

L'histoire du semis direct aux Etats-Unis

**Michel Raunet
Juin 2004
Cirad-ca**

SOMMAIRE

I. - INTRODUCTION	1
II. - L'EVOLUTION DU "CONSERVATION TILLAGE" DANS LES GRANDES PLAINES	2
III. - DE LA RENOVATION DES PATURAGES AU SEMIS DIRECT DU MAIS DANS L'EST DU PAYS	9
IV. - QUELQUES ETAPES INSTITUTIONNELLES DU « CONSERVATION TILLAGE »	12
V. - SITUATION DU « CONSERVATION TILLAGE » PAR REGIONS	16
V.1. - La région de « la Corn-Belt »	17
V.2. - La région « Northeast »	19
V.3. - Régions des « Lakes States »	20
V.4. - Région « Delta States »	21
V.5. - La région « Appalachian »	22
V.6. - La région « Southeast »	26
V.7. - La région des « Northern Plains »	27
V.8. - La région des « Southern Plains »	30
V.9. - La région « Mountains »	32
V.10. - La région « Pacific »	32

I. - INTRODUCTION

Les Etats Unis ont été le premier pays au monde à tester et développer le semis direct en grande agriculture et ceci, à partir de 1960. Dans ce pays, le semis direct a démarré chez quelques agriculteurs pionniers du Kentucky dès 1960, avant de se répandre peu à peu dans toutes les régions agricoles, pour représenter en 2000, environ 20 millions d'hectares soit 17 % de la surface récoltée annuellement. Il y a eu plusieurs causes à cela, d'ordres différents.

Tout d'abord, très tôt, dès les années 30, une **forte sensibilisation du Pays vis-à-vis des phénomènes d'érosion**, prenant une ampleur catastrophique, avec la mise en œuvre par les Administrations et Institutions, d'une politique volontariste et incitatrice, via en particulier les services du Ministère de l'Agriculture et les Universités.

Vint ensuite, par étapes à partir de 1940, **l'avènement des herbicides**, avec leurs différentes familles, autorisant à moins travailler le sol pour éradiquer les adventices : 2-4-D en 1945, atrazine en 1958, paraquat en 1960, glyphosate en 1972. Par ailleurs, **les fabricants de matériel agricole** ont fait preuve d'un fort dynamisme en accompagnant, parfois en précédant, les avancées technologiques.

D'autre part, **la crise du pétrole dans les années 1970** a également été un élément ayant incité les agriculteurs à dépenser moins d'énergie sur leurs exploitations, et le semis direct allait dans ce sens.

Enfin, à tous ces facteurs il faut sans doute ajouter **l'esprit pionnier des Américains**, leur ayant permis, plus facilement qu'en Europe, **une remise en cause du dogme du labour**. Cet esprit d'innovation propre à l'Amérique a fait que les agriculteurs, encouragés par les Institutions (politiques et de recherche) et par le Secteur privé, se sont organisés et fortement mobilisés pour cette grande aventure. Sans oublier quand même, qu'in fine l'engagement des fermiers est toujours la **motivation économique**, donc le profit.

La naissance du semis direct (no-tillage) a été préparée par deux dynamiques géographiques relativement indépendantes au départ, spécialement entre 1945 et 1960 :

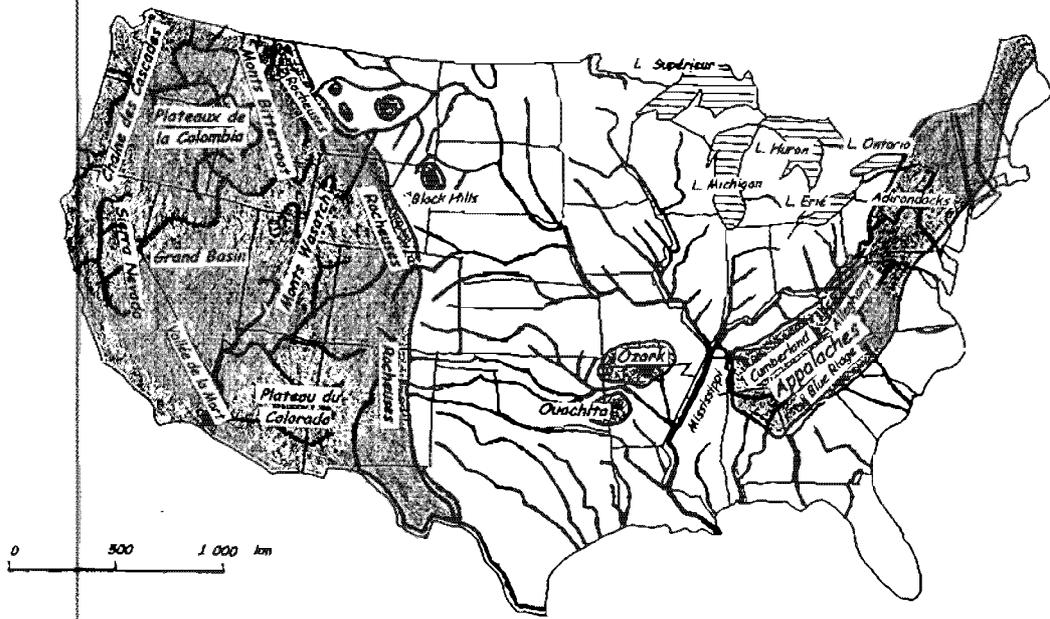
- **Celle des Grandes Plaines semi-arides du centre du Pays (300 – 600 mm de pluies annuelles)** : l'érosion éolienne de grande ampleur ("**dust bowl**") consécutives au "dry farming" à jachères nues travaillées (dites « jachères d'été ») y a conduit les Autorités à promouvoir, à partir des années 1930, le "**stubble mulch farming**" c'est-à-dire l'agriculture avec mulch des résidus de récolte.

La gestion des résidus de récolte a été la première grande question que se sont posés les Américains. Comment produire et surtout conserver en surface suffisamment de résidus de céréales à petites graines de façon à protéger le sol des agressions climatiques, pluies et surtout vent. **Il fallait supprimer le labour**, ce qui est une révolution en soi.

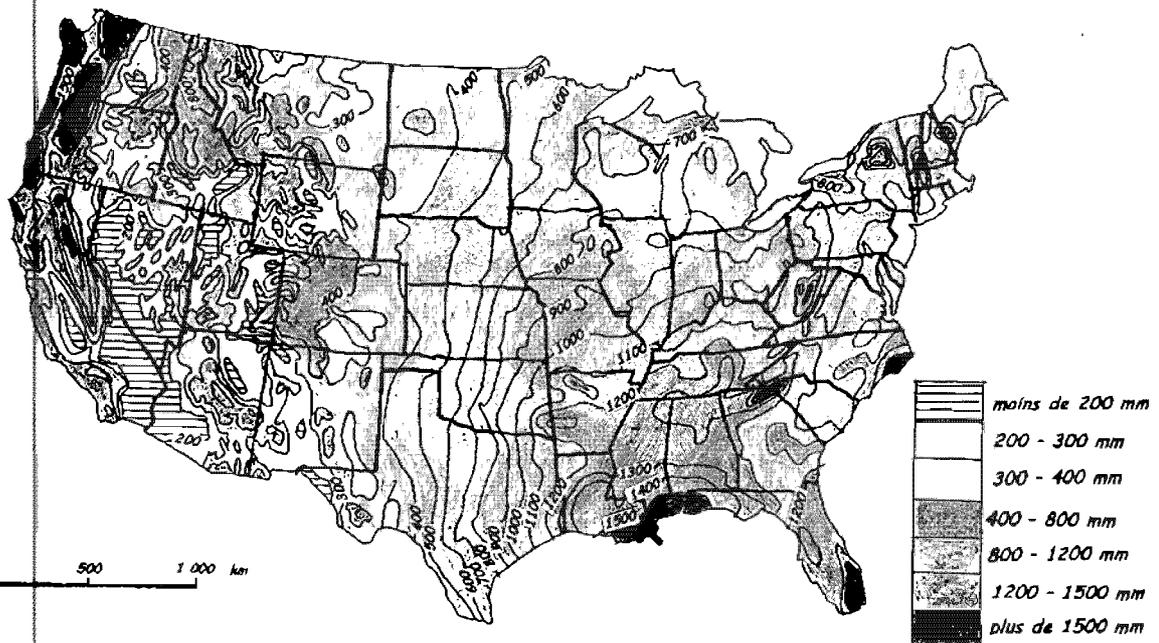
La deuxième question, corollaire de la première, était **comment éradiquer les mauvaises herbes sans labourer**, sachant qu'au départ les herbicides étaient inconnus ou méconnus. La réponse a été par la voie des instruments de travail du sol. On en a inventé de nouveaux, capables en un minimum de passages de travailler superficiellement le sol de façon à **maintenir suffisamment les résidus en surface et enfouir ou cisailer les adventices**. Ces outils ont



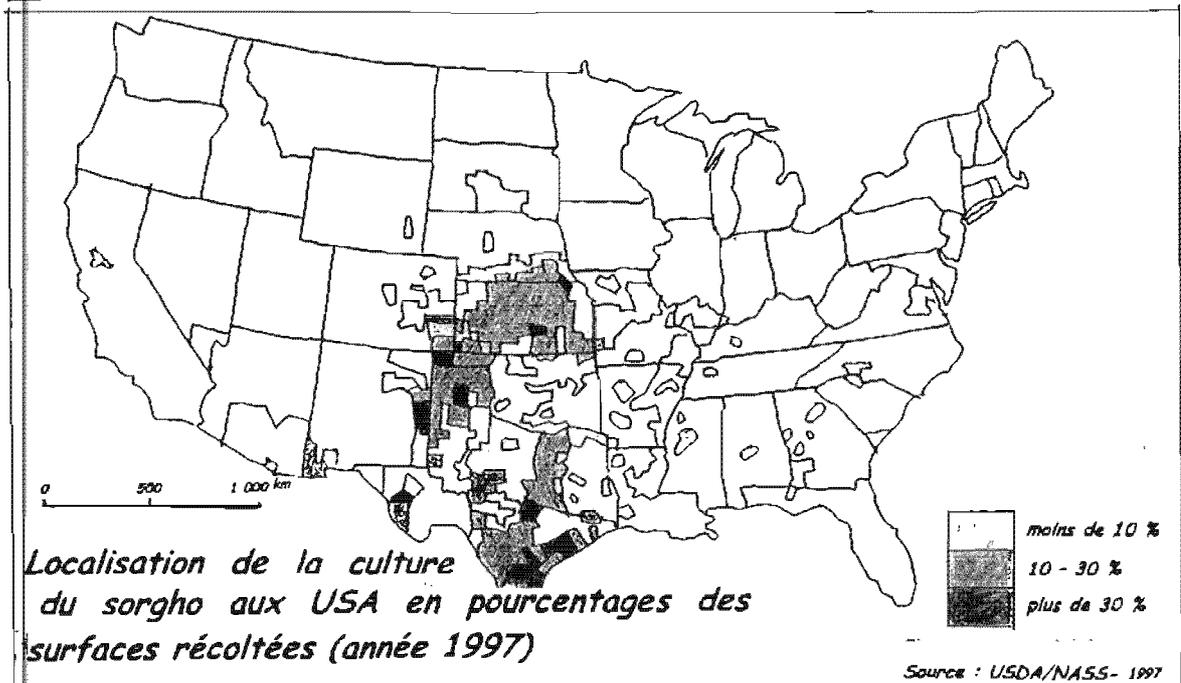
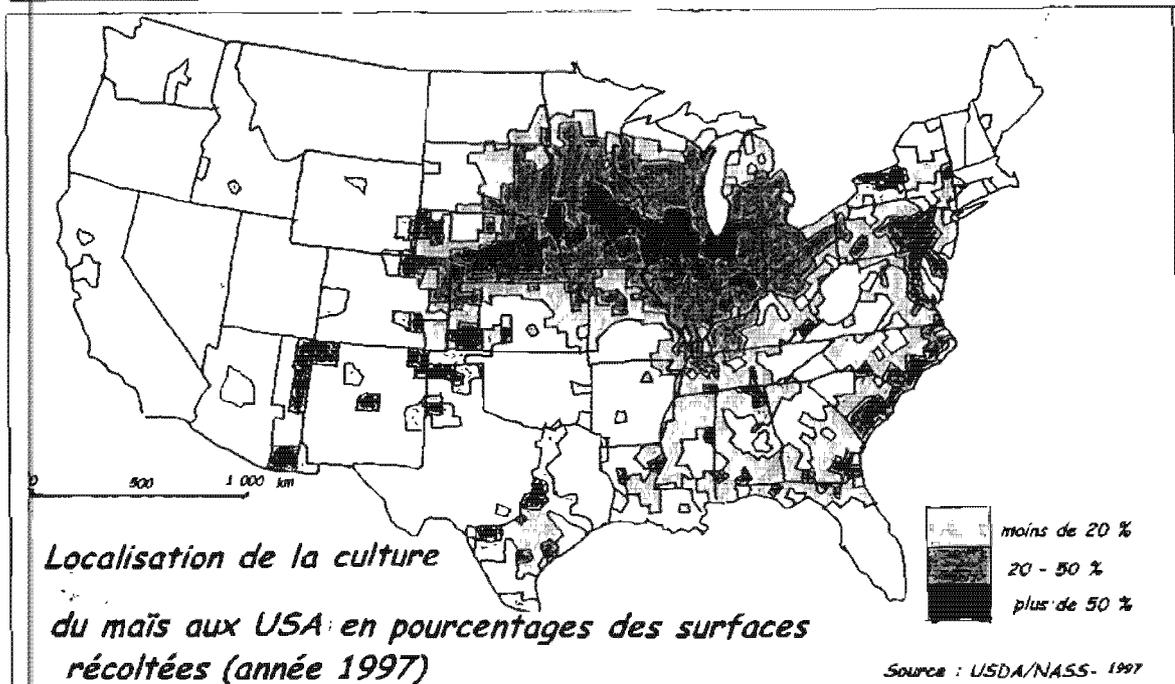
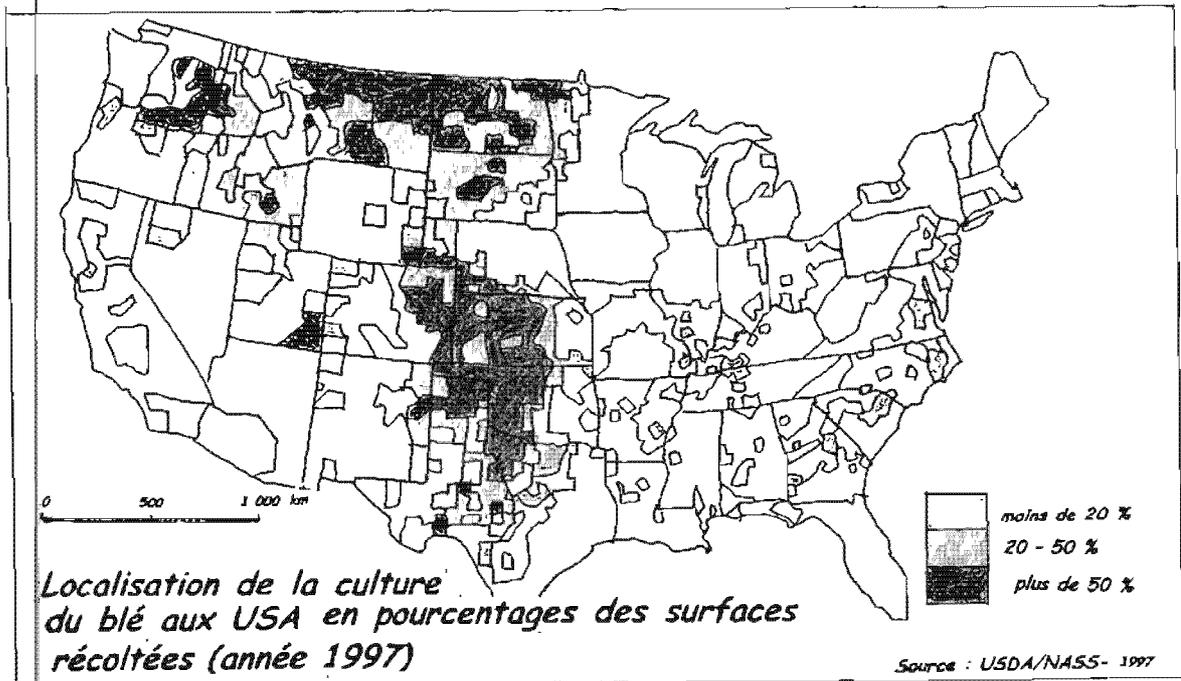
Les Etats des USA

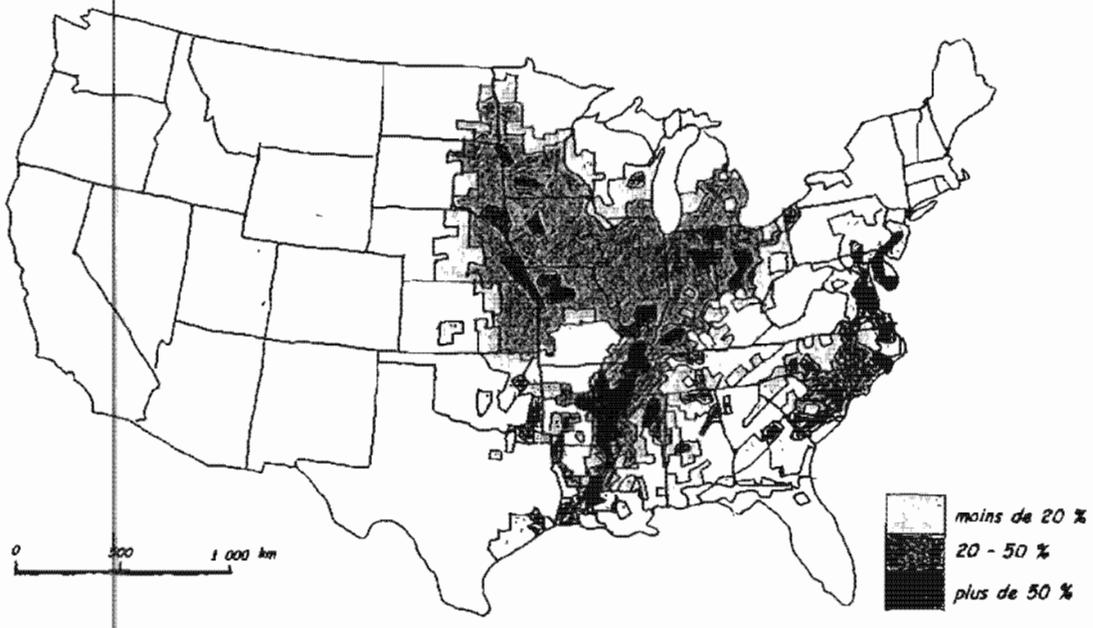


Régions montagneuses et réseau hydrographique aux USA



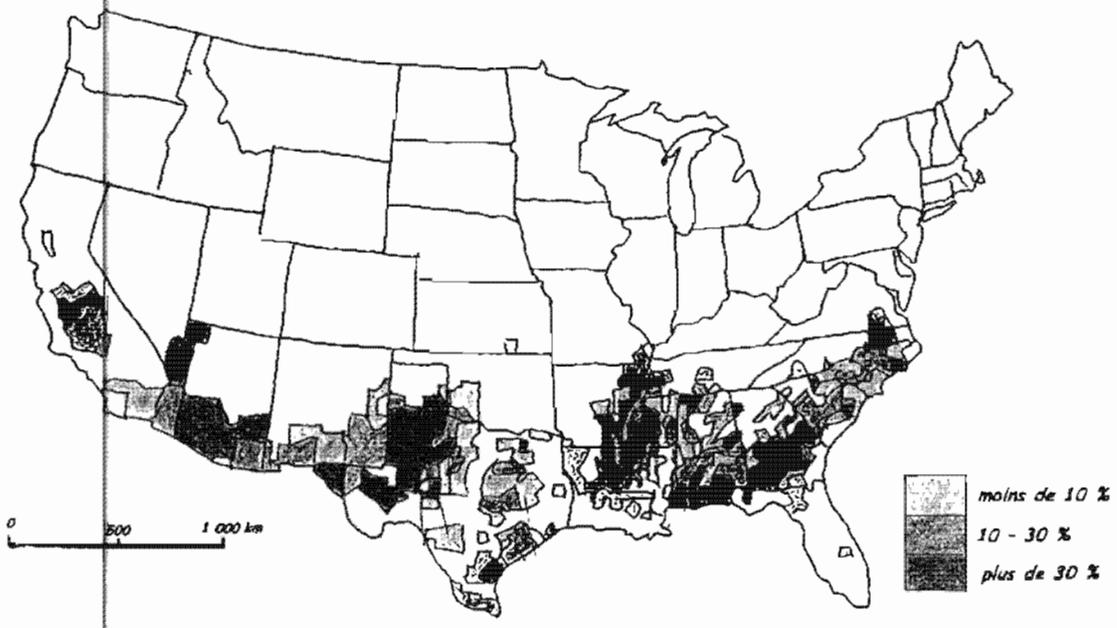
Pluviométrie moyenne annuelle des USA





*Localisation de la culture du soja aux USA
en pourcentages des surfaces récoltées (année 1997)*

Source : USDA/NASS- 1997



*Localisation de la culture du coton aux USA
'en pourcentages des surfaces récoltées (année 1997)*

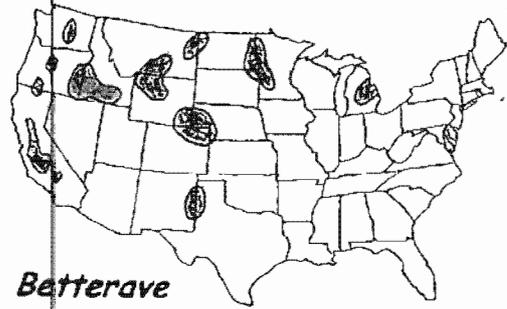
Source : USDA/NASS- 1997



Colza



Lin



Betterave



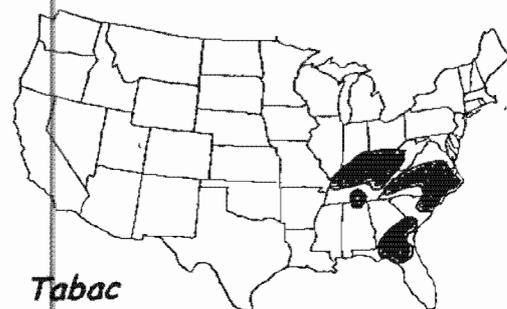
Pois



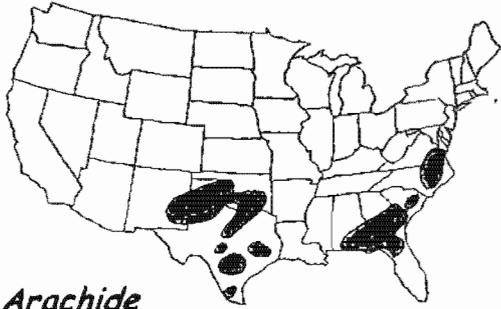
Tournesol



Pomme de terre



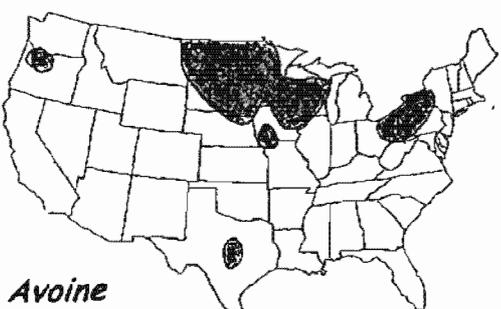
Tabac



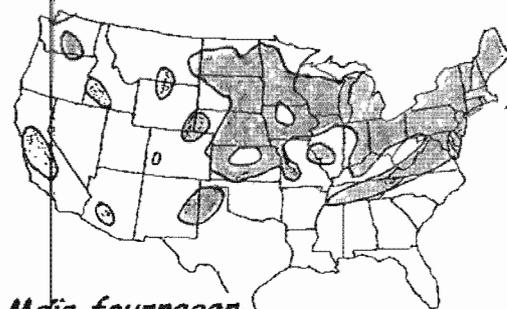
Arachide



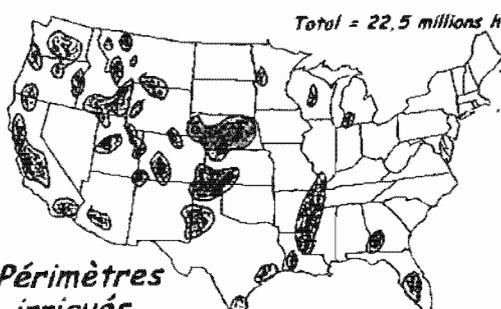
Orge



Avoine



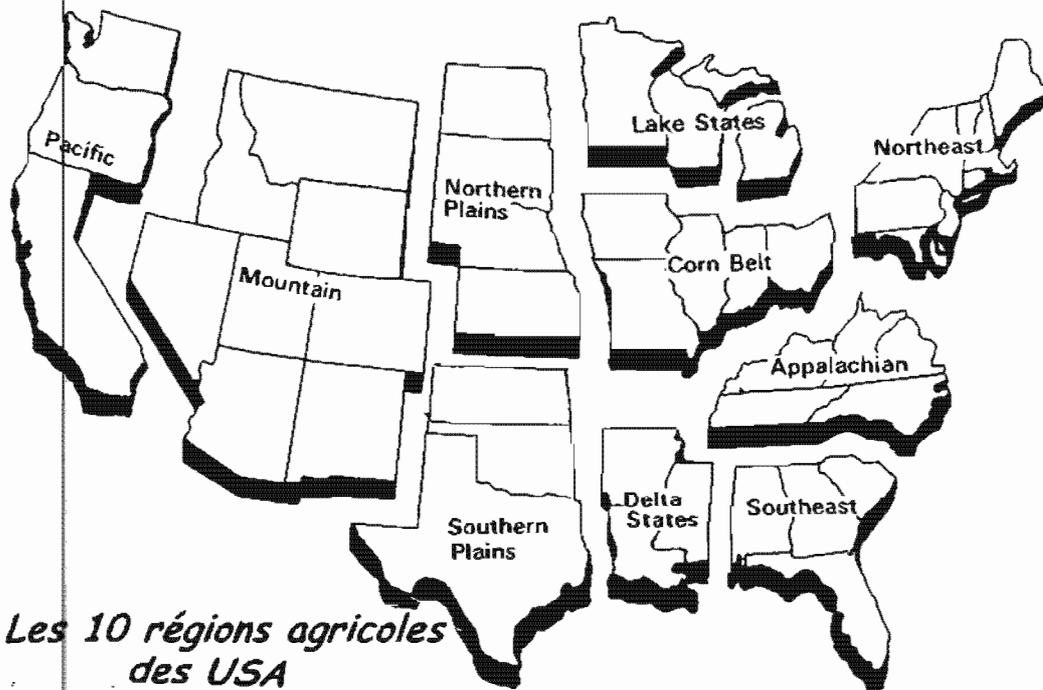
Maïs fourrager



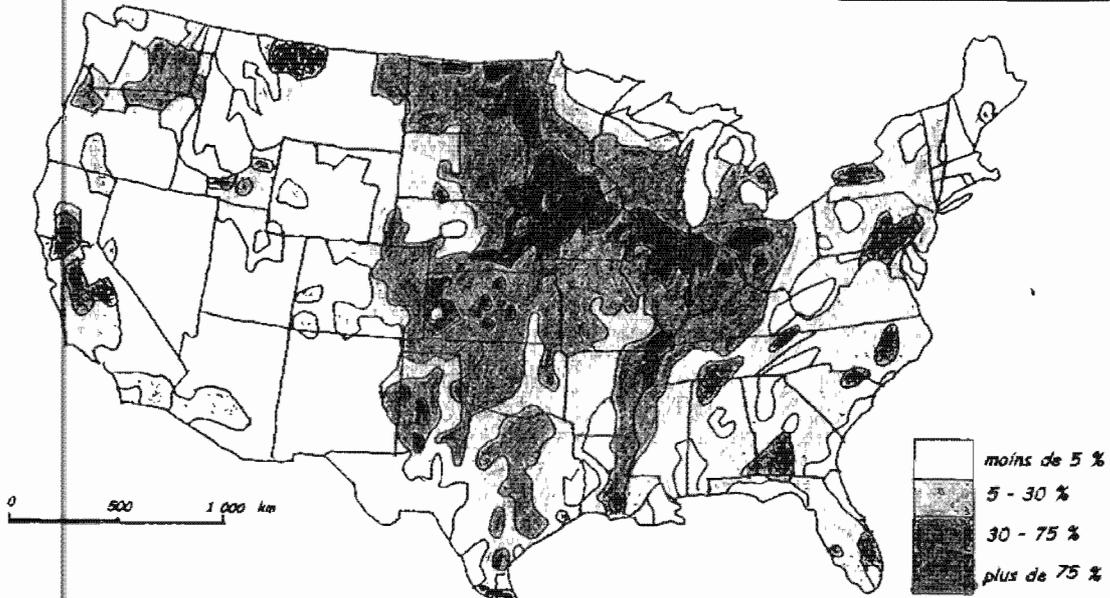
Total = 22,5 millions ha

Périmètres irrigués

Localisations des autres cultures que blé, maïs, soja, sorgho et coton

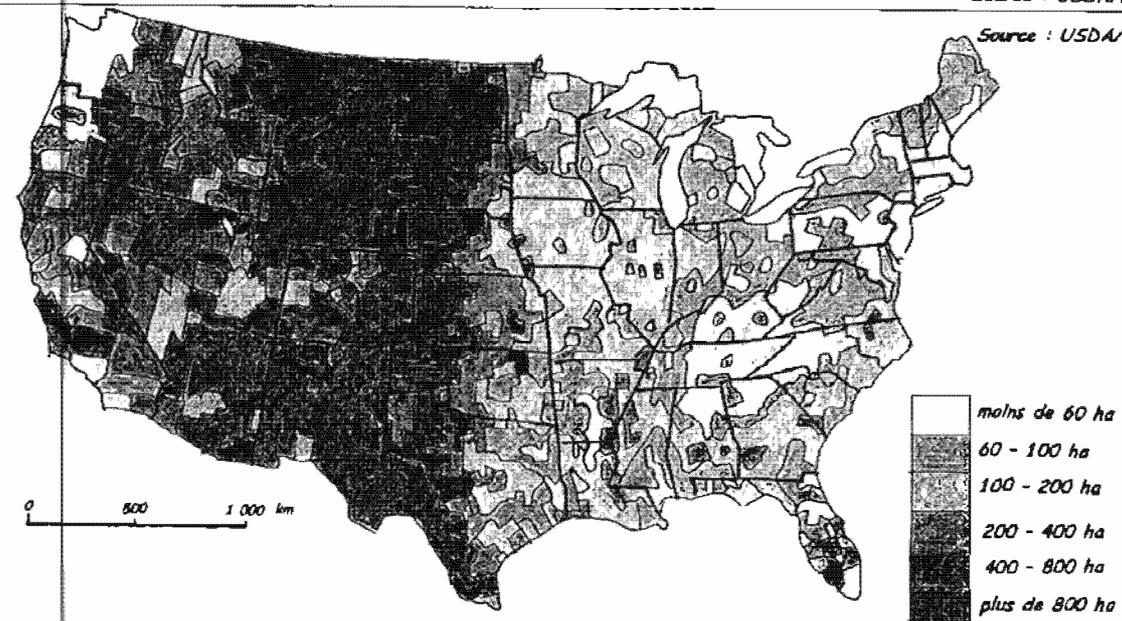


Les 10 régions agricoles des USA



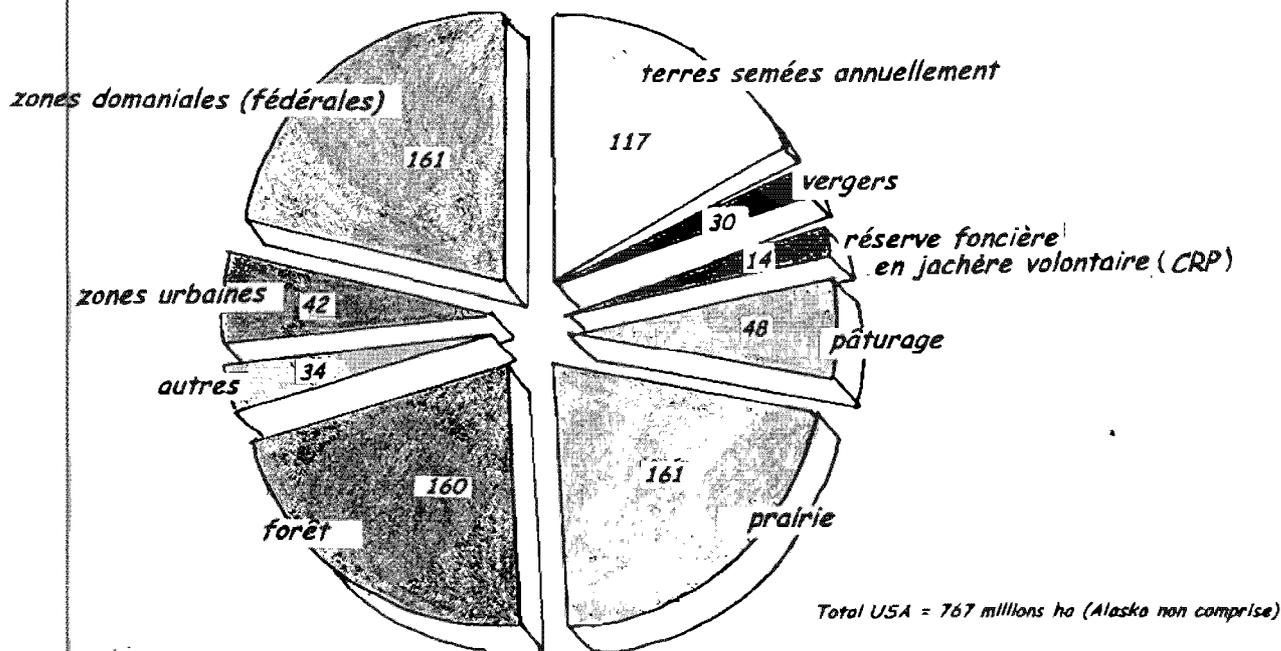
Localisation des surfaces cultivées aux USA en pourcentages de la surface totale

Source : USDA/NASS- 1997



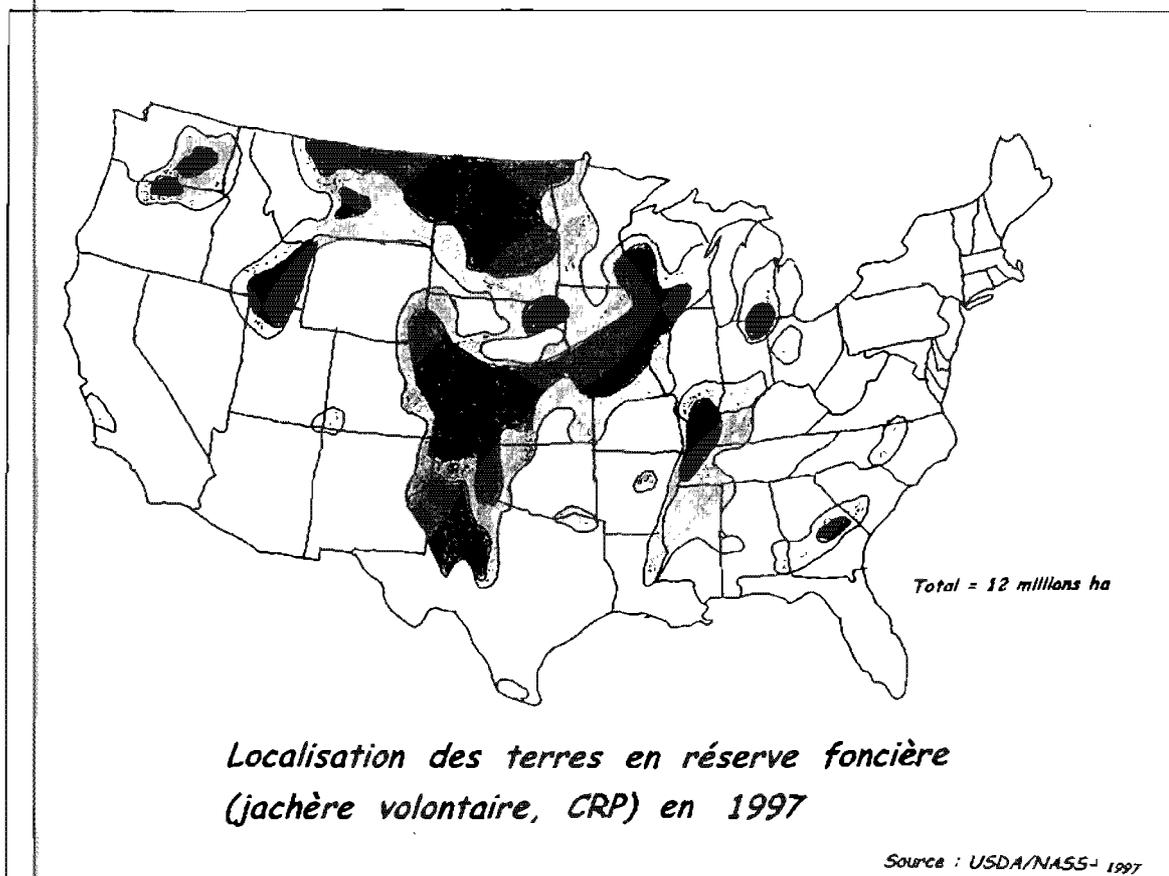
Source : USDA/NASS- 1997

Superficies moyennes des exploitations des USA (année 1997)



Utilisation des terres aux USA (1997) en millions d'hectares

Source : USDA/NASS - 1997



été les chisels, disques, "sweeps", "rod-weeders", houes rotatives, semoirs adaptés (à partir des anciens).

- **Celle de l'Est tempéré, humide à sub-humide (600 – 1 500 mm de pluies annuelles) :** c'est la voie chimique cette fois qui a permis d'avancer à travers la question suivante : comment "rénover" des pâturages (les rendre plus productifs) sans les labourer, sachant qu'ils se trouvaient le plus souvent sur pentes et que le labour conduisait à un ravinement généralisé dévastateur.

L'arrivée des herbicides (entre autres le 2-4-D, puis l'atrazine, puis le paraquat), tuant ou grillant sélectivement la prairie, a permis de trouver la solution. Les espèces fourragères améliorantes étaient semées, directement ou après un travail superficiel, à travers le vieux gazon, grâce à un semoir adapté équipé d'un couteau circulaire à l'avant pour trancher la biomasse. A partir de là, on est passé, à la fin des années 50, à **la possibilité de semer du maïs dans un vieux pâturage**, toujours grâce aux herbicides. La voie était alors tracée pour d'autres précédents et pour d'autres cultures que le maïs (soja, sorgho, blé, avoine, coton...).

Ces deux dynamiques, l'une mécanique (outils de travail superficiel du sol et de semis sous mulch), l'autre chimique (herbicides), **se sont rejointes et enrichies mutuellement** à la fin des années 1950 et au début des années 1960, pour donner les deux grands systèmes de "conservation tillage" des Etats-Unis qui sont :

- le travail sous mulch ("mulch tillage")
- le semis direct ("no-tillage"),

et qui se sont développés côte à côte à partir de 1960 dans toutes les régions agricoles du Pays.

Le cheminement et l'apparition de ces techniques ont connu sensiblement la même voie au Canada, essentiellement dans les Grandes Prairies céréalières de l'Alberta, du Saskatchewan et du Manitoba, provinces qui sont proches des Etats Américains des Grandes Plaines du Nord (Dakota du Nord, Dakota du Sud, Nébraska), avec, au départ, "dry-farming" érosif de rigueur.

L'expérience Nord-Américaine a également inspiré le développement, à partir de 1972, du semis direct en Australie semi-aride (comparable, par certains aspects, aux Grandes Plaines des USA). A la même époque, encore guidée par les Américains du Nord, démarrait aussi la même révolution, toujours en grande agriculture, dans l'Etat du Parana au Sud Brésil, au climat sub-tropical. Avec un petit décalage dans le temps, l'Argentine s'y est mise.

L'Europe a été significativement peu touchée, sinon ponctuellement, l'exception actuelle concernant sans doute l'Espagne et ceci, encore, assez tardivement. Les "techniques culturales simplifiées" (TCS), enfouissant une partie des résidus de récolte, se développent davantage en Europe, que le véritable semis direct.

II. – L'EVOLUTION DU « CONSERVATION TILLAGE » DANS LES GRANDES PLAINES

La mise en valeur de l'Ouest Américain commença dans les années 1860, avec la construction du chemin de fer (terminé en 1869) et, par le "Homestead Act", l'attribution de lots de terre (67

ha) aux colons. Le Ministère de l'Agriculture (USDA) fut institué en 1862. L'afflux de migrants s'accentua après la fin de la guerre civile (1865).

En assez peu de temps, comparativement aux superficies concernées, les sols limoneux sur loess de la famille des chernozems, auparavant fixés par la prairie, ont été progressivement cultivés en céréaiculture dominante (blé de printemps au Nord, blé d'hiver au Centre et au Sud), mis à nu et exposés aux agents climatiques, le vent et l'eau. On pouvait alors dire que la charrue et le barbelé étaient les emblèmes de la colonisation de l'Ouest.

D'abord en traction équine, utilisant la charrue à soc et les différents outils d'affinage (herses), puis progressivement, à partir des années 1910-1920, en motorisation (tracteurs à gaz puis à fuel), les grandes plaines semi-arides furent mises en valeur en extensif essentiellement pour la céréaiculture et l'élevage.

Dans ces zones sèches avec une pluviométrie annuelle de 300 à 600 mm, des pluies de mars à août, et une partie (20 à 30 %) sous forme de neige en hiver, la pratique du **dry farming** (aridoculture) a été la règle : une culture de blé (à écartement large des lignes et densités limitées) tous les deux ans séparée par une longue jachère (14 mois pour le blé d'hiver, 19-21 mois pour le blé de printemps) appelée **jachère d'été** ("**summer fallow**"). Cette jachère d'été était "travaillée", d'abord labourée pour enfouir les résidus de récolte puis grattée régulièrement et laissée donc à nu, de façon à emmagasiner suffisamment d'eau pour la culture suivante, éradiquer mécaniquement les mauvaises herbes et diminuer l'évaporation par la création d'un mulch granuleux ou poussiéreux en surface.

Un véritable "boom" du dry-farming occupa la période 1905-1917. Les sols fragiles de loess (surtout au Nord et au Centre des Grandes Plaines), surtravaillés, se sont donc trouvés surexposés aux agressions des pluies et des vents (surtout au printemps pour ces derniers).

C'est ainsi que durant les années 20, 30 et 40 le pays a connu les fameux "**dust bowls**", nuages de poussière dus à **une fantastique érosion éolienne** dans les Grandes Plaines du Nord et du Centre, qui a obscurci le ciel des villes jusque dans la corn-belt et l'Est du pays. Le fameux 11 mai 1934, où les nuages de poussière arrivèrent sur la capitale Washington, resta dans les mémoires. Les grandes sécheresses récurrentes des années 30 (renouvelées durant les années 50) ont exacerbé ces processus éoliens.

Par ailleurs, les Grandes Plaines du Sud au delà du Mississipi, le Texas essentiellement, virent arriver pendant le dernier quart du 19ème siècle, **une grande quantité de bétail** qui, en plus de la mise en culture, exerça une pression renforcée sur les sols de prairie. Dans ces zones du Centre et du Sud des Grandes Plaines, la culture du sorgho prit alors de l'ampleur. Les rotations, en milieu un peu plus humide qu'au Nord, furent à base de blé-sorgho-jachère, toujours en dry-farming avec jachères d'été travaillées et nues. Les résultats ne se firent pas attendre et une forte érosion hydrique s'ajouta à l'érosion éolienne aussi catastrophique qu'au Nord.

L'érosion, conséquence d'une mise en valeur non maîtrisée, fut alors considérée aux USA comme un fléau national qu'il fallait combattre. **H.H. Bennett** personnifia à cette époque (années 1930) cette prise de conscience et cette lutte. Afin de frapper les esprits, il montra au grand public dans tout le pays les photographies les plus catastrophiques des dégâts de l'érosion. Il alerta le Congrès de façon à ce que des mesures énergiques soient entreprises, avec une organisation et des moyens conséquents. Ces actions s'attaquèrent dans un premier temps

essentiellement à l'érosion hydrique, sur les marges orientales, les plus humides, des Grandes Plaines, dans la corn-belt et dans l'Est. Fut ainsi préconisé et mis en oeuvre un programme de grande ampleur de mesures anti-érosives à base de **terrasses, banquettes, bandes alternées et cultures en courbes de niveau**, destinées à ralentir la force des ruissellements et favoriser l'infiltration des eaux.

En 1933 un "Soil Erosion Service", rattaché au Ministère de l'intérieur, fut instauré et devint en 1935 le fameux "**soil conservation service**" rattaché cette fois au Ministère de l'Agriculture.

Plus tard, en 1945, on procéda à l'établissement d'une "Land Reserve" qui devait écarter de la production agricole les sols les plus érodibles. Hélas toutes les zones initialement écartées ont été remise en culture en 1973 à cause de la pression économiques avec une très forte demande extérieure en grains. L'exportation a alors doublé en 4 ans de 1973 à 1977 ce qui a relancé l'érosion.

D'autre part, parallèlement à la mise en oeuvre de ces moyens "mécaniques", et même bien avant, **on s'interrogea très tôt sur la réelle nécessité des labours**, c'est à dire des travaux de retournement des sols. Ainsi dès 1909, l'USDA en préconisait déjà la suppression. Au début des années 30 on commença à se demander si, tout en ne retournant plus le sol, on aurait pas intérêt à "repenser" le dry-farming en laissant sur le champ pendant la jachère d'été, les **résidus de récolte ("stubble")**, en particulier les chaumes, enracinés ou libres, pour protéger le sol contre l'érosion éolienne.

Ça a alors été la grande aventure de la remise en cause du labour et du développement du "**stubble mulch farming**", c'est à dire de l'agriculture sous mulch, le mulch étant composé des résidus de récolte de la culture précédente, c'est à dire en général, dans les grandes plaines, des chaumes de céréales.

Le challenge était de travailler le sol en surface durant la jachère d'été, pour éradiquer les mauvaises herbes, ceci, avec des outils **laissant une quantité suffisante de résidus**, de façon à le protéger contre l'érosion éolienne et augmenter son emmagasinement en eau (y compris à partir du piégeage de neige).

Les premières recherches sur le "stubble mulch farming" ont été entreprises en 1937 à **Lincoln dans l'Etat du Nébraska** (Grandes Plaines du Centre) par la division du "Soil Conservation Service" de l'USDA (F.L. Duley et J.C. Russel) en collaboration avec l'Université. A la même époque, un travail comparable fut entrepris dans la Province de l'Alberta au Canada (Grandes Prairies céréalières) par Noble. Ces deux groupes de chercheurs, auxquels se sont joints des fabricants de matériel, ont été les pionniers du "stubble mulch farming" en Amérique du Nord. Les Etats de l'Idaho (West Pacific), du Kansas et de l'Oklahoma (Grandes Plaines) furent aussi très concernés.

Noble "inventa" la "**Noble sweep machine**" qui est un instrument de travail cisailant, sub-superficiel, composé de lames en V de grande taille, travaillant à l'horizontal en tranchant le sol et les racines des mauvaises herbes à moins de 15 cm de profondeur, et cela, **en enfouissant un minimum de résidus de récolte**.

Pendant plus de 20 ans, de 1937 à 1960, le "stubble mulch farming" (aujourd'hui, on parle plutôt de « **mulch tillage** ») devint un thème majeur de recherche-développement aux USA, en particulier pour les Grandes Plaines semi-arides et la région West-Pacific. Rappelons que les herbicides n'ont commencés à apparaître qu'après 1945 et qu'ils sont restés assez peu utilisés jusqu'en 1960, date à laquelle une nouvelle génération d'herbicides (totaux systémiques non remanents) est apparue et a ouvert de nouveaux horizons (voir plus loin).

Le terme de "**conservation tillage**", impliquant le maintien de résidus de culture en surface et la suppression du labour, est apparu en 1940. C'est un terme générique qui a été très utilisé par la suite et jusqu'à aujourd'hui, qui a regroupé des choses nouvelles au fur et à mesure des progrès en pratiques culturales et qui a été redéfini par le **CTIC (Conservation Technology Information Center)** en 1989 (voir plus loin). Pour les années 1955-1965, le nom de C.R. Fenster, du Nebraska, est souvent évoqué en agro-machinisme et agro-ingénierie du stubble mulch farming. Parmi les auteurs principaux qui ont mis au point, "théorisé" et tenter de synthétiser ces technologies, il faut citer H.L. Borst et H.J. Mederscki (1957), A.W. Zingg et C.J. Whitfield (1957), C.R. Fenster (1960), T.M. Mc Calla et J.J. Army (1961), , puis P.W. Unger (1968).

Au centre de ces technologies étaient forcément l'adaptation et la mise au point d'outils permettant de **travailler sous mulch** (avec pourcentage d'enterrage limité) et d'**éliminer les mauvaises herbes**.

Un certain nombre d'outils de non-retournement, à dents, à disques, à lames et tringles "cisailantes" sous la surface, ont ainsi été, soit redécouverts et utilisés différemment, soit inventés. Cela s'est réalisé en collaboration étroite entre la recherche, les agriculteurs et les fabricants de matériel, par exemple la "Chase Plow Compagny" toujours à Lincoln au Nebraska.

Les principaux outils mis en oeuvre ont été (et pour la plupart sont encore) les suivants :

- **les broyeurs, fragmenteurs, éclateurs, batteurs et éparpilleurs de paille**. Cette phase du travail était indispensable pour le passage des engins ultérieurs, et pour prévenir si possible les problèmes de bourrage,

- **le chisel** (cultivateur lourd). Déjà connu avant 1940, il a trouvé en "mulch tillage" et sans labour, une nouvelle utilisation. **Cet outil est devenu très populaire en conservation tillage** partout aux Etats-Unis, mais surtout dans les Grandes Plaines et dans la Corn Belt. Au point qu'il peut être actuellement considéré comme l'outil "conventionnel" à la place de la charrue à soc. En général en mulch farming il est utilisé en premier passage après la récolte, le plus souvent à l'automne, avant les outils de surface. Un passage de chisel enfoui environ 25 % des résidus.

- **les lames de tranchage ("blades") de sub-surface**. Ce sont des outils spécifiques de mulch-farming inventés à la fin des années 30. Il s'agit soit de lames droites pouvant avoir jusqu'à 240 cm. de long, soit de lames en V ou en queue d'hirondelle ("**sweeps**"), rattachées en série à un bâti rigide par autant d'étauçons. Les sweeps peuvent être de différentes tailles (50 à 150 cm. aux extrémités des ailes). Ces outils **tranchent le sol horizontalement à 8-12 cm. de profondeur** en cisillant les racines de mauvaises herbes. Ces lames ont l'avantage de n'enfouir après un passage que 10 % des résidus de récolte (25 à 50 % en 4 passages). On les passait souvent entre 2 cultures de céréales pendant la jachère d'été, sous le mulch, pour

éradiquer les herbes. Une condition absolue d'utilisation est que le sol ne soit ni caillouteux ni encombré de souches.

- **la tringle désherbeuse ("rod-weeder")**. C'est également un outil spécifiquement Américain (mais qui a été diffusé en Australie, comme les sweeps). Il s'agit d'une barre d'acier horizontale à section carrée de 2 à 2,5 cm de côté et de 2 à 5 m. de long, soutenue par des étauçons et qui tourne horizontalement en sens inverse des roues porteuses du bâti. Le "rod-weeder" travaille à moins de 15 cm. de profondeur. Il enfouit en un passage moins de 15 % des résidus végétaux superficiels. En tournant il ramène les agrégats à la surface, maintenant celle-ci rugueuse. Avec les sweeps c'est l'appareil de plus performant de désherbage et de respect du mulch pendant l'interculture de 14 à 20 mois.

- **la déchaumeuse à disques ("one-way disk plough")**. Cet outil, de grande largeur de travail (6m.), comprend une seule rangée de disques verticaux, serrés, de 50 cm de diamètre et réalise un travail à 5-18 cm de profondeur. A 5-8 cm, il enfouit environ 30 % des résidus en un passage. A 15-18 cm ce taux monte à 70 %.

- **les pulvérisateurs à disques**. Montés en "off-set" (cover-crop) ou en tandem, ils ont été, et sont encore, d'utilisation très courante en mulch-tillage alors que paradoxalement, ils sont considérés comme très érosifs s'ils sont utilisés trop fréquemment sur sols dénudés surtout s'ils sont secs (érosion éolienne). En moyenne un passage de cover-crop ou de tandem enfouit 50 % des résidus initiaux. Il ne faut donc pas en abuser.

- **les houes rotatives ("rotary hoes")**. Ces outils sont également beaucoup utilisés en "mulch-farming". Ce sont des outils comportant des roues à dents longues tournant côte à côte autour d'un axe commun. Les dents sont des lames courbées et aplaties dans le sens perpendiculaire à l'axe de rotation. Les disques sont montés sur des "sections" de 6 ou 7, sur deux axes parallèles rattachés à un bâti. Un certain nombre de sections sont associées pour former un ensemble traîné jusqu'à 9 m de largeur, perpendiculaire à l'avancement du tracteur. La houe rotative proprement dite (courbure des dents tournée vers l'arrière) gratte le sol et extirpe les mauvaises herbes avec ses lames, et son taux d'enfouissement des résidus est de 50 % environ en un passage. En position de rotation inversée (courbure des dents tournée vers l'avant), la houe rotative passe d'une position/fonction de scarifieuse-extirpeuse à une position/fonction de piétineuse-tasseuse. Il s'agit alors du "mulch treader" (piétineur) qui tasse le sol superficiellement, s'il est trop soufflé ou poussiéreux sous le mulch pour préparer le semis. En disposition tandem ou off-set les américains appellent cet outil "skew-treader".

Dans le même laps de temps de mise au point et d'opérationnalité progressive du "stubble mulch farming" il fallait bien sûr adapter ou concevoir des semoirs spéciaux, **capables de traverser une certaine quantité de résidus végétaux** (en bourrant le moins possible quand ces résidus sont importants) et d'enterrer les graines en sillons continus même quand le sol sous mulch est soufflé et peu tassé. Ce n'était pas simple avec les résidus de blé, sorgho et maïs et cela a été un des problèmes majeurs de l'utilisation de ce système. Les semoirs "classiques", qu'ils soient en lignes pour petites graines ("drills") ou monograines ("planters"), ne convenaient pas en l'état. Il a d'abord fallu en bricoler des **adaptations** et les alourdir avec des modifications plus ou moins efficaces.

Cette période a préparé très utilement la conception et la sortie ultérieure des vrais semoirs de semis direct à partir de 1965 (voir plus loin), qui eux, devaient être encore plus performants pour couper et traverser les mulch plus épais.

C. R. Fenster, encore lui, travailla beaucoup, au Nébraska, sur ces transformations nécessaires aux semoirs sous mulch.

Traverser les résidus, ouvrir un sillon régulier en pénétrant bien le sol (souvent sec), semer à profondeur constante, ne pas bourrer avec les pailles et tasser le sol sur les graines recouvertes, constituent le principal cahier des charges.

Pour cela, par rapport aux semoirs de céréales antérieurs, il a fallu un plus grand dégagement vertical par rapport au bâti, des éléments semeurs (socs ou disques) plus longs ou plus larges, en 2 lignes décalées en quinconce et à dégagement oblique important pour minimiser les problèmes de bourrage, enfin des roues plumbeuses à l'arrière, lourdes et assez grandes. Pour les céréales des grandes plaines, jusqu'en 1965 les semoirs à socs ("hoe drills") ont été plus utilisés car, semble-t-il plus performants, en terrains plutôt secs, qu'avec disques. Le "shovel hoe drill", semoir à larges socs a beaucoup été utilisé. Les semoirs monograines (maïs, soja, coton...) du type "planter", à plus grands écartements des éléments semeurs ont moins posé de problèmes que les semoirs ("drills") pour céréales à petites graines. Sur certains "planters" on a adapté des "étraves" à l'avant (tiges métalliques croisées) pour dégager les résidus du sillon et renforcer la couverture des inter-rangs.

Tous ces semoirs ont été conçus pour distribuer également, en "injection", les engrais. Des outils "combinés" (« till-planters ») ont beaucoup été utilisés, préparant (sweep, cultivateur léger, déchaumeuse à disques, houe rotative...) et semant au cours d'un même passage. C'est le cas en particulier pour le semis et travail sur billons ("ridge till") destinés aux monograines ; dans ce cas les résidus sont concentrés entre les billons.

Le **"stubble mulch farming"** (mulch farming ou mulch tillage actuellement) a donc été une révolution dans les Grandes Plaines semi-arides des Etats-Unis.

En "conservation tillage" la gestion des résidus de récolte ("crop residue management") a pris une importance extrême. Le service de conservation des sols de l'USDA a mis au point une règle à glissière ("residue calculator") permettant d'évaluer la quantité de résidus avant et après les passages d'outils. Il fallait arriver à un compromis : d'une part maintien de suffisamment de résidus pour maîtriser l'érosion et conserver l'eau, d'autre part ne pas en avoir trop pour pouvoir semer dans de bonnes conditions. Une quantité de 4 à 5 tonnes de matière sèche à l'hectare se rapprochait de l'optimum avec les outils de l'époque, donc avant 1965, date d'apparition des "vrais" semoirs de semis direct, à coute circulaire à l'avant ; ce seuil est plus facile à ne pas dépasser en région semi-aride comme les Grandes Plaines qu'en région plus humide comme l'Est et la Corn Belt où, par contre, le problème des mauvaises herbes est plus ardu et donc l'emploi des herbicides plus incontournable.

Le mulch farming est donc le système le mieux adapté aux Grandes Plaines. Il s'est assez peu développé ailleurs aux U.S.A. Par contre le semis direct a commencé dans les zones humides et s'est développé plus précocement et plus largement que dans les régions semi-arides. Toutes ces avancées ont bénéficié aux Prairies céréalières Canadiennes et aux espaces semi-arides

Australiens, par contre très peu, bizarrement, aux zones méditerranéennes, sans doute pour des raisons d'ordre foncier.

Le système a cependant évolué dans le temps aux Etats-Unis en fonction des **innovations chimiques et mécaniques** (semoirs en particulier) qui sont arrivées progressivement. Il s'est beaucoup développé sans herbicides avant 1960, bien qu'avec des modalités différentes suivant les endroits en fonction des systèmes de culture plus ou moins diversifiés des plaines, du Nord au Sud et d'Est en Ouest, intégrant aux céréales le maïs et le soja dans les zones Nord et Centre, le sorgho et le tournesol au Centre puis le coton au Sud, et en fonction bien sûr de la pluviométrie donc de la durée et de la fréquence de la jachère d'été.

A partir de 1960, les **herbicides totaux** (paraquat et diquat puis glyphosate) et ceux **spécifiques de post-levée** (en particulier l'atrazine) ont commencé à être employés en complément et parfois en remplacement d'un certain nombre d'opérations mécaniques. Ces pratiques et jachères ainsi traitées dans les années 70 prirent le nom d'"**éco-fallow**". Elles permettaient de maintenir davantage de résidus en surface, donc un meilleur emmagasinement de l'eau pendant la jachère. Ainsi certaines zones à une culture de blé tous les deux ans, à 400-500 mm de pluies annuelles et donc à très longue jachère d'été, purent passer à deux cultures tous les trois ans (par exemple avec la rotation blé-maïs-jachère ou blé-soja-jachère ou bien encore blé-sorgho-jachère) et même parfois à une culture par an. Ainsi grâce à l'"**éco-fallow**" la Corn-Belt put reculer vers l'Ouest en zone plus sèche, empiétant dans l'Est des Grandes Plaines pour la frange 550-650 mm de pluie. Peu à peu, avec les progrès dans les herbicides et les semoirs, à partir de 1970 on vit apparaître des systèmes carrément en **semis direct**, bénéficiant des progrès réalisés auparavant dans l'Est, le Sud-Est et la Corn Belt qui avaient commencé le semis direct depuis déjà 10 ans (années 1960).

Le semis direct, par l'économie d'eau réalisée, permet de supprimer dans certains cas la jachère au moins dans les Grandes Plaines du Centre et du Sud, plus arrosées que celle du Nord.

Actuellement l'usage de l'"**éco-fallow**" va jusqu'à la "**jachère chimique**", remplaçant l'usage des sweeps et rod-weeders intégralement par des herbicides.

Par rapport aux terminologies imprécises concernant le "**conservation tillage**", le **CTIC** (Conservation Technology Information Center) en 1985, précisa et simplifia les dénominations antérieures. La classification actuelle est ainsi basée sur le pourcentage de couverture du sol par les résidus de récolte après l'itinéraire technique en question et le semis :

- le "**conservation tillage**" : il exige au moins 30 % de couverture. Trois systèmes sont concernés avec couverture décroissante :
 - . **no-tillage** : semis direct. En 1997 il concernait 17 % des surfaces semées annuellement aux USA, soit 19 à 20 millions d'ha
 - . **mulch-tillage** : 20 % des surfaces semées, soit 26,5 millions d'hectares en 1997,
 - . **ridge-tillage** : travail sur billons, 1 % des surfaces semées, soit en 1997, 1,25 millions d'hectares.

L'ensemble du "**conservation tillage**" concernait donc en 1997, sur l'ensemble des U.S.A., 37 % des surfaces semées, soit 46 millions d'hectares (sur un total annuel semé de l'ordre de 121 millions d'ha).

- le **"reduced tillage"**. Ce terme, autrefois vague et qui était synonyme de minimum tillage et qui n'est plus utilisé, est redéfini. Ce sont les systèmes qui permettent une couverture de résidus sur 15 à 30 % de la surface du sol après le semis. Cela représentait en 1997 26 % de la surface semée, soit 31,2 millions d'hectares.

- le **"conventional tillage"** : il comprend tous les systèmes qui ne permettent pas plus de 15 % de couverture de mulch après le semis. En 1997, 36,5 % des surfaces en cultures annuelles, soit 43,8 millions d'hectares, étaient gérées ainsi.

Remarques :

Le terme, maintenant ancien, de "stubble mulch farming", qui ne stipulait pas à l'époque le pourcentage nécessaire de couverture, n'est plus utilisé. Le terme de "mulch tillage", plus précis (plus de 30 % de résidus) le remplace en grande partie.

Les termes de "strip-till" et de "zone-till" (travail uniquement sur une bande plus ou moins étroite) ne correspondent plus à des catégories officielles car sont maintenant considérées comme des variantes du "no-tillage" et du "mulch-tillage".

III. - DE LA RENOVATION DES PATURAGES AU SEMIS DIRECT DU MAIS DANS L'EST DU PAYS

Le chemin du semis direct aux Etats-Unis démarre très tôt, avec les préoccupations des agropastoralistes pour la **"rénovation des pâturages"** dans les zones d'élevage intensif, tempérées humides et souvent collinaires du pays, principalement dans l'Est (Appalaches) et le Nord Est, mais aussi dans les Etats des Lacs et de la Corn Belt.

Dès les années 1920-1930, on se posa la question de comment "rajeunir" et enrichir de vieux pâturages à graminées pérennes, surpâturés et dégradés, en pentes fortes et souvent caillouteux et donc sans les retourner par un labour, les conditions physiques ne le permettant pas.

- En 1927, dans le Wisconsin, L.F. Graber fut le premier (O.S. Cook en 1922 avait essayé sans succès) à supprimer le labour pour "rénover" (il introduisit le terme de "pasture rénovation") un vieux pâturage de 20 ans à paturins des prés (bluegrass) avec du trèfle, et cela uniquement en disquant, brûlant, fertilisant et semant.

Par contre toutes les tentatives de rénovation sans travailler du tout le sol et donc sans tuer les espèces du vieux pâturage (les herbicides n'étant pas encore sur le marché) demeurèrent infructueuses jusqu'en 1944.

Entre temps, les **recherches sur les herbicides** en Allemagne et aux Pays-Bas dans les années 20 et 30, aboutirent en particulier à la sortie en 1944 du fameux 2-4-D, molécule très efficace contre les plantes à "feuilles larges".

- Après la guerre, de 1945 à 1960, s'ouvrirent alors de nouvelles perspectives pour la rénovation et le resemis des pâturages et prairies, cette fois **par la voie chimique**, avec les molécules disponibles de l'époque et qui se sont assez vite diversifiées : 2-4-D, amitrole, dalapon, 2,4,5 T, arseniate de sodium, chlorate de sodium, M.C.P.A., T.C.A. (tri-chloro-

acétate de sodium)... De multiples essais de mélanges, doses et dates d'application d'herbicides ont été réalisés, de façon à "**griller**" **totalemment ou sélectivement** (uniquement les espèces indésirables), **en total ou en localisé**, les vieux pâturages. Ceci, avec divers degrés de travail (superficiel) du sol, jusqu'à son absence totale lorsque les outils de semis ont été mieux adaptés.

Les pionniers de cette recherche sur la rénovation chimique (le terme de "**labour chimique**" apparut) des pâturages, qui très vite se prolongea par des **essais de "semis direct" du maïs** dans ces mêmes pâturages, furent : H.L. Ahlgren et al (1941) dans le Wisconsin, M.A. Sprague (1949 à 1952) dans le New Jersey et en Pennsylvanie, Brown et al (1945) dans le Connecticut, K.C. Barrons, J.H. Davidson, C.D. Fitzgerald (de 1951 à 1954).

Les premières rénovations chimiques ont concerné les vieilles prairies à pâturin des prés ("Kentucky blue grass") et à fétuque, envahies d'espèces indésirables à feuilles larges. Les resemis ont concerné le trèfle "ladino" (trèfle rampant), la luzerne, le dactyle, le brome etc...

Les premiers à tenter et réussir en partie, en petites parcelles, à **semer directement (sans travail du sol) du maïs sur prairie** (à trèfle ou à *Agropyron repens*) furent K.C. Barrons, J.M. Davidson et C.D. Fitzgerald, agronomes à la Dow Chemical Company, au début des années 50. Ce fut une étape importante car ces expérimentations indiquèrent que le maïs (mais ils avaient aussi essayé avec le blé, l'avoine, le lin et le soja) pouvait pousser dans des pâturages grillés aux herbicides et sans aucun travail du sol sinon sur les poquets de la ligne de semis dans le cas de ces derniers essais. Naturellement, cela n'était pas encore opérationnel, en l'absence, d'une part d'une gamme suffisamment diversifiée d'herbicides, qu'ils soient totaux ou sélectifs, d'autre part d'un semoir efficace capable de trancher un gazon tué et pénétrer dans son mat racinaire.

Ces résultats originaux obtenus, on peut dire que la recherche piétina de 1954 à 1958, faute de nouveaux herbicides assez performants et souples d'emploi

- Les années 1958-1960 marquent le démarrage de cette nouvelle étape et un renouveau d'intérêt pour cette recherche, avec la sortie commerciale de 2 herbicides déterminants : l'**atrazine** (herbicide sélectif du maïs à effet rémanent) en 1958, puis le fameux **paraquat** (gramoxone), un herbicide total de contact sans effets résiduels, en 1960. La combinaison 2-4-D/atrazine/paraquat a ouvert beaucoup de possibilités, de sorte que **la rénovation des pâturages en semis direct**, ainsi que le semis direct, d'abord du maïs, devinrent vraiment envisageables en "grandeur réelle".

Furent concernés surtout les pâturages à graminées pérennes (fétuque, pâturin, chiendent, dactyle, fléome, ray-grass...) mais aussi à légumineuses (trèfles, luzernes...).

L'intérêt pour le maïs (ensilage ou grain) et pour les pâturages de bonne qualité était grand dans ces régions d'élevage laitier de l'Est ; par ailleurs, beaucoup de terres étaient à topographie difficile et donc sensibles à l'érosion. Il est normal que le semis direct des plantes fourragères et du maïs dans les vieilles prairies pentues et jusque là peu productives ait capté l'**intérêt économique des agro-éleveurs**. Le semis dans un gazon, "sod planting", eut donc rapidement du succès et on comprend pourquoi le maïs a été la toute première culture à être gérée en semis direct. A titre d'exemple (Shear, 1969) la valorisation des terres "difficiles" par "sod-planting" en Virginie permit, de 1955 à 1965, une augmentation des surfaces annuelles en maïs, de 36 000 à 96 000 hectares. S. Gold, chercheur en conservation des sols

dans le Sud-Ouest de la Virginie, fut un des plus précoces et plus enthousiastes promoteurs du semis sur gazon.

Il faut mentionner également, à l'occasion de ces recherches, que furent réalisés les premiers essais de culture de maïs sur gazon graminéen non complètement tué à l'atrazine ou tué au paraquat seulement sur la bande de semis. **C.K. Martin et W.M. Lewis (1967) furent les "inventeurs" du concept de semis direct sur couverture vivante**, en l'occurrence sur fétuque pérenne. Le terme de "sleeping sod" (gazon endormi) a été utilisé pour ce système.

De même concernant les plantes annuelles (*Panicum*, seigle, ray-grass annuel d'hiver), on commença à expérimenter les **plantes de couverture** (éventuellement fauchées ou pâturées) précédant le semis direct du maïs au printemps.

- La période 1960 – 1968 a été riche en recherches, surtout dans les Etats du Kentucky, de Virginie, de l'Ohio, ainsi que ceux du Nord-Est. Parmi les auteurs les plus importants concernant le "resemis direct" des pâturages on peut citer : H.P. Allen, J.D. Harrington, W.E. Knight, J.L. Parsons, T.H. Taylor.

Pour les débuts du semis direct du maïs sur pâturage, on doit mentionner (par ordre alphabétique) : K.C. Barrons,; J.H. Davidson, G.R. Free, W.H. Johnson, J.N. Jones, J.E. Moody, G.K. Martin, W.W. Moshler, G.M. Shear, M.A. Sprague, T. Taylor, G.B. Triplett, D.M. Van Doren, W. Templeton.

Au-delà de 1968, il est impossible de citer tous les auteurs sachant que les Universités de tous les Etats, avec leurs facultés d'agriculture, ont développé et diversifié tous les thèmes importants des systèmes "semis direct".

Le Kentucky a sans doute été l'Etat pionnier concernant le semis direct. D'abord dans le domaine de la rénovation des pâturages, T. Taylor et W. Templeton, de l'Université du Kentucky, en ont amélioré et développé les technologies qui ont été de façon naturelle reconverties pour le maïs semé en prairie. A été mis au point en particulier un semoir de petites graines en prairie ("sod seeder") qui était composé de 2 rangs décalés d'éléments "trancheurs-semeurs" espacés de 20-35 cm, composés soit de mono-disques de 32 cm de diamètre soit de socs étroits.

Par ailleurs au Kentucky, au début des années 60, de grandes superficies en prairie de fétuque de 10 à 15 ans, sortaient des programmes gouvernementaux de mise en jachère, autorisant les agriculteurs à les remplacer par des surfaces en maïs. Cela a été un élément favorable à l'incitation au semis direct du maïs sur prairie, ceci en "convertissant" les travaux de l'Université du Kentucky sur les semis de légumineuses à des semis de maïs.

Un des premiers agriculteurs à "sauter le pas" et à adopter le semis direct du maïs en grandeur réelle sur sa ferme du Kentucky est réputé être **H.M. Young en 1961**. Associé à H.M. Young, est également fréquemment cité **S.H. Phillips** de la faculté d'agriculture de l'Université du Kentucky, à Lexington.

H.M. Young fut très respecté et honoré, en 1969 par le titre "d'Agriculteur de l'Année" puis en 1973 comme "no-till farmer" de l'année. S.H. Phillips et H.M. Young publièrent en 1973 la première édition d'un ouvrage célèbre intitulé "No-till farming", qui était le premier (après

celui de G.M. Shear en 1968) à faire une synthèse des connaissances et pratiques sur le sujet, et, à ce titre, considéré à l'époque comme la "bible du semis direct".

La première firme à concevoir un **semoir lourd**, spécialement pour le semis direct dans la paille (et non résultant de l'adaptation de machines classiques) fut **Allis-Chalmers** en 1965. La grande nouveauté, en plus de son poids, était "l'invention" du **contre circulaire** placé à l'avant des éléments semeurs (doubles disques ou socs). Par la suite à peu près tous les constructeurs (il y en avait 80 en 1981 !) en sont venus à cette conception.

Le contre circulaire, qu'il soit lisse, ondulé (feutré) ou cannelé (ridé), a pour fonction de trancher les résidus (préalablement hachés et éparpillés) de maïs ou de céréales et de fendre le sol en avant et dans l'alignement des doubles disques (en V) ou socs ouvreurs de sillons et semeurs. Les roues plumbeuses (simples puis doubles et inclinées en V) ont été également bien réfléchies pour refermer et tasser efficacement le sillon. Sur certains modèles il y a même 2 contres circulaires pour traverser les grandes épaisseurs de mulch.

IV. - QUELQUES ETAPES INSTITUTIONNELLES DU « CONSERVATION TILLAGE »

L'année 1862 marqua une étape importante pour l'agriculture aux Etats Unis et ceci pour au moins trois raisons :

- La création officielle d'un **Ministère de l'agriculture (USDA)** qui allait encadrer et appuyer le développement de la production.

- La signature par Abraham Lincoln du « Morrill Act », prévoyant un don de terre par le Gouvernement (« **Land Grant System** ») aux Etats pour la création d'universités comprenant automatiquement des collèges ou Facultés d'Agriculture. Ces structures, auxquelles on a adjoint plus tard des terrains pour créer des expérimentations, allaient dorénavant jouer un rôle très important dans la Recherche-Développement sur le « conservation tillage », en liaison étroite avec l'USDA, les Associations de fermiers et les firmes privées. A ces stations de recherche universitaires ont par la suite été rattachés des services de vulgarisation (« extension services »), logés dans les locaux des Universités et présents dans tous les Etats, avec antennes par comté. C'est grâce au Morrill Act que la recherche agricole américaine est répartie dans tous les Etats où elle est adaptée, très appliquée et pragmatique. Ainsi, à l'heure actuelle, l'agriculture américaine bénéficie de 50 000 chercheurs des Universités agricoles et de l'ARS (Agricultural Research Service) de l'USDA.

- **L'ouverture de l'Ouest à la colonisation** et la mise en application du « Homestead Act » par lequel furent alloués 67 hectares à chaque citoyen s'engageant à cultiver la terre. Cette législation, ainsi que la fin de la guerre de sécession provoquèrent un rush vers l'Ouest. Dans les Grandes Plaines cette allocation est passée à 130 ha en 1909.

Jusqu'en 1930, l'agriculture américaine était encore peu motorisée, en tout cas insuffisamment pour abîmer les sols et y développer une érosion manifeste de grande envergure. A partir de la fin des années 20, **la mécanisation se développa à toute allure, avec l'augmentation de la puissance des tracteurs**. La charrue à soc était reine. Le travail excessif et répété des sols, engendra très vite une **érosion catastrophique** et spectaculaire, surtout éolienne dans les Grandes Plaines, surtout hydrique (avec inondations) dans l'Est et le

Sud-Est. Ce fut, à partir de la fin des années 20, puis dans les années 30, le « **Dust Bowl** » des grandes plaines centrales, accentué par des périodes de sécheresse inhabituelle. Dès 1928, **H.H. Bennett**, pédologue à l'USDA lançait une première mise en garde, en publiant « Soil erosion : a national menace ».

Les années 30 furent alors une période très active concernant la **prise de conscience des politiques puis de la société civile** (grâce aux vigoureux plaidoyers de H.H. Bennett au Congrès et partout dans le pays), de la gravité des problèmes d'érosion. Cette prise de conscience s'est traduite par la création d'une série d'institutions et de législations « anti-érosives ».

Ainsi, en juin 1933 fut créé au Ministère de l'Intérieur, le « Soil Erosion Service ». Celui-ci fut rattaché officiellement par le Congrès (« Soil Conservation Act ») à l'USDA en avril 1935 sous le nom, célèbre, du « **Soil Conservation Service** » (SCS) qui est devenu maintenant le « **National Resource and Conservation Service** » (NRCS). A cette époque, une autre agence fut créée : « l'Agricultural Stabilization and Conservation Service » (ASCS).

En 1937, furent établis dans tous les Etats des « **Soil Conservation Districts** » (SCD) gouvernés par des Associations d'agriculteurs élus. Le premier SCD vit le jour dans l'Arkansas. Une coordination fut instaurée entre le SCS et les SCD, sous l'animation efficace de H.H. Bennett. A l'heure actuelle, les SCD sont toujours les pierres angulaires opérationnelles concernant les travaux de conservation des sols dans le pays.

En février 1936, le Congrès vota le « Soil Conservation and Domestic Allotment Act », autorisant le lancement et le financement d'un grand « Agricultural Conservation Program » (ACP) demandant aux structures décentralisées du SCS et de l'ASCS de l'administrer dans chaque Etat et Comté du pays.

Toutes ces agences, fédérales ou locales, coordonnées par l'USDA firent un travail considérable de classement des terres suivant leur sensibilité à l'érosion (8 grandes classes) et de propositions d'aménagement.

Le résultat de ces actions, à partir de la fin des années 30 fut le lancement de **grands programmes d'aménagements anti-érosifs**, avec constructions de terrasses et banquettes en courbes de niveaux, bandes de cultures alternées, bandes filtrantes engazonnées ... avec des écartements dépendant de la pente du terrain. Ces travaux furent entrepris dans les principales régions agricoles collinaires du pays, mais essentiellement dans le Nord, le Nord-Est (Corn Belt), l'Est (Appalaches et Piemonts) et le Sud-Est. Cependant, par la suite, beaucoup de ces aménagements coûteux ont été sous ou non utilisés à cause de l'augmentation de la taille des parcelles et de l'évolution vers du matériel plus large et plus lourd, spécialement dans le mid-west.

Peut-être parce que plus faciles (mais plus coûteux) à réaliser, le Ministère de l'Agriculture mis au départ l'accent sur les travaux mécaniques, visibles et spectaculaires. Mais il ne se préoccupe que plus tard (années 1940-50), et de façon indépendante de ces aménagements, de la gestion agricole (agronomique) proprement dite, en particulier du rôle bénéfique du maintien des résidus de récolte en surface et de la suppression des labours. Les lois et mesures d'incitation concernant cet aspect vinrent bien plus tard, après 10 à 20 ans (1930 - 1950) de sensibilisation progressive des esprits et de recherche, en particulier en mécanisation, dans les stations expérimentales, spécialement celles des **Grandes Plaines (Nebraska ...)**. Il s'en

suivit, les travaux mécaniques y étant impuissants, que les « dust bowls » se sont répétés jusque dans les années 50 dans les Grandes Plaines, exacerbés lors des années de sécheresse.

Spécialement pour les Grandes Plaines, on créa, dans les années 50, le « Great Plains Committee » puis le « Great Plains Agricultural Council » avec ses services de vulgarisation qui firent la promotion du maintien au sol des résidus de récolte (« **stubble mulch farming** » et « **crop residue management** »). Plus tard, en 1968, on instaura pour ces régions une « Extension Committee », puis en 1972, une « Conservation tillage task force » qui édita en 1972 un document important, le « Great Plains Conservation Tillage Handbook ».

En 1982 fut créée une Association qui est devenue une instance très importante dans le domaine du Conservation Tillage. Il s'agit du « **Conservation Tillage (actuellement « Technology ») Information Center** » (CTIC), dont le siège est actuellement à West-Lafayette dans l'Indiana. Le CTIC résulte d'une association d'agences gouvernementales de l'USDA, d'Universités, d'associations d'agriculteurs, de fondations et de firmes privées intéressés par ce concept de « conservation tillage » par la gestion des résidus de récolte. Il s'agit d'un organe fondamental d'informations agrotechniques, de recueils et de publications de données et statistiques annuelles par Etats, Districts et Comtés.

A partir du **Farm-Act de 1985** (voir plus loin), l'emploi du terme « **Crop Residue Management** » (CRM) s'est répandu, pour atteindre la conscience de tous les agriculteurs. L'USDA (SCS puis NRCS) et le CTIC ont polarisé les objectifs du « Conservation tillage » (ou « conservation farming ») sur le maintien d'un maximum de résidus de récolte dans les parcelles, après les récoltes et jusqu'aux semis suivants. On a considéré que c'était la manière la plus efficace et la plus économique pour entraver les processus érosifs. En 1984 le CTIC déclara que seuls les systèmes de culture dont les résidus couvrent plus de 30 % de la surface du sol juste après le semis sont justifiables de l'appellation de « **conservation tillage** » qui devenait alors pratiquement synonyme de « Crop Residue Management ». Ce dernier terme fut officialisé en 1992 par le NRCS (ex SCS).

Le SCS (plus tard le NRCS) est responsable de l'assistance technique apportée aux agriculteurs concernant la gestion des résidus de récolte et les pratiques qui leurs sont nécessaires. Ainsi, entre 1985 et 1990, 1,3 millions de « plans de conservation » ont été préparés avec les agriculteurs. Fin 1992, on estimait qu'environ 57 % des « terres hautement érodibles » (HEL) étaient correctement traitées, en y incluant les 14 millions d'hectares gelés en réserve foncière (CRP). En 1995, on estimait que près de 50 % des 113 millions d'hectares annuellement semés aux USA, étaient gérés, sous une forme ou une autre en CRM.

En 1995, le Service de la Recherche (ARS) de l'USDA publia, à l'attention de toutes les régions agricoles, un ensemble de 6 fascicules très complets sur les bénéfices des CRM.

Les réglementations agricoles dans le domaine du « conservation farming » : les lois agricoles.

La politique agricole des Etats-Unis donne lieu au vote par le Congrès d'une loi-cadre tous les cinq ans, appelée « **Farm-Bill** » (projet de loi ou Loi d'orientation agricole) avant le vote et « **Farm-Act** » (loi) une fois votée. Cette loi définit les modalités de soutien des prix et des revenus des fermiers, les montants des crédits bonifiés, les orientations de la recherche-développement, mais aussi, et c'est ce qui nous intéresse ici, les programmes de conservation des ressources naturelles (terres et eaux). La première loi agricole américaine a été votée en 1933. Il s'agissait de l'AAA (**Agricultural Adjustment Act**) qui, entre autres, avait des

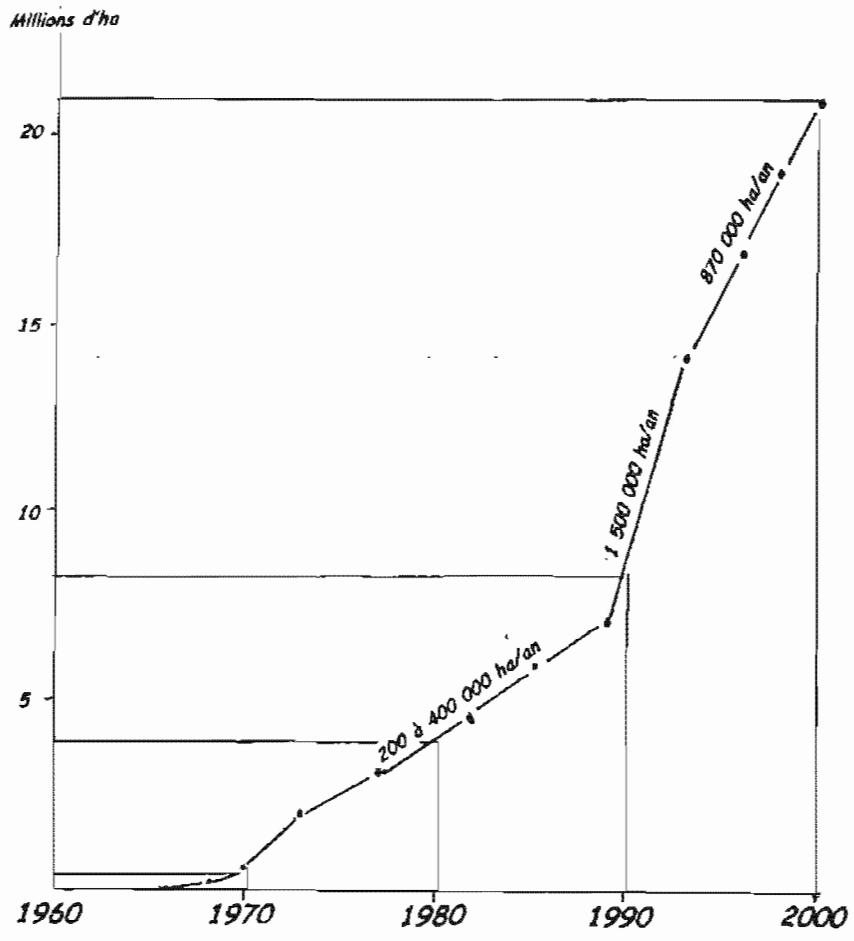
préoccupations de conservation des sols et, pour cela (mais également à cause de la surproduction et en fonction des stocks), demandait aux agriculteurs de réduire leurs surfaces cultivées, les plus érodibles si possible, suivant un taux de jachères décidé chaque année, et en échange de compensations monétaires.

En 1938 puis, après la guerre (intermède favorable), en 1949 en particulier, d'autres AAA ont continué dans cette voie en « s'affinant » selon les circonstances. Le **Farm Bill de 1961**, un vaste programme de **jachère volontaire, contractualisé** (contrats de 5 à 10 ans) avec l'USDA (« Soil Bank »), aboutit au gel de 11 millions d'hectares de terres agricoles. Il s'agissait de l'ARP (« Acreage Reduction Program »). De 1972 à 1982, suite à une forte augmentation de la demande et des prix, les fermiers remettent en culture 24 millions d'hectares. La politique de gel des terres avec compensation monétaire, est, provisoirement, abandonnée. Mais, la surproduction repart très fortement, et, en 1982, le Gouvernement finance à nouveau un **programme de jachères**, cette fois sur 31 millions d'hectares. Les agriculteurs qui s'engagent à réduire leur superficie reçoivent une compensation en nature par prélèvement sur les stocks (PIK = « Payment In Kinds »). C'est surtout à partir de 1985 que les « **Farm-Act** » ont été les plus spécifiquement ciblés sur la protection des sols accompagnés de grandes campagnes d'explication et d'information du CTIC.

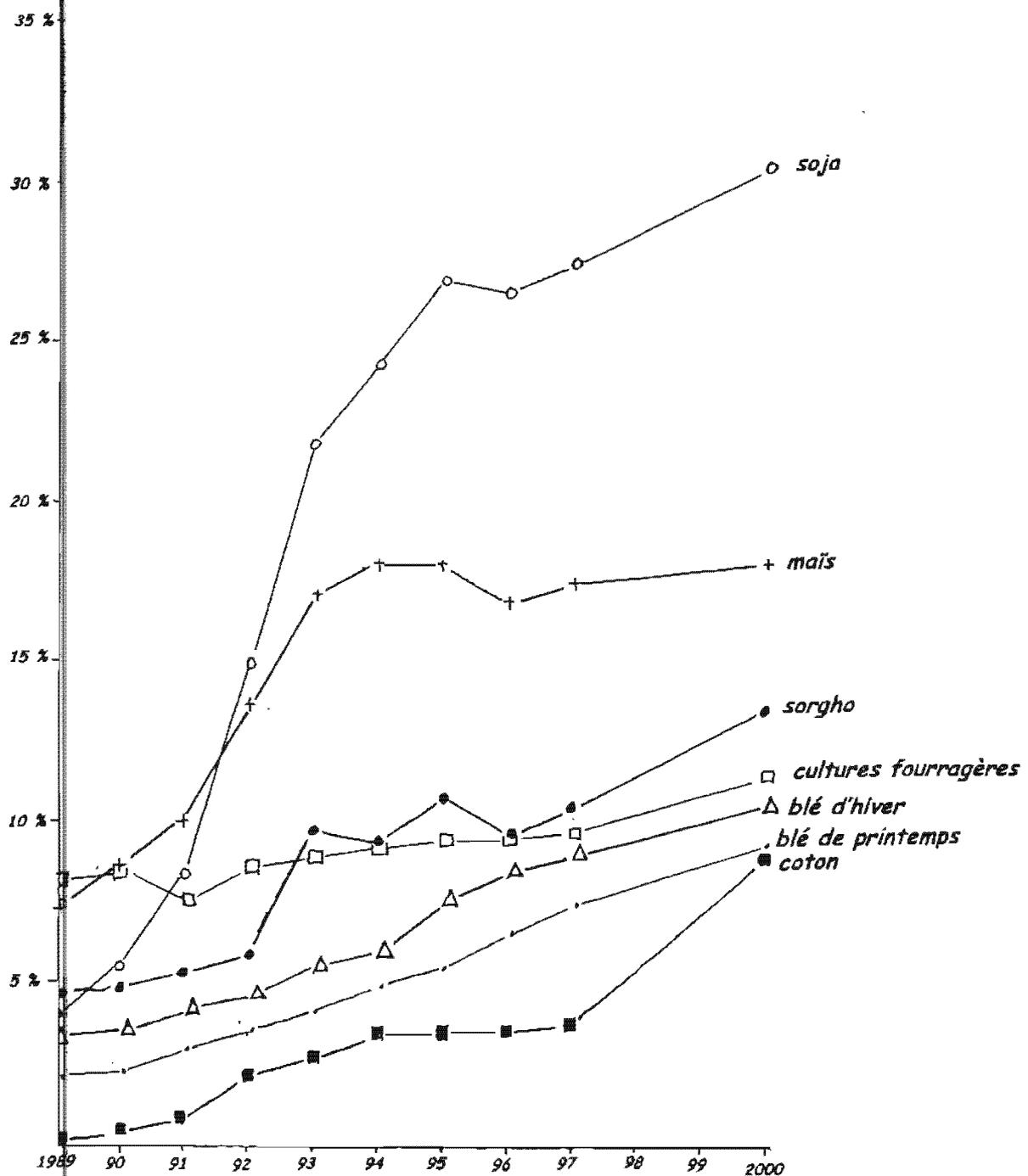
Une des mesures les plus significatives a été le programme de réserve foncière appelé « **Conservation Reserve Program** » (CRP), initié par le **Farm act de 1985** (« Food Security Act »). Le CRP, programme volontaire, avait pour objectif de convertir en jachères boisées ou en prairies régénératrices, 19 millions d'hectares de « **terres cultivées hautement érodibles** » (HEL = Highly Erodible Lands) et ceci pendant 10 ans. Un tel gel des terres répondait en même temps à une nécessité du fait de la surproduction. Mais, contrairement aux lois précédentes, qui répondaient surtout à cette surproduction, cette dernière loi est davantage environnementale. Les agriculteurs intéressés recevaient de l'USDA une prime annuelle plus la moitié du coût d'implantation de la couverture. En 1993, 15 millions d'hectares (dont la moitié dans les Grandes Plaines) étaient en réserve foncière. Les premiers contrats ont expirés en 1995. En 1996, il restait 9,7 millions d'hectares en CRP. En 1998, presque tous les contrats avaient expiré, les terres retournant en culture ou bien restant en prairie ou en forêts.

La question critique qui s'est posée (et se pose encore) est, pour les fermiers, quelles pratiques culturales adopter « **en sortie de CRP** », qui soient les plus à même de conserver aussi longtemps que possible le bénéfice acquis de la régénération du sol (matière organique, structure, porosité, biologie). L'option la plus conseillée par l'USDA et les centres de recherche, est la gestion en CRM avec semis direct dans le gazon tué. En 1998, la moitié des terres restantes en CRP (hors contrat) ont été remises en culture continue. L'autre moitié est soit restée en herbe pour l'élevage (pâturage ou foin), soit transformée en zone de chasse ou en zone touristique, soit enfin en rotation pâturage-culture.

Le **Farm-Act de 1990** (« Fact Act = Food, Agriculture, Conservation and Trade Act ») renouvelle ses recommandations et mesures de soutien aux agriculteurs qui protègent leurs terres contre l'érosion. Il est même plus sévère que celui de 1985 car plus directif. En effet, les fermiers doivent contrôler l'érosion sur leurs terres cultivées les plus érodibles s'ils veulent être éligibles aux primes de soutien des prix et autres programmes de l'USDA. Pour cela il faut qu'au moins 30 % de la surface soit couverte de résidus après semis. C'est donc bien précis, et le contrôle est réalisé par le NRCS de l'Etat concerné. C'est également le NRCS qui, l'année précédente, détermine les parcelles qui doivent être en « CRM », pour que



Progression du semis direct aux USA de 1960 à 2000



*Progression des proportions en semis direct
des principales cultures des USA, de 1989 à 2000*

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	2000
MAIS (pleine saison)	7,1	8,5	9,9	13,6	17,0	18,0	17,9	16,8	17,3	17,9
MAIS (2ème culture)	35,1	33,1	36,0	34,4	34,4	36,7	33,0	28,5	30,7	32,0
BLE (+ ORGE) (de printemps)	2,0	2,2	2,9	3,4	4,1	4,8	5,3	6,4	7,3	9,1
BLE (+ ORGE) (d'hiver)	3,2	3,6	4,2	4,7	5,6	6,0	7,6	8,3	9,0	10,4
SOJA (pleine saison)	4,0	5,5	8,3	14,9	21,8	24,2	27,0	26,7	27,5	30,7
SOJA (2ème culture)	41,7	43,8	50,2	52,3	54,3	57,0	61,3	60,9	65,1	68,0
COTON	0,2	0,4	0,7	2,0	2,6	3,2	3,4	3,4	3,7	8,0
SORGHO (pleine saison)	4,4	4,8	5,2	5,9	9,7	9,3	10,8	9,8	10,4	13,8
SORGHO (2ème culture)	17,5	20,4	26,0	25,6	22,8	24,3	19,9	18,6	15,8	17,0
CULTURES FOURRAGERES	8,1	8,5	7,5	8,6	8,9	9,2	9,3	9,5	9,6	11,3
AUTRES CULTURES	1,5	1,7	2,3	2,2	2,8	2,8	2,7	3,0	3,5	4,7

Source CTIC

***Evolution des proportions de semis direct aux USA
par cultures, de 1989 à 2000***

	No-till		Mulch-Till		Surface récoltée annuellement
	S	%	S	%	
MAIS (pleine saison)	5 740	17,9	5 520	17,2	32 013
BLE-ORGE (de printemps)	1 374	9,1	3 025	20,1	15 055
BLE-ORGE (d'hiver)	2 038	10,4	4 061	20,7	19 604
SOJA (pleine saison)	8 578	30,7	6 754	24,2	27 939
SOJA (double culture)	1 331	60,7	136	6,2	2 194
COTON	541	8,0	149	2,2	6 767
SORGHO (pleine saison)	582	13,6	699	16,3	4 286
CULTURES FOURRAGERES	292	11,3	324	12,5	2 594
AUTRES CULTURES	402	4,7	751	8,8	8 534
TOTAL	20 880	17,5	21 418	18,0	118 987

Source : CTIC, 2000

***Superficies (en milliers d'hectares) et pourcentages en
"conservation tillage" aux USA par production, en 2000***

l'agriculteur puisse prétendre aux indemnités compensatoires, à moins qu'il préfère les mettre en réserve foncière (CRP).

Le **Farm-Act de 1996** (« Fair Act » = Federal Agricultural Improvement and Reform Act) marqua un début de changement dans la politique agricole qui s'orientait vers beaucoup plus de liberté et moins de bureaucratie pour les fermiers, mais surtout, un arrêt de la politique dirigiste de gel des terres (jachères). Par ailleurs l'Etat s'engage vers une baisse progressive des subventions aux agriculteurs avec objectif de les supprimer en 2002. Les fermiers sont maintenant libres de cultiver les terres qu'ils souhaitent. Les aides en échange de la protection des terres fragiles (CRP) sont un peu diminuées. Les fermiers peuvent « sortir » plus facilement de leurs contrats de 10 ans.

V. - SITUATION DU « CONSERVATION TILLAGE » PAR REGIONS

Les Etats-Unis constituent un très grand pays (9 300 000 km², Alaska comprise), avec un climat, passant du Nord au Sud d'un continental froid à un sub-tropical chaud et d'Est en Ouest d'un tempéré humide à un continental semi-aride puis méditerranéen.

Pour rendre compte des spécificités régionales concernant le « Conservation Tillage », plusieurs découpages ont été tentés, suivant soit une logique agroécologique, soit une logique administrative, soit une logique « mixte ».

En 1985 l'Université du Minnesota (R.R. Allmaras et R.H. Dowdy) proposait 9 « tillage Management Regions » (TMR), qui différenciaient le territoire en fonction de critères plutôt climatiques (températures, pluies, nombre de jours de gel). Ce découpage sans considération des limites des Etats permet de raisonner suivant des zones « homogènes » (à ce niveau d'échelle) en termes de problèmes et potentiels pour le « conservation tillage ». Ce zonage a été en fait peu utilisé car peu pratique pour rendre compte de données par Etats et Comtés.

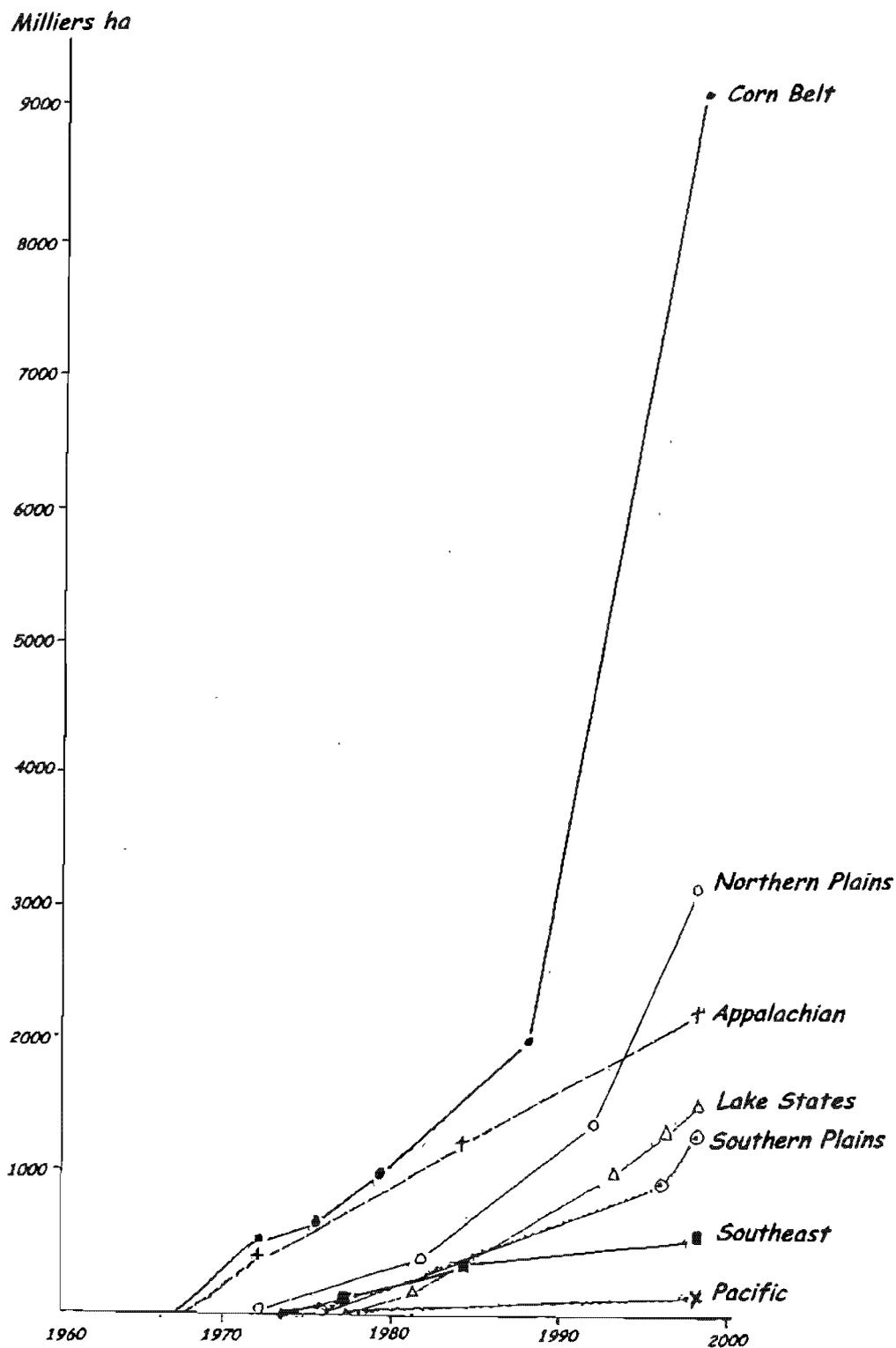
Un autre découpage, qui traverse aussi les Etats, se rapprochant des TMR précédentes, a été réalisé en 1995 par l'ARS de l'USDA, avec cette fois, 6 grandes régions appelées « Land Resource Regions », elles-mêmes sous découpées en régions écologiques plus fines. Ce découpage est pertinent et utilisé pour des descriptions agroécologiques et recommandations techniques régionalisées. Par contre il n'est pas adapté pour reporter les superficies des catégories de « conservation tillage » car ces chiffres sont relevés au niveau administratif des Comtés, districts et Etats. Pour cette raison pragmatique le CTIC, depuis 1990, opère un compromis en découplant le territoire américain en **10 régions, dites agricoles, très globalement homogènes du point de vue écologique mais ayant pour limites les Etats**. Ce qui est beaucoup plus pratique pour visualiser l'évolution des techniques dans le temps. C'est ce découpage, qui est maintenant le plus couramment utilisé aux USA, que nous utiliserons ici. Ces régions sont les suivantes (voir carte) : North East, Lake States, Corn-Belt, Appalachian, Delta, Southeast, Northern Plains, Southern Plains, Mountain, Pacific.

Les termes de Corn-Belt et de Mid-West n'ont pas toujours signifié les mêmes découpages dans le temps suivant qu'ils ont été utilisés dans un sens large ou dans un sens restrictif. Le terme de « Corn-Belt » utilisé ici est celui qui regroupe les 5 Etats suivants : Iowa, Missouri, Illinois, Indiana, Ohio. Le Wisconsin, le Michigan et le Minnesota n'en font pas partie ; ces Etats constituent maintenant la région des lacs (Lake States). Le terme de Mid-West ne devrait plus être utilisé car il n'est pas précis et il peut ou non englober une partie des Grandes

Régions agricoles	No-till		Mulch Till		Surface récoltée annuellement
	S	%	S	%	
Appalachian	2 100	37,0	648	11,4	5 668
Corn Belt	8 720	27,7	6 190	19,7	31 500
Northeast	750	22,2	560	16,6	3 370
Northern Plaine	2 998	14,8	5 114	25,3	20 189
Southeast	491	13,8	251	7,1	3 560
Delta States	764	12,4	318	5,1	6 180
Lake States	1 329	10,1	2 693	20,5	13 163
Mountains	590	7,0	2 228	26,6	8 372
Southern Plains	1 253	6,2	4 395	21,8	20 200
Pacific	152	3,1	908	18,3	4 960
USA	19 147	16,3	23 305	19,8	117 162

Source CTIC, 1999

Superficies (en milliers d'hectares) et pourcentages en "conservation tillage" aux USA par région agricole, en 1998



*Progression du semis direct aux USA,
par régions, de 1960 à 2000*

Plaines. Par ailleurs, la région « Appalachian » n'est plus la chaîne montagneuse traversant obliquement l'Est des USA du Maine à l'Alabama mais est constituée des 5 Etats du Kentucky, du Tennessee, de Virginia, de West-Virginia et de North-Carolina. Les Etats du Nord-Est n'en font plus partie et forment une nouvelle région, le « North-East ».

La région naturelle du Piémont (des Appalaches) disparaît dans cette classification, car elle est répartie entre les régions « South-East » et « Appalachian ».

Concernant les Grandes Plaines, le découpage administratif retenu est restrictif puisque la région des « Grandes Plaines Centrales » disparaît. Restent les Grandes Plaines du Nord (North Dakota, South Dakota, Nebraska) et les Grandes Plaines du Sud (Kansas, Oklahoma et Texas). Les plaines du Montana, du Wyoming, du Colorado et du Nouveau Mexique disparaissent des « Grandes Plaines » et rentrent dans la grande région « Mountain ».

V.1. – LA REGION DE « LA CORN-BELT »

Comme son nom d'indique il s'agit traditionnellement de la **grande zone de production du maïs**. Mais à l'heure actuelle le **soja y partage les superficies**. C'est une des régions les plus peuplées des USA.

Ecologiquement la Corn-Belt est loin d'être homogène. La pluviométrie annuelle est étalée entre 700 mm à l'Ouest (Iowa) et 1 000 mm dans l'Est (Ohio). Les pluies, assez régulières, sont étalées de avril à septembre. Au niveau des températures, l'Etat le plus « froid » est l'Iowa, avec seulement 137 jours par an sans gel. Ailleurs on a 140 à 217 jours sans gel. Le climat est dit continental humide. Le relief est peu accidenté avec un modelé de larges collines dans l'Est, des plaines dans l'Ouest passant progressivement aux « Grandes Plaines ». Le Sud des Etats du Missouri, de l'Indiana et de l'Ohio est un peu plus montagneux, empiétant sur la chaîne des Appalaches. Les sols sont développés sur dépôts glaciaires hétérogènes, non triés et non stratifiés, parfois caillouteux (Ohio) ou sur loess, sols noirs de prairie (Iowa, Illinois, Ouest Indiana). Ils sont considérés comme « fertiles » lorsqu'ils sont bien drainés (exemple : les « terres noires » de l'Illinois). Dans le Nord de la Corn-Belt, le réchauffement lent et le drainage parfois médiocre des sols pour les cultures semées au printemps peuvent constituer un problème pour le semis direct sur résidus.

Les cultures principales sont le **maïs** (rendement moyen : 92 q/ha), le **soja** (rendement moyen : 3,3 t/ha), les **céréales à petites graines** (blé, orge) et les pâturages. Le maïs et le soja (associés à l'élevage) représentent 80 à 85 % des terres semées annuellement. Les rotations les plus fréquemment pratiquées sont maïs-soja (68 % de la SAU), maïs-maïs-soja (12 %) , maïs-soja-blé (8 %), maïs-soja-blé-foin (7 %). Le blé (blé dur de printemps) et les prairies permanentes sont plus présents au Nord qu'au Sud. Les régions Sud à hivers plus doux permettent parfois de faire 2 cultures par an en succession avec blé en hiver-printemps et maïs ou soja en été. Le sorgho commence à apparaître dans le Missouri. Les cultures fourragères (maïs-fourrage, luzerne, avoine, racines fourragères ...) prennent le dessus par rapport au maïs et au soja, dans la zone Nord de la Corn Belt (élevage laitier). Les exploitations ont 50 à 200 hectares de superficie avec une surface moyenne de 150 hectares (200 ha pour l'ensemble des USA). Les exploitations les plus importantes en surface (100 à 200 ha) sont situées dans l'Iowa, l'Illinois et le Nord du Missouri ; les plus petites (moins de 75 ha) sont situées dans le NE de l'Ohio.

	1969	1972	1975	1978	1982	1988	1996	1998
ILLINOIS	2,5 0,03%	114 1,20%	164 1,80%	218 2,30%	407 4,40%	644 6,90%	2 362 25,40%	2 429 25,80%
INDIANA	0,8 0,02%	117 2,30%	366 7,30%	242 4,80%	228 4,60%	400 8,00%	1 669 34,00%	1 822 35,70%
OHIO	3,4 0,08%	46 1,10%	68 1,70%	300 7,40%	225 5,60%	453 11,20%	1 542 36,80%	1 671 41,60%
IOWA	1,3 0,01%	213 2,20%	200 2,10%	145 1,50%	278 2,90%	283 3,00%	1 676 17,80%	1 544 16,20%
MISSOURI	1 0,02%	19 0,40%	31 0,70%	102 2,40%	137 3,20%	284 6,80%	1 256 30,00%	1 456 34,30%
TOTAL CORN BELT	9,1 0,03%	509 1,60%	829 2,60%	1 007 3,10%	1 275 4,00%	2 064 6,40%	8 505 26,50%	8 922 27,60%

Source : CTIC, 2000

***Evolution des surfaces en semis direct dans les Etats de la Corn-Belt
entre 1969 et 1998
(en milliers d'hectares et en %)***

ANNEE 1996

	Total semé	Conservation tillage			Conventional tillage	
		No-Till	Ridge-Till	Mulch-Till	15-30 % de résidus	0-15 % de résidus
MAIS (pleine saison)	14 663 44,7%	2 577 17,5%	82	2 358 16,1%	3 717 25,3%	5 935 40,5%
MAIS (double culture)	143 0,4%	31 21,7%	0	34 23,8%	37 25,9%	41 28,7%
BLE-ORGE (de printemps)	273 0,8%	23 8,4%	0	101 36,8%	56 20,6%	92 33,8%
BLE-ORGE (d'hiver)	2 074 6,3%	766 36,9%	1,6	360 17,3%	434 20,9%	513 24,7%
SOJA (pleine saison)	14 048 42,8%	4 780 34,0%	65	3 101 22,1%	2 706 19,3%	3 396 24,2%
SOJA (double culture)	560 1,7%	399 71,3%	1,2	66 11,8%	52 9,2%	42 7,5%
COTON	156 0,5%	5 3,2%	6,7	2,8 1,8%	32 20,2%	110 70,5%
SORGHO (pleine saison)	263 0,8%	48 18,3%	1,8	50 19,1%	63 23,9%	100 37,8%
SORGHO (double culture)	18 0,05%	11 61,1%	0	3,5 19,6%	1,6 8,6%	1,7 9,3%
CULTURES FOURRAGERES	295 0,9%	52 17,6%	0	68 23,0%	63 21,5%	112 38,0%
AUTRES CULTURES	326 1%	23 7,1%	1,7	50 15,2%	50 15,5%	201 61,7%
TOTAL	32 806 100%	8 715 26,5%	67 0,2%	6 194 18,9%	7 212 22,0%	10 544 32,1%

(Surface en milliers d'hectares)

Source : CTIC

REGION DE LA CORN-BELT
(Iowa, Missouri, Illinois, Indiana, Ohio)

Superficies et pourcentages en "Conservation Tillage" par cultures en 1996

Après le Kentucky, la Corn-Belt a été la région qui s'est lancée le plus rapidement dans le « Conservation Tillage » en général et le semis direct en particulier. Le maïs a été la première culture à être gérée en semis direct... Les premières parcelles d'essai de l'Ohio (Université de Coshocton) et de l'Indiana (Université de Purdue) datent des années 50 et 60.

Mais, auparavant, dans les années 40 à 60, la Corn-Belt collinaire (moitié Sud) a été la région où les aménagements anti-érosifs (terrasses et bandes alternées isohypses) ont eu le maximum d'ampleur.

A partir des années 60, la charrue à soc a commencé à disparaître au profit du chisel et des disques (offset) qui ont eu un grand développement dans la Corn-Belt en « mulch tillage ». En 1975, 20 % des surfaces en maïs et en soja n'étaient plus labourées : le labour d'automne était alors supprimé et les outils à dents ou à disques (cultivateur, chisel, cover crop, ...) étaient passés au printemps. Donc, avant de voir l'apparition du semis direct (sur maïs d'abord), les fermiers de la Corn-Belt ont expérimenté, à la suite de ceux des Grandes Plaines, le « mulch till » (ou stubble mulch till).

Dans les zones septentrionales et occidentales de la Corn-Belt (Iowa) avec des **sols lents à réchauffer et à drainer** (surtout les sols argileux), particulièrement sous résidus de récolte, la culture du maïs sur billons (**ridge till**) s'est relativement répandue à partir de 1950. Les billons, qui peuvent être quasi-permanents, sont semés par un outil qui « travaille » et sème en une seule opération. C'est le « till-plant system » qui a été développé spécifiquement dans la Corn-Belt. La firme Buffalo a sorti en 1964 un « till-planter », équipé, à l'arrière, d'un couteau circulaire, d'un large « sweep » travaillant sur le billon à 5-8 cm de profondeur et poussant les résidus de récolte dans les inter-billons. Un double disque ouvreur place la graine à 5-8 cm et la recouvre, sans roue plumbeuse. Au début le sweep permettait le désherbage, puis les herbicides ont suffi et les billons ne sont pratiquement plus travaillés, c'est déjà presque du semis direct.

A l'heure actuelle le ridge-till du maïs et du soja a régressé au profit du « **strip-till** » qui est une forme de semis direct sur une bande de 10-20 cm de large nettoyée des résidus, de façon que le sol se réchauffe plus vite. D'un tel travail réalisé à l'automne il résulte un sol plus « chaud » de 5 à 10° au semis de printemps. C'est une façon de faire passer le semis direct dans les zones septentrionales de la Corn-Belt ainsi que dans les Etats du Minnesota, du Michigan et du Wisconsin (Etats des Lacs) qui sont situés encore plus au Nord.

Le semis direct a commencé, de façon très discrète d'abord, avec le maïs à partir de 1965 (environ 5 000 ha), puis avec le soja quelques années plus tard. L'apparition des herbicides totaux ou spécifiques ont à chaque fois permis d'aller plus loin : atrazine, spécifique du maïs (1958), paraquat, total (1960), linuron, spécifique du soja (1968), glyphosate, total (1978). La Corn-Belt, surtout les moitiés méridionales, des Etats de l'Ohio, de l'Illinois, de l'Indiana et du Missouri, est à l'heure actuelle la championne du semis direct en superficies et en pourcentages des surfaces semées (voir tableaux).

Dans la Corn-Belt le semis direct a commencé significativement en 1969. Jusqu'en 1987 la progression a été de l'ordre de 125 000 hectares par an. A partir de 1987, il y a un décollage très fort avec une augmentation d'environ 640 000 hectares nouveaux par an. De 1987 à 1998 on est passé, sur l'ensemble des 5 Etats de la Corn-Belt, de 2 millions à 9 millions d'ha (soit 6 % à 28 % des surfaces semées annuellement) et la progression ne semble pas s'infléchir.

Maintenant, si on compare les Etats entre eux on constate qu'au niveau superficie c'est **l'Illinois qui est en tête** avec 2,5 millions d'hectares en 1998. Par contre, par rapport à la surface semée c'est l'Ohio (41,6 % en 1998) puis l'Indiana et le Missouri (35 %) qui sont les plus en progression. **L'Iowa, Etat plus « froid » progresse relativement moins vite** (16 % des surfaces semées en 1998). Les agronomes (universitaires, de l'USDA et du secteur privé) ont été très actifs dans la Corn-Belt. Ils ont également beaucoup travaillé sur les **plantes de couverture d'hiver** (seigle, vesces, trèfles ...).

Par ailleurs, ces progrès du semis direct, en raccourcissant les temps des chantiers, ont permis de pratiquer à plus grande échelle (mais quand même sur moins de 2 % des surfaces semées) la double culture annuelle (blé – soja ou maïs) et de la faire progresser un peu plus vers le Nord (excepté dans l'Iowa trop sec et trop froid).

V.2. - LA REGION « NORTHEAST »

Cette région, très hétérogène et très peuplée, est constituée des 11 Etats suivants : Maine, New-Hampshire, Vermont, Massachusetts, Maryland, Pennsylvania, Delaware, New York, New Jersey, Rhode Island, Connecticut.

Sa superficie est de 44,4 millions d'hectares, dont 60 % est en forêt, 10 % en urbanisation, 9,7 % **en terres agricoles semées** (cultures annuelles) et 4 % en pâturages. Les forêts et l'emprise urbaine mordent de plus en plus vite sur les espaces agricoles. Le Maine, le New Hampshire et le Massachusetts (les Etats de la Nouvelle Angleterre situés les plus au Nord) sont les plus boisés et pratiquement pas cultivés.

Au point de vue climatique, il s'agit d'une région froide à fraîche, humide. En dehors des montagnes les plus élevées très arrosées (jusqu'à 1 300 mm), les précipitations varient de 800 à 1 050 mm ; elles tombent toute l'année mais plus abondamment en printemps-été. Les jours sans gel sont au nombre de 80 (extrême Nord) à 210 (au Sud et le long de la côte atlantique). La topographie est plutôt accidentée, soit montagneuse (chaîne centrale des Appalaches et Adirondack, dans l'Est des Etats de Pennsylvanie et de New York), soit des plateaux disséqués et collinaires (New York et Pennsylvanie), soit des hautes collines boisées (Nouvelle Angleterre). Sur les reliefs (boisés le plus souvent), les sols sont peu épais, caillouteux, hydromorphes dans les vallons ; sur les plateaux et plaines ils sont plus profonds, de meilleure qualité et d'utilisation agricole.

Ces Etats font partie, avec les Etats des Lacs, de la « **ceinture laitière** » (**dairy Belt**) du pays. L'agriculture du Northeast est nettement orientée vers l'élevage laitier, avec une forte proportion de grains (maïs, soja), de fourrages (maïs-fourrage, avoine, ...), de foin et de pâturages. Les Etats côtiers développent beaucoup l'**agriculture péri-urbaine** (aviculture, légumes, fruits, ...).

Dans l'ordre d'importance en superficie les cultures principales sont : **maïs, soja, blé-orge, cultures fourragères**, secondairement pomme de terre, colza, pois, sorgho (dans le Sud).

- **concernant le maïs** : il est cultivé plutôt dans la moitié Sud (Pennsylvanie, Sud de l'Etat de New York et Maryland), 19,4 % est en semis direct.
- **pour le soja** : toujours dans la moitié Sud (Maryland et Pennsylvanie), il est géré en semis direct dans 89 % des cas s'il vient en deuxième culture (c'est donc une nécessité dans ce

ANNEE 1996

	Total semé	Conservation tillage			Conventional tillage	
		No-Till	Ridge-Till	Mulch-Till	15-30 % de résidus	0-15 % de résidus
MAIS (pleine saison)	1 582 46%	307 19,4%	1,3	347 21,9%	282 17,8%	647 40,9%
MAIS (double culture)	36 1,0%	22 61,1%	0	5,6 15,6%	2 5,6%	5,8 18,1%
BLE-ORGE (de printemps)	189 5,5%	9,7 5,1%	0	28 14,8%	29 15,3%	122 64,6%
BLE-ORGE (d'hiver)	392 11,4%	58 14,8%	0	97 24,7%	72 18,4%	165 42,1%
SOJA (pleine saison)	393 11,4%	110 28,0%	3,6 0,9%	77 19,6%	69 17,6%	133 33,8%
SOJA (double culture)	217 6,3%	194 89,4%	0	8,1 3,7%	6,6 3,0%	8,4 3,9%
COTON	0	0	0	0	0	0
SORGHO (pleine saison)	22 0,8%	5 22,7%	0	5,8 26,4%	4,4 20%	7,6 34,5%
SORGHO (double culture)	3,7 0,1%	2,7 73,0%	0	0	0	0
CULTURES FOURRAGERES	287 8,3%	11,3 3,9%	0	19,9 6,9%	22 7,7%	124 43,2%
AUTRES CULTURES	358 9,3%	9,3 2,6%	0	14,5 4,0%	38 10,6%	299 83,5%
TOTAL	3 480 100%	729 21,2%	4,9 0,1%	603 17,5%	525 15,3%	1 512 43,9%

(Surface en milliers d'hectares)

Source : CTIC

REGION "NORTHEAST"

(Maine, New-Hampshire, Vermont, Massachusetts, Maryland, Pennsylvania, Delaware, New York, New Jersey, Rhode Island, Connecticut)

Superficies et pourcentages en "Conservation Tillage" par cultures en 1996

cas) ce qui peut concerner la moitié des situations des Etats de la moitié Sud de la région. Lorsqu'il est en culture annuelle unique le semis direct du soja concerne 28 % des cas.

- **concernant le blé**, les 3 principaux producteurs sont les Etats de Pennsylvanie, Maryland et New York. Le blé d'hiver est majoritaire mais le blé de printemps est aussi pratiqué (à 50 %) dans les Etats du Nord. Le semis direct concerne 15 % du blé d'hiver (la moyenne nationale est de 8,5 %) et 5 % du blé de printemps.
- **les cultures fourragères** (maïs-fourrage, luzerne, avoine, orge, ...), qui représentent en moyenne 8,3 % des surfaces semées, le sont pour 3,9 % en semis direct (8,9 % pour la moyenne nationale). L'avoine est spécialement abondant dans les Etats de New York et de Pennsylvanie.

Dans la région « Northeast », comme dans la région « Appalachian », les recherches préliminaires à la mise au point du semis direct (rénovation des pâturages), ont été nombreuses en particulier dans les Universités du Maryland, de Pennsylvanie et du Delaware. Ces trois Etats ont été les premiers à démarrer significativement (fin des années 60).

Dans ces régions froides (comme dans certaines zones de la Corn Belt), **un des problèmes du semis direct est le réchauffement trop lent du sol après l'hiver sous résidus de culture** ou de couverture pour les semis des cultures de printemps (blé de printemps, maïs, soja ...). Les chiffres indiquent que plus on monte en latitude (pour une altitude comparable) plus la proportion de semis direct est faible pour les cultures de printemps. Depuis quelques années, les agriculteurs et constructeurs de ces régions ont développé les techniques du « **strip-tilling** » (travail en bande) à l'automne, consistant en un passage de dent ou de coudre suivi à l'arrière par un double disque sur la bande très légèrement surélevée (léger billon) qui sera semée au printemps dégagée de tout résidu. Suivant les sols, avec cette technique, la température au semis du sol sous la bande (de 15 cm de large) serait de 2 à 6° supérieure à celle d'un sol resté couvert. On peut considérer qu'il s'agit d'une variante du semis direct.

V.3. - REGIONS DES « LAKE STATES »

Ce sont les trois Etats du Minnesota, du Michigan et du Wisconsin (49 millions d'hectares), situés au Nord de la Corn-Belt proprement dite. Ces Etats font partie de la **ceinture laitière (dairy belt)**. Climatiquement semi-humide (500 à 800 mm annuel) et froide (120 à 190 jours sans gels), la pluie tombe pour les 2/3 au printemps et en été, la neige en automne-hiver. L'altitude est de 200 à 400 mètres. La topographie est douce, d'origine morainique (plaines et larges collines, glaciais ...).

Les sols sont développés sur loess ou moraines glaciaires, souvent calcaires, limoneux à sablo-caillouteux.

Le tiers Nord de la région, froid, n'est pratiquement pas cultivé, c'est le domaine des forêts et des prairies naturelles.

Le maïs est la première culture (42,5 % des surfaces semées), puis viennent le **soja** (26,1 %) et le **blé en majorité de printemps** (sauf pour le Sud du Michigan où le blé d'hiver est dominant avec 17 %), essentiellement dans le Minnesota, surtout son quart NW, prolongement naturel des Grandes Plaines du Nord.

ANNEE 1996

	Total semé	Conservation tillage			Conventional tillage	
		No-Till	Ridge-Till	Mulch-Till	15-30 % de résidus	0-15 % de résidus
MAIS (pleine saison)	5 818 42,5%	549 9,4%	80 1,4%	1 271 21,8%	1 485 25,5%	2 433 41,8%
MAIS (double culture)	6,3 0,005%	0	0	0,8 12,7%	0,8 12,7%	4,3 68,3%
BLE-ORGE (de printemps)	1 897 13,9%	35 1,8%	0	340 17,9%	608 32,1%	914 48,2%
BLE-ORGE (d'hiver)	407 3%	97 23,8%	0	69 17,0%	82 20,1%	158 38,8%
SOJA (pleine saison)	3 575 26,1%	549 15,4%	53 1,5%	1 052 29,4%	883 24,7%	1 038 29,0%
SOJA (double culture)	10 0%	1,4 14%	0	0	2,4 24%	5,5 55,0%
COTON	0	0	0	0	0	0
SORGHO (pleine saison)	14 0%	0	0	1,1 7,9%	2,3 16,4%	9,7 69,3%
SORGHO (double culture)	1,3 0%	0	0	0	0	1,2 92,3%
CULTURES FOURRAGERES	563 4,1%	38 6,7%	0	45 8,0%	76 13,5%	404 71,8%
AUTRES CULTURES	1 383 10,1%	44 3,2%	0	110 8,0%	224 16,2%	1 006 72,7%
TOTAL	13 674 100%	1 313 9,6%	133 1,0%	2 889 21,1%	3 363 24,6%	5 974 43,7%

(Surface en milliers d'hectares)

Source : CTIC

REGION "LAKE STATES"
(Minnesota, Wisconsin, Michigan)

Superficies et pourcentages en "Conservation Tillage" par cultures en 1996

Viennent ensuite **les cultures fourragères** qui, proportionnellement, sont très répandues (4,1 %) dans ces trois Etats, avec d'abord le maïs-fourrage, mais aussi l'avoine, l'orge, la luzerne et le trèfle pour le foin.

Les « autres cultures » (10,1 %) sont diversifiées : pomme de terre, betterave, pois, colza, tournesol, lin, dans le coin N-W du Minnesota pour ces 4 dernières productions.

La longueur de la saison de culture ne permet pas la double culture annuelle dans ces Etats.

En maïs, le semis direct ne représente sur l'ensemble de la région que 9,4 % des surfaces semées. Mais il y a de très fortes disparités suivant la **vitesse de réchauffement du sol au printemps**. Ainsi le Sud du Michigan, le plus bas en latitude, présente un taux exceptionnel de 26 % (moyenne nationale pour le maïs en culture unique : 16,8 %). A l'opposé, le Minnesota, l'Etat le plus froid, ne présente qu'un taux très faible de 2,4 % (10,8 % pour le Wisconsin, intermédiaire).

Concernant le soja, on retrouve exactement la même répartition des proportions de semis direct :

- Minnesota (froid) le plus gros producteur : 6,2 %
- Wisconsin (intermédiaire) : 26,9 %
- Michigan (tempéré doux) : 42,8 %

Rappelons que la moyenne nationale pour le soja de culture annuelle unique est de 39,6 %.

Pour les céréales à petites graines (blé, orge) de printemps, la moyenne régionale est de 1,8 % et de 23,8 % pour celles d'hiver. C'est la confirmation de grandes difficultés de réchauffement (et de ressuyage des sols) au début du printemps.

Les cultures maraîchères sont en semis direct pour 6,7 % en moyenne (3,5 % pour le Minnesota, 5 % pour le Wisconsin et 18,1 % pour le Michigan).

Le semis direct a commencé vraiment dans ces Etats vers 1976. Depuis, la progression est régulière, avec environ 71 000 hectares de plus par an (croissance de 0,5 %).

V.4. - REGION « DELTA STATES »

Ce sont les Etats du Sud, qui jouxtent le Mississippi inférieur : Arkansas, Louisiane, Mississippi. La surface totale de cette région est de 36,5 millions d'hectares dont 6,8 millions (18,6 %) sont semés en cultures annuelles. Ce sont **trois Etats cotonniers de la Cotton-Belt**, bien arrosés, avec 1 100 à 1 600 mm de pluviométrie moyenne annuelle, présentant un gradient croissant Nord-Sud. Le maximum des pluies arrive au printemps et début de l'été. Le minimum est fin été-automne. Le nombre de jours sans gel est de 220 à 270 jours (augmentant du Nord au Sud).

L'altitude ne dépasse pas 200 mètres. Mis à part la moitié N-W de l'Arkansas (Monts Ozark et Ouachita), la topographie de la région est peu accidentée, moyennement collinaire ou plane (dans la vallée du Mississippi).

Exceptés les planchers alluviaux, le substratum est composé essentiellement de loess, de grès et de schistes. Les sols sont globalement de bonne qualité. Ce sont soit des sols alluviaux

ANNEE 1996

	Total semé	Conservation tillage			Conventional tillage	
		No-Till	Ridge-Till	Mulch-Till	15-30 % de résidus	0-15 % de résidus
MAIS (pleine saison)	569 8,4%	83 14,5%	35 6,2%	68 11,9%	139 24,4%	244 42,9%
MAIS (double culture)	3,5 0,05%	0,7 20%	0	0	1,3 0,4%	0
BLE-ORGE (de printemps)	794 11,7%	65 8,2%	0	50 6,3%	115 14,5%	575 72,4%
BLE-ORGE (d'hiver)	653 9,7%	74 11,3%	2,2 0,3%	65 10,0%	183 28,0%	328 50,2%
SOJA (pleine saison)	2 337 34,5%	226 9,7%	11,4 0,5%	188 8,0%	488 20,9%	1 424 60,9%
SOJA (double culture)	569 8,4%	169 29,7%	1,4 0,2%	60 10,5%	139 24,4%	200 35,1%
COTON	1 266 18,7%	33 2,6%	48 3,8%	99 7,8%	186 14,7%	900 71,1%
SORGHO (pleine saison)	187 2,8%	21 11,2%	4,2 2,2%	23 12,3%	47 25,1%	91 48,7%
SORGHO (double culture)	6 0,09%	0,3 5,0%	0	0,4 6,7%	4 66,7%	1,3 21,7%
CULTURES FOURRAGERES	133 2,0%	32 24,1%	0	25 18,8%	30 22,6%	46 34,6%
AUTRES CULTURES	248 3,7%	1,7 0,7%	0	7 2,8%	115 46,3%	124 50,0%
TOTAL	6 766 100%	706 10,4%	102 1,5%	585 8,6%	1 447 21,4%	3 933 58,2%

(Surface en milliers d'hectares)

Source : CTIC

REGION "DELTA STATES"
(Arkansas, Mississipi, Louisiana)

Superficies et pourcentages en "Conservation Tillage" par cultures en 1996

fertiles, profonds, argilo-limoneux ou sableux, plus ou moins bien drainés, soit des sols sur loess (alfisols) également profonds, limoneux et bien drainés, soit des sols rouges ou jaunes, pauvres (alfisols et ultisols), parfois compacts (à « fragipan »), moyennement à peu drainants, très érodés ou érodibles.

L'agriculture, en partie irriguée le long de la vallée du Mississippi, est à base des productions suivantes par ordre de superficies décroissantes :

- **le soja** qui représente 43 % des surfaces emblavées annuellement (6,8 millions d'ha) dont 80 % est en culture unique et 20 % en deuxième culture. C'est l'Arkansas qui est le plus gros producteur (53 % du total). Comme d'habitude c'est le soja en deuxième culture qui a les faveurs du semis direct avec une moyenne de près de 30 % des surfaces semées (contre 9,7 % pour la culture unique), pouvant atteindre 49 % dans le Mississippi.
- **le blé et l'orge**. Ils comptent pour 21,4 % des surfaces semées, avec des ordres de grandeur comparables concernant les céréales d'hiver et de printemps. L'Arkansas est le premier producteur régional avec 64 % des surfaces en blé contre 18 % et 13 % respectivement pour la Louisiane et le Mississippi. Pour ces cultures, le semis direct est pratiqué sur 10 à 12 % des surfaces. Le taux le plus bas est en Louisiane (5,9 %).
- **le coton** : les 3 Etats sont de gros producteurs avec 18,7 % des surfaces semées, le Mississippi venant en tête avec 35,8 % des surfaces (31,6 % pour l'Arkansas et 29,2 % pour la Louisiane). Pour l'ensemble de la région 2,6 % des surfaces en coton sont gérées en semis direct (7,8 % pour le « mulch till » et 3,8 % pour les cultures sur billons). Le Mississippi est en tête avec 3,6 % (Louisiane 3 %, Arkansas 1 %).
- **le maïs** : il s'agit quasiment exclusivement de maïs-grain venant en culture annuelle unique. L'emblavement en maïs représente 8,5 % des surfaces semées. Le semis direct y est pratiqué sur 14,5 % en moyenne, avec un taux curieusement bas (3,1 %) dans l'Arkansas.
- **le sorgho** : il est cultivé surtout en culture unique (très peu en 2^{ème} culture), sur 2,9 % du territoire semé annuellement (surtout en Arkansas et en Louisiane), avec un taux moyen de semis direct de 11,2 % (mais 17,6 % dans le Mississippi et 8 % en Arkansas).
- **les cultures fourragères**, avec 2 % des surfaces (surtout au Nord du Mississippi), sont implantées pour 24,1 % en semis direct.
- les « autres cultures » (arachide, colza, pois, tabac, légumes, ...) représentent les 3,7 % restants du total semé, et dont 0,7 % seulement sont en semis direct.

V.5. – LA REGION « APPALACHIAN »

La région Appalachiennne, située au cœur historique des USA et intermédiaire entre la Corn-Belt et le Sud, est constituée des cinq Etats suivants : Kentucky, West-Virginia, Virginia, Tennessee, North-Carolina. Sa surface est de 49,5 millions d'hectares dont 6,8 millions sont cultivés. Elle recoupe la chaîne centrale des Appalaches (Blue Ridge, du Sud-Ouest au Nord-Est, culminant à plus de 2 000 mètres d'altitude) et dont une grande partie est montagneuse ou collinaire, et boisée. Mais elle comprend aussi ses plateaux (Cumberland, Alleghanys ...), moyennes montagnes, et piémonts collinaires périphériques, au Nord et surtout au Sud. Une partie possède une topographie très peu accidentée, surtout l'Ouest du Kentucky et du Tennessee, en continuité avec la Corn Belt ainsi que l'Est de la North-Carolina, déjà plus chaude et classée dans le « Sud ».

Cette région est donc loin d'être homogène. Du point de vue climatique, la pluviométrie moyenne annuelle varie de 1 000 (au Nord-Nord-Est) à 1 250 mm (au Sud-Ouest). Il pleut à

ANNEE 1996

	Total semé	Conservation tillage			Conventional tillage	
		No-Till	Ridge-Till	Mulch-Till	15-30 % de résidus	0-15 % de résidus
MAIS (pleine saison)	1 556 27%	700 45%	0	212 13,6%	166 10,7%	478 30,7%
MAIS (double culture)	100 1,7%	64 63,8%	0	16 16%	11 10,6%	9 9,2%
BLE-ORGE (de printemps)	34 0,6%	9 25,3%	0	4 12,0%	10 28,9%	12 34,0%
BLE-ORGE (d'hiver)	964 16,8%	175 18,2%	0	209 21,7%	142 14,8%	437 45,3%
SOJA (pleine saison)	1 053 18,3%	365 34,7%	0	123 11,7%	99 9,4%	465 44,1%
SOJA (double culture)	731 12,7%	595 81,4%	0	22 3,0%	42 5,7%	78 10,7%
COTON	577 10,0%	106 18,3%	3,6 0,6%	4 0,7%	42 7,3%	422 73,1%
SORGHO (pleine saison)	31 0,5%	7,9 25,3%	0	3,4 10,8%	3,6 11,5%	16 52,8%
SORGHO (double culture)	11 0,2%	5,2 47%	0	1,3 12,2%	2,3 21%	2,6 23,7%
CULTURES FOURRAGERES	181 3,1%	59 32,6%	0	24 13,3%	26 14,4%	72 39,8%
AUTRES CULTURES	516 9,0%	10 1,9%	0	4 0,8%	35 6,8%	467 90,6%
TOTAL	5 754 100%	2 096 31,4%	3,6 0,05%	623 9,3%	579 8,7%	2 459 38,8%

(Surface en milliers d'hectares)

Source : CTIC

REGION "APPALACHIAN"

(Kentucky, Tennessee, West Virginia, Virginia, North Carolina)

Superficies et pourcentages en "Conservation Tillage" par cultures en 1996

peu près toute l'année ce qui permet parfois 2 cultures par an. Le climat est considéré comme « tempéré humide », avec un passage au « sub-tropical » dans le Sud-Est (North Carolina).

Compte tenu de ces contrastes morpho-climatiques croisés avec une grande diversité géologique, la région possède également des sols très variés : sols peu épais et pierreux à fortes pentes dans les montagnes appalachiennes proprement dites (grès, calcaires, schistes, granites ...), sols calcaires bien structurés sur les plateaux du Nord (Kentucky), sols rouges sur grès et colluvio-alluvions sableuses souvent compactés et pris en masse, sur les piémonts et jusqu'aux plaines côtières du Sud-Est (North-Carolina et Virginia).

Les exploitations familiales de polyculture de la région Appalaches sont le plus généralement de relative petite taille (50 à 100 hectares), souvent marginalisées et pauvres.

Les zones d'altitude, montagneuses et collinaires, sont consacrées essentiellement aux fourrages et foin (maïs-fourrage, prairies ...) ainsi qu'à l'élevage laitier. Le maïs (la première culture avec le soja), avec 29 % des surfaces emblavées, est cultivé à peu près partout, sauf en West-Virginia et sur les chaînes centrales, avec une prédominance dans l'Est et le Sud-Est. Le soja, qui globalement représente 31 % des surfaces cultivées, est prédominant dans l'Est et le Sud-Est (North-Carolina et Virginia) ainsi que dans l'Ouest-Sud-Ouest (Ouest du Tennessee et du Kentucky). **Une grande partie (presque la moitié) est cultivée en seconde culture après les céréales d'hiver.** Les céréales d'hiver (blé), avec en gros 17 % des surfaces cultivées, sont présentes essentiellement dans l'Est de la région ainsi que dans l'extrême Ouest (Ouest Kentucky et Tennessee). Il y a du **coton** dans le Sud-Est (Nord-Carolina) et le Sud-Ouest (Tennessee). West-Virginia et Kentucky (de part et d'autre de la chaîne appalachienne) sont (avec la Georgia) les **grandes régions du tabac** aux Etats Unis.

Avant 1960, la lutte anti-érosive était exclusivement basée sur le « **contour farming** » et les aménagements de « D.R.S. » (bandes alternées : herbes/cultures, terrasses et cordons ...) qui avaient été initiés par H.H. Bennett et ses successeurs de l'USDA à partir des années 30-40. C'est dans la région appalachienne (et la Corn Belt) que ces travaux ont pris le plus d'ampleur, compte tenu de la topographie souvent accidentée. Ces grands aménagements coûteux (formant souvent obstacle à la mécanisation et à l'agrandissement des parcelles) ont persisté en étant renouvelés et entretenus jusqu'à la fin des années 70. Le « relais » progressif (nouveau paradigme anti-érosif ?) a été pris par la gestion agronomique devenue « politiquement correcte » qu'a été la promotion du « **Crop Residue Management** » (CRM) dans les années 80.

La région appalachienne a été un laboratoire pour le semis direct et en possède le berceau en milieu réel aux Etats-Unis, constitué par l'**Etat du Kentucky**. Suite à de longs essais en stations sur la **rénovation des pâturages** (voir ci-dessus) dans diverses universités de la région appalachienne, de la Corn Belt et du Nord-Est, c'est l'université du Kentucky (Lexington) avec S.H. Phillips, qui, en 1960-61, poussa le premier agriculteur, **H.M. Young**, à se lancer dans le **maïs en semis direct**. Ces premiers pas furent rendus possibles grâce, entre autres, au paraquat (gramoxone) qui venait sur le marché et grâce aux premiers semoirs lourds à coute circulaire, qui fut fabriqué en grande série par la **firme Allis Chalmers** à partir de 1965. La figure ... montre qu'on observa un décollage déjà significatif dès 1968 dans le Kentucky, dès 1970 en Virginie, 1972 dans le Tennessee, 1982 en North-Carolina. La petite West-Virginia, quand à elle, montagneuse et boisée, est peu touchée.

Les années 1979-1980 marquèrent un second souffle avec un redressement net de la courbe d'accroissement, sans doute en partie suite à la sortie du **glyphosate**.

Nulle part ailleurs que dans le Kentucky, le Tennessee et la Virginie, le semis direct a été aussi rapidement accepté et adopté entre la fin des années 60 et les années 70. La diffusion a été promue par le très efficace « **Natural Resource Conservation Service** » qui en a été la force vive. Dans d'autres Etats ce rôle a été tenu par les « extension Service », mais ces deux agences de l'USDA ont le plus souvent travaillé ensemble. Cependant, il ne faut pas oublier quand même que le premier moteur du développement du semis direct a été d'ordre économique (le profit, pour les agriculteurs). Un certain nombre de facteurs favorables à l'adoption du semis direct dans les zones collinaires de la région appalachienne, particulièrement du Kentucky ont été, en plus du dynamisme des Institutions :

- la forte concentration de fermes laitières manquant de temps et de main d'œuvre pour les cultures,
- la nécessité de la « rénovation » des pâturages dans les zones de vieilles prairies. Ce thème ayant le premier fait l'objet de recherches,
- la présence fréquente de sols calcaires, bien structurés et drainants (au moins pour la moitié Ouest), se prêtant bien à ces nouvelles techniques,
- la motivation pour protéger des sols généralement peu épais, caillouteux et en pentes.

Contrairement à ce qu'on aurait pu penser, la relative « petite taille » des fermes et les coûts importants des équipements ne paraissent pas avoir été un obstacle important.

Dans cette région pionnière, l'arrivée du semis direct n'a pas été, comme dans les grandes plaines (voir plus loin), précédée par les techniques du « stubble mulch farming » (ou mulch tillage) c'est à dire l'agriculture sous mulch.

Ainsi, au début des années 60, 95 % des surfaces semées étaient labourées à la charrue à soc. Les outils tels que les chisels, houes rotatives, cover crops, n'étaient pas utilisés pour garder des résidus de récolte en surface, mais, plus « classiquement » en façons superficielles, pour succéder au labour. Les outils de tranchage superficiels utilisés dans les Grandes Plaines (sweeps et rod-weeders) étaient peu connus.

Dans les Appalaches, on s'est aperçu plus tardivement que dans les grandes plaines de l'intérêt de maintenir les résidus de récolte en surface. Sans doute qu'une forte couche de résidus (beaucoup plus épaisse sur maïs qu'en zone semi-aride sur blé), difficile à trancher par les semoirs de l'époque, à décomposition peu rapide et l'obstacle qu'elle constituait pour le réchauffement printanier des terres à semis de printemps, concourraient à ne pas privilégier le mulch mais à se concentrer sur le « semis direct » sans labour mais sur résidus enterrés par les engins superficiels (concepts des TCS en France) mais alors ce n'était pas du vrai semis direct, soit sur le semis direct mais après brûlage des pailles.

De sorte qu'au début des années 80, soit 20 ans après les premiers pionniers du semis direct, moins de 50 % utilisaient encore la charrue. Le reste étant partagé entre TCS (faible enfouissement des pailles) avec chisels et disques, « mulch till » (semis sous mulch) et semis direct (avec résidus ou résidus brûlés).

A partir de 1985, l'USDA créa le concept de « **Crop Residue Management** » (CRM) ou gestion des résidus et le rattacha à celui de « **conservation tillage** ». Cela signifiait que « conservation tillage » était synonyme du maintien des résidus sur au moins 30 % de la surface (après semis). Il n'y eut dès lors que trois catégories de conservation tillage :

- **no-till** (semis direct)
- **ridge till** (semis sur billon), pratique minoritaire
- **mulch till** (semis sous mulch).

De 15 à 30 % de couverture du sol, on parle de « reduced tillage ». Avec moins de 30 % il s'agit de « conventional tillage ». Cette classification est toujours de rigueur.

Aux Etats-Unis un semis direct sur pailles brûlées n'est donc pas une technique de conservation tillage. De même des TCS (avec enfouissement superficiel des pailles comme pratiqué en France) n'en font pas partie non plus !

La « **farm Bill** » de 1985 officialisa la nécessité de couvrir le sol en CRM et conditionna les programmes et aides de l'USDA à ces pratiques, ce qui fut déterminant pour l'adoption rapide de ces techniques, soit en mulch-till soit, encore mieux, en no-till. Les progrès de l'adoption ont été renforcés à partir de 1979, rappelons le, par les progrès des herbicides (round-up) et les alternatives proposées par les fabricants de semoirs lourds à coutres et disques ouvreurs-semeurs.

En 1992, 35 % des surfaces en cultures annuelles de la région « Appalaches » était en conservation tillage dont 18 % en semis direct et 17 % en mulch-till.

En 1996 (voir tableau) le semis direct a grandement progressé puisqu'on en est à 31 % de la surface semée. La moyenne nationale étant de 17 %, en proportion, les Appalaches sont donc nettement en tête. Les « champions » en sont le Kentucky, avec 51 % des surfaces cultivées en semis direct, et le Tennessee, avec 44 %.

Par contre si on évalue cela en vitesse de progression les Appalaches sont quand même loin derrière la Corn-Belt qui croit en flèche depuis 1988 (voir précédemment).

En 2000 ces propositions n'ont pratiquement pas bougé.

Maintenant si on raisonne par cultures

- **Le maïs-grain** : sur l'ensemble de la région, 46 % des surfaces en maïs-grain sont en semis direct. Le Kentucky (55 %) arrive en tête. Puis vient le Tennessee (54 %). Lorsqu'il vient en 2^{ème} culture annuelle (après blé), le maïs est installé en semis direct dans 60 à 70 % des cas, ce qui se comprend aisément compte tenu de la nécessité de gagner du temps après la récolte du blé.
- **Le soja** : dans la région Appalachienne le soja peut être cultivé en culture annuelle unique (51 % des cas) ou bien en 2^{ème} culture annuelle (39 % des cas). Dans le 1^{er} cas on compte 35 % de semis direct, dans le 2^{ème} cas 81 %, ce qui est énorme. Ces chiffres montrent que ce sont le soja et le maïs qui se prêtent le mieux au semis direct.
- **Le blé d'hiver** : en moyenne, environ 18 % du blé est en semis direct. Les taux les plus faibles (7,4 %) concernent la Virginie et la North-Carolina (12 %) sur sols rouges sableux compactés.
- **Le coton** : suivant les Etats, le semis direct du coton est pratiqué sur 32 % des surfaces dans le Tennessee, 8,3 % en North-Carolina et 13,7 % en Virginie. Ces deux derniers Etats constituent la branche Nord-Est de la Cotton Belt américaine.
- **Les cultures fourragères** (maïs-fourrage, luzerne ...) : sont les plus concernés, le Kentucky, le Tennessee et la Virginie, avec 21 à 44 % installées en semis direct. Le

problème du maïs-fourrage et de la plupart des autres cultures fourragères est qu'elles produisent peu de résidus de récolte (10 à 20 % de couverture du sol après la coupe).

- **Les autres cultures** : elles concernent essentiellement le tabac (tous les Etats sauf la West-Virginia) et l'arachide (North-Carolina et Virginia). On estime le semis direct à 2 % sur l'ensemble de ces cultures.

Les universités de la région Appalaches et de la région du Nord-Est (Delaware, Maryland, Pennsylvania, Massachusetts), ainsi que le service recherche (ARS) de l'USDA, ont beaucoup travaillé sur les **plantes de couverture (cover crops)** afin de renforcer ou produire de la biomasse pendant les intercultures d'hiver et d'été. Un certain nombre de cultures laissent en effet assez peu de résidus (maïs-fourrage, soja, tabac, coton, légumes, arachide ...). Parmi les couverts d'hiver, ont été recommandés, comme graminées, le seigle (dans les zones les plus froides), la fétuque, l'orge, le blé d'hiver, l'avoine. Comme légumineuses, seules ou associées aux graminées, la luzerne, la vesce, les trèfles, le pois d'hiver ... Ces couverts peuvent être semés (par avion) dans les maïs et soja avant leurs récoltes. Comme couverts de printemps-été on a privilégié l'avoine de printemps, le « sudan grass » (sorghum bicolor), des sorghos et mils.

V. 6. - LA REGION « SOUTHEAST »

La région du Sud-Est est composée des quatre Etats suivants : Alabama, Georgie, Caroline du Sud, Floride. Sa superficie est de 50 millions d'hectares dont 4,6 millions sont cultivés.

Encore à climat humide tempéré au Nord, le climat passe au sub-tropical doux et humide (dominant la région), puis au tropical humide et chaud en Floride. La pluviométrie moyenne annuelle est de l'ordre de 1 100 – 1 400 mm relativement bien répartis durant l'année (deux cultures par an sont possible). Les plus fortes précipitations (1 300 – 1 600 mm) apparaissent dans le tropical d'extrême Sud (Sud-Alabama et Sud-Floride). L'Etat le plus arrosé est l'Alabama. Le creux pluviométrique est généralement en automne. Le maximum est en été dans l'Est, au printemps et en hiver dans l'Ouest. Il y a 250 à 280 jours sans gel dans l'année. Toutes ces conditions favorisent, plus qu'ailleurs, la prolifération des adventices, ce qui sera un problème à résoudre pour le semis direct.

Le relief est dans l'ensemble peu marqué (grandes plaines et collines côtières), avec une altitude inférieure à 300 m, excepté au Nord-Ouest de la région (Nord Alabama et Nord Georgie) sur les reliefs Appalachiens (montagnes, plateaux, piémonts et collines).

Une majorité des « sols bruns rouges à brun-jaune » (« ultisols ») des plaines côtières (Caroline du Sud, Sud-Georgie et Sud-Alabama) sont argilo-sableux, pris en masse et compactés, souvent nécessitant un drainage, ce qui constitue un obstacle relativement contraignant pour le semis direct. En plus, l'érosion y est très importante sur les collines. Ailleurs les sols sont plus favorables, à montmorillonite sur calcaire, une majorité sur loess (Alabama), grès ou calcaires, d'âges secondaire ou tertiaire. Beaucoup de sols de Floride, gris-jaunâtre, tachetés, sont sableux et hydromorphes (pseudopodzols), mal drainés, à alios et sont peu favorables à l'agriculture.

L'agriculture est, excepté pour la Floride (grandes fermes agro-industrielles), le fait de petites à moyennes exploitations (75 à 120 hectares), plutôt pauvres, pratiquant la polyculture et l'élevage. La surface semée dans la région Sud-Est représente 3,2 % de celle de l'ensemble du pays.

ANNEE 1996

	Total semé	Conservation tillage			Conventional tillage	
		No-Till	Ridge-Till	Mulch-Till	15-30 % de résidus	0-15 % de résidus
MAIS (pleine saison)	592 15,3%	101 17,1%	1,5 0,3%	61 10,3%	135 22,8%	292 49,3%
MAIS (double culture)	28 0,7%	2 7,1%	0	1 3,6%	3,5 12,5%	21 75%
BLE-ORGE (de printemps)	27 0,7%	0,9 3,3%	0	2 7,4%	4,6 14,4%	19,5 72,2%
BLE-ORGE (d'hiver)	491 12,7%	41 8,4%	1 0,2%	60 12,2%	147 29,9%	241 49,1%
SOJA (pleine saison)	367 9,5%	51 13,9%	0,6 0,2%	45 12,3%	78 21,3%	193 52,6%
SOJA (double culture)	248 6,4%	90 36,2%	0,9 0,4%	54 21,8%	48 19,3%	57 22,9%
COTON	972 25,1%	63 6,5%	7,9 0,8%	48 4,9%	137 14,1%	717 73,8%
SORGHO (pleine saison)	20 0,5%	2,6 13%	0	5 16,7%	6,8 22,7%	15,4 50,1%
SORGHO (double culture)	30 0,8%	3,9 13%	0	6 30,0%	4,9 24,5%	5 25,0%
CULTURES FOURRAGERES	121 3,1%	12,8 10,6%	0	10 8,3%	26,5 21,9%	72 59,5%
AUTRES CULTURES	1 055 27,3%	11,4 1,1%	3,8 0,4%	6 0,6%	93 8,8%	920 87,2%
TOTAL	3 866 100%	380 9,5%	15,7 0,4%	298 7,4%	619 15,4%	2 553 63,6%

(Surface en milliers d'hectares)

Source : CTIC

REGION "SOUTHEAST"
(Alabama, Georgia, South Carolina, Florida)

Superficies et pourcentages en "Conservation Tillage" par cultures en 1996

Nous sommes sur la « **Cotton belt** » et, globalement, **le coton est la première culture annuelle** (25 % des surfaces semées), puis viennent le maïs (16 %), le soja (15 %) en culture unique ou en deuxième culture, le blé d'hiver (13 %). Les cultures fourragères représentent 3 % de l'assolement annuel (mais 8,2 % en Alabama). Les « autres cultures » (27 %) sont représentées par l'arachide (tous les Etats), le tabac (surtout Georgie et Caroline du Sud), le sorgho (un peu partout en faible quantité), le colza (Georgie et Caroline du Sud), les légumes.

En plus de cela il faut également mentionner le riz, la canne à sucre et les vergers en zones tropicales de Floride et du Sud Alabama.

Le semis direct a commencé à se développer en 1970, d'abord sur maïs et soja et, pour ce dernier, surtout en 2^{ème} culture. Il progresse régulièrement jusqu'à aujourd'hui, à raison de 13 000 ha (0,3 %) par an environ.

Globalement, le « Conservation tillage » représente 17,3 % des cultures annuelles semées dont 9,5 % en semis direct et 7,4 % en « mulch till ».

Ce sont des **chiffres très nettement inférieurs aux moyennes nationales** (17 % pour le semis direct). C'est surtout le coton, le plus cultivé mais avec seulement 6,5 % de semis direct, qui fait chuter cette moyenne.

Si on regarde, culture par culture, on observe que :

- le **soja** de deuxième culture (derrière céréale), est en semis direct dans 36 % des cas alors qu'il représente 14 % des cas s'il est en culture unique. La même observation est faite pour les autres régions quand la deuxième culture est possible.
- le **maïs** (culture unique) est à 17,1 % en semis direct, ce qui est la moyenne nationale. Le maïs en 2^{ème} culture est très peu pratiqué.
- le **blé d'hiver** (très peu de blé de printemps), avec 8,4 % de semis direct, correspond également à la moyenne nationale.
- le **coton** est géré en semis direct sur 6,5 % des surfaces, ce qui est presque le double de la moyenne nationale (3,5 %). C'est en Georgie et en Alabama que le semis direct est proportionnellement le plus développé (environ 7 %) parmi tous les Etats cotonniers.
- le « mulch till » y représente 5 % seulement.
- les cultures fourragères sont, surtout en Alabama, le plus gros producteur, davantage pratiquées en semis direct (10 % de la surface) que pour la moyenne nationale (8,9 %).

Nous n'avons pas de chiffres concernant les autres cultures, en particulier le tabac et l'arachide. Pour cette dernière culture on estime à 2 % le semis direct. Le sorgho est en semis direct dans 13 % des cas.

V.7. - LA REGION DES « NORTHERN PLAINS »

Cette **région semi-aride** (78 millions d'hectares) est constituée des trois Etats suivants : North Dakota, South Dakota et Nebraska. Une partie (orientale) des Etats du Montana et du Wyoming, à l'Ouest de cette région, ont également une physiographie de « Grandes Plaines » (Hautes Plaines) semi-arides, mais ces 2 Etats font officiellement partie de la région « mountains ». **C'est (avec la Corn Belt) la plus vaste région agricole du pays, avec 46 % des superficies consacrées aux cultures, pour la plupart des céréales à petites graines.**

ANNEE 1996

	Total semé	Conservation tillage			Conventional tillage	
		No-Till	Ridge-Till	Mulch-Till	15-30 % de résidus	0-15 % de résidus
MAIS (pleine saison)	5 552 26,8%	1 008 18,2%	624 11,2%	1 663 30,0%	1 413 25,5%	843 15,2%
MAIS (double culture)	0	0	0	0	0	0
BLE-ORGE (de printemps)	7 748 37,4%	558 7,2%	0	1 945 25,1%	2 900 37,4%	2 348 30,3%
BLE-ORGE (d'hiver)	1 646 8,0%	155 9,4%	0	301 18,3%	673 40,9%	517 31,4%
SOJA (pleine saison)	2 670 12,9%	564 21,1%	86 3,2%	723 27,1%	724 27,1%	573 21,5%
SOJA (double culture)	1,6 0%	0	0	0	0	0
COTON	0	0	0	0	0	0
SORGHO (pleine saison)	474 2,3%	132 27,8%	23 4,9%	121 25,5%	131 27,6%	67 14,1%
SORGHO (double culture)	1,6 0%	0	0	0	0	0
CULTURES FOURRAGERES	285 1,4%	20 7,0%	0	51 17,9%	116 40,7%	99 34,7%
AUTRES CULTURES	2 316 11,2%	111 4,8%	3,3 0,1%	414 17,9%	796 34,4%	992 42,8%
TOTAL	20 694 100%	2 548 12,3%	736 3,6%	5 218 25,2%	6 753 32,6%	5 439 26,3%

(Surface en milliers d'hectares)

Source : CTIC

REGION "NORTHERN PLAINS"
(North Dakota, South Dakota, Nebraska)

Superficies et pourcentages en "Conservation Tillage" par cultures en 1996

Ces plaines sont peu arrosées. On observe un gradient positif du N-NW (350 mm) au SSE (650 mm). Le North Dakota est le plus sec, le Nebraska le plus arrosé. 20 à 25 % des précipitations sont sous forme de neige dont le captage est important pour les cultures de printemps. 65 % des pluies tombent d'avril à août. Il y a 90 jours sans gel au Nord, contre 150 dans le SW du Nebraska. Les vents violents toute l'année (mais surtout de mars à mai) caractérisent aussi cette région, exposant les sols dénudés à l'érosion éolienne.

La moitié Ouest est constituée de « Hautes Plaines » (800 – 1 300 mètres d'altitude). La moitié Est est à 300 – 900 m d'altitude.

Les sols couvrant les larges ondulations du modelé sont dérivés de dépôts glaciaires (3/4 Nord) ou de loess (1/4 Sud), sous-tendus par des couches sédimentaires secondaires à l'Est, tertiaires à l'Ouest. Ils sont généralement bien drainés, limoneux à limono-argileux, bien structurés, riches en calcaire (croûte calcaire fréquente en profondeur). Ces « sols de prairie » rentrent dans la grande catégorie des « chernoziums » à 1 à 2 % de matière organique bien répartie dans tout le profil. Ces sols sont la proie facile de l'érosion éolienne. Sur marno-calcaire sédimentaire, surtout dans le Sud, on observe des sols vertiques à montmorillonite.

L'agriculture

45,8 % du territoire est cultivé. Les exploitations sont de grande taille (180 – 250 ha). **La culture principale est le blé (et l'orge) qui constitue 45 % des cultures.** Le blé de printemps est largement dominant (37,4 % des cultures) surtout dans les 2 Etats du Nord à cause de leur climat froid. Le blé d'hiver est présent au Sud, dans le Nebraska.

Ces céréales sont, traditionnellement (surtout dans les parties Ouest les plus sèches) en « dry farming » c'est à dire en « pluvial » avec **longue jachère d'été (« summer fallow ») travaillée.** Le blé est cultivé une année sur deux. Dans le cas du blé de printemps (2/3 Nord), la durée de la jachère d'été est d'environ 21 mois. Pour le blé d'hiver (1/3 Sud) la jachère dure 14 Mois. Ces jachères sont grattées plusieurs fois de façon à éliminer les mauvaises herbes et créer un mulch moiteux fin (ou poussiéreux) en surface susceptible de briser la remontée capillaire donc les pertes d'eau par évaporation. Le rôle de ces jachères est de stocker le maximum d'eau pour compenser le peu d'eau qui tombe pour une campagne en une seule année.

L'eau est censée rentrer et ne pas s'évaporer. Le problème est bien sûr l'érosion (hydrique et éolienne) qui s'en suit.

La jachère « travaillée » tend quand même à régresser depuis la fin des années cinquante (apparition de nouveaux herbicides) au profit d'une jachère d'été non travaillée donc plus ou moins couverte de résidus et surtout régulièrement herbicidee pour contrôler les adventices consommatrices d'eau ; curieusement une telle jachère, initiée au début des années 70, est appelée « éco-fallow » les américains accordant plus d'importance du point de vue écologique, dans les Grandes Plaines, au non-travail du sol et au maintien des résidus de récolte en surface, contrôlant ainsi l'érosion, qu'à l'utilisation souvent excessive de pesticides.

Dans l'Etat du Dakota du Nord, zone la plus froide et la plus sèche, la rotation « blé de printemps – jachère d'été » est encore la plus pratiquée, surtout dans la partie Ouest. Le blé (+ avoine + orge) représente 75 % des assolements. Dans cet Etat, les autres cultures sont très minoritaires. Le maïs et le soja ne sont présents que dans le Sud-Est plus humide (475 mm) se

rapprochant des conditions du Minnesota et y rentrent en rotation avec les céréales à petites graines. On trouve aussi dans les assolements : tournesol, lin, pois, colza de printemps (le Dakota du Nord étant le plus gros producteur pour ces 4 cultures), pomme de terre et betterave, maïs-fourrages, autres fourrages (luzerne, trèfle, ray-grass ...).

Dans l'Etat du Dakota du Sud

Le blé (+ avoine), toujours en 1^{ère} place, représente 36 % des surfaces avec 60 % de blé de printemps et 40 % de blé d'hiver. Le maïs (29,5 %) et le soja (20,5 %) tiennent déjà ici une grande place, spécialement dans la moitié Est de l'Etat, plus humide, se rapprochant des conditions de la Corn Belt. La jachère d'été est encore présente (surtout dans l'Ouest) mais est moins répandue que dans le Dakota du Nord. Le sorgho fait une timide apparition dans le Sud de l'Etat. Les autres cultures sont le tournesol, les pois, le lin, le colza (d'hiver ou de printemps), la betterave, la pomme de terre, le sorgho (pour ce dernier dans le Sud de l'Etat).

Dans le Nebraska

Les conditions de température et d'humidité y sont plus favorables (400 à 700 mm de pluie) et c'est ici le pays du maïs (55 %) qui passe, surtout dans la moitié Est, très largement devant le blé (blé d'hiver) qui lui, par contre, chute assez brutalement (13 %) par rapport aux Etats du Nord. Le soja est toujours présent (19 %). Le sorgho commence à apparaître, surtout dans le Sud (6,4 %). Le régime des pluies ne permet pas de faire 2 cultures annuelles.

La jachère d'été est moins répandue car moins nécessaire. Les ressources en eau (retenues et eaux souterraines) sont assez abondantes dans cet Etat et permettent l'irrigation, qui est assez importante pour le maïs en particulier mais aussi pour les cultures maraîchères et fruitières. A peu près 25 % des terres cultivées sont irriguées (bassin de la Rivière Platte). Les autres cultures sont la pomme de terre, le tournesol, la betterave, le colza d'hiver.

Les progrès du semis direct et du « Conservation tillage » dans les Grandes Plaines du Nord.

Le premier Etat à avoir commencé le semis direct sur céréales à petites graines dans les Grandes Plaines, un peu retardé par rapport à la Corn Belt et à la région Appalachiennne, a été le Nebraska en 1969. Les autres Etats ont démarré un peu plus tard, entre 1973 et 1980.

Comme nous l'avons vu précédemment le démarrage du semis direct a été précédé d'une longue période de mise au point et de développement du « **stubble mulch farming** » c'est à dire d'agriculture sous mulch, avec un sol travaillé en surface pour détruire les adventices, avec des engins qui laissent en surface un maximum de résidus : chisel, cover-crop, sweep, rod-weeder, houe rotative. On est ainsi passé progressivement de la jachère d'été travaillée au stubble mulch farming (actuellement « mulch till ») puis, avec le développement des herbicides, à « l'écofallow » qui n'est plus travaillée, mais herbicidee, pendant la jachère d'été, puis enfin au vrai semis direct. A l'heure actuelle, toutes ces pratiques co-existent y compris la jachère d'été « nue » travaillée. Mais, du fait des progrès des techniques, des outils et des herbicides, chaque « stade » tend à grignoter sur le précédent, tiré par le haut au bénéfice du semis direct.

Les recherches ont surtout été impulsées et menées par l'Université de Lincoln au Nebraska. Mais les progrès réalisés par les Etats Appalachiens (en particulier le Kentucky) et de la Corn Belt ont aussi bénéficié aux Grandes Plaines, malgré des conditions quand même bien différentes.

En 1996 on en était à 2,5 millions d'hectares de semis direct (12,3 %) sur l'ensemble de la région.

Mais bien entendu, il faut distinguer selon les Etats (et même à l'intérieur des Etats) et les cultures. Si on considère les surfaces totales pour les trois Etats, le tableau ci-dessous nous montre la progression en hectares depuis 1972 :

	North Dakota	South Dakota	Nebraska	Total Northern Plains
1972	0	0	92 000	92 000
1982	36 500	150 000	251 000	437 500
1992	280 000	410 000	660 000	1 350 000
1998	681 000	1 149 000	1 318 000	3 148 000
Progression Annuelle 1992-1998	0,6 %	1,3 %	1,2 %	0,9 %

Avec le temps, dans l'Est du South-Dakota, mais surtout du Nebraska, les progrès du semis direct sur maïs et soja, qui avaient commencé dès les années 60 dans la Corn Belt, on pu bénéficier aux zones plus sèches situées à l'Ouest de cette région c'est à dire dans l'Iowa. Le maïs et le soja, qui n'étaient pas cultivés et cultivables autrefois dans le South Dakota et le Nebraska en jachères d'été, ont pu s'y développer, dès le début des années 70, grâce au semis direct et ceci, tous les ans, aboutissant à la suppression de la jachère d'été dans les parties orientales les plus humides des grandes plaines (600 – 750 mm) et y supplantant même la production céréalière. On peut alors dire que la Corn Belt a pu s'étendre vers l'Ouest par le semis direct. On verra le même phénomène se produire dans les Grandes Plaines du Sud à l'Ouest du Missouri, c'est à dire dans le Kansas.

V.8. - LA REGION DES « SOUTHERN PLAINS »

Cette très vaste région est constituée des Etats du Kansas, de l'Oklahoma et du Texas. Sa superficie est de 85 millions d'hectares dont 13 millions sont cultivés. C'est une région de plaines, sub-horizontale ou largement ondulées, de 300 à 800 m d'altitude, et de Hauts Plateaux (dans l'Ouest) de 800 à 1 500 mètres d'altitude. On passe d'un climat continental chaud au Nord (Kansas) à un climat sub-tropical au Sud, et, à l'intérieur de ce dernier d'un sub-tropical sec à l'Ouest devenant humide à l'Est.

La pluviométrie moyenne annuelle varie de 350 mm dans l'Ouest à 1 200 mm dans l'E-SE. Dans le Nord (Kansas), 20 % des précipitations sont sous forme de neige. Le plus gros des pluies tombe de mars à août. Les vents sont assez violents, surtout en hiver et au printemps, augmentant d'Est en Ouest. Le nombre de jours sans gel est de 170 à 330 (du Nord au Sud).

Les sols sont développés sur loess (proches des chernoziems) pour une grande moitié Nord de la région. Ils sont alors d'excellente qualité, profonds, filtrants, souvent calcaires, mais par contre très sensibles à l'érosion éolienne. Dans le Sud les sols sont formés sur roches très

ANNEE 1996

	Total semé	Conservation tillage			Conventional tillage	
		No-Till	Ridge-Till	Mulch-Till	15-30 % de résidus	0-15 % de résidus
MAIS (pleine saison)	1 732 8,4%	159 9,2%	139 8,0%	497 28,7%	482 27,8%	454 26,2%
MAIS (double culture)	57 0,3%	26 45,6%	0	19 33,3%	9 15,8%	2,4 4,2%
BLE-ORGE (de printemps)	350 1,7%	5,7 1,6%	0	19,5 5,6%	92 26,3%	232 66,3%
BLE-ORGE (d'hiver)	9 873 47,9%	207 2,1%	8,1 0,1%	2 520 25,5%	3 487 35,3%	3 650 37,0%
SOJA (pleine saison)	1 009 4,9%	131 13,0%	10,5 1,0%	135 13,4%	298 29,5%	423 41,9%
SOJA (double culture)	149 0,7%	28 18,8%	1,3 0,9%	32 21,5%	45 30,2%	40 26,8%
COTON	2 457 11,9%	6,6 0,3%	14 0,6%	180 7,3%	317 12,9%	1 938 78,9%
SORGHO (pleine saison)	3 276 15,9%	195 6,0%	39 1,2%	686 20,9%	1 054 32,2%	1 302 39,7%
SORGHO (double culture)	206 1,0%	28 13,6%	1,6 0,8%	36 17,5%	74 35,9%	67 32,5%
CULTURES FOURRAGERES	510 2,5%	31 6,1%	0	122 23,9%	198 38,8%	160 31,4%
AUTRES CULTURES	1 009 20,8%	39 3,9%	12 1,2%	175 17,3%	342 33,9%	440 43,6%
TOTAL	20 628 100%	901 4,4%	226 1,1%	4 422 21,4%	6 398 31,0%	8 708 42,2%

(Surface en milliers d'hectares)

Source : CTIC

REGION "SOUTHERN PLAINS"
(Kansas, Oklahoma, Texas)

Superficies et pourcentages en "Conservation Tillage" par cultures en 1996

variées d'âges primaire, secondaire et tertiaire, avec du Nord au Sud, des sols bruns (le plus souvent calcaires), des vertisols et des sols rouges sub-tropicaux..

Les pâturages naturels occupent près de la moitié (55 %) du territoire. Concernant l'agriculture, c'est la **première région de blé d'hiver** (48 % des cultures annuelles). C'est également la **première région du sorgho-grain** (16 %). Vient ensuite le **coton** (12 %) localisé quasi exclusivement au Texas avec une partie en irrigué. Ensuite vient le maïs (8,4 %) (surtout au Kansas et au Texas), puis le **soja** (5 %) en pleine culture, essentiellement dans les régions orientales, plus arrosées, des Etats. Les cultures fourragères (maïs-fourrage surtout) représentent environ 2,5 % des surfaces semées annuellement. Les « autres cultures » (irriguées ou non) sont l'arachide (Texas et Oklahoma), le tournesol, la betterave, la pomme de terre, les légumes, etc...

Dans l'Ouest, il y a beaucoup de **cultures irriguées** (maïs, sorgho, coton, luzerne, arachide ...).

Dans les zones à moins de 600 mm de pluie, la pratique « conventionnelle » était de cultiver (comme dans les plaines du Nord) du blé (ou du sorgho) 1 année sur 2, séparées par une **longue jachère nue travaillée**, dite « jachère d'été » d'environ 14 mois, ceci afin d'emmagasiner de l'eau et réduire l'évaporation.

Encore beaucoup pratiquée (peut être 40 à 50 % des zones cultivées « sèches), cette jachère travaillée (« dry-farming »), tend à régresser (compte tenu de l'érosion éolienne qu'elle engendre) au profit du maintien des résidus de récolte en surface (« reduced-till » : 15 - 30 % de couverture du sol, « mulch-till » : plus de 30 % et « no-till »).

Comme nous l'avons vu, à partir des années 50, le maintien des résidus a été considéré comme la pratique la plus efficace contre l'érosion éolienne extrêmement violente sur les sols de loess des grandes plaines (cf. le « dust bowl » des années 30, accentué par la sécheresse). Le « stubble mulch farming » (travail superficiel au « sweep ») a constitué une alternative à la jachère nue travaillée, puis à partir des années 60, l'écofallow (ou jachère chimique) qui autorisait à ne plus travailler du tout la jachère. Enfin à partir des années 70, apparut le vrai semis direct. Dans les plaines du Sud, le Kansas a été touché le premier (en 1972) pour se développer très vite. Le Texas et l'Oklahoma, un peu plus tard (1975-1980), en progressant nettement moins vite.

Dans les zones plus humides, les cultures se pratiquent en continu, **sans jachère d'été**, avec un éventail de cultures et des rotations plus variées. **Deux cultures annuelles en semis direct deviennent possibles.**

Dans les grandes plaines du Sud, la diffusion du semis direct a démarré en 1972, soit environ 10 ans après la Corn Belt et les Appalaches.

Si on considère maintenant les résultats, culture par culture, on constate que les proportions d'utilisation du semis direct comparées à d'autres régions et aux moyennes nationales, sont **plutôt faibles** : 9,2 % pour le maïs de pleine saison (national : 16,8 %), 2,1 % pour le blé d'hiver (national : 8,3 %), 13,0 % pour le soja de pleine saison (national : 26,7 %), 0,3 % pour le coton (national : 3,4 %), 6,1 % pour les cultures fourragères (national : 9,5 %).

ANNEE 1996

	Total semé	Conservation tillage			Conventional tillage	
		No-Till	Ridge-Till	Mulch-Till	15-30 % de résidus	0-15 % de résidus
MAIS (pleine saison)	654 7,3%	43,5 6,7%	25 3,8%	169 25,8%	179 27,4%	236 36,1%
MAIS (double culture)	15,1 0,2%	0	0	1,6 10,6%	1,6 10,6%	11 72,8%
BLE-ORGE (de printemps)	3 214 38,0%	252 7,8%	0	1 046 32,5%	1 358 42,3%	557 17,3%
BLE-ORGE (d'hiver)	2 809 31,5%	127 4,5%	0	798 28,4%	1 176 41,9%	706 25,1%
SOJA (pleine saison)	0	0	0	0	0	0
SOJA (double culture)	0	0	0	0	0	0
COTON	213 2,4%	0	0	3,2 1,5%	2,6 1,2%	203 95,4%
SORGHO (pleine saison)	201 2,3%	19,2 9,6%	6,9 3,4%	51 25,4%	73 36,3%	50 24,9%
SORGHO (double culture)	7,1 0,08%	0	0	1,8 25,3%	1,6 22,5%	2,7 38,0%
CULTURES FOURRAGERES	421 4,7%	16 3,8%	0	83 19,7%	137 32,5%	181 43,0%
AUTRES CULTURES	1 393 15,6%	32 2,3%	4,4 0,3%	240 17,2%	313 22,5%	824 59,2%
TOTAL	8 927 100%	490 5,5%	50 0,6%	2 394 26,8%	3 242 36,3%	2 771 31,0%

(Surface en milliers d'hectares)

Source : CTIC

REGION "MOUNTAINS"

(Idaho, Montana, Wyoming, Nevada, Utah, Colorado, Arizona, New Mexico)

Superficies et pourcentages en "Conservation Tillage" par cultures en 1996

Par contre l'autre mode de « conservation tillage » c'est à dire la culture sous mulch avec « sous-grattage » superficiel (« mulch-till ») a des moyennes très légèrement supérieures aux moyennes nationales (21,4 % contre 19,8 %).

V.9. - LA REGION « MOUNTAINS »

C'est la région montagneuse et sèche des Rocheuses, au sens large, la vaste dépression du Great Basin et du Bassin du Colorado, composée des 8 Etats suivants : Idaho, Montana, Wyoming, Nevada, Utah, Colorado, Arizona, New Mexico. La partie Est des Etats du Montana, du Wyoming, du Colorado et du Nouveau Mexique font partie géographiquement des Grandes Plaines. La région « mountains » proprement dite représente 219 millions d'hectares, soit 29 % de la superficie totale des USA. Sur cette surface, 13,5 millions d'hectares, soit 6,2 % seulement, sont cultivés. Par contre, 55 % sont en pâturages naturels pour le ranching et l'élevage extensif.

Le climat est continental sec semi-aride, froid au Nord avec prairies et forêts, chaud au Sud avec steppes et chaparral. La pluviométrie annuelle s'étale entre 180 mm (cuvettes et sillons intermontagneux) et 1 000 mm dans les montagnes et hauts plateaux du Nord-Ouest (Idaho et Montana). La pluviométrie augmente avec l'altitude : moins de 300 mm dans les bassins et zones dépressionnaires, 300 à 600 mm dans les zones situées entre 500 et 1 000 mètres d'altitude, plus de 600 mm au dessus de 1 000 mètres.

Les Etats les plus cultivés en cultures pluviales (« dry farming ») sont le **Montana**, l'**Idaho** et le **Colorado**. Le blé (et l'orge) est toujours la première culture, plutôt blé de printemps au Nord (Montana), blé d'hiver ailleurs. Loin derrière, viennent le maïs (surtout Colorado), puis le sorgho (Est du New Mexico et du Colorado), le coton (Arizona, New Mexico). Le soja est pratiquement inexistant. On trouve un peu de colza et du pois dans le Montana et l'Idaho.

La rotation la plus courante est « blé-jachère d'été » (travaillée aux sweeps ou herbicidee en ecofallow ou "jachère chimique"). Globalement le taux de semis direct est de 5,5 % contre 26,8 % pour le « mulch till », 36,3 % pour le « reduced tillage » (15 à 30 % de couvert par les résidus) et 31 % pour le conventionnel (moins de 15 % de résidus).

C'est dans le Montana, pour le blé de printemps, que le taux de semis direct est le plus élevé (9,3 %).

A Akron, dans le Colorado, existe le « Central Great Plain Research Station » où travaillent en collaboration des chercheurs de l'ARS et du NRCS pour l'USDA et des chercheurs de l'Université de l'Etat du Colorado.

V.10. - LA REGION « PACIFIC »

La zone agricole concernée dans la région « Pacific », hétérogène, s'inscrit essentiellement dans deux Etats : Washington et Oregon. Une petite partie concerne le littoral Nord de la Californie.

Hormis la bande côtière humide montagneuse, collinaire ou de terrasses, située à l'Ouest de la Montagne des Cascades (orientation Nord-Sud), où vergers, légumes et quelques cultures (blé) et pâturages sont pratiqués (élevage prédominant) mais qui est essentiellement en forêt ou en zone urbanisée, les principales zones agricoles, à blé et pâturages dominants, sont

ANNEE 1996

	Total semé	Conservation tillage			Conventional tillage	
		No-Till	Ridge-Till	Mulch-Till	15-30 % de résidus	0-15 % de résidus
MAIS (pleine saison)	158 3,1%	2,3 1,5%	0	24 15,2%	44 27,8%	86 54,4%
MAIS (double culture)	126 2,2%	0	0	13 10,3%	16,7 13,3%	96 76,2%
BLE-ORGE (de printemps)	761 14,9%	25 3,3%	0	131 17,2%	209 27,5%	395 51,9%
BLE-ORGE (d'hiver)	1 792 35,1%	52 2,9%	0	590 32,9%	625 34,9%	526 29,4%
SOJA (pleine saison)	0	0	0	0	0	0
SOJA (double culture)	0	0	0	0	0	0
COTON	559 11%	0	0	0	0	559 100%
SORGHO (pleine saison)	5,3 0,1%	0	0	0	0	5,1 100%
SORGHO (double culture)	3,1 0,06%	0	0	0	0	3,1 100%
CULTURES FOURRAGERES	256 5,0%	1,3 0,5%	0	20 7,8%	57 22,3%	177 69,1%
AUTRES CULTURES	1 444 28,3%	23 1,6%	0	181 12,5%	255 17,7%	985 68,2%
TOTAL	5 100 100%	104 2,0%	0 0%	959 18,8%	1 207 23,7%	2 832 55,8%

(Surface en milliers d'hectares)

Source : CTIC

REGION "PACIFIC"
(Washington, Oregon, Idaho, California)

Superficies et pourcentages en "Conservation Tillage" par cultures en 1996

situées à l'Est, sur les plaines et plateaux vallonés situés entre la chaîne des Cascades et les rocheuses proprement dites : ce sont essentiellement, dans l'Etat de Washington, le bassin semi-aride de **Columbia** (150 à 300 mm de pluies) et surtout le plateau plus humide (225 à 450 mm de pluies) du même nom (toujours dans l'Etat de Washington), entre 400 et 1 000 m d'altitude, couvert de cendres volcaniques et de loess. Ce sont aussi, en prolongement vers l'Est des Etats de Washington, de l'Oregon et de l'Idaho, les plateaux des régions de **Palouse** et de **Nez Percé**, relativement humides, avec 400 à 600 mm de pluies annuelles.

Enfin dans l'Idaho il y a les terres sèches (200 – 350 mm de pluie) irriguées des gouttières de la Snake River et de la Lost River, puis les hauts plateaux orientaux de l'Idaho à 300 – 600 mm de pluie, cultivés en dry farming (blé surtout).

Pour résumer, on distingue donc 3 grandes situations en périphérie des grandes dépressions en couloir à moins de 250 mm de pluies :

- **les zones semi-arides à très sèches à l'Ouest**, plutôt en piémonts et moyenne montagne, avec 275 – 400 mm de pluviométrie, où le dry-farming de céréales est pratiqué avec la rotation « blé (d'hiver au Sud, de printemps au Nord)-jachère d'été ». 50 % des terres sont en blé d'hiver, 50 % sont en jachère. L'agriculture irriguée est localement importante.
- **les zones plus humides à l'Est** en plateaux et moyenne montagne (400 – 650 mm de pluies d'hiver) où les jachères d'été sont moins systématiques (ou seulement une année sur 3), au profit de cultures continues (une culture par an), d'une diversification des cultures et de rotations plus variées entre blé d'hiver et cultures de printemps (orge de printemps, pois, lentilles, cultures fourragères, colza de printemps ...). La rotation de 3 ans « blé-orge-pois » est une des plus pratiquées. Celle de 2 ans, « blé-pois (ou lentille) » également, mais le blé en continu n'est pas rare.
- **les zones sèches (200 – 300 mm), près des cours d'eau** où il n'y a que de l'irrigation : essentiellement dans l'Idaho.

Les Terres de la région Pacific sont, en règle générale, les plus sensibles à l'érosion des USA : collines à pentes souvent fortes à très fortes (8 – 30 %, jusqu'à 45 %), sols riches en matière organique mais fragiles car dérivés de loess ou de cendres volcaniques, climat sub-méditerranéen à hivers assez froids, pluvieux (70 % des pluies de novembre à avril) et neigeux, à forte érosion hydrique (pluie et neige fondante) sur des sols peu couverts, orages en printemps et en été, érosion éolienne dans les zones sèches en automne et début du printemps, à vents violents.

Globalement le **blé d'hiver**, avec **35 % des surfaces emblavées**, est la culture dominante. Puis viennent le blé ou l'orge de printemps avec 15 % des surfaces. Le maïs représente peu de chose (3,1 % en pleine saison, 2,2 % en 2^{ème} culture). Le soja et le sorgho sont insignifiants. Par contre parmi les « autres cultures » (28,3 %) on trouve souvent des légumineuses (pois, lentilles ...), du colza, des pommes de terre et des betteraves.

Concernant la Californie, cet Etat se distingue par la culture du coton en irrigué et en pluvial, qui représente 9,2 % de la superficie totale nationale.

La région « Pacific » n'est pas en avance pour le semis direct, puisque celui-ci ne représente que 2 % (la moyenne nationale était de 16 % en 1996) : 2,9 % pour le blé d'hiver, 3,3 % pour le blé et l'orge de printemps, moins de 2 % pour l'ensemble des « autres cultures » (pois, lentilles, pois chiche, colza, moutarde).

En travail « conventionnel » (utilisé encore sur 50 % des surfaces) en zones semi-humides un labour à la charrue à soc, est suivi par un travail d'affinage avec disques ou chisels.

En zones sèches, la charrue à soc est peu utilisée. Pour la conservation des résidus, souvent assez peu abondants (moins de 4 t/ha), le sweep et le rod-weeder sont utilisés (stubble mulch ou mulch-till farming). Le rod-weeder peut passer 4 à 7 fois pendant la jachère d'été pour créer un (dangereux) mulch poussiéreux sensé conserver l'humidité et pour tuer les adventices.

Comme ordres de grandeur, voici les quantités de résidus (matière sèche) laissés à la récolte par diverses cultures :

- blé d'hiver : 3,3 t/ha à 5,6 t/ha dans les situations plutôt « sèches ». 6,6 t/ha à 12,3 t/ha dans les situations plus privilégiées.
- orge d'hiver : 80 – 90 % des quantités de résidus obtenus pour le blé d'hiver.
- blé de printemps et orge de printemps : 50 à 70 % des quantités obtenus pour les cultures d'hiver respectives.
- pois et lentilles : 1,7 t/ha à 2,3 t/ha, se dégradant rapidement.

Il existe une relation générale, à la récolte, entre poids de résidus en surface et surface du sol couverte.

kg/ha	% couvert
1 000	45 %
2 000	70 %
3 000	83 %
4 000	90 %
5 000	95 %
6 000	100 %

Dans les zones semi-humides du Nord Ouest (comme dans la Corn Belt), trop de résidus en surface (supposés non brûlés évidemment) peuvent être pénalisant dans l'optique d'un semis direct de cultures de printemps à cause d'un réchauffement et d'un ressuyage trop lents du sol. Pour remédier à cela tout en gardant les avantages du mulch, les agriculteurs s'orientent depuis quelques années, vers le strip-tillage c'est à dire à l'automne un travail superficiel et un dégagement des résidus sur des bandes de semis de 10 à 20 cm de large, très légèrement surélevées en billons.

Depuis 1972, la région « Pacific » fait l'objet d'un grand programme multidisciplinaire et coordonné de lutte anti-érosive appelé STEEP (Solutions To Environmental and Economic Problems), financé par le Gouvernement Fédéral où collaborent les chercheurs et techniciens de l'USDA (ARS, NRCS), les services de vulgarisation (depuis 1986 les concernant) et les Universités de l'Orégon (Pendleton), de Washington et de l'Idaho, les agriculteurs.