toujours très régulier dans ce cas) et le plombage de la ligne de semis,
- deux roues de 3 à 4 cm de large directement derrière les disques semeurs, assurant à la fois le réglage de la profondeur et le plombage,
- 2 roues situées de part et d'autre du double disque semeur, de diamètre voisin et d'environ 10 cm de large, assurant le réglage de la profondeur. Il est alors nécessaire d'avoir deux petites roues en V à l'arrière du corps semeur, pour assurer le plombage.

L'originalité de certains semoirs (SEMEATO, en particulier) est la présence de deux disques décentrés et de diamètres légèrement différents comme corps semeur. Cette innovation intéressante renforce « l'agressivité » du semoir, pour couper le mulch et rentrer dans le sol en évitant les bourrages et en induisant un auto-nettoyage des disques. Un tel dispositif peut se passer de disque ouvreur. SEMEATO a été le premier à fabriquer ce type de semoir, en collaboration avec la recherche publique (IAPAR, EMBRAPA-Trigo) et privée (Fondation ABC). SEMEATO est à l'heure actuelle la marque la mieux implantée, et elle commence à s'exporter en Europe.

Le développement du semis direct chez les petits agriculteurs

La petite agriculture familiale du Sud du Brésil occupe souvent des régions de pentes à sols dits de « basse aptitude agricole » (Centre Sud du Parana, Centre du Santa Catarina, Est du Rio Grande do Sul), par rapport aux « terres violettes » (« terras roxas ») sur basalte.

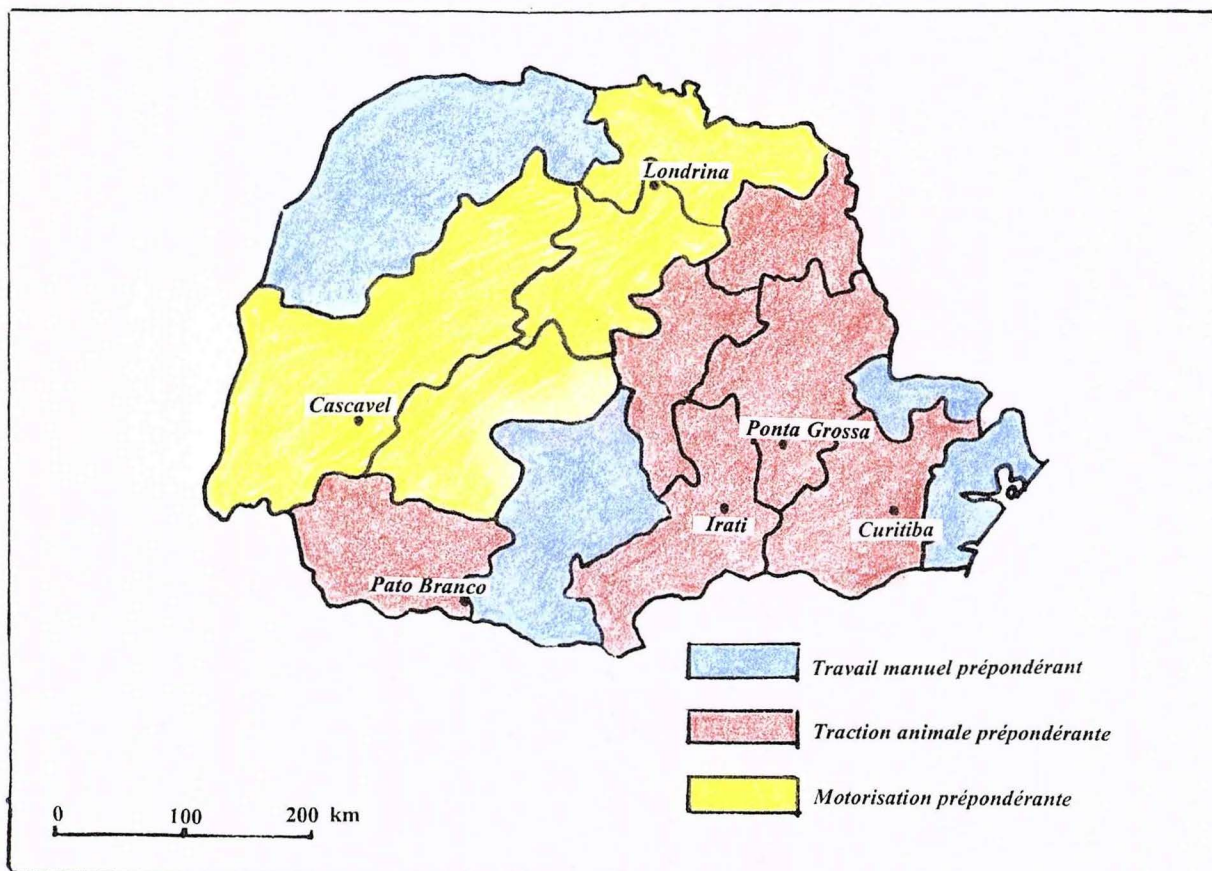
Beaucoup de ces agriculteurs sont des descendants d'immigrés (1890 – 1930) venus d'Europe Centrale et méridionale (Polonais, Allemands, Ukrainiens, Italiens ...).

Les premières expériences de semis direct chez les petits agriculteurs du Sud Brésil à traction animale, qui voyaient quelques « gros » du Nord Parana et des Campos Gerais (fig. 4) s'y mettre, datent de 1976 : il s'agissait alors d'adapter des semoirs à des tracteurs de faible puissance (35 – 40 CV), mis au point à l'IAPAR. Ces outils, pour semer le maïs, ont été conçus à partir de modifications des houes rotatives (Rotacaster). Cet assemblage n'a été adopté que sur environ 50 hectares dans le Paraná, donc sans grand succès.

A partir de 1981 quelques expériences isolées et empiriques de semis direct tentèrent des adaptations d'équipements traditionnels (le « fuçador » à dent par exemple) et eurent lieu dans la région des Campos Gerais du Parana (près des villes de Castro et de Ponta Grossa) ainsi que dans l'Etat du Santa Catarina dans la région de Alto Vale do Itajaí, près des villes de Ibirama, Rio do Sul et Agrolândia. Ces tentatives eurent également peu de succès.

En 1984, l'Institut Cristão de Castro (Parana) sort un prototype de semoir qui n'a pas eu de suite.

Il fallut attendre 1985 pour que le Département de mécanisation Agricole de l'IAPAR à Londrina s'attaque plus rationnellement, avec les agriculteurs en conditions contraignantes réelles, à la fabrication des premiers prototypes de semoirs de traction attelée.



Source : H. Schmitz, et al ; 1991

Fig. 6 Niveaux de mécanisation dans l'Etat du Parana

A côté de cette entrée « petite mécanisation », l'IAPAR créa un premier réseau d'essais sur l'ensemble des itinéraires techniques chez des agriculteurs du Parana : Ponta Grossa (Centre-Sud), Carlópolis (Nord-Est), Barbosa Ferraz (Centre) et Salgado Filho (Sud-Ouest). Divers itinéraires de préparation du sol et de semis, dont le semis direct, étaient testés et comparés, en cultures d'été et en cultures d'hiver. Les premiers résultats montrèrent un avantage au semis direct pour les semis de maïs et de haricot. La faisabilité du semis direct chez les petits agriculteurs était établie. Ces essais et suivis de longue durée furent entrepris de 1985 à 1998, par le programme « système de production » de l'IAPAR (R. Casão Jr et F. Ribeiro).

En 1985, l'IAPAR (Ruy Casão Junior), grâce à une collaboration agriculteurs/recherche/fabricants, lance, en collaboration avec la petite firme «MH-Equipamentos», le premier prototype de semoir-fertiliseur de semis direct pour maïs et haricot en traction animale, appelé « Galha Azul » qui fut perfectionné en 1987, fabriqué à 30 exemplaires et testé parmi les petits agriculteurs. Par la suite, le « Galha Azul » servira de modèle de référence pour un certain nombre de constructeurs (Mafra en particulier) qui s'en inspireront. A la même époque l'IAPAR sort le « rolo faca » (rouleau-coupeur), à traction animale, à 6 ou 8 cornières (lames) métalliques, capable de coucher et casser ou déchiqueter un couvert végétal à dessécher avant qu'on y sème directement à travers. Cet outil aura par la suite beaucoup de succès car la couverture morte épaisse ainsi créée permet dans une certaine mesure, de s'affranchir des mauvaises herbes en les étouffant, et ceci, avec peu d'herbicide.

En 1991, l'IAPAR se concentra dans le Centre Sud du Parana, dans les municipalités de Irati, de Rio Azul et de Campo do Tenente. Il mis en œuvre des Unités de Test et de Validation (UTV) qui s'étendirent en 1993 sur une grande zone géographique (31 villages), en collaboration avec l'EMATER-PR, dans le cadre du « Projeto Plantio Direto na Pequena Propriedad ». A partir de 1997, ce projet a englobé l'ensemble des systèmes de production et plus seulement le maïs et le haricot. En interface « recherche-développement-agriculteurs », le Programme « Système de Production » de l'IAPAR à dès lors occupé une position centrale dans cet Institut qui a pris nettement le virage « petite agriculture » à partir de 1993, avec l'animation de Fatima Ribeiro et M.R. Darolt.

Felix Kuprek, agriculteur de descendance polonaise est l'agriculteur « fétiche » du Centre-Sud (à 32 km d'Irati). C'est « le » vétéran du semis direct en petite agriculture, l'équivalent de H. Bartz en motorisé. Une dizaine de milliers de visiteurs se sont succédés sur sa ferme de 47 ha, diversifiée avec maïs, haricot, soja, oignon, ... où il pratique le semis direct depuis 1987. Il a participé aux mises au point successives du « Galha azul » avec l'IAPAR.

Un nouveau grand projet « Plantio Direto no Sudoeste do Parana » commença en 1998. Le Sud-Ouest (région de Pato Branco), peuplé en majorité par des descendants d'immigrés italiens, « gauchos » venus du Sud, s'est montré relativement plus récalcitrant à la diffusion du semis direct, que le Centre Sud. Ce nouveau projet a pour objectif d'en identifier les contraintes et de tester des solutions, éventuellement différentes de celles du Centre-Sud.

A partir de 1993 des « rencontres latino-américaines de semis direct pour les petits agriculteurs » ont été initiées :

1993 : 1^{ère} rencontre à Ponta Grossa (Parana)

1995 : 2^{ème} rencontre à Edelira (Paraguay)

1998 : 3^{ème} rencontre à Pato Branco (Parana).

Au Parana, les « petits » agriculteurs (localisés surtout dans le Centre-Sud, le Sud-Est et le Sud-Ouest), à dominance de main d'œuvre familiale, travaillent sur des exploitations ayant en moyenne 10 à 30 hectares (la gamme s'étend de 2,5 à 50 hectares). La base de la production est le maïs et le haricot, essentiellement pour la consommation familiale (maïs pour les animaux), secondairement pour la vente. Ce sont des cultures d'été (safra), ou de fin d'été-automne (safrinha) spécialement pour le haricot. Elles sont parfois produites en association. La troisième culture répandue est le tabac, sous l'impulsion des sociétés américaines Souza Cruz et Dimon qui proposent des contrats de production avec des exigences strictes et qui apportent un appui au développement de la filière. Les autres cultures, qui globalement représentent moins de 6 %, sont le soja (pour les plus grandes, en motorisé), l'oignon, la pomme de terre, le manioc. Le petit élevage de volaille est fréquent. La production de porcs (5 à 20 truies) ou laitière (avec 5 à 15 vaches) intéresse un certain nombre d'exploitations, faisant alors surtout du maïs.

En agriculture « conventionnelle » les équipements (en propriété, ou en partage) sont la charrue à soc, la herse (à dents le plus souvent) et le semoir monorang en traction attelée, la houe ("enxada") et le semoir (mátraca) manuel, ce dernier surtout pour les pentes fortes. Les animaux de trait sont essentiellement équins (cheval, mule) et localement (descendants d'immigrants italiens du Sud-Ouest), bovins. La main d'œuvre est en moyenne constituée de 2 à 3,5 UTH. Les intrants minéraux (engrais, amendements calcaires, pesticides) sont assez peu utilisés sauf pour le tabac.

En hiver, 75 % des terres sont encore laissées en jachère, avec tous les inconvénients qui en résultent (prolifération des adventices, lixiviation des nutriments, érosion). Elles sont généralement brûlées avant les semis des cultures d'été. Les agriculteurs qui pratiquent le semis direct font souvent (40 à 45 %) un couvert en hiver, avec de l'avoine (parfois du seigle), de la vesce ou du chou fourrager. Cette couverture est alors semée à la volée dans les résidus de maïs ou de haricot.

Le semis direct a commencé à diffuser grâce à l'IAPAR et à l'EMATER-PR, sans oublier Souza Cruz qui est un vecteur localement important, au début des années 90.

La diffusion en fonction des cultures peut s'évaluer d'après le pourcentage des agriculteurs qui adoptent ces techniques sur une partie de leur exploitation :

- maïs : 30 à 50 % des producteurs,
- haricot : 10 à 25 % des producteurs,
- tabac : 30 à 50 % des producteurs,
- oignon : 10 à 25 % des producteurs,
- soja (pour les grandes exploitations) : 100 % des producteurs,
- les autres cultures (6 % des superficies) : moins de 10 % des producteurs.

Proportionnellement les exploitations à pentes fortes présentent une tendance plus forte à l'adoption.

A l'heure actuelle, beaucoup d'agriculteurs (60 %) se lançant dans le semis direct démarrent avec le tabac du fait de la promotion de ces techniques par Souza Cruz qui, dans les contrats de production, exigent les meilleurs sols, l'utilisation des intrants et la pratique de certains itinéraires techniques (recommandation du semis direct).

Le semis direct concerne davantage le maïs que le haricot (qui est souvent réalisé en « safrinha »). Les meilleurs couverts d'hiver précédant la culture du maïs en semis direct sont les légumineuses (vesce, trèfle, lupin) ou le chou fourrager. Avant le haricot les graminées (avoine, seigle, blé, ray grass) sont plus bénéfiques. En « conventionnel », les rendements moyens en maïs sont de 2 700 kg/ha contre 4 400 en semis direct sur couvert. Pour le haricot les rendements sont respectivement de 800 kg/ha et 1 600 kg/ha. Concernant le tabac, il conserve à peu près le même rendement (1 500 kg/ha en conventionnel contre 1 600 kg/ha en semis direct), par contre la qualité est significativement supérieure en semis direct sur couverture d'hiver (vesce – avoine par exemple) d'où l'intérêt des firmes et des coopératives de tabac à promouvoir ces techniques.

Les avantages du semis direct les plus fréquemment énoncés par les agriculteurs sont l'économie de main d'œuvre, une plus grande flexibilité des calendriers et l'augmentation de la productivité. Les agriculteurs dont les terres sont sur pentes apprécient aussi nettement la protection contre l'érosion.

Les contraintes les plus relevées sont en premier lieu en relation avec la difficulté de gérer les mauvaises herbes reliée au coût parfois trop élevé des herbicides, le coût du matériel (semoir, rolo-faca, pulvérisateur, épandeurs d'engrais et de calcaire) et des intrants nécessaires (pesticides, engrais, calcaire, semences pour les couvertures), relativement à l'absence de crédit à taux accessible, la difficulté et la peur de l'emploi des herbicides et pesticides (doses, période d'application, intoxications ...), des semoirs mal adaptés ou difficiles à régler et une assistance technique insuffisante.

Peut on se passer des herbicides en semis direct ?

C'est ce que pense et veut démontrer l'AS-PTA. L'AS-PTA (Assessoria e Servicos a Projetos en Agricultura Alternativa) est une ONG qui œuvre dans le développement rural auprès des petits agriculteurs familiaux. Son principe d'intervention est de faire émerger par les communautés d'agriculteurs eux-mêmes, des solutions aux problèmes communs identifiés ou diagnostiqués de façon participative, ceci, lors de multiples ateliers, de discussions et d'expérimentations auto-organisées. Cette ONG a lancé, de 1994 à 1998, une expérimentation participative avec des « agriculteurs-expérimentateurs » de 19 exploitations de la région Centre-Sud du Parana (Irati, Rebouças, Bituruna, Imbituva). Il y a eu 36 parcelles expérimentales dans 24 fermes où ont été testées une vingtaine de plantes de couverture (13 d'hiver et 7 d'été), dans lesquelles ont été implantés en semis direct, maïs, haricot, soja, riz pluvial, oignons ... L'objectif de ces expérimentations est de montrer qu'il est possible de se passer d'herbicides, sachant que le coût de ces herbicides représente, en petite agriculture, 25 à 50 % de l'ensemble des coûts de production et que cet aspect, de l'avis des agriculteurs, est une contrainte majeure à l'adoption.

L'AS-PTA conclut qu'avec des biomasses de couverture bien gérées, sous réserve d'un redressement de la fertilité par apport de phosphore (poudre de basalte) et de calcaire, le contrôle des adventices est possible. Cependant, un des problèmes qui subsiste est la disponibilité et le coût des semences de plantes de couverture.

L'action de l'AS-PTA vient donc en complément de la recherche (IAPAR) et de la vulgarisation (EMATER), sous un angle de développement intéressant.

Pour revenir aux outillages, ils sont moitié en propriété individuelle, moitié en association de 2 à 5 personnes.

Pour coucher et tuer la plante de couverture, on utilise le « rolo-faca » (rouleau-coupeur) qui brise et aplatit la végétation. Il est composé d'un rouleau métallique ou en bois qu'on peut alourdir plus ou moins avec du sable, équipé de lames métalliques longitudinales, tiré par les animaux de trait. Maintenant la plupart des fabricants de petit matériel en proposent. A défaut, une herse retournée ou un tronc d'arbre tiré peuvent faire l'affaire.

Sont aussi utilisés et fabriqués, les épandeurs de calcaire. Les amendements calcaires sont quasi-indispensables et bénéficient de subventions. Une bonne valorisation du semis direct demande en effet un redressement préalable minima de la fertilité du sol, englobant l'utilisation des engrais et une correction de fond en amendements calcaires pour redresser le pH qui, dans les sols collinaires de « basse fertilité » où sont localisés la majorité des petits agriculteurs, peut descendre en dessous de 5 (4,5 à 5,5). Les agriculteurs de semis direct apportent des quantités variables, de 2 à 10 t/ha tous les 2 à 4 ans, incorporés au sol avec une herse retournée en traction animale.

Dans le Sud Brésil, une douzaine de petits fabricants construisent et vendent des semoirs de semis direct à traction attelée. Les agriculteurs demandent des semoirs légers et maniables, faciles à régler et sans bourrages.

Un certain nombre de semoirs (la majorité) possèdent un coutre circulaire à l'avant, lisse ou strié, pour couper le mulch et initier le sillon de semis. Certains cependant sont à dent et s'inspirent du « fuçador » traditionnel modifié en coutre à dent. Le corps semeur qui ouvre (3 à 8 cm de profondeur) et place les graines est soit une dent-soc (plutôt rare) soit, plus couramment, un disque. Les engrais peuvent aussi être distribués (sur tous les modèles) et il est enfoui par un système dent-soc, plus rarement un système à disques, simple ou double. Une roue d'entraînement, située à l'avant (qui peut alors être le coutre circulaire lui-même) ou à l'arrière actionne une chaîne de transmission reliée aux réservoirs, permettant et réglant la descente des graines et de l'engrais. Cette roue peut être équipée de pointes ou de crans de façon à éviter les dérapages sur les pentes glissantes. A l'arrière se trouve souvent une ou deux roues plumbeuses.

Les systèmes à dents sont souvent plus indiqués pour les sols compacts. Par contre, ils ne peuvent être utilisés dans les sols pierreux, à souches ou à grosses racines, ainsi que dans les mulch épais. Plutôt qu'au vrai semis direct sur couverture ils sont davantage adaptés au « travail minimum » c'est à dire avec résidus légèrement enfouis.

Tous ces semoirs ne peuvent être utilisés sur des pentes supérieures à 30 %. Au delà il faut utiliser la canne planteuse (« mátraca ») modifiée pour le semis direct.

Certains fabriquent des semoirs à 2 lignes.

Par ailleurs, certains fabricants proposent 2 modèles, celui pour attelage bovin (sans timon) et celui pour attelage équin (avec timon).

Un semoir à principe différent existe sur le marché, fabriqué par B. Van Aragon (ARCO Ltda). Il s'agit de la roue semeuse portant 6 ergots (type mátraca), soit poussée par l'homme, soit tirée par un attelage bovin ou équin. Elle peut être équipée aussi d'un distributeur d'engrais, et être adaptée en batterie.

Ces semoirs coûtent encore assez chers (300 à 600 Euros en 2002). Le rolo-faca coûte environ 250 Euros. La mátraca, 20 à 30 Euros.

Les principaux fabricants de ce type de matériel sont : Mafrense, Triton, Ryc (repris par Triton), Iadel, Fitarelli, Werner, Masinel, Marcassio, Picetti, M.H. Equipamentos.

Certains petits fabricants fabriquent des semoirs motorisés autopropulsés (Sfil, Fitarelli) ou fixé à un motoculteur (Marcassio).

En plus du semoir et du rolo-faca, l'autre équipement souvent indispensable, est le pulvérisateur d'herbicides. Il y a les pulvérisateurs à dos classiques sur lesquels on peut monter une rampe de 1 à 2 mètres de largeur. Il y a aussi les matériels tractés par l'agriculteur lui-même, et dont la pompe est actionnée par des roues et un système bielle-manivelle, avec une rampe à buses, permettant de traiter 2 à 4 mètres de large. Enfin on trouve des équipements en traction animale, dont la pompe est également mise en action par les roues. La largeur traitée est alors de l'ordre de 3 mètres. Son coût est d'environ 100 à 200 Euros.

2.4. – L'ETAT DE SANTA CATARINA

Cet Etat, dont la capitale est Florianopolis, a une superficie de 100 000 km² dont 29 % sont en forêt primaire ou secondaire et 20 % en terres cultivées dont la moitié (10 000 km²) en maïs, surtout pour l'alimentation des cochons. Il s'inscrit entre les latitudes 25° et 29° Sud. Sa population, en 2001, est de 5 millions d'habitants.

Au 20^{ème} siècle jusqu'en 1960, l'intérieur de l'Etat, sur collines accidentées basaltiques, a été colonisé et déforesté par des agriculteurs essentiellement d'origine allemande et italienne en provenance du Rio Grande do Sul. Ces pionniers occupèrent des lanières de 25 hectares situées perpendiculairement aux cours d'eau. La majeure partie de l'agriculture est située dans la moitié occidentale de l'Etat. L'Est est essentiellement en montagne couverte de forêts.

Le relief de l'Etat, accidenté, est formé, à l'Ouest de la Serra Geral NNW-SSE (qui culmine à 1808 m), de hautes collines et petite montagne. Plus de 41 % de la superficie a une pente comprise entre 20 et 45 %, 26 % a moins de 20 % de pentes. La région Ouest et la région Nord, à larges ondulations, sont les moins accidentées.

La partie « utile » de l'Etat est drainée, vers l'Ouest, par le système hydrographique du Rio Uruguai, cours d'eau (qui s'appelle Rio Pelotas en amont) qui forme la frontière avec l'Etat du Rio Grande do Sul. L'altitude est étalée, d'Ouest en Est, entre 200 et 1 350 mètres. La majeure partie est située aux alentours de 1 000 mètres.

Géologiquement (fig. 4), la moitié Ouest de l'Etat est composée de basaltes crétacés à « terres violettes » (terras roxas). La bordure orientale soulevée de ces basaltes est fortement disséquée pour former la Serra Geral (qui au Nord se prolonge au Parana). L'Est est formé de schistes et grès d'âge primaire à sols souvent peu profonds, caillouteux ou à dominante sableuse. En se rapprochant de la Côte, on trouve des terrains précambriens à roches granitiques et schistes métamorphiques, présentant un modelé de failles et de rides montagneuses.

Le climat est sub-tropical humide. La pluviométrie annuelle s'étale entre 1 300 mm à l'Est et 2 000 mm à l'Ouest. Si, au niveau des températures, les saisons sont bien nettes, il pleut toute

l'année, et il n'y a pas de saison sèche marquée. Au dessus de 1 000 mètres d'altitude, il gèle plus de 25 jours par an (juin et juillet surtout). De 500 à 1 000 mètres, il faut compter 10 à 25 jours de gels par an. Les bas de versants et les vallées, en fonction de leur exposition, peuvent être soumis à des conditions encore plus froides.

Le milieu rural, compte tenu du relief, est composé surtout de « petits » et « moyens » agriculteurs. Ainsi, 90 % des exploitations ont moins de 50 hectares (dont moins de 15 ha cultivés par an), 40 % ont moins de 10 hectares. La main d'œuvre est le plus souvent familiale.

La traction animale est courante mais l'utilisation de tracteurs (en location ou non) et d'engins à disques est aussi largement répandue, conduisant à une dégradation alarmante des sols. Cependant, au niveau des superficies, sur les 2 000 000 d'ha de terres cultivées, 500 000 hectares (25 %) sont gérés en motorisation. L'agriculture est diversifiée. Les cultures principales sont le maïs, le haricot (souvent associé au maïs) et le tabac. Mais on trouve aussi oignons, riz, blé, pomme de terre, manioc, soja, arbres fruitiers, légumes, petit élevage (porcs, volaille).

En grandes exploitations motorisées (plus de 50 ha), dans l'Ouest du Santa Catarina, le soja est dominant, souvent en monoculture, sinon en séquence annuelle ou en rotation avec le blé, comme au Parana. C'est dans cette zone que les surfaces en semis direct sont les plus importantes.

Avec les conditions physiques fragiles du Santa Catarina, c'est à dire pluies abondantes, agressivité de ces pluies, sols fragiles et souvent peu épais à kaolinite, modelé accidenté, les pratiques culturales européennes (charrues, cover crops ...) ont rapidement – fin des années 70, début des années 80 – provoqué une érosion des terres et des inondations catastrophiques.

De sorte qu'à partir de 1984, au niveau de l'Etat et des municipalités, la vulgarisation (à l'époque ACARESC) et la recherche (à l'époque EMPASC) ont commencé à se mobiliser autour d'unités géographiques minimales cohérentes, les bassins versants élémentaires (1 000 à 10 000 ha) appelés « micro-bassins versants », ceci sur le modèle qui existait déjà au Parana depuis 1980. Il y a eu plusieurs étapes d'ampleur croissante à ces projets « micro-bassins ».

En 1984, sur des fonds de l'Etat et de la Banque Mondiale, trois premiers projets-pilotes ont été initiés pour étudier et « traiter » trois micro-bassins dans 3 municipalités différentes, ces micro-bassins appartenant au grand bassin de la rivière Itajaí (région de Vale de Itajaí) de 15 000 km², pour lequel les inondations avaient été désastreuses. Le plus célèbre a été le micro-bassin de Ribeirão das Pedras.

En 1985, le projet du Santa Catarina s'étendit à 14 municipalités correspondant à 17 micro-bassins.

En 1986, le Gouvernement brésilien initia officiellement un grand projet « bassins versants » à l'échelle du pays avec comme objectif de toucher les 4 000 municipalités du Brésil. Au Santa Catarina cela concerna 68 municipalités (environ 150 micro-bassins versants).

En 1991 enfin, un accord direct Banque Mondiale/Etat du Santa Catarina fut signé pour 7 ans permettant à ces actions de concerner pratiquement tout l'Etat. Ainsi à l'issue de ce projet en 1998, 520 micro-bassins étaient concernés (206 municipalités sur 294 au total dans l'Etat) soit

81 000 familles rurales. Cela correspondait à 1,8 millions d'hectares dont 600 000 en cultures annuelles, soit 20 % des terres cultivées de l'Etat. Ce grand projet à plusieurs composantes, connu sous la dénomination « projet micro-bassin/Banque Mondiale », impliqua 3 secrétariats d'Etat, 3 sociétés publiques, 1 université, des coopératives, des agro-industries et l'EPAGRI. Cette dernière institution d'Etat, créée pour la circonstance, résulte de la fusion et du renforcement, en 1991, des organismes précédents de recherche (EMPASC, Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária) et de vulgarisation (ACARESC) qui avaient autrefois un rôle assez modeste.

La composante « agriculture » (petits agriculteurs) du programme Banque Mondiale, confiée à EPAGRI, s'intitule « récupération, gestion et conservation des ressources naturelles sur les micro-bassins de l'Etat du Santa Catarina ».

Les partenaires de cette composante ont été : le Secrétariat d'Etat à l'Agriculture et au développement rural, EPAGRI (Recherche et Vulgarisation), les maires des municipalités, le syndicat des planteurs de tabac (SINDIFUMO), l'organisation des coopératives de l'Etat du Santa Catarina (OCESC).

En 1998, toujours au niveau de l'Etat, un nouveau projet intitulé « PRO-PALHA » (« validation et diffusion de techniques de semis direct dans l'Ouest du Santa Catarina ») assura, toujours sous la conduite de EPAGRI, la continuité du projet « micro-bassin/BM » dans l'Ouest, avec élargissement du partenariat à 7 firmes d'agro-industrie (Agrocères, Monsanto, Manah, Souza Cruz, Sfil, Iadel et Masinel). L'objectif est ici exclusivement l'adoption du semis direct par les agriculteurs (cette fois « petits » et « gros ») sur 500 000 hectares supplémentaires dans la région Ouest de l'Etat, en 4 ans. Il est toujours basé sur l'approche micro-bassins et orienté vers les associations d'agriculteurs pour une gestion communautaire des ressources naturelles (eaux, sols, biodiversité). Ce projet pluri-institutionnel est un peu basé sur le principe du projet antérieur METAS (1992-1998) au Rio Grande do Sul (voir plus loin).

Comme ailleurs, au Parana et au Rio Grande do Sul, les premières actions entreprises lors des premières années (1984 à 1990) de ces actions à l'échelle des micro-bassins, ont été des aménagements anti-érosifs à base de banquettes au delà de 3 % de pente. Cela allant des banquettes à base large d'absorption aux banquettes à base étroite de diversion, jusqu'au « murundus ». Ces banquettes étaient soit semées et cultivées (cas des exploitations motorisées), soit végétalisées avec des grandes graminées (canne à sucre, Pennisetum purpureum, Cymbopogon, Phalaris). Les murets de pierre et simples barrières végétales étaient aussi de mise chez les petits agriculteurs.

Mais peu à peu, il est apparu que ces ouvrages, s'ils n'étaient pas parfaitement réalisés et entretenus (cas les plus courants) – et même souvent quand c'est le cas – étaient insuffisants pour couper le ruissellement et arrêter l'érosion. Lors de pluies de fortes intensités, l'accumulation de l'eau en amont des banquettes entraînait leur rupture brutale en chaîne (chasses d'eau), d'amont en aval, provoquant une concentration linéaire et ravissante catastrophique.

On en vint à la constatation que seule la couverture végétale permanente du sol, pouvait, par son effet tampon, s'opposer efficacement à l'érosion et ceci à la source même c'est à dire au point d'impact de la pluie sur la surface de la parcelle.

L'expérience de diffusion du semis direct au Parana, commencée 10 ans auparavant dans les grandes exploitations, mécanisées était probante.

L'ACARESC (services de vulgarisation) organisa plusieurs voyages de délégations d'agriculteurs voir les résultats du Parana. Au Parana même, les « petits » agriculteurs commençaient à peine à se lancer dans le « système semis direct ».

Les cultures principales, maïs, haricot, tabac, soja ... sont des cultures de saison chaude. En hiver, beaucoup de parcelles ne sont pas couvertes, et, quand elles sont travaillées elles sont très exposées à l'érosion.

Un des premiers principes a été de couvrir le sol en hiver. D'un point de vue agronomique (exploration racinaire, azote, adventices, pathogènes, insectes ...), il était aussi nécessaire d'enrichir les rotations (d'une année à l'autre) et successions (la même année), pour briser la monoculture de maïs, en particulier avec des légumineuses (mais aussi des graminées, des crucifères et autres) qu'elles soient vivrières ou de couverture, d'hiver ou d'été. Pour cela le régime sub-tropical avec pluie toute l'année se prête particulièrement bien à une couverture permanente assurée par 2 cycles de plantes en succession, vraie ou en dérobé, avec soit deux annuelles soit une annuelle et une pérenne. Seuls les gels sont à craindre en juin et juillet.

Un deuxième principe était de toucher au sol le moins possible (dans le temps et dans l'espace) c'est à dire de gérer ses systèmes en « minimum tillage » (terme utilisé à l'époque mais qu'il vaut mieux abandonner à l'heure actuelle car peu précis) ou mieux, directement en « no tillage ». Tout dépend de si on enfouit légèrement le couvert en grattant le sol (houe rotative, cover crop, herse ...) ou bien si on tue le couvert sans toucher au sol.

La première tentative de semis direct fut réalisée par un petit agriculteur en 1978 à Xavantina, dans la région de Concordia (Centre-Ouest du Santa Catarina). Cet agriculteur sema du maïs dans des résidus de vesce. Pour cela, il travailla le sol en traction attelée sur des bandes-sillons de 10 cm de large avec un outil traditionnel à dent, le « fuçador ». De ce point de vue il s'agissait davantage de « minimum tillage » que de vrai semis direct. Puis il semait avec un semoir également traditionnel ou bien une « matraca ». Cette expérience retint l'attention des services de vulgarisation qui essayèrent de la disséminer. Un premier atelier fut organisé en 1980 à Xanxéré (Centre-Ouest). On discuta sur les moyens de convertir les équipements traditionnels en équipements de semis direct. Des artisans, interpellés par les agriculteurs, commencèrent à s'intéresser à la question ; la dynamique était initiée, relativement confidentielle au début, pour s'accélérer au fil des années. Les outils plus performants sortirent peu à peu.

Par ailleurs, un gros travail sur les plantes de couverture fut alors entrepris à EPAGRI, en particulier avec Claudino Monegat (parallèlement l'IAPAR s'y mettait aussi avec Rolf Derpsch et Adémir Caligari).

L'engrais vert « classique », enfoui, était souvent pratiqué autrefois par les petits agriculteurs du Sud Brésil, avant l'utilisation des engrais (en agriculture dite « moderne »). Ses effets bénéfiques sur la fertilité du sol après destruction et enfouissement étaient connus. Avec l'apparition des engrais (aux alentours de 1970) les agriculteurs tendaient à l'abandonner.

Leur retour est maintenant justifié, entre autres pour une raison majeure, la couverture permanente du sol. L'obstacle était, qu'en dehors du labour d'enfouissement pour éliminer la plante de couverture et des « finitions » pour semer, on n'avait pas d'alternative technique.

C'est alors que l'apparition des herbicides totaux desséchants, le paraquat (années 70), puis surtout le glyphosate (années 80) ont ouvert de vastes perspectives.

Un autre « petit » agriculteur célèbre, depuis les années 1980 et 1990, est Roland Ristow, à Ibirama où il cultive, en manuel, maïs et tabac sur des pentes fortes. Cet agriculteur cultivait autrefois en « conventionnel », c'est à dire avec labour et hersage avant de semer. L'érosion et la dégradation de ses terres l'ont obligé à changer radicalement de pratiques, tout en n'ayant toujours pas les moyens financiers d'utiliser les engrais chimiques et les herbicides.

Il eut alors l'idée de couvrir en permanence ses sols en faisant entrer dans ses systèmes de culture une couverture d'été à base de *Mucuna* noire, en mélange avec *Brachiaria plantaginea*, une graminée de jachère considérée autrefois comme une mauvaise herbe. La *Mucuna* se dessèche généralement naturellement en hiver (juin-juillet) à cause du gel, quand au *Brachiaria*, arrivé à graines en fin d'automne précédent, il se dessèche également sur pied. R. Ristow sème alors son maïs à travers la couverture morte de *Mucuna-Brachiaria*, avec une « Saraqua » ou une « matraca » (canne planteuse).

Lorsqu'il ne gèle pas, l'agriculteur utilise un « rolo-disco » manuel, motorisé et à quatre disques, deux latéraux qui déchiquètent la *Mucuna* et deux au centre qui font avancer l'outil appelé « Maria louca ». Il s'agit de la transformation ingénieuse d'une houe rotative. Le « rolo-disco » peut aussi, comme le « rolo-faca » être utilisé en traction animale.

La *Mucuna* est ressemée (50-60 kg/ha) chaque année à la « matraca » entre les rangs du maïs ou du tabac. Quand au *Brachiaria*, il s'est ressemé de façon naturelle.

Par rapport au système « conventionnel », le « système Ristow », tel qu'il est connu dans la région, divise par deux les temps de travaux, double les rendements de maïs, régénère les sols, augmente les marges brutes. R. Ristow est devenu une référence et il accueille de multiples visiteurs sur sa ferme.

Pour les agriculteurs les plus pauvres un outil très utile est arrivé sur le marché à coût accessible, le « rolo faca », rouleau à lames (ou cornières), permettant de tuer et dessécher les plantes de couverture ou mauvaises herbes de jachère, en les brisant et les couchant (sans les couper). Le « rolo faca » peut être tiré aisément en traction attelée, ou par un petit tracteur. Par ailleurs, un tel outil a l'avantage de ne pas toucher au sol.

La plante de couverture, utilisée traditionnellement comme fourrage, la plus utilisée par les petits agriculteurs du Santa Catarina et du Parana est l'avoine noire (*Avena preta*) ou/et la vesce.

Un certain nombre de plantes ont été testées par EPAGRI dans les conditions du Santa Catarina : parmi les espèces d'automne/hiver (semis de mars à juin) il y a avoines, ray-grass, seigle, lupins, vesces, pois, serradelle, radis fourrager, choux fourrager.

Les plantes de printemps/été (semis de septembre à décembre) sont les tropicales classiques : les Mucunas, Crotalaria, Pueraria, Cajanus, Vigna, Canavalia, Arachis, Dolichos, Stylosanthes, Calopogonium, Macroptilium.

Une contrainte importante pour les agriculteurs est le coût des semences et leur faible disponibilité.

Autre difficulté, il restera ensuite à semer le plus régulièrement possible à travers cette biomasse desséchée plus ou moins épaisse au dessus de la surface du sol.

Des PME du Santa Catarina, compte tenu des besoins et attentes des agriculteurs et avec eux, se sont mis à fabriquer en prototypes, puis en séries après ajustement, des semoirs de semis direct destinés à être utilisés en manuel (cannes planteuses ...), en traction attelée (surtout, et au prix d'environ 1 500 FF) ou avec motoculteur. Ces constructeurs fabriquent souvent aussi d'autres outils tels que « rolo-faca » ou « rolo-discos », épandeurs de calcaires et pulvérisateurs en traction attelée.

Les contraintes résolues les unes après les autres, l'ensemble des conditions nécessaires commençaient à se mettre en place pour la diffusion du semis direct sur couvert végétal chez les petits agriculteurs.

Les acteurs du développement du semis direct dans l'Etat de Santa Catarina

EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina)

EPAGRI, basée à Chapecó, est l'organisme « officiel » de l'Etat du Santa Catarina, qui a la responsabilité de la recherche et de la vulgarisation agricole.

L'EPAGRI appartient au secrétariat d'Etat à l'agriculture et au développement rural. Il résulte, à l'occasion du projet « micro-bassin » en 1991, de la fusion des 2 fonctions (recherche et vulgarisation) autrefois séparées. Il est financé par l'Etat (Agriculture), la Banque Mondiale et les municipalités.

La plus grosse station d'expérimentation est située à Campos Novos. 11 centres de formation et stations d'essais sont répartis dans l'Etat. EPAGRI administre aussi le CETREC (Centre de conservation des sols pour les petits agriculteurs du Chapecó) et le CPPP (Centre de recherche pour les petits agriculteurs).

En 1999, EPAGRI emploie ou gère 256 vulgarisateurs ruraux dont l'unité géographique de travail est le « micro-bassin » (1 000 à 10 000 hectares chacun en moyenne), composé de ses « petites exploitations » ; dans l'Etat, 520 micro-bassins sont concernés. Les chercheurs (recherche très appliquée) sont au nombre de 31, qui travaillent sur 182 expérimentations. Les techniciens sont au nombre de 161. Pour être au plus près du « terrain », l'EPAGRI œuvre contractuellement avec les municipalités qui apportent une partie des ressources. Ainsi, une partie des vulgarisateurs (la moitié) sont contractuels des municipalités. Il en est de même d'une partie des techniciens.

L'EPAGRI contractualise également avec les coopératives, les agro-industries et les PME d'artisans de matériel agricole. L'EPAGRI, en dehors de ses actions techniques et de formation, organise de multiples ateliers, séminaires, démonstrations, jours de champs. Il a un

rôle très important (et reconnu) d'ensemblier du projet micro-bassins, et, espérons le, il pourra être pérennisé au delà des financements de la Banque Mondiale.

L'Université Fédérale du Santa Catarina (UFSC)

L'Université joue un certain rôle, essentiellement au niveau de la petite mécanisation, via son Département de machinisme agricole, plus précisément le NeDIP (Núcleo de Desenvolvimento Integrado de Productos). Le NeDIP a conçu en particulier un outil proche d'un broyeur pour rabattre, fragmenter et éparpiller une couverture végétale qui s'appelle le « Picador », poussé par un motoculteur. C'est un rotor à couteaux en Y qui combine les fonctions du rolo-faca et de la houe rotative. Ce même atelier a sorti un prototype de repiqueur d'oignons (très cultivé dans le Santa Catarina) adapté au système en semis direct.

Le NeDIP s'est associé au petit constructeur IADEL pour travailler sur les semoirs-épandeurs d'engrais, « rolo-discos » et « rolo-faca », en petite motorisation.

Les deux autres universités, l'Université d'Etat de Caxias do Sul et l'Université de l'Etat de Santa Catarina (UDESC) ne semblent pas s'investir sur le semis direct.

Les coopératives

Le Santa Catarina est l'Etat du Brésil le plus fourni en coopératives agricoles (il y en a 67 dont 4 coopératives centrales). La coopérative la plus grosse est la coopérative centrale de l'Ouest qui regroupe 16 coopératives et 4 600 adhérents. Les coopératives sont représentées par l'OCESC (Organisation des Coopératives de l'Etat du Santa Catarina) et sont fédérées en la FECOAGRO (Fédération des Coopératives Agricoles).

Certaines coopératives, plus impliquées que d'autres dans le développement du semis direct et la conservation des sols, ont créé leurs propres projets pour la diffusion des techniques.

Sindifumo

C'est le syndicat (ou coopératives) des planteurs de tabac très puissant. SINDIFUMO joue un grand rôle économique, un peu celui de société de développement à statut privé, dans la mesure où, en plus de la commercialisation, il pré-finance des équipements et des intrants, lance et diffuse des recommandations techniques, dans l'optique du développement du semis direct sur le tabac, mais qui peuvent servir à l'ensemble des systèmes de culture.

Les associations d'agriculteurs

Dans le Santa Catarina, les agriculteurs forment des groupements à différents niveaux.

- les comités de micro-bassins

L'unité géographique de gestion des ressources naturelles est le bassin-versant élémentaire (1000 à 10 000 ha). Au niveau agricole, chaque micro-bassin est géré de façon autonome par des agriculteurs (élus pour 2 ans) représentant la collectivité du bassin pouvant appartenir à plusieurs municipalités. Le comité a un rôle d'élaboration, de gestion, de suivi et de contrôle des activités entreprises (routes, pistes, achats de matériel pour l'usage collectif ...).

- *les conseils municipaux de développement rural*

Un tel conseil est constitué de représentants des syndicats et coopératives ainsi que des leaders d'opinion, de la municipalité. Micro-bassin et municipalité ont rarement les mêmes limites géographiques.

- *les syndicats ruraux*

Equivalents de Chambres d'agriculture, ils ont pour fonction de représenter le secteur rural dans les politiques du Gouvernement. Il y a trois fédérations syndicales : la FETAESC, la FAESC et la FETRAFESC.

- *les associations d'agriculteurs*

Les associations sont de plus en plus nombreuses, mais il n'y a pas, comme au Rio Grande do Sul, de Clubs des Amis de la Terre (CAT) qui sont généralement initiés par les « grands » agriculteurs, moins présents au Santa Catarina qu'ailleurs.

Les fabricants-artisans de petit matériel agricole

Dans les années 80, au fur et à mesure que la nécessité de changer de pratiques agricoles s'est faite sentir, les besoins en nouveaux outils agricoles sont apparus. Des petits artisans, souvent ex-agriculteurs eux-mêmes, ont créé de petites entreprises familiales spécialisées dans cette création d'outils, toujours au contact étroit avec les agriculteurs.

En 2001, une dizaine de ces fabricants proposaient leurs équipements sur le marché.

L'Etat du Santa Catarina, compte tenu d'une petite agriculture familiale dominante, est l'Etat qui fournit le plus d'artisans (il n'y en a que deux aux Parana et qu'un au Rio Grande do Sul). Les principaux sont : Mafrense (Mafra), Ryc (Itaiópolis), Triton (Luzerna), Iadel (Dona Emma), Werner (Campo Erê), Masinel (Cunha Porá), Marcassio (Atalanta), Picetti.

Comme indiqué précédemment il y a toute une variété de modèles de semoirs en traction attelée, plus ou moins lourds, plus ou moins sophistiqués :

- avec ou sans coute ouvreur,
- avec coute ouvreur circulaire (disque) ou à dent,
- organes semeurs à 1 ou 2 disques,
- avec ou sans épandeur d'engrais,
- roue d'entraînement à l'avant ou à l'arrière,
- avec ou sans roue de jauge,
- avec ou sans roue plumbeuse,
- matériaux divers (bois, acier, aluminium, plastique, fibre de verre).

Certains sont plus faciles à utiliser en montagne, d'autres plus conseillés pour les sols caillouteux, d'autres pour grosse biomasse à trancher, d'autres encore plutôt pour la traction bovine ou bien équine ... Tous les agriculteurs, selon leurs conditions topographiques et pédologiques et selon leurs systèmes de culture, ont plutôt besoin de tel ou tel semoir.

De plus en plus apparaît la petite motorisation de type motoculteur (Marcassio).

La plupart de ces artisans construisent également des cannes planteuses (« matraca »), des rouleaux à couteaux (« rolo faca »), des rouleaux à disques (« rolo-discos »), des pulvérisateurs et des épandeurs de calcaire.

2.5. – L'ETAT DU RIO GRANDE DO SUL

Le Rio Grande do Sul (capitale : Porto Alegre), Etat le plus méridional du Brésil, a une superficie de 218 000 km² dont 60 000 (plus d'un quart) en espaces cultivés, situés surtout dans le Nord, 110 000 (la moitié) en pâturages (naturels ou artificiels), surtout dans les « campos » du Sud, et 25 000 en forêts, dans le Nord-Est.

Son climat est sub-tropical à tempéré humide (dans le Sud) avec des saisons bien marquées. Sa pluviométrie annuelle est comprise entre 1 300 mm au Sud et 1 800 mm au Nord ; les pluies sont bien réparties toute l'année. La température descend en dessous de zéro l'hiver surtout en juin et juillet. Il gèle (fig. 5) plus de 25 jours par an dans le Nord-Est, au dessus de 1 000 mètres d'altitude, et dans le Sud, au dessus de 200 mètres du fait d'une latitude plus basse. Dans les régions d'altitude inférieure à 200 mètres il faut compter 5 à 10 jours de gel par an.

L'Etat est drainé par 2 principaux systèmes hydrographiques : le rio Uruguay vers l'Ouest et l'intérieur, le rio Jacuí vers la mer. Leurs cours principaux sont à moins de 200 mètres d'altitude. Le relief de l'Etat est collinaire accidenté à montagneux dans le Nord-Est, à 800-1300 m d'altitude (Est de Passo Fundo et Erechim), en plateaux disséqués et ondulés dans le Nord-Ouest (200 à 800 m d'altitude), en plaines à douces collines dans le Sud-Ouest et le Sud (Campanha, moins de 400 m d'altitude), en plaines largement dépressionnaires au Centre de l'Etat (moins de 200 m d'altitude), de direction Est-Ouest, traversée par les Rio Ibicuí et Jacuí correspondant au couloir Alegrete-Santa Maria-Porto Alegre.

Une large bande littorale basse est constituée de grandes lagunes et de cordons littoraux sableux.

D'un point de vue géologique (fig. 4), plus de la moitié de l'Etat, toute sa partie Nord et Ouest, est constituée de nappes de basaltes crétacés. Ces basaltes sont plus ou moins entaillés : collines pentues à l'Est, larges collines et lanières au Nord et à l'Ouest, douces ondulations au Sud. Les parties Est et Sud-Est de l'Etat, dominées par un escarpement de cuesta basaltique, sont composées de roches plus anciennes qui sont d'Ouest en Est : les grès du crétacé moyen et inférieur, puis les schistes et grès primaires (à charbon), enfin le socle précambien à roches granitiques et métamorphiques. La bande littorale est composée de sédiments sableux du tertiaire et du quaternaire.

Les sols les plus intéressants, comme dans les deux autres Etats voisins du Nord, sont les « terres violettes », qui dérivent de basaltes (sols ferrallitiques bien structurés et argileux, « latossolos roxos » ou « terras roxas estruturadas »). Les sols de la partie orientale sont plus sableux, ce sont encore des ferrallitiques mais cette fois rouge, ocre ou jaune, non lessivés (latossolos vermelho-escuro) ou bien « lessivés » et éclaircis au sommet, plus ou moins hydromorphes (podzólicos vermelho-amarello). Ces sols, par opposition aux « terres violettes » sont qualifiés de « terres blanches », beaucoup moins recherchées.

La grande agriculture motorisée produit essentiellement du soja (printemps-été), du blé (automne-hiver) et du riz irrigué (premier Etat producteur de riz au Brésil). Ce type d'agriculture, entreprise par les agriculteurs descendant d'Allemands et d'Italiens, a débuté, comme au Parana, à la fin des années 60. Les charrues à disques et pulvérisateurs lourds et légers (off-set) ont fait beaucoup de dégâts, provoquant une érosion avancée, particulièrement sur les sols sableux. Sur ces exploitations, on a mesuré une érosion moyenne en terre de l'ordre de 24 t/ha/an.

La petite agriculture (exploitations de 10 à 50 ha) est présente partout, mais surtout dans les zones accidentées du Nord-Est (Alto Uruguay) et du Nord/Nord-Ouest (Planalto). Ces agriculteurs, pour la plupart descendants d'immigrés d'Europe Centrale ou d'Italie, font du maïs, du haricot, du tabac, quelques légumes (oignons ...) et du petit élevage. Ils sont soit en manuel soit en traction attelée. Des cultures fourragères d'hiver sont parfois pratiquées : avoines, seigle, triticales, ray-grass, lupins, vesces, pois fourragers, radis et choux fourragers ...

Pour endiguer l'érosion, à partir de 1980, le projet national « microbassins », financé par la Banque Mondiale, fit construire, comme dans les autres Etats du Sud (voir précédemment) pour les pentes supérieures à 2 %, des ouvrages mécaniques à base de banquettes, larges ou étroites. Ici aussi, ces ouvrages n'ont pas été réellement efficaces car leur rupture (trop d'eau accumulée en amont) favorisait la concentration linéaire des ruissellements et donc pouvait augmenter la profondeur des ravinelements. D'où l'orientation, là encore, vers le semis direct qui s'avérait la seule pratique anti-érosive efficace.

- Les acteurs du développement du semis direct dans le Rio Grande do Sul

Comme au Parana et au Santa Catarina, tout un système d'acteurs s'est mis en branle autour des agriculteurs de façon séparée au début, de plus en plus coordonnée ensuite.

Les institutions Fédérales de recherche

Il s'agit surtout, comme nous l'avons vu, de l'EMBRAPA-Trigo CNPT (blé), de Passo Fundo, qui s'est très tôt mobilisée (dès 1971) en coopération avec la Fédération des Coopératives de blé (FECOTRIGO). En 1973 l'EMBRAPA-Trigo s'associa à la firme ICI pour promouvoir le semis direct auprès des grands agriculteurs.

Par ailleurs, cet Institut de recherche s'est investi dans les semoirs de semis direct. En 1980, il met au point le « sêmima » à double disque semeur déphasé.

En 1990, il lance trois gros prototypes motorisés, fabriqués par un constructeur privé. Enfin dans les années 90, l'EMBRAPA-Trigo a effectué des essais comparatifs, en vue de leur amélioration, des semoirs à traction attelée présents sur le marché, en particulier des marques RYC, FITARELLI et MAFRENSE.

En 1999, associé avec des industries (SFIL et LUSBRA) l'EMBRAPA-Trigo, sort à l'intention des petits agriculteurs, le « sembra 2000 » autopropulsé (puissance 5,5 CV) et manœuvré à la main. Comme une houe rotative, il travaille le sol en bandes de 5 cm de large, où il place la semence et l'engrais.

Par ailleurs, cet institut de recherche a été le leader du projet collaboratif « METAS », de 1993 à 1998, « mise au point et diffusion du semis direct » sur le Planalto medio et le Alto Uruguay au début, avant de s'étendre au Planalto Sul. Ce projet associait à l'EMBRAPA-Trigo, l'EMBRAPA-Clima Temperado (CPACT, basé à Pelotas), l'Université de Pelotas, l'EMATER-RS (vulgarisation), des Coopératives, des Municipalités, des industries privées (Monsanto, Semeato, Jacto SA, Agrocères, Adubos Trevo SA ...).

Les Universités

La plupart des Universités, Fédérales et d'Etat, du Rio Grande do Sul ont, dans leurs Programmes ou Faculté d'agronomie, mis en œuvre des recherches sur le semis direct (propres ou en partenariat) et des modules de formation. Il faut citer :

- l'Université Fédérale du Rio Grande do Sul (UFRGS) de Porto Alegre
- l'Université Fédérale de Santa Maria (UFSM)
- l'Université Fédérale de Pelotas (UFPel)
- l'Université d'Etat de Cruz Alta (UCA)
- l'Université d'Etat de Passo Fundo (UPF)
- l'Université d'Etat de Santa Cruz do Sul (USCL).

L'Université Fédérale du Rio Grande do Sul fut la première institution du Brésil à s'intéresser au semis direct, en important et testant en 1969 un semoir américain Buffalo.

La vulgarisation

Au niveau du Secrétariat d'Etat à l'Agriculture la diffusion agricole et l'assistance technique sont dévolues à l'EMATER-RS (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural), basée à Erechim. L'EMATER intervient par des conseils techniques, des formations, des publications, des colloques et ateliers, des émissions radio. Cette vulgarisation « officielle » a été assez longue à se lancer dans le semis direct. Elle a pris le train en marche quand il est apparu que le mouvement devenait irrémédiable c'est à dire à partir de 1990. Elle a alors collaboré avec les autres acteurs du semis direct, en particulier avec l'EMBRAPA-Trigo dans le projet METAS, sur la validation comparative des semoirs de semis direct en traction attelée, ainsi qu'avec la coopérative COTREL (petits agriculteurs du Alto Uruguai). L'EMATER-RS travaille beaucoup avec les associations d'agriculteurs (CAT, Clubs des Amis de la Terre).

La fondation agricole FUNDACEP/FECOTRIGO

La Fédération des Coopératives des producteurs de blé (FECOTRIGO), composée de gros agriculteurs, est puissante au Rio Grande do Sul. Elle a créé une fondation, la FUNDACEP, basée à Cruz Alta. Avec des fonds propres (issus de ses coopératives) et privés (dont de grandes firmes agrochimiques) elle est un acteur et un lobby importants du semis direct. Un peu comme la fondation ABC au Parana, elle a une cellule de recherche et de formation, et organise (ou participe à) de nombreux ateliers et séminaires. Elle travaille beaucoup en particulier sur la fertilisation et la lutte chimique contre les mauvaises herbes. De 1992 à 1998 elle s'associe à l'EMBRAPA-Trigo au sein du projet METAS.

Les coopératives

Les grands agriculteurs de céréales (blé, riz, maïs) sont organisés en un réseau de coopératives qui jouent également un rôle fondamental dans la diffusion du semis direct. A ce niveau la profession se prend en mains.

Parmi les coopératives du blé, les plus actives sont COTRIJUI (à Ijuí), COTRIJAL (à Não Me Toque), COTRIPAL (à Panambi), COTRISA (à Santo Ângelo) avec son Centre d'Activités Agricoles et Forestières (CAAF), COTRICRUZ (à Cruz Alto), la Cooperativa Triticola de Erechim Ltda, COTRITEC...

Mais les riziculteurs sont également bien organisés, avec en particulier COOPLANTIO (créée en 1990), la Coopérative des Agriculteurs de semis direct, qui s'est élargie à l'ensemble des productions (en liaison avec les CAT). Son directeur technique, Dirceu Gassen, est très actif et bien connu dans le monde du semis direct brésilien, au delà du Rio Grande do Sul. Cette coopérative organise régulièrement des séminaires à Gramado.

Citons aussi la fondation MARONNA, à Alegrete, qui fédère les riziculteurs de cette région et qui travaille en particulier sur l'intégration riziculture-pâturages depuis 1980.

Mais les petits agriculteurs peuvent aussi former des coopératives. Ainsi la COTREL (Cooperativa Triticola Erechim Ltda) dans le Alto Uruguai (Nord de l'Etat) qui regroupe (en 2001) 12 000 agriculteurs cultivant chacun une moyenne de 15 hectares. C'est chez eux que le semis direct, en traction attelée, est actuellement le plus développé.

Les associations d'agriculteurs pour la promotion du semis direct : les Clubs des Amis de la Terre (CAT)

Les CAT, associations spécifiques d'agriculteurs (petits, moyens et gros) de semis direct, ont commencé à se former dans le Rio Grande do Sul en 1982 sur le modèle du « Clube da Minhoca » (club du ver de terre) des Campos Gerais au Parana, créé en 1979. En 2001, il y en a une quarantaine, représentant 4 000 membres, chaque CAT étant relatif à 1 ou 2 municipalités. Ils se réunissent une ou deux fois par mois, ce qui entretient une émulation constante. Au niveau de l'Etat, les CAT constituent une véritable confrérie très soudée et des interlocuteurs représentatifs fondamentaux pour les autres « acteurs » publics (Etats, municipalités) et privés du semis direct. Ils sont très « courtisés » par le secteur privé de l'agrochimie et des équipements qui souvent les sponsorisent, mais en principe les CAT restent indépendants. Les CAT sont les moteurs de beaucoup d'évènements : expérimentations, démonstrations et visites de champs en liaison avec l'EMATER-RS, tests de matériel agricole, organisations de séminaires, de modules de formations, invitations de personnalités, participations à des projets ...

Par exemple en 1994, le CAT de Cruz Alta a organisé la 4^{ème} rencontre nationale de semis direct, avec 30 hectares de parcelles de démonstrations, plus de 2 000 participants en salle et 8 000 sur le terrain.

L'agro-industrie

Imperial Chemical Industry (ICI), devenu plus tard Zeneca (et récemment Syngentia), en tant que fabricant d'herbicides, en particulier le paraquat puis le fusilade, a été très tôt (dès 1973)

extrêmement actif auprès des agriculteurs pour les aider à rentrer dans le semis direct. ICI a lancé ses propres expérimentations. En 1978 il s'associa avec l'EMBRAPA-Trigo. A partir de 1980, il commença à cibler les petits agriculteurs, à travers les CAT.

Un peu plus tard, dès 1980, MONSANTO sponsorisa un certain nombre d'évènements, pour vendre du Round-up, via les pratiques de semis direct. Il participa au projet METAS. ZENECA et MONSANTO sont présents à tous les colloques dont ils participent au sponsoring. Mais les autres producteurs d'intrants chimiques et de semences se sont aussi manifestés : Agr Evo, Basf, Braskalb, Dow Elanco, Dupont, Manah ..., en particulier avec FUNDACEP/RS (programme MIPD).

Concernant le matériel agricole, il faut surtout signaler SEMEATO, qui, avec la recherche (en particulier l'EMBRAPA) et les agriculteurs a fabriqué les semoirs les plus efficaces et les plus vendus. Notons aussi, comme fabricants dans le Rio Grande do Sul, Imasa, Vence Tudo, Jacto, Fankhauser, Bandeirante, Benito Bodini.

Les fabricants de petit matériel agricole

Sollicités par les agriculteurs et les CAT, de petites entreprises familiales fabriquent des semoirs de semis direct (à dents ou à disques) pour la traction attelée, bovine ou équine, mais aussi des « rolo-faca », épandeurs de calcaire et pulvérisateurs. Typiquement du Rio Grande do Sul il faut citer Fitarelli à Aratiba. Mais les fabricants du Santa Catarina (Triton, Ryc, Mafrense, Werner, Iadel, Masinel, Picetti, Marcassio, Lusbra ...) vendent aussi au Rio Grande do Sul.

III. - L'ETAT DE SAO PAULO, ENTRE TROPIQUE ET SUB-TROPIQUE

Par rapport aux Etats de la zone sub-tropicale (hivers froids et pluvieux) et les Etats de la zone tropicale (hivers chauds et secs), l'Etat de São Paulo est un peu à part, dans la mesure où il est entre les deux situations. Il y pleut annuellement 1 200 à 1 500 mm (fig. 3), à saison sèche et plutôt chaude dans la moitié Nord-Ouest, à saison sèche et plutôt fraîche ailleurs. L'altitude est comprise entre 400 et 800 mètres. Géologiquement (fig. 2) les 2/3 ouest sont composés de sédiments gréseux d'âge primaire ou secondaire à « latossolos vermelho-amarelo » riches en sables et de basse fertilité et de basaltes crétacés, à « latossolos roxos » considérés comme de « bons » sols.

L'Etat de São Paulo est peuplé et cultivé : canne à sucre, fruitiers (agrumes), café, soja, maïs, coton, pâturages dégradés. Beaucoup de zones sont ravagées par l'érosion, jusqu'au stade « vossoroças » (grands ravins) sur les sols riches en sables, développés sur grès.

La première tentative, infructueuse, de semis direct date de 1975, avec la coopérative agricole « Holambra » (soja, maïs, coton) dont les sols étaient très érodés. Cette coopérative a repris ses tentatives à partir de 1981. Du fait de l'absence de pluies d'hiver (contrairement à la situation du Parana, proche, qui était un faux modèle) la difficulté première était la production

de biomasse suffisante pour les semis directs d'été ; puis bien sur, au début, la pression des adventices et un matériel pas toujours adapté.

A partir de 1975, pratiquement jusqu'en 1990, cela a été la « belle époque » des aménagement anti-érosifs avec des banquettes à base large en courbes de niveau, promus et subventionnés par le Gouvernement.

Parallèlement, à partir de 1979, un certain nombre d'agriculteurs isolés et avec des conditions climatiques différentes, essayèrent sur parties de leurs exploitations : régions d'Itatiba, Pirassununga, Vargem Grande do Sul, Ituverava, Palmital, Cândido Mota, Paranapanema, Jaguariúna, Aguaí, Casa Branca.

Le premier club de semis direct fut celui de Campinas, crée en 1983, à l'initiative des coopératives agricoles Holambra dont les techniciens jouèrent un rôle important dans l'assistance technique et l'expérimentation. Dans les années 80, ces coopératives testèrent en particulier, en liaison avec le CATI (Coordenadoria de Assistência Técnica Integral) l'organe de vulgarisation agricole du Secrétariat d'Etat à l'Agriculture et avec l'IAC (Institut Agronomique de Campinas), un certain nombre de plantes de couverture, d'été (Crotalaires, *Cajanus cajan*, *Mucuna*, ...), de safrinha et d'hiver résistant bien à la sécheresse (avoine, sorgho ...).

Mais c'est seulement à la fin des années 90 que le semis direct commença à prendre une grande ampleur dans l'Etat de São Paulo. Suite au déclin de la foire agricole (agrishow) de Ribeirão Preto en 1998 qui a vu des débats houleux sur la compétitivité des produits agricoles de l'Etat et ses retards en la matière, le Secrétariat d'Etat à l'Agriculture lança un programme ambitieux mobilisateur et incitatif, le « Programme de Semis direct dans la Paille » (PPDP).

Pour cela le Gouvernement créa un Fonds d'expansion de l'agriculture, de l'élevage et de la pêche (FEAP) proposant des conditions intéressantes de crédit pour financer le matériel de culture (prêts de 4 ans à 4 % par an) et toucher les agriculteurs (petits et gros), leurs associations et coopératives.

Par l'intermédiaire du CATI, l'Etat initia également un vaste programme de formation de techniciens afin de promouvoir le semis direct dans les 645 municipes de l'Etat de São Paulo.

Il créa, avec l'IAC (Institut Agronomique de Campinas) des dispositifs expérimentaux en stations et chez les agriculteurs, avec organisation de « jours de champs » dans 37 régions de l'Etat.

Ainsi, en deux ans, 1998-2000, les actions du CATI et de l'IAC aboutirent à 64 jours de champs, 11 excursions et visites techniques, 99 cours et séminaires de formation avec une participation totale de 13 000 agriculteurs et techniciens ! Parallèlement, les Associations nationales et régionales de semis direct (FEBRAPDP et APDC) prolongèrent et complétèrent les actions du Gouvernement. Les « pionniers », considérés au Brésil comme des héros (M.H. Pereira, F. Dijkstra, H. Bartz, M. Saude) se mobilisèrent ainsi que J. Landers pour les Cerrados.

Le Gouvernement mobilisa et incita les organisations professionnelles, coopératives et Fondations (FAESP, FATAESP ...) liées à chaque filière de production.

L'enseignement supérieur agronomique (Universités, Facultés), les écoles techniques et professionnelles agricoles, avec l'aides d'agronomes et de techniciens expérimentés, incluent dans leurs cursus des modules sur le semis direct. Parmi ces entités il faut noter :

- l'Université d'Etat de São Paulo (UNESP) avec sa Faculté des Sciences Agraires et Vétérinaires de Jaboticabal et son Ecole Supérieure d'Agriculture « Luis de Queiroz » (ESALQ) à Piracicaba,
- l'Université Fédérale de São Carlos, avec son Centre des Sciences Agraires,
- l'Université d'Etat de Campinas (UNICAMP) avec sa Faculté d'ingénierie agricole,
- l'Institut Agronomique de Campinas (IAC),
- la Faculté d'agronomie « Manoel Carlos Gonçalves ».

Mais il y eut aussi des financements extérieurs tel celui de la Banque Mondiale en 1999, qui permet de regrouper au sein du Programme d'Etat de Micro-Bassins Hydrographiques (PEMBH), les actions de semis direct du PPDP. Dans ce cadre, il est prévu la gestion des 1 500 micro-bassins de l'Etat de São Paulo, soit 4,5 millions d'hectares, avec introduction des systèmes de semis direct. La région Centre-Ouest, où 50 % des espaces agricoles sont occupés par des pâturages, sera traitée de façon prioritaire. L'association agriculture-élevage, y sera donc privilégiée.

A côté de ces actions d'envergure, localement les agriculteurs s'organisent avec le soutien des bureaux de développement rural du CATI et des Chambres d'Agriculture. Ceux de Itapeva, de Ipúia et de Pirassununga sont particulièrement dynamiques. S'y sont créés des CAT (Clubs des Amis de la Terre). Il faut citer aussi l'Association de Semis direct de la vallée du Paranapanema (Assis), les coopératives, telle la CAROL (Coopérative des Agriculteurs de la région de Orlandia).

En mai 2001, s'est déroulée à Pirassununga la 3^{ème} rencontre régionale de semis direct, organisée par le CAT et le GPDP (Grupo de Plantio Direto de Pirassununga).

En conclusion, ce programme boosté par l'Etat mais repris et démultiplié par tous les acteurs : (bailleurs de fonds, recherche, formation, vulgarisation, profession, agro-industrie) est extrêmement ambitieux et efficace. En effet, en 3 ans il a porté ses fruits de façon efficace si on en juge par les superficies concernées, relevée par le CATI (safrinhas non comprises) :

. 1997/98	45 000 ha
. 1998/99	162 000 ha
. 1999/00	304 990 ha
. 2000/01	550 000 ha

Les « agrishows », dans l'Etat de São Paulo (surtout à Ribeiro Preto), avec leur brassage de nouveautés, ont un immense succès. 130 000 personnes ont visité le 8^{ème} agrishow en 2001.

La 8^{ème} rencontre nationale de Semis direct dans la paille, a eu lieu en 2002 à São José do Rio Preto. Elle eut un succès considérable. L'Etat de São Paulo, qui s'est mis avec beaucoup de retard au semis direct, est en train de rattraper très rapidement les autres Etats du Sud.

IV. – LES SAVANES TROPICALES (CERRADOS)

4.1. – LES CONDITIONS GENERALES

Les Cerrados (fig. 7) sont les savanes, plus ou moins arbustives ou arborées (ligneux à port tortueux) de la zone tropicale humide à sub-humide (1 000 à 2 400 mm de pluies annuelles). Elles sont comprises, d'une part entre 300 et 1 350 mètres d'altitude (fig. 8), d'autre part entre 3° et 24° de latitude Sud. En fonction de la densité des ligneux, les cerrados peuvent être classés en « campo limpo » (savane herbeuse), « campo sujo », « cerrado » proprement dit ou « cerradão » (savane arborée).

Les cerrados constituent, avec une superficie totale de 2 040 000 km², 25 % du territoire national, toute sa partie centrale. Globalement ils sont très peu peuplés (moins de 5 habitants/km²) avec encore énormément d'espaces vides colonisables.

Au Nord, les cerrados sont limités par la grande forêt mégatherme amazonienne, au Sud et au Sud-Est par la forêt tropicale mésophile (« mata atlantica »), à l'Est par les zones semi-arides de la « caatinga », à l'Ouest par la dépression du Pantanal. Les 12 états concernés sont les suivants (voir carte) :

- les 2/3 Sud de l'état du Mato Grosso,
- tout l'état de Tocantins,
- tout l'état de Goiás,
- les 3/4 Ouest de l'état de Minas Gerais,
- l'extrême Nord-Ouest de l'état de São Paulo,
- les 4/5 de l'état du Mato Grosso do Sul,
- la moitié Sud de l'état du Maranhão,
- les 2/3 Ouest de l'état du Piauí,
- l'extrême Ouest de l'état de Bahia,
- le 1/4 de l'état du Rondônia,
- l'extrême Sud-Est de l'état du Pará,
- le 1/4 de l'état du Roraima.

Sur 204 millions d'hectares, 127 millions sont considérés comme aptes à l'agriculture. La superficie « ouverte », c'est à dire anthropisée (agglomérations, agriculture et élevage), est de 70 millions d'hectares. La superficie de la « frontière agricole » des cerrados (année 2000) est de l'ordre de 68 millions d'hectares comprenant 57 millions d'hectares vierges et 11 millions d'hectares de zones abandonnées c'est à dire totalement dégradées par de mauvaises pratiques agricoles mais récupérables.

En 2001, 30 % de la production de grains étaient en semis direct.

Les cerrados, constituant tout l'intérieur du sous-continent brésilien (plateau central), forment en quelque sorte le château d'eau (fig. 8) et les hauts bassins des grands cours d'eau périphériques du pays : au Nord, les bassins de l'Amazone et du Tocantins, au Nord-Est les bassins du Parnaíba et du São Francisco, au Sud le bassin du Parana, à l'Ouest le bassin et la cuvette du Pantanal. Le point le plus haut (1 678 mètres) est située au Nord de Brasília. Les

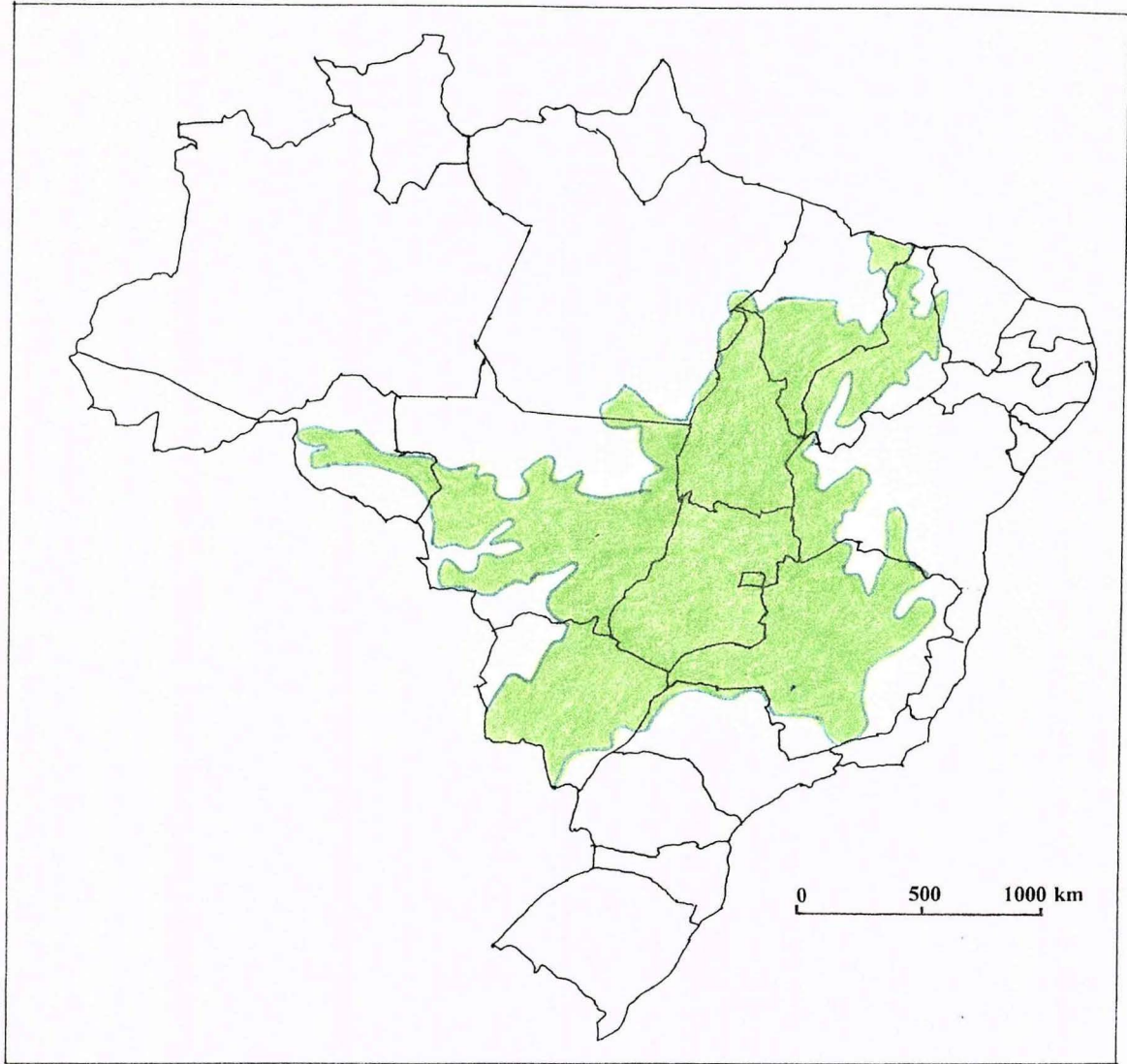


Fig. 7 La région des Cerrados

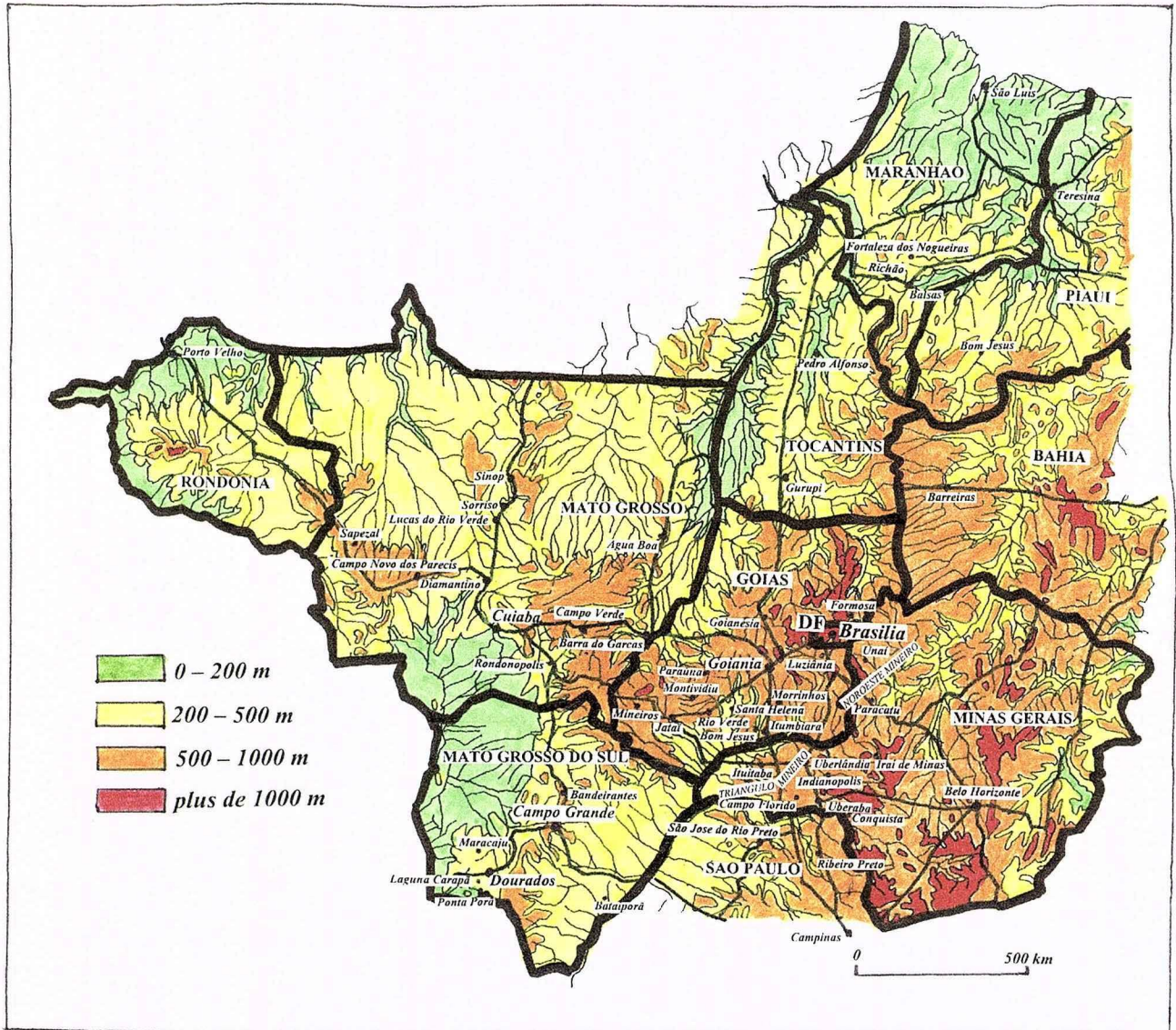


Fig. 8 *La région des Cerrados : classes d'altitude*

zones d'altitude supérieures à 1 000 mètres sont situées dans le District Fédéral (Brasilia), le Goiás et le Minas Gerais.

La répartition des tranches d'altitude est la suivante (fig. 8) :

- moins de 300 mètres : 22 % des cerrados
- 300 à 900 mètres : 73 % des cerrados
- plus de 900 mètres : 5 % des cerrados.

En règle générale le relief est peu marqué. Il est constitué de plateaux (« chapadas ») et d'amples ondulations à longs versants réguliers dont les pentes peuvent varier de 2 à 10 %. Les cours d'eau sont généralement jalonnés de forêts-galeries. De longs escarpements gréseux bordant des plateaux (« chapadas ») s'observent dans le Tocantins, le Goiás, le Minas Gerais. Des rebords de tables basaltiques sont visibles dans le Maranhão, au Sud du Goiás, dans le Mato Grosso do Sul et dans le Minas Gerais.

Au niveau géologique (fig. 2), la structure est constituée d'un soubassement précambrien arasé composé de granito-gneiss et de schistes métamorphiques. Ce socle est surmonté régionalement par des séries sédimentaires d'origine continentale sub-horizontales (non plissées), généralement gréseuses ou schisto-gréseuses, du précambrien supérieur, du primaire, du secondaire et du tertiaire. Les grès secondaires sont localement surmontés d'épaisses nappes basaltiques également d'âge secondaire mais plus récentes (crétacé supérieur).

Ces divers recouvrements au dessus du socle ont été morcelés en plateaux souvent bordés de grands escarpements qui forment l'horizon plus ou moins lointain des paysages à larges ondulations.

Le socle précambrien affleure essentiellement dans le Tocantins, le Goiás et le Minas Gerais. Les cerrados du Maranhão, du Piauí, du Mato Grosso et du Mato Grosso do Sul sont soutenus par des roches en majorité gréseuses. Les nappes basaltiques crétacées forment des plateaux dans les cerrados du Sud (Sud-Goiás, Mato Grosso do Sul, Ouest-Minas Gerais, Nord-Est São Paulo) et du Maranhão. Ce sont ces basaltes qui portent les meilleurs sols (« terras roxas »). Malheureusement ils présentent une assez faible superficie par rapport à l'ensemble.

La majorité des sols des cerrados, sur les interfluviaux et chapadas, sont des sols ferrallitiques fortement désaturés, acides, de faible fertilité (ferralsols de la classification FAO). Dans la classification brésilienne ces sols sont essentiellement des « latossolos vermelho escuro » (rouge sombre) et des « latossolos vermelho amarelo » (rouge jaune), ces derniers étant légèrement lessivés et présentant une partie supérieure un peu plus sableuse.

Les versants, surtout lorsqu'ils dépassent 10 % de pente, peuvent présenter des sols moins épais, à roche altérée peu profonde (50 à 200 cm), de fertilité chimique un peu plus élevée que celle des « latossolos », mais parfois caillouteux ou à carapace ferrugineuse discontinue (« canga »). Il s'agit des « cambissolos » (cambisols de la classification FAO) qui sont des altérites ferrallitiques à recouvrement colluvial, de couleur rouge à brun-rouge, plus ou moins acides suivant la nature du substrat : « cambissolos eutróficos » c'est à dire à pH de 6 à 7 sur roche basique (granito-gneiss à minéraux noirs, amphibolites ...) ou « cambissolos distróficos » à pH 5 à 6 sur roches acides (grès, granito-gneiss sans minéraux noirs).

Les « latossolos » (ferralsols) sur grès ou granito-gneiss des cerrados, présentent les caractéristiques générales suivantes :

- couleur rouge à rouge-jaunâtre,
- grande profondeur (2 à 4 mètres),
- texture argileuse à argilo-sableuse (devenant plus sableuse en bas de pente) : 35 à 55 % d'argile, 3 à 7 % de limons, 40 à 60 % de sable. La texture peut paraître plus sableuse, du fait d'une teneur élevée en « pseudo-sables » qui redeviennent des argiles et limons quand on les malaxe vigoureusement,
- absence de pierrosité et d'autres obstacles physiques,
- structure bien développée mais fragile,
- densité apparente plutôt faible (1 à 1,2) et forte perméabilité, en l'absence de compaction de surface,
- faible teneur en matière organique : en moyenne 2 à 2,8 % sur 0-5 cm de profondeur, 1,9 à 2,4 % sur 5-10 cm, 1,4 à 2,0 % sur 10-20 cm,
- acidité forte (pH 4,7 à 5,2), avec risques fréquents de toxicité aluminique pour les plantes (1 à 2 mé % d'aluminium échangeable en surface ; 0,6 à 1 mé % en dessous de 10 cm). Sur vieux pâturages dégradés, les pH sont les plus bas, le plus souvent entre 4,7 et 5. De sorte que l'apport d'amendements calcaires dans ces sols est considéré comme indispensable et donc généralisé (1 à 3 t/ha),
- très faible fertilité chimique : CEC de 5,5 à 6,5 mé % en dessous de 20 cm (saturation de 5 à 30 %), carence forte en bases (Ca, Mg, K). Très faible teneur en phosphore assimilable (1 à 1,3 ppm entre 10 et 20 cm). Fréquentes carences en zinc et en bore,
- constitution minéralogique : kaolinite, gibbsite, oxydes de fer, quartz.

A titre de comparaison, les « latossolos roxos » ou « terras roxas » (nitisols de la classification FAO), développés sur basalte, par exemple dans le Sud du Goiás présentent des caractéristiques un peu plus intéressantes, bien qu'avec une composition minéralogique comparable :

- texture toujours très argileuse (plus de 60 % d'argile),
- structure très développée, bonne perméabilité,
- taux de matière organique plus importante : 3,4 % de 0 à 20 cm, puis 2,5 % de 20 à 40 cm et encore 1,9 % jusqu'à 60 cm,
- acidité un peu moindre : pH de 5,4 en surface (0 – 20 cm) et de 5,0 à 5,1 en profondeur. Généralement toxicité aluminique moins systématique,
- capacité d'échange : 5 – 6 mé % en dessous de 20 cm, mais saturation de 30 à 40 % donc plus avantageuse que pour les ferralsols précédents,
- teneur un peu plus élevée en phosphore (2 à 5 ppm entre 10 et 20 cm).

Tout le monde pensait que la seule contrainte des sols des Cerrados était liée à leurs propriétés chimiques défavorables, en particulier leur acidité et leur toxicité aluminique. C'est pourquoi les Instituts de recherche, le Gouvernement et les Etats, grâce à des subventions, ont promu l'apport de doses massives d'amendements calco-magnésiens broyés, d'amendements phosphoriques et de fumures minérales. Par contre, la fragilité physique des sols de Cerrados a été très sous-estimée sinon ignorée. Les passages répétés des engins à disques, lourds et légers, en monoculture de soja, ont eu pour résultats, en quelques années, de dégrader fortement ces sols (compaction, semelle d'offset, érosion, engorgement superficiel, perte de 50 % du taux de matière organique en 5 ans ...) de sorte que la fuite en avant des apports

chimiques, toujours plus massifs, très coûteux, devenaient inopérante et source d'abandon, faillite, ou de mise en pâturages très extensifs peu productifs (moins de 0,5 UTB/ha).

La pluviométrie des cerrados (fig. 3) est la plus élevée dans sa partie Nord-Ouest pré-amazonienne avec environ 2 300 mm répartis sur 5 mois. La zone la plus sèche (800 – 1 000 mm) est celle de l'état du Piauí, avec 7 mois de saison sèche.

Disons pour simplifier que la moitié Nord des cerrados (Mato Grosso, Goiás et Tocantins) est arrosée annuellement par plus de 1 500 mm avec 4 à 6 mois de saison sèche et que sa moitié Sud (Mato Grosso do Sul, Minas Gerais) et les états du Nord-Est (Maranhão, Piauí, Bahia) sont arrosés par moins de 1 500 mm avec 6 à 7 mois de saison sèche (avril à septembre-octobre). L'exception à cette règle est constituée par l'axe N-S de haute altitude (1 000 – 1 500 m) du Minas Gerais (dominant le São Francisco), qui est arrosé par 1 500 – 2 000 mm jusqu'au Sud de cet état. Au Mato Grosso do Sul et au Sud du Goiás il pleut moins de 50 mm durant 1 ou 2 mois seulement de la saison sèche. Ce qui est un avantage comparatif pour la « safrinha » (deuxième culture annuelle).

L'évapotranspiration potentielle varie de 1 500 mm (Sud) à 1 800 mm (Nord), avec des maxima de mai à octobre. Une des caractéristiques du climat des cerrados est l'occurrence fréquente d'une petite période sèche (5 à 20 jours) de mi-janvier à mi-février, appelée « veranico », et redoutée par les agriculteurs. Les pluies sont particulièrement abondantes et intenses de novembre à janvier. Par exemple, il est tombé 1 041 mm en décembre 1989 à Lucas do Rio Verde (MT). Les pluies sont de courte durée mais de forte intensité (100 à 150 mm/h). Elles occasionnent des dégâts d'érosion considérables sur les sols lorsqu'ils sont dénudés et pulvérisés, situés sur des pentes longues. Il tombe fréquemment 100 – 150 mm en quelques heures.

Les températures dépendent de la latitude et de l'altitude. La moyenne annuelle est comprise entre 25° au Nord (Maranhão-Piauí) et 18° au Sud (Sud du Minas Gerais), l'amplitude thermique moyenne annuelle est comprise entre 3° au Nord et 12° au Sud.

Du fait d'une politique volontariste accompagnée de grands projets gouvernementaux (POLOCENTRO, PROALCOOL, PADAP, PRODECER ...) et la construction de routes, la colonisation agricole des cerrados a débuté vers la fin des années 70, à partir de deux états du Sud, Parana et surtout Rio Grande do Sul.

Un des premiers programmes de développement régional a été le POLOCENTRO (Programa de Desenvolvimento dos Cerrados), lancé par le Gouvernement fédéral. Ce programme concernait les Etats du Minas Gerais, du Goiás et du Mato Grosso, où il envisageait la mise en valeur de 3,7 millions d'hectares entre 1975 et 1979. Puis il y a eu le PADAP (Programa de Assentamento Dirigido ao Alta Paranaíba) et surtout le PRODECER (Programa de Cooperação Nipo – Brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados). Ce programme a commencé en 1975 (avec la construction de routes) et eût quatre grandes phases. La société CAMPO en fut « l'opérateur » principal, sur la base de « fermes modèles ». Il s'appuyait au départ sur les « Nissei » (descendants d'immigrés japonais) et visait à conquérir des millions d'hectares pour la culture du soja. Ainsi, en 1989, près d'un million d'hectares devaient être colonisés à frais partagés entre le Brésil et le Japon. Le Japon a prêté des sommes très importantes à des conditions avantageuses.

Le PRODECER et CAMPO, réponse des Gouvernements militaires à l'exode rural dans le Sud, ont été les moteurs de la colonisation des Cerrados, de la continuation du « boom » du soja (commencé au début des années 70 dans le Sud) et de l'avancée des fronts pionniers. Quant à l'INCRA (Institut National de la Colonisation et de la Réforme Agraire) il a insisté essentiellement sur l'aspect « colonisation » plus que sur celui de « réforme agraire ».

A côté d'agriculteurs en manque de terre et de coopératives du Sud, un certain nombre d'entreprises, jusqu'à présent sans activité agricole, ont profité des facilités qu'offraient pour cette colonisation de nouvelles terres les gouvernements de l'époque (incitations par des subventions diverses, taux d'intérêt très bas, sinon négatifs, des crédits du fait d'une inflation supérieure, bas prix de la terre, déductions d'impôts ...) pour se diversifier dans l'agriculture ou l'élevage. Les « lots », géométriques, allaient de 200 à 2 000 hectares et leur topographie douce (plateaux, larges ondulations) se prêtaient parfaitement à la mécanisation.

Jusqu'à cette époque les cerrados étaient des espaces quasiment vides, éventuellement réservés à des pâturages naturels très extensifs (élevage bovin à viande).

Les étapes de cette « mise en valeur » étaient, et sont encore trop souvent en 2002, les suivantes :

- défrichage de la végétation arborée ou arbustive au bull et au câble d'acier, avec mise en andains et brûlis,
- culture de riz pluvial avec très peu d'intrants pendant 2 ou 3 ans. Le riz s'avère en effet la plante qui produit le mieux et est la plus rentable derrière défrichage. Après 2 ou 3 ans les rendements chutent,
- ensuite (en troisième ou quatrième année), il y avait deux options :

. **soit transformation en pâturage extensif** (moins de 0,5 UGB/ha) amélioré à *Brachiaria decubens*, *Panicum* ou *Andropogon*, semé en mélange avec du riz pluvial pour rentabiliser l'investissement,

. **soit monoculture de soja**. Le soja, dont le « boom » avait commencé en 1970, continuait à être une spéculation hautement intéressante (prix garantis) dans les années 80. Les « nouveaux » agriculteurs migrants, n'ayant aucune référence en milieu tropical, ont utilisé les mêmes pratiques culturales, que dans les Etats sub-tropicaux du Sud qui, pourtant, donnaient déjà lieu à des ravages de l'érosion. Une dynamique différente de la matière organique, en particulier des résidus de récolte (minéralisation accélérée) et des intensités des pluies orageuses plus fortes, font que les cerrados tropicaux étaient encore plus fragiles que les terres du Sud. Les travaux de préparation des sols étaient réalisés aux disques lourds et légers (charrues à disques, cover-crops, ...) en général en conditions beaucoup trop humides (jusqu'en décembre) du fait de parcs à matériel insuffisants. Les conséquences se sont fait sentir en quelques années : compactation à 10 – 15 cm de profondeur (semelle) limitant l'enracinement, érosion intense (hydrique et éolienne) de la couche supérieure pulvérisée avec chute du taux de matière organique (moins de 1,5 %), baisse de fertilité chimique avec lixiviation importante, augmentation du potentiel semencier d'adventices, conditions temporaires d'engorgement superficiel (très préjudiciable au soja et au maïs), forte pression des insectes et maladies, sensibilité aux « veranicos ».

Au bout de 10 ans, en 1988, des millions d'hectares cultivés en monoculture industrielle de soja ont ainsi été dégradés. Les rendements initiaux de soja en monoculture, lorsqu'ils étaient

de l'ordre de 2,2 t/ha au départ, ne donnaient plus (quand ils produisaient encore) 10 ans après que 1,2 t/ha avec toujours plus d'intrants, des coûts de production plus élevés, et malgré les nouvelles variétés produites par l'EMBRAPA-soja (CNPSo) pour les régions tropicales. Au cours des années 80 et au début des années 90, de nombreuses exploitations ont ainsi fait faillite. Actuellement (2001) il y aurait environ 11 millions d'hectares de terres de cerrados abandonnées suite à ces expériences malheureuses.

Comme dans le Sud, la construction de banquettes de « base large » (semées) en dessous de 6% de pente et de « base étroite » (non semées) au dessus de 6 %, a été encouragée et mise en œuvre dans un certain nombre d'exploitations. Mais en l'absence de travail profond (labour, scarifiage) ou de semis direct sur couverture végétale, ces ouvrages se sont avérés, comme dans le Sud, nettement insuffisants, sinon complètement inopérants, contre l'érosion.

Par ailleurs, les pâturages « enrichis » au départ (*Brachiaria, Panicum, Andropogon*) se dégradent par surpâturage (tassement, hydromorphie ...) et insuffisance de restitutions minérale. Il y aurait ainsi à l'heure actuelle 30 à 50 millions d'hectares de pâturages dégradés (artificiels ou naturels) dans l'ensemble des cerrados.

Le développement du semis direct

Le semis direct a commencé, de façon significative, relativement tardivement, à partir de 1994.

Il a été précédé et accompagné par un certain nombre d'initiatives d'agriculteurs, de techniciens ou de chercheurs. Les migrants des années 80 qui venaient du Sud avaient, pour un certain nombre d'entre eux, des références agricoles de cette région sub-tropicale et, soit avaient déjà tenté le semis direct, soit l'avaient observé chez d'autres, soit en avaient entendu parler.

Mais ces références n'étaient pas transposables directement en région tropicale où il fait chaud toute l'année et où il y a une longue (4 à 6 mois) saison sèche. Les cycles de culture ne sont plus les mêmes (en particulier la nature et le calage de la « safrinha »), les successions annuelles sont plus difficiles, les résidus de récolte se décomposent très vite, le lessivage des éléments minéraux est plus intense, le sol découvert longtemps est alors particulièrement exposé aux processus érosifs, hydriques et éoliens.

Il y a donc eu une longue période de tâtonnement et de latence, le temps qu'il a fallu pour que « l'environnement semis direct » c'est à dire ses conditions de développement, se mettent en place comme cela avait été le cas au Sud.

Certains agriculteurs pionniers s'y sont mis indépendamment dans les années 80 et ont fait leur propre expérience en essayant les plâtres.

Des fondations se sont créées pour faire de la recherche appliquée. Des associations et coopératives ont vu le jour pour organiser et donner une synergie à cette dynamique. Ont cristallisé alors un certain nombre de noyaux de développement, plus ou moins indépendants (au départ, peu d'échanges d'informations entre ces pôles), dans les Etats des cerrados avec des conditions écologiques différentes.

Un des premiers pôles de diffusion a été le Sud-Ouest du Goiás (région de Rio Verde), puis le Centre-Nord et Ouest du Mato Grosso, le Sud du Maranhão, l'Ouest du Minas Gerais et de l'Etat de Bahia, le Centre-Sud du Mato Grosso do Sul.

Nous allons passer en revue les Etats concernés.

4.2. - L'ETAT DU GOIAS

Ce sont les régions du Sud et du Sud-Ouest de l'Etat qui sont les plus touchées : Rio Verde, Luziania, Santa Helena, Montividiu, Bom Jesus, Morrinhos ...

Historiquement les deux premiers agriculteurs du Goiás ayant pratiqué le semis direct ont été Eurides Penha (à Rio Verde) qui, en 1981 a semé 200 ha de soja et Ricardo Merola (à Santa Helena) qui, en 1982 sema en « safrinha » du sorgho après du soja, et du blé après du maïs.

Puis vint John Landers, agronome et agriculteur d'origine anglaise, qui joua, et continue à jouer, un grand rôle dans la diffusion du semis direct dans les cerrados. C'est en 1976 que John Landers, en tant que gérant d'exploitation et s'inspirant des premières expériences du Parana, a commencé à tester le semis direct à Matão, en région sub-tropicale de l'Etat de São Paulo. C'était l'époque du semis au rotacaster (houe rotative) qui s'est montré peu satisfaisant ; la campagne fut un échec à cause d'un envahissement incontrôlable par les herbes pérennes (*Digitaria insularis* et *Sida spp.*). En attendant l'arrivée sur le marché d'un matériel plus performant, J. Landers continua alors en « travail minimum » (léger enfouissement des résidus) et semis au semoir traditionnel. Quelques années après, en 1982, J. Landers migra à Morrinhos dans l'Etat de Goiás. Là, sur une exploitation, il pratiqua avec succès le semis direct du maïs et du soja dans une jachère herbeuse. Il fit également du tournesol en semis direct durant la « safrinha » (automne). J. Landers se mit alors à son compte dans le conseil agricole (J.L. Associados). En 1988, suite à ces expériences encourageantes se monta le projet « Morrinhos » associant la compagnie d'engrais Manah (qui finançait) et J.L. Associados.

Il s'agissait de valider et de démontrer, à l'échelle commerciale, la faisabilité du semis direct dans les cerrados. Ceci sur un terrain expérimental de 60 hectares avec des parcelles élémentaires de 1 hectare. On testa en particulier la possibilité de réaliser une deuxième culture annuelle, en automne (« safrinha »), de façon à renforcer la production de biomasse pour couvrir le sol jusqu'à la prochaine campagne et y semer en été, en semis direct, du soja ou du maïs. Les espèces de « safrinha » testées étaient, entre autres, le sorgho, le maïs, le mil, l'avoine, le guandu (*Cajanus cajan*), le sésame, le chou fourrager, le blé ...

Le projet s'arrêta en 1992 après avoir engrangé un certain nombre de données permettant d'aller plus loin. A partir de là, les choses allèrent assez vite. John Landers, appuyé par Manah et avec la COMIGO (Cooperativa Mista dos Produtores Rurais do Sodoeste Goiania, fondée dès 1975) qui rassemble 70 % des agriculteurs de cette région Sud-Ouest Goiás, ont alors initié une ONG, l'Association de Semis Direct des Cerrados (APDC : Associação de Plantio Direto no Cerrado) dont le Président est Helvécio Mattana Saturnino, le vice-président, Flávio Faldo et le dynamique secrétaire exécutif, John Landers.

La même année fut créé le « Grupo de Plantio Direto » (GPD), groupement d'entreprises agro-industrielles toutes intéressées par le développement du semis direct : agrEvo, Basf,

Braskalb, Cyanamid, Dow Agrociencias, Jumil, Manah, Monsanto, Novartis, Pionner, Zeneca. Le GPD soutient financièrement (sponsoring) et techniquement les initiatives semis direct, telles que les séminaires.

Toujours en 1992, fut créé le premier Club des Amis de la Terre (CAT) des cerrados à Rio Verde dont le premier président était Flávio Faedo, un autre pionnier célèbre du semis direct dont l'exploitation (actuellement 2 250 ha) est située près de Montividiu. F. Faedo est arrivé au Goiás en provenance du Rio Grande do Sul où il avait déjà une expérience de semis direct de « l'époque Rotacaster ».

Flávio Faedo, après sa Présidence du CAT, est devenu le directeur de la très active Association des Producteurs de Grains (APG) de la région de Rio Verde.

De 1998 à 2001, un programme commun CAT-APG-COMIGO (donc 100 % de professionnels) appelé « Programa Renda Real » fit des recherches orientées sur l'analyse économique (coût/bénéfice) des « systèmes semis direct » à base de soja, maïs et sorgho. Les terrains d'expérimentation, de 22 hectares, étaient localisés sur la fazenda Rio Verdinho (Rio Verde). De nombreux « jours de champs » y ont été organisés.

Il y a donc une dynamique « semis direct » très active à Rio Verde qui est le pôle le plus important des cerrados.

Il faut, au niveau enseignement, signaler l'École Supérieure des Sciences agraires de Rio Verde (ESUCARV) rattachée à l'Université Fédérale de Goiás et sa Faculté d'agronomie.

Toujours à Rio Verde il faut signaler un acteur assez important dans le conseil agronomique. Il s'agit de la compagnie privée « Plantar e colher » qui assiste une superficie de plus de 50 000 hectares.

En dehors de Rio Verde, existent d'autres pôles, dont beaucoup sont également dans le Sud : Santa Helena, Jataí, Mineiros, Montividiu, Parauna, Bom Jesus, Itumbiara, Goiatuba, Morrinhos, Serra-Abaixo, Indiara, Palmeiras, Paraúna, Luziânia, Goianésia, Itapací, Formosa.

En 2001 il y avait 6 CAT (Clubs des Amis de la Terre) : Rio Verde, Santa Helena, Bom Jesus, Luziânia, Formosa et Joviânia.

A l'heure actuelle, dans le Sud-Ouest Goiás, on estime que 70 à 80 % des agriculteurs pratiquent le semis direct d'une façon ou d'une autre, partiellement ou en totalité.

Les cultures pratiquées en safrá (été) sont le soja (70 %), le maïs (27 %), le haricot (2 %) et le coton (1 %). En « safrinha » (automne), 34 % des agriculteurs ne font rien pousser, 51 % sèment du mil, du maïs ou du sorgho afin d'avoir une biomasse suffisante pour la campagne d'été suivante, 3 à 5 % font du blé, de l'avoine, du riz ou du triticale. Le restant sème tournesol, mélange sorgho + Brachiaria, noug (« niger » : *Guizotia abyssinica*, plante oléagineuse), coton, Brachiaria, soja ...

La monoculture de soja est encore majoritaire. Il y a très peu d'intégration agriculture-élevage dans les systèmes. Elles restent deux activités séparées. Quelques uns pratiquent le « système Santa Fé » : après la récolte du soja, semis simultané de maïs et de Brachiaria, récolte de maïs en safrinha, puis pâturage à Brachiaria pendant 2 ans.

Un autre système, développé par le CNPAF (L. Séguy, J. Kluthcousky, 1990) pour la rénovation des pâturages est le système « Barreirão » : scarifiage à 30 cm (chisel à dents rigides), calcaire et thermophosphate, semis simultané de riz et de *Brachiaria*, récolte du riz qui finance l'investissement, pâturage rénové plusieurs années.

L'environnement, associatif (CAT, APDC, COMIGO, Syndicat Rural, APG, ...), scientifique (Universités, Fondations) et professionnel (agriculteurs, organes de vulgarisation) du Goiás est maintenant bien développé. L'APDC et les CAT jouent un rôle très important dans ce réseau. Ils organisent de nombreux ateliers, séminaires, stages de formation et jours de champs pour différents publics, ils invitent des personnalités compétentes, participent à des expositions agricoles, ils reçoivent des missions extérieures nationales et internationales (FAO, Banque Mondiale, IICA), ils participent à des projets. Une revue spécialisée a été créée en 1995 par l'APDC : « Direto no cerrado » dont l'éditeur est John Landers.

Tout ce travail d'information, de recherche appliquée et de formation se fait en coordination avec les organismes de vulgarisation (EMATER), d'enseignement et de formation professionnelle (Facultés d'agronomie, ESUCARV, ABEAS, SENAR ...) et les fondations (FUNAPE : Fundação de Apoio à Pesquisa de Goiás, Fondation-cerrados). Quand il y a un manque d'argent (pour les séminaires en particulier), les fondations et le GPD (avec Manah en particulier) sont là.

Au niveau recherche, il faut citer l'Université Fédérale du Goiás (UFG) avec sa faculté d'agronomie, l'EMBRAPA-CNPAF (riz-haricot) à Goiania, la Fondation FUNAPE. La recherche « officielle » (Université, EMBRAPA) s'est cependant manifestée avec retard, elle accompagne maintenant comme elle peut le mouvement plutôt qu'elle ne le précède.

Il existe aussi une « petite agriculture » (exploitations de moins de 100 ha) dans le Goiás utilisant la traction attelée ou la location de matériel motorisé. L'APDC ne s'en désintéresse pas. Elle occupe des terrains souvent en pente, les terres de plateau étant occupées par les « gros » motorisés. La région de Sylvania est un exemple de cette agriculture. Chez les petits agriculteurs du Goiás, le semis direct pénètre plus difficilement. Jusqu'à présent quatre rencontres consacrées à cette catégorie d'agriculteurs ont eu lieu. Au moins deux organismes les représentent dans le Goiás : l'APASA (l'Association des Petits Agriculteurs de Serra-Abaixo) et le « Grupo GOYAZ » de formation, recherche et diffusion abrité par l'Université Fédérale du Goiás (UFG).

Dans les premiers temps (1982 à 1990), alors que le semis direct dans les cerrados était encore confidentiel et où le renforcement de la biomasse durant la safrinha par du maïs, du sorgho ou du mil n'était pas encore maîtrisé, les agriculteurs ne faisaient rien en automne-hiver et laissaient leurs parcelles en jachère. C'est encore le cas actuellement pour beaucoup d'exploitations.

La forme la plus élémentaire de semis direct est celui pratiqué sur jachère de saison sèche desséchée au glyphosate. Dans ce cas la biomasse de couverture (résidus de la culture d'été précédente et adventices) est peu couvrante – et la gestion de l'enherbement est plus difficile. Les agriculteurs parlent de « plantio direto no mato » ou « Diretão ».

A côté de cela certains pratiquaient le « cultivo mínimo » (travail minimum) avec grattage aux disques activant la germination des adventices (faux semis), sur lesquelles on sème après dessèchement au glyphosate.

Le coton en semis direct

Le CIRAD, organisme public français de recherche agronomique appliquée au développement, a conclu en 1994 un accord avec le groupe privé MAEDA qui est le plus gros groupe privé producteur de coton du Brésil (10 % de la production du pays) et qui possède 30 000 hectares sur « terres roxas » (sur basalte), dans une dizaine de Fazendas du Sud-Goias, près des municipalités de Porteirão, Bom Jesus et Itumbiara (depuis 2000, le groupe s'étend également sur 10 000 ha au Mato Grosso qui est, devenu, en 2001, le premier producteur de coton du Brésil). L'accord avec le CIRAD prévoit l'amélioration agronomique de la gestion des sols et des cultures et donc du bilan financier de l'Entreprise.

La situation de départ était la monoculture cotonnière avec travail du sol (trop humide ou trop sec) aux disques, une seule campagne par an, la multiplication des traitements phytosanitaires et des herbicides, le brûlis des résidus. Les rendements en coton-graine ne dépassaient guère 2 t/ha. Les conséquences d'une telle gestion concernaient :

- la compactation du sol à 10/15 cm de profondeur : blocage de l'enracinement et très forte sensibilité aux excès hydriques et aux fluctuations climatiques (pluviométrie fluctuant entre 1 000 et 1 800 mm) avec engorgement et/ou sécheresse,
- la pulvérisation du sol en surface sur 10/15 cm : avec érosion hydrique et érosion éolienne importantes, sur des versants longs à pentes allant jusqu'à 15 %,
- la prolifération des adventices difficiles à gérer,
- la difficulté de lutte contre les parasites.

L'intervention du CIRAD (Lucien Séguéy et Serge Bouzinac), de 1994 à 2000, a permis de redresser la situation et de rompre la monoculture du coton en passant, après un scarifiage ou un labour aux socs, au semis direct avec introduction de successions annuelles et rotations avec un renforcement important, mais avec faible apport d'intrants, de la biomasse de couverture du sol pour obtenir un mulch épais et couvrant. Les espèces introduites les plus intéressantes sont le sorgho guinea (africain), le mil et la crotalaire (*Crotalaria spectabilis*).

Le coton intervient annuellement dans les successions sur au moins 2/3 de l'assolement ; dans les rotations sont introduits le soja et le maïs.

Les successions annuelles avec « safrinha » de biomasse sont les suivantes :

- soja + mil (ou sorgho)
- maïs + *crotalaria spectabilis*
- coton à semis précoce + mil (ou sorgho)
- mil (ou sorgho) + coton à semis tardif.

Les meilleurs précédents pour le coton s'avèrent être les graminées, mil et surtout sorgho, dont la biomasse résiduelle a un fort pouvoir allélopathique sur les adventices.

La gestion, à l'économie, des herbicides, pour dessécher la biomasse, en pré-levée (herbicide résiduel sur la ligne) et en cours de culture (herbicides totaux par jet dirigé) a été spécialement étudiée.

Les graines doivent obligatoirement être traitées, d'une part aux fongicides spécifiques afin de supprimer la « fonte des semis » (damping off) par les champignons nuisibles à la culture, d'autre part aux insecticides pour prévenir les attaques d'insectes en début de cycle.

Par ailleurs, les résidus ligneux de cotonniers ne sont plus brûlés, ils sont broyés et restent sur le sol.

Moyennant quoi, avec une telle gestion « agroécologique » les rendements en coton ont augmenté de 20 à 50 % et les marges nettes de 41 à 315 %.

Les rendements de soja et de maïs sont également globalement plus élevés jusqu'à plus de 40%.

La production, non seulement plus élevée, est aussi plus régulière car moins sensible aux aléas pluviométriques grâce à une surface protégée et à un enracinement profond. Par ailleurs le sol bénéficie d'une restructuration racinaire et biologique, l'alimentation minérale est optimisée par la minéralisation régulière et continue du mulch de graminées et par le recyclage racinaire profond des éléments minéraux. Enfin le contrôle des adventices est beaucoup facilité par rapport à la monoculture, le développement des ravageurs est atténué et dilué. Au plan économique, en réduisant tous les coûts et en augmentant la productivité (les rendements moyens en coton peuvent maintenant régulièrement dépasser les 3 t/ha), l'assolement à 67 % de surface cotonnière annuelle en semis direct est plus intéressant qu'une monoculture à 100 % de coton et travail aux disques.

La progression du semis direct a été fulgurante sur les fermes MAEDA du Goiás : 500 ha en 1995, 3 500 ha en 1997, 30 000 ha (la totalité) en 2001. Les agriculteurs de la région qui rentrent le coton dans leurs rotations peuvent s'inspirer de toutes ces améliorations et en faire des références techniques.

Les cerrados supplantent maintenant les Etats du Parana et de Bahia (qui ont très fortement baissé leur production) quand à la production cotonnière brésilienne.

4.3. - L'ETAT DU MATO GROSSO DO SUL

Cet Etat, dont la capitale est Campo Grande, constitue la partie la plus méridionale des cerrados. Sa moitié Sud fait la transition avec le milieu sub-tropical. Son altitude moyenne est de 300 à 500 mètres. Sa pluviométrie moyenne annuelle est de 1 300 – 1 500 mm (fig. 3) avec une saison sèche de 5 mois (mai à septembre) moins prononcée qu'ailleurs dans les cerrados (d'autant moins qu'on descend vers le Sud) puisque, à part juillet ou août, il y pleut tous les mois d'hiver au moins 50 mm (20 % des pluies annuelles). Ceci est un avantage pour les cultures de « Safrinha » (automne/hiver). D'ailleurs le Mato Grosso do Sul est encore, à l'instar du Parana, un pays producteur de blé en hiver. Les 4/5 de l'Etat sont constitués de grès primaires, secondaires et tertiaires (fig. 2) à « latosollos vermelho-amaro » argilo-sableux et pauvres. Les parties Centre-Sud (Dourados – Campo Grande – Bandeirantes) et extrême Nord-Est s'appuient sur les basaltes crétacés à « latosollos roxos » de bonne qualité physique.

La première institution à avoir abordé, très tôt, les techniques de semis direct paraît avoir été l'UEPAE (Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual), créé en 1976 à Dourados et qui deviendra plus tard (1986) l'EMBRAPA-CPAO (Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste). En 1976, il tente le sursemis de blé sur soja sans travailler le sol pour gagner du temps, recherche abandonnée 1 an après grâce à l'arrivée de variétés de soja à cycle court.

De 1976 à 1978, l'UEPAE compare divers systèmes de travail du sol en particulier le conventionnel et le semis direct, pour en conclure que le second cause 10 fois moins d'érosion que le premier.

De 1980 à 1983 l'UEPAE, en association avec la COTRIJUI et l'EMPAER, travaille sur la succession annuelle soja-blé. Il était encore confronté à l'époque à des difficultés techniques de semer pour le blé. Le problème de production et de conservation de la paille pour le semis direct, par des cultures d'été se posait du fait du climat tropical plus chaud que le sub-tropical qui active la minéralisation. En 1983, l'UEPAE organise à Dourados la 2^{ème} rencontre de semis direct du Mato Grosso.

De 1986 à 1990, l'UEPAE, devenu l'EMBRAPA-CPAO, entreprend des essais de longue durée pour identifier, d'une part les espèces les plus intéressantes comme cultures de safrinha pour produire de la paille, d'autre part pour comparer et quantifier les effets de différentes gestions sur l'érosion, le régime hydrique, les bilans minéraux, les aspects biologiques, physiques et chimiques du sol. Le CPAO a également travaillé sur les zonages agroécologiques et l'intégration agriculture-élevage.

Pour les couverts de safrinha, des plantes de climat frais (types tempéré et sub-tropical) autant que de climat chaud (type tropical) pouvaient convenir : avoine, seigle, chou fourrager, colza, vesce, trèfle blanc d'une part mil, sorgho, mucuna, crotalaire d'autre part (mil et sorgho avant soja et crotalaire avant maïs).

L'avoine, à partir de 1990, et le mil (*Pennisetum americanum* et *P. typhoides*) à partir de 1995, sont alors parmi les espèces les plus recommandées par la recherche.

On peut dire qu'à partir de 1995, le mil, comme couverture de sol et pourvoyeur de paille, a fait avancer le développement du semis direct dans le Mato Grosso do Sul (et ailleurs dans les cerrados).

Parallèlement, à partir de 1984, le mil faisait l'objet d'une intense sélection par une initiative privée. Il s'agit de Luiz Albino Bonamigo, personnalité reconnue des cerrados en tant qu'ingénieur agronome, agriculteur pionnier en semis direct (depuis 1984) et producteur de semences dans sa fazenda Bonamigo de 1 000 hectares à Bandeirantes (au NE de Campo Grande).

Les variétés les plus connues ont été Comum, BN-1 et BN-2, lancées de 1986 à 1992. Ces mils ont une bonne valeur fourragère (fourrage annuel d'été, pâturage direct, foin, ensilage) et alimentaire (grains). Les meilleures périodes de semis (à la volée ou en lignes) sont le printemps (août à octobre) au Sud du Mato Grosso do Sul donc avant le semis de la culture d'été, ou l'automne (février à mars) ailleurs (donc presque partout) dans les cerrados tropicaux, juste après la récolte de la culture d'été. A raison d'un semis de 20 à 35 kg/ha, la

matière sèche produite est de 12 t/ha au bout de 90 jours. La paille (avant égrenage) est ensuite traitée au rolo-faca motorisé, au tritrateur, ou au glyphosate.

Luiz Bonamigo est également connu pour la promotion et la sélection d'une légumineuse, le « guandu » (*Cajanus cajan*) avec en particulier des variétés rustiques et à port bas (variétés Bonamigo 1 et 2) utilisables en semis de février à mars pour la protection du sol et pour améliorer les pâturages dégradés à *Brachiaria decubens*. En 2000, il existait 17 zones d'implantation et de développement en diverses régions (Mato Grosso do Sul, Goiás, Parana, Sao Paulo) comme essais de démonstration d'amélioration des pâturages, en particulier avec du « guandu ».

Comme acteurs du semis direct il faut aussi mentionner, dans le Mato Grosso do Sul :

- la « **Fondation MS** » pour la recherche appliquée et la diffusion de technologie, basée à Maracaju (N-O de Dourados) et fondée en 1992 par des agriculteurs à partir de l'ex-coopérative COAGRI. Beaucoup de ces agriculteurs ont été des pionniers du semis direct, en particulier l'agronome Edson Borges (directeur technique de la Fondation) et l'agriculteur Ake Van der Vinne. Celui-ci initia le semis direct du soja sur pâturage à *Brachiaria decumbens* utilisé pour couvrir le sol en hiver-printemps, ce qui est plus intéressant qu'une couverture d'avoine ou de blé qui, étant récoltés en août, ont des résidus qui ne couvrent pas assez le sol au printemps avant le soja.

La Fondation MS concerne environ 580 adhérents et 125 000 hectares. Une autre fondation, la « Fondation Chapadão » plus modeste, est située à Chapadão do Sul.

- le « **Grupo Plantio na Palha (GPP)** » : fondé en 1993, il s'agit d'un groupement de producteurs, entrepreneurs agricoles, techniciens et chercheurs, cooptés et organisés pour promouvoir et défendre le système semis direct, former un réseau d'informations et d'expérimentations. Un de leurs membres, Lúcio Damalia, près de Panambi, est sans doute un des tout premiers précurseurs du semis direct puisqu'il débuta dès 1977.

- l'**Université Fédérale du Mato Grosso do Sul (UFMS)** : elle ne semble pas jouer un rôle très important dans l'environnement semis direct.

En 2000, sur 1,35 millions d'ha de cultures d'été dans le Mato Grosso, il y en a environ 800 000 hectares en semis direct, dont la très grande majorité pour le soja, le restant pour le maïs et le coton. Les cultures de safrinha sont, par ordre décroissant : l'avoine noire, le maïs, le blé, le chou fourrager, le sorgho, le tournesol.

Les régions les plus touchées par le semis direct sont le Centre-Sud et le Centre-Ouest : Dourados, Ponta Porã, Laguna Carapã, Bandeirantes, São Gabriel do Oeste (où il existe depuis 2000, un Club des Amis de la Terre, CAT), Chapadão do Sul, Bonito, Panambi, Coxim, Mineiros, Bataiporã.

4.4. - L'ETAT DU MINAS GERAIS

Le Minas Gerais (Capitale Belo Horizonte) possède des cerrados dans ses 2/3 Ouest : haut bassin du São Francisco, hauts et moyens bassin du Rio Paranaíba et du Rio Grande. Les trois régions contigües, où se développe actuellement le semis direct, sont le « Noroeste » (Unai,

Paracatu, Bonfinópolis), le « Triângulo Mineiro » (Uberlândia, Uberaba, Indianópolis) et le « Alto Paranaíba » (Patrocínio). Dans cette région, la pluviométrie moyenne annuelle oscille entre 900 et 1 700 mm (fig. 3). La partie la plus sèche est le Nord et le Nord-Est avec 800 – 1 000 mm annuel. La saison sèche est prononcée, avec des difficultés pour caler des cultures de safrinha et de contre saison sinon sous irrigation.

Le substratum géologique (fig. 2) est varié. Socle précambrien (roches cristallines), plateaux (chapados) gréseux crétacé, plateaux basaltiques, plaines de grès tertiaires (dans le « Triângulo »). L'altitude est comprise entre 400 et 1 100 mètres (fig. 8).

A partir de 1983, l'Etat du Minas Gerais entreprit un vaste programme de lutte contre l'érosion à travers le programme national coordonné par l'EMBRATER (devenu plus tard EMATER), dit « micro-bassins (ou sous-bassins) hydrographiques ». En 1983, fut créé à Lavras, un centre de formation à la gestion des micro-bassins, appliquée aux régions « Sudeste », Nordeste » et « Centro-Oeste » du Brésil. Ce centre était géré par l'ESAL (Ecole Supérieure d'Agriculture de Lavras) et la FAEP (Fondation d'Appui à l'Enseignement et la Recherche).

A l'échelon de l'Etat proprement dit se monta le « programme d'Etat de gestion intégrée des sous-bassins hydrographiques ». Pour cela se créèrent des « associations micro-régionales de municipales » et on sélectionna et étudia un certain nombre de sous-bassins pilotes.

A l'échelon rural, le fonds de commerce de ces actions fut la construction des fameuses banquettes (à base large le plus souvent) en courbes de niveau. L'Ouest du Minas Gerais, en particulier le « Triângulo Mineiro » et le « alto Paranaíba », avant l'arrivée du semis direct (1990-1995) fut particulièrement aménagé avec ses ouvrages subventionnés de D.R.S.

Les régions du « Triângulo Mineiro » et du « Alto Paranaíba »

Il s'agit des régions qui sont parmi les plus touchées par le semis direct, autour des villes de Uberlândia, Uberaba, Indianópolis, Tupaciguara, Ituiutaba, Campo Florido, Sacramento, Conquista. Le point névralgique est **Uberlândia**.

Un pionnier du semis direct est Lucas Johannes Maria Aernoudts, près d'Indianópolis, qui est venu du Rio Grande do Sul et qui s'est mis au semis direct à partir de 1983 sur sa Fazenda Mandaguari. Il possède actuellement 2 300 ha dont 1 600 hectares en semis direct : 830 ha en pluvial (soja, maïs, haricot), 770 ha en irrigué sous pivots (maïs, avoine, mil, sorgho, vesce, chou fourrager), 350 hectares en pâturages et 450 hectares en zone de réserve. Dans cette région une deuxième campagne (safrinha) est difficile à réaliser. Par contre, l'irrigation, souvent en semis direct, y est assez développée.

Un agriculteur également souvent cité, encore « Gaucho » du Rio Grande do Sul, est Egon Lohmann, près d'Uberlândia, qui s'y mis en 1986 en commençant par le soja semé dans la parcelle de blé. Comme L. Aernoudts, il pratique l'irrigation sous pivots (blé surtout) et il intègre agriculture et élevage.

Le « Triângulo Mineiro » est une région très dynamique. Au niveau des agriculteurs il existait en 2001, 4 CAT (Clubs des Amis de la Terre) : Uberlândia, Uberaba (président : Lucas Aernoudts), Patrocínio et Tupaciguara. Un « sindicato rural » (Chambre d'Agriculture) puissant est présent à Uberlândia. Concernant la recherche, il faut citer surtout l'Université

Fédérale de Uberlândia (UFU), dont la Faculté d'agronomie très engagée, avec le Professeur Waldo Lara (par ailleurs président du CAT de Uberlândia) dans la recherche et l'enseignement du système semis direct. Elle dispense des cours de post-doc (post-graduação) pour les ingénieurs agronomes. Mentionnons aussi la Faculté d'agronomie et zootechnie de Uberaba (FAZU). Enfin deux associations dynamiques : l'Association des Ingénieurs Agronomes de Uberaba (AGRU) et l'Association des Ingénieurs Agronomes de Uberlândia.

Comme ailleurs, les coopératives jouent un rôle important. Il existe aussi des Fondations comme la FUNAP (Fondation d'Appui à la Recherche Agricole du Triângulo Mineiro et du Alto Paranaíba) basée à Uberaba.

La région du « Noroeste Mineiro »

C'est la région située vers 700 mètres d'altitude, en face (à l'Est) du Distrito Federal de Brasilia et qui fait partie de sa zone économique. Le semis direct s'y développe assez rapidement autour des villes de Unai, Paracatu, Bonfinópolis, Buritis, Iraí de Minas, Morada Nove, Christo Rei, Cabeceira Grande. Comme chaque région doit avoir son pionnier, la région du Noroeste revendique Enary Seibt (Iraí de Minas) qui démarra le semis direct en 1983 avec le soja sur résidus de soja. On cite souvent aussi Paulo Evandro Ferigolo (Cabeceira Grande). Mais le vrai développement du système semis direct a commencé au début des années 90.

Les cultures pratiquées sont soja, maïs, haricot surtout, puis mil, riz, sorgho, coton, tournesol.

L'irrigation est largement pratiquée dans la région (haricot, blé, oignon, maïs ...) sous pivot la plupart du temps.

Le CAT de Unai, créé en 1997, est très actif. Il en est de même des coopératives telle la CAPUN (Cooperativa Agropecuária de Unai) ou la COPAMIL (Paracatu, pour le maïs). L'enseignement et la recherche sont surtout le fait de la FACTU (Faculté de Ciências e Tecnologia de Unai) avec sa Faculté d'Agronomie.

Unai, un des hauts lieux du semis direct des Cerrados, organise tous les ans ou tous les 2-3 ans (1996, 1997, 2000, 2001, ...) son « séminaire sur le semis direct du Noroeste Mineiro ».

Au niveau de l'ensemble de l'Etat, en dehors des associations et institutions indiquées et spécifiques des deux grandes régions précédentes, il faut également mentionner comme acteurs du « système semis direct » les structures suivantes :

- la recherche : l'EMBRAPA-CNPMS (maïs et sorgho) basé à Sete Lagoas et l'EPAMIG, recherche agricole de l'Etat du Minas Gerais,
- l'enseignement et la recherche : l'Université Fédérale de Lavras (UFPA), avec son école supérieure d'agriculture (ESAL) et l'Université Fédérale de Viçosa (UFV),
- la vulgarisation et la formation : l'EMATER-MG (secrétariat d'Etat à l'Agriculture) avec un centre de formation à Bambui ,
- les Fondations : la FAPEMIG (Fundação de Amparo a Pesquisa de Minas Gerais) et la FAEP (Fundação de Apoio ao Ensino e Pesquisa) liée à l'EMBRAPA et à l'ESAL.

4.5. - L'ETAT DE BAHIA

L'Ouest de l'Etat, région de Barreiras, nouvelle frontière « agricole » est un pôle de développement du semis direct pour les migrants du Sud dont beaucoup sont d'origine Allemande, Italienne et Japonaise. Les principaux noyaux de développement sont situés autour des villes : Barreiras, Riachão das Neves, Luiz Eduardo Magalhães, São Desidério, Formosa do Rio Preto, Correntina, Santa Maria da Vitória. Les grandes exploitations dominent, avec soja, maïs, riz, haricot, coton. Les périmètres irrigués sont assez importants.

Au point de vue recherche, il existe une station de l'EMBRAPA. La vulgarisation est le fait de l'EBDA (Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola). Quatre grandes « fondations » ont été initiées par les agriculteurs : la Fondation Bahia, la Fondation pour le Développement de l'Ouest de l'Etat de Bahia, l'Association des agriculteurs irrigants de l'Ouest de Bahia (AIBA) et l'Association Bahianaise des producteurs de coton (ABAPA).

A Luis Eduardo Magalhães s'est créé un projet de « semis direct » : Projet « Campo Demonstrativo do Plantio Direto ». En 2001 s'est tenue dans cette même ville de Luis Eduardo Magalhães la première rencontre de semis direct de l'Ouest du Bahia, organisée par l'Association des ingénieurs agronomes de cette localité. Un « club des Amis de la Terre » (CAT) y a été créé.

Les exploitations (200 à 10 000 ha) sont contrôlées par trois grandes catégories : les grands propriétaires, les coopératives et les entreprises agro-industrielles. Entre ces catégories, essaient d'exister les petits propriétaires à main d'œuvre familiale.

4.6. - LES ETATS DU MARANHAO, DU PIAUI ET DU TOCANTINS

Le désenclavement, ferroviaire et routier, progressif de cette région vers le port de São Luis au Nord fut conduit, à partir de 1991, par un programme de développement appelé « corridor d'exportation Nord ». Ce programme résulte d'un partenariat associant la Compagnie Vale do Rio Doce (CVRD), l'EMBRAPA-soja, la Banque du Brésil et le Secrétariat du Développement Régional. La région concernée, d'environ 6 millions d'hectares, est située au Sud du Maranhão, au Sud-ouest du Piauí et au Nord du Tocantins. Elle est drainée par la voie ferrée Nord-Sud. Le point névralgique en est la ville de Balsas (Maranhão). La culture du soja a commencé à la fin des années 70, avec des immigrants des Etats du Sud.

Le développement du soja dans cette région chaude de basse latitude a été rendu possible par les créations variétales de l'EMBRAPA-soja (résistances aux maladies), sur ses terrains expérimentaux de Balsas (22 hectares), en partenariat avec la FAPCEN (Fondation d'Appui à la Recherche du Corridor d'Exportation Nord) créée en 1993. D'autres recherches variétales furent entreprises, concernant le maïs, le riz, le haricot et le sorgho. De même que furent abordées les conditions et composantes agronomiques du semis direct (plantes de couverture, gestion des mauvaises herbes, fertilisation, densités de semis ...) et leurs aspects économiques.

Les sols de cette région sont des sols ferrallitiques acides, très désaturés, riches en sable sur dominante gréseuse (« latossolos vermelho-amarillo »). La pluviométrie moyenne annuelle (fig. 3) est comprise entre 900 mm à l'Est (Piauí) et 1 500 mm à l'Ouest (Tocantins). Il tombe 1 100 mm en moyenne à Balsas. La saison sèche de 5 mois est très marquée, avec 3 mois

(juin, juillet, août) pratiquement sans pluie et les deux autres (mai et septembre) avec moins de 50 mm.

Le semis direct s'est développé autour de Balsas à partir de 1993, consécutivement à l'arrivée de migrants issus de la Coopérative « Batavo » du Parana qui elle-même faisait partie des pionniers pour s'approprier ces technologies.

Le soja est la principale culture de la région suivi par le riz.

4.7. – L'ETAT DU MATO GROSSO

La mise au point puis le développement foudroyant du semis direct au Mato Grosso a été une aventure qui a commencé en 1984, indissociable d'un acteur essentiel, Lucien Séguy, secondé par Serge Bouzinac, deux agronomes Français du CIRAD (Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement).

Ce binôme d'agronomes est arrivé au Brésil, au Maranhão, en 1978, sur une convention de 4 ans IRAT (devenu CIRAD plus tard)/EMAPA. L'objectif était d'améliorer la situation de la petite agriculture manuelle de la région du Cocaïs, à base de cultures associées de riz pluvial, maïs, manioc et vigna en agriculture itinérante sur forêt secondaire à « babaçus », et avec une pluviométrie de 1 400 mm annuels. Les « caboclos » pratiquaient le semis direct traditionnel en poquets au baton fousseur sur sol nettoyé sableux et très érodible, après brulis. Un dispositif participatif de « création-diffusion » comportait une « matrice » de 60 hectares à Bacabal et des fermes de références dans les villages de Brejinho et Firmino. Il en résulta la construction d'une douzaine d'alternatives de systèmes de culture fixés et améliorés à base de variétés améliorées, rotations, utilisation d'intrants, etc ... Le besoin d'une bonne couverture du sol pour diminuer l'érosion et la prolifération des adventices, se manifestait déjà. Des systèmes comme le semis direct du vigna au baton dans les chaumes de riz, fauché ensuite pour couvrir, étaient déjà proposés et adoptés par les petits agriculteurs. Le terroir dans son ensemble était protégé par des cordons ligneux productifs et anti-érosifs.

A partir de fin 1982, nos agronomes se sont retrouvés à Goiania (Etat du Goias), suite à une convention entre le CIRAD et le CNPAF-EMBRAPA, un des organismes de recherche Fédéral (riz et haricot) des Cerrados. Il s'agissait cette fois de trouver des alternatives à la grande monoculture intensive de soja sur ces sols fragiles des Cerrados travaillés aux disques entraînant érosion, perte de fertilité et dégradation physique des sols, envahissement par les adventices et finalement abandon des terres à l'élevage extensif.

Dans un premier temps l'équipe, toujours avec une méthodologie « recherche-action » dite « création-diffusion », a alors créé 3 dispositifs « matriciels » destinés à créer et tester de nouveaux systèmes de culture :

60 hectares à Goiania

15 hectares à Alvorada (Centre Nord du Goias)

100 hectares à Diamantino (Mato Grosso), à la Coopérative Coopervale.

La recherche a tout d'abord été orientée sur le travail du sol (décompactage, labour aux socs) et les rotations.

Il s'agissait de recréer rapidement un profil cultural permettant aux cultures (riz, soja, maïs) de traverser la semelle d'off-set et d'exploiter les ressources profondes (eaux et nutriments) du sol.

En 1985, un accord intervint entre l'EMBRAPA-CNPAF et le producteur Munefume Matsubara, sur sa « Fazenda Progresso » (1 800 ha), à proximité de Lucas do Rio Verde, dans le Centre-Nord « pré-amazonien » de l'Etat du Mato Grosso. Une collaboration étroite fut initiée pendant 6 ans (1986-1992) avec cet agriculteur pionnier. Ce dernier est arrivé en 1976 dans le Mato Grosso. En monoculture de soja et sols travaillés aux disques, ses terres étaient en cours d'érosion et de dégradation, avec des coûts de production trop élevés. En 1984, il demande l'aide de la recherche et s'adresse à l'EMBRAPA.

En 1986, une unité expérimentale de 50 hectares destinée à la recherche est créée sur la Fazenda. Elle augmentera de taille régulièrement, jusqu'à 180 hectares en 1992, date d'arrêt de la collaboration avec Munefume Matsubara. A partir de 1990, le binôme d'agronomes quitta l'EMBRAPA mais continua sa collaboration avec la Fazenda Progresso, cette fois sous une tutelle RHODIA-agro (Filiale Brésilienne de Rhône Poulenc) qui s'est maintenue jusqu'en 2000.

La recherche menée par Lucien Séguy sur l'optimisation des systèmes de culture a alors connu plusieurs étapes : concernant la gestion du sol, les rotations et successions (« Safrinhas »), la diversification (riz, coton, sorgho, mil ...), l'amélioration variétale et l'intégration agriculture-élevage.

- Dans un tout premier temps, de 1983 à 1989, les systèmes améliorés ont d'abord porté sur une seule culture annuelle (riz – soja en rotation) et sur la décompactation du profil cultural par scarification profonde (chisel à dents rigides) ou labour à la charrue à socs.

L'option « semis direct » envisagée sur les résidus de récolte seulement, n'était pas satisfaisante, compte tenu de la minéralisation trop rapide de ces résidus. Le système recommandé à partir de 1987 était le « labour profond, dressé et fermé » en fin de saison des pluies, avec une rotation soja-céréale ». Cela apportait une très nette amélioration à court terme, avec forte augmentation des rendements.

Des enquêtes, réalisées en 1990 sur 57 fazendas représentant 17 000 ha dans les Cerrados du Centre-Ouest (Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais) mais en majorité dans le Mato Grosso, en collaboration EMBRAPA-CIRAD-EMATERs, montraient les résultats suivants (toutes régions et variétés confondues) :

	Riz (kg/ha)		Soja (kg/ha)		Maïs (kg/ha)	
	10 % des surfaces		82 % des surfaces		8 % des surfaces	
Off. set. défriche	1 840	37 %				
Off. set, monoculture	1 050	28 %				
Off. set, rotation avec soja	1 905	17 %				
Labour, rotation avec soja	2 890	18 %				
		100 %				
Off. set, monoculture			1 410	41 %		
Labour, monoculture			1 875	52 %		
Off. set, rotation avec céréale			2 405	1,3 %		
Labour, rotation avec céréale			2 468	5 %		
				100 %		
Off. set, rotation avec légumineuse					3 180	53 %
Labour, rotation avec légumineuse					4 262	47 %
						100 %

Ces résultats montrent que pour toutes les cultures (riz, soja ou maïs) avec une seule culture par an, les meilleurs rendements sont obtenus avec **labour et en rotation** (avec soja pour le riz, avec céréales pour le soja et avec soja ou haricot pour le maïs).

En 1990, ces modes de culture recommandés (labour et rotation) représentaient 18 % pour le riz, 5 % pour le soja (dont 13 % dans la région de Sorriso) et 74 % pour le maïs.

Cependant, il était encourageant de noter qu'en cette année 1990, 86 % des exploitations enquêtées connaissaient et pratiquaient épisodiquement le **labour profond** (plutôt que les pulvérisages répétés), et depuis moins de 5 ans. Ce qui traduisait directement l'effort de recherche et de vulgarisation (avec les EMATER) sur ce thème et l'efficacité de la méthode « création-diffusion » depuis 1984.

Le mode traditionnel de culture du riz reste le riz sur défriche. Pour le soja, il restait dans 93 % des cas en monoculture dont 52 % avec labour.

Les analyses de sol ont cependant montré que même avec labour profond le taux de matière organique et la fertilité continuaient à chuter, corrélativement à un extrême taux d'infiltration donc de lixiviation des éléments minéraux. On a noté une perte de matière organique de plus de 50 % sur 6 ans. L'augmentation de rendement est rapide mais non durable. L'agronomie « classique », même parfaitement réalisée, trouvait ses limites en zone tropicale humide.

Il fallait donc trouver encore de meilleurs systèmes de culture, capables, cette fois d'être en même temps lucratifs (avec baisse des coûts de production) et efficacement durables du point de vue de la fertilité (avec maintien ou augmentation du taux de matière organique).

- **Car à partir de là, c'est à dire 1989, c'est la voie du semis direct sur couverture végétale qui a été privilégiée.** Pour cela il fallait impérativement renforcer la biomasse et donc réaliser des successions annuelles du type culture commerciale en cycle court suivie d'une safrinha de graminée à paille.

Le labour profond, la scarification ou le sous-solage ne s'avéraient intéressants que pour casser les semelles d'offset, restructurer et, associé à une correction phosphatée et calcaire,

restaurer la fertilité du profil après la monoculture de soja, préalablement à sa reprise biologique, et durable cette fois, par une gestion en SCV.

Une deuxième étape de recherche puis de diffusion a été l'introduction du semis direct pour une deuxième culture (dite de « safrinha ») en succession de la culture principale, par exemple sorgho, mil ou maïs derrière riz, maïs ou soja de cycle court.

L'intérêt du sorgho « safrinha » en semis direct derrière soja, avec très peu d'intrants, est grand car 500 kg à l'hectare suffisent pour couvrir les coûts de production, et que la productivité moyenne dans ces conditions est de 1 400 kg/ha. Cette pratique a commencé à se développer dans le Mato Grosso, à partir de 1989.

Un autre intérêt majeur était, sans immobiliser de surfaces productives, de laisser en surface un mulch suffisant pour protéger le sol et d'y effectuer (ou sur ses repousses « grillées » à l'herbicide) un semis direct de soja l'année suivante. La succession annuelle a débloqué la situation permettant pour toutes les cultures, sauf encore pour le riz (mais ça viendra) de pratiquer le semis direct et de garder un sol couvert quasiment en permanence.

Une graminée de safrinha (maïs, sorgho, mil) à forte biomasse et à enracinement puissant a également pour fonction de recycler les éléments minéraux et donc, s'ajoutant à la recharge du sol en carbone, de concourir à la durabilité agronomique des systèmes.

A la Fazenda Progresso ont été mis au point et validés en conditions réelles, un certain nombre de systèmes de culture et de production.

On est passé progressivement d'une culture annuelle (soja, riz ou maïs) en rotation tous les ans à une culture annuelle en rotation avec 2 cultures en succession, puis à des systèmes à 2 cultures annuelles en succession tous les ans.

La 2^{ème} culture annuelle est alors une graminée type sorgho, maïs ou mil. Elle demande généralement un semis précoce et donc un cycle court pour la 1^{ère} culture (maïs, soja, riz ...).

La présence de riz dans les assolements, exigeait cependant de conserver le labour profond ou la scarification avant cette culture dans la gestion des systèmes. En effet, le riz demande une macroporosité du sol, qu'à l'époque, seul le travail profond préalable pouvait offrir. Donc les rotations comportant le riz ne pouvaient pas encore être réalisées en semis direct continu.

Le labour pour le riz était l'occasion de maintenir la fertilité en apportant régulièrement (tous les 3 ans) au sol 2 t/ha de thermophosphate + 600 kg de gypse + 160 kg de KCl.

Après ces étapes décisives, de 1989 à 1994, Lucien Séguy a amplifié et diversifié ses recherches sur les dispositifs expérimentaux de la Fazenda Progresso (jusqu'en 1992) puis avec des Coopératives de 1992 à 1994 : Cooperlucas (lucas de Rio Verde) la coopérative la plus dynamique du Mato Grosso, Comicel (Sinop) et Coasol (Sorriso). En 1993 le dispositif mesurait 500 hectares, toutes ces coopératives étant reliées en la Fondation « Rio Verde ».

Il s'agit, avec la participation de 4 « fazendas de référence », de créer des systèmes durables, stables, lucratifs et reproductibles non polluants : augmenter la production en quantité et en qualité, diminuer les coûts, maximiser l'activité biologique, améliorer la fertilité du sol,

réduire ou optimiser l'utilisation des pesticides et des engrais, simplifier et assouplir les itinéraires techniques et les chantiers.

Il faut que le système sol-plante se rapproche le plus possible de l'écosystème forestier naturel qui constitue un milieu durable, en équilibre et quasi-fermé, où l'alimentation minérale, grâce au système racinaire, à la faune et à la microflore, est recyclée en permanence, sans pertes (érosion, lixiviation ...) vers l'extérieur, ni perturbation autre que biologique. Seules les exportations minérales par les grains sont alors à restituer.

Pour cela l'objectif était le suivant :

- systématiser la double culture annuelle (successions) et les rotations en adaptant les calendriers, longueurs de cycles et capacités des équipements,
- généraliser et pérenniser le semis direct pour toutes les cultures, y compris le riz pluvial et le coton, réputés plus difficiles à intégrer dans les systèmes,
- tester et proposer une gamme diversifiée de plantes de couverture et d'engrais verts (légumineuses), à utiliser avant (à semer alors aux premières pluies) ou après (en « safrinha ») la culture principale ou bien en couverture vive permanente et fourragère, avec fonctions de créer un maximum de biomasse, aérienne et souterraine, pour protéger et améliorer le sol (sa biostructure), recycler les éléments minéraux et gêner les adventices, et enfin à valeur commerciale ou fourragère,
- intégrer les pâturages, intensifs ou semi-intensifs dans les systèmes de production de grains,
- trier ou créer de nouvelles variétés de riz, coton, maïs, soja et couvertures afin d'optimiser la qualité, et le « rendement » du système dans les conditions pédo-climatiques du Mato Grosso.

Ainsi, ont été testés trois types de systèmes :

- **les systèmes de production de grains à 2 cultures annuelles en semis direct en rotation quadriennale** : une culture principale + une culture en précédent (ouverture) et/ou en succession, jouant le rôle de pompe biologique recycleuse, par exemple :
 - . mil + soja + sorgho ou mil
 - . soja + sorgho ou mil
 - . riz + sorgho ou mil
 - . crotalaire + riz

La crotalaire (ou le *Sesbania*), à puissant système racinaire, précédant le riz (exigeant en macroporosité), a pour rôle d'aérer et restructurer préalablement le sol.

Une autre possibilité est de pratiquer un labour profond précédant un riz (avec amendements phospho-calciques) ou une scarification profonde (qui laisse 50 % des résidus précédents en surface) tous les 3 ans au bout de 4 cultures (autres que le riz), cultures principales et couvertures en semis direct.

- **les systèmes agriculture-élevage mettant en rotation tri ou quadriennale la production de grains en semis direct (3 ou 4 ans de suite)**. Ce pâturage est à base de *Brachiaria brizantha* (v. Brizantão) ou de *Panicum maximum* (v. Tanzânia). Il est exploitable en pâturage tournant à 4-6 UGB/ha.

Pour passer du soja au pâturage, au fur et à mesure de la récolte du soja ou du riz (à semis précoce), le fourrage est implanté en semis direct après traitement fongicide des semences.

A l'inverse, pour passer du pâturage à la culture, s'offrent plusieurs possibilités :

- . offset lourd puis labour au soc profond dressé. En début des pluies, cultivateur à dents sur le labour et semis du riz pluvial
 - . glyphosate en fin de saison des pluies. Glyphosate encore sur les repousses en début des pluies, semis direct de soja, puis éventuellement contrôle des repousses au fusilade
 - . paraplow (décompacteur à dents obliques) en fin des pluies, qui ne chamboule pas le profil, tout en coupant les systèmes racinaires. Au début des pluies, glyphosate sur les repousses, puis semis direct du soja (complété éventuellement par une faible dose de fusilade)
- **les systèmes permanents agriculture-élevage de production de grains sur tapis végétaux vivants pérennes**, pâturés ou fauchés chaque année, après la récolte de grains.

Les couvertures vives, en association avec les cultures principales, peuvent être des graminées ou des légumineuses fourragères pérennes (par rhizomes, stolons ou graines), parmi les gammes suivantes :

- . en graminées : *Cynodon dactylon* (tifton, variété hybride), *Paspalum notatum*, *Pennisetum clandestinum*, *Axonopus*, *Stenotaphrum*
- . en légumineuses : *Arachis pintoï*, *Arachis repens*, *Lotus uliginosus*, *Lotus corniculatus*, *Trifolium*, *Tephrosia pedicellata*, *Calopogonium mucunoides*, *Stizolobium aterrimum*, *Macroptilium atropurpureum*.

Le problème, soluble mais relativement technique, consiste à éviter la concurrence précoce entre la culture et la couverture vivante en voie d'installation. Pour cela, en plus d'un herbicide total de contact pour rabattre la couverture avant le semis, il est nécessaire d'utiliser en post-émergence des herbicides à doses faibles, sélectifs (fusilade par exemple, pour rabattre les graminées) ou inhibiteurs de croissance, jusqu'à ce que la culture recouvre bien le sol, après quoi, la compétition est réduite au minimum.

A partir de 1994, l'Equipe du CIRAD a continué à perfectionner les systèmes en semis direct, les matériels génétiques les plus performants concernant la culture principale (riz et coton surtout ...) ou la safrinha (nouveaux cultivars de sorgho, mil, éleusine, *Echinochloa* sp., *Coix lacryma jobi*). Mais le partenariat du CIRAD est passé de la Cooperlucas à la Préfecture de Sinop (1994-1996) puis, à partir de 1996 à l'Entreprise privée MAEDA et enfin, à partir de 2000, à l'Entreprise privée de recherche Agronorte ainsi que la coopérative cotonnière COODETEC avec, pour supports, des « matrices » expérimentales et de nombreuses fazendas de référence dans les principales régions du Mato-Grosso.

24 nouveaux cultivars de riz, à aptitudes pluviales et irriguées, à qualité de grain exceptionnelle et à très haute productivité (6 à 8 t/ha) ont été identifiés pour le semis direct. Après la variété CIRAD 141 qui a eu beaucoup de succès, est lancée en 2001, sur plusieurs dizaines de milliers d'hectares, la variété Sucupira (Agronorte/CIRAD).

De même, pour le coton, les meilleures variétés ont été triées en fonction de leurs performances en semis direct. Il faut citer en particulier la variété COODETEC 402 (CIRAD-COODETEC) dont les rendements moyens dépassent 3 t/ha de coton-graine.

Une nouvelle révolution est en train de naître dans les Cerrados du Centre-Ouest.

Ainsi, le riz et le coton sont devenus très compétitifs dans le Mato Grosso, et plus attractifs que le soja. Le riz pluvial de très haute qualité de grain peut ainsi devenir le « blé » des tropiques humides avec des rendements réguliers de 6 à 8 t/ha, donc autant que les riz irrigués du Sud et à coût de production bien inférieurs.

Par ailleurs, pour les cultures de safrinhas, producteur de fortes biomasses aériennes et souterraines, ont été importées et triées de nouvelles variétés de sorghos guinea, de mils africains, et d'*Eleusine coracana* (« Pé de Galinha ») avec, pour ces dernières, 40 variétés testées, dont le cultivar Pg 5352 a été lancé à grande échelle dans le Brésil Central par Agronorte.

Le cas du coton

Le coton se développe à grande vitesse dans le Mato Grosso depuis 1998. Cet Etat est devenu le premier producteur du Brésil (45 % de la production nationale en 2001). En « conventionnel » sur des sols en « bon état », la productivité peut y être élevée (2 500 à 3 000 kg/ha de coton-graine), grâce à un emploi massif d'intrants mais les coûts de production sont alors également très élevés (1 000 à 1 500 US \$/ha).

Cette culture a commencé à progresser dans des systèmes auparavant à base soja, riz pluvial ou maïs, qui étaient en semis direct depuis 7 à 10 ans donc de bonne fertilité au départ. Cependant la tentation et la tendance naturelle sont de privilégier les gains à court terme donc la monoculture de coton sur sols travaillés aux disques en culture intensive « minière » c'est à dire menaçant rapidement la durabilité comme c'était le cas au départ dans les années 80 pour le soja. Les contraintes techniques exigeant la destruction des repousses de cotonniers pour contrôler les ravages des insectes et champignons, l'introduction du coton était donc une menace pour le semis direct et la gestion agroécologique des sols du Mato Grosso.

Le CIRAD (L. Séguy) a donc mis au point trois scénarios principaux pour l'insertion du coton en semis direct avec rotations et/ou successions annuelles :

- le coton comme culture principale, chaque année sur puissantes biomasses implantées dès les premières pluies,
- le coton comme culture principale 1 an sur 2 ou sur 3, en rotation avec les successions annuelles à base de soja ou riz + « safrinha »,
- le coton chaque année en « safrinha », après une forte biomasse nourricière et protectrice implantée dès les premières pluies, ou bien en succession de soja ou de riz de cycles courts.

Bien sûr, ces divers scénarios demandent de jouer sur les longueurs de cycles, les variétés et les dates de semis des cultures.

V. – EVOLUTION DES SURFACES EN SEMIS DIRECT

Expansion nationale à partir de 1972 (Fig. 9)

De 1972 à 1979, on est passé de quelques centaines d'hectares (Herbert Bartz) à 50 000 hectares essentiellement dans le Parana (régions de Londrina et des Campos Gerais) et le Rio Grande do Sul, en grande culture mécanisée. Une augmentation sensible est intervenue à partir de 1980 (100 000 hectares) jusqu'à 1990 (1 million d'hectares).

Toujours dans les deux mêmes Etats l'accroissement annuel était alors de 800 000 hectares par an.

De 1991 (1 million d'ha) à 1996 (5,5 millions d'ha) la croissance a été extrêmement forte, avec 900 000 hectares annuels.

Un saut brutal a marqué la campagne 1996/97 avec un accroissement de 3 millions d'hectares par rapport à la campagne 1995/1996 !

De 1997 à 2001 on est passé à une augmentation de 1,2 millions d'hectares par an et il semble que ce rythme se poursuive.

Ainsi en 2001 la surface totale en semis direct au Brésil était de 17,3 millions d'hectares.

Expansion par Etats à partir de 1995

EMATER, Fondations, EPAGRI, CATI, APDC... fournissent des chiffres sur l'accroissement du semis direct qui concernent les 3 Etats du Sud (PR, RS, SC), l'Etat de São Paulo (SP), l'Etat du Mato Grosso do Sul (MS) et l'ensemble géographique des Cerrados (hors Mato Grosso do Sul).

L'augmentation des surfaces a été la plus forte pour les Etats du Parana et du Rio Grande do Sul ainsi que pour les Cerrados.

	RS	PR	MS	SC	SP	CERRADOS	AUTRES	TOTAL BRESIL
1995/96	1.700.000	1.800.000	300.000	-	-	1.500.000	200.000	5.500.000
1996/97	2.331.000	3.441.000	375.000	250.000	-	2.200.000	250.000	8.847.000
1997/98	3.817.000	3.861.000	525.000	302.000	45.000	2.475.000	300.000	11.325.000
1998/99	3.664.853	4.384.544	853.000	623.000	348.041	3.300.000	200.000	13.373.468
1999/00	3.593.094	4.725.000	887.000	863.140	601.412	4.100.000	200.000	14.969.000
2000/01	3.593.094	4.961.000	1.699.000	986.000	1.017.000	4.900.000	200.000	17.356.000

Source : EMATER RS/EPAGRI SC/EMATER PR/FONDATION MS/CATI SP/APDC (CERRADOS)

Surfaces en semis direct par Etats

Les chiffres par cultures ne sont pas disponibles. Seul le Parana est documenté. Pour la campagne 1998/99, les chiffres suivants sont cités (source EMATER-PR) :

- soja : 1.863.061 ha
- maïs : 837.924 ha

- blé : 407.103 ha
- haricot : 122.931 ha
- coton : 1.130 ha
- Total : 3.232.149 ha

Le soja est donc loin devant, suivi du maïs (et non du blé). Ne sont pas incluses les « safrinas » (seulement les cultures uniques par an) et les plantes de couverture (avoine ...).

Il serait intéressant d'avoir des chiffres concernant les cerrados. Le riz et le coton en semis direct y concurrencent le soja depuis quelques années.

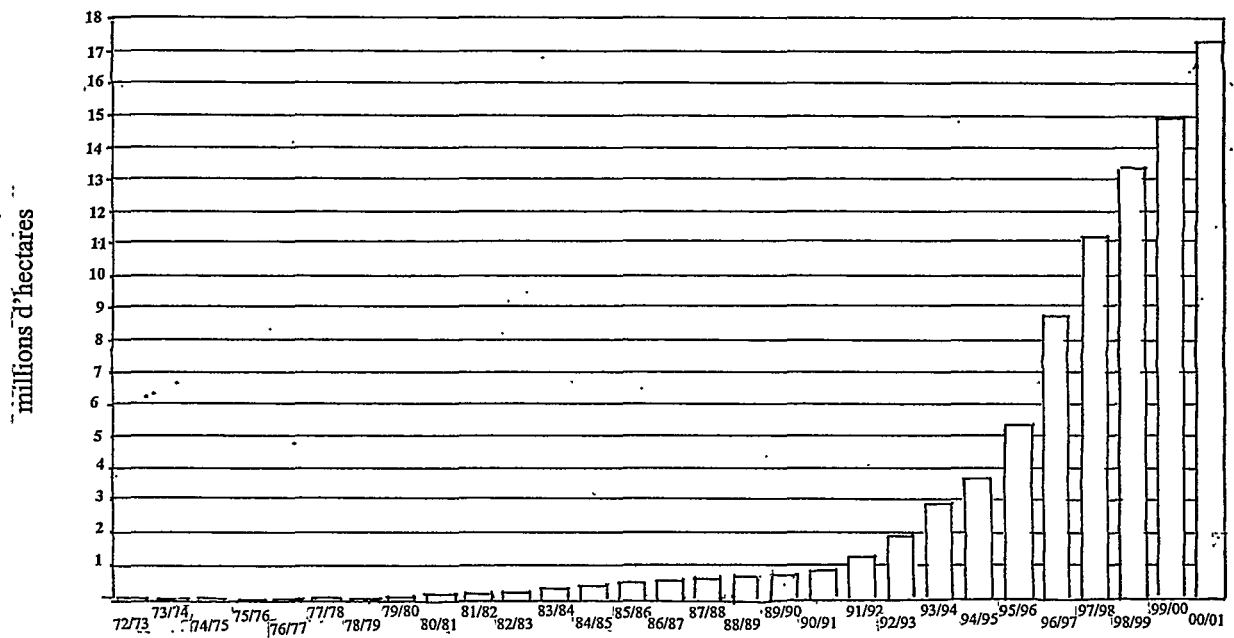
En petite agriculture

Seuls les chiffres du Parana sont disponibles.

Ainsi l'EMATER-PR évaluait la superficie en semis direct à 69.017 ha en 1998/99 (contre 43.139 ha en 1997/98).

C'est le maïs qui domine (49.724 ha en 1997/98) suivi par le haricot (16.247 ha), le soja (2.946 ha) et le blé (72 ha), très peu pour le coton.

En 2002 on pouvait estimer à 100.000 ha de semis direct dans le Parana. Si on évalue à 50.000 ha pour le Santa Catarina et 20.000 ha pour le Rio Grande do Sul et à 10.000 ha dans les autres Etats (Goias, Rio Grande do Sul, Sao Paulo), on peut estimer à 180.000 hectares la superficie totale en semis direct concernant la petite agriculture du Brésil.



Source : EMATER/RS, EPAGRI/SC, CATI/SP, FONDATION/MS, APDC/CERRADO

Fig. 9 *Accroissement de la superficie cultivée en semis direct au Brésil, de 1972 à 2001.*

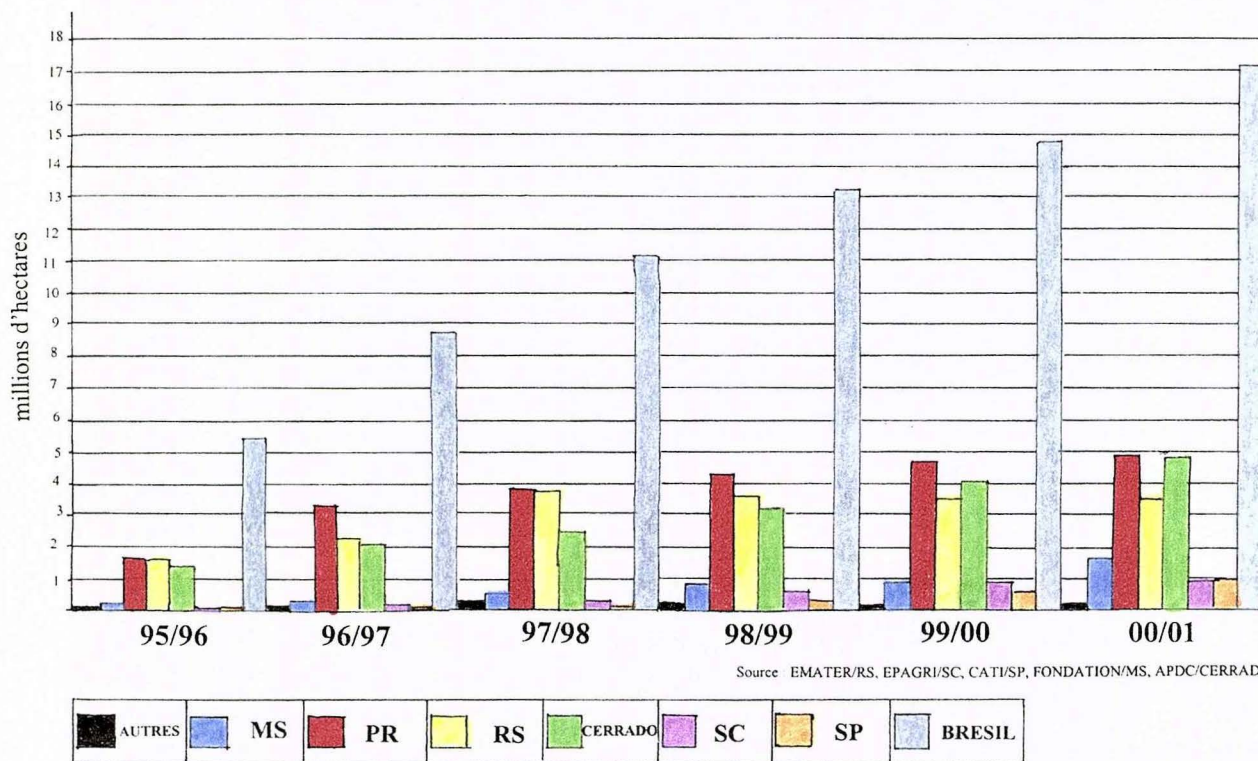


Fig. 10 *Accroissement des superficies cultivées en semis direct dans les Etats du Brésil concernés, de 1995 à 2001*